รายงานฉบับสมบูรณ์

ตุลาคม 2550

เล่มที่ 2

โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในประเทศไทย

โดย

เสนอ

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในประเทศไทย

เสนอ

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน

โดย

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ตุลาคม 2550

สารบัญ

บทที่ 6 การประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม..... 6-1

สรุปสาระสำคัญ (Key Findings)……..……6-1

6.1 คำนำ 6-4

6.2 การวิเคราะห์ภาพฉายอุปสงค์และอุปทานพลังงานในอนาคต (Future scenario) 6-4

6.2.1 วัตถุประสงค์ ขอบเขต และระเบียบวิธีวิจัย..... 6-5

6.2.2 สถานการณ์พลังงานของประเทศ 6-7

6.2.3 การจำลองความต้องการพลังงานตามภาคเศรษฐกิจ 6-12

6.2.4 ผลการคาดการณ์การใช้พลังงานภายใต้แต่ละ Scenarios 6-12

6.2.5 การคาดการณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้า..... 6-19

6.3 ผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์ 6-21

6.3.1 วัตถุประสงค์ ขอบเขต และระเบียบวิธีวิจัย..... 6-22

6.3.2 ผลการวิเคราะห์ I-O..... 6-23

6.3.3 สรุปผลการวิเคราะห์ Energy IO 6-35

6.4 การประเมินผลกระทบเชิงสิ่งแวดล้อม 6-39

6.4.1 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)..... 6-39

6.4.2 ต้นทุนผลกระทบภายนอก (Externality cost) 6-43

เอกสารอ้างอิง (ที่ปรากฏในรายงานวิจัยกลุ่มย่อยในภาคผนวก).....6-67

บทที่ 7 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-1

สรุปสาระสำคัญ (Key Findings)..... 7-1

7.1 คำนำ 7-6

7.2 แผนงานวิจัยด้านการผลิตเอทานอล 7-7

7.2.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์..... 7-7

7.2.2 เป้าหมายและกลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา 7-8

7.2.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-10

7.3 แผนงานวิจัยด้านการผลิตไบโอดีเซล..... 7-19

7.3.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์..... 7-19

7.3.2 เป้าหมายและกลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา 7-20

7.3.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-22

7.4 แผนงานวิจัยด้านการผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากชีวมวล 7-29

7.4.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ 7-29
7.4.2 เป้าหมายและกลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา 7-30
7.4.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-32
7.5 แผนงานวิจัยด้านการผลิตก๊าซชีวภาพ 7-40
7.5.1 ศักยภาพ นโยบายและเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ 7-40
7.5.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย 7-41
7.5.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-42
7.6 แผนงานวิจัยด้านการผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากขยะ 7-52
7.6.1 ศักยภาพ นโยบายและเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ 7-52
7.6.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย 7-53
7.6.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-54
7.7 แผนงานวิจัยด้านพลังน้ำขนาดเล็ก 7-62
7.7.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ 7-62
7.7.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย 7-63
7.7.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-65
7.8 แผนงานวิจัยด้านพลังงานลม 7-78
7.8.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ 7-78
7.8.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย 7-79
7.8.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-81
7.9 แผนงานวิจัยด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ 7-91
7.9.1 ศักยภาพ นโยบายและเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ 7-91
7.9.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย 7-92
7.9.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-93
7.10 แผนงานวิจัยด้านการผลิตความร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิต่ำ 7-101
7.10.1 ศักยภาพ นโยบายและเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ 7-101
7.10.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย 7-101
7.10.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-102
7.11 แผนวิจัยด้านการประหยัดพลังงานในภาคการขนส่ง 7-108
7.11.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ 7-108
7.11.2 กลยุทธ์การวิจัยพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย 7-110
7.11.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-113
7.12 แผนงานวิจัยด้านประสิทธิภาพพลังงานในภาคอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย 7-129

7.12.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ 7-129
7.12.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย 7-130
7.12.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-133
7.13 แผนงานวิจัยด้านการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม 7-147
7.13.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ 7-147
7.13.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย 7-149
7.13.3 แผนการวิจัยและพัฒนา 7-152
7.14 แผนงานวิจัยด้านการผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP) โดยใช้ก๊าซธรรมชาติ 7-172
7.14.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ 7-172
7.14.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย 7-172
7.14.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา 7-174
7.15 การบูรณาการแผนงานวิจัยและพัฒนา 7-180
บทที่ 8 แผนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ 8-1
สรุปสาระสำคัญ (Key Findings) 8-1
8.1 คำนำ 8-5
8.1.1 วัตถุประสงค์ 8-5
8.1.2 ขอบเขตการศึกษา 8-5
8.1.3 วิธีการศึกษา 8-6
8.2 สถานการณ์ความต้องการกำลังคนด้านพลังงานของโลก 8-6
8.2.1 ด้านพลังงานหมุนเวียน 8-6
8.2.2 ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน 8-12
8.3 สถานภาพกำลังคนด้านพลังงานในประเทศ 8-14
8.3.1 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม 8-14
8.3.2 ที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงาน 8-15
8.3.3 นักวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องด้านพลังงาน 8-16
8.3.4 บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านพลังงานในภาครัฐ 8-17
8.4 สถานภาพการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านพลังงาน 8-17
8.4.1 สถานภาพการผลิตกำลังคนด้านพลังงาน 8-17
8.4.2 สถานภาพการพัฒนากำลังคนด้านพลังงานด้วยการศึกษาต่อเนื่อง 8-27
8.4.3 แผนงานพัฒนาบุคลากรด้านพลังงานที่ผ่านมา 8-30
8.5 ผลสำรวจความต้องการกำลังคนด้านพลังงาน 8-32
8.5.1 ผลการสำรวจและประเมินความรู้และทักษะ 8-32

8.5.2 ผลการสัมภาษณ์ความต้องการกำลังคนด้านพลังงาน 8-33
8.6 การประมาณความต้องการกำลังคนด้านพลังงาน 8-37
8.6.1 ลักษณะกำลังคนที่ต้องการในภาพรวม 8-37
8.6.2 การประมาณความต้องการกำลังคนด้านพลังงานหมุนเวียน 8-38
8.6.3 การประมาณกำลังคนด้านประสิทธิภาพพลังงาน 8-45
8.6.4 การประมาณกำลังคนระดับนโยบายและแผนในภาครัฐ 8-48
8.6.5 สรุปการประมาณกำลังคน 8-50
8.7 ข้อเสนอแนวทางการพัฒนากำลังคน 8-51
8.7.1 สถานภาพการขาดแคลนกำลังคน 8-51
8.7.2 วัตถุประสงค์และเป้าหมายการพัฒนากำลังคนด้านพลังงาน 8-51
8.7.3 ยุทธศาสตร์การพัฒนา 8-52
เอกสารอ้างอิง (ที่ปรากฏในรายงานวิจัยกลุ่มย่อยในภาคผนวก) 8-63
บทที่ 9 ข้อเสนอมาตรการเชิงนโยบาย 9-1
สรุปสาระสำคัญ (Key Findings) 9-1
9.1 คำนำ 9-4
9.2 การทบทวนมาตรการเชิงนโยบายที่ใช้ในประเทศและต่างประเทศ 9-4
9.2.1 มาตรการด้านการส่งเสริมการผลิต ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน 9-4
9.2.2 มาตรการทั่วไปในการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ (เอทานอลและไบโอดีเซล) (Kojima and Johnson, 2005) 9-10
9.2.3 มาตรการทั่วไปในการส่งเสริมการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม อาคารและบ้านพักอาศัย 9-17
9.2.4 มาตรการทั่วไปในการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง 9-27
9.2.5 มาตรการทั่วไปในการส่งเสริมการใช้ก๊าซธรรมชาติในยานยนต์ (NGV) 9-32
9.2.6 สรุปบทเรียนที่สำคัญ 9-35
9.3 ปัญหา/อุปสรรคและมาตรการแก้ไขปัญหา 9-40
9.3.1 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการผลิตความร้อน/ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนประเภทชีวมวล 9-40
9.3.2 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวล 9-47
9.3.3 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ 9-52
9.3.4 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการประหยัดพลังงานในภาค

อาคาร บ้านพักอาศัย และอุตสาหกรรม 9-60
9.3.5 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการประหยัดพลังงาน/ทดแทนน้ำมันในภาคขนส่ง 9-72
9.4 การบูรณาการและสังเคราะห์มาตรการเชิงนโยบาย 9-82
9.4.1 มาตรการร่วมที่สำคัญกรณีการส่งเสริมพลังงานหมุนเวียน 9-82
9.4.2 มาตรการร่วมที่สำคัญกรณีการส่งเสริมการประหยัดพลังงาน 9-88
9.5 ข้อเสนอแนะมาตรการเชิงนโยบายหลัก 9-94
9.5.1 มาตรการเพื่อส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน 9-94
9.5.2 มาตรการจัดการการใช้พลังงาน (DSM) 9-96
9.5.3 มาตรการส่งเสริมการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมการผลิต 9-101
9.5.4 มาตรการจัดการอุปสงค์การเดินทาง (Traffic Demand Management) และค่าธรรมเนียมการปล่อยมลพิษ (emission tax) 9-102
9.5.5 มาตรการบังคับใช้ข้อบังคับด้านพลังงานของอาคาร (Building Energy Code) .. 9-105
9.5.6 มาตรการส่งเสริมการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuels) 9-108
9.5.7 มาตรการส่งเสริมการใช้ NGV 9-112
9.5.8 มาตรการส่งเสริมการผลิตอุปกรณ์การใช้พลังงานหมุนเวียนและประหยัดพลังงานภายในประเทศ 9-116
เอกสารอ้างอิง (ที่ปรากฏในรายงานวิจัยกลุ่มย่อยในภาคผนวก) 9-121

ภาคผนวก

ก. พลังงานจากชีวมวลและขยะ

ก.1 ชีวมวลเพื่อผลิตเอทานอล

ก.1.1 การประเมินศักยภาพของชีวมวลเพื่อผลิตเอทานอล

ก.1.2 การประเมินเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลจากผลผลิตทางการเกษตร

ก.2 ชีวมวลเพื่อผลิตไบโอดีเซล

ก.2.1 การประเมินศักยภาพของชีวมวลเพื่อผลิตไบโอดีเซล

ก.2.2 การประเมินเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากพืชน้ำมัน

ก.3 วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

ก.3.1 การประเมินศักยภาพปริมาณเชื้อเพลิงชีวมวลแข็งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร วัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมไม้แปรรูปและเฟอร์นิเจอร์ และการปลูกไม้โตเร็วเพื่อผลิตพลังงานความร้อนหรือ/และไฟฟ้าภายในประเทศไทย

ก.3.2 การประเมินเทคโนโลยีสำหรับใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงาน

ก.4 ก๊าซชีวภาพ

ก.4.1 การประเมินศักยภาพชีวมวลสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพจากชีวมวลในประเทศไทย

ก.4.2 การประเมินเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากชีวมวลในประเทศไทย

ก.5 พลังงานจากขยะ

ก.5.1 การประเมินศักยภาพของขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงาน

ก.5.2 การประเมินเทคโนโลยีของขยะมูลฝอยเพื่อผลิตพลังงาน

ข. พลังงานหมุนเวียนอื่นๆ

ข.1 พลังงานน้ำ

ข.1.1 การประเมินศักยภาพของพลังงานน้ำ

ข.1.2 การประเมินเทคโนโลยีสำหรับพลังงานน้ำขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้า

ข.2 พลังงานลม

ข.2.1 การประเมินศักยภาพของพลังงานลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย

ข.2.2 การประเมินเทคโนโลยีกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย

ข.3 พลังงานแสงอาทิตย์

ข.3.1 การประเมินศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์

ข.3.2 การประเมินเทคโนโลยีสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

ข.3.3 การประเมินเทคโนโลยีพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์แบบความร้อนที่อุณหภูมิสูง

ข.3.4 การประเมินเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เชิงความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ

ข.3.4.1 โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

ข.3.4.2 โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

ข.3.4.3 โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีเครื่องสูบน้ำพลังความร้อนแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

ข.3.4.4 โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Absorption Cooling Technology) ในประเทศไทย

ข.3.4.5 โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีเครื่องยนต์ Stirling ผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

ค. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้และการประหยัดพลังงาน

ค.1 อุตสาหกรรม

ค.1.1 โครงการการประเมินศักยภาพและเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพ/การประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม

ค.2 อาคารพาณิชย์

ค.2.1 การประเมินศักยภาพและเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพ/การประหยัดพลังงานในอาคารพาณิชย์

ค.3 การขนส่ง

ค.3.1 การประเมินศักยภาพการประหยัดและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคการขนส่ง

ค.3.2 การประเมินเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพและการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง

ง. อื่นๆ

ง.1 โครงการศึกษาความต้องการทรัพยากรมนุษย์และการจัดทำแผนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านพลังงาน : กรณีพลังงานหมุนเวียนและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ง.2 โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในประเทศไทย โดยวิธี Energy Input-Output Analysis

ง.3 โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในประเทศไทย (การวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานพลังงานโดยวิธีการวางแผนทางเลือกพลังงานในระยะยาว)

ง.4 Natural Gas Based Cogeneration in Thailand (Potential, Technology and Economical Assessments)

ง.5 การศึกษาต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์เพื่อจัดทำมาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน (Externality costs และ Feed-in tariff)

สารบัญรูป

บทที่ 6 การประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 6.2-1 กรอบการศึกษาอุปสงค์และอุปทานพลังงานโดยวิธีการวางแผนทางเลือกพลังงานในระยะยาว 6-8
รูปที่ 6.2-2 การใช้พลังงานในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2543-2548 จำแนกตามภาคเศรษฐกิจหลัก 6-10
รูปที่ 6.2-3 การใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2543-2548 จำแนกตามภาคเศรษฐกิจหลัก 6-10
รูปที่ 6.2-4 ดัชนีการใช้พลังงานต่อประชากรของนานาชาติ 6-11
รูปที่ 6.2-5 ความสัมพันธ์ระหว่างราคาน้ำมันดิบและต้นทุนการผลิตน้ำมันดีเซลและเบนซินในประเทศไทย 6-11
รูปที่ 6.2-6 การจำลองการใช้พลังงานภาคครัวเรือน 6-13
รูปที่ 6.2-7 ผลการคาดการณ์การใช้พลังงานในภาคเศรษฐกิจหลักในกรณี BAU 6-14
รูปที่ 6.2-8 ศักยภาพการประหยัดพลังงานภาคที่พักอาศัย 6-15
รูปที่ 6.2-9 ศักยภาพการประหยัดพลังงานภาคอาคารพาณิชย์ 6-15
รูปที่ 6.2-10 ศักยภาพการประหยัดพลังงานภาคอุตสาหกรรม 6-16
รูปที่ 6.2-11 ศักยภาพการประหยัดพลังงานภาคขนส่ง 6-16
รูปที่ 6.2-12 ภาพรวมการประหยัดพลังงานในภาคเศรษฐกิจหลัก 6-17
รูปที่ 6.2-13 ผลกระทบของการประหยัดพลังงานต่อความต้องการพลังงานในอนาคต 6-17
รูปที่ 6.2-14 ผลของการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียนต่อความต้องการพลังงานรูปแบบปกติ (Conventional) 6-19
รูปที่ 6.2-15 แนวโน้มความต้องการพลังงานไฟฟ้าในกรณีต่างๆ 6-20
รูปที่ 6.4-1 การปล่อย CO_2 จากการใช้พลังงานในกรณี BAU โดยจำแนกตาม (ก) แหล่งกำเนิด (ข) สาขาทางเศรษฐกิจ 6-41
รูปที่ 6.4-2 ปริมาณการปล่อย CO_2 ในกรณี RE และ EE เมื่อเทียบกับกรณี BAU 6-43
รูปที่ 6.4-3 กรอบแนวคิดการคำนวณต้นทุนผลกระทบภายนอกรวม 6-50

บทที่ 7 แผนงานวิจัยและพัฒนา

รูปที่ 7.13-1 ผลกระทบของการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบปั๊มน้ำในส่วนต่าง ๆ ต่อประสิทธิภาพโดยรวม 7-153

บทที่ 8 แผนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์

รูปที่ 8.4-1 กลุ่มวิชาที่จำเป็นสำหรับบุคลากรด้านพลังงานในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ 8-21

รูปที่ 8.4-2 จำนวนบุคลากรที่ได้รับทุนการศึกษาด้านพลังงานในระดับอุดมศึกษาของ สนพ. แบ่งตามสาขาวิชาที่ศึกษาและสาขาพลังงานที่ทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปี 2539-2549 8-32
รูปที่ 8.5-1 ระดับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงาน (ผชร.) จากกลุ่มตัวอย่าง 8-34
รูปที่ 8.5-2 ระดับทักษะที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงาน (ผชร.) จากกลุ่มตัวอย่าง 8-34
รูปที่ 8.5-3 ระดับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในอาคาร (ผชอ.) จากกลุ่มตัวอย่าง 8-35
รูปที่ 8.5-4 ระดับทักษะที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในอาคาร (ผชอ.) จากกลุ่มตัวอย่าง 8-35

สารบัญตาราง

บทที่ 6 การประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 6.2-1 สถิติการใช้พลังงานและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในช่วงปี 2543-2548 6-9
ตารางที่ 6.2-2 ผลการคาดการณ์สัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ 6-14
ตารางที่ 6.2-3 ผลการเปรียบเทียบความต้องการพลังงานกรณี EE กับ BAU 6-18
ตารางที่ 6.2-4 การคาดการณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในกรณีต่างๆ (หน่วย GWh) 6-20
ตารางที่ 6.3-1 การจัดกลุ่มภาคการผลิต (Sector) ใหม่เพื่อประเมินผลกระทบของมาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน 6-24
ตารางที่ 6.3-2 เป้าหมายการใช้เอทานอลสำหรับแก๊สโซฮอล์ E10 (หน่วย : ล้านลิตร/วัน) 6-27
ตารางที่ 6.3-3 ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการใช้น้ำมันในภาคขนส่ง ในช่วงปี 2549 – 2554 6-27
ตารางที่ 6.3-4 ผลกระทบของการดำเนินมาตรการส่งเสริมการใช้แก๊ซโซฮอล์ จากการวิเคราะห์ Energy IO 6-29
ตารางที่ 6.3-5 เป้าหมายการเพิ่มจำนวนรถยนต์ NGV ของ ปตท. 6-30
ตารางที่ 6.3-6 สรุปผลการประเมินผลกระทบของการส่งเสริมการใช้รถยนต์ NGV จากการวิเคราะห์ Energy IO 6-33
ตารางที่ 6.3-7 สรุปการประเมินผลกระทบต่อเศรษฐกิจมหภาคของการดำเนินมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วย PV จากการวิเคราะห์ Energy IO 6-36
ตารางที่ 6.3-8 มูลค่าต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการคำนวณดัชนีบ่งชีผลประโยชน์เชิงสาธารณะ(ผลรวมในช่วงปี 2550-2554) 6-37
ตารางที่ 6.3-9 ดัชนีบงชี้ผลประโยชน์เชิงสาธารณะส่วนหนึ่งของการใช้แก๊สโซฮอล์ NGV และ PV 6-38
ตารางที่ 6.4-1 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อย CO_2 จากการผลิตและการใช้พลังงานกรณี BAU 6-40
ตารางที่ 6.4-2 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อย CO_2 ที่ลดลงในกรณี EE 6-42
ตารางที่ 6.4-3 ผลของการใช้พลังงานหมุนเวียนต่อการลด CO_2 6-42
ตารางที่ 6.4-4 ผลการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียนต่อการลด CO_2 6-43
ตารางที่ 6.4-5 Average total external costs of different electricity systems 6-47
ตารางที่ 6.4-6 นิยาม ข้อดี และข้อเสียของวิธีการประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์แบบต่าง ๆ 6-48
ตารางที่ 6.4-7 External costs per ton of pollutant emitted in EU15 6-51
ตารางที่ 6.4-8 เงื่อนไขและสมมุติฐานในการวิเคราะห์ Benefit transfer 6-51

ตารางที่ 6.4-9 Adjusted external costs for different electricity systems in Thailand 6-52
ตารางที่ 6.4-10 Adjusted external costs per ton of pollutant emitted in Thailand 6-53
ตารางที่ 6.4-11 Adjusted external costs for different power plants in Thailand 6-53
ตารางที่ 6.4-12 จำนวนประชากรที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้า 6-55
ตารางที่ 6.4-13 ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อมีสุขภาพแข็งแรงของประชาชนที่อยู่รอบโรงไฟฟ้า 6-56
ตารางที่ 6.4-14 ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อให้มีชีวิตยืนยาวของประชาชนที่อยู่รอบโรงไฟฟ้า 6-58
ตารางที่ 6.4-15 การคำนวณมูลค่าความเสียหายต่อชีวิตและสุขภาพต่อหน่วยไฟฟ้า 6-58
ตารางที่ 6.4-16 ปริมาตรไม้สักจำแนกตามดัชนีชั้นคุณภาพพื้นที่และอายุ 6-60
ตารางที่ 6.4-17 มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของไม้สักที่สูญเสียในบริเวณรอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะ 6-60
ตารางที่ 6.4-18 การประมาณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของไม้ผลใน อ. แม่เมาะ จ.ลำปาง 6-63
ตารางที่ 6.4-19 มูลค่าผลกระทบภายนอกรวม 6-64
ตารางที่ 6.4-20 ผลกระทบภายนอกเฉลี่ยของการผลิตไฟฟ้าจากลิกไนต์และก๊าซธรรมชาติ 6-64
ตารางที่ 6.4-21 สรุปผลการประเมินผลกระทบภายนอกโดยวิธีต่าง ๆ 6-65

บทที่ 7 แผนงานวิจัยและพัฒนา

ตารางที่ 7.11-1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานและทดแทนพลังงานในภาคขนส่ง จากมาตรการต่าง ๆ ในปี 2554 7-109
ตารางที่ 7.12-1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย ภายในปี 2554 7-129
ตารางที่ 7.13-1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในอุปกรณ์หลักที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไปในปี 2554 7-147
ตารางที่ 7.13-2 ปริมาณการใช้และศักยภาพการประหยัดพลังงานในสาขาอุตสาหกรรมหลัก 7-148
ตารางที่ 7.15-1 สรุปแผนงานวิจัยและพัฒนา (R&D Roadmap Summary) 7-182
ตารางที่ 7.15-2 บรูณาการหมวดด้านพลังงานหมุนเวียนที่มีความสำคัญสูง 7-200

บทที่ 8 แผนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์

ตารางที่ 8.2-1 ประมาณการแรงงานทางด้านพลังงานหมุนเวียนของโลกในปี 2004 (Renewable 2005 Global Status) 8-7
ตารางที่ 8.2-2 ประมาณการค่าสัมประสิทธิ์การจ้างงานในแต่ละสาขาพลังงาน 8-8
ตารางที่ 8.2-3 ค่าสัมประสิทธิ์การจ้างงานโดยสรุป 8-10
ตารางที่ 8.2-4 สัมประสิทธิ์กำลังคนที่เสนอโดย DTI (จำนวนคน/MW) 8-10
ตารางที่ 8.2-5 ลักษณะอาชีพด้านพลังงานหมุนเวียนในสหรัฐอเมริกา 8-11
ตารางที่ 8.2-6 ลักษณะอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในบ้านอยู่อาศัย 8-13

ตารางที่ 8.3-1 จำนวน วุฒิการศึกษาและสาขาวิชาของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงานและอาคารควบคุม (พพ. 2548) 8-14
ตารางที่ 8.3-2 สถานภาพจำนวนที่ปรึกษาอนุรักษ์พลังงาน 8-16
ตารางที่ 8.3-3 สถิติจำนวนนักวิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานในปี 2545-2548 ... 8-17
ตารางที่ 8.4-1 หลักสูตรทางวิศวกรรมที่มีรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับพลังงานในระดับปริญญาตรี ... 8-19
ตารางที่ 8.4-2 รายวิชาพลังงานที่เปิดสอนในหลักสูตรพลังงานโดยตรง (ระดับปริญญาตรี) 8-23
ตารางที่ 8.4-3 หลักสูตรด้านพลังงานในระดับปริญญาโทและจำนวนบัณฑิต (ปีการศึกษา 2549) 8-24
ตารางที่ 8.4-4 การพัฒนากำลังคนด้านพลังงานภายในหน่วยงานภาครัฐและผู้ปฏิบัติงานด้านการอนุรักษ์พลังงานที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเฉพาะในช่วงปี 2546 – 2548 8-28
ตารางที่ 8.4-5 หลักสูตรฝึกอบรมด้านพลังงานสำหรับบุคคลทั่วไป 8-29
ตารางที่ 8.4-6 ผลการใช้จ่ายเงินตามแผนพัฒนาบุคลากรปีงบประมาณ 2538 – 47 (สนพ.)..... 8-31
ตารางที่ 8.6-1 การประมาณกำลังคนระดับวิชาชีพสำหรับอุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียน (Job estimation (professionals) for renewable energy industry of Thailand)..... 8-40
ตารางที่ 8.6-2 การประมาณกำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาสาขาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนภายในปี 2554 Job estimation for R&D personnel in renewable energy technology development (electricity generation) by 2011 8-43
ตารางที่ 8.6-3 การประมาณกำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาสาขาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนโดยคิดจากมูลค่าของไฟฟ้าที่ผลิตได้ 8-44
ตารางที่ 8.6-4 การประมาณกำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาสาขาการผลิตเอทานอลและไบโอดีเซล 8-44
ตารางที่ 8.6-5 การประมาณกำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาในสาขาประสิทธิภาพพลังงาน (Estimation of R&D personnel for the energy efficiency sector) 8-47
ตารางที่ 8.7-1 กลยุทธ์และมาตรการพัฒนากำลังคนตามเป้าหมายแต่ละด้าน 8-53

บทที่ 9 ข้อเสนอมาตรการเชิงนโยบาย

ตารางที่ 9.2-1 บทเรียนการใช้มาตรการข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบผลิตไฟฟ้า 9-5
ตารางที่ 9.2-2 บทเรียนการใช้มาตรการสัญญาซื้อขายไฟฟ้า 9-6
ตารางที่ 9.2-3 บทเรียนการใช้มาตรการ Feed-in tariffs 9-8
ตารางที่ 9.2-4 บทเรียนการใช้มาตรการ Externality adders under IRP 9-8
ตารางที่ 9.2-5 บทเรียนการใช้มาตรการ Renewable Portfolio Standard 9-9
ตารางที่ 9.2-6 บทเรียนการใช้มาตรการประมูลเงินอุดหนุน Bidding arrangement 9-9
ตารางที่ 9.2-7 บทเรียนการใช้มาตรการการสนับสนุนงานวิจัยพัฒนาและสาธิต (RD&D).....9-10

ตารางที่ 9.2-8 บทเรียนการใช้มาตรการอุดหนุนด้านราคา 9-11
ตารางที่ 9.2-9 บทเรียนการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตเอทานอล 9-12
ตารางที่ 9.2-10 บทเรียนการเพิ่มสัดส่วนการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง 9-13
ตารางที่ 9.2-11 บทเรียนการพัฒนาเครื่องยนต์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้เอทานอล 9-15
ตารางที่ 9.2-12 บทเรียนการกำหนดมาตรฐานด้านคุณภาพของไบโอดีเซล 9-15
ตารางที่ 9.2-13 บทเรียนนโยบายการปฏิรูปด้านการเกษตร 9-16
ตารางที่ 9.2-14 บทเรียนนโยบายการกำหนดภาษีน้ำมันเชื้อเพลิง 9-17
ตารางที่ 9.2-15 บทเรียนการใช้มาตรการมาตรฐานและฉลากประหยัดไฟฟ้า.....9-18
ตารางที่ 9.2-16 บทเรียนการใช้มาตรการข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคาร 9-19
ตารางที่ 9.2-17 บทเรียนการใช้มาตรการดัชนีการใช้พลังงานและฉลากพลังงานสำหรับอาคาร 9-20
ตารางที่ 9.2-18 บทเรียนการใช้มาตรการ แผนการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานและการจัดการพลังงาน 9-21
ตารางที่ 9.2-19 บทเรียนการใช้มาตรการสิทธิประโยชน์ทางด้านภาษี 9-22
ตารางที่ 9.2-20 บทเรียนการใช้มาตรการภาษีพลังงานและภาษีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....9-23
ตารางที่ 9.2-21 บทเรียนการใช้มาตรการเงินกู้เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.....9-23
ตารางที่ 9.2-22 บทเรียนการใช้มาตรการเงินอุดหนุนสำหรับการลงทุนตามมาตรการประหยัดพลังงาน 9-24
ตารางที่ 9.2-23 บทเรียนการใช้มาตรการการสร้างจิตสำนึกและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมผู้บริโภค 9-25
ตารางที่ 9.2-24 บทเรียนการใช้มาตรการการตอบสนองความต้องการไฟฟ้าและการควบคุมภาระไฟฟ้า 9-26
ตารางที่ 9.2-25 บทเรียนการใช้มาตรการการผลิตพลังงานไฟฟ้าความร้อนร่วม.....9-27
ตารางที่ 9.2-26 บทเรียนการใช้มาตรการกำหนดมาตรฐานของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขั้นต่ำและอัตราการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่ 9-28
ตารางที่ 9.2-27 บทเรียนการใช้มาตรการการกำหนดอัตราภาษีรถยนต์ตามขนาดของเครื่องยนต์และอัตราการปล่อยมลพิษ.....9-29
ตารางที่ 9.2-28 บทเรียนการใช้มาตรการการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงทางเลือก (ก๊าซธรรมชาติ แก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล) ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม.....9-30
ตารางที่ 9.2-29 บทเรียนการใช้มาตรการการติดฉลากแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์.....9-31
ตารางที่ 9.2-30 บทเรียนการใช้มาตรการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา.....9-33
ตารางที่ 9.2-31 บทเรียนการใช้มาตรการส่งเสริมการลงทุนสร้างสถานีเติมก๊าซและการสร้างความร่วมมือกับกลุ่มบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ 9-33
ตารางที่ 9.2-32 บทเรียนการใช้นโยบายด้านราคาของก๊าซธรรมชาติโดยอาศัยภาษีเป็นเครื่องมือ.....9-34

ตารางที่ 9.2-33 บทเรียนการใช้นโยบายสร้างเสริมแรงจูงใจแก่ผู้ใช้รถยนต์ 9-35
ตารางที่ 9.2-34 สรุปบทเรียนที่สำคัญจากการใช้มาตรการต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ 9-36
ตารางที่ 9.3-1 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการผลิตความร้อน/ไฟฟ้าจาก พลังงานหมุนเวียนประเภทชีวมวล 9-41
ตารางที่ 9.3-2 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการผลิตเชื้อเพลิงจาก ชีวมวล 9-48
ตารางที่ 9.3-3 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงาน หมุนเวียนอื่นๆ.....9-53
ตารางที่ 9.3-4 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการประหยัดพลังงานในอาคาร บ้านพักอาศัย อุตสาหกรรมและการผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติ (CHP) 9-61
ตารางที่ 9.3-5 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการประหยัดพลังงาน/ทดแทน น้ำมันในภาคขนส่ง.....9-73
ตารางที่ 9.4-1 การบูรณาการและสังเคราะห์มาตรการเชิงนโยบายด้านพลังงานหมุนเวียน 9-85
ตารางที่ 9.4-2 การบูรณาการและสังเคราะห์มาตรการเชิงนโยบายด้านการประหยัดพลังงาน 9-91
ตารางที่ 9.5-1 มาตรการเชิงนโยบายเพื่อสนับสุนโดยตรง.....9-118

บทที่ 6 การประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม

สรุปสาระสำคัญ (Key Findings)

1. *จุดประสงค์หลักของการประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ สังคมและสิ่งแวดล้อม คือการแสดงประโยชน์เชิงสาธารณะในเชิงปริมาณที่จะเกิดขึ้นในระยะยาว จากการดำเนินนโยบายส่งเสริมการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียน ซึ่งในที่นี้ได้แสดงผลกระทบต่อการลดปริมาณความต้องการพลังงานโดยรวมและพลังงานไฟฟ้า โดยเฉพาะการเพิ่มมูลค่า GDP และมูลค่าการจ้างงาน และการลดปริมาณการปล่อย CO_2 และปริมาณค่าใช้จ่ายความเสียหายภายนอก (Externality cost) อันเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้า ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาทางเลือกมาตรการที่จะใช้ส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังการและการใช้พลังงานหมุนเวียน*

2. *แนวทางหลักที่ใช้ในการประเมินผลกระทบดังกล่าว ได้แก่*
   (1) การวิเคราะห์ภาพฉายในอนาคต(Scenario analysis)ของปริมาณการใช้พลังงานและปริมาณการปล่อย CO_2 ในสาขาเศรษฐกิจหลัก โดยใช้ End-use model และเครื่องมือประมวลผล "LEAP"
   (2) การวิเคราะห์ผลกระทบต่อเศรษฐกิจมหภาค โดยใช้"Energy input-output model" ที่พัฒนาขึ้น
   (3) การประเมินมูลค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบภายนอก (Externalities) อันอาจจะเกิดขึ้นจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยใช้วิธีการถ่ายโอนค่าที่ใช้ในต่างประเทศและการประเมินมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นจริงภายในประเทศ

3. *ใน 10 ปีข้างหน้าความต้องการพลังงานรวมของประเทศในกรณีปกติ (BAU) จะเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยปีละ 5.5% ซึ่งจะทำให้ปริมาณการใช้พลังงานในปี 2554 และ 2559 เป็น 1.4 และ 1.8 เท่าของปีฐาน(2548) แต่ถ้ามีการดำเนินมาตรการประหยัดพลังงานในสาขาเศรษฐกิจหลักเต็มศักยภาพที่ได้ประเมินไว้ในโครงการนี้ก็จะทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของความต้องการพลังงานลดลงเหลือ 4.1% ต่อปีโดยเฉลี่ย ซึ่งจะทำให้การใช้พลังงานในปี 2554 และ 2559 เป็น 1.3 เท่า และ 1.6 เท่าของปีฐานหรือลดลงจากกรณี BAU ในปีนั้นๆ 8 และ 13% ตามลำดับ ในกรณีที่มีการส่งเสริมให้ใช้พลังงานหมุนเวียนเต็มศักยภาพที่ได้ประเมินไว้ในโครงการวิจัยนี้ด้วย ก็จะทำให้ปริมาณความต้องการพลังงานรูปแบบปกติ(Conventional)ลดลง จากกรณี BAU รวมประมาณ 16% ในปี 2554 และ 20% ในปี 2559 ซึ่งจะเป็นการลดการนำเข้าพลังงานที่มีนัยสำคัญ กล่าวคือ 13,717 และ 23,378 ktoe ตามลำดับ ทั้งนี้ในระยะยาวสัดส่วนการลดความต้องการพลังงานรูปแบบปกติจากการประหยัดพลังงานจะสูงกว่าการใช้พลังงานหมุนเวียนตามศักยภาพเท่าที่ประเมินไว้ เช่นในปี 2559 สัดส่วนดังกล่าวจะเป็น 12.8% และ 8.1% ตามลำดับ*

4. *ใน 10 ปีข้างหน้าการประหยัดพลังงานตามศักยภาพที่ประเมินไว้ สามารถลดปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าจากกรณี BAU ซึ่งมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 6.1% ต่อปี เป็น 5.0% ต่อปี เฉพาะในปี 2554 และ 2559 ปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่ลดลงจะเป็นประมาณ 12,144 GWh (6.9%) และ 31,620 GWh (13.8%) ตามลำดับ เมื่อผนวกกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนด้วยแล้ว จะทำให้ปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานรูปแบบปกติ ลดลง*

จากกรณี BAU กล่าวคือ อัตราการเพิ่มขึ้นของความต้องการใน 10 ปีข้างหน้าจะเป็นเพียง 2.6 % โดยเฉลี่ย และเฉพาะในปี 2554 และ 2559 ความต้องการจะลดลงประมาณ 38,540 GWh หรือ 21.7% และ 71,088 GWh หรือ 30.6 % ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณการลดที่มีนัยสำคัญค่อนข้างมาก

5. *การประหยัดพลังงานจะมีส่วนช่วยลดปริมาณการปล่อย CO_2 จากกรณี BAU ซึ่งมีการปล่อยประมาณ 199, 264 และ 332 ล้านตันในปี 2548, 2554 และ2559 ตามลำดับ โดยในปี 2554 และ 2559 จะลดได้ประมาณ 21 และ44 ล้านตันตามลำดับ หรือทุก ๆ 1 ktoe ที่ประหยัดได้จะลด CO_2 ได้ประมาณ 3 พันตัน เมื่อผนวกกับการใช้พลังงานหมุนเวียนจะช่วยลดได้เพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 51 และ 76 ล้านตันในปี 2554 และ 2559 ตามลำดับ ทำให้ปริมาณการปล่อย CO_2 ต่อประชากร ซึ่งในกรณี BAU คือ 3.19, 3.90 และ 4.79 ตันCO_2/คน/ปี ในปี 2548, 2554 และ 2559 ตามลำดับ ลดลงเป็น 3.24 และ3.70 ตันCO_2/คน/ปี ในปี 2554 และ 2559 ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยของโลกของการปล่อย CO_2 ในปี 2547 คือ 4.1 ตัน CO_2/คน/ปี แต่เป็นที่ทราบกันดีว่า ในระยะหลังค่าเฉลี่ยของโลกเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เนื่องจากประเทศที่พัฒนาแล้วมีมาตรการประหยัดพลังงานและประเทศกำลังพัฒนาก็มีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ดังนั้นหากไม่มีมาตรการประหยัดพลังงานและส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนที่เข้มข้น (BAU) อัตราการปล่อย CO_2 ต่อประชากรของไทยจึงมีโอกาสสูงกว่าค่าเฉลี่ยของโลกค่อนข้างมากในระหว่างปี 2554-2559 ซึ่งเป็นช่วงหลังการบังคับใช้พิธีสารเกียวโต (Post-Kyoto) อันจะทำให้ประเทศไทยเสี่ยงต่อการถูกบังคับให้ลดการปล่อย CO_2*

6. *การเปรียบเทียบผลประโยชน์เชิงสาธารณะ (เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม) ระหว่างการส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ NGV และ PV ตามเป้าหมายเดิมของรัฐบาล (แก๊สโซฮอล์ 3 ล้านลิตร/วัน NGV 500,000 คัน และ PV 60 MW ภายในปี 2554) โดยใช้ "Energy Input-Output Model" พบว่า ในช่วง 5 ปีแรก (ปี 2549 - 2554) ของการส่งเสริม ซึ่งประกอบด้วย เงินอุดหนุน 2.50 บาท/ลิตร สำหรับแก๊สโซฮอล์ 10,000 บาท/คัน สำหรับ NGV และ 8 บาท/kWh สำหรับ PV นั้น การใช้แก๊สโซฮอล์มีข้อได้เปรียบในแง่ต้นทุนต่ำ มูลค่าการนำเข้าน้อยและมีผลดีต่อสิ่งแวดล้อม ดังจะเห็นได้จากค่าดัชนีต่างๆ ที่กำหนดขึ้น ในขณะที่ NGV มีข้อได้เปรียบในแง่ใช้เงินอุดหนุนจากภาครัฐน้อย และมีผลต่อการจ้างงานค่อนข้างมากในเชิงมูลค่า แต่มีข้อเสียเปรียบที่สำคัญคือ ต้นทุนสูง โดยเฉพาะโครงสร้างพื้นฐาน และต้องอาศัยการนำเข้า และเงินอุดหนุนที่ต้องการจากภาครัฐ ส่วน PV ให้ค่าดัชนีทุกตัวต่ำกว่าของ NGV และแก๊สโซฮอล์โดยเฉพาะประโยชน์ด้านพลังงานที่ได้จากมูลค่าของเงินที่ต้องลงทุนหรือสนับสนุน ดังค่าดัชนีบ่งชี้ผลประโยชน์รวมในตาราง*

ดัชนีบ่งชี้ผลประโยชน์เชิงสาธารณะ			
รายการดัชนี	***Gasohol***	***NGV***	***PV***
1. Direct PE substituted per unit investment (toe/M ฿)*	*43.5*	*39.8*	*13.7*
2. Direct PE substituted per unit subsidy (toe/1,000฿)*	*200.5*	*536.6*	*20.4*
3. Energy delivered per unit import value (toe/M฿)	*233.3*	*48.7*	*6.5*
4. Total employment value per unit subsidy (฿/฿)	*0.8*	*5.0*	*0.4*

5. Direct CO_2 reduction per unit energy substituted ($ktonCO_2/ktoe$)	*2.9*	*6.3*	*7.6*
Total CO_2 reduction per unit PE substituted ($ktonCO_2/ktoe$)	*1.8*	*-6.3*	*-3.2*

* PE = Primary Energy

7. การประเมินมูลค่าผลกระทบต่อภายนอก (Externality cost) ของการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (ลิกไนท์และก๊าซธรรมชาติ) ที่หลีกเลี่ยงได้จากการใช้พลังงานหมุนเวียน ใช้ 3 แนวทางได้แก่ (1) การโอนค่า Externality cost โครงการของยุโรปโดยใช้ตัวปรับค่าต่าง ๆ (2) การโอนมูลค่า External cost per ton of emission ของยุโรปด้วยตัวปรับค่าต่าง ๆ โดยใช้ Emission factors ของโรงไฟฟ้าไทยและ (3) การประเมินมูลค่าความเสียหายจากโรงไฟฟ้าไทยโดยตรงผสมกับการอ้างอิงค่าของยุโรป พบว่าการประเมินกรณีที่ (2) มีความน่าเชื่อถือมากกว่าแนวทางอื่น ๆ เนื่องจากค่าที่ใช้โอนนั้นมาจากกระบวนการศึกษาของยุโรปที่น่าเชื่อถือและมีการนำข้อมูล Emission ของไทยเองมาปรับค่า ค่า Externality cost ที่ปรับโดย Purchasing Power Parity Index (PPPI) ปี ค.ศ. 2000 จากวิธีการโอนค่าดังกล่าว พบว่า ค่าผลกระทบภายนอกของการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ลิกไนต์ ถ่านหินนำเข้า และก๊าซธรรมชาติ คือประมาณ 0.48, 0.33 และ 0.18 บาท/kWh ตามลำดับ โดยที่ค่าดังกล่าวเป็นความเสียหายอันเกิดจากมลพิษทางอากาศประมาณ 42% , 30% และ 33% ตามลำดับ ส่วนที่เหลือเป็นค่าความเสียหายของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งคิดที่ 19 ยูโร ต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์ (ปี 2000)

6.1 คำนำ

การส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานย่อมมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมในภาพรวมของประเทศ ซึ่งอาจจะเป็นผลกระทบในเชิงบวกหรือเชิงลบก็ได้ขึ้นอยู่กับประเภทพลังงานที่เลือกใช้และมาตรการที่ใช้ส่งเสริม ผลกระทบเชิงเศรษฐกิจนั้นอาจหมายถึงการลดการพึ่งพาการนำเข้าพลังงาน และการเพิ่ม GDP อันเนื่องมาจากการลงทุนที่เกี่ยวข้อง ผลกระทบด้านสังคมอาจหมายถึงผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนอันเนื่องมากจากมลพิษที่เกิดจากการผลิตและใช้พลังงาน และผลกระทบต่อการจ้างแรงงาน ส่วนผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมอาจหมายถึงความเสียหายของป่าไม้และพืชผล และของการปล่อยก๊าซ CO_2 ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น ผลกระทบเหล่านี้เป็นประเด็นสาธารณะที่จะต้องมีการประเมินในเชิงปริมาณ (Quantify) ให้ชัดเจน เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับผลได้ ผลเสียต่อส่วนรวมของประเทศ และต้นทุนที่แท้จริงที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเลือกใช้นโยบาย มาตรการหรือเทคโนโลยีพลังงานต่าง ๆ

ในบทนี้ จะกล่าวถึงผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าวซึ่งมีหัวข้อหลักดังนี้

(1) การวิเคราะห์ภาพฉายในอนาคต (Scenario analysis) ของผลกระทบต่อการใช้พลังงานภายใต้กรณีที่มีการประหยัดพลังงานและใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างเต็มศักยภาพ เมื่อเทียบกับกรณีปกติ (BAU) โดยใช้ End-use approach ร่วมกับเครื่องมือจำลองอุปสงค์และอุปทานพลังงาน LEAP “หรือ Long-range Energy Alternatives Planning System”

(2) การประเมินผลกระทบต่อเศรษฐกิจมหภาคในรูปของการเปลี่ยนแปลงของ GDP การลดการนำเข้าพลังงาน และการจ้างงานที่เกิดขึ้นโดยใช้ “Energy Input-Output Model” ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูล Input-Output Table ของประเทศไทยเอง

(3) การประเมินผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมในรูปของปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ในกรณีที่มีการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างเต็มศักยภาพเมื่อเทียบกับกรณีปกติ (BAU) และในรูปของมูลค่าผลกระทบภายนอก (Externality cost) อันเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

6.2 การวิเคราะห์ภาพฉายอุปสงค์และอุปทานพลังงานในอนาคต (Future scenario)

การส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานมีผลกระทบต่อสถานการณ์ด้านอุปสงค์และอุปทานพลังงานของประเทศในระยะยาวทั้งในเชิงปริมาณและเชิงโครงสร้าง (Pattern) ของการผลิตและการใช้พลังงาน ผลกระทบดังกล่าวสามารถคาดการณ์หรือจำลองได้ภายใต้สมมติฐานด้านการเติบโตของประชากร การพัฒนาเศรษฐกิจ ราคาเชื้อเพลิงและเทคโนโลยี และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ผลกระทบในลักษณะดังกล่าวเรียกว่าการวิเคราะห์ภาพฉายในอนาคต (Scenario analysis) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนพลังงานในระยะยาว

และเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมด้วย ในโครงการวิจัยนี้ จึงได้ทำการวิเคราะห์ภาพฉายดังกล่าวโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า LEAP (Long-range Energy Alternative Planning system) ซึ่งเป็น “Energy accounting tool” ที่พัฒนาโดย Stockholm Environmental Institute-Boston Centre ทั้งนี้เพื่อแสดงให้เห็นว่า หากมีการดำเนินนโยบายส่งเสริมให้ใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานเต็มศักยภาพของปริมาณที่ได้ประเมินไว้ในโครงการวิจัยนี้ หรือตามแผนการส่งเสริมใดๆ ของภาครัฐ หรือตามมาตรการส่งเสริมอื่น ๆ ที่จะกำหนดขึ้น สถานการณ์ด้านอุปสงค์และอุปทานในภาพรวมของประเทศและในแต่ละภาคเศรษฐกิจ ในแต่ละปีในอนาคตจะเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับกรณีปกติ (BAU) ที่ไม่มีนโยบายส่งเสริมดังกล่าว

6.2.1 วัตถุประสงค์ ขอบเขต และระเบียบวิธีวิจัย

6.2.1.1 วัตถุประสงค์

(1) เพื่อออกแบบและสร้างแบบจำลองการคาดการณ์อุปสงค์พลังงานของประเทศในอนาคตโดยใช้ LEAP เป็นเครื่องมือหลัก

(2) เพื่อใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นประเมินผลกระทบที่มีต่ออุปสงค์พลังงานในภาพรวมของประเทศ รวมทั้งรูปแบบ (Pattern) ของอุปสงค์ในแต่ละภาคเศรษฐกิจใน 10 ปีข้างหน้า ภายใต้ทางเลือกของนโยบายการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานที่กำหนดขึ้น และภายใต้สมมติฐานที่สมเหตุสมผลเกี่ยวกับอัตราการเติบโตหรือการขยายตัวของประชากร ครัวเรือน เศรษฐกิจ (GDP) ความต้องการพลังงานและไฟฟ้า ฯลฯ

(3) ชี้ให้เห็นถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นกับการดำเนินนโยบายส่งเสริมดังกล่าว (ถ้ามี)

6.2.1.2 ขอบเขต

(1) จัดทำฐานข้อมูลด้านพลังงาน ประชากร เศรษฐกิจ และอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการจำลองการใช้พลังงานด้วย LEAP

(2) ออกแบบ LEAP model สำหรับประเทศไทย โดยแบ่งเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานออกเป็นส่วน ๆ และทำการพิสูจน์ความถูกต้อง (Validate) ของแบบจำลองในปีฐาน (Base year) และในกรณีฐานหรือกรณีปกติ (BAU)

(3) คาดการณ์ความต้องการพลังงานในอนาคตภายใต้ทางเลือกด้านนโยบาย/มาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในแต่ละกรณี

(4) วิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อความต้องการพลังงานไฟฟ้า ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงโครงสร้างของภาคพลังงานตามนโยบายแต่ละกรณีที่เลือกใช้

(5) วิเคราะห์ผลกระทบของพลังงานที่ใช้ต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2) ตามข้อตกลง UNFCC ภายใต้นโยบายแต่ละกรณีที่เลือกใช้ (ดูหัวข้อ 6.4)

6.2.1.3 ระเบียบวิธีวิจัย

(1) กำหนดกรอบการศึกษาวิเคราะห์ที่จะนำไปสู่การตอบคำถามใน 2 ประเด็นหลักที่มีผลต่อทางเลือกการวางแผนพลังงานในระยะยาวของประเทศ อันได้แก่

- การดำเนินนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานตามศักยภาพที่ได้ประเมินไว้ในโครงการนี้จะส่งผลกระทบอย่างไรต่อความต้องการพลังงานของประเทศ
- การดำเนินนโยบายดังกล่าวข้างต้นจะส่งผลกระทบอย่างไรต่อปริมาณการปล่อย CO_2 ในภาพรวมของประเทศ

ซึ่งกรอบดังกล่าวแสดงในรูปที่ 6.2 – 1

(2) ดำเนินการศึกษาตามกรอบที่กำหนดขึ้นในข้อ (1) ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

- การจัดทำฐานข้อมูลสำหรับการจำลองโดย LEAP ซึ่งประกอบด้วยฐานข้อมูลด้านศักยภาพการใช้เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภท และศักยภาพการประหยัดพลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจ และฐานข้อมูลด้านประชากร เศรษฐกิจ การใช้พลังงาน และอื่น ๆ ที่จำเป็น โดยรวบรวมสถิติที่เกี่ยวข้องทั้งในอดีตและที่คาดการณ์สำหรับอนาคต (รวมการคาดการณ์ที่มีหน่วยงานหรือนักวิจัยดำเนินการไว้แล้วและที่ดำเนินการเองในโครงการวิจัยนี้)
- จากฐานข้อมูลดังกล่าว จัดทำแบบจำลองอุปสงค์พลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจโดยหลักการของ End-use model ซึ่งเริ่มจากการสร้าง Pattern การใช้พลังงานในปีฐานคือปี 2548 แล้วคาดการณ์ไปใน

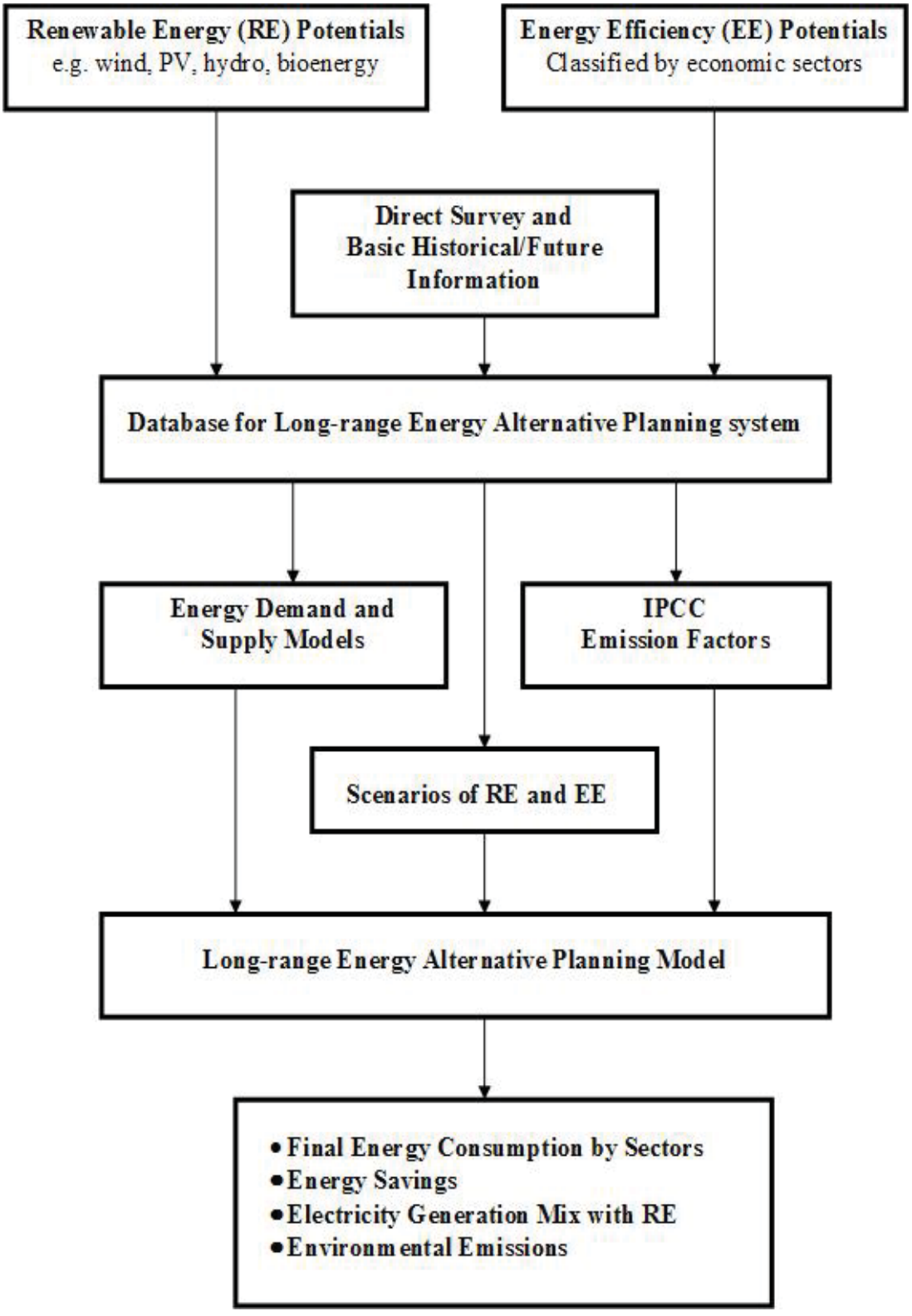
อนาคตโดยอาศัยสถิติใน 6 ปีที่ผ่านมา (2543 - 2548) และแนวโน้มที่สำคัญในอนาคต

- สร้างแบบจำลองการปล่อยก๊าซ CO_2 ตามวิธีการคำนวณของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
- กำหนด Scenarios ที่ใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งได้แก่
  - กรณีปกติ (BAU) ที่ไม่มีการดำเนินนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานเป็นพิเศษ
  - กรณีที่มีการดำเนินนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานเป็นพิเศษ ซึ่งยังแบ่งเป็นกรณีย่อยอีก 3 กรณีได้แก่
    - กรณีที่มีการประหยัดพลังงานอย่างเต็มศักยภาพที่ประเมิน (Full Energy Saving Potential หรือ “EE Scenario”)
    - กรณีที่ใช้พลังงานหมุนเวียนเต็มศักยภาพที่ประเมิน (Full Renewable Energy Potentials หรือ “RE Scenario”)
    - กรณีใช้พลังงานหมุนเวียนและประหยัดพลังงานเต็มศักยภาพ (Combined Renewable Energy and Energy Saving Potential หรือ “RE/EE Scenario”)
  - บูรณาการแบบจำลองอุปสงค์พลังงานและ CO_2 emission factors กับแบบจำลอง LEAP ภายใต้ Scenarios ต่าง ๆ ข้างต้น

(3) วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง

6.2.2 สถานการณ์พลังงานของประเทศ

สถิติด้านการใช้และการจัดหาพลังงานของประเทศในอดีตและปัจจุบันเป็นข้อมูลที่สำคัญในการคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคต คณะผู้วิจัยจึงได้ทบทวนสถิติด้านพลังงานและด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องใน 6 ปีที่ผ่านมา (ปี พ.ศ. 2543 – 2548) โดยที่ปี 2548 ถือเป็นปีฐาน (Base year) ของการวิเคราะห์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 6.2 – 1



รูปที่ 6.2-1 กรอบการศึกษาอุปสงค์และอุปทานพลังงานโดยวิธีการวางแผนทางเลือกพลังงานในระยะยาว

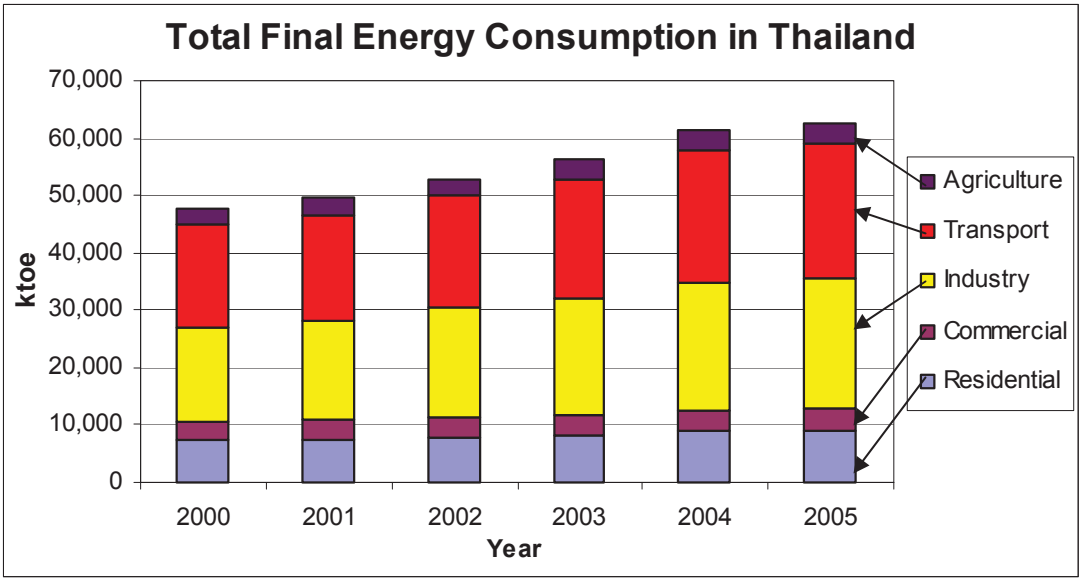
ตารางที่ 6.2-1 สถิติการใช้พลังงานและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในช่วงปี 2543-2548

รายการ	หน่วย	ปี 2548	อัตราการเพิ่มเฉลี่ย ปี 2543-2548 (%)	หมายเหตุ
1. ประชากร	ล้านคน	65	0.83	
2. GDP	พันล้านบาท	3,842	5.02	at 1988 constant price
3. การใช้พลังงานสุดท้ายรวม (Total Final Energy Consumption)*	ktoe	62,395	5.5	
3.1 ภาคขนส่ง	ktoe	23,490		38% ของประเทศ (99% เป็นน้ำมัน)
3.2 ภาคอุตสาหกรรม	ktoe	22,962		37% ของประเทศ (80% เป็นความร้อน)
3.3 อาคารพาณิชย์	ktoe	3,862		6% ของประเทศ (80% เป็นไฟฟ้า)
3.4 บ้านพักอาศัย	ktoe	8,953		14% ของประเทศ (75% เป็นความร้อน)
4. การใช้พลังงานไฟฟ้า*	GWh	121,229	6.6	
4.1 ภาคอุตสาหกรรม		56,885	7.2	47% ของประเทศ
4.2 อาคารพาณิชย์		37,863	11.8	31% ของประเทศ
4.3 บ้านพักอาศัย		25,613	5.6	21% ของประเทศ
5. ดัชนีการใช้พลังงาน (Final Energy Intensity)	ktoe/ล้านบาท	16.2	0.44	
	toe/คน	0.96	4.5	
6. ดัชนีการใช้ไฟฟ้า (Final Electricity Intensity)	GWh/ล้านบาท	31.6	1.5	
	kWh/คน	1864	5.8	

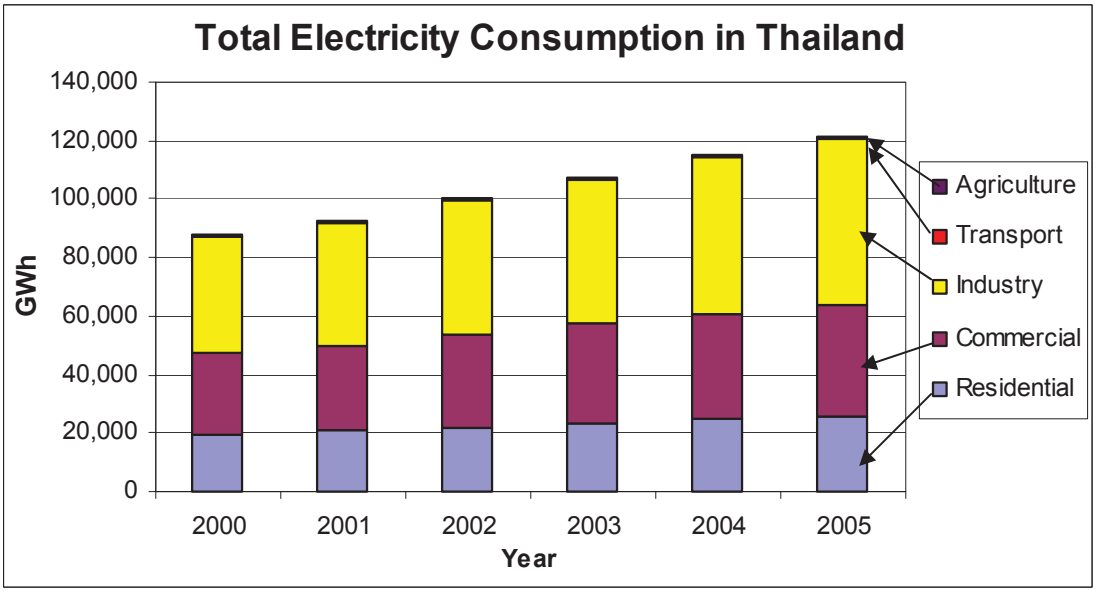
* การใช้พลังงานรวมทั้งประเทศ

ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานสุดท้ายและการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกปี ทั้งในภาพรวมและในแต่ละภาคเศรษฐกิจ ดังรูปที่ 6.2 - 2 และ รูปที่ 6.2 - 3 โดยที่ดัชนีการใช้พลังงาน (Energy intensity) ในรูปของ ktoe/GDP ก็เพิ่มขึ้นด้วย แต่ไม่มากนัก (เฉลี่ย 0.44%) เนื่องจากราคาน้ำมันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการประหยัดพลังงานมากขึ้น ส่วนดัชนีพลังงานในรูปของพลังงาน/ประชากรสูงขึ้นเฉลี่ย 4.5% อย่างไรก็ตาม ดัชนีดังกล่าวยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลก ดังรูปที่ 6.2 - 4

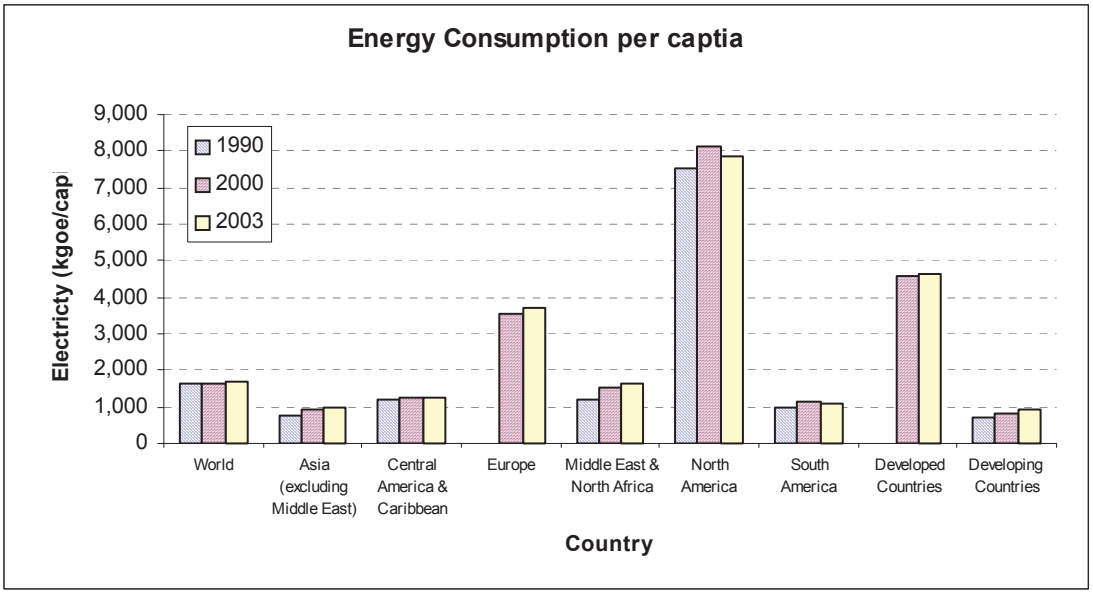
อนึ่ง ต้นทุนการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีผลกระทบอย่างสูงต่อการใช้พลังงานและเศรษฐกิจของประเทศก็สูงขึ้นตามราคาน้ำมันดิบ ซึ่งในช่วงปี 2545 – 2549 ได้เพิ่มจาก 25 USD/บาร์เรลเป็นกว่า 60 USD/บาร์เรล ดังรูปที่ 6.2 - 5



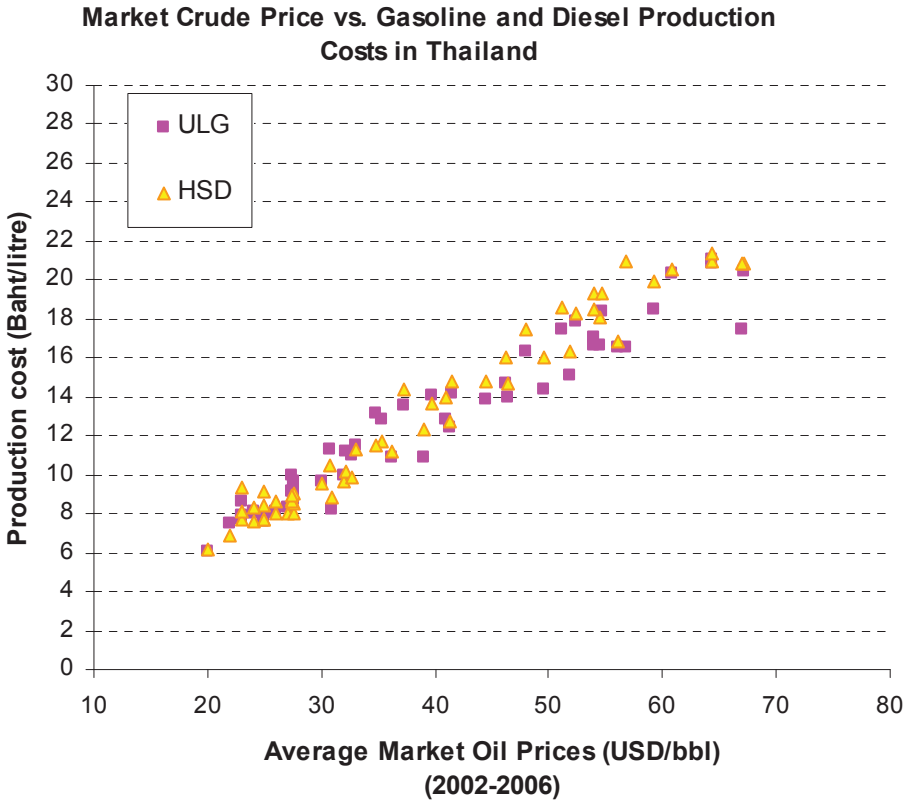
รูปที่ 6.2-2 การใช้พลังงานในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2543-2548 จำแนกตามภาคเศรษฐกิจหลัก



รูปที่ 6.2-3 การใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2543-2548 จำแนกตามภาคเศรษฐกิจหลัก



รูปที่ 6.2-4 ดัชนีการใช้พลังงานต่อประชากรของนานาชาติ



รูปที่ 6.2-5 ความสัมพันธ์ระหว่างราคาน้ำมันดิบและต้นทุนการผลิตน้ำมันดีเซลและเบนซินในประเทศไทย

6.2.3 การจำลองความต้องการพลังงานตามภาคเศรษฐกิจ

การจำลองความต้องการพลังงานในแต่ละภาคเศรษฐกิจนั้น อาศัย End-use model ซึ่งเริ่มจากการคำนวณปริมาณและประเภทการใช้พลังงานในหน่วยย่อยที่สุดของภาคเศรษฐกิจนั้น เช่น การใช้พลังงานในแต่ละครัวเรือนในภาคบ้านพักอาศัยแล้วรวมการใช้พลังงานของครัวเรือนทั้งหมดเป็นการใช้พลังงานของภาคบ้านพักอาศัย อย่างไรก็ตาม การคำนวณดังกล่าวมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงค่อนข้างมาก ในที่นี้จะยกตัวอย่างขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองและคาดการณ์ปริมาณใช้พลังงานในภาคบ้านพักอาศัยเท่านั้น ส่วนของภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ (อาคารพาณิชย์ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ อุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ และภาคขนส่ง) ปรากฏในรายงานซึ่งเป็นภาคผนวกของรายงานนี้

การพัฒนาแบบจำลองและคาดการณ์การใช้พลังงานในบ้านพักอาศัยมีขั้นตอนตามรูปที่ 6.2-6 ซึ่งต้องมีการคาดการณ์จำนวนครัวเรือนในอนาคต โดยอาศัยสถิติขนาดเฉลี่ยของครัวเรือนและการพยากรณ์ประชากร เนื่องจากการใช้พลังงานของแต่ละครัวเรือนขึ้นอยู่กับรายได้ของครัวเรือนจึงต้องมีการจำแนกครัวเรือนตามระดับรายได้และตามสัดส่วนการมีไฟฟ้า (หรือไม่มี) เมื่อผนวกกับข้อมูลสถิติแนวโน้มด้านขนาดอุปกรณ์/เครื่องใช้ที่ใช้พลังงาน จำนวนชั่วโมงการใช้งานและประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์/เครื่องใช้แต่ละประเภทก็จะคำนวณปริมาณการใช้พลังงานรวมได้

6.2.4 ผลการคาดการณ์การใช้พลังงานภายใต้แต่ละ Scenarios

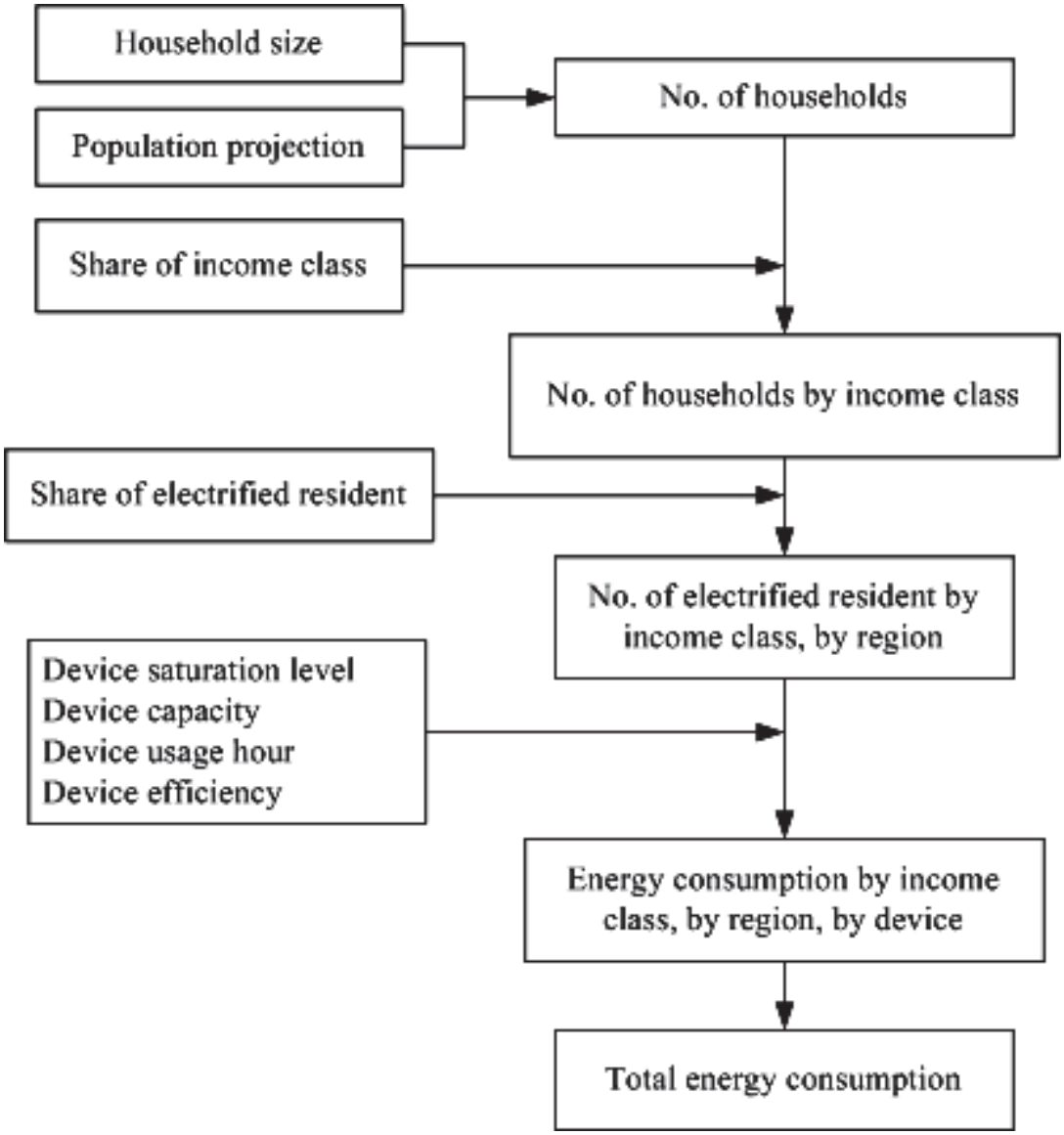
การคาดการณ์การใช้พลังงานแบ่งออกเป็น 3 Scenarios ดังนี้

- กรณีปกติที่ไม่มีนโยบาย/มาตรการพิเศษ (BAU)
- กรณีที่มีการประหยัดพลังงานอย่างเต็มศักยภาพ (EE Scenario)
- กรณีที่มีทั้งการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างเต็มศักยภาพ (RE/EE Scenario)

6.2.4.1 ผลการคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานในกรณีปกติ (BAU)

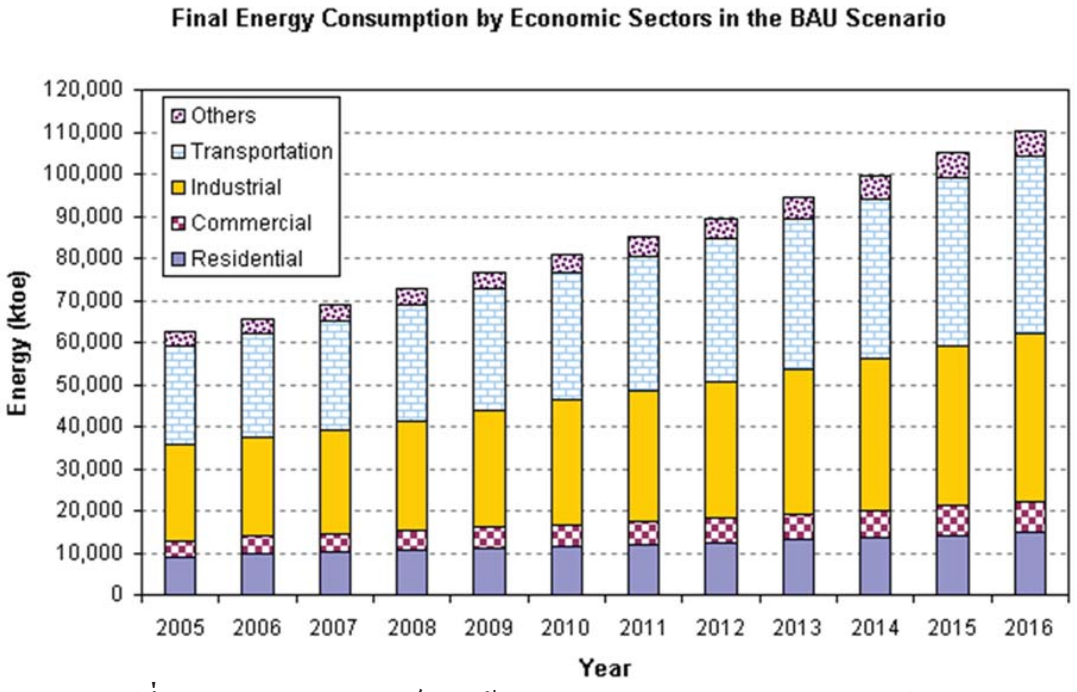
การคาดการณ์การใช้พลังงานในกรณีปกติ (BAU) มีสมมติฐานที่สำคัญดังนี้

- GDP เพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 5.5%
- อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรตามการคาดการณ์ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ



รูปที่ 6.2-6 การจำลองการใช้พลังงานภาคครัวเรือน

ผลการคาดการณ์การใช้พลังงานจากปีฐาน (2548) ถึงปี 2559 แสดงดังรูปที่ 6.2 – 7 ในภาพรวม ความต้องการใช้พลังงานทั้งหมดของประเทศจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 5.5% โดยในปี 2554 จะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 1.4 เท่าของปีฐาน หรือ 85,736 ktoe และในปี 2559 จะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 1.8 เท่าของปีฐานหรือ 112,087 ktoe (การใช้พลังงานในปีฐานคือ 62,474 ktoe) โดยที่สัดส่วนการใช้พลังงานของแต่ละสาขาเศรษฐกิจจะเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังตารางที่ 6.2 – 2 รูปที่ 6.2-7 แสดงผลการคาดการณ์ความต้องการพลังงานใน 10 ปีข้างหน้าในกรณีปกติ (BAU)



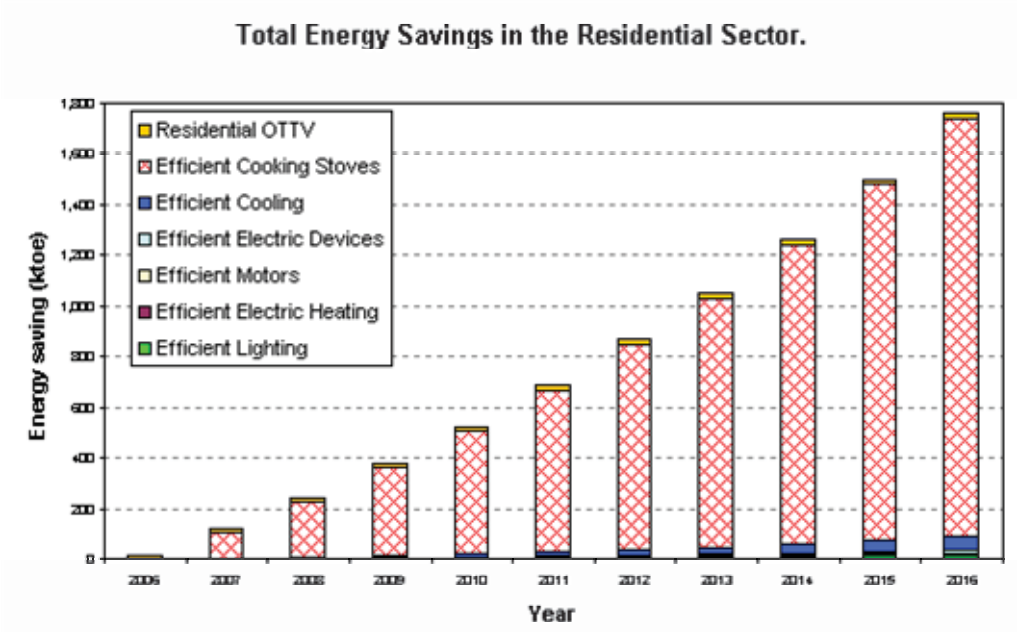
รูปที่ 6.2-7 ผลการคาดการณ์การใช้พลังงานในภาคเศรษฐกิจหลักในกรณี BAU

ตารางที่ 6.2-2 ผลการคาดการณ์สัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ

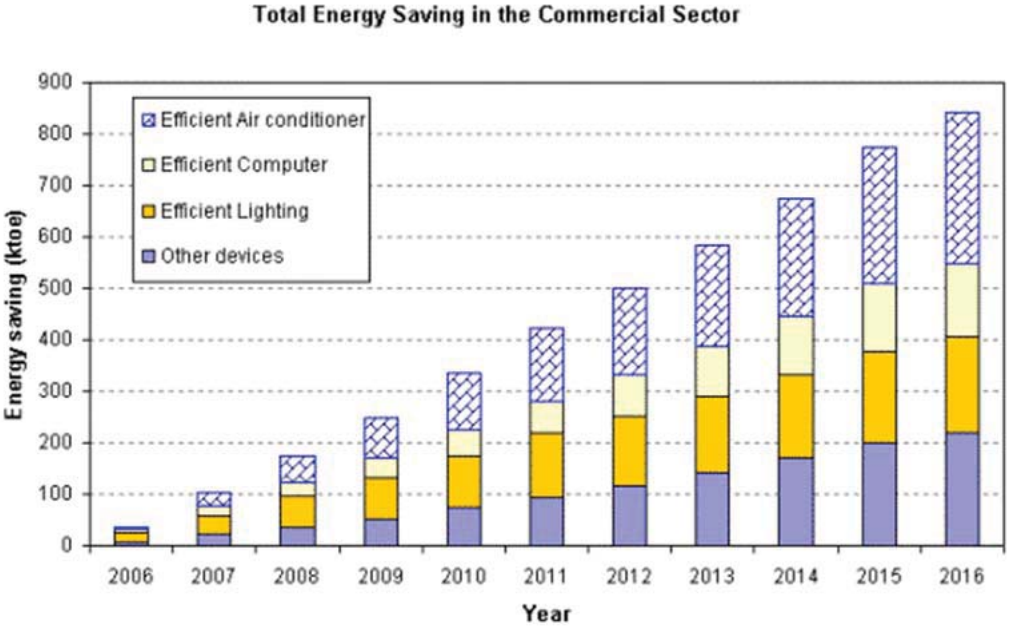
สาขาเศรษฐกิจ	2548 (ktoe)	สัดส่วน (%)	2554 (ktoe)	สัดส่วน (%)	2559 (ktoe)	สัดส่วน (%)
บ้านอยู่อาศัย	8,953	14.3	12,705	14.8	16,583	14.8
อาคาร	3,862	6.2	5,578	6.5	7,281	6.5
อุตสาหกรรม	22,962	36.8	30,746	35.8	40,117	35.8
ขนส่ง	23,490	37.6	32,117	37.5	41,919	37.5
อื่น ๆ	3,207	5.1	4,589	5.4	6,187	5.5
รวม	**62,474**	**100.0**	**85,736**	**100.0**	**112,087**	**100.0**

6.2.4.2 ผลการคาดการณ์การใช้พลังงานในกรณีประหยัดพลังงานอย่างเต็มศักยภาพ (EE Scenario)

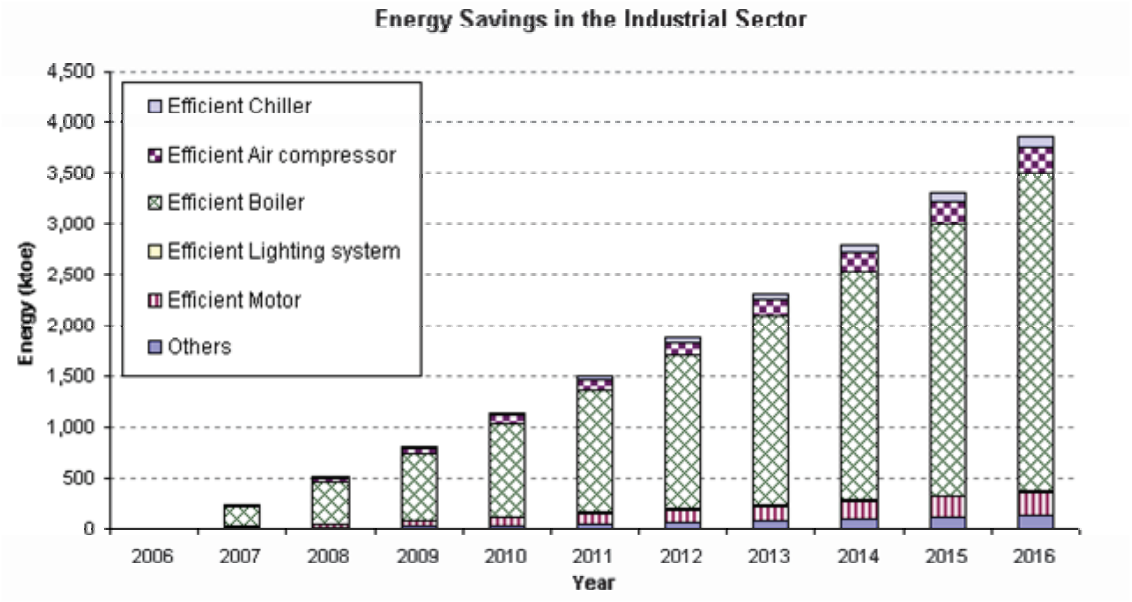
ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 การประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานโดยใช้ End-use approach ทำให้ทราบถึงศักยภาพการประหยัดพลังงานของแต่ละสาขาเศรษฐกิจว่าประกอบด้วยผลของทางเลือกการประหยัดพลังงานใดบ้าง และในสัดส่วนเท่าใด ดังแสดงในรูปที่ 6.2-8 ถึง 6.2-11 จะเห็นได้ว่าการประหยัดพลังงานในเตาหุงต้ม, ระบบปรับอากาศ, หม้อไอน้ำ และ TDM มีสัดส่วนสูงสุดในภาคบ้านอยู่อาศัย ภาคอาคาร ภาคอุตสาหกรรม และภาคขนส่ง ตามลำดับ



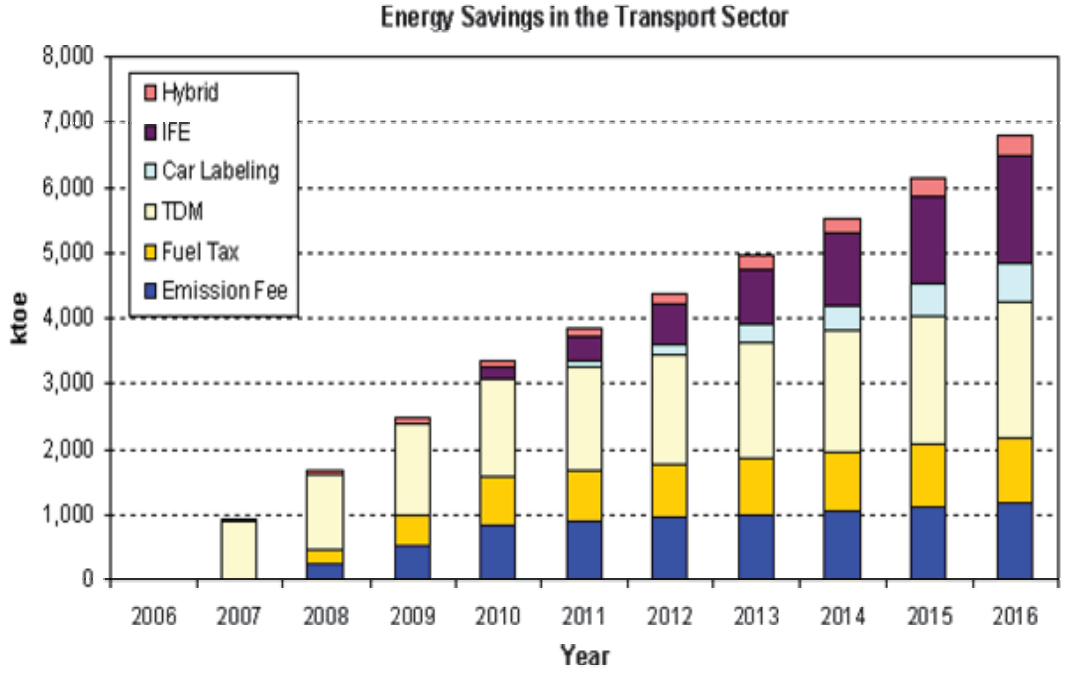
รูปที่ 6.2-8 ศักยภาพการประหยัดพลังงานภาคที่พักอาศัย



รูปที่ 6.2-9 ศักยภาพการประหยัดพลังงานภาคอาคารพาณิชย์



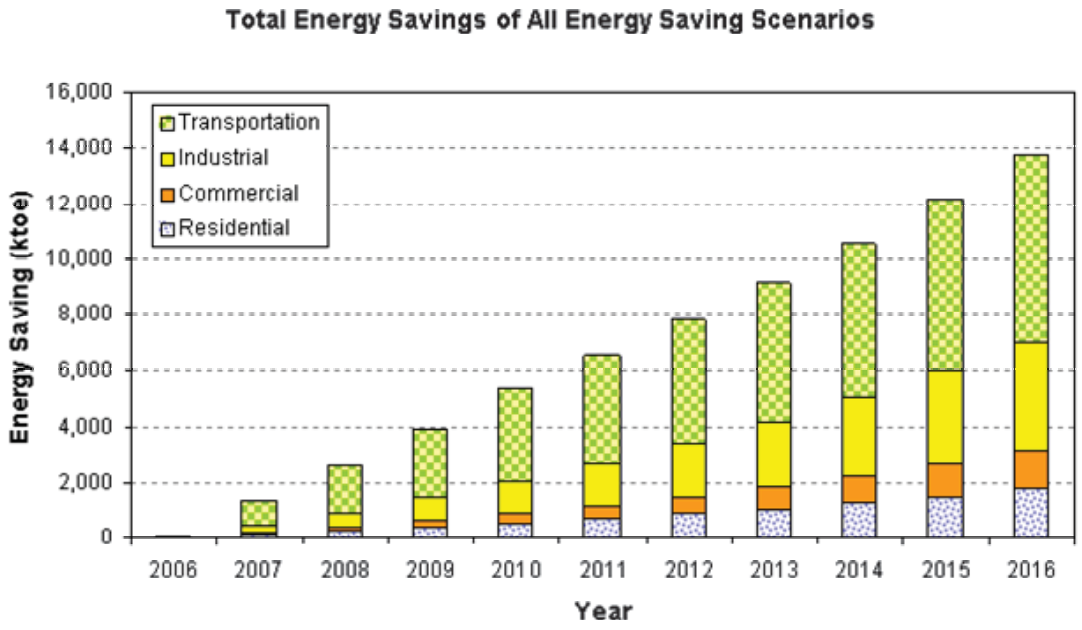
รูปที่ 6.2-10 ศักยภาพการประหยัดพลังงานภาคอุตสาหกรรม



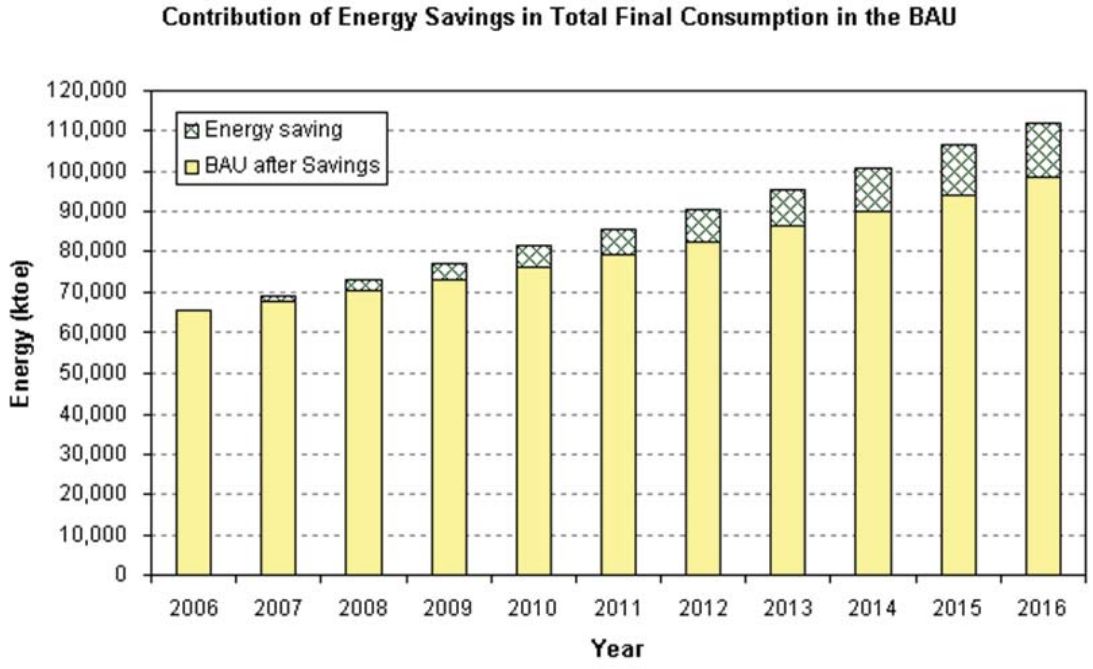
รูปที่ 6.2-11 ศักยภาพการประหยัดพลังงานภาคขนส่ง

เมื่อรวมศักยภาพการประหยัดพลังงานของแต่ละสาขาเศรษฐกิจเข้าด้วยกัน จะทำให้เห็นสัดส่วนของศักยภาพการประหยัดพลังงานของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ ดังรูปที่ 6.2-12 และเมื่อ

นำผลดังกล่าวมาหักลบจากความต้องการพลังงานในกรณี BAU ก็จะทำให้เห็นถึงผลกระทบที่มีต่อความต้องการพลังงานในภาพรวมของประเทศ ดังรูปที่ 6.2-13 และตารางที่ 6.2-3



รูปที่ 6.2-12 ภาพรวมการประหยัดพลังงานในภาคเศรษฐกิจหลัก



รูปที่ 6.2-13 ผลกระทบของการประหยัดพลังงานต่อความต้องการพลังงานในอนาคต

ตารางที่ 6.2-3 ผลการเปรียบเทียบความต้องการพลังงานกรณี EE กับ BAU

สาขาเศรษฐกิจ	ปี 2554			ปี 2559		
	ความต้องการพลังงาน		การประหยัดพลังงาน (ktoe)	ความต้องการพลังงาน		การประหยัดพลังงาน (ktoe)
	BAU	EE		BAU	EE	
บ้านอยู่อาศัย	12,702	11,875	827(5.4%)	16,579	14,370	2,209 (13.3%)
อาคาร	5,578	5,021	557(10.0%)	7,281	5,850	1,431 (19.6%)
อุตสาหกรรม	30,746	29,241	1,505(4.9%)	40,117	36,237	3,880 (9.7%)
ขนส่ง	32,117	28,259	3,858(12.1%)	41,919	35,121	6,798 (16.2%)
อื่น ๆ	4,589	4,589	-	6,187	6,187	-
รวม	**85,732**	**78,985**	**6,747(7.9%)**	**112,083**	**97,765**	**14,318 (12.8%)**

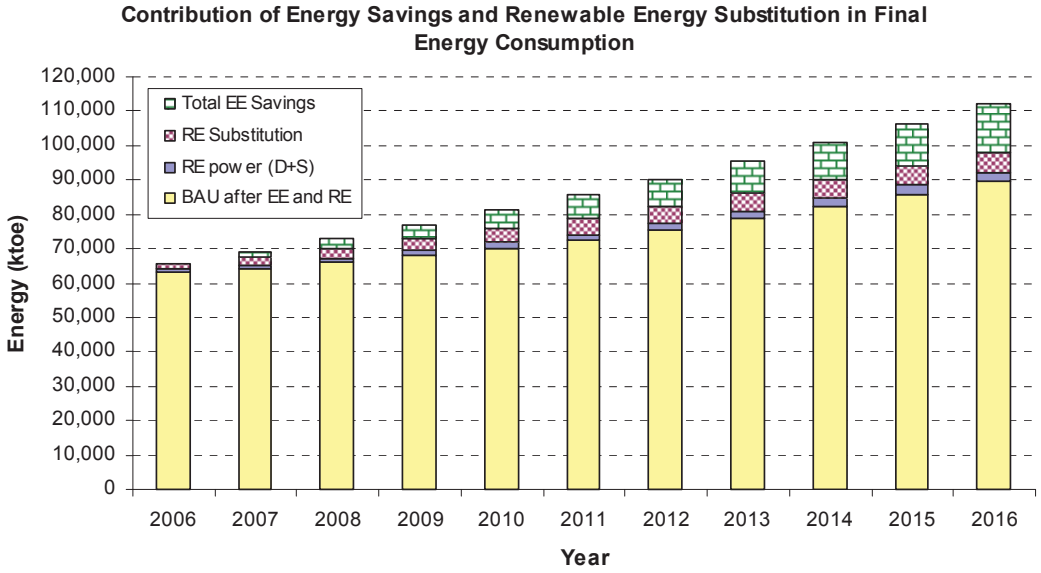
จากรูปที่ 6.2-13 จะเห็นได้ว่า ในกรณีประหยัดพลังงานจะทำให้ความต้องการพลังงานในภาพรวมเพิ่มขึ้นในอัตราที่น้อยลงอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ อัตราการเพิ่มขึ้นของความต้องการพลังงานใน 10 ปี ข้างหน้าจะเป็น 4.1% ต่อปีโดยเฉลี่ยเมื่อเทียบกับ 5.5% ในกรณี BAU ทั้งนี้ปริมาณความต้องการพลังงานในปี 2554 จะเป็นเพียง 1.25 เท่าของปี 2548 เมื่อเทียบกับ 1.37 เท่าในกรณี BAU หรือคิดเป็น 92.1 % ของกรณี BAU และความต้องการในปี 2559 จะเป็นเพียง 1.55 เท่าของปี 2548 เมื่อเทียบกับ 1.79 เท่าในกรณี BAU หรือคิดเป็นประมาณ 87% ของกรณี BAU ทั้งนี้ ศักยภาพดังกล่าวยังไม่รวมโอกาสการประหยัดพลังงานที่มีนัยสำคัญดังนี้

- ภาคขนส่ง: ผลกระทบของการก่อสร้างรถไฟฟ้าใต้ดินและการปรับโครงสร้างการขนส่งไปใช้ระบบรางมากขึ้น
- ภาคอุตสาหกรรม: การปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในอุตสาหกรรมเฉพาะสาขา (Industry – specific production process) นอกเหนือจากการใช้อุปกรณ์/เครื่องจักรมาตรฐานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น มอเตอร์ และหม้อไอน้ำ

6.2.4.3 ความต้องการใช้พลังงานในกรณีที่มีการใช้พลังงานหมุนเวียนและประหยัดพลังงานอย่างเต็มศักยภาพ (RE/EE Scenario)

การใช้พลังงานหมุนเวียนประกอบด้วย 2 ส่วนคือ (1) การใช้เชื้อเพลิงชีวภาพเพื่อเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในภาคขนส่งและการผลิตความร้อน (Fuel substitution) และ (2) การใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตไฟฟ้า ซึ่งศักยภาพของทั้งสองส่วน ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 กล่าวคือ ในปี 2554 และ 2559 พลังงานหมุนเวียนจะมีศักยภาพคิดเป็นประมาณ 8.1 และ 8.1% ของปริมาณ

ความต้องการพลังงานทั้งหมดตามลำดับ เมื่อรวมกับศักยภาพการประหยัดพลังงานแล้ว ความต้องการพลังงานรูปแบบปกติ (Conventional) ในปี 2554 และ 2559 จะลดลง 13,717 ktoe และ 23,378 ktoe ตามลำดับ หรือลดลง 16% และ 21% ของกรณี BAU ตามลำดับ ทั้งนี้แนวโน้มความต้องการพลังงานเป็นไปตามรูปที่ 6.2-14 และเป็นที่น่าสังเกตว่าในปี 2559 การประหยัดพลังงานจะมีส่วนลดความต้องการพลังงานรูปแบบปกติมากกว่าการใช้พลังงานหมุนเวียน (ประมาณ 13% เทียบกับ 8% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด ตามลำดับ)



รูปที่ 6.2-14 ผลของการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียนต่อความต้องการพลังงานรูปแบบปกติ (Conventional)

6.2.5 การคาดการณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้า

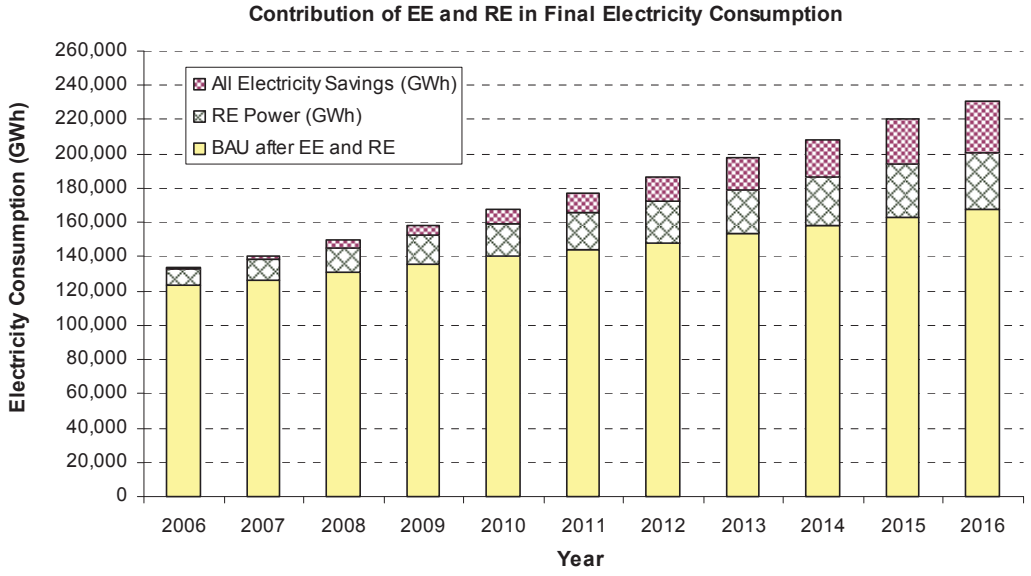
เช่นเดียวกับการคาดการณ์ความต้องการพลังงาน การคาดการณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Electricity demand) แบ่งออกเป็น 3 Scenarios ได้แก่

- กรณีปกติ (BAU)
- กรณีประหยัดพลังงานอย่างเต็มศักยภาพ (EE Scenario)
- กรณีใช้พลังงานหมุนเวียนผลิตไฟฟ้าอย่างเต็มศักยภาพและประหยัดพลังงาน (RE/EE Scenario)

6.2.5.1 ผลการคาดการณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้ากรณี BAU

ผลการคาดการณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมในกรณี BAU แสดงรูปที่ 6.2-15 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ใน 10 ปีข้างหน้าความต้องการพลังงานไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยปีละ 6.1%

โดยปริมาณความต้องการไฟฟ้าในปี 2554 และ 2559 จะเพิ่มเป็นประมาณ 177,453 และ 231,210 GWh หรือคิดเป็นประมาณ 1.5 และ 1.9 เท่าของการใช้ไฟฟ้าในปีฐาน ตามลำดับ (ปี 2548 ใช้ 121,229 GWh) ดูตารางที่ 6.2-4)



รูปที่ 6.2-15 แนวโน้มความต้องการพลังงานไฟฟ้าในกรณีต่างๆ

ตารางที่ 6.2-4 การคาดการณ์ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในกรณีต่างๆ (หน่วย GWh)

Scenario	2548	2554	2559	อัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปี (%)
1.BAU (ความต้องการรวม)	121,229	177,453	232,210	6.1
2.EE	121,229	165,309	200,590	4.6
3.RE/EE*	121,229	138,913	160,122	2.6

*เป็นความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากรูปแบบปกติ(Conventional)

6.2.5.2 ผลกระทบของการประหยัดพลังงานต่อความต้องการพลังงานไฟฟ้า (EE Scenario)

ในกรณีที่มีการดำเนินมาตรการประหยัดพลังงาน (EE) ตามศักยภาพที่ประเมินจะทำให้ความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำลง กล่าวคือเฉลี่ยปีละ 4.6% โดยความต้องการไฟฟ้าในปี 2554 และ 2559 จะลดลงจากกรณี BAU ประมาณ 12,144 และ 31,620 GWh คิดเป็น 6.8% และ 13.7% ตามลำดับ (ตารางที่ 6.2-4 และรูปที่ 6.2-15)

6.2.5.3 ผลกระทบของการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียนต่อความต้องการพลังงานไฟฟ้า (RE/EE Scenario)

ในกรณีที่มีการใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตไฟฟ้าตามศักยภาพที่ประเมิน (EE/RE Scenario) จะทำให้ความต้องการไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานรูปแบบปกติ (Conventional) ลดลงประมาณ 26,396 GWh เมื่อเทียบกับกรณี BAU ในปี 2554 และจะลดลง 17.0% หรือ 39,468 GWh ในปี 2559 เมื่อผนวกกับการประหยัดพลังงานตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 6.2.5.2 แล้ว จะทำให้ความต้องการไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานรูปแบบปกติในอีก 10 ปีข้างหน้าเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยปีละ 2.6% กล่าวเฉพาะในปี 2554 และ 2559 ความต้องการพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานรูปปกติจะลดลงประมาณ 38,540 GWh หรือ 21.7% จากกรณี BAU และประมาณ 71,088 GWh หรือประมาณ 30.6% จากกรณี BAU ตามลำดับ ซึ่งเป็นการลดลงที่มีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6.2-4 และรูปที่ 6.2-15)

6.3 ผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์

การส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยมาตรการเชิงนโยบายต่างๆ ย่อมส่งผลกระทบต่อภาคเศรษฐกิจของประเทศทั้งโดยตรงและโดยอ้อม และทั้งเชิงบวกและเชิงลบ ดังนั้น ในการพิจารณาใช้มาตรการส่งเสริมและสนับสนุนใดๆ อันมีลักษณะเป็นนโยบายสาธารณะดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบของมาตรการนั้นๆ ที่มีต่อภาคเศรษฐกิจ และอื่นๆ เช่น สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างชัดเจน แต่การประเมินผลกระทบดังกล่าวนั้นมีความซับซ้อนมาก เนื่องจากผลกระทบซึ่งกันและกันอันเป็นลูกโซ่ระหว่างสาขาเศรษฐกิจย่อยที่เรียกว่า “Intermediate sector” ซึ่งมีเป็นจำนวนมาก ดังนั้น จึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองพลังงานขึ้นเป็นการเฉพาะเพื่อประเมินผลกระทบดังกล่าว เรียกว่า “Energy Input – Output Model” หรือ “Energy IO”

ในโครงการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลอง Energy IO ขึ้นจากข้อมูลทางเศรษฐกิจของภาคการผลิตขนาด 180 sectors ของปีพ.ศ. 2543 ซึ่งได้ จัดกลุ่มใหม่ให้เหลือ 50 sectors เพื่อให้เห็นผลกระทบของมาตรการเชิงนโยบายด้านพลังงานอย่างมีนัยสำคัญ แต่ด้วยข้อจำกัดด้านเวลา (เนื่องจากต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการพัฒนาและพิสูจน์ความถูกต้องของแบบจำลอง) ในการศึกษานี้จึงได้ใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น ประเมินผลกระทบต่อเศรษฐศาสตร์มหภาคของมาตรการเชิงนโยบายเพียง 3 มาตรการที่มีประเด็นที่ถกเถียงด้านประโยชน์เชิงสาธารณะที่เกี่ยวข้องอยู่ค่อนข้างมาก ได้แก่ มาตรการส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ การใช้ก๊าซธรรมชาติในรถยนต์ (NGV) และการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้า (PV)

6.3.1 วัตถุประสงค์ ขอบเขต และระเบียบวิธีวิจัย

6.3.1.1 วัตถุประสงค์

1) เพื่อพัฒนาแบบจำลอง Energy IO ของประเทศไทย สำหรับการประเมินผลกระทบในระดับประเทศ (Nation - wide impact) อันเนื่องมาจากนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
2) เพื่อใช้แบบจำลอง Energy IO ที่พัฒนาขึ้น ประเมินในเบื้องต้นถึงผลกระทบของนโยบายการส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ การใช้แก๊สธรรมชาติในรถยนต์ (NGV) และการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) ที่มีต่อภาคเศรษฐกิจในระดับประเทศ

6.3.1.2 ขอบเขต

1) ใช้ข้อมูล Input – Output table ด้านเศรษฐกิจสำหรับประเทศไทยล่าสุดที่สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ได้รวบรวมไว้จำนวน 180 sectors
2) ออกแบบ Energy I-O สำหรับประเทศไทย โดยจัดกลุ่มภาคเศรษฐกิจตามจำนวนที่เหมาะสม และดัดแปลงแบบจำลองให้สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาพลังงานฯ และ GDP ของประเทศ
3) วิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากมาตรการส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานแบบต่างๆ ที่มีต่อ
    - ความต้องการพลังงานและการจัดหาพลังงาน (Energy demand and supply)
    - ภาคเศรษฐกิจหลัก เช่น ภาคการผลิต การจ้างงาน และการค้า/การนำเข้า
    - การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO_2) ทั่วทั้งเศรษฐกิจ (Economy – wide effect) ตามข้อตกลง United Nations Framework on Climate Change Convention (UNFCCC)

6.3.1.3 ระเบียบวิธีวิจัย

1) จัดเตรียมแบบจำลอง Energy I-O ที่เหมาะสมสำหรับประเมินผลกระทบที่น่าจะเกิดขึ้นจากการดำเนินมาตรการเชิงนโยบายต่างๆ ได้แก่
    - ผลกระทบต่อเศรษฐกิจมหภาค อันเนื่องมาจากการลด/เพิ่มการบริโภคขั้นสุดท้าย (Final demand effect)

- ผลกระทบต่อเศรษฐกิจมหภาคอันเนื่องมาจากความต้องการปัจจัยการผลิตในภาคการผลิตเพิ่มขึ้น / ลดลง (Change in intermediate consumption / structural effect)
- ผลกระทบต่อเศรษฐกิจมหภาคอันเนื่องมาจากประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นหรือการสับเปลี่ยนชนิดพลังงาน (Fuel mix effect)
- ผลกระทบต่อเศรษฐกิจมหภาคอันเนื่องมาจากการนำเข้าสินค้า/บริการที่เป็นปัจจัยการผลิตขั้นกลาง (Intermediate inputs) เพื่อใช้ในการผลิตสินค้า/บริการในประเทศ (Import effect)
- ผลกระทบต่อการจ้างงานในประเทศ ทั้งจากภาคการผลิต (Intermediate sectors) และภาคครัวเรือน (Household sectors)

โดยที่ผลกระทบต่อเศรษฐกิจมหภาคดังกล่าวประกอบด้วย

- ผลกระทบด้านปริมาณรวมของการใช้พลังงานของประเทศ และของภาคเศรษฐกิจ
- ผลกระทบด้านรายได้ทั้งหมด (GDP) รายได้ของผู้ผลิตและของครัวเรือน
- ผลกระทบด้านปริมาณการปลดปล่อย CO_2 ของทั้งประเทศ

2) จัดรวมภาคเศรษฐกิจของ Input – Output Table ใหม่ โดยลดทอนให้เหลือจำนวน Sector น้อยที่สุด ที่สามารถสะท้อนระดับความสำคัญของมาตรการเชิงนโยบายต่างๆ ที่กำหนดไว้ในการศึกษาครั้งนี้

6.3.2 ผลการวิเคราะห์ I-O

รายละเอียดแบบจำลองต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นเป็นองค์ประกอบของ Energy IO ในการศึกษานี้ ได้แสดงไว้ในรายงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภาคผนวก และ Sector เศรษฐกิจที่มีความสำคัญที่ได้รับการจัดกลุ่มใหม่สำหรับการวิเคราะห์ มีจำนวน 50 Sectors ดังตารางที่ 6.3 – 1

ตารางที่ 6.3-1 การจัดกลุ่มภาคการผลิต (Sector) ใหม่เพื่อประเมินผลกระทบของมาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน

Sector ใหม่	180 Sector	นิยาม
1	001-003	การทำนา ไร่ข้าวโพด ข้าวฟ่างและธัญพืช
2	004-005	การทำไร่มันสำปะหลัง และพืชไร่อื่น ๆ
3	009	การทำไร่อ้อย
4	011	การทำสวนปาล์ม
5	006-008,010,012-017,023-025,027-029	การทำการเกษตร
6	018-022	การปศุสัตว์
7	026	การเผาถ่านและการทำฟืน
8	030	การทำเหมืองถ่านหิน
9	031	การผลิตน้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติ
10	032-038,040-041	การทำเหมืองแร่
11	039	การทำเหมืองหินปูน
12	042-048, 048,051-054,056-061,063-066	อุตสาหกรรมอาหาร
13	049	โรงสีข้าว
14	050	การผลิตผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง
15	055	การผลิตน้ำตาล
16	062	การต้ม การกลั่น และการผสมสุรา
17	067-077	สิ่งทอ หนัง พรม และเครื่องนุ่งห่ม
18	078-080	ไม้และเครื่องเรือน
19	081-083	กระดาษและ การพิมพ์
20	084	การผลิตเคมีภัณฑ์อุตสาหกรรมขั้นมูลฐาน
21	085	การผลิตปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืช
22	086-091,094-098	การผลิตผลิตภัณ ฑ์เคมี ยางสังเคราะห์ ยา เครื่องสำอาง พลาสติก และปิโตรเคมี
23	092	ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ จากน้ำมันปิโตรเลียม
24	093	โรงกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม
25	099-104	ซีเมนต์ คอนกรีต อโลหะ
26	105-107	อุตสาหกรรมเหล็ก เหล็กกล้า และ โลหะที่มิใช่เหล็ก
27	108-124,126,128	การผลิตผลิตภัณฑ์โลหะ
28	125	การผลิตยานยนต์

Sector ใหม่	180 Sector	นิยาม
29	127	การซ่อมแซมยานพาหนะทุกชนิด
30	135	การไฟฟ้า
31	136	การผลิตก๊าซธรรมชาติ
32	138	การก่อสร้างที่อยู่อาศัย
33	139,144	การก่อสร้างอาคารที่ไม่ใช่อยู่อาศัยและการก่อสร้างอื่นๆ
34	140	การก่อสร้างงานสาธารณะทางด้านเกษตรและป่าไม้
35	141	การก่อสร้างงานบริการสาธารณะที่ไม่เกี่ยวกับงานเกษตร
36	142-143	การก่อสร้างโรงงานผลิตพลังไฟฟ้า สาธารณูปโภค อาคารและระบบสื่อสาร
37	145-146	การค้าส่ง และ การค้าปลีก
38	147-148	ภัตตาคารและโรงแรม
39	149	การขนส่งทางรถไฟ
40	150	การขนส่งทางบก
41	151	การขนส่งสินค้าทางบก
42	152	การให้บริการเสริมการขนส่งทางบก
43	153-154	การขนส่งทางทะเล ชายฝั่งและการขนส่งทางน้ำภายในประเทศ
44	155	บริการเสริมการขนส่งทางน้ำ
45	156	การขนส่งทางอากาศ
46	159,165,168,171,175	บริการราชการ
47	157-158,160-164,166, 170,172-174,176-178	การบริการต่าง ๆ
48	167	บริการการศึกษา
49	169	บริการทางการแพทย์และบริการทางอนามัยอื่น ๆ
50	129-134,137,180	การผลิตอื่น ๆ
	190	ผลรวมของมูลค่าปัจจัยการผลิตขั้นกลางทั้งหมด (001 ถึง 180)
	201	เงินเดือน ค่าจ้าง ค่าตอบแทน
	202	ผลตอบแทนการผลิต
	203	ค่าเสื่อมราคา
	204	ภาษีทางอ้อมสุทธิ
	209	มูลค่าเพิ่มรวม (201 ถึง 204)
	210	ผลผลิตรวมในประเทศ (190 + 209)
	301	รายจ่ายเพื่อการอุปโภคบริโภคของเอกชน

Sector ใหม่	180 Sector	นิยาม
	302	รายจ่ายเพื่อการอุปโภคบริโภคของรัฐบาล
	303	การสะสมทุน
	304	ส่วนเปลี่ยนของสินค้าคงเหลือ
	305	การส่งออก
	306	การส่งออกพิเศษ
	309	อุปสงค์ขั้นสุดท้ายรวม (301 ถึง 306)
	310	อุปสงค์รวม (190 และ 309)
	401	สินค้านำเข้า
	402	ภาษีศุลกากร
	403	ภาษีการค้านำเข้า
	404	การนำเข้าพิเศษ
	409	การนำเข้ารวม (401 ถึง 404)
	501	ส่วนเหลื่อมการค้าส่ง
	502	ส่วนเหลื่อมการค้าปลีก
	503	ค่าขนส่ง เป็นค่าขนส่งรวมของค่าขนส่งจากโรงงานจนถึงผู้บริโภค
	509	ผลรวมของส่วนเหลื่อมการค้าและค่าขนส่ง (501 ถึง 503)
	600	ผลผลิตรวมในประเทศ(190 + 309 - 409 – 509)
700	700	อุปทานรวม(600 + 409 + 509)

6.3.2.1 กรณีศึกษา : มาตรการส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์

แก๊สโซฮอล์ คือน้ำมันเบนซินที่มีส่วนผสมของเอทานอล ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงเหลวที่อาจผลิตได้จากแหล่งชีวมวล 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มของน้ำตาล ได้แก่ น้ำอ้อย และกากน้ำตาล 2) กลุ่มของแป้ง ได้แก่ มันสำปะหลัง ข้าวโพด และข้าว 3) กลุ่มเซลลูโลส ได้แก่ ฟางข้าว กากอ้อย และซังข้าวโพด เป็นต้น แต่วัตถุดิบที่มีศักยภาพสูงในประเทศไทยในปัจจุบัน คือ กากน้ำตาล และมันสำปะหลัง

โดยที่รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่งในรูปของแก๊สโซฮอล์ E10 (10% เอทานอล ผสมกับ 90% นำมันแก๊สโซลีนในเชิงปริมาตร) เพื่อทดแทนน้ำมันเบนซิน 95 และเบนซิน 91 ดังเป้าหมายในตารางที่ 6.3-2 ในการศึกษานี้จึงเลือกประเมินผลกระทบของการดำเนินนโยบายดังกล่าว โดยพิจารณากรณีที่ใช้วัตถุดิบประเภทกากน้ำตาล และมันสำปะหลัง (หัวมันสด)

ตารางที่ 6.3-2 เป้าหมายการใช้เอทานอลสำหรับแก๊สโซฮอล์ E10 (หน่วย : ล้านลิตร/วัน)

ปี	2549	2550	2551	2552	2553	2554
เอทานอล	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0

ในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อเศรษฐกิจมหภาคนั้น จำเป็นต้องมีข้อมูลด้านปริมาณความต้องการใช้เชื้อเพลิงที่เกี่ยวข้องในอนาคต จึงได้ทำการคาดคะเนปริมาณความต้องการใช้น้ำมันเบนซิน และแก๊สโซฮอล์ ในช่วงปี 2549 – 2554 ใน 2 กรณี ได้แก่

- **<u>กรณีปกติ (BAU)</u>** โดยให้อัตราเฉลี่ยของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (GDP) 5% ต่อปี และเป้าหมายความยืดหยุ่นของความต้องการเชื้อเพลิงในการขนส่ง (Elasticity of demand) 1.26 % (ลดลงจาก 1.48% ในปี 2548) (ดูตารางที่ 6.3-3)
- **<u>กรณีแก๊สโซฮอล์ E10</u>** ปริมาณการใช้เอทานอลให้เป็นไปตามเป้าหมายในตารางที่ 6.3-2

ตารางที่ 6.3-3 ค่าความยืดหยุ่นของความต้องการใช้น้ำมันในภาคขนส่ง ในช่วงปี 2549 – 2554

ปี	2549	2550	2551	2552	2553	2554
ค่าความยืดหยุ่น	1.40	1.37	1.34	1.32	1.29	1.26

ทั้งนี้ สมมุติฐานอื่นๆ ที่สำคัญมีดังนี้

- ราคาน้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้นตามอัตราการเติบโตของ GDP จากปี 2548 และราคาเบนซิน 91 ถูกกว่าเบนซิน จำนวน 1 บาท
- ราคาแก๊ซโซฮอล์ 91 ต่ำกว่าเบนซิน 91 จำนวน 1 บาท
- ราคาแก๊ซโซฮอล์ 95 ต่ำกว่าเบนซิน 95 จำนวน 1 บาท
- ราคาเอทานอล และน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามอัตราการเติบโตของ GDP จากปี 2548

นอกจากนี้ ยังมีสมมุติฐานปลีกย่อยอื่นๆ ดังแสดงในรายงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภาคผนวก ผลการวิเคราะห์ สรุปได้ดังตารางที่ 6.3-4

6.3.2.2 กรณีศึกษามาตรการส่งเสริมการใช้ก๊าซธรรมชาติในรถยนต์ (NGV)

ก๊าซธรรมชาติเป็นแหล่งพลังงานที่ผลิตได้ภายในประเทศ การส่งเสริมการใช้ก๊าซธรรมชาติในรถยนต์จึงมีผลต่อการลดความต้องการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง ทั้งเบนซินและดีเซลได้โดยตรง รัฐบาลจึงได้มีนโยบายส่งเสริมการใช้ก๊าซธรรมชาติ ทั้งในรูปของก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) และก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) สำหรับยานยนต์ โดย ปตท. ได้กำหนดเป้าหมายที่จะเพิ่มจำนวนรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ หรือ NGV จากประมาณ 10,000 คันในปี 2548 เป็น 500,000 คัน

ภายในปี 2553 (ซึ่งได้มีการคาดคะเนเพิ่มเติมจนถึงปี 2559 โดยโครงการวิจัยนี้) ดังรายละเอียดในตารางที่ 6.3-5 รวมทั้งได้กำหนดเป้าหมายการขยายจำนวนสถานีบริการเป็น 740 สถานีในปี 2554 (เป็นเป้าหมายก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงรัฐบาล)

ตารางที่ 6.3-4 ผลกระทบของการดำเนินมาตรการส่งเสริมการใช้แก๊ซโซฮอล์ จากการวิเคราะห์ Energy IO

ประเภทผลกระทบ	ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเมื่อเทียบกับกรณี BAU ในช่วงปี 2549 - 2554
1. ความต้องการใช้เชื้อเพลิงที่เกี่ยวข้องโดยตรง	ลดการใช้ MTBE ได้ทันที จนไม่มีความต้องการในปี 2550 ความต้องการเอทานอลเพิ่มขึ้นเป็น 1,092 ล้านลิตร ในปี 2554
2. ผลกระทบทางตรงต่อปริมาณความต้องการทรัพยากรต่างๆ	ความต้องการอ้อยเพื่อผลิตเอทานอลจะเต็มศักยภาพที่มีอยู่ในปี 2552 (66 ล้านตันอ้อย) และจำเป็นต้องใช้มันสำปะหลัง 1.78 ล้านตัน ในปี 2552 และ 3.93 ล้านตันในปี 2554 และใช้กากน้ำตาล 3.3 ล้านตัน ปริมาณการใช้ปุ๋ย (นำเข้า) ลดลง 1,210 ล้านลิตร/ปี ในปี 2554 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 206 ล้านหน่วย ในปี 2554
3. ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงฟอสซิลในภาพรวมของประเทศ	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลจะลดลง 581 ktoe ในปี 2554
4. ผลกระทบโดยรวมต่อเศรษฐกิจทั้งประเทศ	มูลค่าผลิตภัณฑ์ของเศรษฐกิจทั้งประเทศจะมากขึ้น 15,868 ล้านบาท ในปี 2554 มูลค่าผลิตภัณฑ์โดยรวมในภาคการผลิต (Intermediate sector) จะเพิ่มขึ้น 16,226 ล้านบาท ในปี 2554 (เนื่องจากปริมาณความต้องการปัจจัยการผลิตเปลี่ยนแปลง) มูลค่าผลิตภัณฑ์ในการบริโภคขั้นสุดท้ายลดลง 358 ล้านบาท ในปี 2554 การนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศลดลง 11,460 ล้านบาท ในปี 2554 สร้างรายได้ให้แก่ผู้ปลูกมันสำปะหลัง 5,918 ล้านบาท ในปี 2554
5. การลดการปลดปล่อยก๊าซ CO_2	ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 โดยรวมทั้งประเทศจะลดลง 3.34 ล้านตันในปี 2554

ตารางที่ 6.3-5 เป้าหมายการเพิ่มจำนวนรถยนต์ NGV ของ ปตท.

(หน่วย : พันคัน)

ประเภทรถ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554*
รถยนต์เบนซิน							
- Taxi/รถเก๋ง/ราชการ	9	33.5	79	139	179	219	257
รถยนต์ดีเซล							
- รถจัดเก็บขยะ	-	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.78
- รถโดยสาร ขสมก.	0.15	1.15	2.15	3.15	4.15	4.5	4.60
- รถโดยสาร บขส.	0.02	0.52	0.62	0.72	1.12	1.62	2.20
- รถตู้/ร่วม ขสมก./ราชการ	0.4	4.5	5	5.5	6	6.5	7.0
- รถกระบะ/ราชการ	0.4	13	58.5	120	165	219	281.6
- รถหัวลาก/บรรทุก	0.05	20.05	25	31.1	39.1	48.1	58.0
รวมรถยนต์ดีเซล	1	39.5	92	161	217	281	
จำนวนรถยนต์ (สะสม)	**10**	**73**	**171**	**300**	**396**	**500**	**610**

ที่มา: บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

* คาดคะเนโดยโครงการวิจัยนี้

ในการวิเคราะห์ Energy IO ได้รวมภาคการผลิตจาก 180 Sectors เหลือเพียง 52 Sectors ประกอบด้วย 50 Sectors เดิมที่มีความสำคัญต่อการประเมินในการศึกษาวิจัยนี้กับภาคเศรษฐกิจที่จัดเพิ่มใหม่คือ ผู้ผลิตและจำหน่ายวัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับ NGV และเศรษฐกิจภาคครัวเรือน (การจ้างงาน) รายละเอียดการจัดกลุ่มภาคเศรษฐกิจดังกล่าวปรากฏในรายงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภาคผนวกในรายงานนี้ นอกจากนี้ยังได้คาดการณ์ความต้องการใช้น้ำมันเบนซิน ดีเซล LPG และ NGV ในอนาคต ในภาคการขนส่งทางถนนโดยพิจารณา 2 กรณี ได้แก่

- **<u>กรณีปกติ (BAU)</u>** หมายถึงกรณีที่ไม่มีการส่งเสริมการใช้ NGV
- **<u>กรณี NGV</u>** หมายถึง กรณีที่มีการส่งเสริมการใช้ NGV ตามแผนงานของ ปตท. และการคาดการณ์ของโครงการวิจัยนี้

ในการดำเนินมาตรการส่งเสริมการใช้ NGV ประเด็นที่เป็นเหตุปัจจัยให้เกิดผลกระทบต่อภาพรวมทางเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่

- การปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ (Engine substitution)
- การปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel substitution)
- การลงทุนทางด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure investment)

โดยลักษณะของผลกระทบของแต่ละเหตุปัจจัยสรุปพอสังเขปได้ดังนี้

(1) การทดแทนเครื่องยนต์

การปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์มาใช้เชื้อเพลิง CNG จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างปัจจัยการผลิต / ผลผลิต (Structural effect) ของการขนส่งทางบก การขนส่งสินค้าทางบก และภาคครัวเรือน ซึ่งเป็นผู้บริโภค/ผู้ผลิตในระบบเศรษฐกิจของประเทศ และส่งผลเป็นลูกโซ่ต่อไปยังภาคเศรษฐกิจอื่นๆ ด้วย ส่วนผลจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการผลผลิตของผู้บริโภคขั้นสุดท้าย (Final demand effect) จะส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อภาคเศรษฐกิจอื่นๆ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดความต้องการปัจจัยการผลิตจากภาคเศรษฐกิจอื่นๆ ต่อเนื่องไป ทั้งนี้ ลักษณะสำคัญของผลกระทบทางตรงที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อดัดแปลงรถยนต์ให้ใช้ CNG ได้ ซึ่งภายหลังจากที่ผู้บริโภคได้ปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ไปแล้ว จะต้องมีค่าใช้จ่ายให้แก่อู่ซ่อมรถยนต์ทุกๆ ปี และอู่ซ่อมรถยนต์นำไปจ่ายเป็นค่าแรงงาน อันเป็นส่วนเพิ่มของมูลค่ารายได้ของกิจการด้านวัสดุ/อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ส่วนผลกระทบโดยตรงที่มีต่อผู้ประกอบกิจการด้านรถยนต์ NGV คือ ผลกระทบทางเศรษฐกิจที่เกิดแก่ธุรกิจที่เกี่ยวข้อง (การผลิตเครื่องยนต์ การประกอบรถยนต์ และอู่ซ่อมรถ) ตามมูลค่าการลงทุนที่จะเกิดขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบในการกระตุ้นเศรษฐกิจด้านการบำรุงรักษารถยนต์อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งผลกระทบทางอ้อมจากความต้องการด้านแรงงานในการประกอบและติดตั้งระบบ ฯลฯ

(2) การปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิง

การทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ประเภทต่างๆ ด้วยก๊าซธรรมชาติจะมีผลกระทบต่อ Energy input structure และด้านตัวเงินของภาคเศรษฐกิจดังกล่าวด้วย โดยที่การศึกษานี้ใช้ข้อมูลโครงสร้างการใช้พลังงานของประเทศปี 2541 ซึ่งจำเป็นต้องสมมุติให้โครงสร้างการใช้พลังงานของภาคเศรษฐกิจอื่นๆ ที่ไม่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากนโยบายนี้ ไม่เปลี่ยนแปลงจากโครงสร้างเดิม ทั้งนี้ ภาคเศรษฐกิจที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากนโยบาย NGV ได้แก่ การขนส่งผู้โดยสารทางบก การขนส่งสินค้าทางบก ครัวเรือน และผู้บริโภคขั้นสุดท้าย

(3) การลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน

การส่งเสริมการใช้ก๊าซธรรมชาติในรถยนต์ต้องมีการลงทุนก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้วยต้นทุนที่ค่อนข้างสูง ไม่ว่าจะเป็นการก่อสร้างสถานีตามแนวท่อก๊าซ สถานีแม่ข่าย (Mother) สถานีลูกข่าย (Daughter) และรถขนส่งก๊าซ การลงทุนดังกล่าวจะก่อให้เกิดผลกระทบด้านความต้องการแรงงานจากภาคครัวเรือน และการกระตุ้นให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากกำลังซื้อวัสดุ / อุปกรณ์รวมทั้งการนำเข้า นอกจากนี้ยังส่งผลให้เกิดรายได้เพิ่มของผู้ประกอบการก่อสร้างสถานีก๊าซ ผู้ประกอบการด้านอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติในรถยนต์ ฯลฯ อันเป็นการ

เปลี่ยนแปลงโครงสร้างปัจจัยการผลิต / ผลผลิตของผู้บริโภค / ผู้ผลิตในระบบเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งจะส่งผลกระทบเป็นลูกโซ่ต่อไปยังภาคเศรษฐกิจทั้งประเทศด้วย

หลังจากที่ได้สร้างความสัมพันธ์ในลักษณะ Input-output ของ Sectors ต่างๆ แล้ว จึงได้ทำการประเมินผลกระทบในภาพรวมของเศรษฐกิจบนพื้นฐานของสมมุติฐานที่สำคัญดังนี้

- สัดส่วนจำนวนประเภทรถยนต์ที่เปลี่ยนมาใช้ NGV ได้แก่
  - รถแท็กซี่ : รถยนต์ของหน่วยราชการ : รถยนต์ของประชาชนทั่วไป คือ 80:10:10
  - รถตู้เอกชน : รถตู้ราชการ คือ 98:2
  - รถกระบะรับจ้างขนส่งทางบก : รถกระบะบ้าน : รถกระบะส่วนราชการ คือ 90:8:2
- รูปแบบการดัดแปลงเครื่องยนต์มาใช้ก๊าซธรรมชาติ
  - สำหรับเครื่องยนต์เบนซิน หรือ LPG ที่ดัดแปลงเป็นแบบ bi-fuel สามารถเลือกใช้น้ำมันเบนซิน หรือ ก๊าซธรรมชาติโดยดัดแปลงก่อนใช้งาน 1 ปี
  - สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลที่เปลี่ยนมาใช้เครื่องยนต์แบบ Diesel dual-fuel engine ใช้ดีเซลผสมกับก๊าซธรรมชาติโดยดัดแปลงก่อนการใช้งาน 1 ปี

(รายละเอียดข้อสมมุติฐานอื่นๆ ปรากฏในรายงาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภาคผนวก)

ผลการประเมินผลกระทบของนโยบายส่งเสริมการใช้ NGV ต่อภาคเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศสรุปได้ดังตารางที่ 6.3-6

ตารางที่ 6.3-6 สรุปผลการประเมินผลกระทบของการส่งเสริมการใช้รถยนต์ NGV จากการวิเคราะห์ Energy IO

ประเภทผลกระทบ	ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเมื่อเทียบกับกรณี BAU ในช่วงปี 2549 - 2559
1. ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงฟอสซิล	1.1 ในช่วงปี 2549 – 2559 จะมีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มขึ้นเล็กน้อย กล่าวคือประมาณ 75.6 – 203.7 ktoe ต่อปี (0.05 – 0.21%) เนื่องจากจะมีความต้องการพลังงานทางอ้อมแฝงอยู่ในวัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานและความต้องการพลังงานจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในปี 2552 (203.71 ktoe) เนื่องจากเป็นช่วงที่ต้องลงทุนมาก รวมถึงประสิทธิภาพเครื่องยนต์ดัดแปลงที่ใช้ NGV ลดลงเล็กน้อย
2. ผลกระทบโดยรวมต่อเศรษฐกิจทั้งประเทศ	2.1 มูลค่าผลิตภัณฑ์โดยรวมของเศรษฐกิจทั้งประเทศจะเติบโตเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยในช่วงปี 2549 – 2559 จะเพิ่มขึ้นประมาณ 41,435 – 66,579 ล้านบาท/ปี หรือ 0.14 – 0.26% ต่อปี 2.2 มูลค่าผลิตภัณฑ์โดยรวมของเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นสัดส่วนที่นำเข้ากว่า 50% โดยในช่วงปี 2549 – 2552 ประมาณ 50% ในปี 2553 และต่ำกว่า 50 ในช่วงปี 2554 – 2559 เนื่องจากการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานลดลง
3. ผลกระทบต่อการจ้างงาน	3.1 มูลค่าการจ้างงานโดยรวมของประเทศในช่วงปี 2549 – 2559 จะสูงขึ้นเล็กน้อย กล่าวคือ 4,150 – 9,210 ล้านบาท/ปี หรือ 0.18 – 0.26% ต่อปี ซึ่งเป็นการจ้างงานในประเทศมากกว่าต่างประเทศ
4. มูลค่าการส่งออก LPG	4.1 ปริมาณความต้องการใช้ LPG ในประเทศจะลดลง ทำให้มี LPG เหลือที่จะส่งออกไปขายต่างประเทศได้ประมาณ 140 – 490 ล้านลิตรในช่วงปี 2549 – 2559 มูลค่าการส่งออกดังกล่าวคิดเป็นประมาณ 2,480 – 14,000 ล้านบาท (คิดราคาเฉลี่ยของ LPG เป็น 17.50 บาท/ลิตร หรือ 32.41 บาท/kg ในปี 2549 และเพิ่มขึ้นปีละ 5%)
5. ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2	5.1 ในช่วงปี 2557 – 2559 ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 จะลดลง 115 – 396 พันตัน/ปี (0.022 – 0.15% ต่อปี) โดยในช่วงปี 2549 – 2554 ปริมาณการปล่อยจะสูงกว่ากรณี BAU เนื่องจากการปล่อยก๊าซ CO_2 ทางอ้อมที่แฝงอยู่ในวัสดุ/อุปกรณ์การก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานและการลงทุนที่เกี่ยวข้อง

6.3.2.3 กรณีศึกษาการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

ประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง แต่การใช้พลังงานดังกล่าวเพื่อผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) นั้น ยังมีต้นทุนที่สูงมาก การส่งเสริมการใช้แหล่งพลังงานดังกล่าวไม่ว่าจะโดยการอุดหนุนทางการเงินจากภาครัฐหรือโดยผู้บริโภคพลังงานไฟฟ้า จึงเป็นประเด็นสาธารณะที่ต้องมีการประเมินผลประโยชน์เชิงสาธารณะให้ชัดเจน อันเป็นเหตุปัจจัยที่ทำให้รัฐบาลยังมิได้กำหนดเป้าหมายปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่จะส่งเสริมให้มีการผลิตจาก PV อย่างชัดเจน ในการวิจัยนี้จึงได้ใช้ข้อเสนอเบื้องต้นของ พพ. คือประมาณ 30 MWp ในปี 2554 ซึ่งเมื่อรวมกับปริมาณที่ใช้อยู่เดิม 26 MWp ก็จะเป็น 60 MWp โดยประมาณและสมมุติว่ามีการเพิ่มเป็น 2 เท่าในปี 2559 เป็น 120 MWp ทั้งนี้คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ประมาณ 87 GWh และ 175 GWh ต่อปี 2559

ในการวิเคราะห์ผลกระทบของการส่งเสริมการใช้ PV ต่อเศรษฐกิจมหภาคนั้น ได้จัดยุบรวมภาคเศรษฐกิจให้เหลือเพียง 51 Sectors ซึ่งประกอบด้วย 50 Sectors เดิมที่มีความสำคัญต่อการประเมินในกรณีศึกษาวิจัยนี้กับภาคการผลิตและขายระบบ PV รวมทั้งจัดให้ภาคครัวเรือนเป็นภาคการผลิตด้วย เพื่อประเมินผลกระทบด้านการจ้างงาน รายละเอียดภาคเศรษฐกิจต่างๆ ที่ใช้ปรากฏในรายงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภาคผนวกของรายงานนี้ ทั้งนี้การวิเคราะห์ I-O ได้พิจารณา 2 กรณี ดังนี้

- **<u>กรณีปกติ (BAU)</u>** เป็นกรณีที่ไม่ได้ใช้ระบบ PV ในการผลิตไฟฟ้าจำหน่ายเข้าสายส่งไฟฟ้า
- **<u>กรณี PV</u>** หมายถึง กรณีที่มีการใช้ PV ผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อกับสายส่ง (Grid connected) โดยได้รับอัตรารับซื้อไฟฟ้าพิเศษ 2 อัตรา คือ 8 บาท/kWh และ 15 บาท/kWh ภายใต้ 2 เงื่อนไข คือ อัตราคงที่ตลอด 10 ปี และอัตราลดลงอย่างต่อเนื่องจนเท่ากับค่าไฟฟ้าที่ขายในประเทศในปีที่ 20

(<u>หมายเหตุ</u> คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ มีมติเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2549 กำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้าส่วนเพิ่มจากค่ารับซื้อไฟฟ้าปกติ 8 บาท/ kWh สำหรับไฟฟ้าที่ผลิตจาก PV เป็นเวลา 7 ปี ทำให้อัตรารับซื้อไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 11 บาท/kWh ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ระหว่าง 8 – 15 บาท/kWh ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้)

ในการส่งเสริมการใช้ PV ผลิตไฟฟ้าดังกล่าวจะมีภาคเศรษฐกิจที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผลกระทบต่างๆ ที่สำคัญได้แก่

(1) ภาคการไฟฟ้าฯ ซึ่งจะได้รับผลกระทบโดยตรงด้านโครงสร้างปัจจัยการผลิต (Structure effect)

(2) ห้างสรรพสินค้า และโรงแรม (ที่จะติดตั้งระบบ PV) ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น และ

(3) ผู้ผลิตระบบ PV ซึ่งมีค่าใช้จ่ายวัสดุสิ้นเปลืองในประเทศและการนำเข้าวัตถุดิบประกอบแผง ฯลฯ

ทั้งนี้ในการวิเคราะห์ดังกล่าวมีข้อสมมุติฐานที่สำคัญดังนี้

(1) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้เป็นแบบ Multicrystalline silicon

(2) ระบบที่ใช้เป็นแบบ Roof-top grid-connected ขนาด 3 kWp และมี load factor 14.5%

(3) ราคาแผง PV ลดลงปีละ 5%

(4) สัดส่วนการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วย PV ของห้างสรรพสินค้า : โรงแรม = 50 : 50

นอกจากนี้ ยังมีข้อสมมุติฐานอื่นๆ ตามที่ปรากฏในรายงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภาคผนวก

ผลการประเมินผลกระทบของการดำเนินมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วย PV สรุปได้ดังตารางที่ 6.3-7

6.3.3 สรุปผลการวิเคราะห์ Energy IO

การวิเคราะห์ IO ข้างต้นได้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน 3 ประเภทที่แตกต่างกันในแง่เป้าหมายเชิงปริมาณ ดังนั้นขนาดของผลกระทบย่อมแตกต่างกันด้วย เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลกระทบต่อเศรษฐกิจมหภาคของการส่งเสริมการใช้เอทานอล การใช้ NGV และการใช้ PV ผลิตไฟฟ้า บนพื้นฐานเดียวกันจึงได้จัดทำดัชนีบ่งชี้ผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการส่งเสริมการผลิตและการใช้พลังงานแต่ละประเภทดังนี้

(1) ผลการทดแทนพลังงานปฐมภูมิโดยตรงต่อหน่วยเงินลงทุน (Direct primary energy substitution per unit investment (ktoe/1,000 ฿))

(2) ผลการทดแทนพลังงานปฐมภูมิต่อหน่วยเงินอุดหนุนของภาครัฐ (Direct primary energy substitution per unit subsidy (ktoe/1,000 ฿))

(3) พลังงานที่ผลิตได้ต่อมูลค่าการนำเข้ารวม (Total energy delivered per unit import value (M฿/ktoe))

(4) มูลค่าของการจ้างงานต่อหน่วยเงินอุดหนุนของภาครัฐ (Total employment value per unit subsidy (M฿/1,000฿))

ตารางที่ 6.3-7 สรุปการประเมินผลกระทบต่อเศรษฐกิจมหภาคของการดำเนินมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าด้วย PV จากการวิเคราะห์ Energy IO

ประเภทผลกระทบ	ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเมื่อเทียบกับกรณี BAU ในช่วงปี 2549 – 2559
1. ปริมาณความต้องการเชื้อเพลิงฟอสซิล	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลโดยรวมของประเทศจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงปี 2549 – 2559 โดย ktoe รวมที่เพิ่มขึ้นขึ้นอยู่กับอัตรารับซื้อไฟฟ้า กล่าวคือ ■ 5 – 37 ktoe ต่อปี (0.004 – 0.021% ต่อปี) กรณี 8 บาท/kWh ■ 7 – 68 ktoe ต่ออปี (0.006 – 0.036% ต่อปี) กรณี 15 บาท/kWh ทั้งนี้ ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นมีสาเหตุมาจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ อันเนื่องมาจากการสนับสนุนค่ารับซื้อไฟฟ้าของภาครัฐ ทำให้เกิดการลงทุนด้านระบบ PV ซึ่งต้องการอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ที่ใช้พลังงานในการผลิต
2. ผลกระทบโดยรวมต่อเศรษฐกิจทั้งประเทศ	มูลค่าผลิตภัณฑ์โดยรวมของเศรษฐกิจทั้งประเทศเติบโตเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงปี 2549 – 2559 ดังนี้ ■ 2,746 – 14,604 ล้านบาท/ปี (0.012 – 0.043% ต่อปี) กรณี 8 บาท/kWh ■ 3,013 – 18,201 ล้านบาท/ปี (0.014 – 0.051% ต่อปี) กรณี 15 บาท/kWh
3. ผลกระทบต่อการจ้างงาน	มูลค่าการจ้างงานโดยรวมของประเทศในช่วงปี 2549 – 2559 จะสูงขึ้นเล็กน้อย ดังนี้ ■ 80 – 1,106 ล้านบาท/ปี (0.004 – 0.031%) กรณี 8 บาท/kWh ■ 119 – 1,678 ล้านบาท/ปี (0.005 – 0.048%) กรณี 15 บาท/kWh การจ้างงานดังกล่าวเป็นมูลค่าการจ้างแรงงานในประเทศเฉลี่ยประมาณ 49% และต่างประเทศประมาณ 51%
4. ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2	ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังนี้ ■ 14 – 121 ล้านตัน/ปี (0.004 – 0.023% ต่อปี) กรณี 8 บาท/kWh ■ 20 – 211 ล้านตัน/ปี (0.006 – 0.039% ต่อปี) กรณี 15 บาท/kWh

(5) ปริมาณการลด CO_2 ต่อหน่วยพลังงานที่ผลิตได้ (Total CO_2 reduction per unit energy delivered (ktonCO$_2$/ktoe)

ทั้งนี้เงินอุดหนุนของรัฐ ของเทคโนโลยีพลังงานแต่ละประเภทเป็นดังนี้

- Gasohol: เป็นค่าภาษีสรรพสามิตและเงินหักเข้ากองทุนน้ำมันที่ได้รับการยกเว้น รวมประมาณ 2.50 บาท/ลิตร
- NGV: เป็นเงินอุดหนุนการติดตั้งอุปกรณ์ดัดแปลง เพื่อใช้ก๊าซ CNG จำนวน 10,000 บาทต่อคัน
- PV: เป็นเงินค่ารับซื้อรวมส่วนเพิ่ม (Adder) จำนวน 8 บาท/kWh

มูลค่าการนำเข้ารวม หมายถึงการนำเข้าเชื้อเพลิง (ซึ่งในกรณีของ NGV นั้นได้สมมุติให้มีการนำเข้า 30% ต่อทุกหน่วยก๊าซธรรมชาติที่ใช้) และการนำเข้าเทคโนโลยีหรือเครื่องจักรอุปกรณ์ ซึ่งจากการวิเคราะห์ IO มีรายละเอียดที่ใช้คำนวณดัชนีดังกล่าว ดังตารางที่ 6.3-8

ตารางที่ 6.3-8 มูลค่าต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการคำนวณดัชนีบ่งชีผลประโยชน์เชิงสาธารณะ(ผลรวมในช่วงปี 2550-2554)

รายการ	Gasohol	PV	NGV
1. ปริมาณการทดแทนพลังงานปฐมภูมิโดยตรง (ktoe)	1,848	86	3,301
2. มูลค่าการนำเข้าพลังงาน (M฿)	-581	0	1,485
3. มูลค่าการนำเข้าเทคโนโลยี/อุปกรณ์	8,500	5,063	66,281
4. มูลค่าการจ้างงานรวม (M฿)	7,694	1,882	30,889
5. ปริมาณการลดการปล่อย CO_2 สุทธิ (ตลอด value chain) (kton/CO_2)	3,336	-280	-1,705
6. มูลค่าการลงทุน (M฿)	42,500	6,329	82,851
7. มูลค่าการอุดหนุน (M฿)	5,520	4,240	6,152
8. พลังงานที่ผลิตได้สุทธิ (ktoe)	1,848	33	3,301

ผลการคำนวณค่าดัชนีดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 6.3-9

ตารางที่ 6.3-9 ดัชนีบงชี้ผลประโยชน์เชิงสาธารณะส่วนหนึ่งของการใช้แก๊สโซฮอล์ NGV และ PV

รายการดัชนี	Gasohol	NGV	PV	หมายเหตุ
1. Direct PE substituted per unit investment (toe/M ฿)	43.5	39.8	13.7	
2. Direct PE substituted per unit subsidy (toe/1,000฿)	200.5	536.6	20.4	
3. Energy delivered per unit import value (toe/M฿)	233.3	48.7	6.5	
4. Total employment value per unit subsidy (฿/฿)	0.8	5.0	0.4	• การจ้างงานในกรณีแก๊สโซฮอล์ส่วนใหญ่อยู่ในภาคเกษตร ซึ่งมีจำนวนคนมากแต่มูลค่าต่ำ
5. Direct CO_2 reduction per unit energy substituted ($ktonCO_2/ktoe$)	2.9	6.3	7.6	• คิดจากการทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลโดยตรง โดยกรณี NGV เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดแทนดีเซล เบนซิลและ LPG ส่วนกรณี PV คิดจากการนำเซลล์แสงอาทิตย์จากต่างประเทศมาประกอบในประเทศแล้วผลิตไฟฟ้า
Total CO_2 reduction per unit PE substituted ($ktonCO_2/ktoe$)	1.8	-6.3	-3.2	• Total CO_2 reduction คำนวณจาก I/O Table ซึ่งในกรณีของ NGV คิด CO_2 ที่เกิดจากการผลิตอุปกรณ์และสร้างสถานีบริการและโครงสร้างพื้นฐานด้วย ส่วนกรณี PV คิด CO_2 ที่เกิดจากการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์โดยการนำเข้า Silicon ingot จากต่างประเทศ

PE = Primary energy

จากตารางข้างต้น จะเห็นได้ว่าในช่วงปี 2550-2554 การส่งเสริมการใช้ PV มีค่าดัชนีที่ต่ำกว่าการใช้แก๊สโซฮอล์และ NGV ในทุกด้าน (ยกเว้นการลดปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2) ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากต้นทุนที่สูง มูลค่าการนำเข้าสูงและมูลค่าการอุดหนุนที่ต้องการจากรัฐก็สูงด้วย ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างแก๊สโซฮอล์กับ NGV นั้นพบว่า แก๊สโซฮอล์มีข้อได้เปรียบในด้านต้นทุนต่อหน่วยพลังงานที่ต่ำกว่าและที่สำคัญคือ ต้องการมูลค่านำเข้าน้อย แต่ในระยะยาวดัชนีดังกล่าวสำหรับ NGV จะดีขึ้น เนื่องจากการลงทุนและการนำเข้านั้นเกิดขึ้นในระยะแรกเป็นหลัก และแม้ว่าดัชนีด้านพลังงานที่ทดแทนได้ต่อหน่วยเงินอุดหนุน ของแก๊สโซฮอล์จะต่ำกว่าของ NGV อยู่

ประมาณครึ่งหนึ่ง แต่ในระยะยาว ราคาก๊าซธรรมชาติจะต้องสูงขึ้นตามราคาน้ำมันในตลาดโลก ซึ่งอาจจะทำให้ค่าของดัชนีนี้ของ NGV ลดลง หรือของแก๊สโซฮอล์เพิ่มขึ้น (ต้องการการอุดหนุนน้อยลง) ส่วนของดัชนีด้านการจ้างงานนั้น เนื่องจากการจ้างงานสำหรับแก๊สโซฮอล์เป็นการจ้างในภาคเกษตรเป็นหลัก ซึ่งมีมูลค่าต่ำแต่ปริมาณแรงงานมาก แต่ถ้ามองภาพการจ้างงานในรูปของจำนวนคนแล้ว ก็น่าจะมีประโยชน์ในเชิงสังคมสูง ดังนั้นเมื่อมองภาพดัชนีต่าง ๆ ในภาพรวมแล้ว การส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์จะมีประโยชน์เชิงสาธารณะสูงกว่าการใช้ NGV ซึ่งต้องมีการนำเข้าทั้งเชื้อเพลิง และอุปกรณ์ในมูลค่าที่สูง

6.4 การประเมินผลกระทบเชิงสิ่งแวดล้อม

การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ (1) การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยตรงจากการใช้พลังงานที่จะลดลงเมื่อมีการดำเนินมาตรการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียนตามศักยภาพที่ประเมิน และ (2) การประเมินมูลค่าของผลกระทบภายนอก (Externality cost) ของการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้า หรือการประเมินผลประโยชน์ภายนอกที่จะได้จากการใช้พลังงานหมุนเวียนหรือการประหยัดพลังงาน

6.4.1 การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 เป็นการคาดการณ์ปริมาณ CO_2 ที่จะเกิดขึ้นจากกิจกรรมผลิตและใช้พลังงานในภาพรวมของประเทศ โดยจำแนกตามแหล่งผลิตและตามกิจกรรมในแต่ละสาขาเศรษฐกิจภายใต้กรณี (BAU Scenario), กรณีประหยัดพลังงาน (EE Scenario) และกรณีใช้พลังงานหมุนเวียนและประหยัดพลังงาน (RE/EE Scenario)

6.4.1.1 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อย CO_2 ในกรณีปกติ (BAU Scenario)

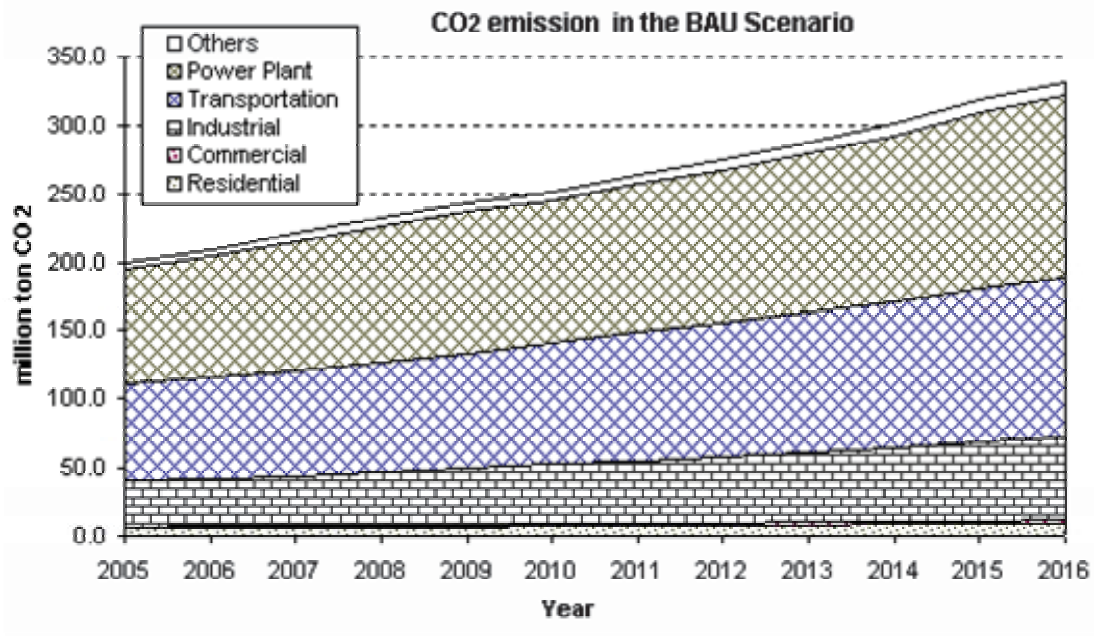
ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อย CO_2 จากการผลิตและการใช้พลังงานรวมทั้งประเทศ กรณี BAU พบว่าอัตราการปล่อย CO_2 ใน 10 ปีข้างหน้าจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 4.7% โดยในปี 2554 และ 2559 จะมีการปล่อย CO_2 ประมาณ 1.32 และ 1.66 เท่าของปี 2548 (หรือเพิ่มขึ้นจาก 199 ล้านตันในปี 2548 เป็น 264 และ 332 ล้านตันในปี 2554 และ 2559 ตามลำดับ ดังตารางที่ 6.4-1) หากคิดปริมาณต่อประชากรแล้วจะเป็นประมาณ 3.90 และ 4.79 ตันต่อคนต่อปี ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ 2.98 ตันต่อคนต่อปีในปี 2548

หากจำแนกตามแหล่งกำเนิด ปริมาณ CO_2 ที่ปล่อยจากการผลิตไฟฟ้าในโรงไฟฟ้าจะมีสัดส่วนสูงสุดคือประมาณ 41% (82, 109 และ 134 ล้านตันในปี 2548, 2554 และ

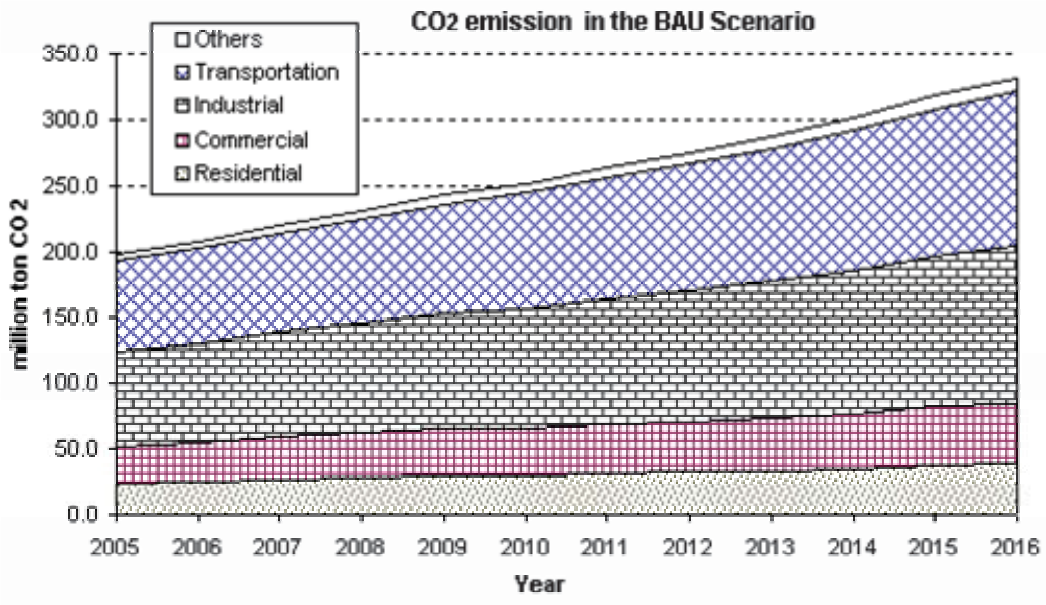
2559 ตามลำดับ) รองลงมาคือ ภาคขนส่งและภาคอุตสาหกรรมซึ่งมีค่า 35 และ 17% ตามลำดับ (ตารางที่ 6.4-1) แต่หากจำแนกตามประเภทกิจกรรมเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานแล้วทำให้เกิดการปล่อย CO_2 จะพบว่าภาคอุตสาหกรรมและภาคขนส่งจะมีการปล่อยสูงสุดในปริมาณที่ใกล้เคียงกันคือ 37 และ 36% ตามลำดับ ส่วนอาคารพาณิชย์ และบ้านอยู่อาศัยจะมีการปล่อยรองลงมาในปริมาณใกล้เคียงเช่นกันคือ 15 และ 12% ตามลำดับ ทั้งนี้รายละเอียดและแนวโน้มแสดงดังตารางที่ 6.4-1 และรูปที่ 6.4-1 (ก) และ (ข)

ตารางที่ 6.4-1 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อย CO_2 จากการผลิตและการใช้พลังงานกรณี BAU

สาขาเศรษฐกิจ	จำแนกตามแหล่งกำเนิด			จำแนกตามกิจกรรมหรือภาคเศรษฐกิจ		
	2548	**2554**	**2559**	**2548**	**2554**	**2559**
1. บ้านพักอาศัย	5.5	7.7	10.1	23.1	31.0	38.6
2. อาคารพาณิชย์	1.1	1.6	2.1	28.4	37.7	46.5
3. อุตสาหกรรม	34.8	46.0	60.0	71.7	94.8	120.0
4. ขนส่ง	70.6	93.2	116.5	70.6	93.2	116.5
5. โรงไฟฟ้า	82.3	108.9	133.7	-	-	-
6. อื่นๆ	4.9	7.0	9.4	5.3	7.6	10.1
รวม	**199.1**	**264.3**	**331.7**	**199.1**	**264.3**	**331.7**



(ก)



(ข)

รูปที่ 6.4-1 การปล่อย CO_2 จากการใช้พลังงานในกรณี BAU โดยจำแนกตาม (ก) แหล่งกำเนิด (ข) สาขาทางเศรษฐกิจ

6.4.1.2 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อย CO_2 ในกรณี EE

การประหยัดพลังงานทำให้เกิดการลดการปล่อย CO_2 (Mitigation) ดังนั้นจากศักยภาพการประหยัดพลังงานในระดับผู้ใช้ (End-use) ของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ ดังที่ได้ประเมินไว้ในบทที่ 2 สามารถคำนวณเป็นปริมาณการปล่อย CO_2 ที่จะลดลงได้จากการใช้พลังงานในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ ในกรณีที่มีการประหยัดพลังงานอย่างเต็มศักยภาพดังตารางที่ 6.4-2 และแนวโน้มในรูปที่ 6.4-2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในปี 2554 ปริมาณการปล่อย CO_2 ที่หลีกเลี่ยงได้จากการประหยัดพลังงานคือ ประมาณ 21 ล้านตัน หรือ 7.9% ของปริมาณการปล่อย CO_2 ทั้งหมดในกรณี BAU และในปี 2559 ปริมาณการปล่อยจะลดลงประมาณ 13.3% ของปริมาณการปล่อย CO_2 ทั้งหมดในกรณี BAU (หรือประมาณ 44 ล้านตัน)

สาขาเศรษฐกิจที่มีศักยภาพในการลดการปล่อย CO_2 มากที่สุดคือ ภาคขนส่ง รองลงมาคือ ภาคอุตสาหกรรม ในภาพรวมปริมาณ CO_2 ที่ลดลงได้ต่อหน่วยพลังงานที่ประหยัดได้เฉลี่ยในช่วงปี 2549-2554 และช่วงปี 2555-2559 คือ 3.09 และ 3.01 $ktCO_2$/ktoe saved เป็นที่น่าสังเกตว่าการประหยัดพลังงานในภาคอาคารจะสามารถลด CO_2 ต่อหน่วยพลังงานได้สูงสุด (6.8-7.4 $ktCO_2$/ktoe saved) เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นการประหยัดไฟฟ้าที่ต้องผลิตจากโรงไฟฟ้าอีกทอดหนึ่ง

ตารางที่ 6.4-2 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อย CO_2 ที่ลดลงในกรณี EE

สาขาเศรษฐกิจ	2554				2559			
	emission (ล้านตัน)	mitigation (ล้านตัน)	%	$ktCO_2$/ ktoe saved	emission (ล้านตัน)	mitigation (ล้านตัน)	%	$ktCO_2$/ ktoe saved
1.บ้านพักอาศัย	31.0	1.9	6.1	2.43	38.6	5.1	13.2	2.30
2.อาคาร	37.7	3.3	8.6	7.36	46.5	9.1	19.6	6.82
3.อุตสาหกรรม	94.8	4.5	4.7	3.04	120.0	11.1	9.3	2.90
4.ขนส่ง	93.2	11.2	12.0	2.91	116.5	18.8	16.2	2.82
5.อื่นๆ	7.6	-	-	-	10.1	-		-
รวม	**264.3**	**20.9**	**7.5**	**3.18**	**322**	**44.1**	**12.4**	**3.11**

6.4.1.3 ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อย CO_2 ในกรณี RE/EE

ในกรณีที่มีการใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างเต็มศักยภาพ (RE Secnario) จะทำให้เกิดการลดการปล่อย CO_2 ดังตารางที่ 6.4-3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อการขนส่งและผลิตความร้อนใช้ทดแทนในอุตสาหกรรมกับการใช้เพื่อผลิตไฟฟ้ารวมกัน จะช่วยลดการปล่อย CO_2 ได้ 9.2% และ 9.5% ของกรณี BAU ในปี 2554 และ 2559 ตามลำดับ

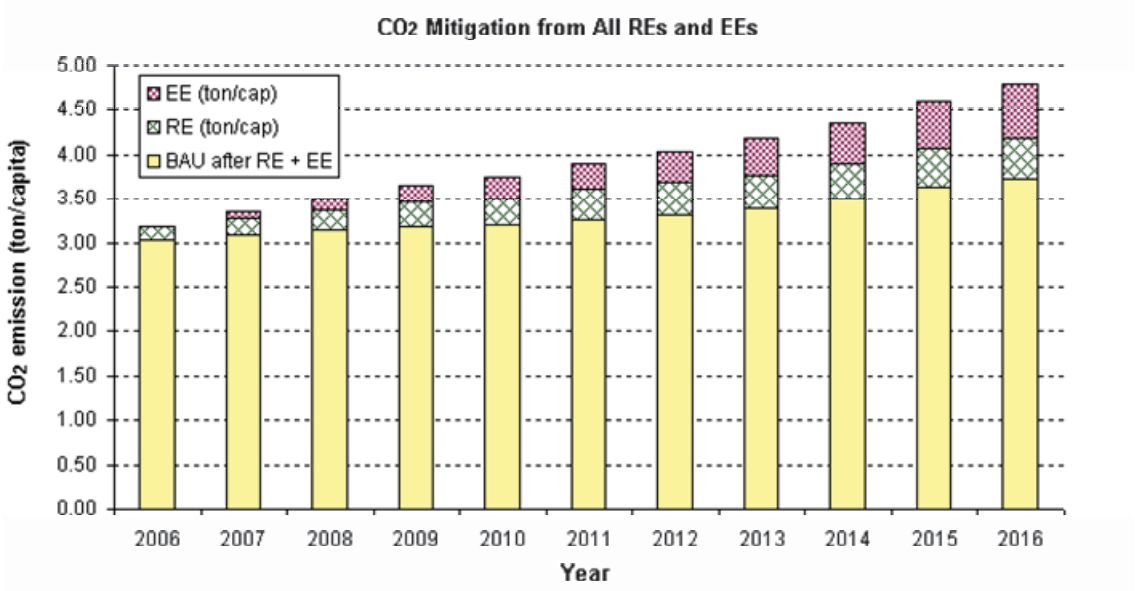
ตารางที่ 6.4-3 ผลของการใช้พลังงานหมุนเวียนต่อการลด CO_2

ประเภทกิจกรรม	2554		2559	
	ล้านตัน CO_2	% BAU	ล้านตัน CO_2	% BAU
1.การใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อการขนส่งและการผลิตความร้อน	11.0	4.2	12.7	3.8
2.การใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตไฟฟ้า	13.3	5.0	18.8	5.7
รวม	**24.3**	**9.2**	**31.5**	**9.5**

เมื่อรวมผลการประหยัดพลังงานกับการใช้พลังงานหมุนเวียนจะทำให้ CO_2 ลดลง 45.2 ล้านตัน (17.1%) และ 75.7 ล้านตัน (22.8%) จากกรณี BAU ในปี 2554 และ 2559 ตามลำดับ นั่นคือ ปริมาณการปล่อย CO_2 จะเป็น 219 และ 256 ล้านตัน หรือถ้าคิดเป็นปริมาณการปล่อยต่อคนจะเป็น 3.24 และ 3.70 ตันต่อคนต่อปี เมื่อเทียบกับกรณี BAU ที่มีค่า 3.90 และ 4.79 ตันต่อคนต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 6.4-4) ทั้งนี้แนวโน้มการปล่อย CO_2 ตลอด 10 ปีข้างหน้าในกรณีต่างๆ แสดงในรูปที่ 6.4-2

ตารางที่ 6.4-4 ผลการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียนต่อการลด CO_2

Scenario	2548	2554	2559
1. BAU CO_2 emission (**ล้านตัน**)	199	264	332
2. Avoided CO_2 due to EE+RE (**ล้านตัน**)	-	45.2	75.7
3. CO_2 emission per capita (tCO_2/person)(BAU)	2.98	3.90	4.75
4. CO_2 emission per capita (tCO_2/persion)(RE+EE)	2.98	3.24	3.70



รูปที่ 6.4-2 ปริมาณการปล่อย CO_2 ในกรณี RE และ EE เมื่อเทียบกับกรณี BAU

6.4.2 ต้นทุนผลกระทบภายนอก (Externality cost)

การใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานนั้น นอกจากจะช่วยลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วยังช่วยลดปริมาณมลพิษหลายประเภทด้วย โดยเฉพาะมลพิษที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าด้วยเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ก๊าซ SO_2, NO_x, CO และ PM ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน ต่อพืชผล และระบบนิเวศน์ ดังนั้น ในการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนซึ่งมักมีต้นทุนทางการเงิน (Financial cost) ที่สูงกว่าพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลนั้น หากนำต้นทุนทางสังคมอันเกิดจากผลกระทบภายนอก (Externality cost) โดยเฉพาะผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environment cost) ที่เกิดจากกระบวนการผลิตและใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลมาพิจารณาด้วยก็จะทำให้เห็นต้นทุนที่แท้จริงของพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลอันจะนำไปสู่การพิจารณาแนวทางและระดับการสนับสนุนเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภทที่สมเหตุสมผล ทั้งนี้ แนวทางการสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนมากขึ้นนั้นอาจใช้วิธีให้การสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้ต้นทุนการผลิตพลังงานหมุนเวียนต่ำลง หรือการให้

ความช่วยเหลือทางการเงินเพื่อให้พลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภทถูกลงในรูปของราคารับซื้อไฟฟ้า (Feed-in tariffs) หรือในรูปของเงินอุดหนุนการสร้างโรงงาน (Subsidies) หรือในรูปมาตรการจูงใจทางภาษีต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม การที่จะนำหลักการและมาตรการดังกล่าวมาปฏิบัตินั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นแก่สังคมอันเนื่องมาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งจะสะท้อนถึงผลประโยชน์ภายนอก (External benefits) ของการใช้พลังงานหมุนเวียนด้วย งานวิจัยในส่วนนี้จึงมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

วัตถุประสงค์
เพื่อประเมินต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อม (Environmental costs) และต้นทุนเชิงธุรกิจ (Financial cost) ของการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลในบริบทของไทย

6.4.2.1 วิธีการประเมิน

การประเมินขนาดและมูลค่าของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและสังคมของการผลิตไฟฟ้าทำได้หลายวิธี แต่มีสองแนวทางหลักคือ (1) การประเมินโดยวิธี Benefit transfer ซึ่งเป็นการใช้ค่าต้นทุนผลกระทบภายนอกของพื้นที่หนึ่งมาปรับใช้กับอีกพื้นที่หนึ่งและ (2) การประเมินด้วยการคิดมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของความเสียหายของผู้ได้รับผลกระทบโดยตรง

(1) การประเมินโดยวิธี Benefit transfer

เนื่องจากการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและสังคมจากกิจกรรมการผลิตไฟฟ้าโดยตรงนั้น มักต้องใช้เวลายาวนานและใช้ทรัพยากรมากในการเก็บข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งต้องศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างเหตุและผลเพื่อให้มั่นชัดเจนใจว่าผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้นมีต้นเหตุมากจากกิจกรรมที่กล่าวอ้างจริง จึงทำให้มีความพยายามที่จะประเมินมูลค่าของผลกระทบภายนอกดังกล่าวโดยวิธีทางลัด นั่นคือการนำผลการศึกษามูลค่าของผลกระทบภายนอกที่มีการประเมินในช่วงเวลาหรือพื้นที่หนึ่ง ๆ (Study site) มาใช้ประเมินต้นทุนผลกระทบภายนอกที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่เกิดขึ้นในช่วงเวลาและพื้นที่อื่นๆ (Policy site) วิธีการประเมินโดยอ้อมดังกล่าวนี้ เรียกว่า Benefit transfer เช่น การนำมูลค่าของผลกระทบภายนอกของยุโรปมาปรับใช้กับบริบทของไทย เป็นต้น

แนวทางในการทำ Benefit transfer แบ่งออกได้เป็น 2 แนวทางหลัก ๆ คือ 1) วิธีโอนฟังก์ชั่นของมูลค่าผลกระทบ (Value function transfer) และ 2) วิธีโอนค่าเฉลี่ยของมูลค่าผลกระทบ (Mean value transfer) ซึ่งทั้งสองแนวทางเป็นการคำนวณมูลค่าในรูปของมูลค่าความ

เต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to pay, WTP) ของผู้ได้รับผลกระทบเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงไม่ต้องรับผลกระทบนั้น ๆ

ในการศึกษาที่ใช้ Value function transfer นั้น อาศัยการนำฟังก์ชั่นและค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชั่นประมาณการ WTP ของ Study site มาใช้ใน Policy site โดยการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลของประชากรใน Policy site แทน ส่วนในกรณีที่ใช้ Mean value transfer นั้น อาศัยสมมุติฐานที่ว่าประชากรใน policy site มีลักษณะใกล้เคียงกับประชากรใน Study site อย่างมาก จนกระทั่งสามารถนำค่า WTP ประมาณการของประชากรใน Study site มาใช้ในการประเมินมูลค่า WTP ของประชากรใน Policy site ซึ่งถ้า Study site และ Policy site อยู่ในประเทศเดียวกันใช้เงินตราสกุลเดียวกัน และประเมินมูลค่าภายในกรอบระยะเวลาเดียวกัน ก็จะใช้ค่าเฉลี่ย WTP ของ Study site เป็นค่า WTP ประมาณการของ Policy site ได้โดยตรง แต่หากเป็นกรณีที่อยู่คนละประเทศ และ/หรือเป็นการประเมินค่าคนละช่วงเวลากัน ก็อาจต้องมีการใช้ตัวปรับค่า (Conversion factor) มาช่วยให้การโอนค่ามีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ทั้งนี้ การโอนค่าดังกล่าวมีทางเลือกเกี่ยวกับตัวปรับค่า 4 ประการ ดังนี้

1) **Official exchange rate (OER)** เป็นทางเลือกที่ง่ายและตรงไปตรงมาที่สุดแต่ไม่สามารถสะท้อนอำนาจซื้อ (Purchasing power) ของประชากรที่แตกต่างกัน
2) **Purchasing power parity index (PPPI)** เป็นการปรับอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราให้สะท้อนอำนาจซื้อด้วย
3) **Ratio of GDP per capita** เป็นทางเลือกที่ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าประชากรในประเทศที่มีระดับรายได้ต่อหัวสูงย่อมมีความสามารถที่จะจ่ายและความเต็มใจที่จะจ่ายเพื่อลดผลกระทบทางลบต่าง ๆ ในระดับที่สูงกว่า
4) **Income elasticity of willingness to pay (WTP)** ข้อด้อยของทางเลือกที่ 3 (Ratio of GDP per capita) ประการหนึ่งก็คือ การที่ต้องสมมุติให้ประชากรทั้งสองประเทศให้ค่า WTP ในการลดผลกระทบภายนอกเป็นสัดส่วนที่คงที่ เมื่อเทียบกับรายได้ของตน หรือกล่าวอีกนัยคือประชากรทั้งสองกลุ่มมีค่าความยืดหยุ่นของ WTP ต่อรายได้ (Income elasticity of WTP) เท่ากับหนึ่ง แต่โดยข้อเท็จจริงประชากรที่มีรายได้ต่างกันอาจมีความเต็มใจในการสละรายได้เพื่อการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมในสัดส่วนที่ต่างกัน ดังนั้น ค่า Income elasticity of WTP จึงน้อยกว่าหนึ่ง เช่น 0.35 ในสหรัฐอเมริกา และ 0.4 ในประเทศไต้หวัน เป็นต้น

(2) การประเมินโดยการคิดมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของความเสียหายของผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงรอบโรงไฟฟ้า

การประเมินต้นทุนผลกระทบภายนอกโดยการคิดมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์นั้นเป็นการประเมินผลกระทบของพื้นที่ศึกษาในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งอาจทำได้ด้วยการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของความเสียหายที่เกิดขึ้นโดยทางตรง (ใช้ราคาตลาด) หรือการประเมินค่าโดยการตีราคาค่าความเสียหายทางอ้อม (Indirect cost method)

ระบบตลาดนั้นถูกขับเคลื่อนด้วยกลไกราคาโดยราคาตลาดเป็นราคาที่ผู้ซื้อและผู้ขายเห็นชอบตรงกันหรือพึงพอใจ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากประชากรบางส่วนยังไม่ตระหนักถึงภัยคุกคามของผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษจึงทำให้มลพิษยังไม่ปรากฏในระบบตลาด การประเมินราคาทางอ้อมจึงเป็นทางเลือกหลักซึ่งเป็นวิธีการคำนวณมูลค่าของสิ่งแวดล้อมเป็นพิษโดยใช้ราคาของสิ่งเทียบเคียงที่เหมาะสมอื่นใด เช่น วิธีสอบถามความยินดีที่จะจ่าย ในการไม่เจ็บป่วย (Willingness to pay for immorbidity) นำมาเทียบเคียงปรับใช้หรือค่าใช้จ่ายอื่นใดที่ได้จ่ายไปในการบำบัดมลภาวะหรือฟื้นฟูสภาวะแวดล้อมเพื่อกำหนดต้นทุนความเสียหายของสิ่งแวดล้อมอันไม่พึงประสงค์นั้น สำหรับเทคนิคที่ใช้ประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์นั้นมีหลายแบบ อาทิ

- เทคนิคอัตราเสพและผลตอบสนอง (Dose response technique: DRT)
- การวิเคราะห์ความยินดีที่จะจ่าย (Contingency valuation method: CVM)
- การประเมินค่าทางอ้อมโดยใช้ค่าแรงเป็นเกณฑ์ (Hedonic wage pricing: HWP)
- การเปลี่ยนแปลงผลิตภาพ (Change in productivity)

ทั้งนี้นิยามโดยย่อและข้อดีข้อเสียของเทคนิคแต่ละประเภทแสดงในตารางที่ 6.4 - 6 และกรอบแนวทางคิดคำนวณต้นทุนผลกระทบภายนอกรวมโดยสรุปแสดงใน รูปที่ 6.4 - 3

6.4.2.2 ผลการประเมินผลกระทบภายนอกโดยวิธี benefit transfer

ในการศึกษานี้ คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ต้นทุนผลกระทบภายนอกของการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยในเบื้องต้นด้วยวิธี Benefit transfer โดยอ้างอิงผลการศึกษาของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป 15 ประเทศ (EU15) ภายใต้โครงการ ExternE (Externalities of Energy) ซึ่งเป็นโครงการวิจัยระยะยาว (เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1991 จนถึงปัจจุบัน) โครงการดังกล่าวถือได้ว่าเป็นความพยายามครั้งใหญ่ที่สุดที่ได้เคยมีการดำเนินการมาในการศึกษาและประเมินผลกระทบทางสังคมและสิ่งแวดล้อม กรอบการวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการได้ใช้ Impact-Pathway Approach ซึ่งหมายถึงการประเมินมูลค่าต้นทุนภายนอก (และ/หรือผลประโยชน์ภายนอก) โดยการไล่ตามเส้นทาง (Pathway) การเกิดขึ้นของผลกระทบประเภทต่าง ๆ จากจุดกำเนิดไปสู่จุดที่ได้รับผลกระทบ

ด้วยเหตุที่ ExternE เป็นงานวิจัยที่ครอบคลุมประเภทของผลกระทบภายนอกที่หลากหลายและได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาระเบียบวิธี (Methodology) ที่ถูกต้อง รวมทั้งได้เน้น

ความละเอียดของข้อมูลค่อนข้างสูง คณะผู้วิจัยจึงเห็นว่าเป็นงานวิจัยที่มีความน่าเชื่อถือสูง เหมาะกับการใช้เป็นงานอ้างอิงในการศึกษานี้ ซึ่งข้อมูลที่ใช้อ้างอิงนั้นปรากฏในโครงการระยะล่าสุด นั่นคือโครงการ “Externalities of Energy: Extension of Accounting Framework and Policy Application (ExternE-Pol)” ดังแสดงในตารางที่ 6.4 - 5 และ 6.4 - 7

ตารางที่ 6.4-5 Average total external costs of different electricity systems

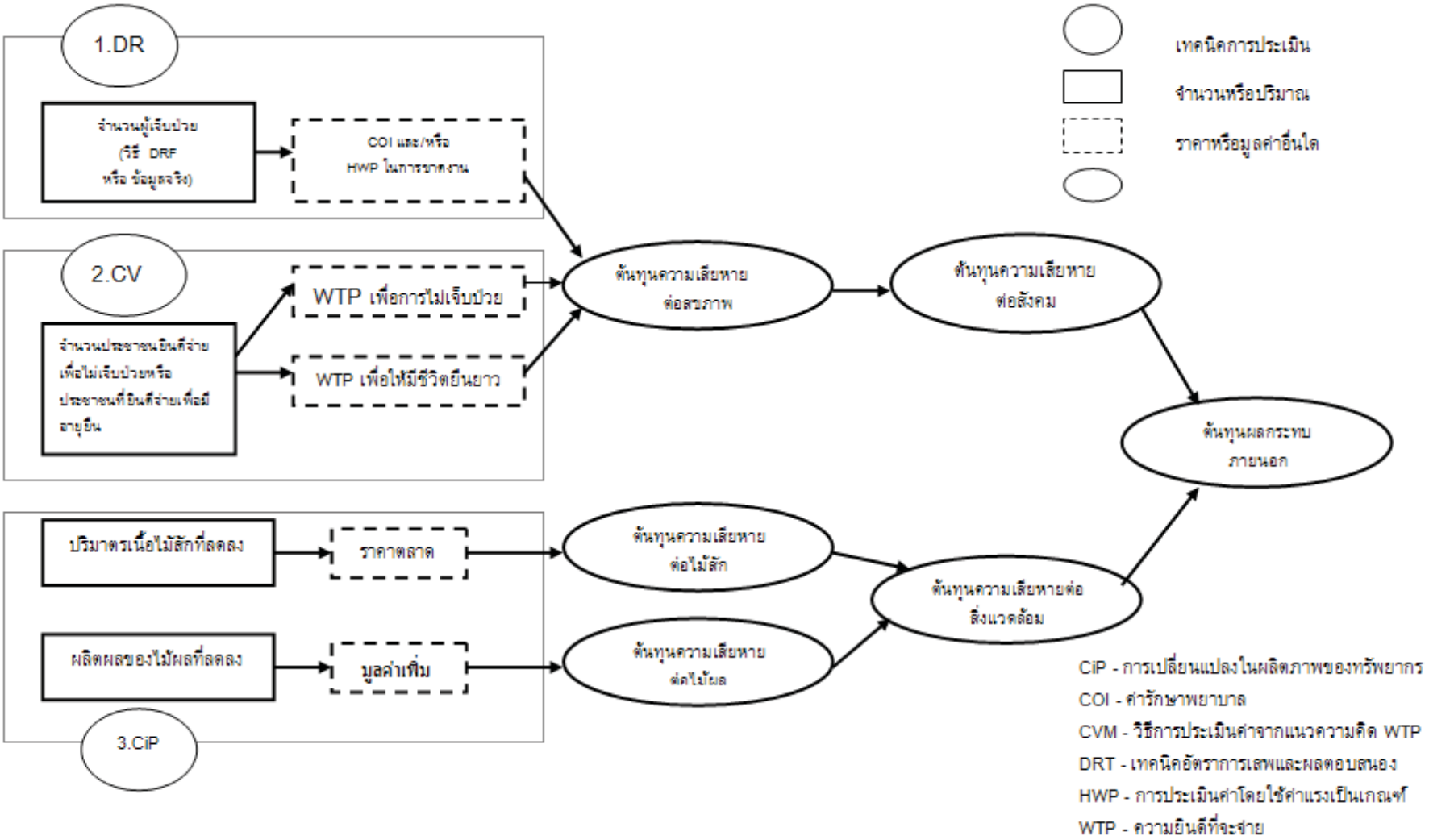
Types of System	External cost	
	Eurocent/kWh	Baht/kWh
Lignite (thermal)	5.8	2.90
Hard coal (thermal)	4.1	2.05
Oil (thermal)	4.8	2.40
Oil (combine cycle)	1.6	0.80
Natural gas (thermal)	1.6	0.80
Natural gas (combine cycle)	1	0.50
Nuclear	0.19	0.10
Hydro	0.05	0.03
Solar (S. Europe)-CSP	0.28	0.14
Wind (Onshore)	0.09	0.05
Wind (Offshore)	0.12	0.06

ที่มา: ExternE-Pol (2005), * 1 Euro ≈ 50 Baht

ตารางที่ 6.4-6 นิยาม ข้อดี และข้อเสียของวิธีการประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์แบบต่าง ๆ

วิธีการประเมิน	นิยาม	ข้อดี	ข้อเสีย
1. เทคนิคอัตราเสพและผลตอบสนอง (Dose response technique, DRT)	เป็นการประเมินมูลค่าผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนโดยอาศัย dose response technique (DRT) ที่สร้างขึ้นจากผลการศึกษาในอดีตมาประมาณจำนวนผู้ป่วยที่ต้องเข้ารับการรักษาในห้องฉุกเฉิน เมื่อได้จำนวนผู้ป่วยแล้วจึงนำไปประเมินค่าต้นทุนความเสียหายใน 3 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ (1) ค่ารักษาพยาบาล (Cost of illness) (2) ความสูญเสียด้านผลิตภาพของผู้ป่วย (Loss of productivity, loss of leisure time) (3) ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อตนจะไม่ต้องเจ็บป่วย (WTP for immorbidity)	- ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์และสาธารณสุขศาสตร์ การวิเคราะห์ตั้งอยู่บนฐานของความเจ็บป่วยอันเกิดจากมลพิษ	- ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง - มลพิษมีความไม่แน่นอนสูงในการแพร่กระจาย - อาการเจ็บป่วยอย่างเดียวกัน บ่อยครั้งมาจากสาเหตุอื่นหรือหลายสาเหตุประกอบกัน - ข้อมูลสถิติต่างๆ อาจไม่มีความเที่ยงตรง - มีตัวแปรหลายตัวเข้ามาเกี่ยวข้องในการคำนวณ และบางตัวเกิดจากการประมาณการหรือได้จากกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย
2. การวิเคราะห์ถึงความยินดีที่จะจ่าย (Contingency valuation method, CVM)	เป็นการประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยอาศัยความพึงพอใจของส่วนบุคคลในการที่จ่ายเงินเพื่อไม่ให้เกิดเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์ เช่น การเจ็บป่วยหรือการทำลายคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้มาจากการสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับผลกระทบทางลบโดยตรงจากภาวะอันไม่พึงประสงค์	- ง่ายและสะดวก โดยใช้เกณฑ์ความยินดีที่จะจ่ายเป็นตัวแทนชี้ถึงมูลค่าความเสียหาย - สามารถนำการศึกษาอื่นใด มาปรับใช้เท่าที่จำเป็น	- ความไม่เที่ยงตรงมีอยู่สูงมาก เพราะ WTP แปรผันโดยตรงกับรายได้ของผู้ตอบแบบสอบถาม บ่อยครั้งที่ผู้ตอบเป็นผู้มีรายได้สูง แต่ไม่ได้รับผลกระทบจากมลพิษ - เมื่อผู้ตอบมีอคติ ค่าที่ได้ย่อมเป็นค่าที่ไม่ถูกต้อง - ผลการศึกษามีความหลากหลาย และกระทำภายใต้ต่างสภาวะแวดล้อม
3. การประเมินค่าทางอ้อมโดยใช้ค่าแรงเป็นเกณฑ์ (Hedonic wage pricing, HWP)	เป็นการประเมินความสูญเสียในรูปรายได้อันได้แก่ ความสูญเสียจากผลิตภาพในการทำงาน และจากผลิตภาพในการพักผ่อนหลังทำงาน เมื่อเทียบกับผลิตภาพที่ได้จากคนมีสุขภาพแข็งแรงและสามารถปฏิบัติงานได้ในยามปกติ ทั้งนี้โดยถือเอารายได้ของผู้รับผลกระทบ	- ง่ายและสะดวก ถือว่าค่าแรงนั้นเป็นตัวแทนของมูลค่าที่ขาดหายไป	- บุคคลต่างอาชีพกัน ย่อมมีรายได้ในรูปของค่าแรงแตกต่างกัน

วิธีการประเมิน	นิยาม	ข้อดี	ข้อเสีย
	หรืออัตราค่าแรงมาตรฐานในตลาดแรงงานเป็นฐานในการคำนวณ		
4. การเปลี่ยนแปลงผลผลิตหรือผลิตภาพทางการผลิต (change in productivity , CiP)	เป็นการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการเปลี่ยนแปลงในผลิตภาพของทรัพยากรหรือผลผลิตที่น้อยลง โดยนำเอาปริมาณทรัพยากรที่เปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังการพัฒนาและดำเนินโครงการ ซึ่งก็คือการนำผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาคูณกับราคาตลาดหรือมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อหน่วยของทรัพยากรนั้น เช่น ป่าสัก หรือ ไม้ผล	- ถูกต้องตามเศรษฐศาสตร์โดยถือว่าทรัพยากรเป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยการผลิต การประเมินค่าจึงใช้เป็นตัวแทนค่าความเสียหายได้ - ง่ายและสะดวก ถือว่าทรัพยากรส่วนใหญ่สามารถอ้างอิงราคาตลาดได้	- ข้อมูลผลิตภาพของทรัพยากรธรรมชาตินั้นยังมีความไม่ถูกต้องอยู่สูง ถึงแม้ว่าจะได้ทำการทดลองดีมากก็ตาม เพราะผลิตภาพนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกหลายประการ - การเก็บข้อมูลในอดีตหรือการประมาณการข้อมูลในอนาคตของผลิตภาพนั้นมีความคลาดเคลื่อนสูง ข้อมูลบางอย่างไม่ได้เก็บไว้ เพราะปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่ได้รับความสนใจจากหน่วยงานรัฐหรือเอกชนแต่อย่างใด



รูปที่ 6.4-3 กรอบแนวคิดการคำนวณต้นทุนผลกระทบภายนอกรวม

ตารางที่ 6.4-7 External costs per ton of pollutant emitted in EU15

Pollutant	External cost	
	Euro* /ton	Baht/ton
CO_2	19	950
SO_2	2,939	146,950
NO_x	2,908	145,400
PM_{10}	11,723	586,150
NMVOC	1,124	56,150

* cost in 2000, 1 Euro ≈ 50 Baht

เงื่อนไขและสมมุติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ Benefit transfer ตามวิธีการทั้ง 4 ที่ได้กล่าวข้างต้นได้แสดงไว้ในตารางที่ 6.4 - 8 ผลการประเมินตามเงื่อนไขดังกล่าว แสดงดังตารางที่ 6.4 - 9 ซึ่งจะเห็นได้ว่าต้นทุนผลกระทบภายนอกของโรงไฟฟ้าลิกไนต์ของยุโรปที่ 5.8 ยูโรเซนต์/kWh (หรือ 2.14 บาท/kWh) นั้น เมื่อแปลงเป็นต้นทุนในกรณีของไทยจะมีค่าระหว่าง 0.2 ถึง 2.14 บาท/kWh ส่วนของโรงไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ (Combine cycle) นั้น ต้นทุนของยุโรปคือ 1.00 ยูโรเซนต์/kWh (หรือ 0.37 บาท/kWh) เมื่อแปลงเป็นของไทยจะมีค่าระหว่าง 0.04 บาท/kWh ถึง 0.37 บาท/kWh

ตารางที่ 6.4-8 เงื่อนไขและสมมุติฐานในการวิเคราะห์ Benefit transfer

เงื่อนไขการวิเคราะห์ benefit transfer	
แนวทางประเมิน	**เงื่อนไข/สมมุติฐาน**
1. Official exchange rate (OER)	■ 1 Euro = 36.93 บาท ในปี ค.ศ. 2000
2. Purchasing power parity index (PPPI)	■ 1 Euro = 13.734 บาท ในปี ค.ศ. 2000
3. Ratio of GDP per capita	■ GDP per capita (ค.ศ. 2000) Thailand 79,554 บาท/คน/ปี EU15 835,024 บาท/คน/ปี ■ พิจารณา จาก GDP per capita ratio โดยคำนึงถึง Income elasticity of Willingness to Pay (WTP) 2 ค่า: $\eta = 1$ และ $\eta = 0.4$ ■ กรณี $\eta = 1$ GDP per capita ratio = 3.518373 ■ กรณี $\eta = 0.4$ GDP per capita ratio = 25.2372

ตารางที่ 6.4-9 Adjusted external costs for different electricity systems in Thailand

Types of Electricity System	External Cost (€cent/kWh)	Adjusted External Cost (Baht/kWh)			
		OER	PPPI	Ratio of GDP per capita	
				$\eta = 1$	$\eta = 0.4$
Lignite (Thermal)	5.80	2.14	0.80	0.20	1.46
Hard Coal (Thermal)	4.10	1.51	0.56	0.14	1.03
Oil (Thermal)	4.80	1.77	0.66	0.17	1.21
Oil (Combine Cycle)	1.60	0.59	0.22	0.06	0.40
Natural Gas (Thermal)	1.60	0.59	0.22	0.06	0.40
Natural Gas (Combine Cycle)	1.00	0.37	0.14	0.04	0.25
Nuclear	0.19	0.07	0.03	0.01	0.05
Hydro	0.05	0.02	0.01	0.00	0.01
Solar (S. Europe)	0.28	0.10	0.04	0.01	0.07
Wind (Onshore)	0.09	0.03	0.01	0.00	0.02
Wind (Offshore)	0.12	0.04	0.02	0.00	0.03

ในกรณีที่วิเคราะห์โดย Emission factor เป็นฐานสำหรับประเทศไทย สามารถแบ่งประภทโรงไฟฟ้าเป็น 3 กรณี ดังนี้

1. โรงไฟฟ้าลิกไนต์ ซึ่งค่า Emission factors ประกอบด้วย ดังนี้

กรณีที่ 1 ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยโดยตรงในปี 2006

กรณีที่ 2 ค่าเฉลี่ยในช่วง 4 ปี ระหว่างปี 2001-2004 ของ CO2, SO2, NOx และ PM10 ซึ่งเป็นผลการศึกษาในวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

กรณีที่ 3 ค่าเฉลี่ยในช่วง 2 ปี ระหว่างปี 2005-2006 ของ SO2 และ NOx ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณค่าการปล่อยมลพิษของคณะทำงานศึกษาการจัดเก็บค่าการปล่อยมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนค่า CO2 และ PM10 ใช้ค่าเดียวกันกับปี 2001-2004 เนื่องจากไม่มีข้อมูลและไม่น่าจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2. ถ่านหินนำเข้าจากประเทศออสเตรเลียหรืออินโดนีเซีย ที่มีการนำมาใช้งานที่ โรงไฟฟ้า BLCP จ.ระยอง โดยใช้ค่า Emission factors 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ใช้ข้อมูลที่ปรากฏใน EIA (กำลังการผลิตรวม 1,400 MW)

กรณีที่ 2 ใช้ข้อมูลการเดินเครื่องจักรในช่วงเดือน กุมภาพันธ์-มิถุนายน 2550 ตามรายงานของบริษัทใน Website: www.blcp.co.th (เฉลี่ยข้อมูลรายเดือน)

3. โรงไฟฟ้า Combined cycle ที่ บางปะกง โดยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งค่า Emission

factor ได้ใช้ค่า เฉลี่ยในรอบ 4 ปี ตั้งแต่ปี 2001-2004 จากผลการศึกษาในวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 6.4-10 Adjusted external costs per ton of pollutant emitted in Thailand

Pollutant	External Cost ($€_{2000}$/ton)	Adjusted External Cost (Baht/ton)			
		OER	PPPI	Ratio of GDP per capita	
				$\eta = 1$	$\eta = 0.4$
CO_2	19	702	261	67	480
SO_2	2,939	108,543	40,364	10,340	74,172
NO_x	2,908	107,399	39,938	10,231	73,390
PM10	11,723	432,955	161,004	41,246	295,857
NMVOC	1,124	41,512	15,437	3,955	28,367

ตารางที่ 6.4-11 Adjusted external costs for different power plants in Thailand

Plant Name	Type	Emission factor (g/kWh)				Adjusted External Cost (Baht/kWh)			
		CO_2	SO_2	NOx	PM10	OER	PPPI	Ratio of GDP per capita	
								$\eta = 1$	$\eta = 0.4$
Mae Moh	Lignite – Thermal								
กรณีที่ 1 ข้อมูลจาก กฟผ. ปี 2006	Lignite – Thermal	740*	1.50	3.68	0.10	1.12	0.42	0.11	0.77
กรณีที่ 2 ค่าเฉลี่ย ระหว่างปี 2001-2004	Lignite - Thermal	1,080	1.30	2.80	0.10	1.24	0.46	0.11	0.86
กรณีที่ 3 ค่าเฉลี่ย ระหว่างปี 2005-2006	Lignite - Thermal	1,080	1.80	3.29	0.10	1.35	0.50	0.12	0.92
ค่าเฉลี่ยระหว่างปี 2001-2006						1.3	0.48	0.115	0.89
BLCP TH	Imported Coal - Thermal								
กรณีที่ 1 ข้อมูล EIA	Imported Coal - Thermal	872	2.62	1.75	NA	1.08	0.41	0.11	0.74
กรณีที่ 2 ข้อมูลเดินเครื่องจริงจากบริษัท	Imported Coal - Thermal	872	1.26	1.20	NA	0.88	0.33	0.08	0.60
Bang Pakong	Natural Gas - CC	451	0	0.9-2.0**	0	0.42-0.53	0.16-0.20	0.04-0.05	0.29-0.37

Plant Name	Type	Emission factor (g/kWh)				Adjusted External Cost (Baht/kWh)			
		CO_2	SO_2	NOx	PM10	OER	PPPI	Ratio of GDP per capita	
								$\eta = 1$	$\eta = 0.4$
ค่าเฉลี่ย						0.475	0.18	0.045	0.33

หมายเหตุ * ตัวเลข CO2 นี้น่าจะต่ำเกินไป เมื่อเทียบกับกรณีถ่านหินคุณภาพดี และใช้เทคโนโลยีชั้นสูงที่อยู่ในช่วง 755-807 g/kWh

** ค่า emission factor ของ NOx กรณี uncontrolled = 2.0 g/kWh กรณีใช้ low NOx burner = 0.9 g/kWh

ผลการประเมินโดยใช้ วิธี Benefit transfer โอนค่า External cost per ton of emission ที่ระบุเป็นเงินยูโรในโครงการ ExternE ของยุโรปมาเป็น External cost per ton of emission เป็นเงินบาท ดังแสดงตารางที่ 6.4-10 แล้วคูณด้วยค่า Emission factor ของโรงไฟฟ้าของไทย แสดงดังตารางที่ 6.4-11

6.4.2.3 ผลการประเมินต้นทุนผลกระทบภายนอกโดยการคิดค่าทางเศรษฐศาสตร์จากผู้ได้รับผลกระทบโดยตรง

การประเมินต้นทุนผลกระทบภายนอกโดยการคิดค่าทางเศรษฐศาสตร์จากผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงในการศึกษานี้ ใช้การผลิตไฟฟ้าจากโรงงานไฟฟ้าที่ใช้ลิกไนท์และใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง และ จ.ราชบุรี ตามลำดับ ด้วยเหตุผลที่ว่า หากมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนจะเป็นการทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ผลิตไฟฟ้า ซึ่งเชื้อเพลิงหลักที่ใช้ในปัจจุบันคือ ลิกไนท์และก๊าซธรรมชาติ โดยเฉพาะในกรณีของลิกไนท์ที่มีผลกระทบภายนอกที่เห็นได้ชัด ผลกระทบภายนอกในที่นี้จะครอบคลุม 3 ด้าน ดังนี้

- ด้านความเสียหายต่อสุขภาพซึ่งแบ่งเป็นค่าความยินดีที่จะจ่ายเพื่อการไม่เจ็บป่วยและความยินดีที่จะจ่ายเพื่อการมีชีวิตที่ยืนยาว
- ด้านความเสียหายต่อป่าสักและ
- ด้านความเสียหายต่อไม้ผล

(1) ความทั่วไปเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าที่ศึกษา

โรงไฟฟ้าแม่เมาะ

โรงไฟฟ้าและเหมืองลิกไนต์แม่เมาะมีพื้นที่เต็มโครงการประมาณ 150 ตารางกิโลเมตร เริ่มผลิตไฟฟ้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 โดยปัจจุบันมีหน่วยผลิตไฟฟ้ารวม 13 หน่วยมีกำลังการผลิตติดตั้งทั้งหมด 2,625 MW และใช้ถ่านลิกไนต์ที่บดเป็นผง (Pulverized) ประมาณ 20 ล้านตันต่อปี โรงไฟฟ้าทั้งหมดยกเว้น 3 หน่วยแรก (หยุดดำเนินการแล้ว) มีระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Flue gas desulphurization, FGD) ลิกไนต์ที่ใช้มีคุณภาพต่ำ โดยมีปริมาณซัลเฟอร์ 2-3% โดยปริมาตร ผลกระทบภายนอกส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นจึงเป็นผลกระทบทางอากาศอันเนื่องมาจากก๊าซมลพิษประเภทซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ฝุ่นแขวนลอย (Total suspended solid, TSP) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และโอโซน (O_3) ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนภายในโรงไฟฟ้าและบริเวณใกล้เคียง ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของสวนป่าสักและของไม้ผลที่อยู่รอบๆ

โรงไฟฟ้าราชบุรี

โรงไฟฟ้าราชบุรีตั้งอยู่ในเนื้อที่ 200 ไร่ ณ หมู่บ้านหนองรัก จ.ราชบุรี ประกอบด้วยโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combined cycle) 3 โรงและโรงไฟฟ้าพลังความร้อน (Thermal) 2 โรง รวมกำลังผลิตติดตั้ง 4,500 MW เชื้อเพลิงที่ใช้คือก๊าซธรรมชาติ ซึ่งถึงแม้ว่าเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาดมากเมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงฟอสซิลอื่น ๆ แต่การเผาก๊าซธรรมชาติก็ยังมีการปล่อยมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ เช่น NO_x และอนุภาคขนาด 10 ไมครอน (PM_{10})

(2) มูลค่าความเสียหายอันเกิดแก่สุขภาพ

จำนวนผู้ได้รับผลกระทบและประเภทของการเจ็บป่วย

คณะผู้วิจัยได้อ้างอิงผลงานวิจัยของนันทวรรณและคณะผู้เชี่ยวชาญจากวิทยาลัยสาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ศึกษาผลกระทบด้านสุขภาพในพื้นที่อำเภอแม่เมาะในช่วงปี 2537-2544 และการศึกษาต่อเนื่องไปข้างหน้า (Longitudinal study) ซึ่งได้แสดงจำนวนประชากรที่ได้รับผลกระทบและประเภทของการเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากมลพิษทางอากาศของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ดังแสดงในตารางที่ 6.4-12 ส่วนจำนวนผู้ป่วยอันเกิดจากโรงไฟฟ้าก๊าซธรรมชาตินั้นยังไม่มีรายงานวิจัย ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้ประมาณการจำนวนผู้ป่วยโดยสมมุติว่าเด็กจำนวนประมาณ 5 คน มีโอกาสเป็นโรคทางเดินหายใจได้

ตารางที่ 6.4-12 จำนวนประชากรที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศจากโรงไฟฟ้า

จำนวนประชากร	โรงไฟฟ้าถ่านหิน[1]		โรงไฟฟ้าพลังก๊าซธรรมชาติ[2]	
	ป่วย	รวม	ป่วย	รวม

จำนวนประชากร	โรงไฟฟ้าถ่านหิน[1]		โรงไฟฟ้าพลังก๊าซธรรมชาติ[2]	
	ป่วย	รวม	ป่วย	รวม
การรับเป็นคนไข้ใน รพ.				
โรคระบบทางเดินหายใจ	793	4,643	5	872
โรคหลอดเลือดหัวใจ	-	-	-	-
โรคหัวใจล้มเหลว	-	-	-	-
เข้าห้องฉุกเฉิน				
โรคระบบทางเดินหายใจ	139	814	-	-
อาการของโรคหอบหืด				
โรคหืด	338	1,979	-	-
ไอมี/ปราศจากเสมหะ รวมถึงโรคทางเดินหายใจ	5,058	29,618	-	-
โรคทางเดินหายใจ: การเจ็บป่วยเรื้อรัง				
โรคหายใจติดขัดแบบเฉียบพลัน	-	-	-	-
ไอเรื้อรัง	361	2,114	-	-
ยอดรวม	6,689	39,168	5	872

ที่มา (1) นันทวรรณและคณะ พ.ศ. 2545 หน้า 5-5, 5-19

(2) Institute of Environment, CU page 3-92.

ความยินดีที่จะจ่าย (WTP) สำหรับการมีสุขภาพแข็งแรงของประชาชนที่อยู่รอบโรงไฟฟ้า

ในประเทศไทย ยังไม่ปรากฏมีการศึกษาในหัวข้อความยินดีที่จะจ่ายสำหรับการมีสุขภาพแข็งแรงของประชาชนที่อยู่รอบโรงไฟฟ้า แต่เป็นที่ยอมรับในงานวิจัยหลาย ๆ รายว่า ความยินดีที่จะจ่ายมีค่าเป็น 2 เท่าของค่ารักษาพยาบาล คณะผู้วิจัยจึงได้ประเมินความยินดีที่จะจ่ายสำหรับการมีสุขภาพแข็งแรงของประชาชนเป็น 2 เท่าของค่ารักษาพยาบาลที่ได้จ่ายจริง ดังแสดงในตารางที่ 6.4 - 13 ซึ่งพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วความยินดีที่จะจ่ายเพื่อให้มีสุขภาพแข็งแรงสำหรับประชาชนผู้เจ็บป่วยที่อยู่โดยรอบโรงไฟฟ้าลิกไนต์คือ 67,530 บาทต่อคนต่อครั้ง ซึ่งจะใช้เป็นตัวเลขสำหรับผู้ป่วยรอบโรงไฟฟ้าราชบุรีด้วย

ตารางที่ 6.4-13 ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อมีสุขภาพแข็งแรงของประชาชนที่อยู่รอบโรงไฟฟ้า

อาการป่วยจากมลพิษ	จำนวนผู้ป่วย (คน)	มูลค่ารวม (บาทต่อปี)
การรับเป็นคนไข้ใน รพ.		
โรคระบบทางเดินหายใจ	793	203,596,406

อาการป่วยจากมลพิษ	จำนวนผู้ป่วย (คน)	มูลค่ารวม (บาทต่อปี)
โรคหลอดเลือดหัวใจ	-	-
โรคหัวใจล้มเหลว	-	-
เข้าห้องฉุกเฉิน		-
โรคระบบทางเดินหายใจ	139	946,034
อาการของโรคหอบหืด		-
โรคหอบหืด	338	277,160
ไอมี/ปราศจากเสมหะ รวมถึงโรคทางเดินหายใจ	5,058	237,240,432
โรคทางเดินหายใจ: การเจ็บป่วยเรื้อรัง		-
โรคหายใจติดขัดแบบเฉียบพลัน	-	-
ไอเรื้อรัง	361	9,650,252
ยอดรวม	6,689	451,710,284
บาทต่อคนต่อปี	-	67,530

ความยินดีที่จะจ่ายสำหรับการมีชีวิตยืนยาวของประชาชนที่อยู่รอบโรงไฟฟ้า

เนื่องจากประเทศไทยยังไม่ปรากฏว่ามีการศึกษาในหัวข้อความยินดีที่จะจ่ายสำหรับการมีชีวิตยืนยาวของประชาชน ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้อาศัยมูลค่าทางสถิติของการมีชีวิตยืนยาว (Value of Statistical Life: VOSL) ของ ExternE คือ 2.6 ล้าน ECU ในปี 1995 มาปรับด้วยอัตราเงินเฟ้อ 5% ต่อปีเป็นค่า VOSL ของคนไทย ซึ่งทำให้ที่อัตราแลกเปลี่ยน 45 บาทต่อ ECU ค่า VOSL ของคนไทยคือ 200 ล้านบาทต่อคน สำหรับคนที่มีอายุ 40 ปีขึ้นไป ค่า VOSL นี้ถือเป็นค่าความยินดีที่จะจ่ายเพื่อการมีชีวิตที่ยืนยาว (Willingness to pay for immortality) อย่างไรก็ตาม อาจมีข้อโต้แย้งได้ว่าค่าดังกล่าวน่าจะสูงเกินไปเนื่องจากค่าครองชีพของยุโรปสูงกว่าของประเทศไทยมาก แต่ในขณะเดียวกันค่าครองชีพก็ไม่ควรสะท้อนความยินดีที่จะจ่ายในสัดส่วนที่คงที่และอัตราเสี่ยงของการเสียชีวิตในการอาศัยอยู่รอบโรงไฟฟ้าของสหภาพยุโรปก็ต่ำกว่าของประเทศไทยมาก

ตารางที่ 6.4 -14 แสดงผลการคำนวณค่า VOSL ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยที่อาศัยโดยรอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะและโรงไฟฟ้าราชบุรี โดยแบ่งประชากรออกเป็น 3 กลุ่มตามอายุ โดยสรุปแล้วความยินดีที่จะจ่ายสำหรับการมีชีวิตยืนยาวต่อปี (Value of Life Year หรือ VOLY) 9.186 ล้านบาทต่อคนโดยเฉลี่ย

ตารางที่ 6.4-14 ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อให้มีชีวิตยืนยาวของประชาชนที่อยู่รอบโรงไฟฟ้า

รายละเอียด	อายุของผู้ป่วย (a, ปี)		
	a <= 10	10 < a < 40	a >= 40
จำนวนประชากรผู้ป่วย (คน)[1ก]	2,538	2,405	1,746
น้ำหนักของ VOSL[2]	1.26	1.14	1
$VOSL_a$ (ล้านบาทต่อคน)[ข]	252	228	200
อายุยืน (I-a-1,ปี)[ค]	60	45	30
มูลค่าปัจจุบันคิดลดสะสม (ปี)	28.5060	25.2543	20.1885
VOLY (ล้านบาทต่อคนต่อปี)	8.8402	9.028	9.907
เฉลี่ย (ล้านบาทต่อคนต่อปี)	9.186		

ที่มา (1) นันทวรรณและคณะ พ.ศ. 2545

(2) Holgate et. Al., 1999; pp. 926.

หมายเหตุ (ก) ข้อมูลจริงสำหรับโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

(ข) ให้มีค่าเท่ากับ 5,350,440 หรือ ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อมีชีวิตยืนยาว

(ค) อายุเฉลี่ยของคนไทยหรือ I มีค่าเท่ากับ 71.41 ปี (www.boi.go.th)

(ง) อายุคิดลดสะสมด้วยอัตราลดร้อยละ 3 ต่อปี

<u>มูลค่าความเสียหายรวมต่อชีวิตและสุขภาพ</u>

มูลค่าความเสียหายรวมต่อชีวิตและสุขภาพของการอาศัยอยู่รอบโรงไฟฟ้า คือผลรวมของความยินดีที่จะจ่ายสำหรับการมีสุขภาพแข็งแรงและความยินดีที่จะจ่ายสำหรับการมีชีวิตยืนยาวดังแสดงในตารางที่ 6.4 – 15 ทั้งนี้ ในการวิเคราะห์นี้ถือว่าผู้ป่วยพร้อมที่จะจ่ายเต็มมูลค่าความยินดีที่จะจ่ายดังที่กำหนดไว้ ส่วนผู้อาศัยรอบโรงไฟฟ้าที่ไม่ได้ป่วยจะยินดีที่จะจ่ายตามสัดส่วนอัตราเสี่ยง

โดยสรุป ความเสียหายรวมต่อชีวิตและสุขภาพอันเกิดจากโรงไฟฟ้าลิกไนต์และโรงไฟฟ้าก๊าซคือ 6.5540 และ 0.0147 บาทต่อหน่วย ตามลำดับ

ตารางที่ 6.4-15 การคำนวณมูลค่าความเสียหายต่อชีวิตและสุขภาพต่อหน่วยไฟฟ้า

รายละเอียด	โรงไฟฟ้าแม่เมาะ ถ่านลิกไนต์	โรงไฟฟ้าราชบุรี ก๊าซธรรมชาติ
กำลังปริมาณไฟฟ้าที่ติดตั้ง (MW)	2,625	1,400
ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตจริงใน 1 ปี (GWh)[(ก)]	17,240	6,439

รายละเอียด	โรงไฟฟ้าแม่เมาะ ถ่านลิกไนต์	โรงไฟฟ้าราชบุรี ก๊าซธรรมชาติ
ผู้ป่วย	6,689	5
-ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อจะไม่เจ็บป่วย (ล้านบาท) (ข)	451.7	0.3
-ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อการมีชีวิตยืนยาว (ล้านบาท) (ค)	61,446.2	45.9
อัตราเสี่ยง	0.17	0.006
ผู้ไม่ได้ป่วย	32,479	867
-ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อจะไม่เจ็บป่วย (ล้านบาท) (ข)	372.9	0.4
-ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อการมีชีวิตยืนยาว (ล้านบาท) (ค)	50,720.8	47.8
รวมผู้อาศัยรอบโรงไฟฟ้า	39,168	872
-ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อจะไม่เจ็บป่วย (ล้านบาท)	824.6	0.7
-ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อการมีชีวิตยืนยาว (ล้านบาท)	112,167.0	93.7
รวมผู้อาศัยรอบโรงไฟฟ้า		
-ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อจะไม่เจ็บป่วย (บาทต่อ kwh)	0.0478	0.0001
-ความยินดีที่จะจ่ายเพื่อการมีชีวิตยืนยาว (บาทต่อ kwh)	6.5062	0.0146
มูลค่าความเสียหายต่อชีวิตและสุขภาพ (บาท/kWh)	6.5540	0.0147

หมายเหตุ (ก) ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตของโรงไฟฟ้าแม่เมาะเป็นยอดจริง แต่โรงไฟฟ้าราชบุรีได้มาจากการคำนวณ โดยใช้ Load factor=75% และ Plant factor=70%

(ข) ตารางที่ 6.4-13

(ค) ตารางที่ 6.4-14

(3) ความเสียหายต่อสวนป่าสัก

พื้นที่ อ.แม่เมาะ เป็นพื้นที่เป้าหมายของกรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในการส่งเสริมการปลูกไม้สักตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511 โดยได้กำหนดพื้นที่ปลูกรวม 3,200 เฮกตาร์ (หรือ 20,160 ไร่) แต่ได้มีการปลูกจริงจนถึงปี 2528 จำนวน 2,859.30 เฮกตาร์ (18,013 ไร่) โดยปกติไม้สักเป็นพืชที่มีความแข็งแรงปานกลาง มีความทนทานสูงต่อสภาพดินฟ้าอากาศและต่อการรบกวนจากแมลงและเห็ดรา อย่างไรก็ตามภาวะฝนกรด (acid rain) อันเกิดจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะทำให้มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของไม้สักซึ่งส่งผลให้ปริมาณเนื้อไม้ที่ได้ต่ำกว่าปกติ คณะผู้วิจัยจึงได้นำเอาการเปลี่ยนแปลงปริมาตรเนื้อไม้สักดังกล่าวมาประเมินปริมาณทางเศรษฐศาสตร์ การประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์ของไม้สักใช้ราคาที่เที่ยงธรรม โดยอ้างอิงราคาประมูลไม้ของกลางที่ได้กระทำโดยสำนักงานอนุรักษ์และพัฒนาสวนป่าในจังหวัดแม่ฮ่องสอนในปี 2549 ซึ่งมีค่าประมาณ 11,886.86 บาทต่อ ลบ.ม. (ราคาที่สูงพอเหมาะกับไม้สักซึ่งเป็นไม้ที่มีคุณค่าในการก่อสร้าง)

ส่วนการประเมินปริมาณเนื้อไม้สักที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากภาวะฝนกรดนั้นอาศัยดัชนีจำแนกชั้นคุณภาพของสวนป่าสักที่พัฒนาโดยนักวิชาการป่าไม้ซึ่งใช้ความสูงเฉลี่ยของต้นไม้เมื่อมีอายุ 30 ปีเป็นดัชนีคุณภาพปานกลางแล้วแบ่งออกเป็น 5 ชั้นคุณภาพย่อยตามสภาพพื้นที่คือ เลวมาก เลว ปานกลาง ดี และดีมาก (มีค่า SI เป็น 10, 15, 20, 25 และ 30 ตามลำดับ) ทั้งนี้ปริมาตรไม้สักที่จำแนกตามดัชนีชั้นคุณภาพดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 6.4 - 16

ตารางที่ 6.4-16 ปริมาตรไม้สักจำแนกตามดัชนีชั้นคุณภาพพื้นที่และอายุ

ดัชนีชั้นคุณภาพพื้นที่ (SI)	อายุ (ปี)	จำนวน (ต้นต่อเฮกตาร์)	ปริมาตรของไม้สัก (ลบม.ต่อเฮกตาร์)	Yield (ลบ.ม./เฮกเตอร์/ปี)
10	10	609	0	1.0597
	20	552	14.149	
	30	469	31.792	
15	10	572	1.655	2.8472
	20	468	58.55	
	30	412	85.416	
20	10	538	26.858	4.6347
	20	420	102.951	
	30	361	139.041	
25	10	506	51.954	6.4222
	20	377	147.245	
	30	317	192.665	
30	10	476	77.157	8.2096
	20	338	191.645	
	30	278	246.289	

ที่มา: คัดย่อมาจาก กรมป่าไม้และอื่นๆ, 2535, หน้า 224.

ในการประเมินมูลค่าความสูญเสียของสวนป่าสักใน อ. แม่เมาะ นั้นแยกแสดงออกเป็น 3 กรณี โดยให้ไม้สักอายุ 30 ปี มีความเจริญเติบโตตามสภาพแวดล้อมที่สมบูรณ์เป็นค่ามาตรฐาน และนำมาเทียบกับไม้สักอายุ 30 ปี เช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 6.4 - 17

ตารางที่ 6.4-17 มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของไม้สักที่สูญเสียในบริเวณรอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

SI	Yield (ลบ.ม./เฮกตาร์/ปี)	ปริมาตรสูญเสีย (ลบ.ม.ต่อปี) [ก]	มูลค่าสูญเสีย[ข] (ล้านบาทต่อปี)	มูลค่าสูญเสีย[ค] (บาทต่อ kwh)
10	1.0597	20,444	243.01	0.0141
15	2.6866	15,333	182.26	0.0106

SI	Yield (ลบ.ม./เฮกตาร์/ปี)	ปริมาตรสูญเสีย (ลบ.ม.ต่อปี) (ก)	มูลค่าสูญเสีย(ข) (ล้านบาทต่อปี)	มูลค่าสูญเสีย(ค) (บาท ต่อ kwh)
20	4.6347	10,222	121.5	0.0070
25	6.4222	5,111	60.79	0.0035

หมายเหตุ (ก) คิดเทียบกับกรณี SI=30 ที่มีอัตราเติบโต 8.2096 ลบ.ม.ต่อเฮกตาร์ต่อปี

(ข) กำหนดให้ไม้สักมีมูลค่า 11,886.86 บาทต่อลบ.ม.

(ค) คิดเทียบจากปริมาณไฟฟ้าที่ผลิต 17,240 ล้านหน่วย

จากตารางข้างต้น แสดงให้เห็นว่าจากพื้นที่ ๆ ปลูกป่าสักได้จริงจำนวน 2,859.30 เฮกเตอร์ ใน อ.แม่เมาะ ระหว่างปี 2511 – 2528 (กรมป่าไม้ ก.เกษตรฯ) หากใช้อัตราเจริญเติบโตในกรณีที่ดินมีคุณภาพเสื่อมลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ดินอุดมสมบูรณ์ (SI = 30) สภาพของดินในพื้นที่สวนป่าสักที่ได้รับผลกระทบจัดอยู่ในกรณี SI = 10 ผลการสูญเสียของทรัพยากรป่าไม้สักจะมีมูลค่าประมาณ 0.0141 บาทต่อหน่วยไฟฟ้า ในขณะที่โรงไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติก่อผลกระทบต่อสภาพดินน้อยมาก

(4) การประเมินความเสียหายต่อไม้ผล

ชาวบ้านในพื้นที่ อ.แม่เมาะมีการปลูกไม้ผลในบริเวณที่อยู่อาศัยหลายประเภท อาทิ มะม่วง มะขาม มะละกอ น้อยหน่า ฝรั่ง ลำไย และขนุน เช่นเดียวกับสวนป่าสัก ผลิตภาพของไม้ผลก็ได้รับผลกระทบจากมลพิษที่ปลดปล่อยจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ การประเมินมูลค่าความเสียหายของไม้ผลนั้นใช้หลักการเปลี่ยนแปลงผลิตภาพของผลผลิตในทำนองเดียวกับไม้สัก ซึ่งเมื่อนำผลคูณของผลไม้ราคาขายส่งที่คาดว่าจะขายได้ในระยะเวลา 18 ปีกับจำนวนครอบครัวที่ประมาณว่ามีการปลูกไม้ผลทั้ง 7 ประเภทจำนวน 5,000 ครอบครัวมาหารด้วยจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตจะได้เป็นต้นทุนความเสียหายด้านไม้ผลต่อหน่วยไฟฟ้า ซึ่งได้แก่ 0.0021 บาท/kWh (ตารางที่ 6.4 - 18)

(5) มูลค่าผลกระทบภายนอกรวม

มูลค่าผลกระทบภายนอกรวมในการศึกษานี้คือผลรวมของความเสียหายทางด้านสุขภาพ (ด้านสังคม) ความเสียหายอันเกิดแก่ป่าสักและความเสียหายกับไม้ผลแสดงได้ดังตารางที่ 6.4 – 19 โดยที่มูลค่าผลกระทบภายนอกในกรณีโรงไฟฟ้าลิกไนต์และโรงไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติคือ 6.5702 และ 0.0147 บาท/kWh ตามลำดับ ทั้งนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า มูลค่าความเสียหายภายนอกเกือบทั้งหมดเป็นทางด้านสุขภาพ

อย่างไรก็ตาม การประเมินผลประโยชน์ภายนอก (Externality benefits) ของการใช้พลังงานหมุนเวียนอันเนื่องมาจากการทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อผลิตไฟฟ้านั้น จำเป็นต้องกำหนดสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลของประเทศ ซึ่งปัจจุบัน สัดส่วนดังกล่าวคือ 17% และ 75% สำหรับลิกไนต์และก๊าซธรรมชาติ ตามลำดับ ดังนั้น ในที่นี้จึงได้คำนวณมูลค่า

ผลกระทบภายนอกภายใต้ Scenario ต่าง ๆ ซึ่งขึ้นกับสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงดังกล่าว ดังตารางที่ 6.4 – 20 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในกรณีที่ใช้ลิกไนต์และก๊าซธรรมชาติในสัดส่วน 20:80 (ซึ่งใกล้เคียงกับสัดส่วนปัจจุบัน) มูลค่าผลกระทบภายนอกคือ 1.3258 บาท/kWh

6.4.2.4 สรุปผลการประเมินผลกระทบภายนอก

ในการศึกษานี้ ได้มีการประเมินผลกระทบภายนอกของการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (ลิกไนต์กับก๊าซธรรมชาติ) โดยใช้ 2 แนวทางหลัก ได้แก่

(1) วิธี Benefit transfer analysis ซึ่งอาศัยข้อมูล 2 ชุด จากผลการศึกษาของ ExternE-Pol เป็นฐานอ้างอิง ได้แก่ Total external cost of different electricity systems และ External cost per ton of pollutant emitted แล้วนำมาคูณกับตัวปรับค่าต่าง ๆ (Official Exchange Rate หรือ OER, Purchasing Power Parity Index หรือ PPPI และ Ratio of GDP per capita โดยใช้ค่า Income Elasticity of Willingness to Pay (η) ที่ 1 และ 0.4

(2) วิธีประเมินต้นทุนผลกระทบด้วยการคิดมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของความเสียหายอันเกิดแก่ผู้ได้รับผลกระทบโดยตรง

ผลการประเมินตาม 2 แนวทางดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 6.4 -21 โดยแสดงทั้งกรณีที่ผลิตไฟฟ้าจากลิกไนต์ 100% และจากก๊าซธรรมชาติ 100% และกรณีที่ผลิตในสัดส่วน 20:80 (ลิกไนต์:ก๊าซธรรมชาติ)

ตารางที่ 6.4-18 การประมาณมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของไม้ผลใน อ. แม่เมาะ จ.ลำปาง

ลำดับที่	ประเภทไม้ผลที่ปลูก	จำนวน[ก] (ต้นต่อครอบครัว)	จำนวนต้นใน อ. แม่เมาะ[ข]	ผลไม้ที่เก็บได้ กก.ต่อต้นต่อปี [ก]	ผลไม้ที่เก็บได้ กก.ต่อปี	ราคาขายส่ง[ก] (บาทต่อกก.)	มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ (ล้านบาท)
1	มะม่วง	7	35,000	75	2,625,000	5	13.125
2	มะขาม	5	25,000		0		
3	มะละกอ	5	25,000		0		
4	น้อยหน่า	5	25,000	40	1,000,000	5	5
5	ฝรั่ง	5	25,000	70	1,750,000	2.5	4.375
6	ลำไย	3	15,000	200	3,000,000	10	30
7	ขนุน	3	15,000	25	375,000	2.5	0.9375
					ต้นทุนความเสียหาย (ล้านบาท)		53.4375
					อัตราร้อยละของมูลค่าเพิ่ม		0.6833
					มูลค่าเพิ่ม (ล้านบาท)		36.514
					ปริมาณกระแสไฟฟ้า (GWh)		17,240
					มูลค่าความเสียหาย (บาทต่อKWh)		0.0021

หมายเหตุ (ก) อ้างแล้ว ดูตาราง 6.4-8

(ข) สมมติให้จำนวนครอบครัวมีค่าเท่ากับ 5,000 ครอบครัว เนื่องจากตามสมุดรายงานสถิติจังหวัดแสดงจำนวนครอบครัว 3,606, 12,211 และ 13,582 ในปี พ.ศ. 2524 พ.ศ. 2535 และ พ.ศ. 2545 ตามลำดับใน อ.แม่เมาะ

ตารางที่ 6.4-19 มูลค่าผลกระทบภายนอกรวม

บาทต่อ kWh

ผลกระทบภายนอก	ประเภทโรงไฟฟ้า	
	ถ่านลิกไนต์	ก๊าซธรรมชาติ
ความเสียหายทางด้านสุขภาพ [(1),]	6.5540 (99.75%)	0.0147 (100.00%)
ความเสียหายอันเกิดกับสวนป่าสัก [(2)]	0.0141 (0.21%)	- (0.00%)
ความเสียหายกับพืชผลทางการเกษตร [(3)]	0.0021 (0.03%)	- (0.00%)
ผลกระทบภายนอกรวม	6.5702 (100.00%)	0.0147 (100.00%)

ที่มา ผลการศึกษา

หมายเหตุ (1) อ้างอิง ตารางที่ 6.4-15

(2) อ้างอิง ตารางที่ 6.4-17

(3) อ้างอิง ตารางที่ 6.4-18

ตารางที่ 6.4-20 ผลกระทบภายนอกเฉลี่ยของการผลิตไฟฟ้าจากลิกไนต์และก๊าซธรรมชาติ

บาทต่อ kWh

Scenario	สัดส่วน ถ่านลิกไนต์:ก๊าซธรรมชาติ	มูลค่า
กรณีที่ 1 (high)	**100:0**	**6.5702**
	90:10	5.9147
	80:20	5.2591
	70:30	4.6036
กรณีที่ 3 (medium)	**60:40**	**3.9480**
	50:50	3.2925
	40:60	2.6369
	30:70	1.9814
กรณีที่ 2 (low)	**20:80**	**1.3258**
	10:90	0.6703
	0:100	0.0147

ที่มา ผลการศึกษา

ตารางที่ 6.4-21 สรุปผลการประเมินผลกระทบภายนอกโดยวิธีต่าง ๆ

Benefit Transfer Analysis					
Based on total system external cost of ExternE-Pol					
	Adjusted External Cost (Baht/kWh)				
				Ratio of GDP per capita	
Type of System	**EU***	**OER**	**PPPI**	**η= 1**	**η= 0.4**
● Lignite	5.80	2.14	0.8	0.20	1.46
● Natural gas (Combined Cycle)	1.00	0.37	0.14	0.04	0.25
● Weighted mean* (20:80)	-	0.72	0.27	0.10	0.49
* Eurocent/kWh in 2000					
Based on external cost per ton of emission with emission factors of Thai power plants					
	Adjusted External Cost (Baht/kWh)				
				Ratio of GDP per capita	
Type of System	**OER**		**PPPI**	**η= 1**	**η= 0.4**
● Lignite (Mae Moh)	1.3		0.48	0.115	0.89
● Natural gas (Bang pakong)	0.475		0.18	0.045	0.33
● Weighted mean (20:80)	0.64		0.24	0.059	0.442
ประเมินโดยคิดมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของความเสียหายของผู้ได้รับผลกระทบโดยตรง (Baht/kWh)					
	ลิกไนต์ 100%		**ก๊าซฯ 100%**	**ลิกไนต์/ก๊าซฯ = 20/80**	
● **มูลค่าผลกระทบรวม**	**6.57**		**0.015**	**1.33**	

จากผลการประเมินโดยวิธีต่างๆพบว่า การประเมินโดยคิดมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของความเสียหายของผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงยังมีความไม่แน่นอนสูง เนื่องจากข้อมูลผลกระทบโดยตรงนั้นยังไม่สมบรูณ์ และต้องอาศัยข้อมูลจากต่างประเทศเกี่ยวกับความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to pay) ของต่างประเทศ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมากกับกรณีประเทศไทย

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเชื่อถือค่าการประเมินโดยวิธีการโอนค่าจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือในกรณีนี้คือ ผลการศึกษาจาก ExternE จะมีความเหมาะสมกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีที่ใช้ข้อมูลทางด้าน Emission factor ของโรงไฟฟ้าของไทยเป็นเกณฑ์ นอกจากนี้การใช้วิธีปรับค่าโดยใช้ Purchasing Power Parity index (PPPI) ยังจะสามารถสะท้อนอำนาจการซื้อที่แท้จริง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงสรุปว่า ควรใช้ผลกระทบสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลของไทย โดยใช้การปรับค่าจากโครงการ ExternE ผสมผสานกับการใช้ Emission factor ของไทย และปรับค่าโดยใช้ Purchasing Power Parity index (PPPI) ซึ่งผลการประเมินด้วยวิธีดังกล่าวพบว่าในกรณีที่คิดสัดส่วนในการใช้ลิกไนท์เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าเป็น 100% พบว่ามูลค่าผลกระทบภายนอกจากการประเมินโดยตรงในประเทศไทย คือ 6.57 บาท/kWh ซึ่งมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับมูลค่า

ผลกระทบภายนอกที่แปลงค่า External cost per ton of emission (CO_2, SO_X และ NO_X) ของยุโรป โดยใช้ Purchasing Power Parity index (PPPI) และ Emission factor ของโรงไฟฟ้าไทย คือ 0.48 บาท/kWh

เอกสารอ้างอิง

(ที่ปรากฏในรายงานวิจัยกลุ่มย่อยในภาคผนวก)

การศึกษาผลกระทบเชิงเศรษฐศาสตร์มหภาค โดยวิธี Energy Input-Output Analysis

1. การใช้แก๊สธรรมชาติสำหรับยานยนต์ กรมธุรกิจพลังงาน (Online). Available URL: http://www.doeb.go.th/ngv/knowledge/ngv_auto.htm
2. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548 รายงานการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย ปี 2547 URL: http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=658
3. กล้าณรงค์ ศรีรอต และคณะ รายงานความก้าวหน้าเรื่อง การประเมินศักยภาพของชีวมวลเพื่อผลิตเอทานอล สำนักงาน กองทุนสนับสนุนการวิจัย กุมภาพันธ์ 2549
4. จำนงค์ สรพิพัฒน์ และคณะฯ (2549) รายงาน การประเมินเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพและการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
5. แนวทางการลงทุนจัดตั้งอุตสาหกรรมผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย (สิงหาคม 2548) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ร่วมกับศูนย์เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. ตารางปัจจัยการผลิต และผลผลิต (2543) สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (Online). Available URL: http://www.nesdb.go.th
7. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 (เมษายน 2549) โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ระยะที่ 1 (มิถุนายน 2548 – เมษายน 2548) สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย.
8. รายงานพลังงานปี 2547 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (Online). Available URL: http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=668
9. รศ. ดร. กรกฎ วัฒนวิเชียร และคณะฯ (กุมภาพันธ์ 2549) รายงานฉบับสมบูรณ์ การประเมินเทคโนโลยีสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ กลุ่มวิจัยระบบพลังงานสะอาด สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
10. สมชาย จันทร์ชาวนา (2538) รายงาน การประเมินผลโครงการรถโดยสาร NGV ของ ขสมก. องค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ
11. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตารางปัจจัยการผลิต และผลผลิต 2543 (Online). Available URL: http://www.nesdb.go.th
12. Bundit Limmeechokchai, Pawinee Suksuntornsiri and Ram M. Shrestha (2004), Implications of Carbon Tax on Economy-wide CO2 Mitigation in Thailand: An Input-output Analysis.
13. Bundit Limmeechokchai and Pawinee Suksuntornsiri (2004), Net Carbon Dioxide Mitigations by Cleaner Electricity Generation Technologies, The Joint International Conference on “Sustainable Energy and Environment (SEE)” 1-3 December 2004, Hua Hin, Thailand.
14. Galvis, O., 2000, Methyl tert-Butyl Ether (MTBE), http://www.sas.upenn.edu/~oscargs/mtbe.html 2006.
15. http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=658, 2005.
16. Julio S´anchez Ch´oliz and Rosa Duarte (2006).The effect of structural change on the self-reliance and interdependence of aggregate sectors: the case of Spain, 1980–1994, Structural Change and Economic Dynamics,17, pp. 27–45.
17. Loentief, Wassily (1986), *Input-Output Economic*, 2nd Edition. Oxford University Press, United States.
18. Proops, J.L.R., Gay P.W., Speck, S. and Schroder, T. (1996) The Lifetime Pollution Implications of Various Type of Electricity Generation: An Input-output Analysis. *Energy Policy*, 24, 3, pp.229-237.

19. Marpaung, Charles O.P. (1998). Environmental Implications of Electric Utility Integrated Resource Planning: A Case of Indonesia. Dissertation report, Asian Institute of Technology.
20. Miller, Ronal E. and Blair, Peter C. (1985), Input-output analysis: Foundations and Extensions, Prentice-Hall, Inc., United States of America.
21. Intergovernmental Panel on Climate Change.(2001a).”Revised 1996 IPPC guideline for national greenhouse gas inventories:, Available online :http://www.ipcc-nggip.iges or.jp, 15/02/2006.
22. Perry, R.H. and Green, D.W., Perry’s Chemical Engineers’ Handbook, 7th edition, McGraw-Hill, New York, 1977.

การศึกษาต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์

1. Alberini, Anna and others. “Valuing health Effects of Air Pollution in Developing Countries: The Case of Taiwan”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 34. 1997. 107-126.
2. Alberini, Anna and Others. Does the Value of a Statistical Life Vary with Age and Health Status? Evidence from the US and Canada. *Journal of Environmental Economics and Management*. 48. (2004). 769–792.
3. Chestnut, L. G., B. D. Ostro, and N. Vichit-Vadakan (1997). “Transferability of Air Pollution
4. Control Health Benefits Estimates from the United States to Developing Countries:
5. Evidence from the Bangkok Study”, American Journal of Agricultural Economics, 72(5): 1997. 1630-1635.
6. Duval, Yann, Romeo Pacudan and David Norman. A Holistic Approach to Energy Technology Evaluation in Thailand. International Energy Journal Vol. 1. No. 1. June 2000. 15-27.
7. Environment Institute, Chulalongkorn University. *Environmental Impact Assessment of IPP Project, Ratchburi by CU to TRI Energy Company Co., Ltd.* 1995.
8. European Commission, Economic Evaluation of Air Quality Targets for Sulphur Dioxide, Nitrogen Dioxide, Fine and Suspended Particulate Matter and Lead: Final Report. Luxemberg: Office for Official Publications of the E.C., 1998.
9. European Commission (1995) ExternE - Externalities of Energy, vol 1 - Summary
10. EWEA (The European Wind Energy Assosiation), Support Schemes for Renewable energy: A Comparative Analysis of Payment Mechanisms in the EU. 2005.
11. Friedrich, Rainer and Alfred Voss, External Costs of Electricity Generation. *Energy Policy*. February 1993. 114-122.
12. Greacen, Chris and Detlef Loy. *Feed-in Tariffs for Thailand: How do we get there?. Prepared for* Joint Graduate School for Energy & Environment, January 2006. (Unpublished Report).
13. Holgate, Stephen T. and other. (eds). *Air Pollution and Health*. San Diego: Academic Press, 1999.
14. Hufschmidt, Maynard M and others, *Environment, Natural systems, and Development: An Economic Valuation Guide.* Baltimore: The Johns Hopkins Univ., Pr., 1983.
15. Koomey, Jonathan and Florentin Krause**.** *Introduction to Environmental Externality Costs.*. Energy Analysis Program, Applied Science Division Lawrence Berkeley Laboratory. (Unpublished Report).
16. Krupnick, A. and other. (1996). “The Value of Health Benefits from Ambient Air Quality Improvements in Central and Eastern Europe: An Exercise in Benefits Transfer” Environmental and Resource Economics, 7. 1996. 307-332.
17. Mexico Air Quality Management Team, The. *Improving Air Quality in Metropolitan Mexico City : An Economic Valuation, Volume 1.* World bank: Policy Research Dissemination Center. Feb 2002.

18. NEPO/DANCED. *Pricing Incentives in a Renewable Energy Strategy, Thailand: Assessment of Environmental Externalities and Social Benefits of Renewable Energy Programme in Thailand. September 1998*. (Unpublished Report)
19. Nocker L. De, C. Spirinckx and R. Torfs, Comparison of LCA and External Cost Analysis for Biodiesel and Diesel. A Paper Presented at the "2nd International Conference LCA in Agriculture, Agro-industry and Forestry" Brussels, 3-4 December 1998.
20. Ostro, Bart. The Effects of Air Pollution on Work Loss and Morbidity. *Journal of Environmental Economics and Management.* Vol. 10. 1983. 371-382.
21. Pearce, D. W. Economic Evaluation and Health Damage from Air Pollution in Developing World. *Energy Policy*. Vol 24, 1995. 627-630.
22. Rabl, Ari, and Joe Spadano. *Final Technical Report, Externalities of Energy: Extension of Accounting Framework and Policy Application* (ExternE-Pol) Project. (2005)
23. Rabl, Ari and Mona Dreicer. Health and Environmental Impacts of Energy Systems
24. *International Journal of Global Energy Issues*, Vol.18(2/3/4), 2002. 113-150
25. Rowe, Robert D. and other. Critical Factors in Computing Extenalities for Electricity Resources. *Resource and Energy Economics.* Vol 16. 1996. 363-394.
26. Shah, Jitendra J. Shah and Tanvi Nagpal. (eds) *Urban Air Quality Management Strategy in Asia : Jakarta report*. Washington, D.C.: The World Bank 1997
27. Shin, Eui Soon. Economic Analysis and Valuation of Urban Environmental Problems. *Regional Development Dialogue*, Vol 15, No. 2. Autumn 1994. pp.129-145.
28. Woods, Henry. *The Past and Future Development of a Forest Village: A Case Study of Mae Moh Forest Village, Lampang*. A Thesis for Master Degree of Science in Sylviculture, Kasetsart University, 1991.
29. Zaim, Katalin K. *Estimation of Health and Economic Benefits of Air Pollution Abatement for Turkey in 1990-1993*. Presented in Beijer Research Seminar in Environmental Economics on 23-25 May 1997, Sabah, Indonesia. pp.1-12. (Unpublished Report)
30. กรมป่าไม้และอื่นๆ, *50 ปี สวนสักห้วยทาก : สัมมนาเฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา มหาราชินี 5-8 สิงหาคม 2535*. โรงแรมเวียงทอง จังหวัดลำปาง, กรุงเทพฯ : กรมป่าไม้, 2535.
31. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยาลัยการสาธารณสุข. *การศึกษาข้อมูลพื้นฐานประชากร (Base Population) ในพื้นที่ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ปี 2543-2545*. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยลัยการสาธารณสุข, 2546.
32. สำนักงานสถิติแห่งชาติ, กระทรวงสื่อสารและสารสนเทศ. *สมุดรายงานสถิติจังหวัด* (หลายปี)
33. สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (www.boi.go.th available on 14 August 2006)
34. องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, 2549 (www.fio.co.th available on 9 Mar 2006)
35. ตลาดไทย (www.taladthai.com available on 1 Mar 2006)
36. United Nations Development Programme (2002). Human Development Report 2002. Accessible at http://hdr.undp.org/reports/global/2002/en/.
37. Pattanayak, S. K. et al. (2002). "International Health Benefits Transfer Application Tool: The Use of PPP and Inflation Indices", Prepared for Health Canada, Healthy Environments and Consumer Safety Branch, Economic Analysis and Evaluation Division. Accessible at www.evri.ec.gc.ca/dwnld/Int_Health_BT.pdf
38. Statistical Commission and Economic Commission for Europe (2003). Summary Results of ECP 2000, Working Paper No 6 for the Joint ECE/Eurostat/OECD Consultation on the EuropeanComparison Programme, 31 March – 2 April 2003, Geneva. Accessible at
39. http://www.unece.org/stats/documents/2003/03/ecp/wp.6.e.pdf

40. World Bank (2002). “World Development Indicators 2002”. Accessible at http://www.adb.org/statistics/icp/files/table5_6.pdf

บทที่ 7 แผนงานวิจัยและพัฒนา

สรุปสาระสำคัญ (Key Findings)

1. *แผนงานวิจัยและพัฒนานี้มีจุดประสงค์เพื่อเป็นกรอบและแนวทางในการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาที่จะนำไปสู่การพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่จำเป็นสำหรับการพัฒนา พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในประเทศไทย แผนงานดังกล่าวประกอบด้วยประเด็น (Theme) และหัวข้องานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีและด้านนโยบายที่สำคัญสำหรับห้วงเวลา 10 ปีข้างหน้า โดยหัวข้อวิจัยส่วนใหญ่เป็นเรื่องที่ควรดำเนินการช่วง 3 – 5 ปีแรก ประเด็นและหัวข้อวิจัยเหล่านี้จัดเป็นหมวดหลัก ๆ ได้ 39 หมวด สำหรับด้านพลังงานหมุนเวียน และ 22 หมวด สำหรับด้านประสิทธิภาพพลังงาน จากการประมาณการเบื้องต้นควรมีงบประมาณสนับสนุนการวิจัยรวม 2,293 ล้านบาท แบ่งเป็นด้านพลังงานหมุนเวียน 1,658 ล้านบาท และด้านประสิทธิภาพพลังงาน 635 ล้านบาท โดยที่งบประมาณดังกล่าวควรมาจากทั้งภาครัฐ รัฐวิสาหกิจ และเอกชน*

2. *แผนงานวิจัยด้านพลังงานหมุนเวียนแบ่งออกเป็น 9 สาขาเทคโนโลยี 39 หมวดวิจัย 86 ประเด็น และ 204 หัวข้อ ดังรายละเอียดของแต่ละสาขาในตาราง*

สาขาเทคโนโลยี	จำนวนหมวดวิจัย	จำนวนประเด็นวิจัย	จำนวนหัวข้อวิจัย	งบประมาณ (ล้านบาท)
1. การผลิตเอทานอล	6	10	22	293
2. การผลิตไบโอดีเซล	5	6	13	203
3. การผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากชีวมวล	7	7	12	140
4. การผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพ	4	12	32	249
5. การผลิตไฟฟ้าจากขยะ	3	11	27	285
6. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็ก	5	17	42	176.5
7. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม	2	5	24	66.1
8. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ (PV และ CSP)	4	11	21	191
9. การผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar thermal)	3	7	11	54
รวม	**39**	**86**	**204**	**1,657.6**

3. *แผนงานวิจัยด้านประสิทธิภาพพลังงานแบ่งออกเป็น 4 สาขาเทคโนโลยี 22 หมวดวิจัย 53 ประเด็น และ 141 หัวข้อ ดังรายละเอียดในตาราง*

สาขาเทคโนโลยี	จำนวนหมวดวิจัย	จำนวนประเด็นวิจัย	จำนวนหัวข้อวิจัย	งบประมาณ (ล้านบาท)
1. ภาคขนส่ง	4	13	41	161.7
2. ภาคอาคารพาณิชย์และบ้านอยู่อาศัย	7	16	33	197.8
3. ภาคอุตสาหกรรม	8	18	45	216
4. การผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วมโดยใช้ก๊าซธรรมชาติ (CHP)	3	6	22	59
รวม	**22**	**53**	**141**	**634.5**

4. แผนงานวิจัยและพัฒนาด้านประสิทธิภาพพลังงานมีจุดมุ่งหมายเพื่อเกื้อหนุนให้มีการนำเทคโนโลยี/มาตรการด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานหรือประหยัดพลังงานมาประยุกต์ใช้ (Adoption) ในสาขาเศรษฐกิจที่เหมาะสมและในแนวทางที่คุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ รวมทั้งเพื่อพัฒนานวัตกรรมในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในสาขาเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานมาก

5. การวิจัยและพัฒนาจะต้องนำไปสู่ผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ ลักษณะของงานวิจัยในบริบทนี้อาจหมายถึง (1) การวิจัยที่มีเป้าหมายเฉพาะประเภทใกล้สู่เชิงพาณิชย์ ("Near market") ซึ่งในกรณีนี้ การวิจัยในระดับต้นแบบ (Pilot scale) และการสาธิตเทคโนโลยีที่ได้รับการพิสูจน์ทราบแล้ว (Proven) เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่ง และ (2) การวิจัยพื้นฐานในระยะยาว (Long-term scientific research) ที่มีจุดหมายปลายทางที่จะนำผลลัพธ์ไปใช้ประโยชน์อย่างชัดเจน เช่น การวิจัยด้านการผลิตเอทานอลจากวัสดุประเภทเซลลูโลสิค เป็นต้น

6. ลำดับความสำคัญของงานวิจัยและพัฒนาของประเทศขึ้นอยู่กับปริมาณแหล่งทรัพยากรพลังงานแต่ละประเภท ความเชี่ยวชาญทางเทคโนโลยีที่มีอยู่ ความเข้มแข็งของอุตสาหกรรมและขนาดและความก้าวหน้าของตลาดพลังงาน การจัดลำดับความสำคัญของงานวิจัยและพัฒนาจึงต้องสอดคล้องกับสถานภาพของปัจจัยดังกล่าว และโดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องสอดคล้องกลับเป้าหมายเชิงนโยบายที่สำคัญของประเทศ ซึ่งต้องคำนึงถึงความคุ้มทุนด้านเศรษฐศาสตร์เป็นหลักด้วย

7. แผนงานวิจัยด้านพลังงานหมุนเวียนมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดต้นทุนการผลิตพลังงานเป็นหลัก ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มศักยภาพของตลาดการใช้งาน ดังนั้น ประเด็นวิจัยหลักจึงมุ่งเน้นการเพิ่มผลิตภาพของวัตถุดิบ (Production yield) ที่ต้นทาง การพัฒนาองค์ความรู้ในการผลิตเชื้อเพลิงและการใช้ระบบผลิตพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การปรับปรุงประสิทธิภาพหรือการพัฒนานวัตกรรมของกระบวนการที่ใช้ผลิตพลังงาน การยกระดับมาตรฐานด้านประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์/เครื่องจักรผลิตพลังงานที่ผลิตเองในประเทศ และงานวิจัยที่จะได้มาซึ่งข้อมูลสนับสนุน การปรับปรุงนโยบายและกฎระเบียบ (Policy and requlatory frameworks) ที่เกี่ยวข้อง

8. หมวดวิจัยที่สอดคล้องกับลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีที่ได้มีการประเมินไว้และมีลำดับความสำคัญสูงมีดังนี้

หมวดวิจัยด้านพลังงานหมุนเวียนที่มีลำดับความสำคัญสูง

สาขา	*หมวดวิจัย*
1. การผลิตเอทานอล	▪ *การพัฒนาพันธุ์และเขตกรรมมันสำปะหลัง* ▪ *การพัฒนาพันธุ์และเขตกรรมอ้อย (โดยเฉพาะการใช้ภาคเทคโนโลยีชีวภาพ)* ▪ *การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเอทานอลที่ใช้อยู่และการพัฒนาโรงงานต้นแบบในประเทศ* ▪ *งานวิจัยพื้นฐานด้านการผลิตเอทานอลจากเซลลูโลสและวิจัยระดับโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก* ▪ *การวิจัยเชิงนโยบาย (ราคาและการบริหารจัดการอย่างยั่งยืน)*
2. การผลิตไบโอดีเซล	▪ *การพัฒนาพันธุ์พืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูง (โดยเฉพาะการใช้ภาคเทคโนโลยีชีวภาพ) และวิธีการปลูกและเก็บเกี่ยว* ▪ *การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มและพัฒนาโรงงานต้นแบบที่บูรณาการการผลิตไบโอดีเซลกับน้ำมันปาล์ม* ▪ *การวิจัยเชิงนโยบาย (ราคาและระบบบริหารจัดการที่ยั่งยืน)*
3. การผลิตพลังงานจากชีวมวล	▪ *การเก็บรวบรวมและขนส่งชีวมวลที่ยังมีศักยภาพในการนำไปผลิตพลังงาน* ▪ *เพิ่มประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลในกลุ่มโรงงานที่มีศักยภาพ* ▪ *แนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาเรื่องประสิทธิภาพที่ลดลงเนื่องจากเถ้าของ ชีวมวล* ▪ *การพัฒนาองค์ความรู้เรื่องการเผาไหม้ร่วมระหว่างถ่านหินกับชีวมวล (co-firing)* ▪ *การศึกษาเชิงนโยบาย (การใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานอย่างแพร่หลายและยั่งยืน โดยไม่ กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่)*
4. การผลิตก๊าซชีวภาพ	▪ *การปรับปรุงเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ. ให้เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละประเภท* ▪ *เทคโนโลยีการทำความสะอาดก๊าซชีวภาพและการนำไปใช้* ▪ *ระบบสาธิต และการถ่ายทอดเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ*
5. การผลิตไฟฟ้าจากขยะ	▪ *การพัฒนาองค์ความรู้ด้านระบบการจัดการมูลฝอยที่เอื้อต่อการผลิตพลังงาน* ▪ *กระบวนการผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพและสามารถแข่งขันได้ (Mass-burn Incineration)* ▪ *วิจัยเชิงนโยบาย (ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากขยะ โดยคำนึงถึงค่าการกำจัดขยะ (tipping fee)*
6 .การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำขนาดเล็ก	▪ *กลุ่มวิจัยและการพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานเพื่อเพิ่มความสามารถด้านการออกแบบและผลิตกังหันน้ำ* ▪ *กลุ่มสำรวจและวิจัยเพื่อประเมินศักยภาพแหล่งน้ำขนาดเล็กสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า* ▪ *การศึกษาแนวทางของมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนพลังงานน้ำขนาดเล็ก*

หมวดวิจัยด้านพลังงานหมุนเวียนที่มีลำดับความสำคัญรอง

สาขา	*หมวดวิจัย*
1. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม	▪ *วิจัยและพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานด้านพลังงานลมของประเทศไทย*
2. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	▪ *การวิจัยและพัฒนา การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ ที่นำไปสู่การลดต้นทุนในการผลิต* ▪ *พัฒนาคุณลักษณะทางวิศวกรรม คุณภาพและมาตรฐานของแผงเซลล์และอุปกรณ์ระบบ เพื่อสร้างความเชื่อถือในการประยุกต์การใช้งาน*
3. การผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์	▪ *พัฒนาคุณลักษณะทางวิศวกรรม เพื่อสร้างความเชื่อถือในการใช้งาน* ▪ *การพัฒนาความน่าเชื่อถือของระบบเครื่องทำน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ในการใช้งาน*

หมวดวิจัยด้านประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานที่มีลำดับความสำคัญสูง

สาขา	*หมวดวิจัย*
1. ภาคการขนส่ง	▪ *การจัดการเพื่อลดความต้องการใช้การจราจรและขนส่ง (Travel Demand Management)* ▪ *ผลกระทบของการใช้แก๊สโซฮอล์แทนที่น้ำมันเบนซินในภาคการขนส่งกรณี E10- 95 และ E10-91* ▪ *การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการจ่ายก๊าซ มาตรฐานความปลอดภัย และมาตรฐานของเชื้อเพลิงของการใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคการขนส่ง*
2. ภาคอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย	▪ *เทคโนโลยีกรอบอาคาร* ▪ *เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเชิงอุณหภาพภายในอาคาร (Indoor thermal environment)* ▪ *เทคโนโลยีการส่องสว่าง โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ (Daylighting)* ▪ *เทคโนโลยีและประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์/เครื่องใช้ในอาคารและบ้านอยู่อาศัย* ▪ *การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการบริหารงานการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน*
3. ภาคอุตสาหกรรม	▪ *เทคโนโลยีระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้ามอเตอร์ (Motor driven systems)* ▪ *เทคโนโลยีระบบไอน้ำ (Steam systems)* ▪ *ระบบผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม (cogeneration หรือ CHP)* ▪ *เทคโนโลยีระบบการทำความเย็น (Process cooling and refrigeration)* ▪ *เทคโนโลยีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ (Waste heat recovery)* ▪ *การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อน/ถ่ายเทความร้อน (Process heating/heat transfer)* ▪ *การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ (Materials recycling)* ▪ *การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในภาคอุตสาหกรรม*

9. *งบประมาณที่ควรจะใช้ส่งเสริมการวิจัยที่มีลำดับความสำคัญสูงในระยะสั้น (3-5 ปี) คือ ประมาณ 1,106 ล้านบาท แบ่งเป็นด้านพลังงานหมุนเวียน 855 ล้านบาทและด้านการประหยัดพลังงาน 248 ล้านบาท และที่ควรจะใช้เสริมการวิจัยที่มีลำดับความสำคัญรองลงมาในระยะสั้น คือ ประมาณ 354 ล้านบาท โดยแบ่งปันเป็นพลังงานหมุนเวียน 245 ล้านบาท และการประหยัดพลังงาน 109 ล้านบาท*

7.1 คำนำ

การส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยทั้งด้านพลังงานหมุนเวียนและด้านประสิทธิภาพพลังงานให้บังเกิดผลที่คุ้มค่าภายใต้ข้อจำกัดด้านงบประมาณและปัจจัยสำหรับการวิจัยอื่น ๆ ในประเทศไทยนั้นจำเป็นต้องมีแผนงานวิจัยและพัฒนาที่เป็นกรอบอ้างอิงในแง่ของสาขาเทคโนโลยี และทิศทางการวิจัยที่เหมาะสม รวมทั้งความสำคัญของเทคโนโลยีนั้น ๆ ในบริบทของประเทศไทย ดังนั้นในโครงการนี้จึงได้พัฒนาแผนงานวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานหมุนเวียนและประสิทธิภาพพลังงานขึ้นบนพื้นฐานของผลการประเมินและจัดลำดับความสำคัญของศักยภาพและเทคโนโลยีในบทที่ 2-5 โดยได้พิจารณาแผนงานวิจัยทั้งด้านเทคโนโลยีและด้านนโยบายที่จำเป็นสำหรับการนำไปสู่การพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ ในทุกรูปแบบและสาขาพลังงาน

แผนงานวิจัยและพัฒนาแต่ละสาขามีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

(1) คำบรรยายเกี่ยวกับศักยภาพของสาขาพลังงานนั้น ๆ และนโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการพัฒนาและ/หรือการใช้พลังงานสาขานั้นทั้งในอดีตและปัจจุบัน

(2) เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ที่คาดว่างานวิจัยและพัฒนาจะมีส่วนช่วยให้บรรลุได้โดยคำนึงถึงเป้าหมายของรัฐที่กำหนดไว้ (ถ้ามี) กับผลการประเมินศักยภาพของแหล่งพลังงานหมุนและศักยภาพการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

(3) กลยุทธ์ในการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาที่จะนำไปสู่เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์โดยคำนึงถึงขีดความสามารถภายในประเทศไทยในปัจจุบันทั้งในแง่การออกแบบ ผลิต ติดตั้งและการวิจัยและพัฒนา

(4) ประเด็นวิจัยหลัก (Theme) และตัวอย่างหัวข้อวิจัยที่สำคัญในระยะเวลา 10 ปีข้างหน้า โดยที่ประเด็นต่าง ๆ จัดอยู่ภายใต้หมวดวิจัยหลัก ๆ ของสาขานั้น พร้อมทั้งลำดับความสำคัญของแต่ละประเด็นและงบประมาณสำหรับดำเนินการวิจัยอย่างคร่าว ๆ และหน่วยงานที่ควรมีส่วนร่วมในการส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยในประเด็นวิจัยนั้น ๆ

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากประเด็นและหัวข้อวิจัยที่ควรจะได้รับการส่งเสริมให้ดำเนินการมีจำนวนมาก คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการกลั่นกรองให้เหลือเฉพาะประเด็นหลักที่มีความจำเป็นเร่งด่วนสูงในบทสรุป พร้อมทั้งระบุหน่วยงานที่ควรมีส่วนร่วมในการสนับสนุนประเด็นวิจัยซึ่งสอดคล้องกับภารกิจของหน่วยงานนั้น ๆ

7.2 แผนงานวิจัยด้านการผลิตเอทานอล

7.2.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.2.1.1 ศักยภาพ

วัตถุดิบของประเทศไทยที่มีศักยภาพในการผลิตเอทานอล คือ มันสำปะหลัง กากน้ำตาล และอ้อย (น้ำอ้อยสด) โดยในปี 2554 สามารถผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง (ทั้งหัวมันและมันเส้น) ส่วนเกินได้ปีละ 4.1 ล้านลิตรต่อวัน และจากกากน้ำตาล 1.6 ล้านลิตรต่อวัน รวมเป็น 5.7 ล้านลิตรต่อวัน นอกจากนี้ยังมีบริษัทขนาดใหญ่ที่เริ่มหันมาลงทุนปลูกอ้อยเพื่อใช้ผลิตเอทานอลโดยเฉพาะ และหากมีการปรับโครงสร้างอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลให้เอื้อต่อการลงทุนเพื่อผลิตเอทานอลก็จะมีศักยภาพเพิ่มขึ้นอีก โดยอาจสามารถผลิตได้ถึง 12 ล้านลิตรต่อวันในปี 2559 และในระยะยาว (10-15 ปีข้างหน้า) เมื่อเทคโนโลยีได้รับการพัฒนา ประเทศไทยสามารถผลิตเอทานอลจากกากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรได้อีกประมาณ 800 ล้านลิตรต่อปี

7.2.1.2 นโยบาย

รัฐบาลมีนโยบายที่ชัดเจนในเรื่องการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง โดยมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2546 ได้กำหนดให้มีการใช้เอทานอลวันละ 1 ล้านลิตร ในปี 2548 เพื่อทดแทนสาร MTBE ในน้ำมันเบนซินออกเทน 95 และเพิ่มเป็น 3 ล้านลิตรต่อวันในปี 2554 หรือ 10% ของน้ำมันเบนซินทั้งออกเทน 95 และ 91 ที่คาดว่าจะใช้ในปีนั้น

นอกจากนี้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ยังได้จัดทำร่างแผนยุทธศาสตร์การส่งเสริมการปลูกมันสำปะหลัง เพื่อเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลัง รวมทั้งกระทรวงอุตสาหกรรมก็ได้เสนอแนวคิดในการปรับปรุง พ.ร.บ. อ้อยและน้ำตาลทรายเพื่อให้เอื้อต่อการผลิตเอทานอลด้วย

7.2.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์
ประเทศไทยมีการผลิตเอทานอลเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่งในปริมาณที่สามารถทดแทนการใช้น้ำมันเบนซินได้อย่างมีนัยสำคัญ หรืออย่างน้อยที่สุดไม่ต่ำกว่า 10% ของน้ำมันเบนซินที่จะใช้ในปี 2554 คือประมาณ 3 ล้านลิตรต่อวัน และไม่ต่ำกว่า 20% ของน้ำมันเบนซินที่จะใช้ในปี 2559 คือประมาณ 7 ล้านลิตรต่อวัน ทั้งนี้ต้นทุนการผลิตต้องสามารถแข่งขันได้กับน้ำมันเบนซินและการผลิตจะไม่ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหาร หรือต่อความสมดุลย์ของระบบนิเวศน์อันจะนำไปสู่การพัฒนาที่ไม่ยั่งยืน

7.2.2 เป้าหมายและกลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา

7.2.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

ด้านการผลิตวัตถุดิบเพื่อผลิตเอทานอล

ประเทศไทยมีขีดความสามารถในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอลโดยเฉพาะมันสำปะหลังและอ้อย ด้วยการปรับปรุงประสิทธิภาพการเพาะปลูกและการปรับปรุงสายพันธุ์ให้ดีขึ้น และที่ผ่านมาก็ได้มีการปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้นเป็นลำดับ อย่างไรก็ตามผลผลิตดังกล่าวยังสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้อีก เช่น ผลผลิตของมันสำปะหลังอาจเพิ่มจากประมาณ 3 ตันต่อไร่ในปัจจุบัน เป็น 4.5 ตันต่อไร่ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องควบคู่การปรับปรุงกรรมวิธีทางการเพาะปลูกและการจัดการ

ด้านการผลิตเอทานอล

(1) เทคโนโลยีการผลิตเอทานอลจากน้ำตาลนั้นเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างมากและมีการใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ส่วนการผลิตเอทานอลจากแป้งยังมีไม่มากนัก ในประเทศไทย เทคโนโลยีทั้งสองดังกล่าวยังอาศัยการนำเข้าเป็นหลัก แต่จากการประเมินขีดความสามารถภายในประเทศพบว่าน่าจะสามารถออกแบบและสร้างอุปกรณ์สำหรับกระบวนการต่าง ๆ ได้เกือบทั้งหมด ยกเว้นการผลิตเอนไซม์และการคัดเลือกยีสต์สายพันธุ์พิเศษและการผลิตสารกรองโมเลกุล

(2) ประเทศไทยยังขาดองค์ความรู้และประสบการณ์ในการผลิตเอทานอลแบบบูรณาการ (เอทานอล-แป้งมันสำปะหลัง และเอทานอล-น้ำตาล)

(3) ประเทศไทยยังขาดองค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านการผลิตเอทานอลจากวัสดุประเภทเซลลูโลสซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ยังอยู่ในระดับขั้นการวิจัยและพัฒนาและการสาธิตระดับโรงงานต้นแบบ

7.2.2.2 เป้าหมายงานวิจัยและพัฒนาเอทานอลในประเทศไทย

งานวิจัยและพัฒนาเอทานอลแบ่งเป็น ด้านวัตถุดิบ ด้านกระบวนการผลิต และด้านนโยบายโดยมีเป้าหมายระยะสั้นและระยะยาวที่ต้องการ คือ

ด้านวัตถุดิบ

- เพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลังต่อไร่ให้สูงขึ้นโดยการคัดเลือกและ/หรือปรับปรุงสายพันธุ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก และเพิ่มปริมาณด้วยเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อรวมถึงการพัฒนาและถ่ายทอดหลักการ Good Agricultural Practice (GAP) (1-5 ปี)

- เพิ่มผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลังต่อไร่ให้สูงขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีชีวโมเลกุล (ภายใต้กฎหมายด้านชีวภาพของประเทศ) ปรับปรุงสายพันธุ์อ้อยและมันสำปะหลัง เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ดีและเหมาะกับประเทศไทย (5-10 ปี)

<u>ด้านกระบวนการผลิต</u>

- ลดต้นทุนในกระบวนการผลิต โดยคัดเลือกเอนไซม์และสายพันธุ์ยีสต์ที่ดีและบูรณาการเทคโนโลยีต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับวัตถุดิบ สร้างความสามารถทางเทคโนโลยีทั้งด้านการออกแบบ สร้างและควบคุมการทำงานขึ้นในประเทศ รวมถึงพัฒนาการใช้ประโยชน์จากผลิตผลพลอยได้และของเสียเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต (1-5 ปี)
- พัฒนา Novel dehydration technology ที่ใช้พลังงานต่ำและมีประสิทธิภาพ เช่น เยื่อแผ่นสังเคราะห์ (5-10 ปี)
- พัฒนากระบวนการผลิตเอทานอลจากวัสดุเซลลูโลส ทั้งในระดับพื้นฐานและต้นแบบ โดยพิจารณาตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบ การย่อยสลาย และแยกเอทานอล (5-10 ปี)

<u>ด้านนโยบาย</u>

- มีนโยบายและโครงสร้างราคาวัตถุดิบและเอทานอลที่เหมาะสม (1 ปี)
- มีแนวทางและวิธีจัดการเพื่อทำให้อุตสาหกรรมเอทานอลทั้งวงจรมีความยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่ (1-2 ปี)

7.2.2.3 กลยุทธ์สู่เป้าหมาย

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนามีโอกาสเกื้อหนุนการบรรลุเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ได้มากขึ้น จึงกำหนดกลยุทธ์หลักในการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

(1) ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาอย่างครบวงจรเพื่อลดต้นทุนการผลิตเอทานอลจากแป้งและน้ำตาล ตั้งแต่การเพิ่มผลผลิตของพืชวัตถุดิบ กระบวนการผลิตเอทานอล การกระจายและนำไปใช้ในรถยนต์และการใช้ประโยชน์จากผลิตผลพลอยได้หรือของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต รวมถึงการบูรณาการเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด

(2) ส่งเสริมการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อเป็นเครื่องมือหนึ่งในการพัฒนาเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงของประเทศได้อย่างยั่งยืน

(3) ส่งเสริมการวิจัยพื้นฐานที่จะนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลจากวัสดุประเภทเซลลูโลสได้ในระยะยาว เนื่องจากจะทำให้สามารถใช้

ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น เหง้าและกากมัน และฟางข้าว ซึ่งมีศักยภาพสูงและไม่ส่งผลกระทบต่อการผลิตอาหาร

(4) ส่งเสริมการให้มีการวิจัยร่วมระหว่างหน่วยงานภาครัฐกับภาคเอกชน ทั้งภายใน ประเทศและกับต่างประเทศ โดยเฉพาะเทคโนโลยีเอมไซม์และการผลิตเอทานอลจากเซลูโลส

(5) ส่งเสริมการพัฒนาบุคลากรด้านวิจัยและวิศวกรรมเพื่อรองรับอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงของประเทศที่จะมีการขยายตัวใน 10 ปีข้างหน้า

7.2.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา

แผนงานวิจัยและพัฒนา (R&D Focus) ที่เสนอครอบคลุมทั้งขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทานอล ขั้นตอนการผลิตเอทานอล และการวิจัยเชิงนโยบายโดยแบ่งเป็น 6 หมวดหลักซึ่งต้องใช้งบประมาณ 293 ล้านบาทใน 10 ปี ดังนี้

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณ	
	ล้านบาท
<u>การเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตวัตถุดิบ</u>	
หมวดที่ 1: การพัฒนาพันธุ์และเขตกรรมมันสำปะหลัง	50
หมวดที่ 2: การพัฒนาพันธุ์และเขตกรรมอ้อย	50
หมวดที่ 3: การพัฒนา Logistics ของการเก็บรวบรวมและขนส่งวัตถุดิบ	10
<u>การเพิ่มประสิทธิ ภาพและลดต้นทุนการผลิตเอทานอล</u>	
หมวดที่ 4: การพัฒนากระบวนการผลิตเอทานอล และพัฒนาโรงงานต้นแบบ	130
หมวดที่ 5: การพัฒนางานวิจัยพื้นฐานและโรงงานต้นแบบขนาดเล็กเพื่อผลิตเอทานอลจากเซลลูโลส	50
<u>การวิจัยเชิงนโยบาย</u>	
หมวดที่ 6: การวิจัยเชิงนโยบาย	3

7.2.3.1 ประเด็นวิจัยที่จำเป็น

(1) หมวดการพัฒนาพันธุ์และเขตกรรมมันสำปะหลัง

ประเทศไทยมีการพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังใหม่ ๆ ตลอดมา เพราะเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศ เมื่อมีนโยบายส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ มันสำปะหลังได้รับการประเมินว่าเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพสำคัญในการผลิตเอทานอลเพื่อใช้ผลิตแก๊สโซฮอล์ เพื่อรองรับปัญหาอุปสงค์ของมันสำปะหลังที่จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญขณะที่พื้นที่เพาะปลูกมีจำกัด จึงมี

ความจำเป็นต้องพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ให้มีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นจากประมาณ 3 ตันต่อไร่อีกไม่น้อยกว่า 50% ซึ่งต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาในประเด็นดังต่อไปนี้

- การพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังที่ให้ผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวสูง โดยการรวบรวมพันธุ์จากแหล่งต่าง ๆ ทั่วโลก ทดลองปลูก เก็บข้อมูล และทำการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ทั้งโดยวิธีดั้งเดิมและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวโมเลกุล
- การพัฒนาการจัดการเขตกรรมมันสำปะหลังและถ่ายทอดความรู้เรื่องการปลูกดูแลรักษาแก่เกษตรกรเพื่อให้ได้มาตรฐาน GAP

(2) หมวดการพัฒนาพันธุ์และเขตกรรมอ้อย

การบูรณาการการผลิตน้ำตาลและเอทานอลเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดต้นทุนของเอทานอลให้แข่งขันกับน้ำมันได้ ดังนั้นอ้อยจึงเป็นพืชที่มีศักยภาพของอุตสาหกรรมเอทานอลและมีความต้องการมากขึ้นโดยที่พื้นที่เพาะปลูกมีจำกัด ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาปรับปรุงทั้งพันธุ์และเขตกรรมอ้อยเพื่อให้มีผลผลิตมากกว่าปัจจุบันซึ่งผลิตได้เฉลี่ยประมาณ 7.4 ตันต่อไร่อีกไม่น้อยกว่า 30% ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาในประเด็นดังต่อไปนี้

- การพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์อ้อยโตเร็วที่ให้ผลผลิตสูง โดยรวบรวมพันธุ์อ้อยจากที่ต่าง ๆ ทั่วโลก ทดลองปลูก เก็บและทำการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ทั้งโดยวิธีดั่งเดิมและใช้เทคโนโลยีชีวโมเลกุลเพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่เหมาะสมกับประเทศไทย
- การพัฒนาเทคโนโลยีและการจัดการเขตกรรมอ้อยและถ่ายทอดความรู้เรื่องการปลูก ดูแลรักษาแก่เกษตรกรเพื่อให้ได้มาตรฐาน GAP

(3) หมวดการพัฒนา Logistic ของการเก็บรวบรวมวัตถุดิบและขนส่ง

การรวบรวมวัตถุดิบและขนส่งมีผลต่อต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะมันสำปะหลังเนื่องจากผลผลิตส่วนใหญ่มาจากเกษตรกรรายย่อยเป็นหลัก การบริหารจัดการด้าน logistic ที่เหมาะสมจะช่วยลดต้นทุนได้ ดังนั้นจึงควรมีการวิจัยและพัฒนาในประเด็นต่อไปนี้

- การศึกษาหาวิธีการรวบรวมวัตถุดิบ โดยเฉพาะมันสำปะหลังที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงคุณภาพของวัตถุดิบที่ส่งถึงโรงงาน ขนาดและการกระจายตัวของแหล่งเพาะปลูกควบคู่กับตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผลิตเอทานอล รวมทั้งประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นต่อหน่วยน้ำหนักที่ขนส่ง

(4) หมวดการพัฒนากระบวนการผลิตเอทานอล และพัฒนาโรงงานต้นแบบ

เนื่องจากการพัฒนากระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังยังเป็นเทคโนโลยีที่ต้องการการพัฒนาในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ การย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลและการหมักเป็นเอทานอล ส่วนการผลิตที่ใช้น้ำอ้อยและกากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบก็ยังจำเป็นต้องพัฒนา Engineering know-how ขึ้นในประเทศเพื่อลดต้นทุนทั้งในการก่อสร้างและในการผลิต งานวิจัยและพัฒนาหลัก ๆ จะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเอนไซม์ การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์ การแยกเอทานอลและการควบคุมการทำงานของกระบวนการผลิต ทั้งนี้เพื่อให้มีการใช้วัตถุดิบอย่างมีประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิต ประเด็นของงานวิจัยและพัฒนามีดังต่อไปนี้

- พัฒนากระบวนการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลและหมักเอทานอล พร้อมกันสำหรับวัตถุดิบมันสำปะหลัง เพื่อลดการใช้พลังงานและลดการเติบโตของ Micro-organism อื่นที่อาจปนเปื้อนในขั้นตอนเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล
- พัฒนาระบบควบคุมการทำงานของระบบการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลและการหมักเป็นเอทานอล
- พัฒนาการใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งของโรงงานผลิตเอทานอลทั้งเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานหรือนำไปผลิตเป็นปุ๋ยแล้วนำกลับไปใช้ในไร่เพาะปลูก
- การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากกากของแข็งที่เหลือจากการหมัก
- พัฒนาโรงงานต้นแบบที่บูรณาการผลิตแป้งมันสำปะหลังและเอทานอลเข้าด้วยกันเพื่อสร้าง Engineering know-how และนำไปสู่การ Optimization
- การแยกน้ำออกจากเอทานอลด้วยวิธีที่มีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำ
- การคัดเลือกและปรับปรุงสายพันธุ์ยีสต์ด้วยเทคโนโลยีชีวโมเลกุลที่ทำให้สามารถทนอุณหภูมิและความเข้มข้นเอทานอลได้สูง และ/หรือลดการผลิตกลีเซอรอลซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอล
- พัฒนาเอนไซม์ที่สามารถย่อยแป้งดิบ เพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต

(5) การพัฒนางานวิจัยพื้นฐานและโรงงานต้นแบบขนาดเล็กเพื่อผลิตเอทานอลจากเซลลูโลส

วัสดุประเภทเซลลูโลสในประเทศไทย เช่น ฟางข้าว กากและเหง้ามันมีศักยภาพที่ประเมินเบื้องต้นว่าสามารถผลิตเอทานอลได้ถึงปีละกว่า 800 ล้านลิตร/ปี ถึงแม้ว่าปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตยังมีต้นทุนสูงอยู่ แต่ก็ได้รับการวิจัยพัฒนาเพื่อลดต้นทุนอย่างต่อเนื่อง

โดยเฉพาะการเตรียมวัตถุดิบ การพัฒนาเอนไซม์ และการใช้ประโยชน์จากผลิตผลพลอยได้ ประเทศไทยจึงควรมีงานวิจัยพื้นฐานในเรื่องเหล่านี้ และควรเน้นเรื่องหรือประเด็นที่มีความเป็นไปได้สูง

- พัฒนากระบวนการปรับสภาพ (Pretreatment) เซลลูโลสด้วยวิธีระเบิดด้วยไอน้ำและอาจทำงานร่วมกับการใช้กรดคาร์บอนิก
- การใช้เทคโนโลยีชีวโมเลกุลพัฒนาเอนไซม์เพื่อเปลี่ยนเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาล (Cellulose enzyme) ได้อย่างมีประ สิทธิภาพและราคาถูก
- การใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้ (By products)
- การพัฒนาโรงงานต้นแบบขนาดเล็กเพื่อสะสม Engineering know-how สำหรับการขยายขนาด

(6) การวิจัยเชิงนโยบาย

การพัฒนาอุตสาหกรรมเอทานอลเชื้อเพลิงจากพืชประเภทน้ำตาลและแป้งซึ่งมีเทคโนโลยีเชิงพาณิชย์แล้ว พบว่ามีต้นทุนค่อนข้างสูงเพราะวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจะอิงกับราคาของพืชเหล่านี้เมื่อใช้ผลิตอาหาร นโยบายของรัฐจึงต้องมีความชัดเจนในเรื่องโครงสร้างราคาและการลงทุนเพื่อให้เอทานอล/แก๊สโซฮอล์ที่ผลิตได้สามารถแข่งขันกับน้ำมันโดยที่ประเทศได้ประโยชน์สูงสุด รวมถึงวิธีบริหารจัดการที่ทำให้อุตสาหกรรมมีความยั่งยืนโดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่ ประเด็นงานวิจัยนโยบายที่เร่งด่วน คือ

- วิจัยเพื่อให้ได้โครงสร้างราคาที่เหมาะสมทั้งของวัตถุดิบและเอทานอล
- พัฒนาแนวทางและวิธีจัดการเพื่อทำให้อุตสาหกรรมเอทานอลทั้งวงจรมีความยั่งยืนโดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่

7.2.3.2 Roadmap การวิจัยและพัฒนาทางด้านการผลิตเอทานอล

หมวดวิจัยที่ 1: การพัฒนาพันธุ์และเขตกรรมมันสำปะหลัง		**50 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังที่ให้ผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวสูง **วัตถุประสงค์:**เพื่อพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังที่มีคุณสมบัติให้ผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวสูงโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพ		35 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การรวบรวม และคัดเลือกสายพันธุ์แป้งมันสำปะหลังจากทั่วโลกเพื่อคัดและปรับปรุงพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและเหมาะกับประเทศไทย		10
■ การศึกษายีนด้านการสะสมแป้งในมันสำปะหลังและใช้เทคนิคด้านชีวโมเลกุลปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวสูง		25
ประเด็นวิจัยที่ 2: เทคโนโลยีก่อนและหลังเก็บเกี่ยว **วัตถุประสงค์:**เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพเทคโนโลยีการเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่มีในประเทศให้สูงขึ้น		15 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การพัฒนาเครื่องจักรการเกษตรสำหรับเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง		5
■ การพัฒนาการจัดการเขตกรรมมันสำปะหลังและถ่ายทอดความรู้ให้เกษตรกรเพื่อให้ได้มาตรฐาน GAP		10

หมวดวิจัยที่ 2: การพัฒนาพันธุ์และเขตกรรมอ้อย		**50 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์อ้อย **วัตถุประสงค์:**เพื่อพัฒนาพันธุ์อ้อยที่โตเร็ว ให้ผลผลิตสูง		35 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การพัฒนาปรับปรุงพันธุ์อ้อยโตเร็วผลผลิตสูงโดยรวบรวมพันธุ์จากทั่วโลก คัดเลือกและปรับปรุงสายพันธุ์		10
■ การศึกษาการปรับปรุงและขยายพันธุ์อ้อยที่ให้ผลผลิตสูงและปลอดโรคด้วยเทคโนโลยีชีวโมเลกุล		25
ประเด็นวิจัยที่ 2: เทคโนโลยีก่อนและหลังเก็บเกี่ยว **วัตถุประสงค์:** เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและการจัดการเขตกรรมอ้อย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อย		15 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การพัฒนาการจัดการเขตกรรมอ้อยและถ่ายทอดความรู้ให้เกษตรกรเพื่อให้ได้มาตรฐาน GAP		15
หมวดวิจัยที่ 3: การพัฒนา Logistic ของการรวบรวมวัตถุดิบและขนส่ง		**10 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : การพัฒนาการรวบรวมวัตถุดิบมันสำปะหลังและวิธีการขนส่ง **วัตถุประสงค์:**เพื่อลดต้นทุนการเก็บรวบรวมและขนส่ง		10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การพัฒนาวิธีการรวบรวมวัตถุดิบมันสำปะหลังและวิธีขนส่งที่เหมาะสมราคาถูก และประเมินค่าใช่จ่ายต่อน้ำหนักที่ขนส่ง		10

หมวดวิจัยที่ 4: การพัฒนากระบวนการผลิตเอทานอลและพัฒนาโรงงานต้นแบบ		**130 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การพัฒนากระบวนการผลิตเอทานอล **วัตถุประสงค์:**เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในการผลิต		80 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ พัฒนากระบวนการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลและหมักเอทานอล พร้อมกัน		10
▪ พัฒนาระบบควบคุมการทำงานของระบบการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลและการหมักเป็นเอทานอล		10
▪ พัฒนาการใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งของโรงงานผลิตเอทานอลทั้งเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานหรือนำไปผลิตเป็นปุ๋ยแล้วนำกลับไปใช้ในไร่เพาะปลูก		10
▪ การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากกากของแข็งที่เหลือจากการหมัก		5
▪ พัฒนาการแยกน้ำออกจากเอทานอลด้วยวิธีที่มีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำ		15
▪ การคัดเลือกและปรับปรุงสายพันธุ์ยีสต์ด้วยเทคโนโลยีชีวโมเลกุลที่ทำให้สามารถทนอุณหภูมิและความเข้มข้นเอทานอลได้สูง และ/หรือลดการผลิตกลีเซอรอลซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นเอทานอล		20
▪ พัฒนาเอนไซม์ที่สามารถย่อยแป้งดิบ เพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต		10
ประเด็นวิจัยที่ 2: พัฒนาโรงงานต้นแบบที่บูรณาการการผลิตแป้งมันสำปะหลังและเอทานอล **วัตถุประสงค์:** เพื่อลดต้นทุนการผลิตและลดความเสี่ยงด้านการตลาด		50 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ พัฒนาโรงงานต้นแบบที่บูรณาการผลิตแป้งมันสำปะหลังและเอทานอลเข้าด้วยกันเพื่อสร้าง Engineering know-how และนำไปสู่การ Optimization		50

หมวดวิจัยที่ 5: การพัฒนางานวิจัยพื้นฐานและโรงงานต้นแบบขนาดเล็กเพื่อผลิตเอทานอลจากเซลลูโลส		**50 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การพัฒนาการวิจัยพื้นฐานเพื่อผลิตเอทานอลจากเซลลูโลส **วัตถุประสงค์:** สร้างองค์ความรู้พื้นฐานของการผลิตเอทานอลจากเซลลูโลส		30 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ พัฒนากระบวนการปรับสภาพ (Pretreatment) เซลลูโลสด้วยวิธีระเบิดด้วยไอน้ำและอาจทำงานร่วมกับการใช้กรดคาร์บอนิก		10
▪ การใช้เทคโนโลยีชีวโมเลกุลพัฒนาเอนไซม์เพื่อเปลี่ยนเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาล (Cellulose enzyme) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและราคาถูก		10
▪ การใช้ประโยชน์และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้ (by products)		10
ประเด็นวิจัยที่ 2: การพัฒนาโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก **วัตถุประสงค์:** สร้าง Engineering know-how ของการผลิตเอทานอลจากเซลลูโลสเพื่อใช้ในการขยายขนาด		20 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ การพัฒนางานวิจัยพื้นฐานและโรงงานต้นแบบขนาดเล็กเพื่อผลิตเอทานอลจากเซลลูโลส		20

หมวดวิจัยที่ 6: การวิจัยเชิงนโยบาย		**3 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : การพัฒนาโครงสร้างราคาของวัตถุดิบและเอทานอล และวิธีบริหารจัดการเพื่อความยั่งยืน **วัตถุประสงค์:** สร้างกลไกและวิธีที่ทำให้มีการลงทุนในอุตสาหกรรมเอทานอลและมีความยั่งยืน		3 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ วิจัยเพื่อให้ได้โครงสร้างราคาที่เหมาะสมทั้งของวัตถุดิบและเอทานอล		1
▪ พัฒนาแนวทางและวิธีจัดการเพื่อทำให้อุตสาหกรรมเอทานอลทั้งวงจรมีความยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่		2

7.3 แผนงานวิจัยด้านการผลิตไบโอดีเซล

7.3.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.3.1.1 ศักยภาพ

พืชน้ำมันที่ควรพิจารณาสำหรับผลิตไบโอดีเซลได้แก่ ปาล์มน้ำมัน สบู่ดำ และมะพร้าว รวมถึงน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงสุดทั้งในแง่ของปริมาณและราคาของผลผลิต ดังนั้นถ้าใช้การขยายตัวของพื้นที่ตามยุทธศาสตร์ของกระทรวงเกษตรฯ และให้มีการจัดการดูแลตามหลัก GAP ของกรมวิชาการเกษตร ศักยภาพของไบโอดีเซล B100 ที่ผลิตได้ในปี 2554 และ 2559 มีประมาณ 700 และ 1,800 ล้านลิตร/ปี ตามลำดับ ทั้งนี้รัฐต้องดำเนินการอย่างจริงจังและมีประสิทธิผลจึงจะได้ผลตามแผนที่วาง

7.3.1.2 นโยบาย

คณะรัฐมนตรีมีมติในวันที่ 18 พฤษภาคม 2547 เห็นชอบแผนการส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซล (B100) ตามที่กระทรวงพลังงานเสนอ โดยกำหนดเป้าหมายการใช้ไบโอดีเซลร้อยละ 3 ของการใช้น้ำมันดีเซลในปี 2554 หรือประมาณวันละ 2.4 ล้านลิตร (880 ล้านลิตร/ปี) และกำหนดให้ผสมไบโอดีเซลกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน 2% น้ำมันดีเซล 98% ตั้งแต่ปี 2549 เป็นต้นไปในพื้นที่ที่มีความเหมาะสม และจะขยายเป็นทั่วประเทศในปี 2553 ต่อมาวันที่ 17 พฤษภาคม 2548 คณะรัฐมนตรีเห็นชอบการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั่วประเทศอีก 4 ล้านไร่ภายในปี 2552 พร้อมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตจาก 2.7 ตัน/ไร่/ปี เป็น 3.3 ตัน/ไร่/ปี และให้กระทรวงการคลังจัดสรรงบประมาณสนับสนุนเป็นวงเงิน 1,300 ล้านบาท (ปี พ.ศ. 2548-2555) เพื่อใช้เป็นเงินทุนหมุนเวียนส่งเสริมการปลูก 800 ล้านบาท การวิจัยและพัฒนาและการบริหารจัดการ 500 ล้านบาท

7.3.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์
วิสัยทัศน์ของยุทธศาสตร์ไบโอดีเซลของประเทศไทยกำหนดไว้ 3 ประการ คือ (1) เพื่อสร้างความมั่งคงด้านพลังงานของประเทศและชุมชนอย่างยั่งยืน (2) เพื่อสร้างศักยภาพของชุมชนให้เป็นแหล่งผลิตพลังงาน (3) เพื่อสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมไบโอดีเซลในประเทศ โดยกำหนดให้มีการผลิตไบโอดีเซล (B100) เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่งในปริมาณที่สามารถทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลได้อย่างน้อยที่สุดไม่ต่ำกว่า 3% ของน้ำมันดีเซลที่จะใช้ในปี 2554 คือประมาณ 2.4 ล้านลิตรต่อวัน และไม่ต่ำกว่า 10% ของน้ำมันดีเซลที่ใช้ในปี 2555 คือประมาณ 8.5 ล้านลิตร/วัน

7.3.2 เป้าหมายและกลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา

7.3.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

ด้านการผลิตวัตถุดิบเพื่อผลิตไบโอดีเซล

ประเทศไทยมีขีดความสามารถและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมันมาโดยตลอด โดยผลผลิตปาล์มน้ำมันทะลายของเกษตรกรทั่วไปเฉลี่ยประมาณ 1.2 – 2.5 ตัน/ไร่ สำหรับหน่วยงานรัฐที่มีการจัดการดูแลตามหลัก GAP จะมีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2.8 – 3.5 ตัน/ไร่และถ้ามีการจัดการดูแลที่ดีเหมือนของเอกชนรายใหญ่จะมีผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 3.5 – 5 ตัน/ไร่ ถ้ามีการคัดเลือกและวิจัยด้านสายพันธุ์และถ่ายทอดความรู้เรื่องการปลูกและดูแลรักษา รวมถึงการขยายพื้นที่เพาะปลูกตามแผนของกระทรวงเกษตร ฯ ก็จะสามารถผลิตไบโอดีเซลทดแทนน้ำมันดีเซลได้อย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับสบู่ดำ ซึ่งได้รับความสนใจ เพราะไม่มีผลกระทบกับความมั่นคงด้านอาหารและสามารถปลูกได้ในพื้นที่ทั่วไปนั้น ยังจำเป็นต้องมีการวิจัยด้านสายพันธุ์และความรู้ด้านการปลูก ดูแลรักษาและเก็บเกี่ยวก่อนที่จะมีการส่งเสริมและขยายผลต่อไป

ด้านการผลิตไบโอดีเซล

ปัจจุบันประเทศไทยมีขีดความสามารถทางเทคโนโลยีที่จะออกแบบ และสร้างโรงงานผลิตไบโอดีเซลได้เฉพาะขนาดที่ใช้ในชุมชนและขนาดเล็ก (ระดับหมื่นลิตร/วัน) และเป็นกระบวนการผลิตแบบกะ (Batch) ที่ใช้เทคโนโลยีทรานเอสเตอริฟิเคชั่นแบบดั่งเดิม ซึ่งไม่ได้ Economy of scale โดยส่วนใหญ่ไม่มีการเก็บกลับเมทานอลที่ทำปฏิกิริยาไม่หมด และไม่มีหน่วยทำกลีเซอรีนซึ่งเป็นผลิตผลพลอยได้ให้บริสุทธิ์เพื่อขายเพิ่มรายได้ จึงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง และคุณภาพของไบโอดีเซลที่ผลิตได้ยังไม่ได้มาตรฐานสำหรับใช้กับรถยนต์ตามที่รัฐประกาศ อย่างไรก็ดีถึงแม้ว่าประเทศจะขาด Design know-how ของโรงงานขนาดใหญ่ แต่ก็มีความพร้อมด้านการสร้าง ประกอบและติดตั้งอุปกรณ์ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนก่อสร้างโรงงานได้ระดับหนึ่ง นอกจากนี้ยังขาดเทคโนโลยีที่จะบูรณาการการผลิตไบโอดีเซลเข้ากับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งคาดหมายว่าจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและความเสี่ยงด้านการตลาด

สำหรับการผลิตไบโอดีเซลแบบต่อเนื่อง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีใช้ในต่างประเทศในระดับเชิงพาณิชย์แล้วนั้น ประเทศไทยมีการทำวิจัยอยู่บ้าง แต่มีขนาดเล็กและต้องการการพัฒนาอีกมากถ้าต้องการสร้างเทคโนโลยีนี้ภายในประเทศ ส่วนเทคโนโลยีที่ใช้ไมโครเวฟ Supercritical methanol และสารเร่งปฏิกิริยาใหม่ ๆ หรือกระบวนการ Fischer- Tropsch ยังอยู่ในระดับงานวิจัยและพัฒนา

7.3.2.2 เป้าหมายงานวิจัยและพัฒนาไบโอดีเซลในประเทศไทย

งานวิจัยและพัฒนาไบโอดีเซลแบ่งเป็น ด้านวัตถุดิบ ด้านกระบวนการผลิต และด้านนโยบาย โดยมีเป้าหมายระยะสั้นและระยะยาวที่ต้องการ ดังนี้

ด้านวัตถุดิบ

- เพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันต่อไร่ให้สูงขึ้นโดยการคัดเลือกและ/หรือปรับปรุงสายพันธุ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก และเพิ่มปริมาณด้วยเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ รวมถึงการพัฒนาและถ่ายทอดหลัก Good Agricultural Practice (GAP) (1-5 ปี)
- คัดเลือกและปรับปรุงสายพันธุ์สบู่ดำเพื่อให้ผลผลิตสูง รวมถึงพัฒนาวิธีการปลูกและเก็บเกี่ยวที่มีประสิทธิผล (1-5 ปี)
- เพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีชีวโมเลกุลปรับปรุงพันธุ์พืชน้ำมันที่มีศักยภาพ เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ดีและเหมาะกับประเทศไทย (1-10 ปี)

ด้านกระบวนการผลิต

- ลดต้นทุนในกระบวนการผลิต โดยบูรณาการเข้ากับโรงงานสกัดน้ำมันโดยเฉพาะน้ำมันปาล์ม ปรับปรุงการเก็บกลับเมทานอลและเพิ่มความบริสุทธิ์ของกลีเซอรีนซึ่งเป็นผลผลิตพลอยได้ (1-5 ปี)
- สร้างความสามารถทางเทคโนโลยีทั้งด้านการออกแบบ สร้างและควบคุมการทำงานขึ้นในประเทศ รวมถึงพัฒนาการใช้ประโยชน์กลีเซอรีนที่เป็นผลิตผลพลอยได้จากกระบวนการผลิต (1-5 ปี)
- พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การใช้ไมโครเวฟ Super critical methanol และการเลือกใช้สารเร่งปฏิกิริยาใหม่ ๆ (1-10 ปี)
- พัฒนาเทคโนโลยีการเปลี่ยนก๊าซเชื้อเพลิงจากชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเหลว เช่น กระบวนการ Fischer Tropsch (1-10 ปี)

ด้านนโยบาย

- ศึกษาและจัดทำโครงสร้างราคาวัตถุดิบและไบโอดีเซลให้เหมาะสม (1 ปี)
- เสนอแนวทางและวิธีบริหารจัดการที่ทำให้อุตสาหกรรมดีเซลทั้งวงจรมีความยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่ (1-2 ปี)

7.3.2.3 กลยุทธ์สู่เป้าหมาย

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนามีโอกาสเกื้อหนุนการบรรลุเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ได้มากขึ้น จึงกำหนดกลยุทธ์หลักในการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

(1) ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาอย่างครบวงจรเพื่อลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน ตั้งแต่การเพิ่มผลผลิตต่อไร่ กระบวนการผลิต การกระจายและนำไปใช้ในรถยนต์และการใช้ประโยชน์จากผลิตผลพลอยได้ หรือของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต รวมถึงการบูรณาการเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด

(2) ส่งเสริมการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อเป็นเครื่องมือหนึ่งในการพัฒนาไบโอดีเซลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงของประเทศได้อย่างยั่งยืน

(3) ส่งเสริมการวิจัยพื้นฐานที่จะนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน

(4) ส่งเสริมการให้มีการวิจัยร่วมระหว่างหน่วยงานภาครัฐกับภาคเอกชน ทั้งภายในประเทศและกับต่างประเทศ

(5) ส่งเสริมการพัฒนาบุคลากรด้านวิจัยและวิศวกรรมเพื่อรองรับอุตสาหกรรมการผลิตไบโอดีเซลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงของประเทศที่จะมีการขยายตัวใน 10 ปีข้างหน้า

7.3.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา

แผนงานวิจัยและพัฒนา (R&D Focus) ที่เสนอครอบคลุมทั้งขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบที่ใช้ผลิตไบโอดีเซล ขั้นตอนการผลิตไบโอดีเซล และการวิจัยเชิงนโยบายโดยแบ่งเป็น 5 หมวดหลัก ซึ่งต้องใช้งบประมาณ 203 ล้านบาทใน 10 ปี ดังนี้

7.3.3.1 ประเด็นวิจัยที่จำเป็น

(1) หมวดการพัฒนาพันธุ์พืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูง

เนื่องจากต้นทุนการผลิตไบโอดีเซล 60-70% เป็นราคาวัตถุดิบจากพืชน้ำมัน ซึ่งมีราคาผันผวนเพราะอิงกับการใช้ประโยชน์ด้านอาหาร นอกจากนี้การนำวัตถุดิบไปผลิตเชื้อเพลิงจะทำให้ความต้องการในตลาดเพิ่มสูงขึ้นมาก เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขาดแคลนและมีผลต่อราคาซึ่งจะกระทบต่อความยั่งยืนของอุตสาหกรรมไบโอดีเซล ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องพัฒนาและเพิ่มผลผลิตพืชน้ำมันที่มีศักยภาพอย่างเร่งด่วนภายใต้เงื่อนไขของพื้นที่ปลูกที่มีจำกัดและพืชต้องใช้เวลาในการเจริญเติบโต โดยประเด็นงานวิจัยและพัฒนา คือ

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณสำหรับการผลิตไบโอดีเซล	
	ล้านบาท
<u>การเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตวัตถุดิบ</u>	
หมวดที่ 1: การพัฒนาพันธุ์พืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูง	65
หมวดที่ 2: การพัฒนา Logistics ของการเก็บรวบรวมและขนส่งวัตถุดิบ	10
<u>การเพิ่มประสิทธิ ภาพและลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซล</u>	
หมวดที่ 3: การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มแบบบูรณาการและพัฒนาโรงงานต้นแบบ	75
หมวดที่ 4: การพัฒนางานวิจัยพื้นฐานและโรงงานต้นแบบขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลด้วยเทคโนโลยีขั้นสูงที่มีประสิทธิภาพ	50
<u>การวิจัยเชิงนโยบาย</u>	
หมวดที่ 5: การวิจัยเชิงนโยบาย	3

- พัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน โดยรวบรวมพันธุ์จากแหล่งต่าง ๆ ทั่วโลก แล้วทำการคัดเลือกและปรับปรุงด้วยวิธีดั้งเดิมและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวโมเลกุล
- พัฒนาวิธีการปลูกปาล์มน้ำมันและเก็บเกี่ยว และถ่ายทอดความรู้ให้กับเกษตรกรเพื่อให้ได้มาตรฐาน GAP
- พัฒนาและปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำ โดยรวบรวมพันธุ์จากแหล่งต่าง ๆ ทั่วโลกแล้วทำการคัดเลือกและปรับปรุงด้วยวิธีดั้งเดิมและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวโมเลกุล
- พัฒนาวิธีการปลูกสบู่ดำและเก็บเกี่ยว และถ่ายทอดความรู้ให้กับเกษตรกร

(2) หมวดการพัฒนา Logistic ของการเก็บรวบรวมและขนส่งวัตถุดิบ

การเก็บรวบรวมวัตถุดิบเพื่อขนส่งไปโรงงานที่มีประสิทธิภาพ นอกจากจะช่วยในการลดต้นทุนเรื่องการขนส่งแล้ว ยังสามารถลดความเสียหายด้านคุณภาพของวัตถุดิบและเพิ่มผลิตผลของกระบวนการผลิตได้อีกด้วย ดังนั้นงานวิจัยพัฒนาที่จำเป็นคือ

- การศึกษาหาวิธีการรวบรวมวัตถุดิบ โดยเฉพาะปาล์มน้ำมันและสบู่ดำ ที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงคุณภาพของวัตถุดิบที่ส่งถึงโรงงาน ขนาดและการกระจายตัวของแหล่งเพาะปลูกควบคู่กับตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผลิตไบโอดีเซล รวมทั้งประเมินค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นต่อหน่วยน้ำหนักที่ขนส่ง

(3) หมวดการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มและพัฒนาโรงงานต้นแบบ

เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์ม การพัฒนากระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม (Conventional) เพื่อเพิ่มผลผลิต (Yield) ด้วยการควบคุมและ Optimize การทำงานของหน่วยต่าง ๆ ของโรงงาน การเก็บกลับเมทานอลและทำกลีเซอรีนให้บริสุทธิ์หรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น นอกจากนี้การบูรณาการการผลิตไบโอดีเซลเข้ากับโรงสกัดน้ำมันปาล์ม และอาจมีการใช้ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าและความร้อนร่วมโดยใช้เชื้อเพลิงชีวมวลที่ได้จากกระบวนการผลิต (ทะลาย เส้นใย และกะลาปาล์ม, ก๊าซชีวภาพ และอาจรวมกลีเซอรีนด้วย) แล้วขายไฟฟ้าส่วนเกิน จะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้มากดังที่เกิดขึ้นกับโรงงานผลิตเอทานอลในประเทศบราซิล

การพัฒนาดังกล่าวข้างต้นจำเป็นต้องมีการออกแบบและสร้างโรงงานต้นแบบเพื่อใช้ทดสอบและสร้าง Engineering know-how ขึ้นในประเทศไทย ซึ่งจะช่วยลดเงินลงทุนสร้างโรงงานได้มากและขายเทคโนโลยีไปยังประเทศเพื่อนบ้านได้

ดังนั้นงานวิจัยและพัฒนาที่จำเป็นได้แก่

- Simulation and optimization กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มด้วยกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและแบบที่บูรณาการเข้ากับกระบวนการสกัดน้ำมันพืช
- การพัฒนาการทำกลีเซอรีนให้บริสุทธิ์ หรือพัฒนาการนำไปใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิง
- การออกแบบและสร้างโรงงานผลิตไบโอดีเซลต้นแบบที่บูรณาการเข้ากับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

(4) การพัฒนางานวิจัยพื้นฐานและโรงงานต้นแบบขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลด้วยเทคโนโลยีขั้นสูงที่มีประสิทธิภาพ

งานวิจัยพื้นฐานที่น่าสนใจในแง่ของการช่วยลดต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลได้แก่ การใช้ไมโครเวฟ, Supercritical methanol หรือสารเร่งปฏิกิริยาใหม่ ๆ ในขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาเคมี ประเทศไทยจึงควรลงทุนทำวิจัยเพื่อให้ได้องค์ความรู้ในเรื่องเหล่านี้ นอกจากนี้ควรมีการวิจัยเทคโนโลยีการเปลี่ยนก๊าซเชื้อเพลิงจากชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเหลว เพื่อเตรียมความพร้อมในระยะยาว อนึ่งองค์ความรู้ที่ได้ควรนำมาขยายขนาดเป็นโรงงานผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็กเพื่อใช้ทดสอบและหาข้อมูลทางวิศวกรรม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการออกแบบระบบขนาดใหญ่ต่อไป ดังนั้นประเด็นงานวิจัยและพัฒนาที่ควรสนับสนุนคือ

- การศึกษาวิจัยการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ไมโครเวฟ Supercritical methanol และสารเร่งปฏิกิริยาใหม่ ๆ ที่มีศักยภาพ
- การศึกษาวิจัยการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากชีวมวล
- พัฒนาโรงงานต้นแบบขนาดเล็กที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ที่มีศักยภาพ เพื่อศึกษาและรวบรวมข้อมูลทางวิศวกรรม

(5) หมวดการวิจัยเชิงนโยบาย

จากข้อมูลทั่วโลกพบว่าต้นทุนไบโอดีเซลที่ผลิตจากพืชน้ำมันมีราคาสูงกว่าน้ำมันดีเซลที่ถูกทดแทนค่อนข้างมาก (ขึ้นกับราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก) ดังนั้นเพื่อให้มีการผลิตและใช้ไบโอดีเซลอย่างแพร่หลาย ทุกประเทศจึงมีนโยบายสนับสนุนที่ชัดเจนทั้งในด้านภาษี ดอกเบี้ยเงินกู้หรือประกันราคา ต้นทุนการผลิตไบโอดีเซลของไทยก็สูงกว่าเช่นกัน จึงทำให้การขยายตัวทั้งด้านการผลิตและการใช้เป็นไปอย่างล่าช้า นอกจากนี้นโยบายการสนับสนุนจากภาครัฐยังไม่ชัดเจนและดึงดูดพอให้มีการลงทุน ดังนั้นประเด็นงานวิจัยที่ควรทำเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับตัดสินใจเชิงนโยบาย คือ

- ศึกษาและจัดทำโครงสร้างราคาวัตถุดิบและไบโอดีเซลให้เหมาะสม
- เสนอแนวทางและวิธีบริหารจัดการที่ทำให้อุตสาหกรรมดีเซลทั้งวงจรมีความยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่

7.3.3.2 Roadmap การวิจัยและพัฒนาทางด้านการผลิตไบโอดีเซล

หมวดวิจัยที่ 1: การพัฒนาพันธุ์พืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูงและวิธีการปลูกและเก็บเกี่ยว		**65 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์พืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูง **วัตถุประสงค์:**เพื่อพัฒนาพันธุ์พืชน้ำมันให้ได้ผลผลิตน้ำมันต่อไร่สูง		50 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การรวบรวม และคัดเลือกสายพันธุ์ปาล์มน้ำมันจากทั่วโลกเพื่อคัดและปรับปรุงพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและเหมาะกับประเทศไทยด้วยวิธีดั้งเดิมและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวโมเลกุล		25
■ พัฒนาและปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำ โดยรวบรวมพันธุ์จากแหล่งต่าง ๆ ทั่วโลกแล้วทำการคัดเลือกและปรับปรุงด้วยวิธีดั้งเดิมและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวโมเลกุล		25
ประเด็นวิจัยที่ 2: เทคโนโลยีการปลูกและเก็บเกี่ยว **วัตถุประสงค์:**เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพเทคโนโลยีการเพาะปลูก และ การเก็บเกี่ยวพืชน้ำมัน		15 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ พัฒนาวิธีการปลูกปาล์มน้ำมันและเก็บเกี่ยว และถ่ายทอดความรู้ให้กับเกษตรกรเพื่อให้ได้มาตรฐาน GAP		5
■ พัฒนาวิธีการปลูกสบู่ดำและเก็บเกี่ยว และถ่ายทอดความรู้ให้กับเกษตรกรเพื่อให้ได้มาตรฐาน GAP		10

หมวดวิจัยที่ 2: การพัฒนา Logistic ของการรวบรวมวัตถุดิบและขนส่ง		**10 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : การพัฒนาการรวบรวมวัตถุดิบและวิธีการขนส่ง **วัตถุประสงค์:**เพื่อลดต้นทุนการเก็บรวบรวมและขนส่ง		10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การพัฒนาวิธีการรวบรวมวัตถุดิบ โดยเฉพาะปาล์มน้ำมันและสบู่ดำและวิธีขนส่งที่เหมาะสมราคาถูก และประเมินค่าใช่จ่ายต่อน้ำหนักที่ขนส่ง		10

หมวดวิจัยที่ 3: หมวดการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มและพัฒนาโรงงานต้นแบบ		**75 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันและสร้าง Engineering know-how ขึ้นในประเทศไทย **วัตถุประสงค์:** เพื่อลดต้นทุนของกระบวนการผลิตไบโอดีเซล		75 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ Simulation and optimization กระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มด้วยกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมและแบบที่บูรณาการเข้ากับกระบวนการสกัดน้ำมันพืช		5
■ การพัฒนาการทำกลีเซอรีนให้บริสุทธิ์ หรือพัฒนาการนำไปใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิง		20
■ การออกแบบและสร้างโรงงานผลิตไบโอดีเซลต้นแบบที่บูรณาการเข้ากับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม		50

หมวดวิจัยที่ 4: การพัฒนางานวิจัยพื้นฐานและโรงงานต้นแบบขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลด้วยเทคโนโลยีขั้นสูงที่มีประสิทธิภาพ		**50 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยวิจัยที่ 1 : เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลที่มีประสิทธิภาพ **วัตถุประสงค์:** พัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานและข้อมูลวิศวกรรมของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ใช้ผลิตไบโอดีเซล		50 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การศึกษาวิจัยการผลิตไบโอดีเซลโดยใช้ไมโครเวฟ Supercritical methanol และสารเร่งปฏิกิริยาใหม่ ๆ ที่มีศักยภาพ		20
■ การศึกษาวิจัยการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จากชีวมวล		10
■ การพัฒนาโรงงานต้นแบบขนาดเล็กที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ที่มีศักยภาพ เพื่อศึกษาข้อมูลทางวิศวกรรม		20

หมวดวิจัยที่ 5: การวิจัยเชิงนโยบาย		**3 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : การพัฒนาโครงสร้างราคาของวัตถุดิบและไบโอดีเซล และวิธีบริหารจัดการเพื่อความยั่งยืน **วัตถุประสงค์:** สร้างกลไกและวิธีที่ทำให้มีการลงทุนในอุตสาหกรรมไบโอดีเซลและมีความยั่งยืน		3 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ วิจัยเพื่อให้ได้โครงสร้างราคาที่เหมาะสมทั้งของวัตถุดิบและไบโอดีเซล		1
■ พัฒนาแนวทางและวิธีจัดการเพื่อทำให้อุตสาหกรรมไบโอดีเซลทั้งวงจรมีความยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่		2

7.4 แผนงานวิจัยด้านการผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากชีวมวล

7.4.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.4.1.1 ศักยภาพ

ประเทศไทยมีการใช้ชีวมวลที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรผลิตพลังงานทั้งความร้อนและไฟฟ้ามานานพอสมควร โดยเฉพาะในโรงงานน้ำตาล โรงสีข้าวและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม เมื่อรัฐบาลมีนโยบายรับซื้อไฟฟ้าที่ผลิตจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนในราคาพิเศษ ชีวมวลถูกนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้น จนในบางพื้นที่เกิดการขาดแคลนในบางเวลา จากการสำรวจในปี 2549 ชีวมวลที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีเหลือพอสำหรับนำไปผลิตพลังงานใน 5-10 ปีข้างหน้าได้แก่ ฟางข้าว ใบและยอดอ้อย และทะลายปาล์ม ซึ่งจากการประเมินมีปริมาณ 7.2-10.9, 10.8-16.5 และ 0.61-0.90 ล้านตัน/ปี ตามลำดับ และคิดเทียบเท่าเป็นพลังงานทั้งหมดได้เท่ากับ 5,154-7,819 ktoe/yr หรือคิดเป็นกำลังไฟฟ้าได้ 2,016-3,058 MW_e อนึ่งถ้ารัฐมีการส่งเสริมการปลูกอ้อย มันสำปะหลังและปาล์มน้ำมันเพื่อนำไปผลิตเอทานอลและไบโอดีเซล ก็จะมีชีวมวลเหลือทิ้งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ถ้าราคาน้ำมันสูงถึงระดับหนึ่ง การปลูกไม้โตเร็วในป่าเสื่อมโทรมเพื่อผลิตพลังงานก็จะมีความคุ้มค่า

7.4.1.2 นโยบาย

แผนอนุรักษ์พลังงานระยะที่ 3 ของกระทรวงพลังงาน (2548-2554) มีนโยบายส่งเสริมการผลิตพลังงานจากชีวมวล (รวมขยะ) ให้ได้ 955 MW_e หรือคิดเทียบเท่าน้ำมันดิบ 3,673 ktoe ซึ่งมากเป็นอันดับหนึ่งเมื่อเทียบกับพลังงานหมุนเวียนชนิดอื่นๆ ทั้งนี้รัฐได้ออกระเบียบรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายเล็กและเล็กมาก (SPP/VSPP) มารองรับนโยบายดังกล่าว พร้อมทั้งกำหนดเพดานกำลังไฟฟ้าที่รับซื้อ

7.4.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์
ในปี 2554 ประเทศไทยมีการใช้ชีวมวลในการผลิตพลังงานคิดเป็นกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นอีก 955 MW_e หรือคิดเทียบเท่าน้ำมันดิบ 3,673 ktoe และรัฐจะรับซื้อไฟฟ้าสำหรับผู้ที่ประสงค์จะขายโดยป้อนกลับเข้าสู่สายส่งตามระเบียบของ SPP และ VSPP โดยจะพยายามแก้ไขปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ทั้งในเชิงเทคนิคและข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย

7.4.2 เป้าหมายและกลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา

7.4.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

ด้านวัตถุดิบชีวมวล

ประเทศไทยมีการใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานมานาน ส่วนใหญ่จะใช้ชีวมวลเหลือทิ้งของโรงงานตัวเอง เช่น โรงงานน้ำตาล โรงงานน้ำมันปาล์ม โรงสีข้าว และโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ยาง การเก็บรวบรวมและการขนส่งจึงไม่เป็นปัญหามากนัก อย่างไรก็ดีหลังจากที่รัฐมีระเบียบการรับซื้อไฟฟ้า SPP ทำให้เกิดธุรกิจผลิตไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายให้แก่รัฐมากขึ้น และผู้ที่ใช้แหล่งพลังงานหมุนเวียนจะขายไฟฟ้าได้ในราคาที่สูงกว่าปกติ ดังนั้นชีวมวลซึ่งเป็นเชื้อเพลิงราคาถูกและมีต้นทุนในการผลิตความร้อน/ไฟฟ้าที่ค่อนข้างถูกเมื่อเทียบกับพลังงานหมุนเวียนชนิดอื่น จึงถูกนำไปใช้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ในบางพื้นที่เกิดการขาดแคลนและจำเป็นต้องจัดหา เก็บรวบรวม และขนส่งมายังโรงไฟฟ้าอย่างเป็นระบบ ซึ่งก็เป็นเหตุให้ต้นทุนสูงขึ้น จากการประเมินพบว่า ชีวมวลที่มีศักยภาพในการนำไปผลิตพลังงานที่เหลืออยู่ของไทย ได้แก่ ฟางข้าว ใบและยอดอ้อย และทะลายปาล์ม ทั้งนี้สองชนิดแรกซึ่งค่อนข้าง Bulky ยังต้องการการวิจัยและพัฒนาในการเก็บรวบรวม และขนส่งอย่างเป็นระบบ เพราะปัจจุบันเกษตรส่วนใหญ่จะเผาทิ้ง ส่วนทะลายปาล์มจะอยู่ที่โรงสกัดน้ำมันปาล์มอยู่แล้ว จึงไม่เกิดปัญหาการรวบรวม แต่อาจเกิดปัญหาถ้าต้องขนส่งไปยังโรงไฟฟ้าที่อยู่ห่างเกินไป

นอกจากนี้เพื่อเป็นการเตรียมการณ์ล่วงหน้า ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการปลูกไม้โตเร็วเพื่อนำมาผลิตพลังงานและอาจบูรณการเข้ากับการผลิตสิ่งที่มีมูลค่าอื่น ๆ ด้วย

ด้านการผลิตพลังงาน

การเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงานขนาดเชิงพาณิชย์ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นระบบเผาไหม้โดยตรงและผลิตไฟฟ้าผ่านวัฏจักรแรงคิน โดยใช้ทั้งแบบตะกรับและฟลูอิดไดซ์เบด ส่วนระบบแก๊สซิฟิเคชั่นมีน้อยและระบบค่อนข้างเล็ก สำหรับระบบเผาไหม้ตรงขนาดใหญ่และความดันไอน้ำสูงมักนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ แต่มีการสร้าง และประกอบในไทย ส่วนระบบขนาดเล็กมีทั้งนำเข้าและพัฒนาขึ้นในประเทศ อย่างไรก็ดี ปัญหาที่พบได้แก่ การจับตัวของเถ้าขณะเผาไหม้ชีวมวล และการเกาะตัวของเถ้าที่ผิวถ่ายเทความร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพลดลงและต้องหยุดระบบเพื่อทำความสะอาดบ่อย ๆ การหาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านเผาไหม้ของเชื้อเพลิงชีวมวลแต่ละชนิดและงานวิจัยพัฒนาเพื่อลดหรือแก้ไขปัญหาเหล่านี้จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

การสำรวจข้อมูลเพื่อให้ทราบถึงสมรรถนะของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันของประเทศไทย เพื่อหาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพ และประเมินพลังงานที่จะได้

เพิ่มขึ้น ควรต้องมีการดำเนินการอย่างเร่งด่วน รวมถึงพัฒนาองค์ความรู้ของการเผาไหม้ร่วมระหว่างชีวมวลกับถ่านหิน ทั้งนี้ต้องสนับสนุนให้เกิดระบบสาธิตของระบบต่าง ๆ ในระดับเชิงพาณิชย์ด้วย

นอกจากนี้ควรพัฒนาความสามารถในการออกแบบ สร้าง ติดตั้งและควบคุมระบบขึ้นในประเทศไทยเพื่อสร้าง Engineering know-how ของระบบขนาดเล็กและกลางที่ได้รับการยอมรับว่ามีประสิทธิภาพสูงและต้นทุนแข่งขันได้ โดยเฉพาะระบบเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและระบบแก๊สซิฟิเคชั่นที่ต่อกับเครื่องยนต์สันดาปภายใน

7.4.2.2 เป้าหมายงานวิจัยและพัฒนาการผลิตพลังงานจากชีวมวลของประเทศไทย

งานวิจัยและพัฒนาชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานแบ่งเป็น ด้านผลิตและเก็บรวบรวมชีวมวลที่มีศักยภาพ ด้านกระบวนการเปลี่ยนเป็นพลังงาน และด้านนโยบาย โดยมีเป้าหมายระยะสั้นและระยะยาวที่ต้องการ ดังนี้

<u>ด้านผลิตและเก็บรวบรวมชีวมวล</u>

- ได้วิธีการเก็บ รวบรวม และขนส่ง (ลดขนาด, เพิ่มความหนาแน่น เป็นต้น) ชีวมวลที่ได้รับการสำรวจแล้วว่ามีศักยภาพ พร้อมทั้งประเมินค่าใช้จ่ายต่อหน่วยน้ำหนักหรือพลังงานของชีวมวล (1-5 ปี)
- ได้ข้อมูลความคุ้มค่าทั้งเชิงเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมของการปลูกไม้โตเร็วเพื่อผลิตพลังงาน (1-2 ปี)

<u>ด้านกระบวนการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงาน</u>

- มีองค์ความรู้เรื่องการป้องกันและแก้ไขปัญหาเรื่องประสิทธิภาพที่ลดลงเนื่องจากเถ้าของชีวมวล (1-5 ปี)
- ลดต้นทุนพลังงานที่ผลิตได้ในกระบวนการเผาไหม้ตรงโดยการเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนเป็นพลังงานให้สูงขึ้นในกลุ่มโรงงานที่มีศักยภาพ เช่น โรงงานน้ำตาล น้ำมันปาล์มและโรงสีข้าว เป็นต้น พร้อมทั้งสนับสนุนให้เกิดระบบสาธิต (1-5 ปี)
- มีองค์ความรู้เรื่องการเผาไหม้ชีวมวลร่วมกับถ่านหิน พร้อมทั้งสาธิตระบบต้นแบบ (1-5 ปี)
- มีความสามารถทางเทคโนโลยีทั้งด้านการออกแบบ สร้างและควบคุมการทำงานของเทคโนโลยีการเผาไหม้และแก๊สซิฟิเคชั่นเพื่อผลิตพลังงานจากชีวมวลขึ้นในประเทศ (1-10 ปี)

ด้านนโยบาย

- ได้แนวทางและวิธีการจัดการเพื่อให้การใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานมีความยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่ (1-2 ปี)
- ได้กลไกการสนับสนุนที่เหมาะสมเพื่อให้มีการใช้ชีวมวลผลิตพลังงานให้มากขึ้น เช่น Feed-in tariff หรือ RPS เป็นต้น รวมถึงเกิดการใช้เตาถ่าน/ฟืนประสิทธิภาพสูงอย่างแพร่หลายและยั่งยืน (1-2 ปี)

7.4.2.3 กลยุทธ์สู่เป้าหมาย

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนามีโอกาสเกื้อหนุนการบรรลุเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ได้มากขึ้น จึงกำหนดกลยุทธ์หลักในการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

- ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตพลังงานจากชีวมวล โดยพิจารณาทั้งการเก็บรวบรวม ขนส่ง และกระบวนการผลิตพลังงาน รวมถึงการสนับสนุนให้เกิดระบบสาธิตของเทคโนโลยีแบบต่าง ๆ
- ส่งเสริมการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อเป็นเครื่องมือหนึ่งในการพัฒนาการผลิตพลังงานจากชีวมวลภายในประเทศได้อย่างยั่งยืน
- ส่งเสริมการวิจัยพื้นฐานที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาทางเทคนิคและ/หรือเพิ่มประสิทธิ ภาพของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวล
- ส่งเสริมการให้มีการวิจัยร่วมระหว่างหน่วยงานภาครัฐกับภาคเอกชน ทั้งภายในประ เทศและกับต่างประเทศ โดยเฉพาะเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น ฟลูอิดไดซ์เบด
- ส่งเสริมการพัฒนาบุคลากรด้านวิจัยและวิศวกรรมเพื่อรองรับอุตสาหกรรมการผลิตพลังงานจากชีวมวลของประเทศที่จะมีการขยายตัวใน 5-10 ปีข้างหน้า

7.4.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา

แผนงานวิจัยและพัฒนา (R&D Focus) ที่เสนอครอบคลุมตั้งแต่การจัดหาชีวมวล กระบวนการผลิตพลังงาน และการวิจัยเชิงนโยบายโดยแบ่งเป็น 7 หมวดหลักซึ่งต้องใช้งบประมาณ 140 ล้านบาทใน 10 ปี ดังนี้

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณสำหรับการผลิตพลังงานจากชีวมวล	
	ล้านบาท
<u>การผลิต เก็บรวบรวม และขนส่งชีวมวล</u>	
หมวดที่ 1: การศึกษาการเก็บรวบรวมและขนส่งชีวมวลที่ยังมีศักยภาพในการนำไปผลิตพลังงาน	10
หมวดที่ 2: การศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้ของการปลูกพืชโตเร็วเพื่อใช้ผลิตพลังงาน	20
<u>กระบวนการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงาน</u>	
หมวดที่ 3: การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลในกลุ่มโรงงานที่มีศักยภาพ	50
หมวดที่ 4: การศึกษาถึงการป้องกันและแก้ไขปัญหาเรื่องประสิทธิภาพที่ลดลงเนื่องจากเถ้าของชีวมวล	15
หมวดที่ 5: การสร้างองค์ความรู้เรื่องการเผาไหม้ร่วมระหว่างถ่านหินกับชีวมวล	10
หมวดที่ 6: การสร้าง Engineering know-how ด้านการออกแบบ สร้าง ติดตั้งและควบคุมการทำงานขึ้นในประเทศ	30
<u>การวิจัยเชิงนโยบาย</u>	
หมวดที่ 7: การศึกษานโยบาย กลไก วิธีการจัดการ ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานให้แพร่หลายมากขึ้นและยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่	5

7.4.3.1 ประเด็นวิจัยที่จำเป็น

(1) หมวดการศึกษาการเก็บรวบรวมและขนส่งชีวมวลที่ยังมีศักยภาพในการนำไปผลิตพลังงาน

ฟางข้าว ใบและยอดอ้อย เป็นชีวมวลที่มีศักยภาพในการนำไปผลิตพลังงานในระยะ 5-10 ปีข้างหน้า ปัญหาที่จำเป็นต้องแก้ไขก็คือ การเก็บรวบรวมและขนส่งไปยังสถานที่ใช้งาน เพราะชีวมวลเหล่านี้มีน้ำหนักเบา แต่ปริมาตรมาก ทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นประเด็นงานวิจัยพัฒนาคือ

- ศึกษาวิธีการเก็บรวบรวมและขนส่งฟางข้าวที่เหมาะสม
- ศึกษาวิธีการเก็บรวบรวมและขนส่งใบและยอดอ้อยที่เหมาะสม

(2) หมวดการศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้ของการปลูกพืชโตเร็วเพื่อใช้ผลิตพลังงาน

ในอนาคตขณะที่ราคาน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นมาก และชีวมวลที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรถูกนำมาใช้งานจนอาจขาดแคลน ผนวกกับแรงกดดันเรื่องภาวะเรือนกระจก

ของโลก ประเทศไทยจึงอาจจำเป็นที่ต้องพิจารณาเรื่องปลูกพืช/ไม้โตเร็วเพื่อใช้ผลิตพลังงาน โดยการนำไปใช้งานอาจใช้ชีวมวลอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับถ่านหิน ดังนั้นงานวิจัยพัฒนาที่ควรเริ่มดำเนินการคือ

- คัดเลือกชนิดของไม้โตเร็วที่มีศักยภาพและทดลองปลูก เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านผลผลิต พลังงานที่ได้ และต้นทุน

(3) หมวดการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลในกลุ่มโรงงานที่มีศักยภาพ

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า เทคโนโลยีของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลในโรงงานน้ำตาล โรงสีข้าวและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่มีจำนวนมากในประเทศไทยยังมีประสิทธิภาพต่ำ ซึ่งสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ โดยต้องมีการออกแบบและใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่แทน และเพื่อให้การขยายผลประสบผลสำเร็จ จึงควรมีการสนับสนุนให้เกิดระบบสาธิตที่ใช้งานในโรงงานจริง ประเด็นที่ควรศึกษาและพัฒนา คือ

- สำรวจ จัดกลุ่มและประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานในกลุ่มโรงงานน้ำตาล โรงสีข้าว และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม พร้อมทั้งเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
- ออกแบบ ติดตั้งระบบสาธิตและเก็บข้อมูลในโรงงานที่มีศักยภาพ

(4) หมวดการศึกษาถึงการป้องกันและแก้ไขปัญหาเรื่องประสิทธิภาพที่ลดลงเนื่องจากเถ้าของชีวมวล

การทำงานของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวล โดยเฉพาะการเผาไหม้ตรง มักประสบปัญหาเถ้าหลอมจับตัวอุดตันและเกาะตัวในส่วนต่าง ๆ ของระบบ เช่น ช่องกระจายอากาศและผิวถ่ายเทความร้อน ถ้าเถ้าของชีวมวลมีองค์ประกอบของซิลิกาสูงก็จะเกิดปัญหาการสึกกร่อนของชิ้นส่วนที่สัมผัส ทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงและต้องหยุดซ่อมบำรุง หรือทำความสะอาดบ่อย ประเด็นงานวิจัยที่ควรทำคือ

- ศึกษาคุณสมบัติการเผาไหม้ของชีวมวลของประเทศไทยที่มีการใช้ผลิตพลังงาน
- ศึกษาถึงการหลอมตัว การจับตัวที่ผิวถ่ายเทความร้อน และการขัดสีของเถ้าชีวมวลที่ได้สำรวจแล้วว่ามีปัญหา เพื่อหาวิธีแก้ไขป้องกัน

(5) หมวดการสร้างองค์ความรู้เรื่องการเผาไหม้ร่วมระหว่างถ่านหินกับชีวมวล

เมื่อแรงกดดันเรื่องการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทำให้โลกเกิดภาวะเรือนกระจก มีมากขึ้น ทางออกหนึ่งก็คือ การใช้ชีวมวลร่วมกับถ่านหิน ในทางกลับกันระบบที่ใช้ชีวมวลเพียงอย่างเดียวก็อาจมีความเสี่ยงเรื่องขาดแคลนเชื้อเพลิงเพราะปริมาณอาจขึ้นกับฤดูกาลหรือการปลูกพืชประสบภัยธรรมชาติ การใช้ร่วมกับถ่านหินจึงช่วยลดความเสี่ยงเรื่องนี้ ดังนั้นงานวิจัยพัฒนาที่จำเป็น คือ

- ศึกษาการเผาไหม้ร่วมกันของถ่านหินและชีวมวลประเภทต่าง ๆ ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและระบบสาธิต

(6) หมวดการสร้าง Engineering know-how ด้านการออกแบบ สร้าง ติดตั้งและควบคุมการทำงานขึ้นในประเทศ

ระบบผลิตพลังงานขนาดกลางและเล็กที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น ฟลูอิดไซด์เบดและแก๊สซิฟิเคชั่น จะเหมาะกับชีวมวลหลากหลายชนิด ซึ่งเหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารที่เป็น SME การพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นเองในประเทศจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพราะจะช่วยลดต้นทุนของระบบได้ระดับหนึ่ง รัฐจึงควรสนับสนุนและส่งเสริมในประเด็น

- พัฒนาการออกแบบ สร้าง ควบคุมและทดสอบระบบสาธิตของเทคโนโลยีเผาไหม้และแก๊สซิฟิเคชั่นที่มีประสิทธิภาพสูง ต้นทุนต่ำและเหมาะกับชีวมวลที่มีศักยภาพ โดยเน้นที่ระบบขนาดเล็กและกลาง

(7) หมวดการศึกษานโยบาย กลไก วิธีการจัดการ ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานให้แพร่หลายมากขึ้นและยั่งยืนโดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่

นอกเหนือจากนโยบาย SPP/VSPP แล้ว นโยบายอื่น ๆ ในการสนับสนุนและส่งเสริมการใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานของประเทศให้มากขึ้นและยั่งยืน ก็ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาและทบทวน เช่น ภาษี, Feed in tariff, RPS นอกจากนั้นการขยายผลของการใช้เตาถ่านและฟื้นประสิทธิภาพสูงจะมีผลมากต่อการใช้ชีวมวลของประเทศ ดังนั้นประเด็นที่ควรศึกษาวิจัยก็คือ

- ศึกษากลไกการสนับสนุนที่เหมาะสมเพื่อให้มีการใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานเพิ่มขึ้นและยั่งยืน
- ศึกษากลไกและวิธีการส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดการใช้เตาถ่าน/ฟื้นประสิทธิภาพสูงอย่างแพร่หลายและยั่งยืน

- ศึกษาแนวทางและวิธีการจัดการเพื่อให้การใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานมีความยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่

7.4.3.2 Roadmap การวิจัยและพัฒนาด้านการผลิตพลังงานจากชีวมวล

หมวดวิจัยที่ 1: การศึกษาการเก็บรวบรวมและขนส่งชีวมวลที่ยังมีศักยภาพในการนำไปผลิตพลังงาน		**10 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : การพัฒนาวิธีการเก็บรวบรวมและขนส่งชีวมวลที่มีศักยภาพที่เหมาะสม **วัตถุประสงค์:**เพื่อให้ได้เทคโนโลยีและวิธีการเก็บรวบรวมชีวมวลที่มีศักยภาพและทราบถึงข้อมูลค่าใช้จ่ายต่อหน่วยน้ำหนักหรือพลังงาน		10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ ศึกษาวิธีการเก็บรวบรวมและขนส่งฟางข้าวที่เหมาะสม		5
▪ ศึกษาวิธีการเก็บรวบรวมและขนส่งใบและยอดอ้อยที่เหมาะสม		5

หมวดวิจัยที่ 2: การศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้ของการปลูกพืชโตเร็วเพื่อใช้ผลิตพลังงาน		**20 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: ศึกษาวิธีการปลูกพืชโตเร็วที่มีศักยภาพและประเมินต้นทุนต่อหน่วยน้ำหนักหรือพลังงาน **วัตถุประสงค์:** เพื่อให้ได้องค์ความรู้ของการปลูกและบริหารจัดการพืชโตเร็วที่มีศักยภาพในการใช้ผลิตพลังงาน		20 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ คัดเลือกชนิดของไม้โตเร็วที่มีศักยภาพและทดลองปลูก เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านผลผลิต พลังงานที่ได้ และต้นทุน		20

หมวดวิจัยที่ 3: การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลในกลุ่มโรงงานที่มีศักยภาพ		**50 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : ศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพและสาธิตระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลของโรงงานที่มีศักยภาพ **วัตถุประสงค์:** ได้องค์ความรู้ของวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ และสาธิตระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลของโรงงานที่มีศักยภาพ		50 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ สำรวจ จัดกลุ่มและประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานในกลุ่มโรงงานน้ำตาล โรงสีข้าว และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม พร้อมทั้งเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์		15
▪ ออกแบบ ติดตั้งระบบสาธิตและเก็บข้อมูลในโรงงานที่มีศักยภาพ		35

หมวดวิจัยที่ 4: การศึกษาถึงการป้องกันและแก้ไขปัญหาเรื่องประสิทธิภาพที่ลดลงเนื่องจากเถ้าของชีวมวล		**15 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: ศึกษาคุณสมบัติด้านการเผาไหม้ของชีวมวล การแก้ปัญหาเถ้าหลอมจับตัวและการเกาะตัวของเถ้าที่ผิวถ่ายเทความร้อน **วัตถุประสงค์:** ได้องค์ความรู้ของวิธีการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากเถ้าของชีวมวลในระบบผลิตพลังงานจากชีวมวล		15 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ ศึกษาคุณสมบัติการเผาไหม้ของชีวมวลของประเทศไทยที่มีการใช้ผลิตพลังงาน		5
▪ ศึกษาถึงการหลอมตัว การจับตัวที่ผิวถ่ายเทความร้อน และการขัดสีของเถ้าชีวมวลที่ได้สำรวจแล้วว่ามีปัญหา เพื่อหาวิธีแก้ไขป้องกัน		10

หมวดที่ 5: การสร้างองค์ความรู้เรื่องการเผาไหม้ร่วมระหว่างถ่านหินกับชีวมวล		**10 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ : ศึกษาการเผาไหม้ร่วมกันระหว่างถ่านหินกับชีวมวลประเภทต่าง ๆ **วัตถุประสงค์:** เพื่อให้ได้องค์ความรู้ของการเผาไหม้ร่วมกันระหว่างถ่านหินกับชีวมวล		10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ ศึกษาการเผาไหม้ร่วมกันของถ่านหินและชีวมวลประเภทต่าง ๆ ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและระบบสาธิต		10

หมวดที่ 6: การสร้าง Engineering know-how ด้านการออกแบบ สร้าง ติดตั้งและควบคุมการทำงานของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลขึ้นในประเทศ		**30 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ : ศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลขนาดเล็กและกลางที่มีประสิทธิภาพขึ้นในประเทศ **วัตถุประสงค์:** เพื่อให้ได้องค์ความรู้ในการออกแบบ สร้าง ติดตั้งและควบคุมการทำงานของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลที่มีประสิทธิภาพ		30 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ พัฒนาการออกแบบ สร้าง ควบคุมและทดสอบระบบสาธิตของเทคโนโลยีเผาไหม้และแก๊สซิฟิเคชั่นที่มีประสิทธิภาพสูง ต้นทุนต่ำและเหมาะกับชีวมวลที่มีศักยภาพ โดยเน้นที่ระบบขนาดเล็กและกลาง		30

หมวดที่ 7: การศึกษานโยบาย กลไก วิธีการจัดการ ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานให้แพร่หลายมากขึ้นและยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่		**5 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ : ศึกษาถึงนโยบายและกลไกที่จะสนับสนุนให้เกิดการใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานได้มากขึ้นและยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงของอาหารและการใช้พื้นที่ **วัตถุประสงค์:** เพื่อให้ได้นโยบายและกลไกในการขยายผลการใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานได้มากขึ้นอย่างยั่งยืน		5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ ศึกษากลไกการสนับสนุนที่เหมาะสมเพื่อให้มีการใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานเพิ่มขึ้นและยั่งยืน		1
▪ ศึกษากลไกและวิธีการส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดการใช้เตาถ่าน/ฟืนประสิทธิภาพสูงอย่างแพร่หลายและยั่งยืน		2
▪ ศึกษาแนวทางและวิธีการจัดการเพื่อให้การใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานมีความยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่		2

7.5 แผนงานวิจัยด้านการผลิตก๊าซชีวภาพ

7.5.1 ศักยภาพ นโยบายและเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.5.1.1 ศักยภาพ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตก๊าซชีวภาพทั้งจากมูลสุกรและอุตสาหกรรม รวมประมาณ 165 ktoe หรือ 45 MWe มีศักยภาพที่เหลืออยู่จากฟาร์มปศุสัตว์และของเสียอุตสาหกรรมอีกประมาณ 925 ktoe รวมเป็นศักยภาพทั้งสิ้น ในปี 2548 เป็น 1,090 ktoe สามารถทดแทนพลังงานไฟฟ้าได้ 2,530 GWh/y (295 MWe) ในปี 2554 และ ปี 2559 ศักยภาพโดยรวมของก๊าซชีวภาพจะเพิ่มเป็น 1,373 ktoe และ 1,476 ktoe ซึ่งสามารถทดแทนพลังงานไฟฟ้าได้ 3,187 GWh/y (372 MWe) และ 3,426 GWh/y (400 MWe) ตามลำดับ

7.5.1.2 นโยบาย

รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพมาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลากว่า 15 ปี ภายใต้แผนภาคความร่วมมือ โดยใช้กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและโครงการเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ (2,000 ล้านบาท) รวมทั้งภายใต้โครงการส่งเสริม VSPP (ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก) นอกจากนี้รัฐบาลยังอยู่ในระหว่างการพิจารณามาตรการเชิงนโยบายต่างๆ ที่จะทำให้เป้าหมายด้านการใช้พลังงานหมุนเวียนบรรลุผลได้ดียิ่งขึ้น (8% ภายในปี 2554) เช่น การใช้กลไก Feed-in tariffs เป็นต้น

7.5.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เพื่อให้แผนงานวิจัยและพัฒนาที่กำหนดขึ้นสามารถตอบสนองนโยบายและเป้าหมายของรัฐมากขึ้น โดยการใช้ศักยภาพด้านก๊าซชีวภาพให้ได้ประโยชน์สูงสุด จึงกำหนดเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ไว้ดังนี้

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

ภายในปี 2554 ประเทศไทยจะมีการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพอย่างเต็มศักยภาพหรืออย่างน้อย 80% ของศักยภาพที่ประเมินไว้ คิดเป็นประมาณ 1,370 ktoe โดยใช้แหล่งชีวมวลที่มีศักยภาพสูง อันได้แก่ น้ำเสียและกากมันจากโรงแป้งมันสำปะหลัง น้ำเสียจากโรงสกัดน้ำมันปาล์ม โรงงานผลิตเอทานอล โรงฆ่าสัตว์ โรงงานผลิตทูน่ากระป๋องและสับปะรดกระป๋อง และโรงน้ำตาล รวมทั้งของเสียจากฟาร์มสุกรและโค ทั้งนี้เพื่อเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน นอกจากนี้ อย่างน้อย 50% ของกำลังผลิตก๊าซชีวภาพที่ติดตั้งใหม่จะใช้เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นภายในประเทศเพื่อเป็นการลดต้นทุนและส่งเสริมการพึ่งพาตนเองทางเทคโนโลยี

7.5.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย

7.5.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

ดังที่กล่าวไว้แล้วในผลการประเมินเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ก๊าซชีวภาพ บทที่ 4 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับก๊าซชีวภาพแบ่งออกเป็น 3 หมวดหลัก คือ (1) เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ (2) เทคโนโลยีการทำความสะอาดก๊าซชีวภาพ และ (3) เทคโนโลยีการใช้ก๊าซชีวภาพ ซึ่งแต่ละหมวดยังแบ่งเป็นเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ ดังแสดงในแผนภูมิรูปที่ 4.5-1 ทั้งนี้สถานภาพการใช้และการพัฒนาเทคโนโลยี ประเภทต่าง ๆ ภายในประเทศแสดงดังตารางที่ 4.5-2

7.5.2.2 กลยุทธ์

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนามีโอกาสเกื้อหนุนการบรรลุเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ได้มากขึ้น จึงกำหนดกลยุทธ์หลักดังนี้

(1) ส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีแบบครบวงจร ตั้งแต่การจัดการวัตถุดิบ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การทำความสะอาดก๊าซและการใช้ ตลอดจนการวิจัยเชิงนโยบายที่เกี่ยวข้อง

(2) เน้นการศึกษาวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ในการพัฒนาประสิทธิภาพการย่อยสลายของเสียแบบไร้อากาศ (Anaerobic digestion) เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีแกนหลักที่เหมาะสมกับวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพในประเทศไทย และอุตสาหกรรมและนักวิชาการภายในประเทศมีขีดความสามารถในระดับหนึ่งอยู่แล้ว

(3) เน้นพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับแหล่งชีวมวลที่มีศักยภาพสูงในประเทศ ซึ่งได้แก่ ของเสียและน้ำเสียจากการผลิตน้ำมันปาล์มและเอทานอล เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่ได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐ รวมทั้งจากอุตสาหกรรมดั้งเดิมที่มีศักยภาพ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมแป้งมัน สำปะหลัง ผักผลไม้กระป๋อง อาหารทะเลกระป๋อง ฯลฯ ตลอดจนจากมูลสัตว์ (โคและสุกร)

(4) พัฒนาเทคโนโลยีผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับชีวมวลที่เป็นพืชที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรหรือพืชพลังงาน (Energy crops)

(5) ส่งเสริมให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่พิสูจน์แล้ว โดยเฉพาะที่พัฒนาขึ้นภายในประเทศ โดยการส่งเสริมการติดตั้งระบบสาธิตการผลิตก๊าซชีวภาพ

(6) ส่งเสริมการพัฒนาบุคลากรด้านวิจัยและวิศวกรรมรองรับการพัฒนาเทคโนโลยีและออกแบบติดตั้งและการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

7.5.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา

หมวดวิจัยและพัฒนา (R&D Focus) ที่เสนอมี 4 หมวดหลัก ซึ่งต้องการงบประมาณสนับสนุนการวิจัยทั้งสิ้นประมาณ 249 ล้านบาทใน 10 ปี ข้างหน้าดังนี้

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณ	
	ล้านบาท
หมวดที่ 1: การพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละประเภท รวมทั้งวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและพืชพลังงาน	123
หมวดที่ 2: การพัฒนาเทคโนโลยีการทำความสะอาดก๊าซชีวภาพและการนำไปใช้	60
หมวดที่ 3: การสาธิตระบบการผลิตและการใช้ก๊าซชีวภาพระดับโรงงานต้นแบบและการถ่ายทอดเทคโนโลยี	41
หมวดที่ 4: การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการใช้ก๊าซชีวภาพ	25

7.5.3.1 ประเด็นวิจัยที่จำเป็น

(1) หมวดการพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละประเภท รวมทั้งวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและพืชพลังงาน (Energy crops)

ความสามารถในการ ผลิตก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานทดแทนนั้น มีเพียงร้อยละ 35 ของศักยภาพทั้งหมด แต่เนื่องจากวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพนั้นค่อนข้างหลากหลาย และเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการผลิตจากวัตถุดิบแตกต่างกัน ดังนั้นความสามารถในการเพิ่มการผลิตจึงขึ้นกับการพัฒนาองค์ความรู้ และเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อวัตถุดิบที่มีศักยภาพสูง องค์ความรู้และเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่มาจากต่างประเทศต้นทุนสูง เทคโนโลยีในประเทศถึงแม้ต้นทุนต่ำแต่ยังไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควรเนื่องจากประสิทธิภาพจำกัด และผู้ลงทุนยังไม่มีความมั่นใจในเทคโนโลยี ดังนั้นเพื่อกระตุ้นให้มีการผลิตมากขึ้น ต้องสร้างองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัตถุดิบต่าง ๆ ที่มีศักยภาพ เพื่อให้ผู้ลงทุนได้ตัดสินใจเพิ่มปริมาณการผลิต นอกจากนี้ต้องพัฒนาองค์ความรู้ขั้นพื้นฐานทั้งด้านจุลินทรีย์และแบบจำลอง และขั้นสูงด้านการนำไปใช้จริงเช่นการควบคุมกระบวนการ เป็นต้น เพื่อให้ผู้ลงทุนมีความมั่นใจในเทคโนโลยีที่สามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยนักวิจัยในประเทศ โดยมีประเด็นวิจัยดังนี้

- พัฒนาจุลินทรีย์ เพื่อการผลิตก๊าซชีวภาพ (Microbiological Aspect)
- พัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวัตถุดิบ (Appropriate Technologies)
- Biogas Process Control, Modeling, and Optimization

- การบำบัดหลังการผลิต (Post treatment)

(2) หมวดงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการทำสะอาดก๊าซชีวภาพและการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ในปัจจุบันอยู่ในรูปของความร้อนและกระแสไฟฟ้า ยังมีข้อจำกัดในการนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น เช่น เชื้อเพลิงในระบบขนส่ง หรือการเชื่อมต่อเข้าสายส่งของก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกในการใช้ประโยชน์และช่วยผลักดันให้มีการลงทุนการผลิตก๊าซชีวภาพมากขึ้น การใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพให้มีหลากหลายมากขึ้นนั้น ความบริสุทธิและรูปแบบของเชื้อเพลิงเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นหมวดวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการวิจัยการทำความสะอาดก๊าซ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ และเตรียมสำหรับปรับเปลี่ยนรูปแบบเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในระบบขนส่งและร่วมกับ ก๊าซธรรมชาติในระบบ Co-generation ได้ นอกจากนี้ ยังศึกษาการพัฒนาเครื่องจักรเพื่อรองรับการใช้ก๊าซชีวภาพให้มากขึ้นอีกด้วย ประเด็นวิจัยที่สำคัญได้แก่

- การทำความสะอาดก๊าซชีวภาพ (Biogas Cleaning)
- การนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในเครื่องยนต์ (Biogas Utilization)

(3) หมวดระบบสาธิต และการถ่ายทอดเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ

ในปัจจุบันการลงทุนกับระบบการผลิตก๊าซชีวภาพยังไม่แพร่หลายเนื่องจากผู้ลงทุนยังไม่มีความมั่นใจในระบบเท่าที่ควรเนื่องจากขาดข้อมูลสนับสนุนทั้งทางด้านเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ ผลวิจัยจากหมวดนี้จะช่วยให้ผู้ลงทุนมีข้อมูลเพียงพอในการตัดสินใจ และสามารถเลือกเทคโนโลยีตลอดจนวัตถุดิบที่เหมาะสมเพื่อความคุ้มค่าในการลงทุนในแต่ละพื้นที่อีกด้วย ข้อมูลในหมวดนี้ยังรวมถึง การร่วมลงทุนระบบก๊าซชีวภาพรวมสำหรับผู้ผลิตรายย่อยที่มีข้อจำกัดในเรื่องของการลงทุน โดยมีประเด็นงานวิจัยดังต่อไปนี้

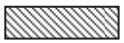
- การจัดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพรวม (Centralization of Biogas Plants)
- การจัดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพสาธิต (Pilot Plants)

(4) หมวดการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้ก๊าซชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพ

เพื่อให้สามารถส่งเสริมและสนับสนุนการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพได้อย่างเต็มที่หมวดวิจัยนี้จึงเน้นการศึกษาปัญหาและแนวทางแก้ไขหลังการดำเนินการผลิต เพื่อลดอุปสรรคต่าง ๆ ในการดำเนินงาน ทั้งด้าน เศรษฐศาสตร์ กฎหมาย องค์กร ตลอดจน สร้างความสะดวกด้านต่าง ๆ เพื่อเอื้อ ให้กับผู้ลงทุน ซึ่งมีประเด็นวิจัยดังนี้

- การส่งเสริมให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการลงทุน
- การส่งเสริมและเพิ่มประสิทธิภาพระบบก๊าซชีวภาพที่มีการดำเนินการอยู่แล้ว
- กำหนดมาตรการการรับซื้อไฟฟ้าที่เอื้อต่อระบบก๊าซชีวภาพ
- การประชาสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมการใช้และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานทดแทนจากก๊าซชีวภาพ

7.5.3.2 Roadmap ทางด้านก๊าซชีวภาพ

หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	ระยะเวลา (ปี) 0 5 10	งบประมาณ (ล้านบาท)
หมวดวิจัยที่ 1 : การพัฒนาเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละประเภท		**123 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : พัฒนาจุลินทรีย์เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ (Microbiological aspects of biogas production) **วัตถุประสงค์ :** เพื่อให้ได้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการเปลี่ยนของเสียให้เป็นพลังงานก๊าซชีวภาพ		8 ล้านบาท
■ การวิจัยและพัฒนาเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ประสิทธิภาพสูง (High effective anaerobic microorganism)		5
■ การศึกษากลุ่มประชากรจุลินทรีย์และการทำ Metagenome ของจุลินทรีย์จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ		3
ประเด็นวิจัยที่ 2 : พัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับวัตถุดิบ (Appropriate Technologies) **วัตถุประสงค์ :** เพื่อวิจัยและพัฒนาศักยภาพทางด้านเทคโนโลยีการย่อยสลายของเสียแบบไม่ใช้อากาศให้เหมาะสมสำหรับของเสียแต่ละประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรและฟาร์มปศุสัตว์ในประเทศไทยและวัสดุเหลือใช้การเกษตรและพืชพลังงาน (Energy crops)		95 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี) 0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพประสิทธิภาพสูง เหมาะสมสำหรับน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม		20
■ การวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพประสิทธิภาพสูงสำหรับน้ำเสียจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง		5
■ การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพประสิทธิภาพสูงที่เหมาะสมสำหรับน้ำเสียจากโรงงานผลิตเอทานอล		20
■ การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพประสิทธิภาพสูงสำหรับวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและพืชพลังงาน (Energy crops)		20
■ การวิจัยและพัฒนา High Solid Content Digester สำหรับมูลสัตว์ (มูลโค สุกร) และจากกากของเสียอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง ผักผลไม้กระป๋อง อาหารทะเลกระป๋อง ฯลฯ		20
■ การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายด้วยกระบวนการ Co-Digestion		10

ประเด็นวิจัยที่ 3 : พัฒนาการควบคุมระบบ แบบจำลองและ อ๊อฟติไมเซชั่น (Biogas Process Control, Modeling, and Optimization) **วัตถุประสงค์ :** เพื่อวิจัยและพัฒนาระบบควบคุมการผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพจากของเสียให้มีประสิทธิภาพสูง และเพิ่มประสิทธิภาพขึ้น		10ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การวิจัย และพัฒนาแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamics) และกลไกทางจุลชีววิทยาภายในถังปฏิกรณ์ผลิตก๊าซชีวภาพ		6
■ การพัฒนาระบบควบคุม และระบบช่วยตัดสินใจ (Expert system)		4
ประเด็นวิจัยที่ 4 : การบำบัดหลังการผลิต (Post treatment) **วัตถุประสงค์ :** เพื่อวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการทำความสะอาดน้ำทิ้งขั้นหลังให้มีประสิทธิภาพ		10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การวิจัย และพัฒนาระบบ Constructed Wetland		7
■ การวิจัยและพัฒนาระบบประสิทธิภาพสูงสำหรับกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส		3

หมวดวิจัยที่ 2 : การพัฒนาเทคโนโลยีการทำความสะอาดก๊าซชีวภาพและการนำไปใช้		**60 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : Biogas Cleaning **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อศึกษาวิจัยระบบทำความสะอาดก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะระบบกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ให้มีประสิทธิภาพสูง ราคาถูก รวมถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินระบบต่ำ **วัตถุประสงค์ 2 :** เพื่อศึกษาวิจัยการทำความสะอาดและเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซมีเทน เพื่อใช้ในภาคขนส่ง		20 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาวิจัยระบบทำความสะอาดก๊าซชีวภาพ โดยเฉพาะระบบกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์		10
■ ศึกษาวิจัยระบบทำความสะอาดก๊าซชีวภาพ เพื่อพัฒนาการใช้ก๊าซสู่ภาคขนส่ง		10
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในเครื่องยนต์ (Biogas Utilization) **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องยนต์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ก๊าซชีวภาพ และสามารถพัฒนาให้เกิดเกิดการผลิตอุปกรณ์และเครื่องจักรเองภายในประเทศ **วัตถุประสงค์ 2 :** เพื่อหาแนวทาง และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการวิจัยและพัฒนาระบบการเปลี่ยนรูปก๊าซชีวภาพ สำหรับใช้กับภาคขนส่ง		40 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ วิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องยนต์ที่สามารถใช้ก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่น Gas engine, Burner และTurbine เป็นต้น		20
■ วิจัยและพัฒนาระบบการเพิ่มคุณภาพก๊าซชีวภาพ ทำให้สามารถเปลี่ยนไปใช้กับภาคขนส่ง		20

หมวดวิจัยที่ 3 : ระบบสาธิต และการถ่ายทอดเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ		**41 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : Centralization of Biogas Plants **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อให้เกิดการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพ ในกลุ่มเจ้าของชีวมวลที่ไม่มีศักยภาพสร้างระบบก๊าซชีวภาพได้เอง **วัตถุประสงค์ 2 :** เกิดการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ และเต็มประสิทธิผล **วัตถุประสงค์ 3 :** เกิดผลดีต่อสิ่งแวดล้อมและความร่วมมือในชุมชน หน่วยงานท้องถิ่น และนักวิชาการ		9 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาพื้นที่ก่อสร้างที่เหมาะสมสำหรับจัดตั้งระบบก๊าซชีวภาพรวมในประเทศไทย		2
■ ศึกษาความเป็นไปได้ทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ ในเรื่องระบบรวบรวม ระบบก๊าซชีวภาพ ระบบนำก๊าซไปใช้		3
■ วิจัยด้านชุมชนสัมพันธ์เพื่อสร้างความเข้าใจในเรื่องก๊าซชีวภาพแก่ เจ้าของชีวมวล หน่วยงานภาครัฐในพื้นที่ และชุมชนในพื้นที่		4
ประเด็นวิจัยที่ 2 : สนับสนุนให้มีการจัดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพสาธิต **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อจัดสร้างระบบก๊าซชีวภาพอย่างครบวงจรในระดับโรงงานต้นแบบ **วัตถุประสงค์ 2 :** เพื่อใช้ในการตัดสินใจทั้งทางด้านเทคนิค วิศวกรรม และทางเศรษฐศาสตร์ โดยเก็บข้อมูลพื้นฐานโดยละเอียดทางด้านเทคนิค เชิงวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ รวมทั้งเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสม **วัตถุประสงค์ 3 :** เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับผู้ที่สนใจ ให้สามารถตัดสินใจเลือกระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และนำไปสู่การใช้ก๊าซชีวภาพเพื่อเป็นพลังงานทดแทนได้มากขึ้น		32 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาวิจัยระบบผลิตก๊าซชีวภาพ (ผลิต ทำความสะอาด และใช้ก๊าซชีวภาพ) จากแหล่งชีวมวลต่างๆ ทั้งทางด้านเทคนิค วิศวกรรม และทางเศรษฐศาสตร์ โดยเก็บข้อมูลพื้นฐานโดยละเอียดทางด้านเทคนิค เชิงวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ รวมทั้งเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสม		30
■ พัฒนารูปแบบการจัดอบรม ดูงานและทำคู่มือแนะนำการผลิตก๊าซชีวภาพ		2

หมวดวิจัยที่ 4 : การส่งเสริมและสนับสนุนการใช้ก๊าซชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพ				**25 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : การส่งเสริมให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการลงทุน **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อสามารถประเมินแนวทางรูปแบบการลงทุน และดำเนินการที่จะสามารถเป็นไปได้เพื่อได้วิธีการที่เหมาะสมที่สุด **วัตถุประสงค์ 2 :** เพื่อประเมิน ต้นทุน/ผลประโยชน์ที่จะได้รับและปัจจัยเสี่ยงต่างๆเพื่อกำหนดสัดส่วนการลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน **วัตถุประสงค์ 3 :** เพื่อกำหนดข้อเสนอในการเจรจาขอสินเชื่อในการลงทุนกับสถาบันทางการเงิน				6 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ศึกษาอุปสรรคต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการลงทุนการผลิตก๊าซชีวภาพ อาทิเช่น ราคาในการเชื่อมต่อเข้ากับระบบสายส่ง การติดตั้งมิเตอร์ การจ่ายภาษี ฯลฯ				1
■ ศึกษาผลกระทบต่อผลประโยชน์เชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตก๊าซชีวภาพกรณีที่โครงการต้องรับภาระต้นทุนจากปัจจัยต่างๆ				2
■ ศึกษาแนวทางของแหล่งเงินทุนที่เป็นไปได้ รวมทั้งระยะเวลาคืนทุนและผลตอบแทนของกำไรที่ได้รับจากโครงการ เพื่อวางแผนระยะเวลาในการผ่อนชำระได้				1
■ ศึกษาด้านการเงินเพื่อกำหนดมาตรการทางการเงิน เช่น Subsidies, Soft loan, Tax incentive, Clean development mechanism (CDM) และEnergy service company (ESCO) เพื่อกำหนดกฎเกณฑ์อย่างเหมาะสมต่อการจูงใจให้มีการลงทุน เพื่อผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพ				1
■ ศึกษาช่องทางข้อกฎหมายการลดภาษีสินค้านำเข้า ที่เอื้อประโยชน์ต่อประเทศชาติโดยรวม เช่น เครื่องยนต์ก๊าซ เป็นต้น				1

ประเด็นวิจัยที่ 2 : การส่งเสริมและเพิ่มประสิทธิภาพระบบก๊าซชีวภาพที่มีการดำเนินการอยู่แล้ว **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูล และให้เข้าถึงสภาพปัญหาที่แท้จริงได้ และมั่นใจแนวทางที่ถูกต้องในการส่งเสริมการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพ **วัตถุประสงค์ 2 :** เพื่อให้มีข้อมูลทางวิชาของระบบก๊าซชีวภาพ เพื่อผู้ใช้ก๊าซชีวภาพรายใหม่ๆ ใช้เป็นแนวทางการตัดสินใจ				12 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ประเมินการทำงานระบบก๊าซชีวภาพหลังจากที่มีการก่อสร้างและเดินระบบไปแล้ว				5
■ ศึกษาปัญหาในการใช้ก๊าซชีวภาพ พร้อมเสนอวิธีแก้ไขปัญหา เพื่อการบริหารจัดการในองค์กรเดียวครบวงจรแบบ One-stop service แก่ผู้ใช้บริการที่ต้องการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพ				2
■ จัดทำฐานข้อมูลระบบก๊าซชีวภาพของประเทศไทย				5
ประเด็นวิจัยที่ 3 : กำหนดมาตรการการรับซื้อไฟฟ้าที่เอื้อต่อระบบก๊าซชีวภาพ **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูล และให้เข้าถึงสภาพปัญหาที่แท้จริงได้ และมั่นใจแนวทางที่ถูกต้องในการส่งเสริมการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพ **วัตถุประสงค์ 2 :** เพื่อให้ได้ข้อกำหนดการเชื่อมต่อกับสายส่ง (Interconnection) เพื่อแก้ปัญหาและอุปสรรคของ SPP & VSPP และกำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ความปลอดภัยและขั้นตอนที่จำเป็นสำหรับการเชื่อมต่อกับสายส่ง **วัตถุประสงค์ 3 :** ได้รูปแบบการบริหารจัดการหากมีการพัฒนาขึ้นมาใหม่อย่างเป็นระบบ				5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ศึกษาต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพทุกระบบที่ใช้ในประเทศไทย ทั้งทางด้านเศรษฐศาสตร์ และสังคม				3
■ ศึกษาเพื่อจัดตั้งระบบการประกันราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (Feed-in tariffs) และกำหนดหลักเกณฑ์การคิด Feed-in-tariffs และ Roadmap การนำ Feed-in-tariffs มาใช้ให้ชัดเจน				2

ประเด็นวิจัยที่ 4 : การประชาสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมการใช้และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานทดแทนจากก๊าซชีวภาพ **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อแนะนำเจ้าของชีวมวล ในด้านการจัดการตั้งแต่การหาเทคโนโลยี การลงทุน ไปจนถึงขั้นสุดท้ายคือ การใช้ก๊าซชีวภาพรวมไปถึงการขายไฟฟ้า **วัตถุประสงค์ 2 :** เพื่อให้ผู้ต้องการผลิตก๊าซชีวภาพสามารถดำเนินการได้อย่างถูกต้อง				2 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ จัดทำ guideline แนะนำด้านต่างๆในการจัดการตั้งแต่การหาเทคโนโลยี การลงทุน ไปจนถึงขั้นสุดท้ายคือ การใช้ก๊าซชีวภาพและการขายไฟฟ้า	▨			2

7.6 แผนงานวิจัยด้านการผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากขยะ

7.6.1 ศักยภาพ นโยบายและเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.6.1.1 ศักยภาพ

ประเทศไทยมีปริมาณการผลิตขยะมูลฝอย ในปี 2547 คิดเป็นประมาณ 14.6 ล้านตัน หรือวันละ 42,780 ตัน ในอีก 10 ปีข้างหน้าคาดว่าปริมาณขยะจะเพิ่มเป็น 52,148 ตันต่อวัน เมื่อคิดศักยภาพในการผลิตพลังงานและไฟฟ้าจากขยะมูลฝอยเฉพาะในเขตเทศบาลที่มีปริมาณขยะเข้าระบบตั้งแต่ 30 ตันต่อวัน โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมตามปริมาณของขยะที่เข้าระบบ ในภาพรวมของประเทศในปี 2554 มีศักยภาพประมาณ 323 MW_e โดยเป็นศักยภาพในการกำจัดขยะ กทม. ด้วยการเผา 158 MW_e และศักยภาพในเทศบาลอื่นๆ รายจังหวัดเท่ากับ 165 MWe (ปัจจุบันได้มีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากขยะแล้วเพียง 5 MW_e)

7.6.1.2 นโยบาย

นโยบายของรัฐที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพลังงานและไฟฟ้าจากขยะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ นโยบายของกระทรวงพลังงานผลักดันให้มีการผลิตไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย 100 MW_e ส่วน แผนการจัดการขยะมูลฝอยแห่งชาติให้มีการควบคุมอัตราการเกิดขยะมูลฝอยในเขตกรุงเทพมหานคร เทศบาลนครเมืองพัทยา และในเขตเทศบาลเมืองและเทศบาลตำบล ไม่ให้เกิน 1, 0.8, 0.6 และ 0.4 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน สนับสนุนให้มีการใช้ประโยชน์จากขยะไม่น้อยกว่า ร้อยละ 30 มีการสนับสนุนให้มีการจัดตั้งศูนย์กำจัดขยะแบบครบวงจรทั้งประเทศภายในปี 2554 ทั้งนี้ไม่ได้มีการผนวกนโยบายทั้งสองส่วนเข้าด้วยกัน

7.6.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เพื่อให้แผนงานวิจัยและพัฒนาที่กำหนดขึ้นสามารถตอบสนองนโยบายและเป้าหมายของรัฐมากขึ้น โดยการใช้ศักยภาพด้านพลังงานและไฟฟ้าจากขยะมูลฝอยให้ได้ประโยชน์สูงสุด จึงกำหนดเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ไว้ดังนี้

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์
ภายในปี 2554 ประเทศไทยจะมีการติดตั้งระบบผลิตพลังงานในรูปไฟฟ้าจากขยะชุมชน จำนวน 100 MW_e ซึ่งเป็นไปตามแผนยุทธศาสตร์การใช้พลังงานทดแทนของกระทรวงพลังงาน ในโครงการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงาน

7.6.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย

7.6.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

ดังที่กล่าวไว้แล้วในผลการประเมินเทคโนโลยีการผลิตพลังงานและไฟฟ้าจากขยะ(บทที่ 4) การผลิตพลังงานและไฟฟ้าจากขยะแบ่งออกเป็น 3 หมวดหลัก คือ (1) การคัดแยก (Separation) (2) เทคโนโลยีการเปลี่ยนสภาพ (Conversion technology) และ (3) การใช้ประโยชน์ (Application) ดังแสดงในรูปที่ 4.6-1 ทั้งนี้หมวดที่มีความสำคัญในเชิงเทคโนโลยีคือหมวดเทคโนโลยีการเปลี่ยนสภาพ สำหรับหมวด การคัดแยกและการใช้ประโยชน์ เกี่ยวข้องกับการจัดการเพื่อให้สามารถเพิ่มศักยภาพการผลิตให้ได้ตามเป้าหมายที่วางไว้

7.6.2.2 กลยุทธ์

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนามีโอกาสเกื้อหนุนการบรรลุเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ได้มากขึ้น จึงกำหนดกลยุทธ์หลักดังนี้

(1) ส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีแบบครบวงจร ตั้งแต่การจัดการวัตถุดิบ เทคโนโลยีการเปลี่ยนสภาพ และการเผยแพร่ให้ความรู้ ตลอดจนการวิจัยเชิงนโยบายที่เกี่ยวข้อง

(2) เน้นการศึกษาวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ในการพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบันให้มีศักยภาพในเชิงผลิตพลังงานได้มากขึ้น และเน้นเทคโนโลยีที่มีแนวโน้มในการนำมาสนับสนุนการผลิตพลังงานจากขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้การพัฒนาความสามารถของนักวิชาการ ภายในประเทศ และ มีความเป็นไปได้ในการลงทุน

(3) ให้ความสำคัญกับการวิจัยต้นทางเพื่อให้การดำเนินงานระหว่างทางและปลายทางมีประสิทธิภาพ ได้แก่ การวิจัยระบบการจัดการมูลฝอย เน้นระบบการคัดแยกทั้งจากแหล่งกำเนิดและที่โรงกำจัดขยะกลาง เพื่อให้เกิดระบบการคัดแยกขยะที่มีประสิทธิภาพและประสานกับเทคโนโลยีการเปลี่ยนสภาพที่เหมาะสมในแต่ละท้องถิ่น

(4) สนับสนุนให้มีการเผยแพร่ความรู้ สร้างความตระหนัก และความเข้าใจ ด้านการจัดการและคัดแยกขยะมูลฝอยเพื่อการผลิตพลังงาน ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ระดับรากหญ้าขึ้นไป เพื่อให้สามารถเลือกการกำจัดมูลฝอยเพื่อพลังงานได้อย่างถูกต้องให้ผลในระยะยาว

7.6.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา

หมวดวิจัยและพัฒนา (R&D Focus) ที่เสนอมี 3 หมวดหลัก ซึ่งต้องการงบประมาณสนับสนุนการวิจัยทั้งสิ้นประมาณ 285 ล้านบาทใน 10 ปี ข้างหน้าดังนี้

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณ	
	ล้านบาท
หมวดที่ 1: การพัฒนาองค์ความรู้ด้านระบบการจัดการมูลฝอยเอื้อต่อการผลิตพลังงาน	100
หมวดที่ 2: วิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพ และสามารถแข่งขันได้	170
หมวดที่ 3: วิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการผลิตพลังงานจากขยะ	15

7.6.3.1 ประเด็นวิจัยที่จำเป็น

(1) การพัฒนาองค์ความรู้ด้านระบบการจัดการมูลฝอยที่เอื้อต่อการผลิตพลังงาน

การจัดการระบบมูลฝอยรวมทั้งการคัดแยกมูลฝอยเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่งในการนำขยะมูลฝอยมาผลิตพลังงาน เนื่องจากการกำจัดมูลฝอยนั้นดำเนินการโดยท้องถิ่นที่มีความพร้อมของชุมชนและความพร้อมของหน่วยงานบำบัดที่แตกต่างกัน ตลอดจน องค์ระกอบของขยะมีความหลากหลาย (Heterogeneity) และมีสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ที่แตกต่างกัน ดังนั้น การสนับสนุนการผลิตพลังงานจากขยะ ต้องเริ่มต้นจากการจัดการที่ต้นทาง และรูปแบบในการจัดการต้องเหมาะสมสำหรับความพร้อมของชุมชนและท้องถิ่น ด้วย เพื่อให้สามารถผลิตพลังงานจากขยะได้อย่างเต็มที่ การคัดแยกขยะไม่ว่าจะเป็นที่ต้นทาง (จากบ้านเรือน)หรือที่ปลายทาง(โรงกำจัด) ถือเป็นปัจจัยหลักและปัจจัยเริ่มต้นในการสนับสนุนการผลิตพลังงานจากขยะ ท้องถิ่นส่วนใหญ่ไม่มีการคัดแยกขยะที่ต้นทาง จึงต้องมีการคัดแยกที่โรงกำจัดเพื่อให้สามารถนำไปกำจัดได้อย่างเหมาะสม นอกจากการคัดแยกขยะที่เหมาะสมแล้ว อุปกรณ์ในการคัดแยกขยะแบบ hard technology เป็นสิ่งจำเป็นและเป็นข้อจำกัดเนื่องจากมีราคาแพง และการใช้งานหนักทำให้มีการเสื่อมและชำรุดบ่อยครั้ง การพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงและเป็นอุปสรรคในสนับสนุนการคัดแยกเพื่อผลิตพลังงาน งานวิจัยและพัฒนาในหัวข้อนี้ จะช่วยให้หน่วยงานท้องถิ่นมีทางเลือกในการเลือกรูปแบบการจัดการขยะชุมชนที่ถูกต้องและเหมาะสมเพื่อการผลิตพลังงาน รวมทั้งสร้างความมั่นใจและลดต้นทุนในการคัดแยกขยะในโรงกำจัด เพื่อสนับสนุนให้มีวัตถุดิบที่มีคุณภาพมากขึ้นสำหรับเข้าสู่กระบวนการผลิตพลังงานหรือแปรรูปเพื่อผลิตพลังงานต่อไป โดยมีประเด็นวิจัยสนับสนุนดังนี้

- การศึกษารูปแบบการจัดการขยะมูลฝอยและการประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อผลิตพลังงานจากขยะสำหรับท้องถิ่นขนาดต่าง ๆ
- การศึกษาและพัฒนาการคัดแยกมูลฝอย แบบ Hard technology เพื่อการผลิตพลังงาน
- การศึกษาและพัฒนาการแปรรูปขยะมูลฝอยเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง
- การศึกษา Proximate และ Ultimate Analysis และองค์ประกอบของขยะมูลฝอยชุมชนทั่วประเทศ เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยชุมชนทั่วประเทศ ที่แปรเปลี่ยนไปตามลักษณะภูมิประเทศ สภาพและฤดูกาล

(2) วิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพและสามารถแข่งขันได้

ในปัจจุบันการผลิตพลังงานจากขยะมีน้อยมาก เนื่องมาจากการกำจัดขยะที่มีอยู่มีข้อจำกัดในการดึงศักยภาพของการผลิตพลังงานออกมาใช้ได้ เพราะคำนึงถึงการกำจัดขยะเป็นหลักมากกว่าการผลิตพลังงาน ดังนั้นหากต้องการให้มีการผลิตพลังงานจากขยะมากขึ้นควรมุ่งไปที่การกำจัดขยะในรูปแบบที่ผนวกการกำจัดควบคู่ไปกับการผลิตพลังงาน (Waste to energy : WTE) ส่วนกระบวนการกำจัดขยะที่มีอยู่แล้วในปัจจุบันต้องพัฒนาให้สามารถดึงศักยภาพของการผลิตออกมาใช้ให้ได้มากที่สุด ดังนั้นงานวิจัยและพัฒนาในประเด็นของกระบวนการนี้ จึงเน้นทั้งการดึงศักยภาพผลิตพลังงานจากเทคโนโลยีการกำจัด ณ ปัจจุบัน และการศึกษาพัฒนาเทคโนโลยีผลิตพลังงานจากขยะที่พร้อมสำหรับการกำจัดขยะแบบ WTE นอกจากนี้เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับหน่วยงานกำจัดขยะของท้องถิ่น ในการเลือกใช้เทคโนโลยีและสร้างความมั่นใจในการลงทุนให้กับเอกชน ควรมีการศึกษาโรงงานสาธิตและประเมินเทคโนโลยี WTE ที่มีศักยภาพในการนำมาใช้จริง ด้วยเนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีการวิจัยการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกสุขวิธีเพื่อผลิตพลังงานที่ศึกษาครอบคลุมในทุกด้าน มีงานวิจัยอยู่บ้างแต่มุ่งเป้าหมายไปคนละแนวทาง ทำให้ไม่อาจบูรณาการและนำไปใช้ประโยชน์ได้ ทั้งนี้ขยะมูลฝอยในแต่ละท้องถิ่นจะมีลักษณะสมบัติที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องมีการประเมินเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกสุขวิธีเพื่อผลิตพลังงานที่เหมาะสมกับพื้นที่เป้าหมายควบคู่ไปด้วย ประเด็นวิจัยจึงควรมีดังนี้

- การพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพ WTE จากแหล่งฝังกลบ
- การวิจัยพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพ Mass-burn Incineration
- การวิจัยพัฒนา Anaerobic Digestion (MSW)
- การวิจัยพัฒนา Pyrolysis & Gasification

- การประเมินเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากขยะแบบต่าง ๆ จากโรงงานต้นแบบ

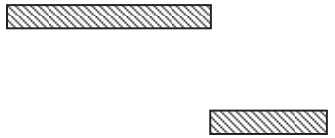
(3) วิจัยเชิงนโยบายและการจัดการเพื่อส่งเสริมการผลิตพลังงานจากขยะ

การจัดการขยะมูลฝอยเกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงาน เช่น กระทรวงมหาดไทย กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงพลังงาน กระทรวงสาธารณสุข รวมถึงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งต่างมีวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการจัดการขยะมูลฝอยที่แตกต่างกัน การดำเนินนโยบายต่างๆ เพื่อกำจัดขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพและผลิตพลังงานจำเป็นต้องประสานกับหลายหน่วยงาน ทำให้งานล่าช้า และอาจติดขัดกับกฎระเบียบของกระทรวงเอง (Regulatory trap) การศึกษารูปแบบการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าจากขยะรวมทั้งการประเมินเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากขยะแบบต่าง ๆ เป็นแนวทางในการลดปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นและสนับบสนุนให้หน่วยงานมีความมั่นใจและดำเนินการด้านผลิตพลังงานจากขยะได้สอดคล้องกันมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้รัฐผลักดันให้มีนโยบายส่งเสริมการผลิตไฟฟ้า และ/หรือ ความร้อนจากขยะเชิงเร่งด่วน โดยรัฐออกระเบียบเพื่อสนับสนุนและเอื้อให้เอกชนมาลงทุนในการผลิตพลังงานทดแทนจากขยะมูลฝอยในด้านต่างๆ และจัดตั้งองค์กรอิสระที่ทำหน้าที่ประสานและอำนวยการเพื่อความสะดวกและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินการ โดยมีการวิจัยในประเด็นต่อไปนี้

- การศึกษารูปแบบการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าจากขยะในประเด็นผลได้ / เสียของการดำเนินโครงการโดยภาครัฐ ภาคเอกชน หรือภาครัฐร่วมกับภาคเอกชน
- การศึกษาและวิจัยราคารับซื้อพลังงานที่ได้จากการกำจัดขยะ

7.6.3.2 Roadmap ทางด้านการผลิตพลังงานและไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย

| หมวดวิจัยที่ 1 :การพัฒนาองค์ความรู้ด้านระบบการจัดการขยะมูลฝอยที่เอื้อต่อการผลิตพลังงาน | | |

ประเด็นวิจัยที่ 3 : การศึกษาและพัฒนาการแปรรูปขยะมูลฝอยเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง **วัตถุประสงค์ :** เพื่อเตรียมเชื้อเพลิงสำหรับแหล่งพลังงานในพื้นที่ที่มีปริมาณขยะมูลฝอยไม่เพียงพอต่อการสร้างเทคโนโลยีการแปรรูปพลังงาน		10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ พัฒนาระบบ RDF โดยใช้ขยะมูลฝอยที่คัดแยกมาจากโรงคัดแยก ■ ศึกษาและพัฒนาโรงงานสาธิตระบบ RDF เพื่อเป็นเชื้อเพลิงและพร้อม ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับภาคอุตสาหกรรมเพื่อผลิตเชิงพาณิชย์		2 ล้าน 8 ล้าน
ประเด็นวิจัยที่ 4 : การศึกษา Proximate และ Ultimate Analysis และองค์ประกอบของขยะมูลฝอยชุมชนทั่วประเทศ **วัตถุประสงค์ที่ 1 :** เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยทั่วประเทศที่แปรเปลี่ยนไปตามลักษณะภูมิประเทศ สภาพและฤดูกาล **วัตถุประสงค์ที่ 2** : เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยชุมชนทั่วประเทศ		25 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 2.5 5**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและจัดทำฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยทั่วประเทศที่แปรเปลี่ยนไปตามลักษณะภูมิประเทศ สภาพและฤดูกาล ■ พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยชุมชนทั่วประเทศ		20 ล้าน 5 ล้าน

หมวดวิจัยที่ 2 วิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพและสามารถแข่งขันได้		**170 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัย 1 : การพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพ WTE จากแหล่งฝังกลบ **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบ และพัฒนาการใช้ประโยชน์		40 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ พัฒนาระบบฝังกลบขยะเพื่อให้สามารถสร้างและนำ LFG มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ		10
■ สาธิตการผลิตพลังงานจาก LFG กับหลุมฝังกลบที่มีอยู่แล้วเพื่อใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน		20
■ การวิจัยเพื่อทำความสะอาด LFG และนำมาใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน		10
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพ Mass-burn Incineration **วัตถุประสงค์ 1 :** ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมเพื่อการปฏิบัติงานเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนที่มีลักษณะเฉพาะ **วัตถุประสงค์ 2 :** ศึกษาเทคโนโลยีเพื่อการประหยัดพลังงาน และลดการเกิดมลพิษจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอย		10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาสภาวะการปฏิบัติงานที่เหมาะสมสำหรับเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อผลิตพลังงานโดยใช้ลักษณะเฉพาะของขยะมูลฝอยชุมชนในประเทศไทย		1
■ การศึกษาสภาวะพลศาสตร์และความร้อนของการเผาไหม้ขยะมูลฝอยชุมชนเพื่อแปรรูปเป็นพลังงาน		1
■ การวิจัยเทคโนโลยี High Temperature Air Combustion สำหรับเตาเผามูลฝอยชุมชนเพื่อแปรรูปพลังงาน		2
■ การวิจัยเพื่อลดการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นในหม้อน้ำของเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชน		2
■ การพัฒนาวัสดุเพื่อลดการนำเข้าวัสดุจากต่างประเทศ และการเพิ่ม local content ที่ผลิตได้เองในประเทศ		1
■ การวิจัยเทคโนโลยีเพื่อลดการเกิด Dioxin จากการเผาไหม้ขยะมูลฝอยชุมชน		3

ประเด็นวิจัยที่ 3 : การวิจัยพัฒนา Anaerobic Digestion (MSW) **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อให้สามารถนำของเสียอินทรีย์มาพลิตพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ		40 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อทำนายสภาวะการปฏิบัติงานระบบ AD		5
■ ศึกษา Anaerobic Digester สำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะมูลฝอยชุมชนและจากขยะแหล่งอื่น ๆ ที่มีศักยภาพในระดับ pilot scale		20
■ การวิจัยเพื่อปรับปรุง biogas yield และประสิทธิภาพการแปรรูปพลังงานและการลดต้นทุน		5
■ การวิจัยสำหรับ small-scale engine generator ที่สามารถใช้กับเทคโนโลยี AD ขนาดเล็กได้		10
ประเด็นวิจัยที่ 4 : การวิจัยพัฒนา Pyrolysis & Gasification **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อให้ระบบ Pyrolysis & Gasification เป็นเทคโนโลยีทางเลือกในการแปรรูปพลังงานจากของเสียในอนาคต		50 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การวิจัยการผลิต ผลิตภัณฑ์ Pyrolysis จากขยะมูลฝอยชุมชน		10
■ การสร้างโรงงานต้นแบบการผลิตพลังงานด้วย Gasification จากขยะมูลฝอยชุมชน		30
■ การวิจัยเพื่อปรับปรุง yield และประสิทธิภาพการแปรรูปพลังงานไฟฟ้าและการลดต้นทุน		10
ประเด็นวิจัยที่ 5 : การประเมินเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากขยะแบบต่างๆ ในระดับโรงงานต้นแบบที่เหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อประเมินเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากขยะแบบต่างๆ **วัตถุประสงค์ 2 :** เพื่อสร้างโรงงานต้นแบบเพื่อผลิตพลังงานที่เหมาะสมกับพื้นที่เป้าหมาย โดยจะดำเนินการครอบคลุมทั้ง 5 ภาคทั่วประเทศ		30 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี** **0 2 4**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การศึกษาโรงงานต้นแบบเพื่อผลิตพลังงานด้วยเทคโนโลยีจากทางเลือกการจัดการที่เหมาะสมพร้อมทั้งประเมินเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากขยะ		30

หมวดวิจัยที่ 3 วิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการผลิตพลังงานจากขยะ		**15 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : การศึกษารูปแบบการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าจากขยะในประเด็นผลได้ / เสียของการดำเนินโครงการโดยภาครัฐ ภาคเอกชน หรือภาครัฐร่วมกับภาคเอกชน **วัตถุประสงค์ 1 :** รูปแบบการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าจากขยะที่เหมาะสมกับประเทศไทย **วัตถุประสงค์ 2 :** เพื่อเสนอความเหมาะสมของหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบด้านการจัดการขยะของประเทศโดยตรง		5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 2.5 5**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การศึกษารูปแบบการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าจากขยะในประเด็นผลได้ / เสีย		3
■ ศึกษาความเหมาะของหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบด้านการจัดการขยะของประเทศโดยตรง		2
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การศึกษาและวิจัยราคารับซื้อพลังงานที่ได้จากการกำจัดขยะ (tipping fee) **วัตถุประสงค์ 1 :** เพื่อสามารถกำหนดราคารับซื้อพลังงานที่ได้จากการกำจัดขยะให้เอื้อต่อการลงทุนของเอกชน **วัตถุประสงค์ 2 :** เพื่อกำหนด Tipping free ให้เป็นมาตรฐานทั่วประเทศ		10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาความเหมาะสมของการกำหนดราคารับซื้อพลังงานที่ได้จากการกำจัดขยะให้เอื้อต่อการลงทุนของเอกชน		5
■ ศึกษาความเหมาะสมของการกำหนด Tipping free ให้เป็นมาตรฐานทั่วประเทศ		5

7.7 แผนงานวิจัยด้านพลังน้ำขนาดเล็ก

7.7.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.7.1.1 ศักยภาพ

โดยสรุป ปัจจุบันพลังน้ำขนาดเล็กและขนาดจิ๋วโดยใช้นิยามว่าโครงการพลังงานน้ำขนาดเล็กและขนาดจิ๋วจะต้องมีกำลังการติดตั้งไม่เกิน 15 MW_e มีกำลังผลิตรวม 90 MW_e พบว่าโครงการเขื่อนพลังน้ำขนาดจิ๋วและขนาดเล็กที่มีศักยภาพที่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ (B/C ratio > 1.0) มีจำนวน 116 โครงการจากทั้งหมด 308 โครงการ ซึ่งคาดว่าจะมีกำลังผลิตเป็น 285 MW_e ภายในปี 2554 รวมเป็น 375 MW_e ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นศักยภาพสูงสุดที่อิ่มตัวแล้วจนถึงปี 2559 (แต่หากคิดแหล่งน้ำที่มีศักยภาพเชิงเทคนิคโดยไม่สนใจว่าคุ้มค่าการลงทุนหรือไม่ คาดว่าจะมีศักยภาพการติดตั้งกำลังสูงสุดได้รวม 260 MWe หรือผลิตไฟฟ้าได้เท่ากับ 999 GW/h ต่อปี) จากการศึกษาของคณะวิจัย เป็นที่น่าสังเกตว่าศักยภาพดังกล่าวต่ำกว่าที่มีการรายงานในอดีต คือ 700 MW_e อย่างไรก็ตามศักยภาพพลังน้ำขนาดเล็กอาจมีเพิ่มเติมขึ้นอีกจากการพัฒนาแหล่งพลังน้ำขนาดเล็กของน้ำทิ้งท้ายเขื่อน

อนึ่งจากการรายงานของ ศ.ดร. ปรีดา วิบูลสวัสดิ์ และคณะได้ผลลัพท์แตกต่างไปจากการศึกษาของคณะวิจัยนี้เล็กน้อย เนื่องจากมีการใช้นิยามว่าโครงการพลังงานน้ำขนาดเล็กและขนาดจิ๋วที่แตกต่างไปคือแหล่งน้ำขนาดเล็กหมายถึงแหล่งน้ำที่มีกำลังการติดตั้งไม่เกิน 25 MW_e พบว่าในปัจจุบันมีกำลังผลิตรวมเป็น 90 MW_e ส่วนศักยภาพทางเทคนิคมีความแตกต่างจากผลศึกษาที่ได้ของคณะวิจัยนี้ ซึ่งพบว่าศักยภาพสูงสุดที่จะเพิ่มขึ้นได้อีกจนถึงปี 2554 คือ 597.5 MW_e รวมเป็น 687.5 MW_e ทั้งนี้ข้อมูลที่แตกต่างกันเกิดจากการประมาณการณ์ค่าศักยภาพพลังงานน้ำขนาดเล็กของเขื่อนชลประทานที่แตกต่างกัน

7.7.1.2 นโยบาย

แผนยุทธศาสตร์พัฒนาพลังงานเพื่อการแข่งขันของกระทรวงพลังงานระยะที่ 1 (2548-2554) ซึ่งคณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบตามข้อเสนอของกระทรวงเพื่อสนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียนตามนโยบาย RPS เมื่อวันที่ 24 สิงหาคม 2547 โดยกำหนดให้มีการติดตั้งการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำให้ได้เท่ากับ 350 MW_e ทั้งนี้รัฐได้ออกระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายเล็ก และรายเล็กมาก (SPP และ VSPP) มารองรับนโยบายดังกล่าว โดยล่าสุดกระทรวงพลังงานเมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2549 ได้กำหนดราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานน้ำในอัตราพิเศษที่แพงกว่าราคาค่าไฟฟ้าปกติอีก 0.80 บาทต่อหน่วยสำหรับแหล่งพลังงานน้ำที่มีกำลังผลิตน้อยกว่า 0.05 MW_e และ 0.40 บาทต่อหน่วยสำหรับแหล่งพลังงานน้ำที่มีกำลังผลิตระหว่าง 0.05-0.2 MW_e

7.7.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์
เนื่องจากรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมให้มีการผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนพลังน้ำขนาดเล็กไม่ต่ำกว่า 350 MW_e ภายในปี 2554 ดังนั้น ประเทศไทยจึงควรดำเนินการพัฒนาขีดความสามารถในการออกแบบและผลิตกังหันน้ำขนาดเล็กได้เอง รวมถึงการต่อยอดงานวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องไปจนถึงระดับที่สามารถพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตกังหันน้ำขนาดเล็กได้เองภายในประเทศเพื่อการผลิต กระแสไฟฟ้า ที่มีประสิทธิภาพสูง ต้นทุนต่ำ โดยมีการใช้วัสดุในประเทศในสัดส่วนมากกว่า 80% สำหรับใช้เองภายในประเทศและการส่งออก

7.7.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย

7.7.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

ประเทศไทยได้มีการตกลงร่วมกันเพื่อแบ่งความรับผิดชอบในการพัฒนาแหล่งพลังงานน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก และเล็กมากในระหว่าง 3 หน่วยงานหลักคือ กฟผ. กฟภ. และ พพ. โดยยึดหลักว่าโครงการใดที่มีความคุ้มทุนในเชิงเศรษฐกิจ ให้การไฟฟ้า หรือเอกชนเป็นผู้ดำเนินการ ส่วน พพ. จะดำเนินการเฉพาะโครงการที่มีความเหมาะสมทางด้านสังคม แต่ไม่มีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจ และมีกำลังการผลิตไม่เกิน 6 MW_e โดยมีที่ตั้งของโครงการอยู่นอกเขตวนอุทยานแห่งชาติและเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า ปัจจุบันทั้ง 3 หน่วยงานได้กำหนดแผนหลักในการพัฒนาโครงการน้ำขนาดเล็ก และเล็กมากประกอบด้วยโครงการของ กฟผ. 3 โครงการ มีกำลังผลิตรวม 28 MW_e กฟภ. 4 โครงการมีกำลังผลิตรวม 27 MW_e โครงการของ พพ. 98 โครงการมีกำลังผลิตรวม 350 MW_e

พพ. ได้พัฒนาโครงการพลังงานน้ำในระดับหมู่บ้านรวม 75 โครงการมีกำลังผลิตรวมประมาณ 2.5 MW_e มีหลักเกณฑ์การดำเนินงานโดย พพ. เป็นผู้ก่อสร้าง และเปิดโอกาสให้ชุมชนในพื้นที่มีส่วนเป็นเจ้าของในรูปแบบสหกรณ์ โดย พพ. เป็นผู้ออกแบบก่อสร้าง พร้อมจัดหาเงินลงทุน วัสดุ และเทคโนโลยีหลัก ส่วนชุมชนเป็นผู้ลงทุนด้านแรงงาน และวัสดุก่อสร้างประเภทที่มีในท้องถิ่น เช่น หิน ทราย

คาดว่าหากมีการติดตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำจากเขื่อนที่มีอยู่แล้วประมาณ 50 แห่งและของฝ่ายชลประทานอีก 400 แห่งน่าจะให้กำลังการผลิตได้เกิน 190 MW_e พร้อมกันนี้ถ้ามีการเพิ่มประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำที่มีอยู่แล้วโดยการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องกลไฟฟ้าให้ดีขึ้นภายในแผน 10 ปี คาดว่าจะผลิตไฟฟ้าได้เพิ่มอีกประมาณ 86 MW_e (ที่มา บทความเรื่องการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำสำหรับประเทศไทย โดย ศ.ดร.ปรีดา วิบูลสวัสดิ์ ราชบัณฑิต สำนัก

วิทยาศาสตร์ จากรายงานการประชุมวิชาการเรื่อง การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำในการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยราชบัณฑิตยสถานร่วมกับ สกว. ณ.โรงแรมสยามซิตี้ 7 สิงหาคม 2549)

ปัจจุบันประเทศไทยสามารถมีความรู้ความสามารถในการสำรวจแหล่งน้ำ อุทกศาสตร์ การออกแบบงานโครงสร้างโยธา และก่อสร้างตัวเขื่อนทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ในระดับเกินกว่า 100 MW_e ได้ทั้งหมด แต่ยังมีศักยภาพในการออกแบบ สร้างและผลิตตัวกังหันน้ำและระบบเครื่องกลไฟฟ้าต่ำ พพ. สามารถสร้างกังหันน้ำแบบ Radial flow ที่มีขนาดเล็กว่า 6 MW_e ได้โดยว่าจ้างผู้ประกอบการเอกชนในประเทศได้บางราย แต่ยังไม่สามารถผลิตและออกแบบกังหันน้ำแบบ Axial flow

ล่าสุดการไฟฟ้าฝ่ายผลิตร่วมกับบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ ได้ออกแบบพัฒนาและสร้างกังหันน้ำขนาดเล็กเพื่อติดตั้งท้ายเขื่อนโดยทำงานที่แรงดันระดับน้ำต่ำเพียง 2.5-3 เมตรได้ โดยมีกำลังผลิตที่ประมาณ 28 kW_e และมีประสิทธิภาพ 75% โดยอุปกรณ์หลักเกือบทั้งหมดได้แก่ ใบพัด ชุดกำเนิดไฟฟ้าซึ่งดัดแปลงจากมอเตอร์ชำรุด และระบบเชิงกลเกือบทั้งหมดพัฒนาขึ้นในประเทศโดยทีมงานวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (สจพ.) และการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)

7.7.2.2 กลยุทธ์

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนาสนับสนุนให้สามารถบรรลุเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ แนวทางกลยุทธ์จึงควรเป็นไปดังนี้

(1) การพัฒนาขีดความสามารถและองค์ความรู้พื้นฐานเพื่อการออกแบบและผลิตเทคโนโลยีกังหันน้ำ เพื่อให้หน่วยงานวิจัยและสถาบันการศึกษาในประเทศไทยสามารถพัฒนาองค์ความรู้ด้านการออกแบบและผลิตกังหันน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง โดยอาศัยเทคโนโลยีพื้นฐานที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน เพื่อช่วยในการออกแบบ ทดสอบและผลิตกังหันต้นแบบเพื่อรองรับการผลิตแบบอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์ในอนาคต

(2) การพัฒนาขีดความสามารถด้านอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนกังหันน้ำ เพื่อให้อุตสาหกรรมโลหะและเครื่องจักรกลที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นส่วนกังหันน้ำของประเทศไทยที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน สามารถผลิตกังหันน้ำและอุปกรณ์ต่างๆ โดยการสร้างความร่วมมือกันระหว่างสถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย และบริษัทอุตสาหกรรมผู้ผลิตด้วยงบประมาณการวิจัยจากทั้งสองฝ่าย

(3) การวิจัยและสำรวจแบบลงพื้นที่โดยละเอียดเพื่อประเมินแหล่งน้ำขนาดเล็กที่คาดว่ามีศักยภาพสูงในการผลิตกระแสไฟฟ้า แม้ว่าในอดีตที่ผ่านมาจะมีการ

สำรวจเบื้องต้นของศักยภาพของแหล่งพลังงานน้ำขนาดเล็กซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก จากหลาย ๆ หน่วยงาน แต่การศึกษาดังกล่าวส่วนใหญ่แล้วเป็นการศึกษาเบื้องต้นแบบคร่าว ๆ ยังไม่มีข้อมูลละเอียดพอถึงในระดับการนำมาใช้เพื่อการออกแบบเบื้องต้นและตัดสินใจในการลงทุนเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ จึงควรที่จะมีการสำรวจวิจัยศักยภาพพลังงานน้ำแบบลงพื้นที่สำหรับแหล่งพลังงานน้ำที่มีรายงานสำรวจเบื้องต้นในอดีตซึ่งคาดว่าน่าจะมีศักยภาพพลังงานน้ำสูง

7.7.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา

หมวดงานวิจัยและพัฒนา (R&D focus) ที่เสนอมี 3 หมวดหลัก ซึ่งต้องการงบประมาณสนับสนุนการวิจัยทั้งสิ้นประมาณ 176.5 ล้านบาท ใน 10 ปีข้างหน้าดังนี้

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณ	
	ล้านบาท
หมวดที่ 1: การวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานด้านการออกแบบและผลิตกังหันน้ำ	42
หมวดที่ 2: การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตชิ้นส่วนกังหันน้ำ	50
หมวดที่ 3: การวิจัยและสำรวจเพื่อประเมินศักยภาพแหล่งน้ำสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า	44
หมวดที่ 4: การศึกษาแนวทางการบริหารและจัดการการจัดสรรทรัพยากรน้ำจากเขื่อนขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้าและเพื่อการเกษตรอย่างเหมาะสม	30.5
หมวดที่ 5: การศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเขื่อนพลังงานน้ำขนาดเล็ก และทำให้เป็นที่ยอมรับของสังคม	10

7.7.3.1 ประเด็นวิจัยที่จำเป็น

(1) กลุ่มวิจัยและการพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานด้านการออกแบบและผลิตกังหันน้ำ

เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ด้านการออกแบบและผลิตกังหันน้ำภายในประเทศ โดยเฉพาะที่ได้มีการวิจัยพัฒนาอยู่เดิม ควรมีการสนับสนุนงานวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อส่งเสริมให้หน่วยงานที่มีการวิจัยกังหันน้ำอยู่แล้วในปัจจุบันสามารถพัฒนาศักยภาพในการออกแบบและผลิตให้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย JGSEE กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาในประเด็นต่อไปนี้

- เทคโนโลยีการออกแบบและผลิตกังหันน้ำ ได้แก่ Pelton, Francis, Kaplan และ Propeller

- เทคโนโลยีการออกแบบและผลิตเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า ได้แก่ Induction generator และ Synchronous generator
- เทคโนโลยีการออกแบบและผลิต Power system ได้แก่ Grid connection และ Stand-alone
- เทคโนโลยีการสังเคราะห์วัสดุสำหรับชุด Runner blade ที่มีความแข็งแรง และทนต่อการกัดกร่อนสูง

(2) กลุ่มการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตชิ้นส่วนกังหันน้ำ

การผลิตกังหันน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงจะต้องอาศัยเทคโนโลยี และความชำนาญเป็นอย่างยิ่ง สำหรับประเทศไทยมีอุตสาหกรรมโลหะและเครื่องจักรที่มีความเกี่ยวข้องและมีศักยภาพที่จะสามารถรองรับการผลิตกังหันน้ำได้ภายในประเทศ แต่ยังขาดเพียงความชำนาญการผลิตบางชิ้นส่วน ดังนั้นถ้าได้รับการสนับสนุนจากทางภาครัฐ มีความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตชิ้นส่วน กังหันน้ำก็สามารถผลิตได้โดยอาศัยอุตสาหกรรมการผลิตภายในประเทศ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาในประเด็นต่อไปนี้

- การพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตชิ้นส่วนของ Runner blade
- การพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการงานหล่อวัสดุผลิตชุด Runner blade
- การพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบ (Accessories) ของกังหันน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
- การพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่เหมาะสมกับความเร็วรอบการทำงานต่างๆ

(3) กลุ่มการวิจัยและสำรวจเพื่อประเมินศักยภาพแหล่งน้ำสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า

ประเทศไทยยังขาดการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรน้ำไม่เต็มประสิทธิภาพ แหล่งน้ำบางแห่งปล่อยน้ำไปใช้เพื่อการเกษตรเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีการจัดการนำน้ำมาผลิตกระแสไฟฟ้า ทั้งที่แหล่งน้ำมีศักยภาพเพียงพอที่สามารถนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณการใช้พลังงานหมุนเวียนภายในประเทศมากขึ้น ควรมีสนับสนุนการสำรวจข้อมูลแหล่งน้ำที่มีศักยภาพ เพื่อทำเป็นข้อมูลพลังน้ำแห่งชาติ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาในประเด็นต่อไปนี้

- การสำรวจแบบลงพื้นที่เพื่อประเมินศักยภาพที่แท้จริงของแหล่งน้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากข้อมูลการสำรวจเบื้องต้นในอดีตสำหรับพื้นที่ที่มีศักยภาพสูง
- ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาแหล่งน้ำท้ายเขื่อนเพื่อนำกลับมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกครั้ง
- ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเขื่อนชลประทานสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า
- ศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่มีการดำเนินการอยู่แล้ว

(4) การศึกษาแนวทางของมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนพลังงานน้ำขนาดเล็ก

- ศึกษาต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำขนาดเล็กที่มีศักยภาพโดยละเอียดรายโครงการ
- ศึกษาแนวทางการส่งเสริมให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการลงทุน
- สนับสนุนให้ชุมชนร่วมเป็นเจ้าของและร่วมดำเนินการโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก
- ศึกษาวิธีการจัดการน้ำอย่างเป็นระบบและมีความเที่ยงธรรมต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

(5) การศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเขื่อนพลังงานน้ำขนาดเล็ก และทำให้เป็นที่ยอมรับของสังคม

แม้ว่าการพัฒนาการผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนขนาดเล็กจะมีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าเขื่อนขนาดใหญ่ก็ตาม แต่ควรที่จะมีการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนสำหรับทุกโครงการโดยละเอียด รวมถึงการจัดสร้างเขื่อนแบบ Run off river และการบริหารทรัพยากรน้ำอย่างเหมาะสม ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาในประเด็นต่อไปนี้

- ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเขื่อนแบบ Run-off River เพื่อการผลิตไฟฟ้าและชลประทาน เพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเพิ่มการยอมรับของชุมชนที่ได้รับผลกระทบ

- ศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและชุมชนของเขื่อนขนาดเล็กที่มีผลการศึกษาเบื้องต้นแล้วว่ามีศักยภาพและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจเป็นรายโครงการ
- ศึกษาแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำโดยการดำเนินการของชุมชนร่วมกับรัฐเพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม

7.7.3.2 Roadmap ทางด้านพลังน้ำขนาดเล็ก

หมวดวิจัยที่ 1 : กลุ่มวิจัยและการพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานเพื่อเพิ่มความสามารถด้านการออกแบบและผลิตกังหันน้ำ		**42 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : เทคโนโลยีการออกแบบและผลิตเครื่องต้นแบบกังหันน้ำ ได้แก่ Pelton, Francis, Kaplan และ Propeller **วัตถุประสงค์:** เพื่อพัฒนาการออกแบบเครื่องต้นแบบกังหันน้ำ ได้แก่ Pelton, Francis, Kaplan และ Propeller ให้มีประสิทธิภาพสูง		12 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาเทคโนโลยีกังหันน้ำ ได้แก่ Pelton, Francis, Kaplan และ Propeller		3
■ การออกแบบโดยอาศัยเทคนิคการจำลองการไหล		7
■ การทดลองในห้องปฏิบัติการ		2
ประเด็นวิจัยที่ 2 : เทคโนโลยีการออกแบบเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า ได้แก่ Induction generator และ Synchronous generator **วัตถุประสงค์:** เพื่อพัฒนาการออกแบบและผลิตต้นแบบเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง		10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาเทคโนโลยีเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า		2
■ ออกแบบเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าความเร็วรอบต่ำและสูง		4
■ ทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า		4
ประเด็นวิจัยที่ 3 : เทคโนโลยี Power system ได้แก่ Grid connection และ Stand-alone **จุดประสงค์ :** เพื่อออกแบบระบบเชื่อมต่อ Power transmission		10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาระบบ Power system		2
■ Grid connection และ Stand-alone		8

ประเด็นวิจัยที่ 4 : วิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการสังเคราะห์วัสดุสำหรับชุด Runner blade ที่มีความแข็งแรง และทนต่อการกัดกร่อนสูง **จุดประสงค์ :** เพื่อพัฒนาวัสดุสำหรับทำ Runner blade				10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ศึกษาวัสดุที่มีความแข็งแรง และทนต่อการกัดกร่อนสูง				2
■ การทดสอบวัสดุ				8

หมวดวิจัยที่ 2: กลุ่มการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนกังหันน้ำ				**50 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : การพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตชุด Runner blade **จุดประสงค์ :** เพื่อผลิตชุด Runner blade ให้ได้ตรงกับการออกแบบเพื่อทำให้กังหันน้ำมีประสิทธิภาพสูง				20 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ศึกษาวิธีการผลิต ชุด Runner blade โดยใช้เครื่อง CNC				5
■ ออกแบบวิธีการผลิตชุด Runner blade				15
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตงานหล่อวัสดุชิ้นส่วนของชุด Runner blade **จุดประสงค์ :** เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตงานหล่อวัสดุชิ้นส่วนของชุด Runner blade				10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ศึกษาเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการงานหล่อเพื่อผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ของกังหันน้ำ				2
■ ปรับปรุงและดัดแปลงกระบวนการงานหล่ออุตสหกรรมที่มีอยู่เดิมเพื่อให้ผลิตชิ้นส่วนที่ต้องการ				8

ประเด็นวิจัยที่ 3 : การพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบของกังหันน้ำ **จุดประสงค์ที่ 1 :** เพื่อศึกษาหาแนวทางการดัดแปลงและพัฒนากระบวนการผลิตที่มีอยู่เดิมเพื่อให้สามารถผลิตชุดกังหันน้ำได้ **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อปรับปรุงและแก้ไขจุดอ่อนของกระบวนการผลิตที่พัฒนาขึ้นแล้วให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง				10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ พัฒนากระบวนการผลิตชุดกังหันน้ำ Pelton, Francis, Kaplan และ Propeller				10
ประเด็นวิจัยที่ 4 : การพัฒนาเทคโนโลยีการออกแบบและผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า **จุดประสงค์ :** เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับกังหันน้ำโดยอาศัยอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั่วไปที่มีอยู่ในปัจจุบัน				10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ศึกษาวิธีการออกแบบและผลิตเครื่องต้นแบบ Synchronous generator สำหรับกังหันน้ำแบบความเร็วรอบต่ำและสูง				5
■ ศึกษาวิธีการออกแบบและผลิตเครื่องต้นแบบ Induction generator สำหรับกังหันน้ำแบบความเร็วรอบต่ำและสูง				5

หมวดวิจัยที่ 3 : กลุ่มสำรวจและวิจัยเพื่อประเมินศักยภาพแหล่งน้ำขนาดเล็กสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า				**44 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การส่งเสริมการศึกษาวิจัยศักยภาพพลังน้ำแบบลงพื้นที่ **วัตถุประสงค์ที่ 1:** เพื่อเป็นการศึกษาในเบื้องต้นและคัดเลือกโครงการที่มีศักยภาพก่อน สามารถตัดโครงการที่ไม่จำเป็นต้องลงพื้นที่ออก ทำให้ประหยัดงบประมาณและเวลาได้ **วัตถุประสงค์ที่ 2:** เพื่อความถูกต้องสมบูรณ์ของงานวิจัยที่ศึกษา และให้เข้าถึงสภาพปัญหาที่แท้จริงได้ เพื่อมั่นใจแนวทางในการพัฒนาว่ามาถูกทาง **วัตถุประสงค์ที่ 3:** เพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับการลงพื้นที่จากการสุ่มตัวอย่าง เพื่อเป็นแนวทางให้สามารถประเมินโครงการที่ไม่สามารถลงพื้นที่ได้ใกล้เคียงสภาพจริงมากที่สุด **วัตถุประสงค์ที่ 4:** สามารถหาวิธีการที่เหมาะสมมาจัดการกับโครงการขนาดจิ๋วได้ เนื่องจากว่ามีอยู่เป็นจำนวนมากที่มีศักยภาพแต่ไม่คุ้มค่าในการลงทุน				20 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ศึกษาศักยภาพของแหล่งพลังงานน้ำต่างๆทั่วประเทศแบบหยาบๆ โดยใช้แผนที่และภาพ ถ่ายทางอากาศ ในการคัดเลือกแหล่งพลังงานที่มีน่าจะศักยภาพในเบื้องต้น				5
■ ศึกษาวิจัยจากข้อมูลที่ได้จากส่วนราชการหรือหน่วยงานท้องถิ่น				3
■ สุ่มตัวอย่างลงพื้นที่ศึกษาสำรวจสภาพแหล่งพลังงานต่างๆ ทั้งทางด้านวิศวกรรม เศรษฐกิจและสังคมของชุมชน และรับฟังความคิดเห็นของราษฎรในพื้นที่ ให้ได้มากที่สุดตามงบประมาณที่ได้รับ				7
■ ศึกษาหาแนวทางในการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุนหรือวิธีการจัดการเพื่อให้โครงการที่มีศักยภาพแต่ไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ให้สามารถก่อให้เกิดประโยชน์ได้				3
■ ผลกระทบทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมจากโครงการผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนขนาดเล็ก				2

ประเด็นวิจัยที่ 2 : ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาแหล่งน้ำท้ายเขื่อนเพื่อนำกลับมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกครั้ง **จุดประสงค์ที่ 1 :** เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาแหล่งน้ำท้ายเขื่อนเพื่อนำกลับมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกครั้ง **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อศึกษาชนิดของกังหันที่เหมาะสมกับแหล่งน้ำท้ายเขื่อนใหญ่				5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ศึกษาวิธีการควบคุมความเสถียรและคุณภาพของระบบไฟฟ้าที่จ่ายออกจากสายส่ง เมื่อมีการเชื่อมต่อกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากชุดกังหันน้ำท้ายเขื่อน				3
■ ศึกษาการออกแบบและผลิตกังหันที่มีความเหมาะสมกับแหล่งน้ำ				2
ประเด็นวิจัยที่ 3 : ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเขื่อนชลประทานสำหรับการผลิตไฟฟ้าโดยกังหันน้ำขนาดเล็ก **จุดประสงค์ที่ 1** : เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาแหล่งน้ำท้ายเขื่อนชลประทานมาผลิตกระแสไฟฟ้า **จุดประสงค์ที่ 2** : เพื่อศึกษาลักษณะการติดตั้งกังหันน้ำและวิธีการใช้งาน **จุดประสงค์ที่ 3 :** เพื่อศึกษาชนิดของกังหันที่เหมาะสมกับแหล่งน้ำท้ายเขื่อนชลประทานขนาดใหญ่				4 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ชนิดของกังหันที่มีความเหมาะสมกับแหล่งน้ำ				2
■ ลักษณะการติดตั้งใช้งานที่มีความเหมาะสม และสะดวกต่อผู้ปฏิบัติงาน				2

ประเด็นวิจัยที่ 4: ศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่มีการดำเนินการอยู่แล้ว **วัตถุประสงค์ 1:** เพื่อศึกษาว่าการปรับปรุงของโครงการใดมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และควรมีการปรับปรุงโรงไฟฟ้านั้นๆหรือไม่ **วัตถุประสงค์ 2:** เพื่อให้รับทราบข้อมูลในด้านบริหารจัดการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการดำเนินการต่อไป ว่าควรดำเนินการอย่างไรทั้งในแง่ของระบบการจัดการและเทคโนโลยี		15 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ ดำเนินการศึกษารวบรวมข้อมูลแหล่งพลังงานน้ำที่มีโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กติดตั้งอยู่ในปัจจุบัน โดยอาศัยข้อมูลจากผลของการดำเนินการที่ผ่านมา		6
▪ ศึกษาการดำเนินการของโรงไฟฟ้าแต่ละแห่งว่าปัจจุบันมีประสิทธิภาพในการบริหารจัดการดีเพียงใด		4
▪ ศึกษาประสิทธิภาพของเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเทียบกับการที่จะนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยและเหมาะสมกับแหล่งพลังงานนั้นๆ เข้ามาทดแทนเพื่อเพิ่มศักยภาพ		5
หมวดวิจัยที่ 4: การศึกษาแนวทางของมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนพลังงานน้ำขนาดเล็ก		**30.5 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่1: ศึกษาต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำพลังน้ำขนาดเล็กที่มีศักยภาพโดยละเอียดรายโครงการ **วัตถุประสงค์ 1:** เพื่อประเมินการใช้ไฟฟ้าในอนาคต และอัตรา ส่วนการบริโภคในภาคต่างๆ เพื่อกำหนดเป้าหมายกลุ่มผู้รับซื้อได้ถูกต้อง **วัตถุประสงค์ 2:** เพื่อกำหนดอัตราการรับซื้อขายไฟฟ้าจากพลังน้ำขนาดเล็กได้อย่างถูกต้อง เปรียบ เทียบให้เห็นข้อได้เปรียบของไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก **วัตถุประสงค์ 3:** เพื่อกำหนดอัตราการรับซื้อที่เป็นมาตรฐาน ยุติธรรม อ้างอิงได้		10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
▪ ศึกษาต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากโครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่มีศักยภาพสูงเป็นรายโครงการอย่างละเอียดเพื่อให้ทราบถึงอัตรารับซื้อค่าไฟฟ้าที่เหมาะสมจากแหล่งน้ำแต่ละโครงการ		10

ประเด็นวิจัยที่ 2: ศึกษาแนวทางการส่งเสริมให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการลงทุน **วัตถุประสงค์ 1:** เพื่อสามารถประเมินแนวทางรูปแบบการลงทุน และดำเนินการที่เป็นไปได้เพื่อให้ได้วิธีการของการดำเนินการที่เหมาะสมที่สุด **วัตถุประสงค์ 2:** เพื่อประเมิน ต้นทุน/ผลประโยชน์ที่จะได้รับและปัจจัยเสี่ยงต่างๆ เพื่อกำหนดสัดส่วนการลงทุนระหว่างรัฐและเอกชน **วัตถุประสงค์ 3:** เพื่อกำหนดข้อเสนอในการเจรจาขอสินเชื่อในการลงทุนกับสถาบันการเงิน		9 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาปัญหาและอุปสรรค รวมถึงแนวทางการปรับปรุงระเบียบการรับซื้อขายไฟฟ้าจากหน่วยงานในประเทศ เช่น กฟผ .และโรงไฟฟ้าของเอกชน รวมทั้งการกำหนดมาตรฐานทางเทคนิค กฎระเบียบ และวิธีการรับซื้อที่เหมาะสม		2
■ ศึกษาผลกระทบต่อผลประโยชน์เชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำกรณีที่โครงการต้องรับภาระต้นทุนจากปัจจัยต่างๆ		3
■ ศึกษาข้อกฎหมายสิทธิการใช้ประโยชน์ที่ดินและการใช้น้ำ โดย เฉพาะกรณีของเขื่อนชลประทานที่ต้องใช้น้ำเพื่อการชลประทานและเกษตรกรรมเป็นหลักอาจมีปัญหาได้		1
■ ศึกษาแนวทางของแหล่งเงินทุนที่เป็นไปได้ รวมทั้งระยะเวลาคืนทุนและผลตอบแทนของกำไรที่ได้รับจากโครงการ เพื่อวางแผนระยะเวลาในการผ่อนชำระได้		3

ประเด็นวิจัยที่ 3: สนับสนุนให้ชุมชนร่วมเป็นเจ้าของโรงไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังน้ำขนาดเล็ก **วัตถุประสงค์ 1:** ศึกษารูปแบบการบริหารจัดการให้เหมาะสมกับชุมชนนั้นๆ **วัตถุประสงค์ 2:** เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนของภาครัฐ		6.5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาความเป็นไปได้ในการให้ชุมชนเป็นเจ้าของ หรือ/และเป็นผู้บริหารจัดการแต่ละพื้นที่และรูปแบบการบริหารจัดการที่เหมาะสม		0.5
■ ศึกษาสัดส่วนผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการขายไฟฟ้าระหว่างรัฐกับชุมชน		5
■ ศึกษาสภาพ เศรษฐกิจสังคม ความเข้ม แข็งของชุมชน ในการคัดเลือกชุมชนนำร่อง		1
ประเด็นวิจัยที่ 4: ศึกษาวิธีการจัดการน้ำอย่างเป็นระบบและมีความเที่ยงธรรมต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย **วัตถุประสงค์ 1:** เพื่อศึกษาวิธีบริหารการจัดการการจัดสรรทรัพยากรน้ำให้เหมาะสมระหว่างการใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรและการผลิตไฟฟ้า **วัตถุประสงค์ 2:** เพื่อหาวิธีการจัดสรรน้ำอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องสามารถใช้ทรัพยากรน้ำในพื้นที่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และได้ประโยชน์ร่วมกันทุกฝ่ายอย่างยุติธรรม		5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาแผนการการจัดสรรน้ำอย่างเป็นระบบ		3
■ ศึกษาสภาพปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ว่าเพียงพอและมีประสิทธิ ภาพเหรือไม่		2

หมวดวิจัยที่ 5: การศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเขื่อนพลังงานน้ำขนาดเล็ก และทำให้เป็นที่ยอมรับของสังคม				**10 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเขื่อนแบบ Run-off river เพื่อการผลิตไฟฟ้าและชลประทาน เพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเพิ่มการยอมรับของชุมชนที่ได้รับผลกระทบ **จุดประสงค์ที่ 1:** ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเขื่อนแบบ Run-off river เพื่อการผลิตไฟฟ้าและชลประทาน **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและสังคมของการพัฒนาเขื่อนแบบ Run off river สำหรับลุ่มน้ำที่มีศักยภาพพลังงานน้ำสูง **จุดประสงค์ที่ 3:** ศึกษาเปรียบเทียบผลดีผลเสียระหว่างการสร้างเขื่อนแบบ Close reservoir ขนาดใหญ่แบบเดิมกับการพัฒนาเขื่อนแบบ Run off river ซึ่งแบบแรกจะให้ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจสูงแต่มีผลกระทบด้าน สิ่งแวดล้อมสูง ขณะที่แบบหลังมีผลตอบแทนด้านเศรษฐกิจน้อยกว่าแต่มีผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมต่ำกว่า				10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
▪ ศึกษาแนวทางการสร้างเขื่อนแบบ Run off river เพื่อกักเก็บน้ำในการผลิตไฟฟ้าและการเกษตรที่ให้ผลดีที่สุดสำหรับประเทศไทยในลุ่มน้ำที่มีศักยภาพสูง เช่นบริเวณแก่งเสือเต้น	▨			5
▪ ศึกษาเปรียบเทียบผลดีผลเสียและการยอมรับทางสังคมของการสร้างเขื่อนแบบ Close reservoir ขนาดใหญ่แบบเดิมกับการพัฒนาเขื่อนแบบ Run off river	▨			5

7.8 แผนงานวิจัยด้านพลังงานลม

7.8.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.8.1.1 ศักยภาพ

จากผลการวิเคราะห์ค่าความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุดของประเทศไทย พบว่าขนาดของกังหันลมที่เหมาะสมในการติดตั้งในพื้นที่ที่มีศักยภาพควรมี**ขนาดระหว่าง 140 – 320 kW_e ที่ความสูง 40 เมตร** และพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ที่มีความเร็วลมเฉลี่ยเกินกว่า 3 เมตรต่อวินาที มีศักยภาพทางเทคนิค (Technical Potential) ที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งเป็นทุ่งกังหันลมดังกล่าวข้างต้นคิดเป็น**กำลังการผลิตรวมทั้งสิ้นถึงประมาณ 194 MW_e หรือคิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ 255 GWh ต่อปี** โดยมีข้อสมมุติฐานว่าพื้นที่ดังกล่าวมีรัศมีโดยรอบไม่เกิน 5 กิโลเมตร และคาดว่าพื้นที่ดังกล่าวหากขยายรัศมีโดยรอบออกไปไม่เกิน 22 กิโลเมตร เพื่อรวมเอาพื้นที่ข้างเคียงไว้ด้วยน่าจะมี**ศักยภาพสูงสุด (Maximum Possible Potential) ของกำลังการผลิตไฟฟ้ารวมทั้งสิ้นไม่เกิน 1,454 MW_e หรือคิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ไม่เกิน 1,910 GWhต่อปี**

กรณีที่ติดตั้งกังหันลมที่ความสูง 50 เมตรนั้น จะพบว่ามีศักยภาพเชิงเทคนิครวม 242 MW_e หรือผลิตไฟฟ้าได้ 319 GWh ต่อปี (คิดค่า Plant capacity factor ที่ 15%) และถ้าขยายพื้นที่เป็น 22 กิโลเมตร รอบสถานีที่มีศักยภาพ (603 ตารางกิโลเมตร) จะได้ศักยภาพสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ 1,789 MW_e หรือคิดเป็นพลังงานไฟฟ้า 2,351 GWh ต่อปี

ผลการศึกษาดังกล่าว ตั้งอยู่บนสมมุติฐานว่า ข้อมูลความเร็วลมที่วัดได้ในแต่ละจุดสามารถเป็นตัวแทนความเร็วลมในขอบเขตพื้นที่ที่มีรัศมีไม่เกิน 5 กิโลเมตรสำหรับศักยภาพทางเทคนิค และมีรัศมีไม่เกิน 22 กิโลเมตรสำหรับศักยภาพสูงสุด โดยค่าความยาวรัศมี 22 กิโลเมตรนี้ มีโอกาสของความผิดพลาดได้ประมาณ 5% แต่เนื่องจากข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวนน้อย จึงยังมีความน่าเชื่อถือในระดับต่ำ ดังนั้นจึงควรมีการสอบทวนความถูกต้องของข้อมูลอีกครั้งโดยการเพิ่มจำนวนสถานีตรวจวัดลมและให้มีความละเอียดของการตรวจวัดมากขึ้นถึงระดับ micro grid ที่ขนาด 1 กม. X 1 กม. หรือละเอียดกว่า

7.8.1.2 นโยบาย

แผนยุทธศาสตร์พัฒนาพลังงานเพื่อการแข่งขันของกระทรวงพลังงานระยะที่ 1 (2548-2554) ซึ่งคณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบตามข้อเสนอของกระทรวงเพื่อสนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียนตามนโยบาย RPS เมื่อวันที่ 24 สิงหาคม 2547 โดยกำหนดให้มีการติดตั้งการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมให้ได้เท่ากับ 100 MWe ทั้งนี้รัฐได้ออกระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายเล็ก และรายเล็กมาก (SPP และ VSPP) มารองรับนโยบายดังกล่าว โดยล่าสุดกระทรวงพลังงานเมื่อวันที่ 20

พฤศจิกายน 2549 ได้กำหนดราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานลมในอัตราพิเศษที่แพงกว่าราคาค่าไฟฟ้าปรกติอีก 2.50 บาทต่อหน่วย

7.8.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์
เพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากพลังงานลม ให้เป็นไปตามแผนนโยบายด้านพลังงานทดแทนของรัฐบาลที่เกี่ยวกับพลังงานลม (Renewable Portfolio Share, RPS) ซึ่งได้กำหนดให้ประเทศไทยต้องมีการติดตั้งกังหันลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 100 MW_e ภายในปี 2554 **เพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการออกแบบ สร้างและผลิตกังหันลมขนาดเล็กที่มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าต่ำกว่า 300 kW_e ลงมาที่เหมาะสมกับประเทศไทยที่มีความเร็วลมเฉลี่ยต่ำ**

7.8.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย

7.8.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

งานศึกษาและทดลองใช้พลังงานลมผลิตไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยได้รับการบรรจุเป็นแผนการพัฒนาพลังงานทดแทนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) ประมาณ 10 ปีมาแล้ว ความเร็วลมในประเทศไทยโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง-ต่ำ คือต่ำกว่า 4 เมตร/วินาที บริเวณที่มีความเร็วสูงสุดอยู่แถวชายฝั่งและเกาะต่าง ๆ ในอ่าวไทยและทางภาคใต้ สถานที่น่าสนใจในการทดลองใช้พลังงานลมของ กฟผ. ที่ผ่านมาคือที่แหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต ซึ่งมีความเร็วลมเฉลี่ย 5 เมตร/วินาที ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 จนถึงปัจจุบัน กฟผ. ได้ร่วมมือกับหน่วยราชการจังหวัดภูเก็ต จัดตั้งสถานีทดลองใช้งานขึ้นในจังหวัดภูเก็ต เพื่อรวบรวมข้อมูลนำไปวิเคราะห์ทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์โดยกังหันลมผลิตไฟฟ้าซึ่งสั่งซื้อจากต่างประเทศในราคามิตรภาพ ติดตั้งในบริเวณแหลมพรหมเทพ จำนวน 4 ชุด ในขนาด 18.5, 2.0, 1.0 และ 0.83 กิโลวัตต์ พร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์บันทึกข้อมูล Digital Data Logger และ Strip Chart Recorder ไว้อย่างครบถ้วน ไฟฟ้าที่ผลิตได้นั้นนำมาใช้ในบริเวณสถานีทดลองโดยใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ติดตั้งไว้ ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่ากังหันลมที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าสถานีนี้ใช้งานได้ดีพอสมควร แต่มีปัญหาเรื่องชิ้นส่วนบางชนิด เช่น ใบกังหันและตลับลูกปืนชำรุด และยังมีปัญหาด้านการจัดซื้ออะไหล่จากต่างประเทศในบางกรณี เมื่อการทดลองใช้พลังงานลมผลิตไฟฟ้าปรากฏผลเป็นที่พอใจ ในปี พ.ศ. 2530 กฟผ. จึงกำหนดแผนงานเชื่อมโยงระบบกังหันลม เพื่อผลิตไฟฟ้าเข้าสู่ระบบจำหน่ายของ การไฟฟ้าภูมิภาค (กฟภ.) เพื่อการใช้งานจริงและเพื่อศึกษาหาทางพัฒนาการใช้พลังงานลมกับระบบด้วย และด้วยความร่วมมือจาก กฟภ. การจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบได้เริ่มขึ้นในเดือน

สิงหาคม พ.ศ. 2533 นับเป็นการนำไฟฟ้าจากพลังงานลมมาใช้งาน โดยผ่านระบบจำหน่ายเป็นครั้งแรกในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2535 กฟผ. ทำการติดตั้งกังหันลมเพิ่มขึ้นอีก 2 ชุด ขนาดกำลังผลิตชุดละ 10 กิโลวัตต์ เชื่อมโยงเข้าระบบฯ เช่นเดียวกัน

ในปี พ.ศ. 2534 กฟผ. ได้ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จำนวน 180 แผง มีกำลังผลิตเป็น 8 กิโลวัตต์ เพื่อผลิตไฟฟ้าร่วมกับกังหันลมขนาดเล็กอีก 3 ชุด และมีชุดแบตเตอรี่เพื่อเก็บไฟฟ้าจำนวน 120 ลูก ซึ่งต่อเข้าด้วยกัน มีขนาดความจุ 300 แอมแปร์-ชั่วโมง แรงดัน 240 โวลต์ โดยที่กังหันลมมีกำลังผลิตรวม 22 กิโลวัตต์ ปลายปี พ.ศ. 2534 ได้ติดตั้งกังหันลมขนาด 10 กิโลวัตต์ เพิ่มเข้าไปในระบบอีก 2 ชุด ทำให้มีกำลังผลิตต่อเข้ากับระบบสายส่งรวมเป็น 50 กิโลวัตต์ และในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2539 กฟผ.ได้ติดตั้งกังหันลมขนาดกำลังผลิต 150 กิโลวัตต์ ทำให้มีกำลังผลิตต่อเข้าระบบสายส่งรวมทั้งหมด 200 กิโลวัตต์ โดยกังหันลมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือขนาด 150 กิโลวัตต์นั้นมี Cut in wind speed เท่ากับ 3.5 เมตรต่อวินาที และมีค่า Rated wind speed เท่ากับ 13 เมตรต่อวินาที

จากข้อมูลการลงทุนของการติดตั้งกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 150 kWe ดังกล่าวในปี พ.ศ. 2539 ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่จังหวัดภูเก็ต พบว่ากังหันลมสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 1,300 kWh/kW/yr เงินลงทุนติดตั้งประมาณ 82,333 บาท/kWe มีค่าดำเนินการและบำรุงรักษา 1,800 บาท/ kW/yr และเพิ่มขึ้นปีละ 2.5% เมื่อคิดอัตราเพิ่มของราคาจำหน่ายไฟฟ้า (Electrical tariff increase) 3% ทุกปี และคิดอัตราดอกเบี้ย (Discount rate) ที่ 4.25% พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีราคาเท่ากับ 5.02 บาท/kWh

7.8.2.2 กลยุทธ์

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนาสนับสนุนให้สามารถบรรลุเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ แนวทางกลยุทธ์จึงควรเป็นไปดังนี้

(1) ส่งเสริมงานวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานด้านพลังงานลมของประเทศไทย โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านอุตุนิยมวิทยาเพื่อหาร่องลม (Wind belt) ของประเทศไทยที่มีศักยภาพสูง เพื่อให้ทราบลักษณะความเร็วลมตามแนวดิ่งที่ระดับความสูงต่าง ๆ (Vertical wind profile) และเพื่อให้ทราบค่าความเร็วสูงสุดที่เป็นไปได้ของประเทศไทยโดยพิจารณาจากค่าความเร็วลมที่ Upper boundary layer พร้อมพิสูจน์ทราบ (Verify) แบบจำลองด้วยการสำรวจความเร็วลมจริงในภาคสนาม

(2) ส่งเสริมการวิจัยและศึกษาเพิ่มความเชื่อมั่นในการใช้พลังงานลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า การประยุกต์ใช้งานและสร้างขีดความสามารถทางวิศวกรรมของประเทศไทย เนื่องจากปัจจุบันมีหน่วยงานของภาครัฐอย่างน้อย 3 หน่วยงานได้แก่

กฟผ. กฟภ. และ พพ. ได้ทำการติดตั้งกังหันลมขนาดกลาง ขนาดเกินกว่า 200 kW_e ขึ้นไป โดยการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ดังนั้น จึงควรใช้กังหันลมที่นำเข้าดังกล่าวทำการทดสอบและเก็บข้อมูล (Test bed) เพื่อประเมินความเหมาะสมของการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวในประเทศไทยว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

(3) ส่งเสริมการวิจัยเพื่อการสร้างศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนกังหันลมทดแทนการนำเข้าเพื่อลดราคาไฟฟ้าจากพลังงานลม และพัฒนาอุตสาหกรรมกังหันลมของประเทศในระยะยาว เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยมีอุตสาหกรรมผู้ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลขนาดเล็ก ซึ่งมีศักยภาพในการดัดแปลงกรรมวิธีการผลิตทางอุตสาหกรรมที่มีอยู่ให้ทำการผลิตเป็นชิ้นส่วนกังหันลมขนาดใหญ่เพื่อทดแทนการนำเข้าได้ หากอุตสาหกรรมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมเป็นที่ต้องการมากขึ้น แต่อุตสาหกรรมดังกล่าวยังไม่สามารถออกแบบชิ้นส่วนกังหันลมได้เอง จึงควรมีการวิจัยการออกแบบและผลิตชิ้นส่วนดังกล่าวร่วมกับมหาวิทยาลัยหรือหน่วยงานทางวิชาการที่มีความสนใจ เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตชิ้นส่วนดังกล่าว

7.8.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา

หมวดงานวิจัยและพัฒนาที่เสนอมี 3 หมวดหลัก ซึ่งต้องการงบประมาณสนับสนุนการวิจัยทั้งสิ้นประมาณ 66.1 ล้านบาท ใน 10 ปีข้างหน้าดังนี้

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณ	
	ล้านบาท
หมวดที่ 1: การวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานด้านพลังงานลมของประเทศไทย	26.5
หมวดที่ 2: การวิจัยและศึกษาเพิ่มความเชื่อมั่นในการใช้พลังงานลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า การประยุกต์ใช้งานและสร้างขีดความสามารถทางวิศวกรรมของประเทศไทย	11
หมวดที่ 3: การวิจัยเพื่อการสร้างศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนกังหันลมทดแทนการนำเข้าเพื่อลดราคาไฟฟ้าจากพลังงานลม และพัฒนาอุตสาหกรรมกังหันลมของประเทศในระยะยาว	28.6

7.8.3.1 ประเด็นวิจัยที่จำเป็น

(1) หมวดการวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานด้านพลังงานลมของประเทศไทย

เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลของแหล่งพลังงานลมที่มีความละเอียดในระดับ Micro grid scale ที่สามารถเจาะจง (Pin point) ถึงตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ที่มีศักยภาพได้ ซึ่งมี Spatial resolution ที่มีความละเอียดมากกว่า 1 กม. x 1 กม. และความเร็วลมในแนวดิ่งจนถึงระดับ Upper Boundary Layer สำหรับประยุกต์ใช้ในงานเชิงปฏิบัติการได้จริง เช่น ระบุขนาดที่เหมาะสมของกังหันลม เส้นทางขนย้าย แนวทางในการติดตั้ง การวางแผนโครงการ (Project management) สำหรับเป็นข้อมูลเชิงลึกที่มีความสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการตัดสินใจลงทุนของนักลงทุน

เนื่องจากองค์ความรู้ด้านข้อมูลพลังงานลมของประเทศไทยที่มีรายละเอียดเชิงลึกของพื้นที่ยังไม่สมบูรณ์เพียงพอ โดยเฉพาะข้อมูลความเร็วลมที่ความสูงเกินกว่า 30 เมตรขึ้นไปจนถึง upper boundary layer อีกทั้งมีความละเอียดของ Spatial resolution น้อย (ความละเอียดของการวัดต่อขนาดพื้นที่) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการสำรวจและการดำเนินการวิจัย เพื่อให้ได้มาซึ่งความถูกต้องของข้อมูลด้านพลังงานลมของประเทศไทยมีความสมบูรณ์และละเอียดในระดับ Micro-grid scale ที่ Resolution ที่มีความละเอียดมากกว่า 1 กม. x 1 กม. เพื่อใช้ในการวางแผนการลงทุนหรือวางแผนโครงการได้จริง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจของนักลงทุนที่ต้องการติดตั้งกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ และเพื่อให้สามารถประเมินค่าความเร็วลมในแนวดิ่ง (Vertical Wind Profile) และความผันแปรของความเร็วลมในแนวราบในแต่ละพื้นที่ที่คาดว่ามีศักยภาพได้ ดังนั้นจึงควรมีประเด็นวิจัยดังนี้

- ศึกษาพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการพยากรณ์อากาศ (Numerical Weather Prediction Model) ในระดับ Micro grid เพื่อหาแนวตำแหน่งของ Wind belt ของประเทศไทย
- สำรวจภาคสนามโดยละเอียดแบบ Micro-grid scale เพื่อหาความสัมพันธ์ของความเร็วลมที่ผันแปรไปตามระยะทางในแนวราบทุกๆระยะ 1 กิโลเมตร และในระดับความสูงทุกๆระยะ 10 เมตร ขึ้นไปจนถึงความเร็วลมที่ Upper boundary layer เพื่อ verify แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับพื้นที่ที่คาดว่ามีศักยภาพพลังงานลมสูง
- ศึกษาพัฒนาเพื่อสร้างฐานข้อมูลศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย

(2) หมวดการวิจัยและศึกษาเพิ่มความเชื่อมั่นในการใช้พลังงานลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า การประยุกต์ใช้งานและสร้างขีดความสามารถทางวิศวกรรมของประเทศไทย

เนื่องจากในปัจจุบันการใช้พลังงานลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศยังไม่เป็นที่แพร่หลายเท่าที่ควร ปัญหาเบื้องต้นของการใช้พลังงานลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศ คือ การขาดความเชื่อมั่นในพลังงานลมของประเทศไทย จากความเชื่อที่ว่าศักยภาพลมในประเทศไทยนั้นค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีกังหันลมในปัจจุบันมีการพัฒนาขึ้นอย่างมาก การเลือกใช้กังหันลมที่เหมาะสมและการเพิ่มความสูงของหอคอยจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมได้เป็นอย่างมาก ดังนั้นในขั้นเบื้องต้นรัฐบาลและนักวิชาการจะต้องแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และการพึ่งพาตนเองของการใช้พลังงานลมเพื่อเพิ่มความเชื่อมั่น และนำไปสู่การพัฒนาต่อไป จึงควรมีการวิจัยในประเด็นต่อไปนี้

- การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมของกังหันลมเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ที่นำเข้ามาใช้งานในประเทศไทย (Test Bed Evaluation)
- การวิจัยและพัฒนากังหันลมขนาดเล็ก เพื่อใช้งานในชนบทและงานการเกษตรในประเทศไทย

(3) กลุ่มการวิจัยเพื่อการสร้างศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนกังหันลมทดแทนการนำเข้าเพื่อลดราคาไฟฟ้าจากพลังงานลม และพัฒนาอุตสาหกรรมกังหันลมของประเทศในระยะยาว

ราคาของกังหันลมจากต่างประเทศนั้นมีราคาสูงมาก อุปสรรคหลักอย่างหนึ่งในการใช้พลังงานลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า คือ ต้นทุนเบื้องต้นที่สูงมาก การพัฒนาวิจัยเพื่อสร้างหรือผลิตชิ้นส่วนของกังหันลมเพื่อใช้ในประเทศ รวมถึงการลดต้นทุนในด้านการติดตั้งและขนส่งนั้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งในแง่เศรษฐกิจและความสามารถในการพึ่งพาตนเองซึ่งจะมีผลทางบวกในระยะยาวอีกด้วย นอกจากนี้การพัฒนากังหันลมยังควรต้องคำนึงถึงสภาวะลมของประเทศไทยที่มีความเร็วต่ำเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกังหันลม

ปัจจุบันประเทศไทยยังมีศักยภาพทางการผลิตกังหันลมและแรงงานฝีมือที่ค่อนข้างต่ำ แต่ในระยะยาวประเทศไทยมีศักยภาพที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมในการผลิตกังหันลมขนาดเล็ก หรือชิ้นส่วนของกังหันลมขนาดใหญ่ได้ ดังนั้น ถ้าผลการสำรวจศักยภาพพลังงานลมในประเทศไทยดังกล่าวข้างต้น หากพบว่ามีพื้นที่เหมาะสมในการติดตั้งกังหันลมขนาดกลางและขนาดเล็กจำนวนมากเพียงพอที่จะผลิตได้ในเชิงอุตสาหกรรมอาจควรมีการสนับสนุนต่อเนื่องเพื่อการผลิตเชิงอุตสาหกรรม โดยการปรับปรุงอุตสาหกรรมเดิมที่มีความเกี่ยวเนื่องและต่อยอดเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมใหม่ขึ้นมา เพื่อให้องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยข้างต้นสามารถพัฒนาต่อยอดไปจนถึงระดับที่ทำการผลิตแบบอุตสาหกรรมได้เองภายในประเทศในอนาคต จึงควรมีงานวิจัยดังต่อไปนี้

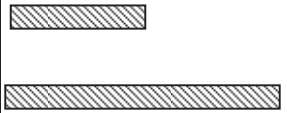
- การศึกษาและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนราคากังหันลมที่นำเข้าจากต่างประเทศ

- ศึกษาปัญหาในการขนส่งและติดตั้ง
- การสร้างองค์ความรู้และประสบการณ์ของการออกแบบและสร้างกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า
- การเพิ่มประสิทธิภาพของกังหันลมเพื่อการใช้งานในประเทศสำหรับความเร็วลมต่ำ
- ส่งเสริมศักยภาพอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับกังหันลมสำหรับความเร็วลมต่ำ
- พัฒนาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนกังหันลมภายในประเทศเพื่อทดแทนการนำเข้า

7.8.3.2 Roadmap ทางด้านพลังงานลม

หมวดวิจัยที่ 1: หมวดการวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานด้านพลังงานลมของประเทศไทย		**26.5 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : ศึกษาพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการพยากรณ์อากาศ (Numerical Weather Prediction Model) ในระดับ Micro grid เพื่อหาแนวตำแหน่งของ Wind belt ของประเทศไทย **จุดประสงค์ที่ 1 :** เพื่อหาแนวโซนของ Wind Belt **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยประเมินค่าความเร็วลม เพื่อลดจำนวนสถานีวัดให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้		12 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 2.5 5**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากภาพประเมินค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงต่างๆทั่วประเทศไทย เพื่อหาแนวโซนของWind Belt ที่มีศักยภาพสูง โดยพิจารณาจากความเร็วในระดับความสูงที่ Upper Boundary Layer รวมถึงการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการพยากรณ์อากาศเพื่อประเมินค่าความเร็วลมสูงสุดที่เป็นไปได้ของประเทศไทย โดยพิจารณาจากความเร็วเฉลี่ยระดับ Upper Boundary Layer		3.5
■ ศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการพยากรณ์อากาศ ในพื้นที่ที่ทราบเป็นการเบื้องต้นแล้วว่ามีศักยภาพสูงจากการศึกษาในอดีต แต่ยังไม่มีความละเอียดเพียงพอ เพื่อยืนยันผลการศึกษาที่ผ่านมา รวมถึงการหาความเร็วลมเฉลี่ยในระดับความสูงต่าง ๆ ตามแนวดิ่ง (Vertical Profile) ตั้งแต่ระดับพื้นดินจะกระทั่งถึงความสูงในที่ระดับ 100 ม. ในพื้นที่ที่คาดว่ามีศักยภาพพลังงานลมสูง ที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1 กม. x 1 กม.		3.5
■ การศึกษา สำรวจข้อมูลภาคสนามจริงและพิสูจน์ผลในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์		5

ประเด็นวิจัยที่ 2 : สำรวจภาคสนามโดยละเอียดแบบ Micro-grid scale เพื่อหาความสัมพันธ์ของความเร็วลมที่ผันแปรไปตามระยะทางในแนวราบทุกๆระยะ 1 กิโลเมตร และในระดับความสูงไปทุกๆระยะ 10 เมตร ไปจนถึงความเร็วลมที่ Upper boundary layer เพื่อ Verify แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สำหรับพื้นที่ที่คาดว่ามีศักยภาพพลังงานลมสูง **จุดประสงค์ :** เพื่อ Verify แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นตาม Research area 1 และเพื่อให้ทราบว่าความเร็วลมผันแปร (Vary) ไปตามระยะทางที่เพิ่มขึ้นไปจากจุดศูนย์กลางของแหล่งลมที่มีศักยภาพสูงว่ามีลักษณะเป็น Function อย่างไร เพื่อให้สามารถประเมินได้ว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมกับการสร้าง Wind farm ได้ขนาดเท่าไร		8 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 2.5 5**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ สำรวจขนาดความเร็วลมสูงสุดที่เป็นไปได้และความสัมพันธ์ของความเร็วลม (Wind profile) ของประเทศไทย ที่ระดับความสูงต่างๆ จนถึง 100 เมตร ในพื้นที่ศักยภาพพลังงานลมสูง เพื่อประเมินค่าความเร็วลมในแนวดิ่ง (Vertical Wind Profile) และความผันแปรของความเร็วลมในแนวราบในแต่ละพื้นที่		5
■ ศึกษาค่าความแปรปรวนของความเร็วลมเมื่อเทียบกับระยะทางในแนวราบในระดับ Micro-scale ที่ Resolution ที่มีความละเอียดมากกว่า 1 กม. X 1 กม. ในพื้นที่ของทุกตำแหน่งที่คาดว่ามีศักยภาพพลังงานลมสูง		1.5
■ การศึกษาและใช้จำลองคณิตศาสตร์ของการพยากรณ์อากาศสำหรับประเมินค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงต่างๆในแต่ละลักษณะพื้นที่โดยเปรียบเทียบผลกับข้อมูลที่วัดได้จากการสำรวจในภาคจริงในข้อ 1		1.5

ประเด็นวิจัยที่ 3 : การพัฒนาเพื่อสร้างฐานข้อมูลศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย **จุดประสงค์ :** เพื่อจัดทำฐานข้อมูลด้านพลังงานลมที่ถูกต้องและละเอียดเพียงพอของพื้นที่ที่มีศักยภาพพลังงานลมในประเทศไทยในระดับรายละเอียดที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้จริง และจัดลำดับหมวดหมู่ของ ระดับศักยภาพพลังงาน การกระจายตัวของพลังงานลมตามลักษณะพื้นที่ภูมิศาสตร์ของประเทศไทยเพื่อความสะดวกแก่นักวิจัยและผู้ที่จะลงทุนด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมในอนาคตและให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึง (Access) ข้อมูลได้โดยสะดวก โดยผ่าน Website จาก Internet		6.5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 2.5 5**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ พัฒนาฐานข้อมูลอิเลคโทรนิค ระดับใช้งาน ด้านพลังงานลมจากข้อมูลการสำรวจโดยแบ่งตามลำดับชั้น ความสูงและภูมิประเทศ ที่มีความละเอียดสูง ในระดับพื้นที่ (1 กม. x 1 กม.) และระดับเวลา (ราย ชม.ขึ้นไป) ■ พัฒนาฐานข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน		5 1.5
หมวดวิจัยที่ 2: การวิจัยและศึกษาเพิ่มความเชื่อมั่นในการใช้พลังงานลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า การประยุกต์ใช้งานและสร้างขีดความสามารถทางวิศวกรรมของประเทศไทย		**11 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมของกังหันลมเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ที่นำเข้ามาใช้งานในประเทศไทย (Test Bed Evaluation) **จุดประสงค์:** เพื่อศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลจากหน่วยงานของรัฐฯ หลังจากที่มีการติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่และใช้งานมาแล้วระยะเวลาหนึ่ง เพื่อนำผลดำเนินการดังกล่าวใช้เป็น Test bed มาทำการประเมินความเหมาะสมของการใช้กังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ สำหรับพื้นที่ที่มีศักยภาพพลังงานลมสูง และศึกษาความเหมาะสมของเทคโนโลยีที่นำเข้าจากต่างประเทศต่อความเหมาะสมในบริบทของประเทศไทย ทั้งในแง่ของต้นทุนของพลังงานที่ผลิตได้และความเหมาะสมทางด้านเทคนิค		1 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 0.5 1**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาความเหมาะสมทางด้านเทคนิคและต้นทุนต่อหน่วย ในการลงทุนติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่ในเชิงพานิชย์ในประเทศ โดยใช้ Secondary data จาก 3 หน่วยงานที่ได้มีการติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่แล้ว		1
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การพัฒนากังหันลมขนาดเล็ก (5-10 kWe) ที่เหมาะสมกับ Wind pattern ของประเทศไทยรวมถึงการสนับสนุนการใช้งาน **จุดประสงค์ที่ 1 :** เกิดการพัฒนาขีดความสามารถและองค์ความรู้ในการออกแบบและผลิตกังหันลมขนาดเล็กโดยให้วัสดุที่ผลิตในประเทศให้มาก		10 ล้านบาท

ที่สุด และที่เหมาะสมกับ Wind pattern ของประเทศไทย **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อให้ประเทศไทยสามารถพัฒนาขีดความสามารถในการออกแบบและผลิตกังหันลมขนาดกลางต่อไปในอนาคต		
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 2.5 5**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การพัฒนาชิ้นส่วนต่างๆของกังหันลม เช่น ใบพัด Generator โครงสร้าง รวมถึงระบบควบคุม ที่เหมาะสมกับความเร็วลมต่ำเช่นประเทศไทย ด้วยเทคโนโลยีและวัสดุในประเทศ		2.5
■ การประเมินและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องจากการพัฒนากังหันลมขนาดเล็ก		1
■ การพัฒนาและขยายขนาดการผลิตจากกังหันลมขนาดเล็กเป็นกังหันลมขนาดกลาง		2.5
■ การพัฒนาสายการผลิตเชิงพานิชย์เพื่อการผลิตกังหันลมขนาดกลางในอนาคต		4
หมวดวิจัยที่ 3: การวิจัยเพื่อการสร้างศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนกังหันลมทดแทนการนำเข้าเพื่อลดราคาไฟฟ้าจากพลังงานลม และพัฒนาอุตสาหกรรมกังหันลมของประเทศในระยะยาว		**28.6 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : การศึกษาและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนราคากังหันลมที่นำเข้าจากต่างประเทศโดยการพัฒนาชิ้นส่วนทดแทนภายในประเทศ **จุดประสงค์ที่ 1:** พัฒนาการผลิตชิ้นส่วนส่วนใหญ่ของกังหันลมขนาดเล็กภายในประเทศเพื่อลดต้นทุน **จุดประสงค์ที่ 2:** ศึกษาความเป็นไปได้และประสิทธิภาพของกังหันลมแบบ Non-convention สำหรับลมในประเทศ **จุดประสงค์ที่ 3:** สามารถผลิตชิ้นส่วนของกังหันลมขนาดใหญ่ในประเทศ		6 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การพัฒนากังหันลมขนาดเล็กโดยใช้ content ในประเทศไม่น้อยกว่า 50%		2
■ การศึกษาและพัฒนากังหันลมแกนนอนแบบ Multi-blade		2
■ การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตใบพัดขนาดใหญ่ ต้นทุนต่ำและลดความสูญเสียพลังงานที่ปลายใบ (Tip vortex losses)		2

ประเด็นวิจัยที่ 2 : ปัญหาในการขนส่งและติดตั้ง **จุดประสงค์ที่ 1 :** สามารถระบุถึงข้อจำกัดทางการขนส่งของกังหันขนาดต่าง ๆ **จุดประสงค์ที่ 2 :** สามารถลดต้นทุนในการขนส่งและติดตั้งในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศ		1.3 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การศึกษาศักยภาพและวิธีการขนส่งและการติดตั้งโครงงานกังหันลมขนาดใหญ่		0.5
■ การลดต้นทุนในการขนส่ง ติดตั้งและเตรียมพื้นที่เพื่อการใช้กังหันลม		0.8
ประเด็นวิจัยที่ 3 : การสร้างองค์ความรู้และประสบการณ์ของการออกแบบและสร้างกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า **จุดประสงค์ที่ 1 :** เสริมสร้างบุคลากรและ Know-how ทางด้านพลังงานลมและกังหันลม		10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การใช้กังหันลมผลิตไฟฟ้าต้นแบบขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้าในเชิงพาณิชย์ (ประมาณ 30 kWe) ที่ความสูง 60 เมตร		10
ประเด็นวิจัยที่ 4 : การเพิ่มประสิทธิภาพของกังหันลมเพื่อการใช้ในประเทศ **จุดประสงค์ที่ 1 :** สร้างกังหันลมที่เหมาะกับสภาพลมความเร็วต่ำในประเทศ **จุดประสงค์ที่ 2 :** ความเป็นไปได้ในการใช้ลมความเร็วสูงที่ระดับความสูงมากกว่า 60 เมตร		6 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ วิจัยกังหันลมผลิตไฟฟ้าความเร็วต่ำเพื่อให้เหมาะกับลักษณะเฉพาะของลมในประเทศไทย		5
■ การศึกษาศักยภาพของลมและการใช้พลังงานลมที่ความสูงมากกว่า 60 เมตร		1

ประเด็นวิจัยที่ 5 : ส่งเสริมศักยภาพอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับกังหันลม **จุดประสงค์ที่ 1** : ศึกษาวิจัยเพื่อกำหนดมาตรฐานสากลในการผลิตและทดสอบกังหันลมและการปรับโครงสร้างของอุตสาหกรรมให้สอดคล้องกับมาตรฐานดังกล่าว **จุดประสงค์ที่ 2** : ศึกษาแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนกังหันลมโดยสนับสนุนจากอุตสาหกรรมใกล้เคียงที่มีอยู่แล้ว		1.3 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาวิจัยมาตรฐานชิ้นส่วนกังหันลม และการทดสอบ		0.3
■ สำรวจ ศึกษา และพัฒนาอุตสาหกรรมที่มีอยู่แล้วเพื่อปรับปรุงในการผลิตชิ้นส่วนกังหันลม		1
ประเด็นวิจัยที่ 6 : พัฒนาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนกังหันลมภายในประเทศ **จุดประสงค์ที่ 1** : โครงการนำร่องในการผลิตกังหันลมขนาดเล็ก		4 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ โครงการวิจัยพัฒนาต้นแบบกังหันลมขนาดเล็กเพื่อการผลิตในเชิงพาณิชย์		4

7.9 แผนงานวิจัยด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

7.9.1 ศักยภาพ นโยบายและเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.9.1.1 ศักยภาพ

ประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง กล่าวคือมีค่าความเข้มรังสีรวมรายวันเฉลี่ยประมาณ 18.2 MJ/m^2 แต่การใช้พลังงานดังกล่าวเพื่อผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์หรือ Solar Cell ยังมีต้นทุนสูงมาก จึงทำให้มีข้อจำกัดในการส่งเสริมให้นำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้อย่างแพร่หลายยกเว้นการติดตั้งในพื้นที่ชนบทห่างไกลที่ไม่มีความคุ้มทุนในการลงทุนติดตั้งสายส่งไฟฟ้า นอกจากนี้ การผลิตไฟฟ้าเชิงความร้อนแบบรวมแสง (Concentrated Solar Power หรือ CSP) ยังมีข้อจำกัดด้านความเข้มรังสีตรงของประเทศไทยที่มีค่าไม่สูงพอ

7.9.1.2 นโยบาย

ในปัจจุบันยังไม่มีเป้าหมายเชิงตัวเลขในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่ชัดเจน แต่มีการส่งเสริมให้ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในชนบทห่างไกล (Solar home system) แล้วกว่า 20 MWp ซึ่งทำให้มีผู้ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์เกิดขึ้นในประเทศไทย 3 ราย นอกจากนี้ รัฐบาลยังได้กำหนดให้มีการรับซื้อไฟฟ้าที่ผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีค่ารับซื้อส่วนเพิ่มในอัตรา 8 บาท/kWh ส่วนด้าน CSP นั้น รัฐบาลยังไม่มีนโยบายส่งเสริมให้นำมาใช้ อย่างไรก็ตาม เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในระยะยาวจึงควรมีการศึกษาและวิจัยเพื่อลดต้นทุนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์และปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้งานของระบบที่ติดตั้งอยู่

7.9.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์
การใช้ระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในชนบทห่างไกลเป็นไปอย่างยั่งยืน และอุตสาหกรรมไทยมีขีดความสามารถในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์รวมทั้งอุปกรณ์ส่วนควบโดยใช้วัสดุในประเทศในสัดส่วนมากกว่า 60%

7.9.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย

7.9.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

ประเทศไทยมีการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าในชนบทห่างไกลแล้วกว่า 26 MWp แต่การบริหารจัดการให้มีความยั่งยืนโดยเฉพาะการบำรุงรักษายังมีปัญหามาก ส่วนในด้านการผลิตนั้นได้มีการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แล้ว 3 แห่ง โดยเป็นโรงงานผลิตเซลล์ประเภท Amorphous Silicon 1 แห่ง ซึ่งมีการนำเข้าเครื่องจักร ก๊าซ Siren และวัตถุดิบอื่น ๆ และประเภทผลึก (crystalline) 2 แห่ง ซึ่งมีการนำเข้าเครื่องจักร แผ่นเซลล์ และวัตถุดิบอื่น ๆ มาประกอบในประเทศ โรงงานดังกล่าวมีกำลังผลิตรวม 82 MWp (ในปี 2549) และในอนาคตผู้ประกอบเซลล์ประเภทผลึกมีแผนการที่จะนำเข้า silicon ingot มาผลิตเป็นแผ่นเซลล์ภายในประเทศเพื่อลดต้นทุน

ในด้านการวิจัยนั้น ได้มีการติดตั้งระบบผลิตเซลล์แบบ Amorphous Silicon ในระดับ pilot plant ขนาดเล็กที่ สวทช. ที่เหลือเป็นการวิจัยพื้นฐานด้านเซลล์แบบผลึกในระดับห้องปฏิบัติการ ส่วนทางด้าน CSP ยังไม่มีการศึกษาวิจัยแต่อย่างใด

7.9.2.2 กลยุทธ์

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนามีโอกาสเกื้อหนุนการบรรลุเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ได้มากขึ้นจึงกำหนดกลยุทธ์หลักในการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

(1) ส่งเสริมให้หน่วยงานวิจัยและสถาบันการศึกษาในประเทศไทยสามารถพัฒนาองค์ความรู้เทคโนโลยีพื้นฐานในการปรับปรุงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีที่มีการผลิตเชิงพาณิชย์ในปัจจุบัน ตลอดจนวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ สำหรับรองรับการผลิตเชิงพาณิชย์ในอนาคต

(2) เพิ่มขีดความสามารถของอุตสาหกรรมการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ของประเทศ ทั้งนี้ควรเป็นความร่วมมือระหว่างสถาบันวิจัยและบริษัทผู้ผลิตด้วยงบวิจัยจากทั้งสองฝ่าย

(3) ส่งเสริมการพัฒนามาตรฐานและการทดสอบรับรองคุณภาพและการศึกษาวิจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตและการบำรุงรักษาอุปกรณ์เซลล์แสงอาทิตย์

7.9.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา

หมวดวิจัยและพัฒนา (R&D Focus) ที่เสนอมี 3 หมวดหลักซึ่งต้องการงบประมาณในการวิจัยและพัฒนาประมาณ 191 ล้านบาท (รัฐบาล 154.6 ล้านบาท) ในอีก 10 ปีข้างหน้า

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณ	
	ล้านบาท
หมวดที่ 1: การวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ (Fundamental Research)	55
หมวดที่ 2: การวิจัยและพัฒนาการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ (Manufacturing development)	91 (รัฐบาล 54.6)
หมวดที่ 3: การพัฒนาคุณลักษณะทางวิศวกรรมและการประยุกต์ใช้งาน (Performance, reliability and deployment)	39
หมวดที่ 4: การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการใช้เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าเชิงความร้อนรวมแสง CSP ในประเทศไทย	6

7.9.3.1 ประเด็นวิจัยที่จำเป็น

(1) หมวดการวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ (Fundamental Research)

เพื่อพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานของหน่วยงานวิจัยและสถาบันการศึกษาในประเทศไทยให้สามารถพัฒนาองค์ความรู้เทคโนโลยีพื้นฐานในการปรับปรุงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีที่มีการผลิตเชิงพาณิชย์ในปัจจุบัน ตลอดจนวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ สำหรับรองรับการผลิตเชิงพาณิชย์ในอนาคต จึงจำเป็นต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาในประเด็นต่อไปนี้

- การศึกษาเทคโนโลยีคริสตัลไลน์ซิลิคอน (Crystalline Silicon) ได้แก่ c-Si, mc-Si อาทิ การวิจัยเพื่อลดสิ่งเจือปนในเซลล์ (Defect and impurity)
- การศึกษาเทคโนโลยีฟิล์มบาง ได้แก่ a-Si, CIS, CIGS อาทิ การวิจัยเพื่อลดปัญหาการเสื่อมประสิทธิภาพของ a-Si (Degradation) การพัฒนา CIS/CIGS ประสิทธิภาพสูง
- การศึกษาเทคโนโลยีแสงอาทิตย์แบบใหม่ ได้แก่ ดายเซนซิไทซ์ และโพลิเมอร์ ประสิทธิภาพสูง

(2) หมวดการวิจัยและพัฒนาการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ (Manufacturing development)

ประเทศไทยมีบริษัทผลิตเซลล์แสงอาทิตย์จำนวน 5 ราย ได้แก่ บริษัทโซล่าตรอน บริษัทบางกอกโซล่าร์ บริษัทชาร์ปเทพนคร บริษัทไทยเอเยนซีเอนจินียริ่ง และบริษัทเอกรัฐโซล่าร์ ซึ่งมีการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งชนิดผลึกซิลิคอนและอะมอร์ฟัส โดยมีการนำเข้าเครื่องจักรในการผลิตจากต่างประเทศ นอกจากนั้นยังมีบริษัทผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบอีกหลายแห่ง ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มขีดความสามารถของอุตสาหกรรมในประเทศ จึงควรมีการวิจัยและพัฒนาปรับปรุงขบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิและลดต้นทุน ตลอดจนการเพิ่มสัดส่วนการใช้วัสดุในประเทศ ทั้งนี้ควรเป็นการร่วมลงทุนในงบวิจัยระหว่างหน่วยงานวิจัยและบริษัทผู้ผลิต ในอัตราส่วนจากภาคเอกชนไม่ต่ำกว่า 40% ของงบวิจัยหัวข้อที่ควรวิจัยและพัฒนามีดังต่อไปนี้

- การพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในกระบวนการผลิต (Process improvement)
- การพัฒนาการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Module manufacturing)
- การพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ส่วนควบ (Balance-of-System, BOS) ได้แก่ แบตเตอรี่ เครื่องควบคุมประจุแบตเตอรี่

(3) หมวดการพัฒนาคุณลักษณะทางวิศวกรรมและการประยุกต์ใช้งาน (Performance, reliability and deployment)

ปัจจุบัน มีหน่วยงานที่สามารถทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ 2 แห่งในประเทศ แต่ทั้งนี้ควรมีการปรับปรุงคุณภาพให้ทันสมัยและมีสมรรถภาพทัดเทียมกับต่างประเทศ ซึ่งขณะนี้มีการดำเนินโครงการปรับปรุงมาตรฐานและห้องทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยการสนับสนุนจากกระทรวงพลังงาน จึงควรมีการส่งเสริมให้มีการควบคุมคุณภาพอย่างครบวงจรตั้งแต่การผลิต ออกแบบและการติดตั้งไปควบคู่กัน โดยเฉพาะการควบคุมตรวจสอบคุณภาพการติดตั้งและดูแลระบบที่ได้ทำการติดตั้งไปแล้ว

แม้ว่าประเทศไทยมีการนำมาตรฐานจากต่างประเทศมาปรับใช้เป็นมาตรฐานภายในประเทศ คือ มอก. 1843-2542 (จาก IEC 1215) และ มอก. 1844-2542 (IEC 1277) แต่ยังคงมีปัญหาในเรื่องคุณภาพในการผลิตและติดตั้ง อันก่อให้เกิดความล้มเหลวในการนำไปใช้งาน จึงควรมีการพัฒนามาตรฐานและการทดสอบรับรองคุณภาพอย่างครบวงจร ตั้งแต่การผลิต ออกแบบและการติดตั้งไปควบคู่กัน โดยเฉพาะการควบคุมตรวจสอบคุณภาพการติดตั้งและดูแลระบบที่ได้ทำการติดตั้งไปแล้ว นอกจากนั้นควรมีการศึกษาวิจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อาทิ การใช้

สารเคมีในกระบวนการผลิตไปจนถึงการรีไซเคิลแบตเตอรี่และอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์อื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบในระบบ จึงควรมีงานวิจัยและพัฒนาดังหัวข้อต่อไปนี้

- พัฒนาคุณภาพและมาตรฐานแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ระบบ (System engineering and reliability)
- ศึกษาวิจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Life cycle analysis (LCA)) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์
- การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์รูปแบบต่างๆ (Market development)

(4) หมวดการประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการใช้เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าแบบความร้อนรวมแสง Concentrated Solar Power (CSP) ภายในประเทศ

แม้ว่าในต่างประเทศจะมีการนำเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าเชิงความร้อนจากแสงอาทิตย์อุณหภูมิสูง (CSP) มาใช้ในระดับพาณิชย์แล้วก็ตาม แต่เทคโนโลยีชนิดนี้มีข้อจำกัดในการนำมาใช้งานหลายประการ โดยเฉพาะต้องใช้ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ตรงสูงเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งผลการวิจัยเบื้องต้นในโครงการวิจัยนี้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่าประเทศไทยมีความเข้มรังสีตรงอยู่ในช่วง 1,600 -1,700 kWh/m^2 ต่อปี เพียงบางพื้นที่เป็นบริเวณแคบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางตอนบนเท่านั้น ซึ่งยังต่ำกว่าระดับความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ที่มีการติดตั้งโรงไฟฟ้า CSP ในต่างประเทศที่ความเข้มรังสีประมาณ 2,200-2,600 kWh/m^2 ต่อปี ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเชิงลึกถึงความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยี CSP ในประเทศไทย ในสองประเด็นดังนี้

- การพัฒนาฐานข้อมูลความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ตรง (Development of direct solar radiation database) ต่อพื้นที่ต่อปี ในแต่ละพื้นที่ของภาคต่างๆในประเทศไทย
- การศึกษาความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยี CSP ในประเทศไทย (Economic analysis of CSP technology for electricity generation in Thailand)

7.9.3.2 Roadmap การวิจัยและพัฒนาด้านเซลล์แสงอาทิตย์

หมวดวิจัยที่ 1: การวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ (Fundamental Research)				**55 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การศึกษาเทคโนโลยีคริสตัลไลน์ซิลิคอน (Crystalline Silicon) **จุดประสงค์ที่ 1:** เพื่อพัฒนาเทคนิควิธีการขึ้นรูปผลึกที่มีการใช้ปริมาณซิลิคอนและใช้พลังงานลดลง **จุดประสงค์ที่ 2:** เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์ผลึกซิลิคอน				25 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ Silicon defect and impurity study				5
■ Thin crystalline silicon on low cost substrates				10
■ Hybrid amorphous/crystalline cells for high-efficiency cells and low-temperature processing				10
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การศึกษาเทคโนโลยีฟิล์มบาง **จุดประสงค์ที่ 1 :** เพื่อลดปัญหา Light induced degradation ใน a-Si **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี CIS และ CIGS				20 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ New techniques approach for mitigating efficiency degradation in a-Si				10
■ High efficiency CIS/CIGS				10
ประเด็นวิจัยที่ 3 : การพัฒนาเทคโนโลยีนาโน **จุดประสงค์ :** เพื่อวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนาโนเทคโนโลยีเพื่อรองรับเทคโนโลยีในอนาคต				**10 ล้านบาท**
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ Research and development of Dye-Sensitized Titania, Polymer PV and hybrid of the two technologies.				10

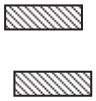
หมวดวิจัยที่ 2 : การวิจัยและพัฒนาการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์	**91 ล้านบาท (งบส่วนรัฐบาล 54.6 ล้านบาท)**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : การพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในกระบวนการผลิต (Process improvement) **จุดประสงค์ :** เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และลดต้นทุนการผลิต	**40 ล้านบาท (งบส่วนรัฐบาล 24 ล้านบาท)**

หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** 0 – 5 – 10	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ Innovative manufacturing processes for cost reduction and efficiency improvement in thin film technology such as simplified deposition method		20
■ Innovative approaches to low cost module manufacturing of Si PV such as large scale production of ultrathin polycrystalline		20

ประเด็นวิจัยที่ 2 : การพัฒนาการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Module manufacturing) **จุดประสงค์ที่ 1 :** เพื่อศึกษาความเป็นไปได้และความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตวัสดุสำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์เชิงพาณิชย์ในประเทศ **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อพัฒนาการผลิตวัสดุสำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์เชิงพาณิชย์ในประเทศ ทั้งวัสดุที่มีการใช้อยู่เดิมและวิจัยหาวัสดุใหม่ที่สามารถทดแทนได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำลงและมีคุณลักษณะที่ดีกว่า	**11 ล้านบาท (งบส่วนรัฐบาล 6.6 ล้านบาท)**

หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** 0 – 5 – 10	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ Macro economic benefit employment and supply chain analysis for the production of materials in PV module manufacturing locally.		1
■ Development of existing and new low cost encapsulate / packaging materials in PV module manufacturing such as TCO, EVA or other innovative materials.		10

ประเด็นวิจัยที่ 3 : การพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ส่วนควบ (Balance-of-System, BOS) **จุดประสงค์ :** เพื่อพัฒนาคุณภาพของอุปกรณ์ส่วนควบให้มีประสิทธิภาพและความคงทนใช้งาน		**40 ล้านบาท** **(งบส่วนรัฐบาล 24 ล้านบาท)**
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ Improvement of performance and reliability for BOS equipments such as inverter, charge controller in off-grid systems		20
■ Improvement of performance and reliability for BOS equipments such as inverter, charge controller in on-grid systems		20
หมวดวิจัยที่ 3 : การพัฒนาคุณลักษณะทางวิศวกรรมและการประยุกต์ใช้งาน (Performance, reliability and deployment)		**39 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : พัฒนาคุณภาพและมาตรฐานแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ระบบ (System engineering and reliability) **จุดประสงค์ที่ 1 :** เพื่อให้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการผลิตและติดตั้งในประเทศ มีคุณภาพและความคงทนใช้งาน **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพระบบเซลล์แสงอาทิตย์อย่างครบวงจร		**6 ล้านบาท**
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ Monitoring and evaluation of existing PV systems and development of installed PV systems database		2
■ Integrated quality control in PV systems		2
■ Development of standard and testing for BOS		2

ประเด็นวิจัยที่ 2 : ศึกษาวิจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Life cycle analysis)ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ **จุดประสงค์ที่ 1 :** เพื่อศึกษาและวิเคราะห์วงจรชีวิตของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งด้านเศรษฐศาสตร์ พลังงานและสิ่งแวดล้อม **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อศึกษาการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์โดยการนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) และมาตรการกำจัดขยะพิษ		**3 ล้านบาท**
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ Life cycle analysis of photovoltaic system in term of economics, energy, and environment. ■ Assessment of economic and environmental impact of PV systems and approaches for recycling of materials and measure and method for hazardous waste treatment and protection		1.5 1.5
ประเด็นวิจัยที่ 3 : การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์รูปแบบต่างๆ (Market development) จุดประสงค์ที่ 1 : เพื่อศึกษาและพัฒนาการใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีความเหมาะสมสำหรับประเทศไทย จุดประสงค์ที่ 2 : เพื่อพัฒนาการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในรูปแบบใหม่ๆ		**30 ล้านบาท**
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ PV hybrid with other renewable energy for remote applications. ■ Innovative design of Building Integrated PV for Thai construction.		20 10

หมวดวิจัยที่ 4: การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยี Concentrated Solar Power (CSP) ภายในประเทศ				**6 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การพัฒนาฐานข้อมูลความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ตรง (Development of direct solar radiation database) **จุดประสงค์ที่ 1:** เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์ตรงในประเทศไทย				5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ Development of direct solar radiation database	▨	▨	▨	5
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การศึกษาความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยี CSP ในประเทศไทย (Economic feasibility analysis of CSP technology in Thailand) **จุดประสงค์ที่ 1 :** เพื่อศึกษาความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ในการนำเทคโนโลยี CSP มาใช้ในประเทศไทย โดยการใช้ข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์ตรงที่ตรวจวัดได้มาศึกษาถึงราคาไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเทคโนโลยี CSP				1 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ Economic feasibility and electric energy unit cost of CSP technology in Thailand		▨	▨	1

7.10 แผนงานวิจัยด้านการผลิตความร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิต่ำ

7.10.1 ศักยภาพ นโยบายและเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.10.1.1 ศักยภาพ

ประเทศไทยมีการใช้ระบบทำความร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar thermal system) มากว่า 20 ปี จากการประมาณการของพพ. ในปี 2539 คาดว่ามีการติดตั้งแผงรับแสงอาทิตย์ (solar collector) เพื่อผลิตน้ำร้อนรวมประมาณ 50,000 ตารางเมตร และจากการประเมินของโครงการวิจัยนี้พบว่ายังมีศักยภาพที่จะติดตั้งเครื่องทำความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ได้อีกประมาณ 554,000 ตารางเมตร ซึ่งถ้าหากมีการนำแผงความร้อนประสิทธิภาพสูง เช่น แบบ “Vacuum tube” มาใช้จะมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานได้ถึงประมาณ 75 ktoe ต่อปี หรือเทียบเท่าน้ำมันเตา 94 ล้านลิตรต่อปีในปี 2554

7.10.1.2 นโยบาย

ในปัจจุบัน รัฐบาลยังไม่มีเป้าหมายในการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีความร้อนแสงอาทิตย์อุณหภูมิต่ำ

7.10.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์
ส่งเสริมให้มีการใช้ความร้อนแสงอาทิตย์ทั้งในภาคครัวเรือน ธุรกิจ และอุตสาหกรรม เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าและน้ำมัน โดยส่งเสริมให้มีการใช้งานและการผลิตในประเทศมากขึ้น

7.10.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย

7.10.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

ระบบเครื่องทำน้ำร้อนที่ใช้ในประเทศมีทั้งที่นำเข้าจากต่างประเทศและผลิตเองภายในประเทศ อุตสาหกรรมไทยจึงมีขีดความสามารถในการออกแบบ ผลิต และติดตั้งระบบดังกล่าวในระดับหนึ่ง แต่โดยทั่วไปผู้ผลิตและติดตั้งระบบดังกล่าวยังขาดความรู้และทักษะที่จำเป็น ทำให้ระบบที่ผลิตในประเทศยังค่อนข้างมีปัญหาโดยเฉพาะการซ่อมบำรุง บริการหลังการขายและการติดตั้งที่ผิดวิธี จึงมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างความเข้มแข็งด้านการออกแบบ ผลิต และติดตั้งให้ได้มาตรฐานสากลเป็นที่น่าเชื่อถือของผู้ใช้

7.10.2.2 กลยุทธ์

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนามีโอกาสเกื้อหนุนการบรรลุเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ได้มากขึ้นจึงกำหนดกลยุทธ์หลักในการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

(1) ส่งเสริมให้หน่วยงานวิจัยและสถาบันการศึกษาในประเทศไทยสามารถพัฒนาองค์ความรู้เทคโนโลยีพื้นฐานในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ชนิดต่างๆ

(2) ส่งเสริมการเพิ่มศักยภาพด้านทักษะความรู้ในการออกแบบและทักษะฝีมือในการประกอบแผง

(3) ส่งเสริมการพัฒนามาตรฐานและการทดสอบรับรองคุณภาพอย่างครบวงจร ตั้งแต่การผลิต การออกแบบ การติดตั้งและซ่อมบำรุง รวมทั้งการประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชน

7.10.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา

หมวดวิจัยและพัฒนา (R&D Focus) ที่เสนอมี 3 หมวดหลักซึ่งต้องการงบประมาณในการวิจัยและพัฒนาประมาณ 54 ล้านบาทในอีก 10 ปีข้างหน้า

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณ	
	ล้านบาท
หมวดที่ 1: การวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐาน (Fundamental Research)	31
หมวดที่ 2: การวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนการผลิต (Manufacturing development)	3
หมวดที่ 3: การพัฒนาคุณลักษณะทางวิศวกรรมและการประยุกต์ใช้งาน (Performance, reliability and deployment)	20

7.10.3.1 ประเด็นวิจัยที่จำเป็น

(1) หมวดการวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ (Fundamental Research)

ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการส่งเสริมงานวิจัยเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของวัสดุพื้นฐาน การปรับปรุงโครงสร้างและส่วนประกอบของแผง การปรับปรุงประสิทธิภาพและลดต้นทุนแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์อย่างจริงจัง งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์โดยมากเป็นการสาธิตระบบขนาดเล็ก การตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำร้อนที่แผงผลิตได้ โดยไม่ได้มีการวิจัยเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและประยุกต์ใช้งานจริงในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ดังนั้นเพื่อส่งเสริมให้หน่วยงานวิจัยและสถาบันการศึกษาในประเทศไทยสามารถพัฒนา

องค์ความรู้เทคโนโลยีพื้นฐานในการปรับปรุงประสิทธิภาพของแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ชนิดต่างๆ จึงควรมีงานวิจัยและพัฒนาดังต่อไปนี้

- การวิจัยพัฒนาใช้ Polymer เป็นส่วนประกอบแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ อาทิ การใช้พลาสติกเป็นท่อน้ำ โครงแผง แผ่นใสครอบด้านหน้า
- การวิจัยวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบแผง เพื่อเพิ่มคุณลักษณะทางความร้อน (Thermal performance) ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
- การวิจัยพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแผงชนิดแผ่นเรียบ (Flat plate collector) อาทิ การใช้ราง Parabolic
- การวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของหลอดสูญญากาศที่ใช้ในแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ รวมทั้งการคิดค้นพัฒนาแผงชนิดใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

(2) หมวดการพัฒนาศักยภาพการผลิต (Manufacturing development)

ในอดีต อุตสาหกรรมการผลิตในประเทศมีเพียงการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่มีการผลิตแผงรับความร้อนมาเป็นเวลานาน และผู้ผลิตรายย่อยที่ประกอบแผงขึ้นเองตามต่างจังหวัดโดยไม่ได้มีการออกแบบหรือทดสอบประสิทธิภาพของแผง ในปัจจุบัน เริ่มมีบริษัทต่างชาติ อาทิ เยอรมัน จีน เริ่มการผลิตแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ในประเทศไทย จึงควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตและติดตั้งระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์ในประเทศ ตลอดจนศึกษาถึงผลกระทบจากการเติบโตของการผลิตระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์ที่มีต่ออุตสาหกรรมข้างเคียง จึงควรมีงานวิจัยและพัฒนาในประเด็นต่อไปนี้

- การพัฒนาการผลิตแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ (Collector manufacturing)
- การพัฒนาอุปกรณ์ส่วนควบ (Balance-of-system manufacturing)
- การวิจัยเชิงประยุกย์เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้งานจริงในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมเพื่อลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล

(3) หมวดการพัฒนาคุณลักษณะทางวิศวกรรมและการนำไปใช้งาน (Performance, reliability and deployment)

เนื่องจากปัญหาที่พบในระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์ โดยมากมาจากปัญหาคุณภาพในการออกแบบและติดตั้งและการบำรุงรักษาเป็นหลัก ทำให้ระบบชำรุดไม่สามารถใช้งานได้ในระยะเวลาเพียง 2-3 ปีหลังการติดตั้ง และเกิดภาพลักษณ์ด้านลบต่อผลิตภัณฑ์ จึงควรมีการพัฒนามาตรฐานและการทดสอบรับรองคุณภาพอย่างครบวงจรตั้งแต่การผลิต การออกแบบ การ

ติดตั้งและซ่อมบำรุง รวมทั้งการประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชน ควรมีงานวิจัยและพัฒนาดังต่อไปนี้

- คุณภาพและมาตรฐานแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ระบบ (System engineering and reliability)
- การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้ในการออกแบบระบบน้ำร้อนขนาดใหญ่ (Development of design software)
- การศึกษาแนวทางเพื่อส่งเสริมการใช้งานความร้อนแสงอาทิตย์รูปแบบต่างๆ (Policy research for market development)
- การพัฒนาหลักสูตรเพื่อฝึกอบรมให้ช่างเทคนิคของบริษัทผู้ผลิต/จำหน่ายและช่างเทคนิคของผู้ใช้งานให้มีการดูแลบำรุง รักษาอุปกรณ์อย่างถูกต้อง เพื่อให้อุปกรณ์มีอายุการใช้งานได้ยาวนานและเป็นที่น่าเชื่อถือ

7.10.3.2 Roadmap การวิจัยและพัฒนาด้านการผลิตความร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิต่ำ

หมวดวิจัยที่ 1: การวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้ (Fundamental Research)				**31 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : Material research for higher efficiency solar collector **จุดประสงค์ :** เพื่อวิจัยและพัฒนาคุณภาพวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบของแผงรับความร้อนเพื่อลดน้ำหนักแผง ลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพทางความร้อน (thermal performance)				11 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ Polymer solar collector				5
■ Low-cost super selective coating for absorber				3
■ Development of glazing materials and coating for the optimization of light transmission and heat loss				3
ประเด็นวิจัยที่ 2 : Flat plate and evacuated tube collector **จุดประสงค์ :** เพื่อวิจัยและพัฒนาแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ชนิดแผ่นเรียบด้วยเทคนิควิธีใหม่ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนแผง รวมทั้งวิจัยและพัฒนาแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ชนิดท่อสูญญากาศ และแผงชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง				20 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ Innovative approach to higher efficiency, low cost flat plate collector				10
■ New design concept for evacuated tube solar collector or other innovative collectors				10

หมวดวิจัยที่ 2: การพัฒนาศักยภาพการผลิต (Manufacturing development)				**3 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : Solar thermal supply chain analysis **จุดประสงค์ที่ 1 :** เพื่อศึกษาถึงโครงสร้างอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ ตั้งแต่วัสดุพื้นฐาน (ทองแดง อลูมิเนียม กระจก พลาสติก ฉนวนกันความร้อน) ไปจนถึงการผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมในระบบ อาทิ ท่อน้ำร้อน ถังเก็บน้ำร้อน วาล์ว เซนเซอร์ ระบบควบคุม ปั๊มน้ำ และอุปกรณ์อื่นๆ **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบจากการส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์ที่มีต่ออุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ทั้งด้านเศรษฐศาสตร์ การจ้างงาน การนำเข้าและส่งออก				2 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ Solar thermal supply chain analysis				2
ประเด็นวิจัยที่ 2 : Capacity building for manufacturer and installer **จุดประสงค์ที่ 1 :** เพื่อศึกษาถึงทักษะแรงงานที่จำเป็นในขั้นตอนการผลิตและติดตั้งระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์ **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมในการพัฒนาหลักสูตรการเรียนหรือฝึกอบรมช่างเทคนิค ในด้านการใช้ทรัพยากรทั้งเวลาและการเงิน หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง แนวโน้มการจ้างงาน ตลอดจนการรับรองคุณภาพผู้ผ่านการฝึกอบรม				1 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ A study of skills required in solar thermal industry and the appropriateness of curricular/ training for local technicians.				1

หมวดวิจัยที่ 3: การพัฒนาคุณลักษณะทางวิศวกรรมและการนำไปใช้งาน (Performance, reliability and deployment)		**20 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : System engineering and reliability **จุดประสงค์ที่ 1 :** เพื่อให้ระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์ที่มีการผลิตและติดตั้งในประเทศ มีคุณภาพและความคงทนใช้งาน **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์อย่างครบวงจร		2 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ Integrated quality control in solar hot water systems		2
ประเด็นวิจัยที่ 2 : Development of design software **จุดประสงค์ :** เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการออกแบบระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์สำหรับผู้ออกแบบ ผลิต ติดตั้งและใช้งาน		2 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ Development of solar thermal design software		2
ประเด็นวิจัยที่ 3 : Market development **จุดประสงค์ที่ 1 :** เพื่อวิจัยนโยบายส่งเสริมการใช้ระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์ในประเทศ **จุดประสงค์ที่ 2 :** เพื่อส่งเสริมการใช้งานระบบน้ำร้อนแสงอาทิตย์ในภาคอุตสาหกรรม ด้วยการจัดทำโครงการสาธิตและเผยแพร่ความรู้แก่ประชาชน		16 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ Policy research for solar thermal market development in business and industry ■ Market research for promotion and dissemination of solar hot water for business and industrial applications	 	1 15

7.11 แผนวิจัยด้านการประหยัดพลังงานในภาคการขนส่ง

7.11.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.11.1.1 ศักยภาพ

ภาคขนส่งมีสัดส่วนการใช้พลังงานสูงเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ หรือประมาณ 38% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด โดยมีสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในกลุ่มการขนส่งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศเท่ากับ 78.4%, 6.5% และ 15.1% ตามลำดับ ซึ่งในส่วนของการขนส่งทางบกนั้นแบ่งเป็นการขนส่งทางถนน 78% และระบบราง 0.4% (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2547) ดังนั้นการประเมินศักยภาพการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการขนส่งจึงมุ่งเน้นที่ภาคการขนส่งทางถนนเป็นอันดับแรก เนื่องจากมีสัดส่วนการใช้พลังงานสูงสุด

แนวทางในการอนุรักษ์พลังงานในภาคขนส่งมีหลากหลายแนวทาง เช่น การส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ การใช้เชื้อเพลิงทดแทน การส่งเสริมการใช้รถยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง การกำหนดราคาเชื้อเพลิงให้สะท้อนถึงต้นทุนที่แท้จริง (ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อมและอัตราการใช้พลังงาน) และการบริหารจัดการระบบขนส่งจราจรและการจัดการอุปสงค์การเดินทาง (Travel demand management, TDM) เป็นต้น

ในการศึกษานี้ คณะผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อคาดคะเนปริมาณความต้องการใช้เชื้อเพลิงในภาคการขนส่งทางถนนเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานและการทดแทนพลังงานในกรณีที่มีการดำเนินมาตรการต่างๆ โดยคณะวิจัยพิจารณาเสนอมาตรการที่มีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติในระยะเวลา 5-10 ปี จากนี้ไป ซึ่งได้แก่มาตรการดังต่อไปนี้

- มาตรการบังคับมาตรฐานความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขั้นต่ำ
- การส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริด (hybrid)
- การติดฉลากแสดงอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์
- มาตรการทางภาษี
- การจัดการอุปสงค์การเดินทาง (Travel Demand Management - TDM)
- การส่งเสริมการใช้ก๊าซธรรมชาติในรถยนต์ NGV
- การส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์

อนึ่ง คณะวิจัยยังไม่ได้ทำการประเมินศักยภาพของไบโอดีเซลในอนาคต เนื่องจากมีความเห็นว่าการเพิ่มกำลังการผลิตของไบโอดีเซลยังมีอุปสรรคในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่และการเพิ่มพื้นที่ของการเพาะปลูกพืชน้ำมัน จึงยังไม่สามารถบอกได้ว่าประเทศไทยมีศักยภาพเท่าไรในอนาคต

จากการศึกษาในโครงการนี้พบว่า ในปี 2554 ภาคขนส่งมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานได้ประมาณ 3,767 ktoe และทดแทนพลังงานได้ประมาณ 1,113 ktoe รวมแล้วสามารถลดการนำเข้าพลังงานได้ 4,880 ktoe คิดเป็น 15.2 % ของการใช้พลังงานทั้งหมดในภาคเศรษฐกิจนี้ ผลการศึกษาศักยภาพในการประหยัดพลังงานและทดแทนพลังงานในภาคขนส่งจากมาตรการต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 7.11 – 1

ตารางที่ 7.11-1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานและทดแทนพลังงานในภาคขนส่งจากมาตรการต่าง ๆ ในปี 2554

มาตรการ	ศักยภาพประหยัด/ทดแทนพลังงาน (ktoe)
การประหยัดพลังงาน	
1. มาตรการบังคับมาตรฐานความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขั้นต่ำ	307
2. การส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริด (hybrid)	118
3. การติดฉลากแสดงอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์ (Car Labeling)	89
4. มาตรการทางภาษี	
■ Distance-based emission fees	899
■ Fuel tax	771
5. การจัดการอุปสงค์การเดินทาง (Travel Demand Management หรือ TDM)	1,583
รวม	**3,767**
การทดแทนพลังงาน	
6. การส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์	107
7. การส่งเสริมการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในรถยนต์ NGV	1,006
รวม	**1,113**

7.11.1.2 นโยบาย

จากสภาวะราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงปี 2547 ถึงต้นปี 2548 รัฐบาลจึงได้กำหนดยุทธศาสตร์การแก้ไขปัญหาด้านพลังงานของประเทศ โดยมีเป้าหมายลดการใช้พลังงานโดยรวมร้อยละ 15 และร้อยละ 20 ในปี 2551 และปี 2552 ตามลำดับ ภาคขนส่งเป็นภาคเศรษฐกิจหนึ่งที่มีศักยภาพที่จะลดปริมาณการใช้พลังงานได้ จึงมีนโยบายลดการใช้น้ำมันลงร้อยละ 25 ภายในปี 2552 ด้วยการใช้เชื้อเพลิงอื่นทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงเดิม เช่น ก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas หรือ CNG) แก๊สโซฮอล์ ไบโอดีเซล และการปรับปรุงระบบ Logistics ขนส่งมวลชน และระบบขนส่งสินค้า

7.11.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์
เพื่อลดการนำเข้าน้ำมันเบนซินและดีเซลในภาคการขนส่ง และเพิ่มความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศโดยการลดความต้องการพลังงานในภาคการขนส่ง (Demand side management) และการจัดหาพลังงานเชื้อเพลิงทางเลือกภายในประเทศเพื่อทดแทนการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศให้มากที่สุด โดยให้ความสำคัญกับการศึกษาวิจัยและพัฒนาเชื้อเพลิงทางเลือกและเทคโนโลยีที่ประเทศไทยสามารถพึ่งพาด้วยตนเองในระยะยาว มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย

7.11.2 กลยุทธ์การวิจัยพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย

7.11.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

จากข้อมูลในปี พ.ศ. 2547 แสดงให้เห็นว่า ภาคขนส่งเป็นภาคเศรษฐกิจที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานสูงเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ ซึ่งคิดเป็นประมาณ 38% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด โดยที่การขนส่งทางบกเป็นภาคการขนส่งที่มีการใช้พลังงานสูงสุดคิดเป็น 78.4% โดยเป็นทางถนน 78% และระบบราง 0.4% ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นยังแสดงให้เห็นว่า 66.59% ของการใช้น้ำมันสำเร็จรูปของประเทศเป็นของภาคการขนส่ง ดังนั้นกลยุทธ์ของการวิจัยและพัฒนาที่สำคัญ จึงควรมุ่งเน้นต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคการขนส่งทางถนนเป็นอันดับแรก เนื่องจากมีสัดส่วนการใช้พลังงานและน้ำมันสำเร็จรูปสูงสุด อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำที่สุดด้วย ส่วนอีกแนวทางหนึ่งได้แก่การพัฒนาแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงทางเลือกที่ประเทศไทยสามารถผลิตได้เองโดยเฉพาะพลังงานทางเลือกที่ได้จากผลผลิตทางการเกษตรเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ไม่สูงเกินความสามารถของประเทศไทย รวมถึงเป็นการสร้างงานและยกระดับรายได้ให้กับเกษตรกร

คณะวิจัยได้ศึกษาคำนวณปริมาณการใช้เชื้อเพลิงหลัก 3 ชนิด ที่ใช้ในภาคการขนส่งทางบก ในปัจจุบันคือ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และ LPG พบว่าปัจจุบัน (พ.ศ. 2549) มีปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และ LPG ประมาณ 9,964 ล้านลิตร 13,396 ล้านลิตร และ 444 ล้านลิตรตามลำดับ หรือคิดเป็นพลังงานทั้งหมดประมาณ 19,251 ktoe ส่วนในปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2559 ผลการคำนวณพบว่าจะมีปริมาณการใช้พลังงานประมาณ 24,486 ktoe และ 31,520 ktoe ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นอัตราการเพิ่มเฉลี่ยของน้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และ LPG เท่ากับ 11.12%, 3.41% และ 2.61% ต่อปีตามลำดับ

จากการศึกษาของคณะวิจัยพบว่าศักยภาพการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในภาคการขนส่งตามแผนการตลาดของ บริษัท ปตท. จำกัด จะสามารถทดแทนการใช้น้ำมันเบนซิน ดีเซล และก๊าซหุงต้มในภาคการขนส่งทางถนน ในปี 2549, 2554 และ 2559 ประมาณ 124, 620 และ 987 ktoe ตามลำดับ

สำหรับเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์เป็นเชื้อเพลิงทางเลือกอีกประเภทหนึ่งที่ได้นำมาใช้ทดแทนการใช้น้ำมันเบนซินที่มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน คือแก๊สโซฮอล์ 91 E10 และแก๊สโซฮอล์ 95 E10 ซึ่งจากข้อมูลของกรมธุรกิจพลังงาน พบว่า ในปี พ.ศ. 2547 มีเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์จำหน่ายในเขตกทม.และปริมณฑลจำนวนประมาณ 58.0 ล้านลิตรและเขตต่างจังหวัดประมาณ 1.6 ล้านลิตร รวมทั้งหมดประมาณ 59.6 ล้านลิตร ซึ่งคิดเป็น 0.78% ของปริมาณเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมหลักเป็นน้ำมันเบนซิน (Gasoline based fuel) ทั้งประเทศ ส่วนในปี พ.ศ. 2548 มีเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์จำหน่ายในเขตกทม.และปริมณฑลจำนวนประมาณ 429.4 ล้านลิตรและเขตต่างจังหวัดประมาณ 245.5 ล้านลิตร รวมทั้งหมดประมาณ 674.9 ล้านลิตร

คณะวิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพการทดแทนน้ำมันเบนซินด้วยเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ โดยตั้งสมมติฐานว่ามีการใช้แก๊สโซฮอล์ E10 ทดแทนปริมาณน้ำมันเบนซิน ในปริมาณ 10% ของปริมาณน้ำมันเบนซินที่ใช้ทั้งหมดในประเทศ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2550 จนถึง ปี พ.ศ. 2559 ผลจากการศึกษาด้วยแบบจำลองพบว่า ในปี พ.ศ. 2550, 2554 และ พ.ศ. 2559 สามารถทดแทนปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินได้ประมาณ 107, 144 และ 210 ล้านลิตร ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นพลังงานประมาณ 80, 107 และ 157 ktoe ตามลำดับ

ในส่วนของเชื้อเพลิงไบโอดีเซล ซึ่งสามารถนำมาใช้ผสมกับน้ำมันดีเซลทั่วไปเพื่อลดปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลได้ โดยทั่วไปน้ำมันดีเซลที่ใช้ในปัจจุบันจะผสมไบโอดีเซลในสัดส่วน 5% ของปริมาตรน้ำมันดีเซลทั้งหมด หรือเรียกว่า “ไบโอดีเซล B5” จากการศึกษาข้อมูลของกรมธุรกิจพลังงาน พบว่ามีการจำหน่ายเชื้อเพลิงไบโอดีเซลครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2547 ในต่างจังหวัดปริมาณ 29,000 ลิตร ต่อมาในปี พ.ศ. 2548 ได้เพิ่มปริมาณการจำหน่ายทั้งประเทศคิดเป็นปริมาณ 5.44 ล้านลิตร อยู่ในเขตกทม.และปริมณฑล 3.68 ล้านลิตร และอยู่ในต่างจังหวัด 1.76 ล้านลิตร คิดเป็นสัดส่วน 0.03% ของปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลทั้งหมดภายในประเทศ ส่วนศักยภาพของไบโอดีเซลในอนาคตคณะวิจัยยังไม่ได้ทำการประเมิน เนื่องจากมีความเห็นว่าการเพิ่มกำลังการผลิตของไบโอดีเซลยังมีอุปสรรคในการเพิ่มผลผลิตต่อไร่และการเพิ่มพื้นที่ของการเพาะปลูกพืชน้ำมัน จึงยังไม่สามารถบอกได้ว่าประเทศไทยมีศักยภาพเท่าไรในอนาคต

ปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตรถยนต์โดยเฉพาะบริษัทญี่ปุ่นประสบผลสำเร็จในการพัฒนาเครื่องยนต์สันดาปภายในร่วมกับระบบมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งมีข้อได้เปรียบที่เห็นได้ชัดเจนคือมีอัตราความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและอัตราการปล่อยมลพิษต่ำ จากการศึกษาพบว่าหากรถชนิดใหม่นี้มี

สัดส่วนครองตลาดได้ที่ 15% ของรถยนต์บุคคลนั่งและรถบรรทุกขนาดเล็กไม่เกิน 1 ตันที่ออกใหม่ในแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เป็นต้นไป ผลการวิเคราะห์ข้างต้นพบว่าหากมีการจำหน่ายรถยนต์ไฮบริดเป็นไปตามสมมติฐาน จะสามารถลดปริมาณการใช้พลังงาน ได้ประมาณ 25 ktoe ในปี 2550 137 ktoe ในปี 2554 และ 322 ktoe ในปี 2559 หรือคิดเป็น 0.12%, 0.53% และ 0.96% ของปริมาณการใช้พลังงานในภาคขนส่งทางถนน ตามลำดับ

7.11.2.2 กลยุทธ์

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนาสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ จึงได้กำหนดกลยุทธ์หลักไว้ดังนี้

(1) ส่งเสริมการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระบบขนส่งแบบล้ออย่างครบวงจร ได้แก่

- การศึกษาวิจัยเพื่อกำหนดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขั้นต่ำ (Minimum fuel economy) สำหรับยานยนต์ที่จดทะเบียนใหม่ การวิจัยเพื่อกำหนดฉลากประหยัดพลังงาน การวิจัยพฤติกรรมการขับขี่ (Driving pattern) เพื่อกำหนดมาตรฐานบังคับให้บริษัทผู้ผลิตต้องให้ข้อมูลอัตราสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงของรถยนต์แต่ละรุ่นที่ออกใหม่ และเพื่อหาแนวทางปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการขับขี่ยานยนต์ที่ไม่ประหยัดพลังงาน
- การวิจัยเพื่อลดความต้องการใช้ถนนโดยการปรับปรุงระบบขนส่งมวลชนให้มีประสิทธิภาพ และมีการบริการที่ดีอย่างครบวงจร ควบคู่กับการวิจัยเพื่อการลดจำนวนรถยนต์บุคคลนั่งบนท้องถนน เช่น การพัฒนาระบบรถเมล์ธรรมดาให้เป็นระบบรถเมล์ความเร็วสูง (BRT) การควบคุมการไหลของระบบจราจรอย่างมีประสิทธิภาพ การบูรณาการระบบจราจรให้เป็นส่วนหนึ่งของการวางผังเมืองเพื่อแก้ปัญหาระบบจราจรในระยะยาว ฯลฯ

(2) จากประสบการณ์ในต่างประเทศพบว่าอุปสรรคที่สำคัญการส่งเสริมพัฒนาก๊าซธรรมชาติอัดในภาคการขนส่ง คือค่าลงทุนระบบโครงสร้างพื้นฐานของระบบก๊าซธรรมชาติที่สูงมาก ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในเชิงนโยบายว่าการลงทุนการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดในภาคการขนส่งมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจสำหรับสังคมและประเทศโดยรวมจริงหรือไม่ในระยะยาว (ระหว่างการประหยัดเงินตราต่างประเทศของค่าเชื้อเพลิงกับการสูญเสียเงินตราของการ

นำเข้าเทคโนโลยีประเภททุน) ก่อนการตัดสินใจดำเนินการเป็นโครงการขนาดใหญ่

(3) เพื่อเป็นการประหยัดการลงทุน จึงควรที่จะส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีก๊าซธรรมชาติอัดสำหรับภาคการขนส่งแบบครบวงจรโดยให้บูรณาการร่วมกับโครงสร้างการวางท่อก๊าซเพื่ออุตสาหกรรมและผลิตไฟฟ้า ผลิตความร้อนและผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วม (CHP) เนื่องจากความต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคการขนส่งคิดเป็นสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับภาคอุตสาหกรรมและภาคการผลิตไฟฟ้า

(4) เน้นการศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้ในการสร้างชิ้นส่วนทดแทนโดยอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศแทนการนำเข้าสำหรับเทคโนโลยีก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์

(5) ส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้แก๊สโซฮอล์ และไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์แบบครบวงจรตั้งแต่การประเมินผลกระทบของเชื้อเพลิงต่อชิ้นส่วนยานยนต์ที่สัมผัสกับแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซลที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ การวิจัยเพื่อการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ทนต่อการกัดกร่อนของแก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล การพัฒนาเครื่องยนต์ที่ใช้กับแก๊สโซฮอล์ที่มีอัตราส่วนของเอทานอลแบบเข้มข้นโดยเฉพาะ การถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ผู้ผลิตอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศ การกำหนดมาตรฐานของเชื้อเพลิงและยานยนต์ การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของไอเสีย

(6) ส่งเสริมการดัดแปลงต่อยอดเครื่องยนต์ไฮบริดที่มีการวางจำหน่ายในท้องตลาดให้เป็นแบบ Plug in โดยเน้นการวิจัยในการพัฒนาองค์ความรู้ในการดัดแปลงระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมอัตโนมัติของเครื่องยนต์เพื่อให้เป็นระบบสามารถประจุไฟฟ้าจากไฟฟ้าบ้านและการพัฒนาแบตเตอรี่ความจุพลังงานสูงแต่มีน้ำหนักเบาที่เหมาะกับรถยนต์ Plug in

7.11.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา

เพื่อให้งานวิจัยและพัฒนาการประหยัดพลังงานในภาคการขนส่งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพคณะวิจัยจึงเสนอว่าควรจะมีการวิจัยอย่างรอบด้านและครบวงจร ซึ่งควรดำเนินการไปพร้อมกันใน 2 ด้าน ได้แก่ (1) งานวิจัยเพื่อลดความต้องการใช้พลังงานในภาคการขนส่งโดยการลดอุปสงค์ของการใช้ระบบจราจรและเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรและขนส่ง และ (2) การจัดหา

อุปทานของเชื้อเพลิงทางเลือกเพื่อทดแทนเชื้อเพลิงแบบเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของภาคการขนส่ง และการส่งเสริมการใช้ยานพาหนะที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง

หมวดวิจัยและพัฒนา (R&D Focus) ที่เสนอมี 3 หมวดหลัก ซึ่งต้องการงบประมาณ 161.7 ล้านบาทใน 10 ปีข้างหน้า ดังนี้

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณ	
	ล้านบาท
<u>การศึกษาด้านการลดความต้องการใช้พลังงานในภาคการขนส่งโดยการลดอุปสงค์ของการใช้ระบบจราจรและเพิ่มประสิทธิภาพการจราจรและขนส่ง</u>	
หมวดที่ 1: การจัดการเพื่อลดความต้องการใช้การจราจรและขนส่ง (Travel Demand Management)	33.3
<u>การศึกษาเพื่อด้านอุปทานของเชื้อเพลิงทางเลือกเพื่อทดแทนเชื้อเพลิงแบบเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของภาคการขนส่ง</u>	
หมวดที่ 2: การใช้แก๊สโซฮอล์แทนที่น้ำมันแก๊สโซลีนในภาคการขนส่ง	32
หมวดที่ 3: การใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในภาคการขนส่ง	93.2
หมวดที่ 4: การใช้ไบโอดีเซลแทนที่น้ำมันดีเซลในภาคการขนส่ง	3.2

7.11.3.1 ประเด็นงานวิจัยที่จำเป็น

(1) หมวดการจัดการเพื่อลดความต้องการใช้การจราจรและขนส่ง (Travel Demand Management)

มาตรการการจัดการความต้องการในการเดินทาง (Travel Demand Mangagement หรือ TDM) เป็นการวางแผนส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง เช่น ระบบขนส่งสาธารณะ นอกจากนี้ มาตรการดังกล่าวยังรวมถึงการกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานของรถยนต์ส่วนบุคคลและการส่งเสริมรถยนต์ดังกล่าวด้วยมาตรการจูงใจต่าง ๆ เช่น การเก็บภาษีในอัตราพิเศษ การส่งเสริมการลงทุนผลิตรถยนต์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงภายในประเทศ ฯลฯ ซึ่งมาตรการที่กล่าวมานี้ เป็นที่ได้รับการยอมรับในต่างประเทศว่าเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานในภาคขนส่ง อย่างไรก็ตาม ในการส่งเสริมการใช้มาตรการดังกล่าวให้เกิดผลสำเร็จจำเป็นต้องมีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล และประชาสัมพันธ์ข้อมูลด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการขนส่งในระบบต่าง ๆ เช่น ข้อมูลอัตราเดินทางของรถยนต์ (Vehicle Kilometer Travel, VKT) ข้อมูลอัตราบริโภคน้ำมันของรถยนต์ อัตราการใช้พลังงานในการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ เป็นต้น จึงควรมีการวิจัยและพัฒนาในประเด็นต่อไปนี้

- อัตราระยะการเดินทางโดยเฉลี่ยของรถยนต์แต่ละประเภท (VKT)
- อัตราบรรทุกผู้โดยสารเฉลี่ยของรถยนต์นั่ง (Vehicle Occupacy Rate)
- การศึกษาอัตราสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงของยานยนต์และการกำหนดอัตราการสิ้นเปลืองขั้นต่ำ
- การศึกษาแนวโน้มความต้องการเดินทางของระบบจราจร (Traffic demand) ในเส้นทางหลักที่เพิ่มขึ้นในเมือง ในระยะปานกลางและระยะยาว เพื่อวางแผนป้องกันปัญหา
- กำหนดฉลากประหยัดเชื้อเพลิงของรถยนต์
- การปรับปรุงทางเลือกในการเดินทางโดยการยกระดับระบบขนส่งมวลชนแบบถนนให้มีประสิทธิภาพสูงและลดความต้องการใช้ถนน
- การส่งเสริมการใช้รถยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง เช่น รถยนต์ไฮบริด รถยนต์ประหยัดพลังงาน (Eco-car)

(2) การศึกษาการใช้แก๊สโซฮอล์ทดแทนน้ำมันเบนซินในภาคการขนส่ง

เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอลเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกประเภทหนึ่งที่ได้รับการส่งเสริมให้ใช้ทดแทนน้ำมันเบนซิน เชื้อเพลิงชนิดนี้ เป็นส่วนผสมระหว่างน้ำมันแก๊สโซลีนกับไบโอเอทานอล โดยปัจจุบันผสมกันในสัดส่วน 90:10 โดยปริมาตร หรือเรียกว่า “น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10” ซึ่งรัฐบาลมีเป้าหมายในการทดแทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 95 ด้วยน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 และมีการส่งเสริมให้ใช้แก๊สโซฮอล์ 91 E10 ทดแทน น้ำมันแก๊สโซลีน 91 ทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2554 อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าเชื้อเพลิงไบโอเอทานอลสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์เพื่อทดแทนน้ำมันเบนซินได้โดยตรง แต่ยังคงมีคุณสมบัติบางประการที่แตกต่างจากน้ำมันเบนซิน เช่น มีคุณสมบัติกัดกร่อนโลหะและพลาสติกมากกว่าน้ำมันเบนซิน ดังนั้น ในการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์จึงควรมีการวิจัยและพัฒนาในประเด็นต่อไปนี้

- อุปสรรคและผลกระทบการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 E10 แทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 95
- อุปสรรคและผลกระทบการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 E10 แทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 91

(3) การใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในภาคการขนส่ง

เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas หรือ CNG) เป็นเชื้อเพลิงที่สามารถใช้ทดแทนน้ำมันเบนซินและใช้ร่วมกับน้ำมันดีเซลในรถยนต์ประเภทต่าง ๆ ได้ กอรปกับเป็นเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในประเทศ จึงมีศักยภาพในการทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในภาคขนส่งได้

เป็นอย่างดี แต่การใช้ CNG ในรถยนต์นั้นจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์บรรจุเชื้อเพลิง และอุปกรณ์จ่ายเชื้อเพลิงเพิ่มเติม นอกจากนี้ สถานีเติมก๊าซธรรมชาติอัดเป็นสถานีเติมเชื้อเพลิงที่มีอุปกรณ์ที่แตกต่างไปจากสถานีเติมน้ำมันอย่างสิ้นเชิง และมีมูลค่าในการลงทุนสูง ดังนั้น ในการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิง CNG ในรถยนต์นั้นต้องคำนึงถึงมาตรฐานในการติดตั้งและการซ่อมบำรุงอุปกรณ์เสริมในรถยนต์และสถานีเติมก๊าซ รวมทั้งต้องพิจารณาถึงงบประมาณในการก่อสร้างสถานีเติมก๊าซให้มีจำนวนเพียงพอแก่ความต้องการของรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (Natural Gas Vehicle หรือ NGV) ดังนั้น จึงควรมีการวิจัยและพัฒนาในประเด็นต่อไปนี้

- ศึกษาการจัดตั้งสถานีเติมก๊าซตามจุดต่างๆที่เหมาะสมโดยบูรณาการร่วมกับโครงสร้างการวางท่อก๊าซเพื่ออุตสาหกรรมและผลิตไฟฟ้า ผลิตความร้อน และผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วม (CHP)
- กำหนดมาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ การติดตั้ง งานฝีมือ การประกอบอุปกรณ์ของสถานีเติมก๊าซและเครื่องยนต์
- กำหนดมาตรฐานเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติที่เหมาะสมกับการผลิตและการใช้งานของเครื่องยนต์ของรถยนต์ประเภทต่างๆ ที่ใช้ในประเทศไทย
- เทคโนโลยีเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงอย่างเดียว (Dedicated Engine)
- เทคโนโลยีเครื่องยนต์ที่สามารถเลือกใช้ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันเบนซิน (Bi–fuel Engine)
- เทคโนโลยีเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติร่วมกับน้ำมันดีเซล (Diesel Dual Fuel Engine: DDF)
- งานวิจัยเรื่องราคาเชื้อเพลิง NGV ในระยะยาว
- งานวิจัยเพื่อสร้างความร่วมมือระหว่างองค์กรที่เกี่ยวข้องกับระบบจราจรขนส่ง พลังงาน อุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม
- เทคโนโลยีการสังเคราะห์เชื้อเพลิงทางเลือก (Alternative fuels)

(4) การใช้ไบโอดีเซลแทนน้ำมันดีเซลในภาคการขนส่ง

น้ำมันไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบหลากหลายชนิด เช่น น้ำมันปาล์ม น้ำมันพืชใช้แล้ว สบู่ดำ จึงเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกอีกชนิดหนึ่งที่สามารถทดแทนการใช้น้ำมันดีเซลได้ ปัจจุบัน มีการใช้น้ำมันดีเซลทั่วไปผสมกับไบโอดีเซลในสัดส่วน 95:5 โดยปริมาตร หรือเรียกว่า “ไบโอดีเซล B5” อย่างไรก็ตาม ในการใช้เชื้อเพลิงทางเลือกควรจะมีการศึกษา

ผลกระทบของเชื้อเพลิงนั้น ๆ ต่อเครื่องยนต์และสิ่งแวดล้อม การวิจัยและพัฒนาจึงมีในหัวข้อต่อไปนี้

- ผลกระทบของการใช้น้ำมันไบโอดีเซลในภาคการขนส่ง

7.11.3.2 Roadmap การวิจัยและพัฒนาทางด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง

หมวดที่ 1 : การจัดการเพื่อลดความต้องการใช้การจราจรและขนส่ง (Travel Demand Management)				**33.3 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : การศึกษาสำรวจอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร (Fuel Economy) ของรถยนต์แต่ละประเภทในปัจจุบัน และลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงโดยการกำหนดอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงขั้นต่ำ (Minimum Fuel Economy) ของรถยนต์ที่วางจำหน่ายภายในประเทศ **จุดประสงค์ที่ 1:** เพื่อให้ทราบระยะการเดินทางเฉลี่ยในหนึ่งปีของรถยนต์แต่ละประเภท (VKT) และอัตราการบรรทุกเฉลี่ย (Average Vehicle Occupacy) ของผู้โดยสารสำหรับรถโดยสารและน้ำหนักบรรทุกต่อคันสำหรับรถบรรทุก **จุดประสงค์ที่ 2:** เพื่อให้รถยนต์ประสิทธิภาพต่ำออกจากท้องถนนตามระยะเวลาที่กำหนด **จุดประสงค์ที่ 3:** เพื่อให้เกิดการกำกับดูแลการใช้พลังงานในภาคขนส่งอย่างต่อเนื่อง มีข้อมูล การวิเคราะห์และตัดสินใจอย่างถูกต้อง **จุดประสงค์ที่ 4:** เพื่อให้ทราบอัตราการสิ้นเปลืองเฉลี่ยของเชื้อเพลิงต่อระยะทาง (Fuel Economy) ของยานยนต์โดยรวมแต่ละชนิด เพื่อประโยชน์ในการวางแผนเชิงนโยบายด้านจราจรและขนส่ง เพื่อการประหยัดเชื้อเพลิงในระยะยาวของประเทศให้มีประสิทธิภาพสูงสุด **จุดประสงค์ที่ 5:** เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศให้ผลิตยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพเชิงพลังงานสูง **จุดประสงค์ที่ 6:** เพื่อกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ใช้ในรถยนต์ที่ผลิตออกมาใหม่ในแต่ละปีให้มีความประหยัดยิ่งขึ้นเป็นลำดับ และเพื่อกำหนดมาตรการสนับสนุนผู้บริโภคให้ใช้ยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพในประเทศ **จุดประสงค์ที่ 7:** เพื่อหามาตรการในการกำกับดูแลภาคขนส่งที่เหมาะสมเพื่อให้ยานยนต์ที่ใช้ในประเทศมีประสิทธิภาพดี				13 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**2.5**	**5**	
■ พัฒนาระบบฐานข้อมูลร่วมกับกรมการขนส่งทางบกผ่านการต่ออายุทะเบียนรถยนต์ เพื่อเก็บข้อมูลตัวเลขระยะทางวิ่งต่อปีของรถยนต์แต่ละประเภทโดยเฉลี่ยเป็นเท่าใด พร้อมสำรวจข้อมูลอัตราบรรทุกผู้โดยสารของรถโดยสารและสินค้าของรถบรรทุก เพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนนโยบายด้านพลังงาน				5
■ เก็บตัวเลขอย่างเป็นทางการของกลุ่มรถยนต์ชนิดต่างๆ ที่วิ่งอยู่ในท้องถนนทั่วประเทศว่ามีอัตราสิ้นเปลืองเฉลี่ยของเชื้อเพลิงต่อระยะทางของรถยนต์แต่ละยี่ห้อ ชนิด รุ่น และอายุ ฯลฯ เท่าไร และทำการ Update ให้ข้อมูลทันสมัยทุก ระยะ 3-5 ปี เพื่อใช้เป็นการวางแผนนโยบายด้านการขนส่งของกระทรวงพลังงานในระยะยาว				5
■ เร่งสร้างกระบวนการการดำเนินการศึกษาวิจัยอย่างเป็นระบบและบูรณาการ - ศึกษาวิจัยข้อมูลพื้นฐานด้านการจราจรและขนส่งเพื่อใช้ในการวางแผนและปรับปรุงมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้				3

พลังงานในภาคขนส่ง เช่น Transport Energy Data Book ของ Oak Ridge National Laboratory ประเทศสหรัฐอเมริกา - จัดทำตัวชี้วัดด้านการประหยัดพลังงานในภาคขนส่งเพื่อติดตามตรวจสอบและกำหนดมาตรการที่เหมาะสม - จัดทำแนวทางการจัดการภาคขนส่งเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน (เช่นGreen Paper ของสหภาพยุโรป) - อาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในสองหัวข้อแรกเพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์ใหม่ที่สามารถผลิตออกจำหน่ายได้ในประเทศ		

ประเด็นวิจัยที่ 2 : การกำหนดฉลากประหยัดเชื้อเพลิงของรถยนต์ **จุดประสงค์ที่ 1:** ใช้ข้อกำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำของยานยนต์ที่อนุญาตให้วางจำหน่ายควบคู่กับการให้ข้อมูลและประชาสัมพันธ์เพื่อให้ผู้บริโภคแปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและสร้างความต้องการซื้อรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพ **จุดประสงค์ที่ 2:** ให้ผู้บริโภคตระหนักและเลือกใช้พลังงานทางเลือกที่มีประสิทธิภาพ		4 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 2.5 5**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาข้อมูลทางสถิติโดยสำรวจว่าdistributionของอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์ประเภทต่างๆที่เป็นอยู่ในปัจจุบันว่ามีอัตราสิ้นเปลืองเป็นอย่างไร เพื่อจำแนกกลุ่มรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพออกเป็นกลุ่มๆ 5 หรือ 6 กลุ่มตามอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงตามระยะทางต่อลิตร(fuel economy) และให้หมายเลขของฉลากของรถยนต์แต่ละประเภท ส่วนรถยนต์ที่มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดจะถูกห้ามไม่ให้วางจำหน่าย		3
■ ทำการทบทวนเพื่อสำรวจว่าdistributionของการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์ว่ามีเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรในทุกๆ 3-5 ปี เพื่อทบทวนการจัดลำดับอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของฉลากประหยัดพลังงาน และเพื่อกำหนดเป้าหมายของมาตรฐานอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขั้นต่ำของรถยนต์ใหม่ทุกๆ 3-5 ปี		1

ประเด็นวิจัยที่ 3 : การปรับปรุงระบบขนส่งมวลชนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นจนเป็นที่ยอมรับ และลดความต้องการใช้ถนนโดยการรณรงค์ให้ประชาชนหันมาใช้ระบบขนส่งมวลชน **จุดประสงค์ที่ 1:** ปรับปรุงระบบขนส่งมวลชนแบบล้อที่มีอยู่ในปัจจุบันให้เป็นระบบรถเมล์ที่ทันสมัยและปลอดภัยได้มาตรฐานสากล เช่น การพัฒนาให้เป็นระบบ Bus Rapid Transport (BRT) การจัดช่องทางเดินพิเศษในชั่วโมงเร่งด่วน ฯลฯ **จุดประสงค์ที่ 2:** รณรงค์ให้ผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลนั่งปรับเปลี่ยนการเดินทางด้วยระบบ BRT รถไฟฟ้า จักรยานและการเดินเท้าแทนเพื่อลดปริมาณรถบนท้องถนน				13 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**2.5**	**5**	
■ พัฒนาเครือข่ายระบบ Bus Rapid Tran sport (BRT) หรือการจัดช่องทางเดินพิเศษในชั่วโมงเร่งด่วนให้ครอบคลุมพื้นที่ทุกส่วนที่สำคัญของเมือง โดยการจัดลำดับความสำคัญของการใช้พื้นที่ผิวจราจรในตัวเมืองที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้กับรถขนส่งสาธารณะได้ใช้ประโยชน์เป็นอันดับแรก เพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ได้เร็วกว่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล				10
■ ศึกษาวิจัยเส้นทางการเดินทางของผู้โดยสารในเมืองที่มีจำนวนมาก เพื่อส่งเสริมให้ผู้โดยสารปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเดินทางโดยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลซึ่งเป็นระบบขนส่งที่ไม่ประหยัดพลังงานให้กลับมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะ มากขึ้น โดยใช้มาตรการจูงใจ (Pull) และบังคับ (Push) ควบคู่กัน แต่ทั้งนี้การดำเนินการจะต้องเป็นไปหลังจากที่ได้มีการพัฒนาการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะที่ได้มาตรฐานเพื่อให้ผู้โดยสารมีทางเลือกแล้ว				3

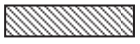
ประเด็นวิจัยที่ 4 : การส่งเสริมให้เกิดการใช้เทคโนโลยีรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูง เช่น รถยนต์ไฮบริด รถยนต์ประหยัดพลังงาน (Eco-car) **จุดประสงค์:** ส่งเสริมให้มีการใช้รถยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงในประเทศอย่างแพร่หลาย				3.3 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**2.5**	**5**	
■ ศึกษามาตรการส่งเสริมการใช้รถยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง เช่นการลดภาษีนำเข้า				0.8
■ ศึกษาความคุ้มทุนจากการประหยัดการนำเข้าพลังงานในระยะยาว การลดมลภาวะ กับการสูญเสียเงินตราต่างประเทศ				0.8
■ ศึกษาทดสอบสมรรถนะของรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงและการประหยัดพลังงานในสภาพของการขับขี่ในประเทศไทย				0.9
■ ศึกษาแนวทางเชิงนโยบายเพื่อพัฒนาส่งเสริมการผลิตรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงในประเทศไทยผ่าน BOI				0.8

หมวดที่ 2 : การใช้แก๊สโซฮอล์แทนที่น้ำมันแก๊สโซลีนในภาคการขนส่ง				**32 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 :การใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 E10 แทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 95 ทั้งหมด **จุดประสงค์:** สามารถทดแทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 95 ด้วยน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 ทั้งหมด ภายในปีพ.ศ. 2554 ตามนโยบายรัฐบาล				20.5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของอ้อยและมันสำปะหลัง ทั้งในแง่ของปริมาณและความเข้มข้นของน้ำตาลและแป้ง				6.5
■ เพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูปของวัตถุดิบเป็นเอธานอลในกระบวนการแปรรูปอย่างครบวงจร ตั้งแต่การเก็บเกี่ยว การเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลที่ได้จากการหีบอ้อยหรือการแยกเอาเนื้อแป้งจากหัวมัน การเพิ่มประสิทธิภาพการหมัก การเพิ่มประสิทธิภาพและการลดการใช้พลังงานของกระบวนการกลั่น การใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าจากของเสีย				6.5
■ ศึกษาผลกระทบด้านมลภาวะจากไอเสียของรถยนต์ที่ใช้แก๊สโซฮอล์ 95 E10 ในเมืองใหญ่				7.5

ประเด็นวิจัยที่ 2 : การใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 E10 แทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 91 **จุดประสงค์:** เพื่อให้สามารถทดแทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 91 ด้วยน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 E10		11.5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาผลกระทบของการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 E10 โดยการแช่ชิ้นส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวกับทางเดินเชื้อเพลิง ลงในน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 E10 เปรียบเทียบกับชิ้นส่วนที่แช่อยู่ในน้ำมันเบนซิน 91 เป็นเวลาอย่างน้อย 2,000 ชั่วโมง		1
■ ศึกษาผลกระทบของการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 E10 ในรถยนต์ โดยเป็นการทดสอบสมรรถนะ และมลพิษที่เกิดขึ้น ทั้งในสภาวะการขับขี่จริง และการทดสอบบนแท่นทดสอบ (Dynamometer) อย่างน้อยจะต้องมีการทดสอบเท่ากับระยะรับประกันของรถยนต์		5.5
■ ศึกษาผลกระทบของไอเสียจากรถยนต์และจักรยานยนต์ที่ใช้แก๊สโซฮอล์ 91 E10 ในทำนองเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในประเด็นของแก๊ส โซฮอล์ 95 E20		4
■ ศึกษาเปรียบเทียบความคุ้มทุนในการปรับเปลี่ยนน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 91 E 10 กับการผสมเอธานอลเพิ่มลงในน้ำมันเบนซิน 91 โดยตรงอีก 5 หรือ 10 % (แต่จะทำให้ค่าออกเทนของน้ำมันแก๊สโซฮอล์เปลี่ยนไปด้วย)		1

หมวดที่ 3: การพัฒนาเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติเพื่อใช้ในภาคการขนส่ง				**93.2 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1 : ศึกษาการจัดตั้งสถานีเติมก๊าซตามจุดต่างๆที่เหมาะสมโดยบูรณาการร่วมกับโครงสร้างการวางท่อก๊าซเพื่ออุตสาหกรรม และผลิตไฟฟ้า ผลิตความร้อน และผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วม (CHP) **จุดประสงค์:** เพื่อให้การลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานมีประสิทธิภาพสูงสุด				6.5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ศึกษาแผนการสร้างระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติสำหรับภาคขนส่งทั้งในระยะสั้นและระยะยาวโดยบูรณาการกับภาคอุตสาหกรรมที่ผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วม (CHP)				2.5
■ ศึกษาการวางแผนยุทธศาสตร์การสร้างสถานีเติมก๊าซให้สอดคล้องกับแผนการสร้างระบบโครงสร้างพื้นฐานของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เพื่อลดต้นทุนในการก่อสร้างสถานีและค่าการขนส่งในระบบ Mother-daughter station และทำให้งบประมาณในการลงทุนมีประสิทธิภาพมากขึ้น				4
ประเด็นวิจัยที่ 2: กำหนดมาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ การติดตั้ง งานฝีมือ การประกอบอุปกรณ์ของสถานีเติมก๊าซและเครื่องยนต์ **จุดประสงค์:** เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในการติดตั้งและการซ่อมบำรุงเครื่องยนต์ NGV				12.5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ศึกษาการจัดทำมาตรฐานการติดตั้งอุปกรณ์ดัดแปลงเครื่องยนต์ NGV ของประเทศไทย โดยอ้างอิงจากมาตรฐานสากล เช่น มาตรฐาน ISO และพิจารณามาตรฐานเพิ่มเติมเพื่อให้เหมาะสมกับประเทศไทย เช่น มาตรฐานของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ มาตรฐานของสถานีเติมก๊าซ เป็นต้น				4.5
■ ศึกษาการจัดทำหลักสูตรการสอนเพื่อให้ความรู้แก่ช่างเทคนิคในการติดตั้งอุปกรณ์ดัดแปลงให้ได้มาตรฐานทั้งในทางทฤษฎีและปฏิบัติรวมทั้งการจัดทำแผนการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเพิ่มบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญให้มากขึ้น				8

ประเด็นวิจัยที่ 3 : กำหนดมาตรฐานเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติที่เหมาะสมกับการผลิตและการใช้งานของเครื่องยนต์ของรถยนต์ประเภทต่างๆ ที่ใช้ในประเทศไทย **จุดประสงค์:** เพื่อกำหนดมาตรฐานคุณภาพของเชื้อเพลิง CNG ที่เหมาะสม		9 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาวิจัยมาตรฐานของเชื้อเพลิง CNG ที่เหมาะสมกับประเทศไทย		1
■ ศึกษาต้นทุนของการลงทุนพัฒนาคุณภาพ CNG และราคาของ CNG ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานและประโยชน์ที่ได้รับ		1.5
■ ศึกษาวิธีการปรับแต่งเครื่องยนต์แต่ละยี่ห้อให้เหมาะสมกับคุณภาพของเชื้อเพลิง CNG ที่จำหน่ายในประเทศ รวมทั้งการปรับแต่งเครื่องยนต์เมื่อมีการเพิ่มมาตรฐานของ CNG ใหม่		2.5
■ ศึกษาผลกระทบของความแปรปรวนของเชื้อเพลิง CNG ต่อเครื่องยนต์		4

ประเด็นวิจัยที่ 4 : เทคโนโลยีเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงอย่างเดียว (Dedicated Engine) **จุดประสงค์:** มีศักยภาพในการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ดีเซลที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันให้สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิง NGV ของประเทศไทย		39 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาการปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ดีเซล (Repowering) ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันให้สามารถใช้ได้กับเชื้อเพลิง NGV ของประเทศไทย		4
■ ศึกษา Parameters ต่างๆ ที่เหมาะสมสำหรับ Dedicated Engine ที่ใช้กับเชื้อเพลิง NGV ของประเทศไทย เพื่อกำหนดเป็นค่ามาตรฐานของ Dedicated Engine ที่จะออกแบบและนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย		6.5
■ ศึกษาการเปลี่ยนเครื่องยนต์ดีเซลในรถยนต์ขนาดใหญ่ด้วยการนำเอา Dedicated Engine แบบสำเร็จรูปจากต่างประเทศเข้ามาแทนเครื่องยนต์ดีเซล และทำการทดสอบ (Test bed) สมรรถนะ อาทิเช่น การทดสอบค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel Economy) ค่ามลภาวะที่ปลดปล่อย และอัตราการสึกหรอของเครื่องยนต์ ฯลฯ		9
■ วิจัยและพัฒนาองค์ความรู้เพื่อให้สามารถออกแบบและสร้างเครื่องยนต์แบบ Dedicated Engine และการ Repowering diesel engine โดยกระบวนการวิศวกรรมย้อนรอยเพื่อถ่ายทอดความรู้ให้กับอุตสาหกรรม SME ด้านยานยนต์ของประเทศไทย เช่น การออกแบบ Gas metering system การปรับค่า Combustion ratio การควบคุมระบบจุดระเบิด (Ignition system) การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงวาล์ว ลูกสูบ และแหวน ฯลฯ		19.5

ประเด็นวิจัยที่ 5 : เทคโนโลยีเครื่องยนต์ที่สามารถเลือกใช้ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันเบนซิน (Bi–fuel Engine) **จุดประสงค์:** มีศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์สำหรับเครื่องยนต์ Bi–fuel Engine ในประเทศ				13.8 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ศึกษาความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ และเชิงเทคนิค (Techno-Economic assessment) ในการผลิตถังบรรจุก๊าซธรรมชาติอัดในประเทศ	▨			1.2
■ วิจัยเพื่อกำหนดมาตรฐานถังชนิดที่เป็นถังโลหะและถังแบบวัสดุผสมรวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตถัง CNG แบบ Seamless และเทคโนโลยีการใช้ Inner liner	▨			0.8
■ ศึกษาพัฒนาถังบรรจุก๊าซมีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรงเทียบเท่าถังโลหะแบบธรรมดาแต่มีราคาถูก รวมถึงพัฒนาวัสดุที่ใช้ทำ Wrapping ถัง CNG ให้มีราคาถูกและมีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานในประเทศไทย		▨		2.4
■ ศึกษาพัฒนาชิ้นส่วนอุปกรณ์และอะไหล่แบบ Bifuel เพื่อให้โรงงานผลิตชิ้นส่วนในประเทศไทยสามารถผลิตได้เอง พร้อมกำหนดมาตรฐาน มอก.		▨		2.7
■ วิจัยศึกษาเชิงจัดการเพื่อจัดทำหลักสูตรและตำราการเรียนการสอนมาตรฐานเพื่อฝึกอบรมช่างให้สามารถประกอบติดตั้ง บำรุงรักษาและซ่อมแซมได้อย่างมีมาตรฐาน		▨		4.2
■ วิจัยศึกษาเชิงจัดการเพื่อกำหนดมาตรฐานการทดสอบความปลอดภัยของถังและอุปกรณ์ทุก 5 ปี เพื่อความปลอดภัย และวิธีการควบคุมโดยการต่อทะเบียนรถยนต์และใบรับรองคุณภาพ		▨		2.5

ประเด็นวิจัยที่ 6 : เทคโนโลยีเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติร่วมกับน้ำมันดีเซล (Diesel Dual Fuel Engine: DDF) **จุดประสงค์:** เพื่อให้สัดส่วนของการใช้ก๊าซธรรมชาติต่อดีเซลที่ความเร็วรอบต่ำต้องไม่ต่ำกว่า 50% ขึ้นไปโดยมีสมรรถนะของการขับขี่ (Drivability) ไม่ด้อยไปกว่าเดิมเกินกว่า 20% เพื่อให้รถยนต์แบบนี้มีความปลอดภัยมากพอในการขับขี่โดยเฉพาะเมื่อไต่ขึ้นที่ชันหรือบรรทุกน้ำหนักมากที่ความเร็วรอบเครื่องต่ำ				12.4 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ ปรับเปลี่ยนรถยนต์บรรทุกดีเซลขนาดเล็ก และขนาดกลาง เช่น รถปิคอัพ รถบรรทุก 6 ล้อให้สามารถใช้ก๊าซธรรมชาติร่วมกับน้ำมันดีเซลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีสัดส่วนของการใช้ก๊าซธรรมชาติในอัตราสูงพอประมาณโดยเฉพาะเมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่รอบต่ำ โดยเน้นการวิจัยการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยี comonrail เพื่อใช้กับก๊าซธรรมชาติร่วมกับน้ำมันดีเซล				6.2
■ ทดสอบและปรับปรุงค่ามลภาวะที่ปลดปล่อยของเครื่องยนต์ DDF ที่ใช้กับเทคโนโลยี Commonrail เพื่อไม่ให้ค่ามลภาวะเกินมาตรฐาน				6.2
หมวดที่ 3 :การใช้ไบโอดีเซลแทนที่น้ำมันดีเซลในภาคการขนส่ง				**3.2 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การใช้น้ำมันไบโอดีเซล B5 และ B10 ในภาคการขนส่ง **จุดประสงค์:** เพื่อให้สามารถใช้วัตถุดิบน้ำมันพืชที่ผลิตในประเทศไทยทดแทนการนำเข้าน้ำมันดีเซลให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เนื่องจากวัตถุดิบเพื่อนำมาใช้ผลิตไบโอดีเซลของประเทศไทยมีค่อนข้างจำกัดทำให้ไม่สามารถผสมไบโอดีเซลในอัตราสูงได้ รวมทั้งราคาของไบโอดีเซลในปัจจุบันมีต้นทุนสูง ดังนั้นการศึกษาการผสมน้ำมันไบโอดีเซลในอัตราส่วนที่ต่ำคือเพียง 5-10% จะมีความเหมาะสมในระยะต้นจนกว่าประเทศไทยจะแก้ปัญหาเรื่องปริมาณและต้นทุนของวัตถุดิบน้ำมันพืช				3.2 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การศึกษาผลกระทบในรถยนต์ เมื่อใช้น้ำมันไบโอดีเซล B5 แทนน้ำมันดีเซล				0.8
■ การกำหนดมาตรฐานของน้ำมันไบโอดีเซล				0.8
■ ศึกษาโครงสร้างของราคาของน้ำมันไบโอดีเซล B5				0.75
■ พัฒนาโครงการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการผลิตไบโอดีเซลให้กับชุมชน				0.85

7.12 แผนงานวิจัยด้านประสิทธิภาพพลังงานในภาคอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย

7.12.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.12.1.1 ศักยภาพ

อาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัยใช้พลังงานประมาณ 21% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในประเทศ โดยแบ่งเป็นอาคารพาณิชย์ 6.2% และบ้านพักอาศัย 14.8% การใช้พลังงานในอาคารส่วนใหญ่เป็นการใช้ในรูปไฟฟ้า (90 %) ส่วนในบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่ใช้รูปของความร้อน (75%) โดยเฉพาะการใช้เตาหุงต้ม (ทั้งนี้ใช้ไม้ฟืนและถ่านไม้) ในภาคชนบท ศักยภาพการประหยัดพลังงานในอาคารส่วนใหญ่จึงอยู่ที่การใช้อุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและการออกแบบตัวอาคารที่มีสมรรถนะเชิงความร้อน (Thermal performance) สูงขึ้น ส่วนในบ้านพักอาศัยนั้น การใช้เตาหุงต้มและอุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นจะมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานสูง ตารางที่ 7.12-1 แสดงตัวอย่างศักยภาพการประหยัดพลังงานด้วยมาตรการต่าง ๆ ที่ได้จากการประเมินในโครงการวิจัยนี้ ทั้งนี้ในปี 2554 ภาคอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัยมีศักยภาพในการประหยัดพลังงาน 0.6 % (479 ktoe) และ 0.8 % (686 ktoe) ตามลำดับ

ตารางที่ 7.12-1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย ภายในปี 2554

ประเภทมาตรการ	ศักยภาพการประหยัดพลังงาน (ktoe)	ร้อยละ
<u>อาคารพาณิชย์</u>		
1. การใช้อุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ		
■ ไฟส่องสว่าง	59	1.06
■ คอมพิวเตอร์	6	0.11
■ Air Conditioner	187	3.35
■ อุปกรณ์อื่น ๆ	94	1.69
2. การใช้ building energy code	118	2.11
<u>บ้านพักอาศัย</u>		
1. การใช้เตาหุงต้มที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น	637	5.01
2. การใช้อุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น		
■ ไฟส่องสว่าง	2	0.02
■ เครื่องทำความเย็น	32	0.26
■ Air Conditioner	54	0.42
■ Elec.-Fan	1.9	0.01
■ Elec. Cooker	16	0.13
■ Washing	0.9	0.01

ประเภทมาตรการ	ศักยภาพการประหยัดพลังงาน (ktoe)	ร้อยละ
▪ คอมพิวเตอร์	11.9	0.09
▪ Water Pump	1	0.01
▪ อื่น ๆ	58	0.46

7.12.1.2 นโยบาย

นโยบายภาครัฐที่สำคัญ ได้แก่ (1) พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปี พ.ศ. 2535 ซึ่งทำให้มีประกาศกฎกระทรวงว่าด้วยอาคารควบคุมที่บังคับให้เจ้าของอาคารต้องมีการจัดทำรายงานการตรวจวิเคราะห์พลังงานและกำหนดเป้าหมายและแผนการประหยัดพลังงาน (2) การใช้มาตรการ Demand Side Management (DSM) ซึ่งทำให้การใช้อุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น ไฟส่องสว่าง ตู้เย็น และเครื่องปรับอากาศ มีประสิทธิภาพมากขึ้น และ (3) มาตรการจูงใจต่าง ๆ เช่น โครงการประกวดอาคารประหยัดพลังงานเป็นประจำทุกปี นอกจากนี้ หน่วยงานภาครัฐยังได้พัฒนา Building energy code ที่ยังอยู่ระหว่างการปรับปรุงก่อนประกาศใช้ อย่างไรก็ตาม รัฐยังมิได้กำหนดเป้าหมายเฉพาะสำหรับการประหยัดพลังงานในภาคอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย

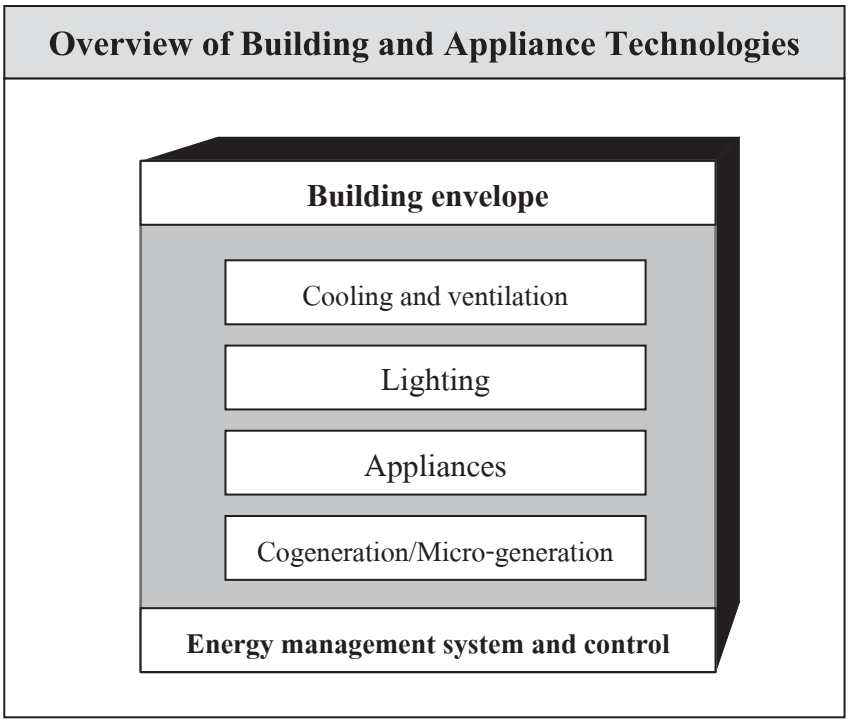
7.12.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์
ประเทศไทยจะมีการใช้พลังงานในอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัยอย่างมีประสิทธิภาพ โดยในปี 2554 จะประหยัดพลังงานในอาคารและบ้านพักอาศัยได้อย่างน้อย 5.24% และ 8.59 % ของพลังงานที่จะใช้ทั้งหมดตามลำดับ และในระยะยาวอาคารที่ก่อสร้างใหม่จะเป็นแบบ near-zero energy building

7.12.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย

7.12.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารมี 6 ประเภทหลักดังแสดงในแผนภูมิ



(1) กรอบอาคาร (Building envelope) วิศวกรและสถาปนิกไทยมีขีดความสามารถในการออกแบบอาคารค่อนข้างสูง แต่ผู้ออกแบบยังขาดความตระหนักด้านสมรรถนะเชิงพลังงานของอาคารและยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติเชิงอุณหภาพของวัสดุอาคาร รวมทั้งยังไม่มีการบังคับใช้ข้อกำหนดด้านพลังงานของอาคาร (Building energy code) หรือยังไม่มีการนำมาตรการติดฉลากอาคาร (Building labeling) มาใช้

(2) การทำความเย็นและการระบายอากาศ (Cooling and ventilation) วิศวกรไทยมีความสามารถในการออกแบบระบบทำความเย็นและระบบระบายอากาศค่อนข้างสูง แต่มีเหตุปัจจัยหลายประการที่ทำให้อาคารใหม่ยังไม่มีประสิทธิภาพในเชิงพลังงานเท่าที่ควร เช่น เจ้าของอาคารยังขาดความตระหนักด้านการประหยัดพลังงานโดยเฉพาะในกรณีที่เจ้าของอาคารไม่ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน การขาดการบังคับใช้ Building code การลงทุนที่สูงกว่าทำให้ระยะเวลาคืนทุนนานกว่าปกติ รวมทั้งการขาดความมั่นใจของผู้ออกแบบในการกำหนดให้ใช้อุปกรณ์ใหม่ที่ประหยัดพลังงานกว่า เป็นต้น

(3) การส่องสว่าง (Lighting) ประเทศไทยประสบความสำเร็จค่อนข้างมากในการใช้หลอดไฟประหยัดพลังงานอันเนื่องมาจากการใช้มาตรการ DSM แต่ยังขาดองค์ความรู้ค่อนข้างมากในด้านเทคโนโลยีการส่องสว่างและการออกแบบที่จะทำให้ระบบส่องสว่างในอาคารขนาดใหญ่มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งองค์ความรู้ในการประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติ (Daylighting)

(4) อุปกรณ์/เครื่องใช้ (Appliances) อุปกรณ์/เครื่องใช้ที่สำคัญ ได้แก่ เครื่องทำความเย็นประเภทแยกส่วน (Split-type) และแบบ Central packaged ตู้เย็นและตู้แช่ (Freezers)

เครื่องทำน้ำร้อน (Hot water heater) พัดลม เตาหุงต้ม และเครื่องใช้สำนักงาน เช่น คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบ ฯลฯ อุตสาหกรรมไทยมีขีดความสามารถในการผลิตและ/หรือประกอบอุปกรณ์/เครื่องใช้ดังกล่าว แต่ยังขาดขีดความสามารถในการออกแบบหรือพัฒนาให้มีประสิทธิภาพทางพลังงานสูงขึ้น

(5) การผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม (Cogeneration หรือ CHP) รวมทั้ง Distirict cooling และ Micro-generation ประเทศไทย เริ่มมีการนำเอาระบบ CHP ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงมาใช้ในอาคารเพื่อผลิตไฟฟ้าและทำความเย็นด้วยระบบ Absorbtion เช่น ที่สนามบินสุวรรณภูมิและศูนย์การค้าขนาดใหญ่บางแห่ง แต่การออกแบบระบบและการ Optimize การทำงานของระบบยังต้องพึ่งพาผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศเป็นหลัก ส่วน Micrio-generation เช่น การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ กังหันลมติดหลังคา หรือการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์เชื้อพลิงนั้น ส่วนใหญ่มีต้นทุนสูง และยังรอการพัฒนาเทคโนโลยี ให้ต้นทุนต่ำลงในอนาคต

(6) ระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงาน (Energy management systems and controls) คือระบบที่ใช้ควบคุม ติดตามและ optimize ฟังก์ชั่นและบริการต่าง ๆ ของอาคาร ซึ่งรวมการทำความเย็น การระบายอากาศ ระบบไฟส่องสว่าง และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ให้มีความสัมพันธ์กันและมีประสิทธิภาพสูงสุด ในประเทศไทย มีการนำระบบดังกล่าวมาใช้กับอาคารใหม่บ้างแล้ว แต่ต้องอาศัยองค์ความรู้และเทคโนโลยีจากต่างประเทศเป็นหลัก โดยเฉพาะระบบที่มีความซับซ้อน

7.12.2.2 กลยุทธ์

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนามีโอกาสเกื้อหนุนการบรรลุเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ได้มากขึ้น จึงกำหนดกลยุทธ์หลักในการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

(1) ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาที่สนับสนุนการออกแบบและสร้างกรอบอาคารและบ้านพักอาศัยที่มีสมรรถนะเชิงพลังงานสูง เช่น การพัฒนาและประยุกต์เครื่องมือ ที่ใช้จำลองสภาพอาคาร (Building simulation tools) เป็นต้น

(2) ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาที่สนับสนุนการออกแบบและติดตั้งระบบที่มีประสิทธิภาพเชิงพลังงานสูงในอาคาร (Building utility systems)

(3) ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาที่สนับสนุนการออกแบบและผลิตอุปกรณ์/เครื่องใช้ในอาคารและบ้านพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพสูง

(4) ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาที่สนับสนุนการออกแบบและการใช้ระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

(5) ส่งเสริมการวิจัยเชิงนโยบายที่จะช่วยขจัดปัญหาและอุปสรรคในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารและบ้านพักอาศัย

7.12.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา

แผนงานวิจัยและพัฒนาประกอบด้วย 7 หมวดหลัก ซึ่งต้องการงบประมาณสนับสนุนการวิจัยทั้งสิ้นประมาณ 197.8 ล้านบาท ใน 10 ปีข้างหน้าดังนี้

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณ	
	ล้านบาท
หมวดที่ 1: เทคโนโลยีกรอบอาคาร	54.3
หมวดที่ 2: เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเชิงอุณหภาพ (thermal environment)	55
หมวดที่ 3: เทคโนโลยีการส่องสว่าง	8.5
หมวดที่ 4: เทคโนโลยีอุปกรณ์/เครื่องใช้	41
หมวดที่ 5: การผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม (CHP) และ district cooling	-
หมวดที่ 6: ระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงาน	20
หมวดที่ 7: การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการบริหารงานการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	19

7.12.3.1 ประเด็นวิจัยที่จำเป็น

ประเด็นวิจัยที่จำเป็นและตัวอย่างหัวข้อวิจัยที่สำคัญในหมวดวิจัยแต่ละหมวดมีดังต่อไปนี้

(1) หมวดเทคโนโลยีกรอบอาคาร

การพัฒนากรอบอาคาร ทั้งในแง่รูปทรงอาคารและวัสดุผนังอาคารมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อการเพิ่มสมรรถนะเชิงอุณหภาพ (Thermal performance) และประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร การออกแบบกรอบอาคารที่ดีมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานที่สูงมากในระยะยาว การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของกรอบอาคารจึงมีอยู่อย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะกระจกหน้าต่าง ฉนวนอาคาร และการพัฒนาเครื่องมือ (Tools) การจำลองสมรรถนะของอาคาร (Bulding performance simulation) เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงออกแบบ การก่อสร้างการใช้งานและการบำรุงรักษาอาคารและบ้านพักอาศัย

ประเด็นวิจัยที่ 1: วิจัยและพัฒนาวัสดุเปลือกอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

- การพัฒนาฉนวนจากวัสดุที่หาได้ในประเทศที่เหมาะสมสำหรับอาคารในภูมิอากาศร้อนชื้น
- การพัฒนากระจกหน้าต่างให้เหมาะสมกับภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย

ประเด็นวิจัยที่ 2: ผลกระทบของมวลเชิงอุณหภาพ (Thermal mass) ของอาคารต่อการใช้พลังงาน

- การศึกษาผลกระทบของมวลเชิงอุณหภาพต่อการปรับอากาศในอาคาร
- การศึกษาผลกระทบของมวลเชิงอุณหภาพต่ออาคารที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติ(Natural ventilation)

ประเด็นวิจัยที่ 3: การพัฒนาขั้นตอนมาตรฐานในการทดสอบคุณสมบัติเชิงอุณหภาพของวัสดุอาคาร

- การพัฒนาขั้นตอนมาตรฐานในการทดสอบคุณสมบัติเชิงอุณหภาพของวัสดุอาคาร
- การดำเนินการ (Adoption) เพื่อใช้ตัวชี้วัด (Indicators) สำหรับคุณสมบัติเชิงอุณหภาพของวัสดุอาคาร

ประเด็นวิจัยที่ 4: การศึกษาการไหลของอากาศภายในและรอบนอกอาคาร (Air flow in and around buildings)

- การศึกษาสภาวะของอากาศภายใต้สิ่งแวดล้อม Micro-climate (เช่น ต้นไม้และสระน้ำ) และการศึกษาการไหลของอากาศเข้าสู่อาคาร
- การศึกษาพลศาสตร์และรูปแบบการไหลของอากาศเนื่องจากแรงขับเคลื่อนภายในอาคาร

ประเด็นวิจัยที่ 5: การพัฒนาและการประยุกต์ใช้เครื่องมือ (Tools) สำหรับการจำลองสมรรถนะของอาคาร (Building performance simulation)

- การรวบรวม (Compile) algorithm เกี่ยวกับปรากฏการณ์เชิงกายภาพของอาคาร
- การพัฒนาและประยุกต์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบอาคารและบ้านพักอาศัย

(2) หมวดเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเชิงอุณหภาพ

การทำความเย็นและระบายอากาศเป็นกระบวนการสร้างคุณภาพสิ่งแวดล้อมเชิงอุณหภาพ (Thermal environment) ที่สำคัญในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น เทคโนโลยีการทำความเย็นและปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ประกอบด้วยระบบทำน้ำเย็น (Chillers) ระบบจ่ายที่เป็นอากาศเย็น (Air based) หรือน้ำเย็น (chilled water) มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นระบบ Variable-Air-Volume (VAV), Variable Water Flow (VWF), Variable load chiller น้ำเย็นอุณหภูมิต่ำ (Low-temperature chilled water) ระบบ Ice storage หรือ Radiant cooling (ระบบทำความเย็นแบบ central ที่ให้น้ำเย็นไหลเวียนผ่านแผงเย็น (Cool panels หรือ Chilled beams หรือ Chilled-ceiling) เทคโนโลยีเหล่านี้ บางประเภทได้มีการใช้อย่างแพร่หลายในอาคารใหม่แล้ว แต่บางประเภทเพิ่งจะเริ่มมีการนำมาใช้ ซึ่งยังมีปัญหาในการประยุกต์ให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมท้องถิ่น จึงควรมีการวิจัยประยุกต์ที่เน้นการศึกษาแนวทางการประยุกต์นวัตกรรมต่าง ๆ ที่เหมาะสม

ประเด็นวิจัยที่ 1: การศึกษาแนวทางการประยุกต์นวัตกรรมเทคโนโลยีการทำความเย็นแบบต่าง ๆ

- Low-temperature chilled water
- Radiant cooling
- Desiccant dehumidification and cooling
- Chilled water/ice storage systems

ประเด็นวิจัยที่ 2: การศึกษาแนวทางประยุกต์ Passive cooling

- แนวทางในการประยุกต์ใช้เทคนิคของ Passive cooling วิธีต่าง ๆ กับอาคารและบ้านเรือนในภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทยที่เหมาะสม

ประเด็นวิจัยที่ 3: การศึกษาด้านภาวะความสบายเชิงอุณหภาพ (Thermal comfort)

- การสำรวจภาวะความสบายเชิงอุณหภาพของอาคารและบ้านพักอาศัยที่มีการปรับอากาศ และอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ
- การศึกษาความสามารถในการปรับตัวด้านภาวะความสบายเชิงอุณหภาพ (Adaptive thermal comfort) อันเนื่องมาจากพารามิเตอร์ด้านสภาวะแวดล้อม สังคมและฤดูกาล

(3) หมวดเทคโนโลยีการส่องสว่าง

เทคโนโลยีการส่องสว่างประกอบด้วยเทคโนโลยีหลอดไฟแบบต่าง ๆ ชุดควบคุม (บาลาสต์และระบบควบคุมการส่องสว่าง) อุปกรณ์ประกอบ (Fixtures) ตัวสะท้อนแสง (Luminaries) และการใช้แสงธรรมชาติ (Daylighting) ในส่วนที่เป็นอุปกรณ์นั้น ส่วนมากเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ที่มีจำหน่ายในตลาดอยู่แล้ว การวิจัยและพัฒนาจึงควรเน้นเรื่องการพัฒนาองค์ความรู้สำหรับการออกแบบระบบส่องสว่างโดยเฉพาะการใช้แสงธรรมชาติ

ประเด็นวิจัยที่ 1: การศึกษาการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ (Daylighting)

- ศึกษาแนวทางและวิธีการออกแบบเพื่อนำแสงธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งพัฒนาเครื่องมือจำลองด้านคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการคำนวณ

(4) หมวดเทคโนโลยีอุปกรณ์/เครื่องใช้ (Appliances)

อุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคารหลายประเภทมีการผลิตภายในประเทศ เช่น ตู้เย็นและตู้แช่ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type) และ Central package เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องซักผ้า และเตาหุงต้ม เป็นต้น ซึ่งแต่ละผลิตภัณฑ์ยังมีช่องว่างที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน แม้กระทั่งในประเทศพัฒนาแล้ว ก็ยังมีการปรับปรุงประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่องเช่นกัน ดังนั้น จึงควรวิจัยและพัฒนาสนับสนุนให้อุตสาหกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้องสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น

ประเด็นวิจัยที่ 1: การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานของตู้เย็นและตู้แช่

- การวิจัยประยุกต์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติความเป็นฉนวนของผนังของตู้เย็นและตู้แช่ เช่น การใช้ฉนวนแบบสูญญากาศรอบส่วนที่เป็นช่องแช่แข็ง การเพิ่มโฟมโพลียูรีเทนในประตู ฯลฯ
- การพัฒนาระบบละลายน้ำแข็งแบบ Adaptive defroster ที่ทำงานเมื่อมีความจำเป็นเพื่อใช้แทนระบบที่ใช้การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic defrost systems control)
- การศึกษาแนวทางการเพิ่มพื้นที่ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับ Evaporator และ Condenser

ประเด็นวิจัยที่ 2: การวิจัยประยุกต์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type)

- การประเมินเชิงเทคนิค-เศรษฐศาสตร์เพื่อสนับสนุนการยกระดับมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศให้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง
- การพัฒนานวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ เช่น การลดอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่าน Condenser การถ่ายความร้อนออกจากสารทำความเย็นก่อนเข้า Condenser
- การพัฒนาระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อปรับอุณหภูมิของห้องให้สอดคล้องกับภาระความร้อน

ประเด็นวิจัยที่ 3: การวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเตาหุงต้ม

- การประเมินเชิงเทคนิค-เศรษฐศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการยกระดับมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเตาหุงต้มให้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง
- การพัฒนานวัตกรรมในการเพิ่มประสิทธิภาพของเตา LPG ที่ใช้ในร้านอาหารและห้องครัวในโรงแรม/โรงพยาบาล ฯลฯ เช่น การใช้ Swirl flame และ Porous media ฯลฯ

(5) หมวดการผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม (CHP) และ district cooling

ตามแผนการขยายแนวท่อก๊าซธรรมชาติของปตท.จะทำให้มีอาคารควบคุมจำนวนไม่น้อยกว่า 966 แห่งในเมืองใหญ่ที่มีศักยภาพในการใช้ระบบ CHP ซึ่งจะก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานปฐมภูมิมากกว่า 100 ktoe และทดแทนการสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 500 MW_e ได้ภายในปี 2563 การใช้ระบบ CHP ในอาคารดังกล่าวจะมีการใช้ความร้อนที่ได้เพื่อขับเคลื่อนระบบทำความเย็นแบบ Absorption และในกรณีที่เป็นอาคารขนาดใหญ่มากหรือเป็นกลุ่มอาคารจะสามารถใช้ระบบ District cooling ได้ด้วย แต่ประเด็นปัญหาที่สำคัญคือระยะเวลาคืนทุน ซึ่งค่อนข้างยาวเนื่องจากจำนวนชั่วโมงการทำงานต่อปีของแต่ละอาคารมักไม่นานพอ ดังนั้น จึงควรมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อประเมินเงื่อนไขที่เหมาะสมที่จะทำให้การใช้ระบบ CHP และ District cooling มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ รวมทั้งแนวทางการ optimize การทำงานของระบบ CHP เป็นต้น ซึ่งประเด็นวิจัยที่เกี่ยวข้องได้กล่าวไว้แล้วในแผนงานวิจัยด้าน CHP ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง (หัวข้อ 7.14)

(6) หมวดระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงานในอาคาร

ปัจจุบัน ระบบควบคุมและการจัดการใช้พลังงานในอาคารมีการใช้แล้วในเชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะการใช้ระบบ building automation system (BAS) ในอาคารที่สร้างใหม่ แต่ด้วยความก้าวหน้าในด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบ (Monitoring) การใช้พลังงานด้านเทคโนโลยีตัวหยั่งสัญญาณ (Sensors) และเทคโนโลยีสื่อสารและสารสนเทศ (ICT) รวมทั้งอุปกรณ์/เครื่องใช้ในอาคารสมัยใหม่ที่เปิดโอกาสให้มีการเชื่อมต่อกับระบบต่าง ๆ ดังกล่าวจึงทำให้มีการพัฒนาระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่อุปสรรคหลักคือการขาดข้อมูลและความตระหนักถึงศักยภาพและผลประโยชน์ของระบบดังกล่าว โดยเฉพาะผู้ใช้รายใหญ่ และที่สำคัญคือองค์ความรู้ของที่ปรึกษาระบบอาคารในประเทศ ในการบูรณาการเทคโนโลยีต่าง ๆ และบุคลากรที่มีความสามารถในการซ่อม การบำรุงรักษายังมีน้อย จึงควรสนับสนุนให้มีการวิจัยและพัฒนาเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ เพื่อลดต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ โดยมีประเด็นวิจัยที่สำคัญดังนี้

ประเด็นวิจัยที่ 1: พัฒนาขั้นตอนและซอฟต์แวร์สนับสนุนการจัดการพลังงานในอาคารให้มีประสิทธิภาพ

- การศึกษาประเภทกิจกรรมและความต้องการเชิงคุณภาพที่เกี่ยวข้อง (Study on types of activities and associated quality requirements)
- การพัฒนาระเบียบวิธีและเครื่องมือทางซอฟต์แวร์

ประเด็นวิจัยที่ 2: การทดลองเชิงพัฒนาการประยุกต์ใช้ระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงาน

- การปรับปรุงระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงานสำหรับตัวอย่างอาคารประเภทต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้ว (Retrofit) โดยเฉพาะของรัฐ เพื่อเป็นต้นแบบในการขยายผล

(7) หมวดการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการบริหารงานการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารและบ้านพักอาศัย

ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานและการใช้อาคารอย่างมีประสิทธิภาพที่สำคัญคือ การขาดกฎระเบียบ (Regulatory framework) ที่สำคัญ เช่น ข้อกำหนดด้านพลังงานของอาคาร (Building energy code) การขาดข้อมูล ความตระหนัก และองค์ความรู้ของผู้ออกแบบอาคาร รวมทั้งกลไกตลาดที่เอื้ออำนวย เป็นต้น ดังนั้น จึงควรสนับสนุนการ

วิจัยที่จะนำไปสู่การขจัดอุปสรรคดังกล่าว และสนับสนุนการบริหารงาน การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้โอกาสสัมฤทธิ์ผลมากขึ้น

ประเด็นวิจัยที่ 1: การพัฒนาและใช้ Building energy code

- การพัฒนาตัวชี้วัดของสมรรถนะเชิงอุณหภาพของอาคาร (Building thermal performance) และประสิทธิภาพของทุกระบบในอาคาร
- การทดลองประยุกต์ใช้ตัวชี้วัดสมรรถนะเชิงอุณหภาพของอาคารและประสิทธิภาพของทุกระบบในอาคาร

ประเด็นวิจัยที่ 2: การพัฒนาระบบติดฉลากพลังงานสำหรับอาคารและบ้านพักอาศัย เพื่อสร้างความจูงใจแก่เจ้าของและผู้ใช้อาคารและบ้านพักอาศัย

- การพัฒนาตัวชี้วัดสำหรับสมรรถนะเชิงพลังงานของระบบย่อยและของทั้งอาคาร
- การทดลองประยุกต์ใช้ตัวชี้วัดภาวะความสบายเชิงอุณหภาพและเชิงสายตา (Thermal and visual comfort) และความเป็นมิตรเชิงสิ่งแวดล้อม

7.12.3.2 Roadmap การวิจัยและพัฒนาทางด้านประสิทธิภาพพลังงานในภาคอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย

หมวดวิจัยที่ 1 : เทคโนโลยีกรอบอาคาร		**54.3 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: วิจัยและพัฒนาวัสดุเปลือกอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร **วัตถุประสงค์ :** เพื่อได้คุณลักษณะของวัสดุผนังอาคารและกระจกหน้าต่างที่มีประสิทธิภาพเชิงอุณหภาพที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ		8.8 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การพัฒนาฉนวนจากวัสดุที่หาได้ในประเทศที่เหมาะสมสำหรับอาคารในภูมิอากาศร้อนชื้น		3.8
■ การพัฒนาหน้าต่างและกระจกให้เหมาะสมกับภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย		5
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การศึกษาผลกระทบของมวลเชิงอุณหภาพ (Thermal mass) ของอาคารต่อการใช้พลังงาน **จุดประสงค์ที่ :** เพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบของ Thermal mass ของอาคารที่มีต่อการใช้พลังงานในอาคารที่มีและไม่มีการปรับอากาศ		13 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การศึกษาผลกระทบของมวลเชิงอุณหภาพต่อการปรับอากาศในอาคาร		3
■ การศึกษาผลกระทบของมวลเชิงอุณหภาพต่ออาคารที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติ(natural ventilation)		10

ประเด็นวิจัยที่ 3 : การพัฒนาขั้นตอนมาตรฐานในการทดสอบ (Standard testing procedures) คุณสมบัติเชิงอุณหภาพของวัสดุอาคารและการประกอบ **จุดประสงค์** : เพื่อพัฒนาขั้นตอนมาตรฐานในการทดสอบคุณสมบัติเชิงอุณหภาพของวัสดุอาคารชนิดต่าง ๆ สำหรับประเทศไทย โดยเฉพาะแทนการอ้างอิงมาตรฐานอื่น ๆ เช่น ASTM			5.5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**		**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5** **10**	
■ การพัฒนาขั้นตอนมาตรฐานในการทดสอบคุณสมบัติเชิงอุณหภาพของวัสดุอาคาร			3.5
■ การดำเนินการ (Adoption) เพื่อใช้ตัวชี้วัด (Indicators) สำหรับคุณสมบัติเชิงอุณหภาพของวัสดุอาคาร			2
ประเด็นวิจัยที่ 4 : การศึกษาการไหลของอากาศภายในและรอบนอกอาคาร (Air flow in and around buildings) **จุดประสงค์ :** เพื่อพัฒนาระเบียบวิธีในการประเมินปริมาณการไหลของอากาศเข้าสู่อาคารโดยวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ทางเลือกใหม่ในการออกแบบอาคารที่ใช้พลังงานต่ำ			10.0 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**		**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5** **10**	
■ การศึกษาสภาวะของอากาศภายใต้สิ่งแวดล้อม Micro-climate (เช่น ต้นไม้และสระน้ำ) และการศึกษาการไหลของอากาศเข้าสู่อาคาร			6.5
■ การศึกษาพลศาสตร์และรูปแบบการไหลของอากาศเนื่องจากแรงขับเคลื่อนภายในอาคาร			3.5
ประเด็นวิจัยที่ 5 : การพัฒนาและการประยุกต์ใช้เครื่องมือ (Tools) สำหรับการจำลองสมรรถนะของอาคาร (building performance simulation) **จุดประสงค์** : เพื่อพัฒนาเครื่องมือจำลองสมรรถนะด้านพลังงานของอาคารที่สภาวะภูมิอากาศของไทยเป็นฐานคำนวณ			17 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**		**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5** **10**	
■ การรวบรวม (Compile) algorithm เกี่ยวกับปรากฏการณ์เชิงกายภาพของอาคาร			7
■ การพัฒนาและประยุกต์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบอาคารและบ้านพักอาศัย			10

หมวดวิจัยที่ 2 : เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเชิงอุณหภาพ (Thermal environment)		**55 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การศึกษาแนวทางการประยุกต์นวัตกรรมเทคโนโลยีการทำความเย็นแบบต่าง ๆ **วัตถุประสงค์ :** เพื่อศึกษาความเป็นไปได้และแนวทางที่เหมาะสมในการนำนวัตกรรมทางเทคโนโลยีด้านการทำความเย็นมาประยุกต์ให้กิดการเพิ่มประสิทธิภาพและ/หรือการลดค่าใช้จ่ายพลังงานในอาคาร		27 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ Low-temperature chilled water		3
■ Radiant cooling		6
■ Desiccant dehumidification and cooling		15
■ Chilled water/ice storage systems		3
ประเด็นวิจัยที่ 2: การศึกษาแนวทางประยุกต์ Passive cooling **จุดประสงค์ :** เพื่อพัฒนาแนวทางการใช้เทคโนโลยี Passive cooling ที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของไทย		15 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ แนวทางในการประยุกต์ใช้เทคนิคของ Passive cooling วิธีต่าง ๆ กับอาคารและบ้านเรือนในภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทยที่เหมาะสม		15

ประเด็นวิจัยที่ 3: การศึกษาด้านภาวะความสบายเชิงอุณหภาพ (Thermal comfort) ในอาคารและบ้านพักอาศัย **จุดประสงค์** : เพื่อให้ได้เกณฑ์การกำหนดภาวะความสบายเชิงอุณหภาพ (อุณหภูมิและความชื้น) ที่เหมาะสมสำหรับสภาวะภูมิอากาศและวิถีชีวิตของไทยและเป็นการประหยัดพลังงาน		13 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การสำรวจภาวะความสบายเชิงอุณหภาพของอาคารและบ้านพักอาศัยที่มีการปรับอากาศ และอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ		6.5
■ การศึกษาความสามารถในการปรับตัวด้านภาวะความสบายเชิงอุณหภาพ (Adaptive thermal comfort) อันเนื่องมาจากพารามิเตอร์ด้านสภาวะแวดล้อม สังคมและฤดูกาล		6.5

หมวดวิจัยที่ 3 : เทคโนโลยีการส่องสว่าง		**8.5 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การศึกษาการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ (Daylighting) **วัตถุประสงค์ :** เพื่อพัฒนาองค์ความรู้และเครื่องมือการจำลองและออกแบบการใช้แสงธรรมชาติให้เป็นประโยชน์		8.5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ ศึกษาแนวทางและวิธีการออกแบบเพื่อนำแสงธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งพัฒนาเครื่องมือจำลองด้านคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการคำนวณ		8.5

หมวดวิจัยที่ 4 : หมวดเทคโนโลยีอุปกรณ์/เครื่องใช้ (Appliances)		**41 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานของตู้เย็นและตู้แช่ **วัตถุประสงค์ :** เพื่อยกระดับมาตรฐานด้านประสิทธิภาพพลังงานของตู้เย็นและตู้แช่ที่ผลิตภายในประเทศ		16 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การวิจัยประยุกต์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติความเป็นฉนวนของผนังของตู้เย็นและตู้แช่ เช่น การใช้ฉนวนแบบสูญญากาศรอบส่วนที่เป็นช่องแช่แข็ง การเพิ่มโฟมโพลียูรีเทนในประตู ฯลฯ		10
■ การพัฒนาระบบละลายน้ำแข็งแบบ Adaptive defroster ที่ทำงานเมื่อมีความจำเป็นเพื่อใช้แทนระบบที่ใช้การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic defrost systems control)		3
■ การศึกษาแนวทางการเพิ่มพื้นที่ของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับ Evaporator และ condenser		3
ประเด็นวิจัยที่ 2: การวิจัยประยุกต์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split type) และแบบ central packaged **จุดประสงค์ :** เพื่อยกระดับมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศที่ผลิตภายในประเทศ		15 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การประเมินเชิงเทคนิค-เศรษฐศาสตร์เพื่อสนับสนุนการยกระดับมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศให้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง		2
■ การพัฒนานวัตกรรมเพื่อเติมประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ เช่น การลดอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่าน Condenser, การถ่ายความร้อนออกจากสารทำความเย็นก่อนเข้า Condenser		10
■ การพัฒนาระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อปรับอุณหภูมิของห้องให้สอดคล้องกับภาระความร้อน		3

ประเด็นวิจัยที่ 3: การวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเตาหุงต้ม **จุดประสงค์** : เพื่อยกระดับมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเตาหุงต้มทั้งที่ใช้ในครัวเรือนและในเชิงพาณิชย์				10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การประเมินเชิงเทคนิค-เศรษฐศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการยกระดับมาตฐานประสิทธิภาพพลังงานของเตาหุงต้มให้สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง				5
■ การพัฒนานวัตกรรมในการเพิ่มประสิทธิภาพของเตา LPG ที่ใช้ในร้านอาหารและห้องครัวในโรงแรม/โรงพยาบาล ฯลฯ เช่น การใช้ Swirl flame และ Porous media ฯลฯ				5

หมวดวิจัยที่ 5 : การผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม (CHP) และ District cooling (ดูหัวข้อ 7.14)				
หมวดวิจัยที่ 6 : ระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงานในอาคาร				**20 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: พัฒนาขั้นตอนและซอฟต์แวร์สนับสนุนการจัดการพลังงานในอาคารให้มีประสิทธิภาพ **วัตถุประสงค์ :** เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาและประยุกต์ระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ				10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การศึกษาประเภทกิจกรรมและความต้องการเชิงคุณภาพที่เกี่ยวข้อง (Study on types of activities and associated quality requirements)				3
■ การพัฒนาระเบียบวิธีและเครื่องมือทางซอฟต์แวร์				7
ประเด็นวิจัยที่ 2: การทดลองเชิงพัฒนาการประยุกต์ใช้ระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงาน **จุดประสงค์ :** เพื่อพัฒนาแบบอย่างที่ดีในการประยุกต์ใช้ระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงานสำหรับอาคารที่ใช้งานอยู่แล้ว				10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การปรับปรุงระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงานสำหรับตัวอย่างอาคารประเภทต่างๆ ที่มีอยู่แล้ว (Retrofit) โดยเฉพาะของรัฐ เพื่อเป็นต้นแบบในการขยายผล				10

หมวดวิจัยที่ 7 : การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการบริหารงานการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารและบ้านพักอาศัย				**19 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การพัฒนาและใช้ Building energy code **วัตถุประสงค์ :** เพื่อปรับปรุงเกณฑ์ต่าง ๆ ของ Building energy code ให้ทันสมัยอยู่เสมอและเหมาะสำหรับการนำไปปฏิบัติ				12 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การพัฒนาตัวชี้วัดของสมรรถนะเชิงอุณหภาพของอาคาร (Building thermal performance) และประสิทธิภาพของทุกระบบในอาคาร	▨			6
■ การทดลองประยุกต์ใช้ตัวชี้วัดสมรรถนะเชิงอุณหภาพของอาคารและประสิทธิภาพของทุกระบบในอาคาร		▨		6
ประเด็นวิจัยที่ 2: การพัฒนาระบบติดฉลากพลังงานสำหรับอาคารและบ้านพักอาศัย เพื่อสร้างความจูงใจแก่เจ้าของและผู้ใช้อาคารและบ้านพักอาศัย **จุดประสงค์ :** เพื่อพัฒนาเกณฑ์และตัวชี้วัดสำหรับการติดฉลากสมรรถนะเชิงพลังงานของอาคารในระยะแรกและของบ้านพักอาศัยในระยะต่อไป				7 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การพัฒนาตัวชี้วัดสำหรับสมรรถนะเชิงพลังงานของระบบย่อยและของทั้งอาคาร	▨			3.5
■ การทดลองประยุกต์ใช้ตัวชี้วัดภาวะความสบายเชิงอุณหภาพและเชิงสายตา (Thermal and visual comfort) และความเป็นมิตรเชิงสิ่งแวดล้อม		▨		3.5

7.13 แผนงานวิจัยด้านการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม

7.13.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.13.1.1 ศักยภาพ

รายงาน “Energy Technology Persective 2006: Scenarios & Strategies to 2050” ของ IEA ระบุว่า “Energy intensity ของกระบวนการในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่สูงกว่าค่าต่ำสุดที่เป็นไปได้ในทางทฤษฎีตามกฎพื้นฐานทาง Thermodynamics ถึง 50% เป็นอย่างน้อย” นอกจากนี้ เทคโนโลยีสำหรับเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเกือบทุกสาขา (Cross-cutting technology) เช่น ระบบมอเตอร์และระบบไอน้ำมีศักยภาพที่จะประหยัดพลังงานได้ถึง 15-30% โดยที่ระยะเวลาคืนทุนอาจแค่ 2 ปี และในกรณีที่ดีที่สุด ปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้อาจสูงถึง 30-50% ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่า แม้กระทั่งในกลุ่มประเทศ OECD ก็ยังมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานได้อีกมาก

ในกรณีของประเทศไทย อุตสาหกรรม 6 กลุ่มหลักที่ใช้พลังงานมากมีค่า Energy intensity ที่สูงกว่าของแคนาดา 1.4-3.6 เท่า (ยกเว้นอุตสาหกรรมกระดาษที่ต่ำกว่า 4 เท่า) และจากการประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานโดยใช้ LEAP พบว่า หากมีการใช้อุปกรณ์หลัก (เช่น มอเตอร์ หม้อน้ำ เครื่องอัดอากาศ และ Chiller) ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จะสามารถประหยัดพลังงานได้ประมาณ 1.76% และ 3.46% ภายในปี 2554 และ 2559 ตามลำดับ หรือคิดเป็นปริมาณพลังงานได้ 1,505 ktoe และ 3,880 ktoe ทั้งนี้ ศักยภาพการประหยัดพลังงานของอุปกร์หลักแต่ละประเภทแสดงดังตารางที่ 7.13-1

ตารางที่ 7.13-1 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในอุปกรณ์หลักที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไปในปี 2554

ประเภทอุปกรณ์	ศักยภาพการประหยัดพลังงาน (ktoe)	
	(ktoe)	(ร้อยละ)
1. มอเตอร์	104	0.34
2. คอมเพรสเซอร์	99	0.32
3. หม้อไอน้ำ	1,195	3.89
4. Chiller	37	0.12
5. ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	6	0.02
6. อุปกรณ์ทำความร้อน	10	0.03
7. อื่น ๆ	54	0.18

นอกจากนี้ จากการประเมินอย่างคร่าว ๆ อุตสาหกรรมหลักแต่ละประเภทยังมีศักยภาพที่จะประหยัดพลังงานได้ดังแสดงในตารางที่ 7.13-2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมหลัก 3 ประเภทที่ใช้พลังงานมากที่สุด ได้แก่ อโลหะ เคมี และอาหาร/เครื่องดื่ม มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานสูงสุด

ตารางที่ 7.13-2 ปริมาณการใช้และศักยภาพการประหยัดพลังงานในสาขาอุตสาหกรรมหลัก

Sector	Consumption of primary energy in 2004, ktoe						Potential
	Coal	Oil	Gas	Electricity	Biomass	All	Saving (%)
Non-metallic minerals	4,303	289	1,168	538	257	6,555	13.5
Food/Beverages	30	956	142	753	3,931	5,812	23.6
Chemical	786	525	565	744	109	2,729	13.5
Metal products	-	176	434	918	-	1,528	8.0
Basic metal	317	388	-	506	-	1,211	5.0
Textile	62	394	5	653	-	1,114	7.5
Pulp/paper	407	222	-	163	-	792	5.9
Wood/furniture	-	51	-	121	10	182	4.7
Others	13	1,400	-	41	-	1,454	5.0
All sector	**5,918**	**4,401**	**2,314**	**4,437**	**4,307**	**21,377**	**14 .1**

7.13.1.2 นโยบาย

ตั้งแต่มีการตรา พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งทำให้มีประกาศกฎกระทรวงว่าด้วยโรงงานควบคุมตั้งแต่ปี พ.ศ.2535 (?) รัฐบาลได้มีการส่งเสริมให้มีการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมมาโดยตลอด และในปี พ.ศ. 2546 รัฐบาลยังได้กำหนดเป้าหมายการลด Energy elasticity ในภาพรวมของประเทศจาก 1.4 : 1 เป็น 1 : 1 แต่ยังไม่ได้กำหนดเป้าหมายสำหรับภาคอุตสาหกรรมเป็นการเฉพาะ เพียงแต่ได้ดำเนินมาตรการจูงใจ เช่น การลดหย่อนภาษี (?) การให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ และการดำเนินโครงการ “การประหยัดพลังงานแบบมีส่วนร่วม” เป็นต้น อย่างไรก็ตาม รัฐบาลชุดปัจจุบันได้กำหนดให้การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานเป็นนโยบายที่สำคัญประการหนึ่งของประเทศ

7.13.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์
อุตสาหกรรมของประเทศไทยจะมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในปี 2554 จะสามารถประหยัดพลังงานได้อย่างน้อย 1.76 % ของพลังงานสุดท้ายทั้งหมดที่จะใช้ในปีนั้น หรือประมาณ 1,505 ktoe

7.13.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย

7.13.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

การใช้พลังงานในกระบวนการอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 2 กรณีหลักคือ

(1) การใช้พลังงานเป็น Utility-oriented ในอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าและความร้อนทั่วไป เช่น มอเตอร์ พัดลม คอมเพรสเซอร์ หัวพ่นไฟ (Burner) หม้อไอน้ำ และเครื่องทำความเย็น (Chillers) เป็นต้น ซึ่งมักมีการใช้ในอุตสาหกรรมแทบทุกประเภท (Cross-cutting technology) และ

(2) การใช้พลังงานที่เป็น Process oriented ซึ่งขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีการผลิตของอุตสาหกรรมแต่ละประเภทโดยเฉพาะ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมไทยยังต้องพึ่งพาการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเป็นหลัก โดยเฉพาะกรณีที่ (2) นั้นมักนำเข้าทั้งกระบวนการแบบ Turn-key ทำให้ขาดขีดความสามารถทางด้านวิศวกรรมภายในประเทศที่จะพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทั้งนี้ อาจมีข้อยกเว้นอยู่บ้างในบางสาขา เช่น อุตสาหกรรมแป้งและน้ำตาล และอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารที่ยังพอมีงานวิศวกรรมภายในประเทศอยู่บ้าง (โดยเฉพาะการออกแบบและสร้างระบบทำความเย็นและส่วนประกอบอื่น ๆ) โอกาสการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานจึงอยู่ที่การเสริมสร้างขีดความสามารถของผู้ดำเนินงานวิศวกรรมภายในประเทศดังกล่าวด้วยการวิจัยและพัฒนา และการช่วยให้การปฏิบัติการ (Operation) ของกระบวนการต่าง ๆ มีประสิทธิภาพสูงขึ้นด้วยการวิจัยประยุกต์ในด้าน Industrial process control การใช้ความร้อนทิ้ง (Waste heat recovery) ให้เป็นประโยชน์รวมทั้งการทำ Benchmarking ของอุตสาหกรรมแต่ละประเภท เป็นต้น

ส่วนในกรณีแรก (Utility oriented) นั้น ระบบ/อุปกร์ขนาดใหญ่ มักต้องมีการนำเข้าและบางประเภทก็ขาดขีดความสามารถภายในประเทศโดยสิ้นเชิง เช่น Compressors และ Chillers ดังนั้นโอกาสการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่การวิจัยและพัฒนาจะช่วยได้คือ

(1) การวิจัยประยุกต์ที่บูรณาการอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าและความร้อนในระบบ เช่น ระบบมอเตอร์ (Motor systems) ที่รวมการควบคุมมอเตอร์กับอุปกรณ์ที่ถูกขับเคลื่อนไว้ด้วยและระบบไอน้ำ (Steam system) ที่รวมการควบคุมหม้อไอน้ำกับอุปกรณ์ใช้ไอน้ำต่าง ๆ ไว้ด้วย เป็นต้น

(2) การวิจัยประยุกต์ที่จะช่วยให้ผู้ผลิตอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าและความร้อนในประเทศสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ เช่น มอเตอร์ ปั๊มน้ำ พัดลม และหม้อไอน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยเฉพาะให้มีประสิทธิภาพที่สูงกว่ามาตรฐานขั้นต่ำ (Minimum Energy Performance Standards หรือ MEPS) ที่ทางราชการจะกำหนดขึ้นในอนาคต

(3) การศึกษาเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิง (Fuel switching) และการใช้ระบบ Combined Heat and Power (CHP) หรือ cogeneration เพื่อการประหยัดพลังงานและลดมลพิษ ซึ่งเป็นแนวโน้มที่สำคัญในการรองรับภาวะราคาน้ำมันที่สูงขึ้น

7.13.2.2 กลยุทธ์

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนามีโอกาสเกื้อหนุนการบรรลุเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ได้มากขึ้น จึงกำหนดกลยุทธ์หลักในการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

(1) ส่งเสริมการวิจัยประยุกต์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์/เครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้าและความร้อน (Utility oriented) ที่ผลิตภายในประเทศและมีการใช้อย่างแพร่หลาย เช่น มอเตอร์ พัดลม ปั๊มน้ำ และหม้อไอน้ำ เป็นต้น

(2) ส่งเสริมการวิจัยประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบที่บูรณาการอุปกรณ์/เครื่องจักรที่ใช้ไฟฟ้าและความร้อน (Utility oriented) กับอุปกรณ์อื่น ๆ ในกระบวนการผลิตในรูปของกรณีศึกษาในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น ระบบมอเตอร์ (Motor systems) และระบบไอน้ำ (Steam systems) เป็นต้น

(3) ส่งเสริมการวิจัยประยุกต์ที่จะทำให้การเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงเพื่อผลิตความร้อนและ/หรือไฟฟ้า (Fuel switching และ cogeneration หรือ CHP) เกิดผลประหยัดพลังงานสูงสุด

(4) ส่งเสริมพื้นฐานและการวิจัยประยุกต์ที่จะทำให้การปฏิบัติ (Operation) ของกระบวนการผลิตประเภท Process oriented มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงขึ้น เช่น การวิจัยด้าน Industrial process control ด้านการใช้ประโยชน์จากความร้อนทิ้ง (Waste heat utilization) และการลดใช้วัสดุและการนำวัสดุ

กลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น สำหรับอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะอุตสาหกรรม 3 ประเภทหลักที่ใช้พลังงานสูงสุดและมีศักยภาพการประหยัดพลังงานสูง ได้แก่ อุตสาหกรรมอโลหะ (แก้ว กระดาษ) อาหาร/เครื่องดื่ม และเคมี

(5) ส่งเสริมทั้งการวิจัยประยุกต์และวิจัยพื้นฐานที่จะนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเทคโนโลยีกระบวนการ (Process technology) บางประเภทที่มีการออกแบบ และ/หรือ ผลิตภายในประเทศ เช่น กระบวนการผลิตแป้งและน้ำตาล และอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร เป็นต้น

(6) ส่งเสริมการวิจัยที่จะเกื้อหนุนการกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำ (MEPS) และการติดฉลากประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและความร้อนเพื่อกระตุ้นให้มีการผลิตและใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

(7) ส่งเสริมการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอุตสาหกรรม

7.13.3 แผนการวิจัยและพัฒนา

แผนงานวิจัยและพัฒนาที่เสนอประกอบด้วย 8 หมวดหลัก ซึ่งต้องการงบประมาณสนับสนุนการวิจัยทั้งสิ้นประมาณ 216 ล้านบาท ใน 10 ปีข้างหน้าดังนี้

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณ	
	ล้านบาท
<u>เทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรมทั่วไป (Cross - cutting technologies)</u>	
หมวดที่ 1: เทคโนโลยีระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้ามอเตอร์ (Motor driven systems)	48
หมวดที่ 2: เทคโนโลยีระบบไอน้ำ (Steam systems)	38
หมวดที่ 3: เทคโนโลยีระบบผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม (Cogeneration หรือ CHP)	22
<u>เทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรมเฉพาะสาขา (Process specific technology)</u>	
หมวดที่ 4: เทคโนโลยีระบบทำความเย็น (Process cooling and refrigeration)	33
หมวดที่ 5: การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ (Waste heat recovery)	23
หมวดที่ 6: การปรับปรุงประสิทธิภาพการให้ความร้อน / ถ่ายเทความร้อน (Process heating / heat transfer)	11
หมวดที่ 7: เทคโนโลยีการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ (Materials recycling)	13
<u>การวิจัยเชิงนโยบาย</u>	
หมวดที่ 8: การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพใช้พลังงานในอุตสาหกรรม	28

7.13.3.1 ประเด็นวิจัยที่จำเป็น

(1) หมวดเทคโนโลยีระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor driven systems)

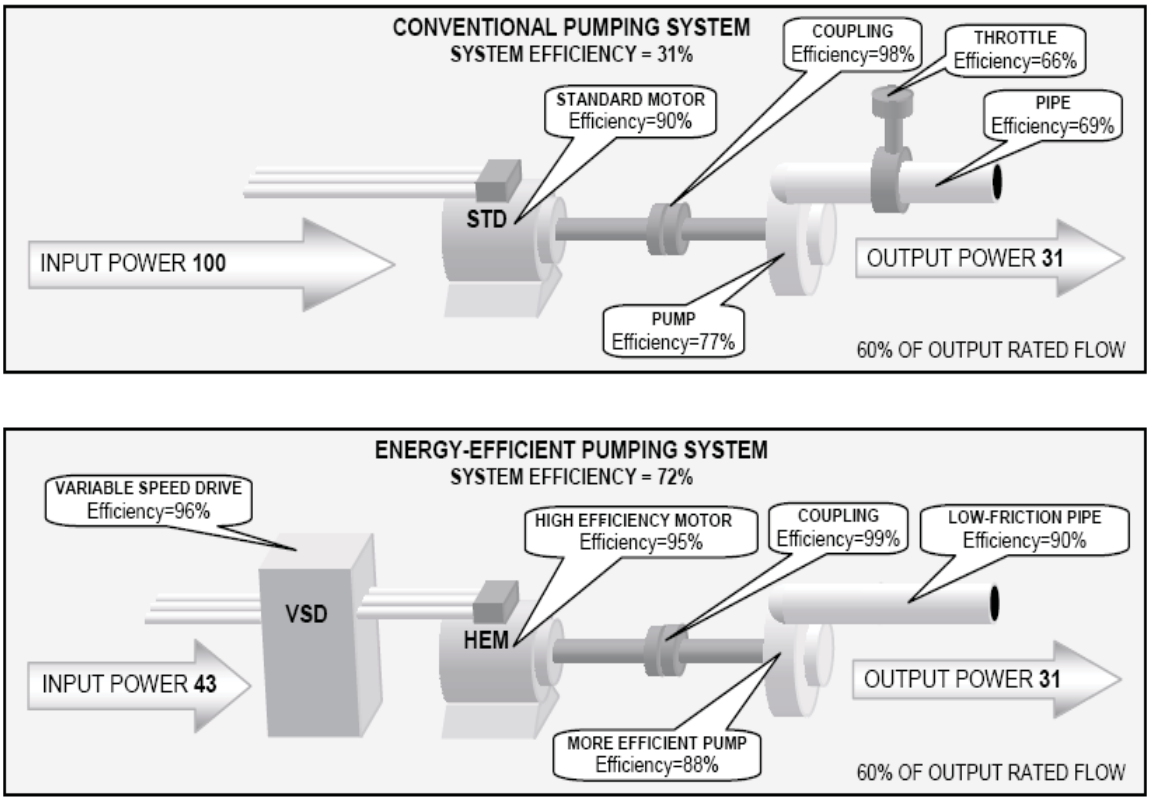
ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์เป็นระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในอุตสาหกรรม (ประมาณ 60-75%) ระบบดังกล่าวประกอบด้วยตัวมอเตอร์และอุปกรณ์อื่นที่ถูกขับเคลื่อน เช่น คอมเพรสเซอร์ ปั๊ม หรือพัดลม ระบบเหล่านี้อาจแบ่งได้เป็น 5 ส่วน ได้แก่ ตัวควบคุมการขับเคลื่อน (Speed drive) มอเตอร์ ระบบส่งกำลัง (Transmission) และอุปกรณ์ที่ถูกขับเคลื่อน (เช่น ปั๊ม พัดลม สายพาน คอมเพรสเซอร์ ฯลฯ) ระบบท่อลำเลียง และอุปกรณ์ใช้งาน (End use) (เช่น เครื่องมือ เครื่องจักร เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เป็นต้น) การวิเคราะห์และ Optimize ระบบมอเตอร์ทั้งระบบก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานได้มากมาย หรืออย่างน้อย 15-20%

แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของระบบมอเตอร์แบ่งได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

- การปรับปรุงประสิทธิภาพของตัวมอเตอร์

- การปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปการ์ที่ถูกขับเคลื่อน เช่น ปั๊มและคอมเพรสเซอร์
- การปรับปรุงระบบควบคุม

ทั้งนี้การปรับปรุงประสิทธิภาพในส่วนต่าง ๆ จะส่งผลให้ประสิทธิภาพทั้งระบบดีขึ้นเป็นทวีคูณ (Synergistic effect) ดังรูปที่ 7.13-1



Note: VSD: Variable Speed Driven, HEM: High Efficiency Motor

ที่มา: European Copper Institute

รูปที่ 7.13-1 ผลกระทบของการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบปั๊มน้ำในส่วนต่าง ๆ ต่อประสิทธิภาพโดยรวม

โดยเหตุที่อุตสาหกรรมไทยมีการใช้มอเตอร์และอุปกรณ์ที่ถูกขับเคลื่อนทั้งที่ผลิตภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ จึงควรมีการวิจัยประยุกต์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ผลิตภายในประเทศและการวิจัยประยุกต์ใช้ระบบมอเตอร์อย่างมีประสิทธิภาพ ดังประเด็นวิจัยต่อไปนี้

ประเด็นวิจัยที่ 1: การปรับปรุงประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ผลิตภายในประเทศ โดยมีหัวข้อวิจัยที่สำคัญ ดังนี้

- การศึกษาเพื่อจัดทำระบบ Benchmarking และกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำของมอเตอร์ที่จำหน่ายในประเทศ (MEPS) โดยสำรวจ วิเคราะห์ และจัดทำฐานข้อมูลประสิทธิภาพเชิงพลังงานของมอเตอร์ที่ใช้ในประเทศ
- หัวข้อวิจัยที่จะช่วยให้ผู้ผลิตมอเตอร์ในประเทศส่วนใหญ่สามารถผลิตมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงกว่ามาตรฐานขั้นต่ำที่จะกำหนดขึ้น
- การพัฒนาเพื่อให้ผู้ผลิตมอเตอร์ในประเทศสามารถผลิตมอเตอร์แบบใหม่ (New motors) ที่มีศักยภาพการประหยัดพลังงานและศักยภาพเชิงตลาดสูง เช่น Switched reluctance drives
- การทดลองเชิงพัฒนา (Experimental development) เพื่อศึกษาความเหมาะสมและศักยภาพการประหยัดพลังงานที่แท้จริงของเทคโนโลยีการควบคุมใหม่ ๆ ที่สำคัญ เช่น การใช้ Magnetically coupled adjustable speed drives (MC-ASDs) เป็นต้น
- การปรับปรุงประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของเทคโนโลยี/อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ และระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่ผลิตขึ้นเองภายในประเทศ เช่น ชุดอินเวอร์เตอร์ เป็นต้น

ประเด็นวิจัยที่ 2: การปรับปรุงประสิทธิภาพของพัดลมอุตสาหกรรมที่ผลิตภายในประเทศ มีหัวข้อวิจัยที่สำคัญดังนี้

- การศึกษาเพื่อจัดทำระบบ Benchmarking และกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ (MEPS) สำหรับพัดลมที่จำหน่ายในประเทศ
- การพัฒนาและ/หรือการประยุกต์โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อออกแบบพัดลมอุตสาหกรรม
- การพัฒนาการผลิตพัดลมอุตสาหกรรมที่ผลิตในประเทศให้มีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น

ประเด็นวิจัยที่ 3: การปรับปรุงประสิทธิภาพของปั๊มน้ำอุตสาหกรรมที่ผลิตภายในประเทศ มีหัวข้อวิจัยที่สำคัญดังนี้

- การศึกษาเพื่อจัดทำระบบ Benchmarking และการกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ (MEPS) สำหรับปั๊มน้ำที่จำหน่ายในประเทศ
- การพัฒนาและ/หรือการประยุกต์โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อออกแบบปั๊มน้ำอุตสาหกรรม
- การพัฒนาการผลิตปั๊มน้ำอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น

ประเด็นวิจัยที่ 4: การ Optimize การออกแบบระบบ (System design optimization)

- การพัฒนาและประยุกต์ใช้เครื่องมือจัดการระบบมอเตอร์ (Motor system management tools) สำหรับการใช้งานเฉพาะด้าน เช่น ระบบที่ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์และระบบที่ประกอบด้วยปั๊มน้ำ เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานงานของระบบโดยให้อุปทาน (Supply) สอดคล้องกับอุปสงค์ (System requirements)
- การพัฒนาระบบควบคุมสำหรับระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่บูรณาการอุปกรณ์/ส่วนประกอบต่าง ๆ ให้มีความสัมพันธ์กันเพื่อลดการใช้พลังงานให้น้อยที่สุด และให้ทำงานอย่างราบรื่น (Evenly distribute wear and tear) เช่น การควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์หลาย ๆ เครื่องพร้อมกันโดยที่แต่ละเครื่องมีการสื่อสารซึ่งกันและกัน และการหยั่งสัญญาณคุณภาพอากาศเพื่อป้อนข้อมูลกลับที่ระบบควบคุมมอเตอร์ เป็นต้น

(2) หมวดเทคโนโลยีระบบไอน้ำ (Steam systems)

การใช้พลังงานในรูปความร้อนอุณหภูมิต่ำคิดเป็นสัดส่วนที่สูงมากของพลังงานที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั้งหมด ความร้อนดังกล่าวได้มาจากระบบไอน้ำซึ่งประกอบด้วยหม้อไอน้ำ (Boiler) และอุปกรณ์ประกอบ ระบบท่อลำเลียง และอุปกรณ์ใช้ไอน้ำ การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานของระบบไอน้ำนั้นมีมาตรการมากมายและส่วนใหญ่ได้มีการปฏิบัติในประเทศที่พัฒนาแล้ว ส่วนในประเทศกำลังพัฒนาก็มีการปฏิบัติอยู่ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม การพัฒนานวัตกรรมเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำก็ยังมีอยู่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งในปัจจุบันหม้อไอน้ำคุณภาพดีอาจมีประสิทธิภาพสูงถึง 85% ขณะที่ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำในประเทศจีน (ซึ่งเป็นประเทศที่มีการผลิตหม้อไอน้ำเองเป็นจำนวนมาก) ยังอยู่ที่ประมาณ 65% สำหรับในประเทศไทย หม้อไอน้ำขนาดกลางและใหญ่ส่วนมากต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศ แต่หม้อไอน้ำขนาดเล็กถึงกลาง (พิกัดไม่เกิน 20 ตันไอน้ำ/ชม.) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบท่อไฟ (Firetube) มีทั้งการนำเข้าและการผลิตเองภายในประเทศ หากมีการกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำและการสนับสนุนด้านการวิจัยและพัฒนาก็จะช่วยกระตุ้นให้ผู้ผลิตหม้อไอน้ำภายในประเทศมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้น ประเด็นการวิจัยและพัฒนาจึงควรเน้นการวิจัยประยุกต์ที่จะนำไปสู่การออกแบบและผลิตหม้อไอน้ำภายในประเทศที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ประเด็นวิจัยที่ 1: การปรับปรุงประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำที่ผลิตในประเทศ

- การศึกษาเพื่อการจัดทำระบบ Benchmarking และการกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของหม้อไอน้ำที่จำหน่ายในประเทศ โดยการสำรวจและวิเคราะห์และจัดทำฐานข้อมูลด้านประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำขนาดต่าง ๆ ที่ใช้ในประเทศ
- การวิจัยประยุกต์เพื่อสร้างองค์ความรู้ภายในประเทศในการออกแบบและสร้างหม้อไอน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะขนาดที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย (เช่น พัฒนาระเบียบวิธีและซอฟแวร์การออกแบบเฉพาะส่วนหรือทั้งระบบ ตลอดจนการประเมินเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของต้นแบบที่สร้างขึ้น) หรือแม้กระทั่งการนำต้นแบบที่นำเข้าจากต่างประเทศมาทดสอบเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการออกแบบ (Design data generation)

ประเด็นวิจัยที่ 2: การทดลองเชิงพัฒนาเพื่อส่งเสริมการประยุกต์ใช้หม้อไอน้ำและอุปกรณ์ที่เป็นนวัตกรรมใหม่

- การประเมินเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของหม้อไอน้ำและ/หรืออุปกรณ์ที่ใช้กับระบบไอน้ำที่เป็นนวัตกรรมใหม่ประสิทธิภาพสูง โดยการทดลองในระดับต้นแบบเพื่อส่งเสริมการประยุกต์ใช้และ/หรือการผลิตภายในประเทศ เช่น Super boiler เป็นต้น

(3) หมวดเทคโนโลยีระบบผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม (Cogeneration หรือ CHP)

การผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม (รวมทั้งการทำความเย็นด้วยระบบ Absorption) หรือ CHP มีศักยภาพสูงในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมและการลดความจำเป็นที่จะต้องสร้างโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ สามารถประหยัดพลังงานได้ไม่น้อยกว่า 2,600 ktoe ภายในปี 2563 หรือลดความจำเป็นในการสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 2,770 MW_e จากการประเมินศักยภาพของ CHP เฉพาะส่วนที่มีโอกาสจะใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในโรงงานควบคุม พบว่า โดยทั่วไปการใช้ระบบ CHP สามารถประหยัดพลังงานได้ 10-20% นอกจากนี้ การใช้ระบบ CHP ของผู้ประกอบการมักจะทำพร้อมกับการเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel switching) จากน้ำมันเตาไปใช้เชื้อเพลิงที่มีราคาต่ำกว่า เช่น ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และชีวมวล ซึ่งส่งผลให้เกิดการประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก แผนงานวิจัยและพัฒนาสำหรับ CHP ที่ใช้ชีวมวลและก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงนั้นได้กล่าวไว้แล้วในตอนที่ 7.4 และ 7.14 (ก๊าซธรรมชาติ) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อจำกัดด้านอุปทานของก๊าซธรรมชาติ (ท่อก๊าซยังกระจายไม่ทั่วถึง) และของชีวมวล (ระยะห่าง

ระหว่างโรงงานกับแหล่งชีวมวล) ทำให้มีผู้ประกอบการหลายรายเลือกใช้ถ่านหินนำเข้าเป็นเชื้อเพลิงซึ่งมีข้อได้เปรียบด้านราคาแต่มีข้อเสียเปรียบด้านสิ่งแวดล้อมและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะประเด็นวิจัยสำหรับ CHP ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเท่านั้น

ประเด็นวิจัยที่ 1: การศึกษาพัฒนาองค์ความรู้เพื่อการใช้ระบบ CHP มีใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงอย่างสะอาดและมีประสิทธิภาพ

- การวิจัยประยุกต์ในระดับ pilot scale เพื่อการใช้เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เทคโนโลยี Fluidized bed และ Circulating fluidized bed เป็นต้น โดยใช้ถ่านหินประเภทและแหล่งที่มีการใช้อยู่อย่างแพร่หลายหรือที่มีแนวโน้มจะใช้มากขึ้น
- ศึกษาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของ CHP ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมที่มีอยู่แล้วในประเทศ

ประเด็นวิจัยที่ 2: การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบ CHP ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง

- การประเมินเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของทางเลือกการใช้เทคโนโลยีถ่านหินสำหรับระบบ CHP ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- การประเมินผลกระทบของระเบียบการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (SPP) และขนาดเล็กมาก (VSPP) ต่อการใช้ CHP ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง

(4) หมวดเทคโนโลยีระบบการทำความเย็น (Process cooling and refigeratation)

การทำความเย็นเป็นกระบวนการสำคัญในอุตสาหกรรมหลายประเภท โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหาร/เครื่องดื่ม เคมี และปิโตรเลียม ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้พลังงานมาก โอกาสการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการดังกล่าวมีหลากหลาย เช่น การใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chillers) เครื่องแช่ (Freezer) สารทำความเย็นและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การ Optimize การทำงานของระบบ Chiller การปรับปรุงระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในกระบวนการผลิต การใช้ความร้อนทิ้งเพื่อการทำความเย็นโดยใช้ วิธีการต่าง ๆ เช่น Heat pump เป็นต้น ปัจจุบัน อุตสาหกรรมไทยมีขีดความสามารถในการออกแบบและการติดตั้งระบบทำความเย็นในระดับหนึ่ง จึงควรมีงานวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนให้อุตสาหกรรมดังกล่าวสามารถออกแบบและติดตั้งระบบทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูง ในขณะเดียวกันก็ควรจะมีการวิจัยและพัฒนาที่สนับสนุนให้การใช้ระบบทำความเย็นในอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ประเด็นวิจัยที่ 1: การวิจัยประยุกต์เพื่อสนับสนุนการออกแบบ ผลิต และติดตั้งอุปกรณ์/ระบบทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพสูงภายในประเทศ

- การพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่อทำความเย็น ประเภทแช่แข็ง แช่แข็งอย่างฉับพลันและ Freeze dry
- การวิจัยด้านการใช้สารทำความเย็นทางเลือกเพื่อการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีประสิทธิภาพ
- การพัฒนาด้านระบบควบคุมเครื่องทำความเย็น
- การพัฒนาเครื่องมือ (Tools) ในการออกแบบระบบทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพ เช่น การออกแบบให้มีสมรรถนะการทำความเย็นสอดคล้องกับภาระการทำงาน (Matching of cooling capacity and cooling load)

ประเด็นวิจัยที่ 2 : การวิจัยประยุกต์เพื่อการใช้ระบบทำความเย็นอย่างมีประสิทธิภาพ

- การพัฒนาระบบตรวจสอบ/ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (เช่นระบบ Micro processor-based) ที่เหมาะสมกับกระบวนการอุตสาหกรรมแต่ละประเภท
- การใช้ความร้อนทิ้งในการทำความเย็น เช่น การใช้ปั๊มความร้อน (Heat pump) และระบบทำความเย็นแบบดูดกลืน (Absorption)
- การใช้ระบบน้ำเย็นอุณภูมิต่ำ (Low temperature chilled water) ในการปรับอากาศ

(5) หมวดเทคโนโลยีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ (Waste heat recovery)

การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์เป็นมาตรการประหยัดพลังงานที่มีศักยภาพสูงในอุตสาหกรรมหลายประเภท โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมโลหะและอโลหะ (เช่น เซรามิก แก้ว และซีเมนต์ ฯลฯ) รวมทั้งอุตสาหกรรมเคมี และการแปรรูปอาหารในขั้นตอนการอบแห้ง อุตสาหกรรมในประเทศไทยมีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้มากพอสมควรแต่ก็ยังมีศักยภาพเหลืออยู่อีกมาก แนวทางในการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ในแต่ละกระบวนการขึ้นอยู่กับสภาวะและเงื่อนไขของกระบวนการนั้น ๆ ซึ่งต้องมีการคำนวณและออกแบบโดยเฉพาะ อย่างไรก็ตาม ในอุตสาหกรรมประเภทเดียวกันมักมีแนวทางที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งถ้าหากมีการพัฒนาเครื่องมือ (Tools) ช่วยออกแบบสำหรับอุตสาหกรรมแต่ละประเภทจะเพิ่มโอกาสการประหยัดพลังงานได้มากขึ้น

ประเด็นวิจัยที่ 1: การประเมินศักยภาพการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ที่ใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์สูง (Energy - intensive)

- การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการใช้ประโยชน์จากความร้อนทิ้งในก๊าซร้อน (Hot gas) จากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อโลหะ โดยเฉพาะซีเมนต์ เซรามิก และแก้ว
- การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการใช้ประโยชน์จากความร้อนทิ้งในก๊าซร้อนจากกระบวนการผลิตโลหะพื้นฐาน โดยเฉพาะเหล็กและอลูมิเนียม
- การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการใช้ประโยชน์จากความร้อนทิ้งจากกระบวนการอบแห้ง และจากความร้อนทิ้งในของเหลว เช่น อุตสาหกรรมเคมี อาหาร และกระดาษ ฯลฯ

ประเด็นวิจัยที่ 2: การพัฒนาและประยุกต์เทคโนโลยีการนำความร้อนกลับมาใช้ประโยชน์

- การพัฒนานวัตกรรมการนำความร้อนทิ้งจากกระบวนการ Quenching / cooling ของโลหะมาใช้ประโยชน์
- การพัฒนานวัตกรรมการนำความร้อนทิ้งในก๊าซร้อนมาใช้ประโยชน์
- การพัฒนานวัตกรรมการนำความร้อนทิ้งจากกระบวนการอบแห้งมาใช้ประโยชน์
- การพัฒนานวัตกรรมการนำความร้อนทิ้งในของเหลวมาใช้ประโยชน์

(6) หมวดการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อน/ถ่ายเทความร้อน (Process heating/heat transfer)

การเผา การให้ความร้อน และถ่ายเทความร้อนเป็นกระบวนการที่ใช้พลังงานอย่างมากในอุตสาหกรรมโลหะพื้นฐานและผลิตภัณฑ์โลหะ เช่น กระบวนการหลอมโลหะ การเผาและอบโลหะ เป็นต้น รวมทั้งในอุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเลียม ดังนั้น การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อน เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและระบบควบคุมการให้ความร้อน รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการให้ความร้อนและการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิง (Fuel switching) จากน้ำมันเตาเป็นก๊าซธรรมชาติ ล้วนมีศักยภาพสูงในการประหยัดพลังงาน

ประเด็นวิจัยที่ 1: การประเมินศักยภาพของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการให้ความร้อน / ถ่ายเทความร้อน

- การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงประสิทธิภาพการให้ความร้อน / ถ่ายเทความร้อนในการหลอม หล่อ เผา และอบโลหะประเภทเหล็ก เหล็กกล้า และอลูมิเนียม

- การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการปรับเปลี่ยนจากน้ำมันเตาเป็นก๊าซธรรมชาติในกระบวนการหลอม หล่อ เผา และอบโลหะประเภทเหล็ก เหล็กกล้า และอลูมิเนียม

ประเด็นวิจัยที่ 2 : การศึกษาแนวทางการนำเทคโนโลยีใหม่มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการให้ความร้อน/ถ่ายเทความร้อน

- การศึกษาเป็นกรณีตัวอย่าง (Case study) ในการนำนวัตกรรมด้านการให้ความร้อน/ถ่ายเทความร้อนมาใช้ เช่น การใช้เตาผลิตความร้อนที่ใช้อากาศอุณหภูมิสูงมากในการเผาไหม้ (Highly preheated combustion air system) และการเผาที่ใช้ออกซิเจนเสริม (oxy-fuel firing) ในอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ เช่น โลหะ และแก้ว ฯลฯ

(7) หมวดการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ (Material recycling)

การนำวัสดุที่ใช้งานแล้วหรือวัสดุสูญเสียในกระบวนการผลิต (In-process waste) กลับมาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตเป็นมาตรการที่มีศักยภาพสูงในการประหยัดพลังงานวัสดุที่มีโอกาสนำกลับมาใช้ใหม่และก่อให้เกิดผลกระทบสูง ได้แก่ พลาสติก โลหะ (โดยเฉพาะเศษเหล็ก) และแก้ว ตัวอย่างเช่นในยุโรป การรีไซเคิลทางกล (Mechanical recycle) ทำให้สามารถลดการผลิตพลาสติกปฐมภูมิได้ 2.5 ล้านตันในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ซึ่งนำไปสู่การประหยัดพลังงานคิดเป็น 2.5 % ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในอุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเลียม การนำเศษแก้วกลับมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแก้วนั้น ช่วยลดพลังงานในการหลอมวัตถุดิบลงได้ 20-30% และอุตสาหกรรมเหล็กกล้าซึ่งถือว่ามีการ รีไซเคิลมากที่สุดในโลกก็ยังมีโอกาสที่จะรีไซเคิลได้มากขึ้น

ประเด็นวิจัยที่ 1: การประเมินศักยภาพการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ในอุตสาหกรรมแต่ละประเภท

- การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการนำวัสดุใช้แล้ว และเศษวัสดุในกระบวนการผลิต (In-process waste) กลับมาเป็นวัสดุในอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูง เช่น แก้ว พลาสติก เหล็ก และอลูมิเนียม

ประเด็นวิจัยที่ 2: การพัฒนานวัตกรรมการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตที่มีศักยภาพสูง

- การพัฒนาเทคโนโลยีการนำเศษแก้วกลับมาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตแก้วและการผลิตเซรามิค
- การพัฒนาเทคโนโลยีการรีไซเคิลพลาสติกประเภท “Back-to-monomer” และประเภท “Back-to-feedstock”

(8) หมวดการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในภาคอุตสาหกรรม

แม้ว่าเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานสำหรับกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะมีการใช้อยู่แล้วในเชิงพาณิชย์ แต่การนำเทคโนโลยีเหล่านั้นไปใช้ยังมีอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่หลายประการดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในรายงานการประเมินเทคโนโลยีในหัวข้อ 5.4 ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการวิจัยเพื่อสนับสนุนการกำหนดมาตรการและแผนงานส่งเสริมให้มีการนำเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอุตสาหกรรมมากขึ้น

ประเด็นวิจัยที่ 1: มาตรการส่งเสริมการนำเทคโนโลยี/เครื่องจักร/อุปกรณ์ ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงไปใช้ในอุตสาหกรรม

- การศึกษาเพื่อกำหนดกลยุทธ์ในการส่งเสริมให้มีการนำเทคโนโลยี/เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงไปใช้ในอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วและทั่วถึง
- การศึกษาประสิทธิผลในเชิงเศรษฐศาสตร์มหภาคของการดำเนินโครงการต่างๆ ที่ผ่านมาเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม
- การประเมินเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงในเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์เพื่อศึกษาโอกาสการพัฒนาต่อยอดหรือประยุกต์ใช้ในประเทศ

ประเด็นวิจัยที่ 2: มาตรการส่งเสริมการเพิ่มขีดความสามารถของอุตสาหกรรมการผลิตของไทยให้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น

- การประเมินขีดความสามารถปัจจุบันของอุตสาหกรรมไทยในการผลิตอุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้าและความร้อนที่สำคัญ เช่น มอเตอร์ พัดลมอุตสาหกรรม ปั๊มน้ำ หม้อไอน้ำ ฯลฯ
- การประเมินผลประโยชน์เชิงเศรษฐกิจมหภาค สังคม และสิ่งแวดล้อม ในการใช้มาตรการประเภทต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการเพิ่มขีดความสามารถของอุตสาหกรรมการผลิตดังกล่าว

7.13.3.2 Roadmap ด้านการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม

หมวดวิจัยที่ 1 : เทคโนโลยีระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (motor driven systems)		**48 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การปรับปรุงประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ผลิตภายในประเทศ **วัตถุประสงค์ :** เพื่อช่วยให้มอเตอร์และระบบควบคุมที่ผลิตภายในประเทศมีประสิทธิภาพพลังงานสูงและมีความน่าเชื่อถือ		25 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การศึกษาเพื่อจัดทำระบบ Benchmarking และกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำของมอเตอร์ที่จำหน่ายในประเทศ (MEPS) โดยสำรวจ วิเคราะห์ และจัดทำฐานข้อมูลประสิทธิภาพเชิงพลังงานของมอเตอร์ที่ใช้ในประเทศ		3
■ หัวข้อวิจัยที่จะช่วยให้ผู้ผลิตมอเตอร์ในประเทศส่วนใหญ่สามารถผลิตมอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงกว่ามาตรฐานขั้นต่ำที่จะกำหนดขึ้น		5
■ การพัฒนาเพื่อให้ผู้ผลิตมอเตอร์ในประเทศสามารถผลิตมอเตอร์แบบใหม่ (New motors) ที่มีศักยภาพการประหยัดพลังงานและศักยภาพเชิงตลาดสูง เช่น Switched reluctance drives		10
■ การทดลองเชิงพัฒนา (Experimental development) เพื่อศึกษาความเหมาะสมและศักยภาพการประหยัดพลังงานที่แท้จริงของเทคโนโลยีการควบคุมใหม่ ๆ ที่สำคัญ เช่น การใช้ Magnetically coupled adjustable speed drives (MC-ASDs) เป็นต้น		2
■ การปรับปรุงประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของเทคโนโลยี/อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ และระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่ผลิตขึ้นเองภายในประเทศ เช่น ชุดอินเวอร์เตอร์ เป็นต้น		5

ประเด็นวิจัยที่ 2 : การปรับปรุงประสิทธิภาพของพัดลมอุตสาหกรรมที่ผลิตภายในประเทศ **จุดประสงค์ :** เพื่อช่วยให้พัดลมอุตสาหกรรมที่ผลิตภายในประเทศมีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น				8 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การศึกษาเพื่อจัดทำระบบ Benchmarking และกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ (MEPS) สำหรับพัดลมที่จำหน่ายในประเทศ	▨			3
■ การพัฒนาและ/หรือการประยุกต์โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อออกแบบพัดลมอุตสาหกรรม	▨			2
■ การพัฒนาการผลิตพัดลมอุตสาหกรรมที่ผลิตภายในประเทศให้มีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น	▨			3
ประเด็นวิจัยที่ 3 : การปรับปรุงประสิทธิภาพของปั๊มน้ำอุตสาหกรรมที่ผลิตภายในประเทศ **จุดประสงค์** : เพื่อช่วยให้ปั๊มน้ำอุตสาหกรรมที่ผลิตภายในประเทศมีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น				8 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การศึกษาเพื่อจัดทำระบบ Benchmarking และการกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ (MEPS) สำหรับปั๊มน้ำที่จำหน่ายในประเทศ	▨			3
■ การพัฒนาและ/หรือการประยุกต์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อออกแบบปั๊มน้ำอุตสาหกรรม	▨			2
■ การพัฒนาการผลิตปั๊มน้ำอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น	▨			3

ประเด็นวิจัยที่ 4 : การ Optimize การออกแบบระบบ (System design optimization) **จุดประสงค์** : เพื่อให้การออกแบบและใช้งานระบบที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์มีความเหมาะสมและประหยัดพลังงาน		7 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การพัฒนาและประยุกต์ใช้เครื่องมือจัดการระบบมอเตอร์ (Motor system management tools) สำหรับการใช้งานเฉพาะด้าน เช่น ระบบที่ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์และระบบที่ประกอบด้วยปั๊มน้ำ เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานงานของระบบโดยให้อุปทาน (Supply) สอดคล้องกับอุปสงค์ (System requirements)		2
■ การพัฒนาระบบควบคุมสำหรับระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่บูรณาการอุปกรณ์ / ส่วนประกอบต่าง ๆ ให้มีความสัมพันธ์กันเพื่อลดการใช้พลังงานให้น้อยที่สุด และให้ทำงานอย่างราบรื่น (Evenly distribute wear and tear) เช่น การควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์หลาย ๆ เครื่องพร้อมกัน โดยที่แต่ละเครื่องมีการสื่อสารซึ่งกันและกัน และการหยั่งสัญญาณคุณภาพอากาศเพื่อป้อนข้อมูลกลับที่ระบบควบคุมมอเตอร์ เป็นต้น		5

หมวดวิจัยที่ 2 : เทคโนโลยีระบบไอน้ำ (Steam systems)		**38 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การปรับปรุงประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำที่ผลิตในประเทศ **วัตถุประสงค์ :** เพื่อช่วยให้หม้อไอน้ำที่ผลิตในประเทศมีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น		18 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การศึกษาเพื่อการจัดทำระบบ Benchmarking และการกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของหม้อไอน้ำที่จำหน่ายในประเทศ โดยการสำรวจและวิเคราะห์และจัดทำฐานข้อมูลด้านประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำขนาดต่าง ๆ ที่ใช้ในประเทศ		3
■ การวิจัยประยุกต์เพื่อสร้างองค์ความรู้ภายในประเทศในการออกแบบและสร้างหม้อไอน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะขนาดที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย (เช่น พัฒนาระเบียบวิธีและซอฟแวร์การออกแบบเฉพาะส่วนหรือทั้งระบบ ตลอดจนการประเมินเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของต้นแบบที่สร้างขึ้น) หรือแม้กระทั่งการนำต้นแบบที่นำเข้าจากต่างประเทศมาทดสอบเพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับการออกแบบ (Design data generation)		15
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การทดลองเชิงพัฒนาเพื่อส่งเสริมการประยุกต์ใช้หม้อไอน้ำและอุปกรณ์ที่เป็นนวัตกรรมใหม่ **วัตถุประสงค์ :** เพื่อกระตุ้นให้มีการนำเทคโนโลยีหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูงที่พิสูจน์แล้วมาใช้ในอุตสาหกรรม		20 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การประเมินเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของหม้อไอน้ำและ/หรืออุปกรณ์ที่ใช้กับระบบไอน้ำที่เป็นนวัตกรรมใหม่ประสิทธิภาพสูง โดยการทดลองในระดับต้นแบบเพื่อส่งเสริมการประยุกต์ใช้และ/หรือการผลิตภายในประเทศ เช่น Super boiler เป็นต้น		20

หมวดวิจัยที่ 3 : เทคโนโลยีระบบผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม (Cogeneration หรือ CHP)				**22 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การศึกษาพัฒนาองค์ความรู้เพื่อให้การใช้ระบบ CHP ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงมีประสิทธิภาพและสะอาด **วัตถุประสงค์ :** เพื่อให้ได้แนวทางในการออกแบบและใช้ระบบ CHP ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ				18 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การวิจัยประยุกต์ในระดับ Pilot scale เพื่อการใช้เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น เทคโนโลยี Fluidized bed และ Circulating fluidized bed เป็นต้น โดยใช้ถ่านหินประเภทและแหล่งที่มีการใช้อยู่อย่างแพร่หลายหรือที่มีแนวโน้มจะใช้มากขึ้น				15
■ ศึกษาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของ CHP ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมที่มีอยู่แล้วในประเทศ				3
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบ CHP ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง **วัตถุประสงค์ :** เพื่อให้ได้แนวทางในการส่งเสริมการใช้ระบบ CHP ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง				4 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การประเมินเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของทางเลือกการใช้เทคโนโลยีถ่านหินสำหรับระบบ CHP ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก				3
■ การประเมินผลกระทบของระเบียบการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (SPP) และขนาดเล็กมาก (VSPP) ต่อการใช้ CHP ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง				1

หมวดวิจัยที่ 4 : เทคโนโลยีระบบการทำความเย็น (Process cooling and refigeration)				**33 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การวิจัยประยุกต์เพื่อสนับสนุนการออกแบบ ผลิต และติดตั้งอุปกรณ์/ระบบทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพสูงภายในประเทศ **วัตถุประสงค์ :** เพื่อช่วยให้อุปกรณ์ / ระบบทำความเย็นที่ออกแบบและผลิตภายในประเทศมีประสิทธิภาพพลังงานมากขึ้น				21 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นประเภทแช่แข็ง แช่เย็นอย่างฉับพลันและ Freeze dry				10
■ การวิจัยด้านการใช้สารทำความเย็นทางเลือกเพื่อการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีประสิทธิภาพ				5
■ การพัฒนาด้านระบบควบคุมเครื่องทำความเย็น				3
■ การพัฒนาเครื่องมือ (Tools) ในการออกแบบระบบทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพ เช่น การออกแบบให้มีสมรรถนะการทำความเย็นสอดคล้องกับภาระการทำงาน (Matching of cooling capacity and cooling load)				3
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การวิจัยประยุกต์เพื่อการใช้ระบบทำความเย็นอย่างมีประสิทธิภาพ **วัตถุประสงค์ :** เพื่อช่วยให้ระบบการทำความเย็นในกระบวนการอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ				12 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การพัฒนาระบบตรวจสอบ/ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (เช่นระบบ Micro processor-based) ที่เหมาะสมกับกระบวนการอุตสาหกรรมแต่ละประเภท				2
■ การใช้ความร้อนทิ้งในการทำความเย็น เช่น การใช้ปั๊มความร้อน (Heat pump) และระบบ Absorption				5
■ การใช้ระบบน้ำเย็นอุณภูมิต่ำ (Low temperature chilled water) ในการปรับอากาศ				5

หมวดวิจัยที่ 5 : เทคโนโลยีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ (Waste heat recovery)		**23 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การประเมินศักยภาพการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ที่ใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์สูง (Energy - intensive) **วัตถุประสงค์ :** เพื่อให้ทราบถึงศักยภาพในการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมประเภทที่มีความเป็นไปได้สูง		9 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการใช้ประโยชน์จากความร้อนทิ้งในก๊าซร้อน (Hot gas) จากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อโลหะ โดยเฉพาะซีเมนต์ เซรามิก และแก้ว		3
■ การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการใช้ประโยชน์จากความร้อนทิ้งในก๊าซร้อนจากกระบวนการผลิตโลหะพื้นฐาน โดยเฉพาะเหล็กและอลูมิเนียม		3
■ การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการใช้ประโยชน์จากความร้อนทิ้งจากกระบวนการอบแห้งและจากความร้อนทิ้งในของเหลว เช่น อุตสาหกรรมเคมี อาหารและกระดาษฯลฯ		3
ประเด็นวิจัยที่ 2: การพัฒนาและประยุกต์เทคโนโลยีการนำความร้อนกลับมาใช้ประโยชน์ **วัตถุประสงค์ :** เพื่อให้เกิดนวัตกรรมในการนำความร้อนทิ้งมาใช้ประโยชน์		14 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การพัฒนานวัตกรรมการนำความร้อนทิ้งจากกระบวนการ Quenching / cooling ของโลหะมาใช้ประโยชน์		5
■ การพัฒนานวัตกรรมการนำความร้อนทิ้งในก๊าซร้อนมาใช้ประโยชน์		3
■ การพัฒนานวัตกรรมการนำความร้อนทิ้งจากกระบวนการอบแห้งมาใช้ประโยชน์		3
■ การพัฒนานวัตกรรมการนำความร้อนทิ้งในของเหลวมาใช้ประโยชน์		3
หมวดวิจัยที่ 6 : การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อน/ถ่ายเทความร้อน (Process heating/heat transfer)		**11 ล้านบาท**

ประเด็นวิจัยที่ 1: การประเมินศักยภาพของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการให้ความร้อน / ถ่ายเทความร้อน **วัตถุประสงค์ :** เพื่อให้ทราบถึงศักยภาพและแนวทางของการประหยัดพลังงานในกระบวนการให้ความร้อน / ถ่ายเทความร้อนในสาขาอุตสาหกรรมที่สำคัญ				6 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงประสิทธิภาพการให้ความร้อน / ถ่ายเทความร้อนในการหลอม หล่อ เผา และอบโลหะประเภทเหล็ก เหล็กกล้า และอลูมิเนียม				3
■ การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการปรับเปลี่ยนจากน้ำมันเตาเป็นก๊าซธรรมชาติในกระบวนการหลอม หล่อ เผา และอบโลหะประเภทเหล็ก เหล็กกล้า และอลูมิเนียม				3
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การศึกษาแนวทางการนำเทคโนโลยีใหม่มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการให้ความร้อน/ถ่ายเทความร้อน **วัตถุประสงค์ :** เพื่อกระตุ้นให้มีการนำเทคโนโลยีการให้ความร้อน / ถ่ายเทความร้อนใหม่ๆ ที่พิสูจน์แล้วมาใช้ประโยชน์				5 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การศึกษาเป็นกรณีตัวอย่าง (Case study) ในการนำนวัตกรรมด้านการให้ความร้อน/ถ่ายเทความร้อนมาใช้ เช่น การใช้เตาผลิตความร้อนที่ใช้อากาศอุณหภูมิสูงมากในการเผาไหม้ (Highly preheated combustion air system) และการเผาที่ใช้ออกซิเจนเสริม (Oxy-fuel firing) ในอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ เช่น โลหะ และแก้ว ฯลฯ				5

หมวดวิจัยที่ 7 : การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ (Materials recycling)				**13 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การประเมินศักยภาพการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ในอุตสาหกรรมแต่ละประเภท **วัตถุประสงค์ :** เพื่อให้ทราบถึงศักยภาพและแนวทางการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ในอุตสาหกรรมที่ใช้วัสดุมาก				3 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการนำวัสดุใช้แล้ว และเศษวัสดุในกระบวนการผลิต (In-process waste) กลับมาเป็นวัสดุในอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูง เช่น แก้ว พลาสติก เหล็ก และอลูมิเนียม				3
ประเด็นวิจัยที่ 2 : การพัฒนานวัตกรรมการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตที่มีศักยภาพสูง **วัตถุประสงค์ :** เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีในการนำวัสดุกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูง				10 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การพัฒนาเทคโนโลยีการนำเศษแก้วกลับมาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตแก้วและการผลิตเซรามิก				5
■ การพัฒนาเทคโนโลยีการรีไซเคิลพลาสติกประเภท “Back-to-monomer” และประเภท “Back-to-feedstock”				5

หมวดวิจัยที่ 8 : การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในภาคอุตสาหกรรม				**28 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: มาตรการส่งเสริมการนำเทคโนโลยี/เครื่องจักร/อุปกรณ์ ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงไปใช้ในอุตสาหกรรม **วัตถุประสงค์ :** เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะสนับสนุนการตัดสินใจในการกำหนดมาตรการส่งเสริมการนำเทคโนโลยี/เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงมาใช้งาน				24 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การศึกษาเพื่อกำหนดกลยุทธ์ในการส่งเสริมให้มีการนำเทคโนโลยี/เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงไปใช้ในอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วและทั่วถึง	▨			2
■ การศึกษาประสิทธิผลในเชิงเศรษฐศาสตร์มหภาคของการดำเนินโครงการต่าง ๆ ที่ผ่านมาเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม	▨			2
■ การประเมินเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงในเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์เพื่อศึกษาโอกาสการพัฒนาต่อยอดหรือประยุกต์ใช้ในประเทศ	▨			20
ประเด็นวิจัยที่ 2 : มาตรการส่งเสริมการเพิ่มขีดความสามารถของอุตสาหกรรมการผลิตของไทยให้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น **วัตถุประสงค์ :** เพื่อให้ได้มาตรการที่เหมาะสมในการพัฒนาขีดความสามารถของอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์/เครื่องจักรอุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูง				4 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การประเมินขีดความสามารถปัจจุบันของอุตสาหกรรมไทยในการผลิตอุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้าและความร้อนที่สำคัญ เช่น มอเตอร์ พัดลมอุตสาหกรรม ปั๊มน้ำ หม้อไอน้ำ ฯลฯ	▨			2
■ การประเมินผลประโยชน์เชิงเศรษฐกิจมหภาค สังคม และสิ่งแวดล้อม ในการใช้มาตรการประเภทต่างๆ เพื่อส่งเสริมการเพิ่มขีดความสามารถของอุตสาหกรรมการผลิตดังกล่าว	▨			2

7.14 แผนงานวิจัยด้านการผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP) โดยใช้ก๊าซธรรมชาติ

7.14.1 ศักยภาพ นโยบาย และเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

7.14.1.1 ศักยภาพ

ตามแผนพัฒนาระบบท่อก๊าซธรรมชาติของ ปตท. ภายในปี 2563 จะมีโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารพาณิชย์จำนวนหนึ่งที่มีโอกาสใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP) ซึ่งจะทำให้เกิดการประหยัดพลังงานปฐมภูมิประมาณ 2,726 ktoe หรือประมาณ 3% ของการใช้พลังงานของประเทศและลดความต้องการพลังไฟฟ้าได้ประมาณ 3,270 MW_e โดยแบ่งเป็นการประหยัดพลังงานในอาคารควบคุมจำนวน 966 แห่ง ประมาณ 113 ktoe และในโรงงานควบคุมจำนวน 817 แห่ง ประมาณ 2,613 ktoe และการลดความต้องการพลังไฟฟ้า 500 MW_e และ 2,770 MW_e ตามลำดับ

7.14.1.2 นโยบาย

ในอดีต รัฐบาลได้กำหนดนโยบายการส่งเสริมการใช้ระบบ CHP ภายใต้ระเบียบการส่งเสริม SPP แต่การส่งเสริมดังกล่าวได้ยุติลงด้วยมติคณะรัฐมนตรีในปี 2541 ต่อมาได้มีการปรับปรุงระเบียบการส่งเสริม VSPP ให้ครอบคลุมถึงเชื้อเพลิงที่ไม่ใช้เชื้อเพลิงหมุนเวียนด้วย รวมทั้งมีดำริที่จะปรับปรุงระเบียบ SPP ให้เอื้อต่อการใช้ CHP ที่ไม่ใช่พลังงานหมุนเวียนด้วย อีกทั้ง ปตท. มีแผนงานขยายแนวท่อก๊าซเพื่อรองรับระบบ CHP ทั้งในโรงงานและอาคาร รวมทั้งได้มีการร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (ปตท. กฟผ. กฟน. และ กฟภ.) เพื่อดำเนินธุรกิจด้าน CHP

7.14.1.3 เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์

เป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์
ประเทศไทยควรมีการใช้ก๊าซธรรมชาติในระบบ CHP ทั้งในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยอย่างน้อยที่สุด ภายในปี 2563 (ค.ศ. 2020) ควรจะมีการใช้ระบบ CHP ไม่น้อยกว่า 60% ของศักยภาพที่ประเมินหรือ 2,000 MW_e

7.14.2 กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาเพื่อสู่เป้าหมาย

7.14.2.1 ขีดความสามารถในปัจจุบันและแนวโน้ม

โดยทั่วไปเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ CHP (ไม่ว่าจะใช้เชื้อเพลิงประเภทใด) ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ เครื่องต้นกำลัง (Prime movers) เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generators)

และอุปกรณ์ใช้ความร้อนทิ้ง (Waste heat units) ดังที่กล่าวไว้แล้วในผลการประเมินเทคโนโลยี CHP (บทที่ 5 หัวข้อ 5.5) เทคโนโลยีเครื่องต้นกำลังที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงนั้น แบ่งออกเป็น 5 ประเภทหลัก ได้แก่

- Steam turbine
- Gas turbine (รวมทั้ง Micro-turbine)
- Gas engine
- Stirling engine
- Fuel cell

โดยที่ในปัจจุบัน เทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมมีเพียง 2 ประเภทเท่านั้น ได้แก่ Gas turbine และ Gas engine ส่วน Steam turbine นั้น ไม่เหมาะกับขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าในระดับ CHP ซึ่งโดยปกติจะไม่เกิน 40 MW_e ส่วน Stirling engine และ Fuel cell นั้น ใช้กับระบบเล็กและยังต้องใช้เวลาในการพัฒนาให้ต้นทุนต่ำลงก่อนอีกสักระยะหนึ่ง ทั้งนี้ ในส่วนของการผลิตเครื่องต้นกำลัง ประเภท Gas engine และ Gas turbine และเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น ส่วนใหญ่อยู่ภายใต้การควบคุมของบริษัทที่มีชื่อเสียงเพียงไม่กี่บริษัทในประเทศที่พัฒนาแล้วเท่านั้น ประเทศกำลังพัฒนาที่มีบทบาทอยู่บ้าง คือ จีน และอินเดีย สำหรับประเทศไทยจำเป็นต้องนำเข้าเทคโนโลยีเหล่านี้จากต่างประเทศ ดังนั้น ช่องว่างสำหรับการวิจัยและพัฒนาในประเทศจึงอยู่ที่การใช้ความร้อนทิ้ง (Waste heat) และ การออกแบบระบบควบคุมและการ Optimize การปฏิบัติการของทั้งระบบ

7.14.2.2 กลยุทธ์

เพื่อให้การวิจัยและพัฒนามีโอกาสเกื้อหนุนการบรรลุเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ได้มากขึ้น จึงกำหนดกลยุทธ์หลักในการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

(1) ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาด้านนโยบายที่จะนำไปสู่การขจัดปัญหาและอุปสรรค และการสร้างกลไกเพื่อสนับสนุนการใช้ระบบ CHP อย่างมีประสิทธิภาพ

(2) ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของภาครัฐและเอกชนในการกำหนดแผนการลงทุนระบบ CHP และโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

(3) ส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบ CHP อย่างมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะการออกแบบ การใช้ความร้อนทิ้ง (Waste heat) การออกแบบระบบควบคุม และการ Optimize การปฏิบัติการของระบบ

(4) ส่งเสริมการพัฒนากำลังคนด้านการวิจัยและวิศวกรรมเพื่อรองรับการออกแบบและบูรณาการระบบ CHP

(5) พัฒนาความร่วมมือกับองค์กร / บุคคลากรต่างประเทศ และ/หรือ องค์กรนานาชาติ เช่น WADE (World Alliance for Decentralized Energy) ในด้านการวิจัยเชิงนโยบาย การวิจัยเชิงเทคโนโลยี และการพัฒนาบุคลากร เป็นต้น

(6) ให้หน่วยงานภาครัฐที่มีส่วนได้ประโยชน์จากการใช้ระบบ CHP ร่วมรับผิดชอบการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาด้าน CHP

7.14.3 แผนงานวิจัยและพัฒนา

หมวดวิจัยและพัฒนา (R&D Focus) ที่เสนอมี 3 หมวดหลัก ซึ่งต้องการงบประมาณ 59 ล้านบาทใน 10 ปีข้างหน้า ดังนี้

หมวดวิจัยหลักและงบประมาณ	
	ล้านบาท
หมวดที่ 1: การพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อการใช้ระบบ CHP อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ (optimized operation)	10
หมวดที่ 2: การพัฒนาเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ใช้กับระบบ CHP	38
หมวดที่ 3: การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบ CHP	11

7.14.3.1 ประเด็นวิจัยที่จำเป็น

(1) หมวดการพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อการใช้ระบบ CHP อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์

เนื่องจากเทคโนโลยีหลักๆ ที่ใช้ในระบบ CHP ไม่ว่าจะเป็นเครื่องต้นกำลังหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาและใช้ในเชิงพาณิชย์อย่างแพร่หลายแล้วในต่างประเทศ แต่ในประเทศไทยยังขาดองค์ความรู้และเทคโนโลยีในการออกแบบและบูรณาการระบบ (System design and integration) และในการใช้ระบบ CHP อย่างมีประสิทธิภาพ (Optimized operation) ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการวิจัยและพัฒนาในประเด็นดังต่อไปนี้

- การบูรณาการและการ Optimize ระบบ CHP สำหรับการใช้งานประเภทต่างๆ

(2) หมวดการพัฒนาเทคโนโลยีและอุปกรณ์สำหรับระบบ CHP

เพื่อเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ระบบ CHP จึงควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่มีโอกาสผลิตได้ภายในประเทศ ซึ่งต้องมีการวิจัยในประเด็นดังต่อไปนี้

- พัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการใช้ความร้อนทิ้ง (Waste heat units)
- การพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการทำความเย็น
- การพัฒนาระบบควบคุมสำหรับระบบ CHP

(3) หมวดการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบ CHP

การกำหนดนโยบาย มาตรการ และแผนการส่งเสริม / สนับสนุนการใช้ระบบ CHP โดยภาครัฐจำเป็นต้องอาศัยข้อมูล และข้อวิเคราะห์ทั้งทางเทคนิค เศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ โดยเฉพาะประเด็นผลประโยชน์ต่อส่วนรวมที่จะได้รับจากการใช้ระบบ CHP การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของทางเลือกการสนับสนุนรูปแบบต่างๆ รวมทั้งการขจัดปัญหาและอุปสรรคต่อการใช้ระบบ CHP จึงต้องมีการวิจัยในประเด็นดังต่อไปนี้

- การประเมินผลกระทบของนโยบายส่งเสริมการใช้ระบบ CHP
- การเข้าถึง (Access) และการเชื่อมต่อ (Interconnection) กับระบบสายส่ง (Grid system)

7.14.3.2 Roadmap การวิจัยและพัฒนาทางด้าน CHP

หมวดวิจัยที่ 1: การพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อการใช้ระบบ CHP อย่างมีประสิทธิภาพ		**10.0 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การบูรณาการและการ Optimize ระบบ CHP สำหรับการใช้งานประเภทต่าง ๆ **วัตถุประสงค์:** เพื่อให้ได้แนวทางในการออกแบบ บูรณาการ และใช้ระบบ CHP อย่างมีประสิทธิภาพ		10.0 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ พัฒนารูปแบบการบูรณาการและการ optimize ระบบ CHP สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่มี Load pattern ที่คล้ายกัน		3.0
■ พัฒนารูปแบบการบูรณาการและการ optimize ระบบ CHP สำหรับอาคารพาณิชย์ที่มี Load pattern ที่คล้ายกัน		3.0
■ ศึกษารูปแบบ (Mode) การใช้และการ optimize ระบบ CHP กับ District cooling		1.0
■ ศึกษารูปแบบ (Mode) การใช้และการ optimize ระบบ CHP ในนิคมอุตสาหกรรม (Industrial estate)		1.0
■ การจำลองพฤติกรรมของระบบ CHP (System behavior) ในกรณีที่ใช้ร่วมกับการทำความเย็นแบบ Absorption		2.0

หมวดวิจัยที่ 2: การพัฒนาเทคโนโลยีและอุปกรณ์สำหรับระบบ CHP				**38.0 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการใช้ความร้อนทิ้ง (Waste heat unit) **วัตถุประสงค์:** เพื่อให้ได้วิธีการและอุปกรณ์ที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ สำหรับการประยุกต์ใช้ในระบบ CHP				28.0 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ การเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของ Waste heat units โดยใช้ Economizer และ Condensing units		▨		3.0
■ การพัฒนา Firing unit เพิ่มเติมสำหรับ Waste heat boiler เพื่อผลิตไอน้ำให้พอกับความต้องการ (H)		▨		5.0
■ การพัฒนา Compact waste heat boiler units ที่เหมาะสมกับการเชื่อมต่อกับ Gas engine และ Gas turbine เพื่อการผลิตน้ำร้อน (95/98°C)			▨	10.0
■ การพัฒนา Waste heat boiler สำหรับการผลิต Superheated steam (20-30 bar, 350-450°C) เพื่อใช้กับกังหันไอน้ำในระบบ Combined cycle			▨	10.0
ประเด็นวิจัยที่ 2: การพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการทำความเย็น **วัตถุประสงค์:** เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการใช้ระบบ CHP ในการผลิตกระแสไฟฟ้าร่วมกับการทำความเย็น				6.0 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)**			**งบประมาณ (ล้านบาท)**
	0	**5**	**10**	
■ พัฒนาเทคนิค Ccooling energy storage		▨		5.0
■ การวิเคราะห์เชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของระบบพลังงานแบบบูรณาการ (Integrated energy system) ที่ประกอบด้วย Cool storage เพื่อลดขนาดกำลังผลิตติดตั้งของ CHP		▨		1.0

ประเด็นวิจัยที่ 3: การพัฒนาระบบควบคุมสำหรับระบบ CHP โดยเฉพาะ **วัตถุประสงค์:** เพื่อสร้างองค์ความรู้ในการออกแบบระบบควบคุม CHP ให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ		4.0 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การพัฒนาระบบควบคุมการทำงานของระบบ CHP ในการผลิตความร้อนและไฟฟ้า		2.0
■ การพัฒนาระบบควบคุมการทำงานของระบบ CHP ในการผลิตไฟฟ้าและการทำความเย็นด้วยระบบ Absorbtion		2.0

หมวดที่ 3: การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบ CHP		**11.0 ล้านบาท**
ประเด็นวิจัยที่ 1: การประเมินผลกระทบของนโยบายส่งเสริมการใช้ระบบ CHP **วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาผลได้ผลเสียที่เกิดจากทางเลือกมาตรการต่าง ๆ ในการส่งเสริมการใช้ระบบ CHP เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการกำหนดนโยบายที่เหมาะสม		**5.0 ล้านบาท**
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การประเมิณผลประโยชน์ของการใช้ระบบ CHP ต่อเศรษฐกิจมหภาค		1.0
■ การประเมิณผลประโยชน์ของการใช้ระบบ CHP ต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะการลด CO_2		1.0
■ การวิเคราะห์ผลได้ผลเสียของการกำหนดเครื่องมือเชิงนโยบายต่าง ๆ ในการส่งเสริมการใช้ระบบ CHP เช่น การให้สิ่งจูงใจด้านภาษี (tax breaks) การกำหนดราคาเชื้อเพลิง (ก๊าซธรรมชาติ) พิเศษ และราคาขายของไฟฟ้าส่วนเกินที่ผลิตจากระบบ CHP ฯลฯ		1.0
■ การประเมินบทบาทและความเหมาะสมของมาตรการด้าน SPP ในการส่งเสริมการใช้ระบบ CHP		1.0
■ การประเมินบทบาทและความเหมาะสมของมาตรการด้าน VSPP ในการส่งเสริมการใช้ระบบ CHP		1.0

ประเด็นวิจัยที่ 2: การเข้าถึง (Access) และการเชื่อมต่อ (Interconnection) กับระบบสายส่งไฟฟ้า (Grid system) **วัตถุประสงค์:** เพื่อขจัดอุปสรรคในการเชื่อมต่อกับระบบสายส่งไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้ารายย่อย		6.0 ล้านบาท
หัวข้อวิจัยที่สำคัญ	**ระยะเวลา (ปี)** **0 5 10**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**
■ การศึกษาแนวทางการกำหนดราคาขายและราคาซื้อไฟฟ้าที่จูงใจระหว่างผู้ผลิตไฟฟ้ารายย่อย (CHP) กับการไฟฟ้า		1.0
■ การศึกษาผลกระทบของข้อกำหนดทางเทคนิคและต้นทุนของการเชื่อมต่อกับระบบสายส่งที่มีต่อความคุ้มทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ของระบบ CHP		1.0
■ การศึกษาผลกระทบของการผลิตไฟฟ้ารายย่อยด้วยระบบ CHP ต่อระบบสายส่งไฟฟ้า (Grid system)		2.0
■ การศึกษารูปแบบการ Operate และการควบคุม Virtual power plants หรือ Decentralized power generation ที่เหมาะสม		2.0

7.15 การบูรณาการแผนงานวิจัยและพัฒนา

ประเด็นวิจัยทั้งหมดได้รับการจัดลำดับความสำคัญเป็น 3 ลำดับ (H=high, M=medium, และ L=low) ในระยะสั้น (S) และระยะยาว (L) รวมทั้ง ระบุหน่วยงานที่ควรมีส่วนในการสนับสนุนการวิจัย ตามตารางที่ 7.15-1 งบประมาณที่จำเป็นสำหรับการส่งเสริมการวิจัยคิดเป็นจำนวนทั้งสิ้น 2,293 ล้านบาท แบ่งเป็นด้านพลังงานหมุนเวียน 1,658 ล้านบาท และด้านประหยัดพลังงาน 635 ล้านบาท ทั้งนี้ งบประมาณสำหรับแต่ละสาขามีดังนี้

งบประมาณวิจัย		
	พลังงานหมุนเวียน	ล้านบาท
1.	การผลิตเอธานอล	293
2.	การผลิตไบโอดีเซล	203
3.	การผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากชีวมวล	140
4.	การผลิตก๊าซชีวภาพ	249
5.	การผลิตไฟฟ้าจากขยะ	285
6.	การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำขนาดเล็ก	177
7.	พลังงานลม	66
8.	การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	191
9.	การผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์	54
	รวม	**1,658**
	การประหยัดพลังงาน	ล้านบาท
1.	ภาคขนส่ง	162
2.	ภาคอาคารและบ้านอยู่อาศัย	198
3.	ภาคอุตสาหกรรม	216
4.	CHP สำหรับอุตสาหกรรมและอาคาร	59
	รวม	**635**

จากตารางที่ 7.15-1 พบว่างบประมาณที่จำเป็นสำหรับสาขาวิจัยที่มีความสำคัญสูง ในระยะสั้น (3-5 ปี) คือประมาณ 1,106 ล้านบาท (พลังงานหมุนเวียน 858 ล้านบาท และการประหยัดพลังงาน 248 ล้านบาท) ส่วนงบประมาณที่มีความสำคัญรองมาในระยะสั้น คือ 354 ล้านบาท (พลังงานหมุนเวีย 245 ล้านบาท และการประหยัดพลังงาน 109 ล้านบาท)

อนึ่ง เนื่องจากประเด็นวิจัยหลายประเด็นในสาขาที่แตกต่างกัน หรือประเด็นร่วมกันหรือคล้ายกัน (Cross-cutting) จึงได้จัดทำเป็นรูป Matrix ในตารางที่ 7.15-2 ด้วย (เฉพาะกรณีพลังงานหมุนเวียน

(ล้านบาท)

สาขา	งบประมาณสนับสนุนการวิจัย			
	ความสำคัญสูง		ความสำคัญรอง	
	ระยะสั้น	ระยะยาว	ระยะสั้น	ระยะยาว
<u>พลังงานหมุนเวียน</u>				
1. การผลิตเอทานอล	193	90	10	-
2. การผลิตไบโอดีเซล	113	30	10	50
3. การผลิตพลังงานจากชีวมวล	90	-	-	50
4. การผลิตก๊าซชีวภาพ	167	-	42	40
5. การผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากขยะ	75	45	115	-
6. การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำขนาดเล็ก	86.5	-	20	70
7. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม	26.5	-	8.3	30
8. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	86	11	38	20
9. การผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์	21	-	2	31
รวม	**858**	**176**	**245.3**	**291**
<u>ประหยัดพลังงาน</u>				
1. ภาคขนส่ง	65.5	16.3	79.9	-
2. ภาคอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย	67.5	81.8	28.5	20
3. ภาคอุตสาหกรรม	90	103	-	23
4. การผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP) โดยใช้ก๊าซธรรมชาติ	25	28	-	6
รวม	**248**	**229.1**	**108.4**	**49**
รวมทั้งหมด	**1,106**	**405.1**	**353.7**	**340**

ทั้งนี้งบวิจัยในระยะสั้น หมายถึง 3-5 ปี และงบดังกล่าวส่วนใหญ่ยังไม่ได้รวมงบประมาณสำหรับการขยายขนาด (Scale up) และการสาธิต

ตารางที่ 7.15-1 สรุปแผนงานวิจัยและพัฒนา (R&D Roadmap Summary)

สาขา: การผลิตเอทานอล			293 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
1. การพัฒนาพันธุ์และเขตกรรมมันสำปะหลัง (50 ล้านบาท)	1.1 การพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังที่ให้ผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวสูง 1.2 การพัฒนาเทคโนโลยีก่อนและหลังเก็บเกี่ยว	H (S,L) H (S)	10,25 15	ก.วิทยาศาสตร์ฯ (**) ก.เกษตรฯ (*) บริษัทปิโตรเลียม เช่น ปตท.
2. การพัฒนาพันธุ์และเขตกรรมอ้อย (50 ล้านบาท)	2.1 การพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์อ้อย 2.2 การพัฒนาเทคโนโลยีก่อนและหลังเก็บเกี่ยว	H (S,L) H (S)	10,25 15	ก.วิทยาศาสตร์ฯ (**) ก.เกษตรฯ (*) บริษัทปิโตรเลียม เช่น ปตท.
3. การพัฒนา Logistics ของการรวบรวมวัตถุดิบและขนส่ง (10 ล้านบาท)	3.1 การพัฒนาการรวบรวมวัตถุดิบมันสำปะหลังและวิธีการขนส่ง	M (S)	10	ก.วิทยาศาสตร์ฯ (**) (MTEC) ก. คมนาคม (*)
4. การพัฒนากระบวนการผลิตเอทานอลและพัฒนาโรงงานต้นแบบ (130 ล้านบาท)	4.1 การพัฒนากระบวนการผลิตเอทานอล 4.2 การพัฒนาโรงงานต้นแบบที่บูรณาการการผลิตแป้งมันสำปะหลังและเอทานอล	H (S) H (S)	80 50	ก.วิทยาศาสตร์ฯ (**) ก.เกษตรฯ (*) บริษัทปิโตรเลียม เช่น ปตท.
5. การพัฒนางานวิจัยพื้นฐานและโรงงานต้นแบบขนาดเล็กเพื่อผลิตเอทานอลจากเซลลูโลส (50 ล้านบาท)	5.1 การพัฒนาการวิจัยพื้นฐานเพื่อผลิตเอทานอลจากเซลลูโลส 5.2 การพัฒนาโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก	H (S,L,L) H(L)	10,10,10 20	ก.พลังงาน และบริษัทปิโตรเลียม (**) เช่น ปตท. ก.วิทยาศาสตร์ฯ (*)

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การผลิตเอทานอล			293 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
6. การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการผลิตเอทานอล (3 ล้านบาท)	6.1 การพัฒนาโครงสร้างราคาของวัตถุดิบและเอทานอล และวิธีบริหารจัดการเพื่อความยั่งยืน	H (S)	3	ก.พลังงาน (*) บริษัทปิโตรเลียม เช่น ปตท.

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การผลิตไบโอดีเซล			203 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
1. การพัฒนาพันธุ์พืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูงและวิธีการปลูกและเก็บเกี่ยว (65 ล้านบาท)	1.1 การพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์พืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูง 1.2 เทคโนโลยีการปลูกและเก็บเกี่ยว	H (S,L) H(S)	20,30 15	ก.วิทยาศาสตร์ (**) ก.เกษตรฯ (*)
2. การพัฒนา Logistic ของการรวบรวมวัตถุดิบและขนส่ง (10 ล้านบาท)	2.1 การพัฒนาการรวบรวมวัตถุดิบและวิธีการขนส่ง	M (S)	10	ก. เกษตรฯ (**) ก. คมนาคม (*)
3. หมวดการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มและพัฒนาโรงงานต้นแบบ (75 ล้านบาท)	3.1 เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมันและสร้าง Engineering know-how ขึ้นในประเทศไทย	H (S)	75	ก.พลังงาน และ ก. อุตสาหกรรม (**) ก. วิทยาศาสตร์ฯ (*)
4. การพัฒนางานวิจัยพื้นฐานและโรงงานต้นแบบขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลด้วยเทคโนโลยีขั้นสูงที่มีประสิทธิภาพ (50 ล้านบาท)	4.1 เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลที่มีประสิทธิภาพ	M (L)	50	ก.พลังงาน (**) ก. วิทยาศาสตร์ฯ (*)

สาขา: การผลิตไบโอดีเซล			203 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	ประเด็นวิจัย	ลำดับความสำคัญ	งบประมาณ (ล้านบาท)	หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ
5. การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการผลิตไบโอดีเซล (3 ล้านบาท)	5.1 การพัฒนาโครงสร้างราคาของวัตถุดิบและไบโอดีเซล และวิธีบริหารจัดการเพื่อความยั่งยืน	H (S)	3	ก. วิทยาศาสตร์ฯ (*) และก.พลังงาน (**)

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การผลิตพลังงานจากชีวมวล			140 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	ประเด็นวิจัย	ลำดับความสำคัญ	งบประมาณ (ล้านบาท)	หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ
1. การศึกษาการเก็บรวบรวมและขนส่งชีวมวลที่ยังมีศักยภาพในการนำไปผลิตพลังงาน	1.1 การพัฒนาวิธีการเก็บรวบรวมและขนส่งชีวมวลที่มีศักยภาพที่เหมาะสม	H (S)	10	ก. วิทยาศาสตร์ฯ (**) ก. คมนาคม (*)
2. การศึกษาและพัฒนาองค์ความรู้ของการปลูกพืชโตเร็วเพื่อใช้ผลิตพลังงาน	2.1 ศึกษาวิธีการปลูกพืชโตเร็วที่มีศักยภาพและประเมินต้นทุนต่อหน่วยน้ำหนักหรือพลังงาน	M (L)	20	ก. เกษตรฯ (**) กฟผ. (*)
3. การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลในกลุ่มโรงงานที่มีศักยภาพ	3.1 ศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพและสาธิตระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลของโรงงานที่มีศักยภาพ	H (S)	50	ก.วิทยาศาสตร์ฯ และ ก.อุตสาหกรรม (**) ก. พลังงาน (*)
4. การศึกษาถึงการป้องกันและแก้ไขปัญหาเรื่องประสิทธิภาพที่ลดลงเนื่องจากเถ้าของชีวมวล	4.1 ศึกษาคุณสมบัติด้านการเผาไหม้ของชีวมวล การแก้ปัญหาเถ้าหลอมจับตัวและการเกาะตัวของเถ้าที่ผิวถ่ายเทความร้อน	H (S)	15	ก. พลังงาน (**) ก. วิทยาศาสตร์ฯ (*)

สาขา: การผลิตพลังงานจากชีวมวล			140 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
5. การสร้างองค์ความรู้เรื่องการเผาไหม้ร่วมระหว่างถ่านหินกับชีวมวล	5.1 ศึกษาการเผาไหม้ร่วมกันระหว่างถ่านหินกับชีวมวลประเภทต่าง ๆ	H (S)	10	ก. พลังงาน (**) กฟผ. (*)
6. การสร้าง Engineering know-how ด้านการออกแบบ สร้าง ติดตั้งและควบคุมการทำงานของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลขึ้นในประเทศ	6.1 ศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลขนาดเล็กและกลางที่มีประสิทธิภาพขึ้นในประเทศ	M (L)	30	ก.อุตสาหกรรม และ ก.พลังงาน (**) ก.วิทยาศาสตร์ (*)
7. การศึกษาเชิงนโยบาย กลไก วิธีการจัดการ ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานให้แพร่หลายมากขึ้นและยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่	7.1 ศึกษาเชิงนโยบายและกลไกที่จะสนับสนุนให้เกิดการใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานได้มากขึ้นและยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงของอาหารและการใช้พื้นที่	H (S)	5	ก.เกษตรฯ (**) ก.พลังงาน (*)

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การผลิตก๊าซชีวภาพ			249 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
1. ปรับปรุงเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพที่เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละประเภท (123 ล้านบาท)	1.1 Microbiological aspects of biogas production	H (S)	8	ก.เกษตรฯ และ
	1.2 Appropriate Technologies	H(S)	95	ก. พลังงาน (**)
	1.3 Biogas Process Control, Modeling, and Optimization	H(S)	10	ก.วิทยาศาสตร์ฯ (*)
	1.4 Post treatment	M(S)	10	
2. การพัฒนาเทคโนโลยีการทำความสะอาดก๊าซชีวภาพและการนำไปใช้ (60 ล้านบาท)	2.1 Biogas Cleaning	H (S)	20	ก.พลังงาน (**)
	2.2 การนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในเครื่องยนต์ (Biogas Utilization)	M(L)	40	ก.วิทยาศาสตร์ (*)
3. ระบบสาธิต และการถ่ายทอดเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ (41 ล้านบาท)	3.1 Centralization of Biogas Plants	H (S)	9	ก.วิทยาศาสตร์ และ
	3.2 สนับสนุนให้มีการจัดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพสาธิต	M(S)	32	ก.เกษตรฯ (**)
				ก. พลังงาน (*)
4. การส่งเสริมและสนับสนุนการใช้ก๊าซชีวภาพอย่างมีประสิทธิภาพ (25 ล้านบาท)	4.1 การส่งเสริมให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการลงทุน	H (S)	6	ก.วิทยาศาสตร์ และ
	4.2 การส่งเสริมและเพิ่มประสิทธิภาพระบบก๊าซชีวภาพที่มีการดำเนินการอยู่แล้ว	H(S)	12	ก.เกษตรฯ (**)
	4.3 กำหนดมาตรการการรับซื้อไฟฟ้าที่เอื้อต่อระบบก๊าซชีวภาพ	H(S)	5	ก. พลังงาน (*)
	4.4 การประชาสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมการใช้และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานทดแทนจากก๊าซชีวภาพ	H(S)	2	

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากขยะ			285 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
1. การพัฒนาองค์ความรู้ด้านระบบการจัดการมูลฝอยที่เอื้อต่อการผลิตพลังงาน (100 ล้านบาท)	1.1 การศึกษารูปแบบการคัดแยกและจัดการขยะมูลฝอยและการประเมินเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อผลิตพลังงานจากขยะสำหรับท้องถิ่นขนาดต่าง ๆ	H (S)	30	ก.พลังงาน และ ก. วิทยาศาสตร์ฯ (**) ก.ทรัพยากรฯ (*)
	1.2 การศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการคัดแยกมูลฝอยเพื่อการผลิตพลังงาน	H (L)	35	
	1.3 การศึกษาและพัฒนาการแปรรูปขยะมูลฝอยเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง	H (S)	10	
	1.4 การศึกษา Proximate และ Ultimate Analysis และองค์ประกอบของขยะมูลฝอยชุมชนทั่วประเทศ	H (S)	25	
2. วิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยให้มีประสิทธิภาพและสามารถแข่งขันได้ (170 ล้านบาท)	2.1 การพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพ WTE จากแหล่งฝังกลบ	M (S)	40	ก.วิทยาศาสตร์ฯ (**) ก.พลังงาน (*)
	2.2 การพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพ Mass-burn Incineration	H (L)	10	
	2.3 การวิจัยพัฒนา Anaerobic Digestion (MSW)	M (S)	40	
	2.4 การวิจัยพัฒนา Pyrolysis & Gasification	L (L)	50	
	2.5 การประเมินเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากขยะแบบต่างๆ ในระดับโรงงานต้นแบบที่เหมาะสมกับแต่ละท้องถิ่น	M (S)	30	
3. วิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการผลิตพลังงานจากขยะ (15 ล้านบาท)	3.1 การศึกษารูปแบบการบริหารจัดการการผลิตไฟฟ้าจากขยะในประเด็นผลได้ / เสียของการดำเนินโครงการโดยภาครัฐ ภาคเอกชน หรือภาครัฐร่วมกับภาคเอกชน	M (S)	5	ก.ทรัพยากรฯ (**) ก.พลังงาน (*)
	3.2 ศึกษาต้นทุนการผลิตไฟฟ้ากำจัดขยะโดยคำนึงถึงค่าการกำจัดขยะ (tipping fee)	H (S)	10	

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำขนาดเล็ก			176.5 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
1. กลุ่มวิจัยและการพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานเพื่อเพิ่มความสามารถด้านการออกแบบและผลิตกังหันน้ำ (42 ล้านบาท)	1.1 เทคโนโลยีการออกแบบและผลิตเครื่องต้นแบบกังหันน้ำ ได้แก่ Pelton, Francis, Kaplan และ Propeller	H (S)	12	ก.วิทยาศาสตร์ฯ (**) กฟผ. และก.พลังงาน (*)
	1.2 เทคโนโลยีการออกแบบเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า ได้แก่ Induction generator และ Synchronous generator	M(L)	10	
	1.3 เทคโนโลยี Power system ได้แก่ Grid connection และ Stand-alone	M(S)	10	
	1.4 วิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการสังเคราะห์วัสดุสำหรับชุด Runner blade ที่มีความแข็งแรง และทนต่อการกัดกร่อนสูง	M(L)	10	
2. กลุ่มการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนกังหันน้ำ (50 ล้านบาท)	2.1 การพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตชุด Runner blade	M (L)	20	กฟผ. ก.พลังงาน และ ก.อุตสาหกรรม (**) ก.วิทยาศาสตร์ฯ (*)
	2.2 การพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตงานหล่อวัสดุชิ้นส่วนของชุด Runner blade	M (L)	10	
	2.3 การพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบของกังหันน้ำ	M (L)	10	
	2.4 การพัฒนาเทคโนโลยีการออกแบบและผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	M (L)	10	
3. กลุ่มสำรวจและวิจัยเพื่อประเมินศักยภาพแหล่งน้ำขนาดเล็กสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า (44 ล้านบาท)	3.1 การส่งเสริมการศึกษาวิจัยศักยภาพพลังน้ำแบบลงพื้นที่	H (S)	20	ก.พลังงาน (**) ก. เกษตร กฟผ. และ กฟภ. (*)
	3.2 ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาแหล่งน้ำท้ายเขื่อนเพื่อนำกลับมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีกครั้ง	H (S)	5	
	3.3 ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเขื่อนชลประทานสำหรับการผลิตไฟฟ้าโดยกังหันน้ำขนาดเล็ก	H (S)	4	
	3.4 ศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่มีการดำเนินการอยู่แล้ว	H (S)	15	

สาขา: การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำขนาดเล็ก			176.5 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
4. การศึกษาแนวทางของมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนพลังงานน้ำขนาดเล็ก (30.5 ล้านบาท)	4.1 ศึกษาต้นทุนของการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำขนาดเล็กที่มีศักยภาพโดยละเอียดรายโครงการ	H (S)	10	ก. เกษตร กฟผ. และ กฟภ. (ก. ทรัพยากรฯ) (**)
	4.2 ศึกษาแนวทางการส่งเสริมให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการลงทุน	H (S)	9	ก. พลังงาน (*)
	4.3 สนับสนุนให้ชุมชนร่วมเป็นเจ้าของโรงไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังน้ำขนาดเล็ก	H (S)	6.5	
	4.4 ศึกษาวิธีการจัดการน้ำอย่างเป็นระบบและมีความเที่ยงธรรมต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	H (S)	5	
5. การศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเขื่อนพลังงานน้ำขนาดเล็ก และทำให้เป็นที่ยอมรับของสังคม (10 ล้านบาท)	5.1 ศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาเขื่อนแบบ Run-off River เพื่อการผลิตไฟฟ้าและชลประทาน เพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและการยอมรับของชุมชนที่ได้รับผลกระทบ	M (S)	10	ก. พลังงาน (**) ก. ทรัพยากรฯ (*) ก. เกษตร กฟผ. และ กฟภ.(*)

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม			66.1 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
1. หมวดการวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานด้านพลังงานลมของประเทศไทย (26.5 ล้านบาท)	1.1 ศึกษาพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการพยากรณ์อากาศ (Numerical Weather Prediction Model) ในระดับ Micro grid	H (S)	12	ก.วิทยาศาสตร์ฯ (**) ก.พลังงาน (*)
	1.2 สำรวจภาคสนามโดยละเอียดแบบ Micro-grid scale เพื่อหาความสัมพันธ์ของความเร็วลมที่ผันแปรไปตามระยะทางในแนวราบและแนวระดับความสูง	H (S)	8	
	1.3 การพัฒนาเพื่อสร้างฐานข้อมูลศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทย	H (S)	6.5	
2. การวิจัยและศึกษาเพิ่มความเชื่อมั่นในการใช้พลังงานลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า การประยุกต์ใช้งานและสร้างขีดความสามารถทางวิศวกรรมของประเทศไทย (11 ล้านบาท)	2.1 การศึกษาเพื่อประเมินความเหมาะสมของกังหันลมเชิงพาณิชย์ขนาดใหญ่ที่นำเข้ามาใช้งานในประเทศไทย (Test Bed Evaluation)	M (S)	1	ก.วิทยาศาสตร์ฯ (**) ก.พลังงาน และกฟผ. (*)
	2.2 การพัฒนากังหันลมขนาดเล็ก (5-10 kWe) ที่เหมาะสมกับ wind pattern ของประเทศไทยรวมถึงการสนับสนุนการใช้งาน	M (L)	10	
3. การวิจัยเพื่อการสร้างศักยภาพในการผลิตชิ้นส่วนกังหันลมทดแทนการนำเข้าเพื่อลดราคาไฟฟ้าจากพลังงานลม และพัฒนาอุตสาหกรรมกังหันลมของประเทศในระยะยาว (28.6 ล้านบาท)	3.1 การศึกษาและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนราคากังหันลมที่นำเข้าจากต่างประเทศโดยการพัฒนาชิ้นส่วนทดแทนภายในประเทศ	M (L)	6	ก.พลังงาน กฟผ. และกฟภ. (**)
	3.2 ปัญหาในการขนส่งและติดตั้ง	M (S)	1.3	ก.วิทยาศาสตร์ และ
	3.3 การสร้างองค์ความรู้และประสบการณ์ของการออกแบบและสร้างกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า	M (L)	10	ก.อุตสาหกรรม (*)
	3.4 การเพิ่มประสิทธิภาพของกังหันลมเพื่อการใช้ในประเทศ	M (S)	6	
	3.5 ส่งเสริมศักยภาพอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับกังหันลม	L (S)	1.3	
	3.6 พัฒนาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนกังหันลมภายในประเทศ	M (L)	4	

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์			191 ล้านบาท (รัฐบาล 154.6 ล้านบาท)	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
1. การวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ (Fundamental Research) (55 ล้านบาท)	1.1 การศึกษาเทคโนโลยีคริสตัลไลน์ซิลิคอน (Crystalline Silicon) 1.2 การศึกษาเทคโนโลยีฟิล์มบาง 1.3 การพัฒนาเทคโนโลยีนาโน	L (L) M (L) L (L)	25 20 10	ก.วิทยาศาสตร์ฯ (*)
2. การวิจัยและพัฒนาการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ (Manufacturing Development) (91 ล้านบาท, รัฐบาล 54.6 ล้านบาท)	2.1 การพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในกระบวนการผลิต (Process improvement) 2.2 การพัฒนาการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Module manufacturing) 2.3 การพัฒนาประสิทธิภาพอุปกรณ์ส่วนควบ (Balance-of-System, BOS)	H (S) H (L) H (S)	40 (รัฐบาล 24) 11 (รัฐบาล 6.6) 40 (รัฐบาล 24)	ก.วิทยาศาสตร์ฯ และ ก.อุตสาหกรรม (*)
3. การพัฒนาคุณลักษณะทางวิศวกรรมและการประยุกต์ใช้งาน (Performance, reliability and deployment) (39 ล้านบาท)	3.1 พัฒนาคุณภาพและมาตรฐานแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ระบบ (System engineering and reliability) 3.2 ศึกษาวิจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Life cycle analysis)ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ 3.3 การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์รูปแบบต่างๆ (Market development)	H (S) M (S) M (S)	6 3 30	ก.ทรัพยากรฯ ก.พลังงาน (**)และ ก.วิทยาศาสตร์ (*) ก.พาณิชย์ ก.การคลัง
4. การประเมินศักยภาพเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการใช้เทคโนโลยี Concentrated Solar Power (CSP) ภายในประเทศ (6 ล้านบาท)	4.1 การพัฒนาฐานข้อมูลความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ตรง (Development of direct solar radiation database) 4.2 การศึกษาความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ในการใช้เทคโนโลยี CSP ในประเทศไทย (Economic analysis of CSP technology in Thailand)	M (S) L(S)	5 1	ก. วิทยาศาสตร์ (**) ก. พลังงาน และ กฟผ. (*)

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์			54 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
1. Fundamental Research (31 ล้านบาท)	1.1 Material research for higher efficiency, low-cost solar collector	M (L)	11	ก.พลังงานและ
	1.2 Flat plate and evacuated tube collector technology development	M (L)	20	กฟผ. (**) ก.วิทยาศาสตร์ฯ (*)
2. Manufacturing Development (3 ล้านบาท)	2.1 Solar thermal supply chain analysis	M (S)	2	กฟผ. (**)
	2.2 Capacity building for manufacturer and installer	H (S)	1	ก.พลังงาน (*)
3. Performance, reliability and deployment (20 ล้านบาท)	3.1 System engineering and reliability	H (S)	2	กฟผ. (**)
	3.2 Development of design software and system optimization	H (S)	2	ก.พลังงาน (*)
	3.3 Market development (demonstration)	H (S)	16	

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การประหยัดพลังงานในภาคการขนส่ง			161.7 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
1. การจัดการเพื่อลดความต้องการใช้การจราจรและขนส่ง (Travel Demand Management) (33.3 ล้านบาท)	1.1 การศึกษาสำรวจอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร (Fuel Economy) ของรถยนต์แต่ละประเภทในปัจจุบัน และลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงโดยการกำหนดอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงขั้นต่ำ (Minimum Fuel Economy) ของรถยนต์ที่วางจำหน่ายภายในประเทศ	H (S)	13	ก .คมนาคมฯ ก.ทรัพยากรฯและ ก.พลังงาน (**) ก.อุตสาหกรรม (*)
	1.2 การกำหนดฉลากประหยัดเชื้อเพลิงของรถยนต์	H (S)	4	
	1.3 การปรับปรุงทางเลือกในการเดินทางโดยการยกระดับระบบขนส่งมวลชนแบบถนนให้มีประสิทธิภาพสูงและลดความต้องการใช้ถนน	H (L)	13	
	1.4 การส่งเสริมการใช้รถยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง เช่น รถยนต์ไฮบริด รถยนต์ประหยัดพลังงาน (Eco-car)	H (L)	3.3	
2. การใช้แก๊สโซฮอล์แทนที่น้ำมันแก๊สโซลีนในภาคการขนส่ง (32 ล้านบาท)	2.1 การใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์95 E 10 แทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 95 ทั้งหมด	H (S)	20.5	ก.พลังงาน และ ปตท. (**) ก. วิทยาศาสตร์ฯ (*)
	2.2 การใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์91 E 10 แทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน91	M (S)	11.5	

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การประหยัดพลังงานในภาคการขนส่ง			161.7 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	ประเด็นวิจัย	ลำดับความสำคัญ	งบประมาณ (ล้านบาท)	หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ
3. การใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในภาคการขนส่ง (93.2 ล้านบาท)	3.1 ศึกษาการจัดตั้งสถานีเติมก๊าซตามจุดต่างๆ ที่เหมาะสมโดยบูรณาการร่วมกับโครงสร้างการวางท่อก๊าซเพื่ออุตสาหกรรมและผลิตไฟฟ้า ผลิตความร้อน และผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วม (CHP)	H (S)	6.5	ก.อุตสาหกรรม ปตท. ก.มหาดไทย และ ก.ทรัพยากรฯ (**)
	3.2 กำหนดมาตรฐานความปลอดภัยของอุปกรณ์ การติดตั้ง งานฝีมือ การประกอบอุปกรณ์ของสถานีเติมก๊าซและเครื่องยนต์	H (S)	12.5	ก.พลังงาน และ ก. วิทยาศาสตร์ฯ (*)
	3.3 กำหนดมาตรฐานเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติที่เหมาะสมกับการผลิตและการใช้งานของเครื่องยนต์ของรถยนต์ประเภทต่างๆ ที่ใช้ในประเทศไทย	H (S)	9.0	
	3.4 เทคโนโลยีเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงอย่างเดียว (Dedicated Engine)	M (S)	39.0	
	3.5 เทคโนโลยีเครื่องยนต์ที่สามารถเลือกใช้ก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันเบนซิน (Bi–fuel Engine)	M (S)	13.8	
	3.6 เทคโนโลยีเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติร่วมกับน้ำมันดีเซล (Diesel Dual Fuel Engine: DDF)	M (S)	12.4	
4. การใช้ไบโอดีเซลแทนที่น้ำมันดีเซลในภาคการขนส่ง (3.2 ล้านบาท)	4.1 การใช้น้ำมันไบโอดีเซล B 5และ B 10ในภาคการขนส่ง	M(S)	3.2	ก.พลังงาน และ ปตท. (**) ก. วิทยาศาสตร์ฯ (*)

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: ประสิทธิภาพพลังงานในภาคอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย			197.8 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
1. เทคโนโลยีกรอบอาคาร (54.3 ล้านบาท)	1.1 วิจัยและพัฒนาวัสดุเปลือกอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร	H (L)	8.8	ก. อุตสาหกรรม (**) ก. วิทยาศาสตร์ และ
	1.2 การศึกษาผลกระทบของมวลเชิงอุณหภาพ (Thermal mass) ของอาคารต่อการใช้พลังงาน	M (S)	13	ก. พลังงาน (*)
	1.3 การพัฒนาขั้นตอนมาตรฐานในการทดสอบ (Standard testing procedures) คุณสมบัติเชิงอุณหภาพของวัสดุอาคารและการประกอบ	M (S)	5.5	
	1.4 การศึกษาการไหลของอากาศภายในและรอบนอกอาคาร (Air flow in and around buildings)	M (L)	10	
	1.5 การพัฒนาและการประยุกต์ใช้เครื่องมือ (Tools) สำหรับการจำลองสมรรถนะของอาคาร (Building performance simulation)	H (S)	17	
2. เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเชิงอุณหภาพ (thermal environment) (55 ล้านบาท)	2.1 การศึกษาแนวทางการประยุกต์นวัตกรรมเทคโนโลยีการทำความเย็นแบบต่าง ๆ	H (L)	27	ก. พลังงาน (**) ก. วิทยาศาสตร์ (*)
	2.2 การศึกษาแนวทางประยุกต์ passive cooling	H (L)	15	
	2.3 การศึกษาด้านภาวะความสบายเชิงอุณหภาพ (Thermal comfort) ในอาคารและบ้านพักอาศัย	H (S)	13	
3. เทคโนโลยีการส่องสว่าง	3.1 การศึกษาการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ (Daylighting)	H (S)	8.5	ก. พลังงาน และ ก. วิทยาศาสตร์ฯ (*)

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: ประสิทธิภาพพลังงานในภาคอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย			197.8 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
4. เทคโนโลยีอุปกรณ์/เครื่องใช้ (41 ล้านบาท)	4.1 การวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานของตู้เย็นและตู้แช่ 4.2 การวิจัยประยุกต์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type) และแบบ Central packaged 4.3 การวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเตาหุงต้ม	H (L) H (L) H (S)	16 15 10	ก.อุตสาหกรรม (**) ก.วิทยาศาสตร์ และ ก.พลังงาน (*)
5. การผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม (CHP) และ District cooling	ดูในหัวข้อ การผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP)			
6. ระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงาน (20 ล้านบาท)	6.1 พัฒนาขั้นตอนและซอฟต์แวร์สนับสนุนการจัดการพลังงานในอาคารให้มีประสิทธิภาพ 6.2 การทดลองเชิงพัฒนาการประยุกต์ใช้ระบบจัดการและควบคุมการใช้พลังงาน	M (S) M (L)	10 10	ก. พลังงาน (**) ก.วิทยาศาสตร์ฯ (*)
7. การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการบริหารงานการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (19 ล้านบาท)	7.1 การพัฒนาและใช้ Building energy code 7.2 การพัฒนาระบบติดฉลากพลังงานสำหรับอาคารและบ้านพักอาศัยเพื่อสร้างความจูงใจแก่เจ้าของและผู้ใช้อาคารและบ้านพักอาศัย	H (S) H (S)	12 7	ก.มหาดไทย (**) ก.พลังงาน (*)

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม			216 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
1. เทคโนโลยีระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า (Motor driven systems) (48 ล้านบาท)	1.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ผลิตภายในประเทศ	H (L)	25	ก.อุตสาหกรรม (**)
	1.2 การปรับปรุงประสิทธิภาพของพัดลมอุตสาหกรรมที่ผลิตภายในประเทศ	H (L)	8	ก.วิทยาศาสตร์ (*)
	1.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพของปั๊มน้ำอุตสาหกรรมที่ผลิตภายในประเทศ	H (L)	8	
	1.4 การ Optimize การออกแบบระบบ (System design optimization)	H (S)	7	
2. เทคโนโลยีระบบไอน้ำ (Steam systems) (38 ล้านบาท)	2.1 การปรับปรุงประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำที่ผลิตในประเทศ	H (L)	18	ก.อุตสาหกรรม (**)
	2.2 การทดลองเชิงพัฒนาเพื่อส่งเสริมการประยุกต์ใช้หม้อไอน้ำและอุปกรณ์เป็นนวัตกรรมใหม่	H (L)	20	ก.วิทยาศาสตร์ (*)
3. เทคโนโลยีระบบผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม (cogeneration หรือ CHP) (22 ล้านบาท)	3.1 การศึกษาพัฒนาองค์ความรู้เพื่อให้การใช้ระบบ CHP ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงมีประสิทธิภาพและสะอาด	M (L)	18	ก.วิทยาศาสตร์ (**) ก.พลังงาน และ
	3.2 การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบ CHP ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง	H (S)	4	กฟผ. (*)
4. เทคโนโลยีระบบการทำความเย็น (Process cooling and refrigeration) (33 ล้านบาท)	4.1 การวิจัยประยุกต์เพื่อสนับสนุนการออกแบบ ผลิต และติดตั้งอุปกรณ์/ระบบทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพสูงภายในประเทศ	H (S)	21	ก.อุตสาหกรรม (**) ก.วิทยาศาสตร์ฯและ
	4.2 การวิจัยประยุกต์เพื่อการใช้ระบบทำความเย็นอย่างมีประสิทธิภาพ	H (S)	12	ก.พลังงาน (*)

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม			216 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
5. เทคโนโลยีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ (Waste heat recovery) (23 ล้านบาท)	5.1 การประเมินศักยภาพการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ที่ใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์สูง (Energy – intensive) 5.2 การพัฒนาและประยุกต์เทคโนโลยีการนำความร้อนกลับมาใช้ประโยชน์	H (S) H (L)	9 14	ก.อุตสาหกรรม (**) ก.วิทยาศาสตร์ฯและ ก.พลังงาน (*)
6. การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อน/ถ่ายเทความร้อน (Process heating/heat transfer) (11 ล้านบาท)	6.1 การประเมินศักยภาพของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการให้ความร้อน / ถ่ายเทความร้อน 6.2 การศึกษาแนวทางการนำเทคโนโลยีใหม่มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการให้ความร้อน/ถ่ายเทความร้อน	H (S) M (L)	6 5	ก.อุตสาหกรรม (**) ก.วิทยาศาสตร์ฯและ ก.พลังงาน (*)
7. การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ (Materials recycling) (13 ล้านบาท)	7.1 การประเมินศักยภาพการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ในอุตสาหกรรมแต่ละประเภท 7.2 การพัฒนานวัตกรรมการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตที่มีศักยภาพสูง	H (S) H (L)	3 10	ก.พลังงาน (**) ก.อุตสาหกรรม และ ก.วิทยาศาสตร์ฯ (*)
8. การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในภาคอุตสาหกรรม (28 ล้านบาท)	8.1 มาตรการส่งเสริมการนำเทคโนโลยี/เครื่องจักร/อุปกรณ์ ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงไปใช้ในอุตสาหกรรม 8.2 มาตรการส่งเสริมการเพิ่มขีดความสามารถของอุตสาหกรรมการผลิตของไทยให้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น	H (S) H (S)	24 4	ก.วิทยาศาสตร์ฯ (**) ก.พลังงาน และ ก.อุตสาหกรรม (*)

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

สาขา: การผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP) โดยใช้ก๊าซธรรมชาติ			59 ล้านบาท	
หมวดวิจัย	**ประเด็นวิจัย**	**ลำดับความสำคัญ**	**งบประมาณ (ล้านบาท)**	**หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ**
1. การพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อการใช้ระบบ CHP อย่างมีประสิทธิภาพ (10 ล้านบาท)	1.1 การบูรณาการและการ Optimize ระบบ CHP สำหรับการใช้งานประเภทต่าง ๆ	H (S)	10	กฟภ .กฟน. และปตท. (**) ก.พลังงาน (*)
2. การพัฒนาเทคโนโลยีและอุปกรณ์สำหรับระบบ CHP (38 ล้านบาท)	2.1 การพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการใช้ความร้อนทิ้ง (Waste heat unit) 2.2 การพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการทำความเย็น 2.3 การพัฒนาระบบควบคุมสำหรับระบบ CHP โดยเฉพาะ	H (L) M (L) H (S)	28 6 4	ก.วิทยาศาสตร์ฯ (**) ก.พลังงาน ปตท . และกฟผ. (*)
3. การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการใช้ระบบ CHP (11 ล้านบาท)	3.1 การประเมินผลกระทบของนโยบายส่งเสริมการใช้ระบบ CHP 3.2 การเข้าถึง (Access) และการเชื่อมต่อ (Interconnection) กับระบบส่งไฟฟ้า (grid system)	H (S) H (S)	5 6	ก.พลังงาน กฟผ .และ ปตท. (*)

หมายเหตุ: (L) = long term, (S) = short term ** = First Priority, * = Second Priority H = high, M = medium and L = low

ตารางที่ 7.15-2 บรูณาการหมวดด้านพลังงานหมุนเวียนที่มีความสำคัญสูง

	การผลิตเอทานอล	การผลิตไบโอดีเซล	การผลิตพลังงานจากชีวมวล	การผลิตก๊าซชีวภาพ	การผลิตไฟฟ้าจากขยะ	การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำขนดเล็ก
วัตถุดิบ/พันธ์พืช	พัฒนาพันธ์มันสำปะหลังและอ้อย	พัฒนาพันธ์พืชน้ำมัน	การเก็บรวบรวมขนส่งชีวมวลที่มีศักยภาพ			สำรวจและประเมินศักยภาพแหล่งน้ำขนาดเล็ก
กระบวนการ/ประสิทธิภาพ	ปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน	ปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตจากน้ำมันปาลม์	เพิ่มประสิทธิภาพและแก้ไข/ป้องกันปัญหาจากเถ้าชีวมวล	- ปรับปรุงเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละประเภท - การทำความสะอาดก๊าซ	พัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการแข่งขัน	
โรงงานต้นแบบ/สาธิต	พัฒนาโรงงานต้นแบบ	โรงงานต้นแบบที่บูรณาการการผลิตไบโอดีเซลกับน้ำมันปาลม์		ระบบสาธิตและถ่ายทอดเทคโนโลยี		
นโยบาย	โครงสร้างราคาและการบริหารจัดการ		ใช้ชีวมวลแบบยั่งยืนโดยไม่กระทบความ		ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากขยะและค่าการกำจัด	แนวทางและมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้า

	การผลิตเอทานอล	การผลิตไบโอดีเซล	การผลิตพลังงานจากชีวมวล	การผลิตก๊าซชีวภาพ	การผลิตไฟฟ้าจากขยะ	การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำขนดเล็ก
			มั่นคงด้านอาหารและพื้นที่		ขยะ	เขื่อนขนาดเล็ก
วิจัยพื้นฐาน	องค์ความรู้ด้านการผลิตเอทานอลจากเซลลูโลส		องค์ความรู้การเผาไหม้ร่วมถ่านหินและชีวมวล		องค์ความรู้ด้านระบบการจัดการที่เอื้อต่อการผลิตพลังงาน	องค์ความรู้พื้นฐานด้านการออกแบบและผลิตกังหันน้ำ

บูรณาการหมวดวิจัยด้านประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานที่มีความสำคัญสูง

	ภาคการขนส่ง	ภาคอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย	ภาคอุตสาหกรรม
การจัดการ	การจัดการลดความต้องการการใช้จราจรและขนส่ง		
เทคโนโลยี		เทคโนโลยี กรอบอาคาร การส่องสว่างและสิ่งแวดล้อมเชิงอุณหภาพ	เทคโนโลยี ระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ระบบไอน้ำ ระบบCHP ระบบการทำความเย็น การนำความ้อนทิ้งกลับมาใช้
ประสิทธิภาพ		ประสิทธิภาพอุปกรณ์เครื่องใช้ในอาคารและบ้านพักอาศัย	ปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการให้ความร้อนและถ่ายเทความร้อน
นโยบาย	- โครงสร้างพื้นฐานการจ่ายก๊าซ - ผลกระทบการใช้แก๊ซโซฮอลแทนเบนซิน	สนับสนุนการบริหารงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ	ส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพ

บทที่ 8 แผนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์

สรุปสาระสำคัญ (Key Findings)

1. *รายงานบทนี้สรุปย่อเนื้อหาของการจัดทำแผนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านพลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (หรือการอนุรักษ์พลังงาน) ซึ่งได้สำรวจสถานการณ์กำลังคนประเภทดังกล่าวทั้งในและต่างประเทศ สถานภาพในการผลิตและการพัฒนากำลังคนที่เกี่ยวข้อง และความต้องการกำลังคนในเชิงคุณภาพภายในประเทศโดยการสัมภาษณ์และสำรวจความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้อง รวมทั้งประมาณการความต้องการกำลังคนทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ รวมทั้งเสนอแนะ แนวทางการพัฒนากำลังคนเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว*

2. *กำลังคนด้านพลังงานหมุนเวียนและประสิทธิภาพพลังงานที่เน้นในการศึกษานี้คือ กำลังคนระดับวิชาชีพโดยเฉพาะในการปฏิบัติการเชิงเทคนิค บริหารจัดการและการกำกับดูแล (นโยบายและแผน) ในภาครัฐ และการวิจัยและพัฒนา ซึ่งต้องอาศัยกำลังคนที่มีคุณวุฒิระดับปริญญาตรีขึ้นไปเป็นหลัก กำลังคนเหล่านี้โดยทั่วไปต้องมีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ หรือ สถาปัตยกรรมศาสตร์ ซึ่งส่วนใหญ่ไม่จำเป็นต้องสำเร็จการศึกษาด้านพลังงานโดยเฉพาะ แต่อาศัยการฝึกอบรมเพิ่มเติมในด้านพลังงานและ/หรือเรียนรู้จากประสบการณ์ในการประกอบอาชีพ แต่อีกส่วนหนึ่งซึ่งเป็นส่วนน้อย เช่น ผู้ประกอบวิชาชีพด้านที่ปรึกษาพลังงาน ผู้กำกับดูแลในภาครัฐ รวมทั้งด้านการวิจัยและพัฒนาในบางสาขานั้นหากได้รับการศึกษาในระดับปริญญาโทและ/หรือปริญญาเอกในสาขาพลังงานโดยเฉพาะก็จะทำให้การปฏิบัติหน้าที่มีประสิทธิผลยิ่งขึ้น*

3. *การสำรวจสถานภาพกำลังคนภายในประเทศพบว่า ทางด้านพลังงานหมุนเวียนนั้น ค่อนข้างยากที่จะระบุสถานภาพกำลังคน ส่วนด้านประสิทธิภาพพลังงานนั้นคิดเฉพาะผู้รับผิดชอบพลังงานตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานมีจำนวน 3,204 คน (โรงงานควบคุม 2,294 คนและอาคารควบคุม 910 คน) และที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงาน (ผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน) 211 คน (โรงงานควบคุม 85 คน อาคารควบคุม 126 คน) ซึ่งกำลังคนดังกล่าวมีคุณวุฒิระดับปริญญาตรีขึ้นไป (ฐานข้อมูลของ พพ.) กำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาที่มีผลงานด้านพลังงานมีประมาณ 1,300 คน (ฐานข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ) ส่วนบุคลากรภาครัฐในหน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้องนั้นมีจำนวนประมาณ 310 คน โดยเป็นบุคลากรใน สนพ. 64 คน (ผู้บริหารระดับสูงและผู้เชี่ยวชาญ 11 คน ที่เหลือเป็นนักวิเคราะห์นโยบายและแผน) และใน พพ. 246 คน (ผู้บริหารระดับสูงและผู้เชี่ยวชาญ 7 คน วิศวกรด้านอนุรักษ์พลังงาน 81 คน ด้านพลังงานทดแทน 141 คน วิเคราะห์นโยบายและแผน 25 คน) รวมทั้งหมดแล้ว บุคลากรด้านพลังงานของประเทศมีจำนวนประมาณ 7,108 คน*

4. *ด้านการผลิตกำลังคนพบว่ามีหลักสูตรด้านพลังงานโดยตรง (หรือวิชาเอกด้านพลังงาน) ในระดับปริญญาตรี 3 หลักสูตร โดยมีผู้สำเร็จการศึกษาปีละประมาณ 134 คน (ปี 2548) ในระดับปริญญาโทและปริญญาเอกมี 5 สถาบันโดยมีผู้สำเร็จการศึกษา 117 คนและ 15 คน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีผู้สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรที่มีส่วนเกี่ยวกับพลังงานอยู่บ้างจำนวนประมาณ 15,000 คน*

5. *ด้านการพัฒนากำลังคนด้วยการศึกษาต่อเนื่อง เช่น การฝึกอบรม พบว่าส่วนใหญ่เป็นการพัฒนากำลังคนด้านการอนุรักษ์พลังงาน โดยในช่วงปี 2546 – 2548 มีจำนวนผู้ได้รับการพัฒนาเฉลี่ยปีละประมาณ 3,000 คน ใน 3 ประเภทหลัก ได้แก่ (1) ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานภาครัฐ (สนพ. และพพ.) (2) ผู้ปฏิบัติงานด้านพลังงานในอุตสาหกรรมเป้าหมาย (อาคารและโรงงาน) และ (3) กำลังคนด้านพลังงานทั่วไป นอกจากนี้ สนพ. ยังได้ใช้เงินกองทุนอนุรักษ์พลังงานสนับสนุนการพัฒนาบุคลากรเป็นประจำทุกปี ตั้งแต่ปี 2538 - 2547 โดยมีผู้รับทุนรวน 462 ทุน (หรือเฉลี่ยปีละ 46 ทุน) ประกอบด้วยระดับปริญญาตรี 85 ทุน ปริญญาโท 270 ทุน ปริญญาเอก 105 ทุน และปริญญาโท-เอก 2 ทุน ในจำนวนนี้เป็นทุนเพื่อศึกษาด้านพลังงานโดยตรง 57 ราย อย่างไรก็ตามการจัดสรรทุนดังกล่าวนอกจากสาขาอุตสาหกรรมซึ่งมีผู้รับทุน 110 ทุนแล้ว ส่วนมากยังไม่ค่อยสอดคล้องกับศักยภาพที่แท้จริงในการประหยัดหรือใช้เทคโนโลยีพลังงานในประเทศ เช่น มีผู้รับทุนสาขาบ้านอยู่อาศัยและพลังงานแสงอาทิตย์ถึง 130 ทุนและ 85 ทุน ตามลำดับ*

6. *ด้านความรู้และทักษะของผู้ปฏิบัติงานด้านพลังงาน จากการสำรวจผู้รับผิดชอบด้านโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมจำนวน 211 รายในระดับความรู้และทักษะด้านต่าง ๆ พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ กล่าวคือต้องรับฟังคำชี้แนะจากหัวหน้าหรือผู้เชี่ยวชาญจึงจะมีความมั่นใจในการดำเนินกิจกรรมเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน ทั้งนี้ ความรู้และทักษะที่ยังขาดคือทักษะเชิงเทคนิคเฉพาะด้าน เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระบบไอน้ำ และการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์และการเงิน นอกจากนี้ จากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิด้านพลังงานจำนวน 27 ราย พบว่า ส่วนใหญ่เห็นว่ากำลังคนระดับปริญญาตรีน่าจะมีเพียงพอแล้ว แต่อาจต้องมีการพัฒนาคุณภาพด้วยการศึกษาต่อหรือการฝึกอบรมเฉพาะด้านและควรมีการพัฒนากำลังคนในระดับปริญญาโทและปริญญาเอกเพิ่มเติมเพื่อรองรับงานวิจัยและพัฒนาและการวางแผนพลังงาน*

7. *การประมาณความต้องการกำลังคนด้านพลังงานหมุนเวียนโดยใช้หลักเกณฑ์ต่าง ๆ พบว่า หากจะให้มีการพัฒนาและใช้พลังงานหมุนเวียนตามศักยภาพที่ประเมินไว้ในโครงการวิจัยนี้ทั้งหมด นั่นคือการใช้พลังงานหมุนเวียนประมาณ 8% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในปี 2554 จะต้องมีกำลังคนเพิ่มเติมเพื่อปฏิบัติงานในระดับวิชาชีพด้านการผลิต ติดตั้ง การซ่อมบำรุง และด้านการวิจัยและพัฒนารวมประมาณ 2,630 คน ดังนี้*

1) ด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน		
■ *การผลิต ติดตั้ง ปฏิบัติการ และซ่อมบำรุง*	*1,090*	*คน*
■ *การวิจัยและพัฒนา*	*410*	*คน*
2) การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ		
■ *การผลิต ติดตั้ง ปฏิบัติการ และซ่อมบำรุง*	*950*	*คน*
■ *การวิจัยและพัฒนา*	*180*	*คน*

8. *จากการประมาณกำลังคนด้านประสิทธิภาพพลังงานโดยหลักเกณฑ์ต่าง ๆ พบว่า หากมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในอัตราที่คาดการณ์ ซึ่งหมายรวมถึงการเพิ่มขึ้นของจำนวนอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมตามอัตราที่คาดการณ์ด้วยจะต้องมีกำลังคนเพิ่มเติมเพื่อปฏิบัติงานในระดับวิชาชีพด้านผู้รับผิดชอบพลังงานและด้านที่ปรึกษาการอนุรักษ์พลังงานในอาคารและโรงงานควบคุม รวมทั้งการวิจัยและพัฒนา รวม 1,880 คน ดังนี้*

1) ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน		
■ *อาคารควบคุม*	*390*	*คน*
■ *โรงงานควบคุม*	*700*	*คน*
2) ที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงาน		
■ *อาคารควบคุม*	*120*	*คน*
■ *โรงงานควบคุม*	*260*	*คน*
3) นักวิจัยและพัฒนา	*410*	*คน*

9. การประมาณความต้องการกำลังคนด้านนโยบายและแผน และกำกับดูแล พบว่า หากจะให้หน่วยงานภาครัฐที่สำคัญโดยเฉพาะ สนพ. และ พพ. มีกำลังคนที่ครอบคลุมเทคโนโลยีพลังงานสาขาต่าง ๆ ทั้งด้านพลังงานหมุนเวียนและด้านประสิทธิภาพพลังงาน ควรมีบุคลากรเพิ่มขึ้นและ/หรือพัฒนาบุคลากรเดิมให้มีความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องรวม 80 คน นอกจากนี้ ยังควรมีเจ้าหน้าที่ด้านพลังงานในภูมิภาคกระจายตามจังหวัดต่าง ๆ รวม 380 คน

10. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนากำลังคนให้สอดคล้องกับความต้องการดังกล่าวในเชิงปริมาณประกอบด้วยเป้าหมายหลัก 3 ด้าน แต่ละด้านประกอบด้วยกลยุทธ์และมาตรการที่จะนำไปสู่เป้าหมาย ทั้งนี้ กลยุทธ์หลักมีดังนี้

เป้าหมายการพัฒนา	***กลยุทธ์หลัก***
1. กำลังคนด้านปฏิบัติระดับวิชาชีพ ■ *ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน และที่ปรึกษาด้านพลังงาน ในอาคารและโรงงานควบคุม 1,500 คน* ■ *ผู้ออกแบบ ผลิต ติดตั้ง ปฏิบัติการ/ซ่อมบำรุง ด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน และด้านการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ 2,000 คน*	*1.1 พัฒนาต่อยอดบุคลากรในระบบประมาณ 1/2 ของเป้าหมาย* *1.2 พัฒนาผู้ที่กำลังศึกษาอยู่เพื่อเข้าสู่วิชาชีพด้านพลังงานประมาณ 1/4 ของเป้าหมาย* *1.3 ผลิตกำลังคนในระดับปริญญาโทที่เป็นวิชาชีพพลังงานประมาณ 1/4 ของเป้าหมาย*
2. กำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาประมาณ 1,000 คน	*2.1 พัฒนากำลังคนที่อยู่ในระบบการวิจัยและการศึกษาให้หันมาทำงานวิจัยด้านพลังงาน 1/3 ของเป้าหมาย* *2.2 พัฒนากำลังคนโดยผ่านหลักสูตรการศึกษาด้านพลังงานโดยตรง 2/3 ของเป้าหมาย*
3. กำลังคนด้านนโยบาย แผน และกำกับดูแลประมาณ 465 คน	*3.1 พัฒนากำลังคนที่มีอยู่ในระบบให้มีความรู้และทักษะที่สอดคล้องกับภารกิจของหน่วยงานจำนวน 1/2 ของเป้าหมาย* *3.2 พัฒนาผู้ที่กำลังศึกษาอยู่เพื่อเข้าสู่วิชาชีพด้านพลังงาน*

เป้าหมายการพัฒนา	*กลยุทธ์หลัก*
	จำนวน 1/4 ของเป้าหมาย *3.3 ผลิตกำลังคนระดับป.โท/เอก สาขาพลังงานโดยเฉพาะ 1/4 ของเป้าหมาย*

11. การพัฒนากำลังคนในเชิงคุณภาพประกอบด้วย 4 กลยุทธ์ ได้แก่

1) พัฒนาคุณภาพผู้สอนและฝึกอบรม (train-the-trainers) เพื่อสร้างวิทยากรหรือผู้สอนอีกต่อหนึ่ง

2) เสริมสร้างความเข้มแข็งของสถาบันการศึกษา ฝึกอบรมและวิจัย และส่งเสริมให้สถาบันดังกล่าวพัฒนากำลังคนที่สอดคล้องกับความต้องการใช้

3) เสริมสร้างความเข้มแข็งของหน่วยงานภาครัฐที่กำหนดนโยบาย แผนงาน และกำกับดูแลกิจการพลังงาน

4) ยกระดับมาตรฐานของบุคลากรที่ประกอบอาชีพด้านพลังงานที่มีอยู่ในปัจจุบัน

8.1 คำนำ

การบรรลุเป้าหมายของรัฐด้านการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานของประเทศจะสามารถเป็นจริงได้นั้น ต้องอาศัยทรัพยากรมนุษย์ที่มีทักษะ ความรู้ ความสามารถและความชำนาญทั้งสาขาพลังงานโดยตรง และสาขาอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในการปฏิบัติงาน อาทิ ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ วิทยาการจัดการ ด้านการตลาด การส่งเสริมการขาย ตลอดจนความรู้ที่เกี่ยวกับกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น แต่การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีทักษะในระดับที่ใช้งานได้จริงและสอดคล้องกับความต้องการของประเทศชาติหรือผู้ใช้นั้นต้องใช้เวลานานและต้องมีการวางแผนการพัฒนาบนพื้นฐานของข้อมูลด้านความต้องการทรัพยากรมนุษย์ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ด้านขีดความสามารถในการผลิตและพัฒนาบุคลากรภายในประเทศ เป็นต้น

8.1.1 วัตถุประสงค์

การศึกษาเพื่อจัดทำแผนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

(1) สำรวจสถานภาพและความต้องการในปัจจุบันของกำลังคนด้านพลังงานหมุนเวียนและด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

(2) สำรวจสถานภาพการผลิตบุคลากรและแนวโน้มในการผลิตกำลังคนในสาขาพลังงานโดยตรงและสาขาใกล้เคียงในสถาบันต่างๆ

(3) พัฒนาความเชื่อมโยงระหว่างความต้องการกำลังคนดังกล่าวกับหลักสูตร/สาขาการศึกษาด้านพลังงาน เพื่อจัดทำแผนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพื่อรองรับแผนการวิจัยและพัฒนา แผนการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

(4) เสนอแนวทางการพัฒนาบุคลากรด้านพลังงานหมุนเวียนและด้านการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

8.1.2 ขอบเขตการศึกษา

(1) การศึกษาความต้องการกำลังคนจะพิจารณากำลังคนใน 2 ระดับ ได้แก่ ระดับปฏิบัติการ และระดับวิชาชีพ แต่จะเน้นระดับวิชาชีพเป็นหลัก

(2) ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความต้องการกำลังคนด้านพลังงานหมุนเวียนประกอบด้วย กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้ผลิต ผู้นำเข้า และผู้จำหน่ายอุปกรณ์เครื่องจักร เทคโนโลยีด้านพลังงานหมุนเวียน ตลอดจนผู้ประกอบการที่นำเทคโนโลยีมาใช้ใน sector ของการผลิต และการแปรรูปเชื้อเพลิงเป็นพลังงาน

ความร้อนและไฟฟ้า ส่วนด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานจะพิจารณากลุ่มตัวอย่างจากผู้ที่เกี่ยวข้องในสาขาเศรษฐกิจหลักๆ อาทิ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน สถาปนิกออกแบบบ้านประหยัดพลังงานและอาคาร ผู้รับผิดชอบการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในภาคการผลิตไฟฟ้า

(3) ประเภทพลังงานหมุนเวียนที่พิจารณาได้แก่ พลังงานชีวมวล พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังน้ำขนาดเล็กและขนาดจิ๋ว

(4) การศึกษากำลังคนด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมและอาคาร จะพิจารณาเฉพาะโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมตามที่กำหนดไว้ใน พรบ. การส่งเสริมและการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 เท่านั้น

(5) การสำรวจสถานภาพการผลิตกำลังคนจะพิจารณาการผลิตกำลังคนในสถาบันการศึกษาระดับปริญญาตรี และสูงกว่า

8.1.3 วิธีการศึกษา

(1) ศึกษาและทบทวนข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารต่างๆ รวมทั้งศึกษาข้อมูลของต่างประเทศด้านความต้องการกำลังคน

(2) สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อประเมินระดับทักษะและความรู้ของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม

(3) สัมภาษณ์และปรึกษาหารือผู้เชี่ยวชาญ และการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อสอบทานข้อเสนอ แนวทางการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในเบื้องต้น

8.2 สถานการณ์ความต้องการกำลังคนด้านพลังงานของโลก

8.2.1 ด้านพลังงานหมุนเวียน

8.2.1.1 ความต้องการกำลังคนในเชิงปริมาณ

การเติบโตอย่างรวดเร็วด้านการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาได้ก่อให้เกิดการจ้างงานค่อนข้างมาก จากรายงานของ Renewable 2005 Global Status พบว่าในปี ค.ศ. 2004 มีแรงงานด้านพลังงานหมุนเวียนอยู่ประมาณ 1.6-1.7 ล้านคนทั่วโลก ดังแสดงในตารางที่ 8.2-1 อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับความต้องการกำลังคนในด้านนี้มีน้อยมาก และการศึกษาของแต่ละสำนักมักให้ข้อมูลแตกต่างกันค่อนข้างมาก เนื่องจากการประมาณความต้องการแรงงานด้านพลังงานหมุนเวียนซึ่งเกี่ยวข้องกับทั้งแรงงานทางตรงและทางอ้อมนั้นทำได้

ค่อนข้างยาก แนวทางหนึ่งในการประมาณการคือการใช้แบบจำลองที่เรียกว่า "Input-output analysis model" ในระบบเศรษฐกิจมหภาค อีกแนวทางหนึ่งคือการใช้ "Analytical approach" โดยผลการศึกษามักแสดงในรูปสัมประสิทธิ์การจ้างงาน (employment coefficient) เช่น จำนวนคนต่อ MW ติดตั้ง หรือค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานต่อ MW ติดตั้ง ตารางที่ 8.2-2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การจ้างงานสำหรับพลังงานประเภทต่างๆ ที่คณะผู้วิจัยได้รวบรวมจากรายงานต่าง ๆ โดยแบ่งเป็นแรงงานด้านการผลิตอุปกรณ์และการติดตั้ง (คน-ปี/MW) และแรงงานด้านการปฏิบัติการและการบำรุงรักษา (คน/MW) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์ที่เสนอโดยแต่ละสำนักมีความแตกต่างกัน ซึ่งสรุปเป็นช่วงของค่าสัมประสิทธิ์ตามตารางที่ 8.2-3

ตารางที่ 8.2-1 ประมาณการแรงงานทางด้านพลังงานหมุนเวียนของโลกในปี 2004 (Renewable 2005 Global Status)

สาขาพลังงาน	การผลิตเครื่องจักร/อุปกรณ์และการติดตั้ง	การปฏิบัติการและการซ่อมบำรุง
พลังงานน้ำขนาดเล็ก	56,500	13,640
พลังงานลม	31,160-60,680	4,800-9,600
พลังงานชีวมวล	1,600-6,800	12,160-79,040
พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์	136,056	381,150
พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์	22,590-29,097	4,000-10,000
เอทานอล	902,000	
ไบโอดีเซล	31,000	
รวม	**1,596,566 - 1,715,563**	

ตารางที่ 8.2-2 ประมาณการค่าสัมประสิทธิ์การจ้างงานในแต่ละสาขาพลังงาน

สาขาพลังงาน	ประมาณการค่าสัมประสิทธิ์การจ้างงาน		แหล่งของข้อมูล	วิธีการศึกษา
	การผลิตอุปกรณ์และการติดตั้ง คน-ปี/MW	การปฏิบัติการและการบำรุงรักษา (O&M) คน/MW		
พลังงานน้ำขนาดเล็ก	11.50	0.22	Pembina Institute*, 2004	จากการสัมภาษณ์อุตสาหกรรมและการทบทวนวรรณกรรม และเป็นการศึกษาเฉพาะแรงงานทางตรง
พลังงานลม	3.80	0.10	Singh et al. 2001 (Renewable Energy Policy Project : REPP)	จากการศึกษาวิเคราะห์การสำรวจความต้องการแรงงานที่เป็นแรงงานทางตรงของอุตสาหกรรมพลังงานลมที่มีกำลังการผลิต 37.5 MW
	7.40	0.20	Heavner & Churchill, 2002	ประมาณการจากความต้องการแรงงานทางตรงโดย California Energy Commission
	6.0	(100-450 per TWh)	ECOTEC 2002 (บริษัทที่ปรึกษาด้านพลังงานในอังกฤษ)	ข้อมูลจาก EWEA (European Wind Energy Association) ที่มีแรงงานทางตรง 20,000 แรงงานในอุตสาหกรรมพลังงานลมในปี 2001
	3.92	0.10	Pembina Institute, 2004	จากการสัมภาษณ์อุตสาหกรรมและการทบทวนวรรณกรรม และเป็นการศึกษาเฉพาะแรงงานทางตรง
พลังงานชีวมวล	8.5	0.32-2.08	Singh et al. 2001 (REPP)	จากการศึกษาวิเคราะห์การสำรวจความต้องการแรงงานในอุตสาหกรรมพลังงานชีวมวล (ขนาด 100 MW-750 MW) ที่เป็นแรงงานทางตรง
	2.0	0.95**	Pembina Institute, 2004	จากการสัมภาษณ์อุตสาหกรรมและการทบทวนวรรณกรรม และเป็นการศึกษาเฉพาะแรงงาน
ไฟฟ้าจาก	32.33	2.25	Singh et al.	จากการศึกษาวิเคราะห์การสำรวจความต้องการแรงงานในอุตสาหกรรม ที่เป็น

สาขาพลังงาน	ประมาณการค่าสัมประสิทธิ์การจ้างงาน		แหล่งของข้อมูล	วิธีการศึกษา
	การผลิตอุปกรณ์และการติดตั้ง คน-ปี/MW	การปฏิบัติการและการบำรุงรักษา (O&M) คน/MW		
พลังงานแสงอาทิตย์			2001 (REPP)	แรงงานทางตรง
	25.10	2.5	Pembina Institute, 2004	จากการสัมภาษณ์อุตสาหกรรมและการทบทวนวรรณกรรม และเป็นการศึกษาเฉพาะแรงงาน
	17.0***	1.0 (O&M)+ 30.0 (การติดตั้งและอื่นๆ)	Greenpeace & EPIA 2005	จากการวิเคราะห์แรงงานทางตรงโดย EPIA (European Photovoltaic Industry Association) ในยุโรป
น้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์	8,330 ต่อ ล้านตรม.	3,850 ต่อ ล้านตรม.	Eric Martinot 2005	จากตัวเลขของอุตสาหกรรมในประเทศจีนจำนวน 2000 แห่ง โดยประมาณว่า 1/3 ของการจ้างงานเป็นแรงงานในการผลิตอุปกรณ์และการติดตั้ง และ 2/3 เป็นแรงงานใน O&M
เอทานอลและไบโอดีเซล	33 คน ต่อ ล้านลิตร	Goldemberg 2004	ประมาณการจากข้อมูลที่พัฒนาโดย UNICA (สมาคมผู้ผลิตน้ำตาลในประเทศบราซิล)	
	16.5 คน ต่อ ล้านลิตร	Eric Martinot 2005	ประมาณว่าการผลิตไบโอดีเซลใช้แรงงานครึ่งหนึ่งของการผลิตเอทานอล	

*สถาบัน Pembina เป็นหน่วยงานวิจัยอิสระของประเทศแคนาดาที่เน้นศึกษาในเรื่องของพลังงานและความยั่งยืน

**รวมแรงงานด้านการเก็บรวบรวมเชื้อเพลิงและกิจกรรมในกระบวนการผลิต

***ไม่รวมการติดตั้งระบบ PV

ตารางที่ 8.2-3 ค่าสัมประสิทธิ์การจ้างงานโดยสรุป

สาขาพลังงาน	ค่าสัมประสิทธิ์	
	การผลิตเครื่องจักร-อุปกรณ์และการติดตั้ง	การปฏิบัติการและการซ่อมบำรุง
การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล	2.0*[1] -8.5*[2] คน-ปี ต่อ MW	0.32*[1]-2.08*[2] คน ต่อ MW
การผลิตไฟฟ้าจากขยะ	1.4*[5] คน-ปี ต่อ MW	0.65*[5] คน ต่อ MW
การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็ก	11.3*[1] คน-ปี ต่อ MW	0.22*[1] คน ต่อ MW*
การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม	3.92*[1]-7.40*[3] คน-ปี ต่อ MW	0.10*[1]-0.20*[3] คน ต่อ MW
การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	17.0*[4] -32.33*[2]คน-ปี ต่อ MW	1.0*[4]-2.50*[2] คน ต่อ MW*
การผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์	0.0012*[5] คน-ปี ต่อ m^2	0.0033*[5] คน ต่อ m^2
การผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพ	1.2*[6] คน ต่อ MW	
การผลิตเอทานอล	33*[7]คนต่อล้านลิตร	
การผลิตไบโอดีเซล	16.5*[5] คนต่อล้านลิตร	

*[1] Pembina, 2004, *[2] Singh (et al,2001), *[3] Heaven & Churchill, 2002, *[4] Greenpeace & EIPA, 2005,
*[5] Martinot, 2005, *[6] AGAMA, 2003, *[7] Goldemberg, 2004

นอกจากนี้ ยังมีผลการศึกษาของ Department of Trade and Industry (DTI) ประเทศสหราชอาณาจักรที่แบ่งกำลังคนที่ปฏิบัติงานใน 3 ช่วง (Phase) ของห่วงโซ่พลังงานหมุนเวียน คือ ช่วงการพัฒนา ช่วงการก่อสร้าง และช่วงปฏิบัติการ โดยช่วงการพัฒนานั้นใช้กำลังคนระดับที่ต้องมีความรู้และทักษะสูง หรือมีการศึกษาสูงกว่าปริญญาตรี ส่วนช่วงการก่อสร้างและช่วงปฏิบัติการใช้กำลังคนระดับกลางหรือที่ต้องมีความรู้ระดับปริญญาตรีและต่ำกว่า (ปวช. ปวส.) การศึกษานี้ยังได้เสนอค่าสัมประสิทธิ์กำลังคนต่อ MW สำหรับพลังงาน 4 ประเภท ดังตารางที่ 8.2-4

ตารางที่ 8.2-4 สัมประสิทธิ์กำลังคนที่เสนอโดย DTI (จำนวนคน/MW)

	ช่วงการพัฒนา	ช่วงการก่อสร้าง	ช่วงปฏิบัติการ
พลังงานน้ำขนาดเล็ก	0.4	0.1	19.5
พลังงานลม	0.15	0.1-1.25	6.0
พลังงานชีวมวล	0.5	3.0-6.6	15.5-18
ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	2.0	0.5	32

8.2.1.2 ลักษณะอาชีพด้านพลังงานหมุนเวียน

อุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภทก่อให้เกิดโอกาสการจ้างงานหรืออาชีพที่แตกต่างกันไป ดังตัวอย่างของสหรัฐอเมริกาที่ปรากฏในรายงาน Department of Energy ในปี ค.ศ. 2001 ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 8.2-5

ตารางที่ 8.2-5 ลักษณะอาชีพด้านพลังงานหมุนเวียนในสหรัฐอเมริกา

ประเภทพลังงาน	ประเภทอาชีพ	สาขาวิชาชีพ
1. พลังงานลม	■ การขาย ■ การบริหารโครงการ ■ การออกแบบโรงไฟฟ้า ■ การติดตั้ง ■ การปฏิบัติการ ■ การบำรุงรักษา ■ วิจัยและพัฒนา	■ วิศวกรรมเครื่องกล ■ วิศวกรรมไฟฟ้า ■ วิศวกรรมอากาศยาน ■ อุตุนิยมวิทยา ■ ช่างกล ■ ช่างไฟฟ้า
2. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์	■ การขาย ■ การผลิต ■ การออกแบบ ■ การติดตั้ง ■ การบำรุงรักษา ■ การวิจัยและพัฒนา	■ วิศวกรรมไฟฟ้า ■ วิศวกรรมเครื่องกล ■ วิศวกรรมเคมี ■ วัสดุศาสตร์ ■ ฟิสิกส์ ■ ช่างไฟฟ้า ■ ช่างกล
3. การผลิตความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์	■ การขาย ■ การผลิต ■ การออกแบบ ■ การติดตั้ง ■ การบำรุงรักษา	■ วิศวกรรมเครื่องกล ■ ช่างไฟฟ้า ■ ช่างกล
4. พลังน้ำ	■ การออกแบบ ■ การสร้าง ■ การบำรุงรักษา ■ การจัดการแหล่งน้ำ/ทรัพยากรน้ำ ■ การบริหารโครงการ ■ การจัดการสิ่งแวดล้อม/การประเมินผลกระทบ	■ วิศวกรรมไฟฟ้า ■ วิศวกรรมเครื่องกล ■ วิศวกรรมโยธา ■ วิศวกรรม/วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ■ ช่างเทคนิค (เครื่องกล/ไฟฟ้า) ■ Hydrologist ■ สังคมวิทยา

ประเภทพลังงาน	ประเภทอาชีพ	สาขาวิชาชีพ
5. พลังงานชีวภาพ - ชีวมวล	<u>การผลิตชีวมวล</u> (Feedstock production) ■ การปลูก ■ การเก็บรวบรวม ■ การวิจัยและพัฒนา <u>การแปรรูปเป็นเชื้อเพลิง</u> (Conversion) ■ การออกแบบและติดตั้ง ■ การปฏิบัติการและบำรุงรักษา ■ การบริหารโครงการ ■ การวิจัยและพัฒนา <u>การผลิตความร้อนและไฟฟ้า</u> ■ การออกแบบและติดตั้ง ■ การปฏิบัติการและบำรุงรักษา ■ การบริหารโครงการ ■ การวิจัยและพัฒนา	■ เกษตรศาสตร์ ■ Agronomist ■ จุลชีววิทยา ■ วิศวกรรมเกษตร ■ เคมี ■ ชีวเคมี ■ จุลชีววิทยา ■ วิศวกรรมเคมี ■ วิศวกรรมเครื่องกล ■ วิศวกรรมโยธา ■ เทคโนโลยีเชื้อเพลิง ■ วิศวกรรม/วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ■ เศรษฐศาสตร์ ■ ช่างเทคนิค (เครื่องกล ไฟฟ้า ก่อสร้าง) ■ วิศวกรรมเครื่องกล ไฟฟ้า เคมี โยธา และสิ่งแวดล้อม ■ เทคโนโลยีเชื้อเพลิง ■ ช่างเทคนิค (เครื่องกล ไฟฟ้า และ ก่อสร้าง)

8.2.2 ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

จากรายงานการศึกษาที่เกี่ยวกับกำลังคนด้านการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในภาคที่พักอาศัย (A Review of Skills and Trainning for Domestic Energy Efficiency, UK) พบว่ามีบุคลากรที่เกี่ยวข้องมากมาย ที่จำเป็นต้องมีการศึกษาหรือผ่านการฝึกอบรมด้านประสิทธิภาพพลังงาน ทั้งในส่วนของธุรกิจบ้านอยู่อาศัย และส่วนของการควบคุมและส่งเสริมให้เป็นไปตามกฎระเบียบ ทั้งนี้เนื่องจากประเทศสหราชอาณาจักร มีกฎระเบียบด้านการก่อสร้างและดูแลอาคาร และด้านการอนุรักษ์พลังงานในบ้านอยู่อาศัยที่ค่อนข้างเข้มงวด อาทิ Home Energy Conservation Act, the Energy Performance of Building Directive and the Landlord's Energy Saving Allowance เป็นต้น

ตัวอย่างลักษณะอาชีพดังกล่าวที่เกี่ยวข้องแสดงดังตารางที่ 8.2-6 ทั้งนี้ลักษณะอาชีพดังกล่าวมักใช้กับอาคารพาณิชย์ได้ด้วย

ตารางที่ 8.2-6 ลักษณะอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในบ้านอยู่อาศัย

ประเภทความรับผิดชอบ	สาขาวิชาชีพ
1. Design Function ● การออกแบบที่พักอาศัย ● การบริการอาคารและสิ่งก่อสร้าง (ออกแบบ ติดตั้ง และบำรุงรักษาอาคารและระบบที่เกี่ยวข้อง) ● การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับอาคารหรือใช้ในอาคาร	● สถาปนิก ● Building design technology and management (BSc) ● Building design and planning (MEng/BEng) ● Building services engineering ● Product design, manufacturing engineering
2. Promotion and Advisory Function ● ที่ปรึกษาประสิทธิภาพพลังงานเพื่อให้คำแนะนำเจ้าของอาคารและผู้ใช้อาคาร	● วิศวกร ● ช่างเทคนิค
3. Sales Function ● ขายผลิตภัณฑ์และอุปกรณ์ด้านพลังงาน (เช่น ฉนวน กระจก ระบบทำความร้อน ความเย็น) ● Heating installer ผู้ติดตั้งระบบใหม่ทดแทนของเดิม ● Home inspectors ประเมินประสิทธิภาพพลังงานของทรัพย์สิน (ในกรณีมีการซื้อขายบ้าน)	● พนักงานขาย ช่างเทคนิคที่ผ่านการฝึกอบรมด้านพลังงานและความรู้เรื่องกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน
4. Operational Function ● การติดตั้งอุปกรณ์/วัสดุที่ประหยัดพลังงานในระบบความร้อน/ความเย็น ปั๊มน้ำ ไฟฟ้า ฯลฯ และตัวอาคาร ● การตรวจแบบอาคาร	● วิศวกรติดตั้ง ● วิศวกรบำรุงรักษา ● วิศวกรระบบความร้อน ● วิศวกรระบบทำความเย็น ฯลฯ
5. Regulation Function ● การพัฒนากฎ ระเบียบ ● การอนุมัติแผนการควบคุมอาคาร ● การควบคุมการก่อสร้างอาคารและสิ่งก่อสร้าง ● การตรวจสอบอาคาร	● นักกฎหมาย ● วิศวกรโยธา ● วิศวกรด้านพลังงาน
6. Education and Training ● การให้การศึกษาในสถาบันการศึกษา ● การฝึกอบรมในหน่วยงานภาครัฐและเอกชน	● ครู อาจารย์ เจ้าหน้าที่ฝึกอบรม องค์กรที่เกี่ยวข้องที่มีความรู้ด้านประสิทธิภาพพลังงาน

8.3 สถานภาพกำลังคนด้านพลังงานในประเทศ

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาสถานภาพกำลังคนด้านพลังงาน 3 ประเภทคือ (1) ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม (2) ที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงาน และ (3) นักวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องด้านพลังงาน (4) บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านพลังงานในภาครัฐ

8.3.1 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม

พรบ.การส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กำหนดให้โรงงานหรืออาคารควบคุมตามกฎหมายต้องจัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานประจำ ซึ่งจากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ในเดือนพฤศจิกายน 2548 พบว่ามีจำนวนคนดังกล่าวที่ได้รับอนุมัติจาก พพ. ทั้งสิ้น 6,287 คน แบ่งเป็นด้านโรงงาน 3,688 คน และด้านอาคาร 2,599 คน รายละเอียดจำนวนคนในโรงงานและอาคารแต่ละประเภท วุฒิการศึกษา และสาขาวิชา แสดงดังตารางที่ 8.3-1

ตารางที่ 8.3-1 จำนวน วุฒิการศึกษาและสาขาวิชาของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงานและอาคารควบคุม (พพ. 2548)

จำนวนผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน			
โรงงาน		**อาคาร**	
1. ผลิตภัณฑ์โลหะ	904 (24.5%)	1. อาคารสำนักงาน	1,089 (41.9%)
2. อาหาร	791 (21.5%)	2. โรงงาน	425 (16.3%)
3. เคมี	661 (17.9%)	3. ศูนย์การค้า	401 (15.4%)
4. สิ่งทอ	425 (11.5%)	4. สถานศึกษา	252 (9.7%)
5. อโลหะ	278 (7.5%)	5. โรงพยาบาล	251 (9.7%)
6. โลหะ	228 (6.2%)	6. อื่นๆ	181 (7.0%)
7. กระดาษ	137 (3.7%)		
8. ไม้	73 (2.0%)		
9. อื่นๆ	191 (5.2%)		
รวม	**3,688**	**รวม**	**2,599**
วุฒิการศึกษา			
1. สูงกว่า ป. โท	0.1 %	1. สูงกว่า ป. โท	0.1 %
2. ป. โท	1.8 %	2. ป. โท	2.4 %
3. ป. ตรี	60.3 %	3. ป. ตรี	32.5 %
4. อนุปริญญา	0.5 %	4. อนุปริญญา	1.6 %
5. ปวส.	28.7 %	5. ปวส.	44.2 %
6. ปวช.	7.9 %	6. ปวช.	16.6 %
7. ต่ำกว่า ปวช.	0.7 %	7. ต่ำกว่า ปวช.	2.6 %

จำนวนผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน				
โรงงาน			อาคาร	
สาขาวิชา (ระดับ ป. ตรี)				
1.	วิศวกรรมไฟฟ้า	56.4 %	1. วิศวกรรมไฟฟ้า	71.1 %
2.	วิศวกรรมเครื่องกล	23.6 %	2. วิศวกรรมเครื่องกล	14.9 %
3.	วิศวกรรมอุตสาหการ	5.1 %	3. เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	4.1 %
4.	วิศวกรรมเคมี	4.5 %	4. วิศวกรรมอุตสาหกรรม	
5.	เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	3.6 %	5. วิศวกรรมโยธา	2.9 %
6.	วิทยาศาสตร์	1.9 %	6. วิทยาศาสตร์	
7.	วิศวกรรมเกษตร	1.1 %	7. อื่นๆ	2.1 %
8.	วิศวกรรมระบบ & เครื่องมือวัด	1.0 %		1.8 %
				2.9 %
9.	วิศวกรรมวัสดุ	0.9 %		
10.	อื่นๆ	1.9 %		

ทั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าในโรงงานควบคุมอุตสาหกรรมประเภท ผลิตภัณฑ์โลหะ อาหาร เคมี และสิ่งทอ มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานเป็นจำนวนมากกว่าประเภทอื่นมาก และกว่า 60% ของผู้รับผิดชอบพลังงานทั้งหมดสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป (2,294 คน) จบคุณวุฒิด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและเครื่องกลเป็นส่วนใหญ่ ทำให้การประหยัดพลังงานที่ผ่านมาของโรงงานจึงมักเน้นที่ระบบ Utility เป็นหลัก ส่วนของการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมีน้อย จึงควรเพิ่มในส่วนวิศวกรรมเคมี อาหารและอุตสาหการ ส่วนในภาคอาคารผู้รับผิดชอบพลังงานส่วนใหญ่อยู่ในภาคอาคารสำนักงาน ศูนย์การค้า และโรงงาน โดยที่มีคุณวุฒิระดับปวส. มากที่สุด (44.2%) รองลงมาคือระดับปริญญาตรี (32.5%) และระดับ ปวช. (16.6%) ทั้งนี้ประมาณ 70% สำเร็จการศึกษาในสาขาวิชาไฟฟ้า ทั้งระดับ ปริญญาตรี และระดับ ปวส.

8.3.2 ที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงาน

พรบ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กำหนดให้มีการขึ้นทะเบียนที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานเพื่อทำหน้าที่ช่วยเหลือโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม ในการกำหนดเป้าหมายและแผนการอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งการวิเคราะห์และตรวจสอบการปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนดังกล่าว โดยที่ปรึกษาแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

<u>ประเภท ก.</u> สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นและจัดทำรายงานและตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผน

<u>ประเภท ข.</u> สามารถตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นโดยละเอียด จัดทำรายงานและจัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน และตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผน

คุณสมบัติของที่ปรึกษาฯ ต้องเป็นสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา หรือหน่วยงานของรัฐหรือนิติบุคคลอื่น ที่ปรึกษาประเภท ก. ประกอบด้วย ผู้ชำนาญการด้านพลังงานอย่างน้อย 1 คน และเจ้าหน้าที่ประจำอย่างน้อย 3 คน ส่วนประเภท ข. ประกอบด้วยผู้ชำนาญการด้านพลังงานอย่างน้อย 1 คน และผู้ชำนาญการลงทุนอย่างน้อย 1 คน รวมทั้งเจ้าหน้าที่ประจำอย่างน้อย 3 คน ซึ่งจากการสำรวจของ พพ. เมื่อเดือน กรกฎาคม – สิงหาคม 2547 มีจำนวนที่ปรึกษาดังตารางที่ 8.3-2

ตารางที่ 8.3-2 สถานภาพจำนวนที่ปรึกษาอนุรักษ์พลังงาน

ประเภทที่ปรึกษา	โรงงานควบคุม	อาคารควบคุม
1. <u>ประเภท ก.</u>	5 ราย	17 ราย
ผู้ชำนาญการด้านพลังงาน	8 คน	28 คน
ผู้ชำนาญการด้านวิเคราะห์การลงทุน	2 คน	6 คน
เจ้าหน้าที่ประจำ	34 คน	75 คน
2. <u>ประเภท ข.</u>	65 ราย	55 ราย
ผู้ชำนาญการด้านพลังงาน	77 คน	98 คน
ผู้ชำนาญการด้านวิเคราะห์การลงทุน	69 คน	87 คน
เจ้าหน้าที่ประจำ	467 คน	522 คน
รวม	**657 คน**	**816 คน**

ทั้งนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า พพ. ได้เลิกการขึ้นทะเบียนที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานแล้วเมื่อปลายปี 2547 โดยให้โรงงานควบคุมการดำเนินงานของที่ปรึกษาฯ ได้ด้วยตัวเอง

8.3.3 นักวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องด้านพลังงาน

ตามสถิติของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)ในปี 2545 – 2548 ที่แบ่งงานวิจัยไว้ 12 สาขาวิทยาการนั้น พบว่ามี 4 สาขาวิทยาการที่เป็นสาขาที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน โดยใน 4 สาขาวิชานี้มีนักวิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิรวมทั้งสิ้น 3,416 คน ดังแสดงในตารางที่ 8.3-3 นอกจากนี้จากข้อมูลของ วช. เช่นกัน พบว่ามีนักวิจัยที่ทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและนักวิจัยในสังกัดหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานมีจำนวนทั้งสิ้น 2,011 คน ในจำนวนนี้เป็นผู้ที่มีผลงานเผยแพร่ด้านพลังงานจำนวน 1,307 คน ส่วนที่เหลือไม่ปรากฏผลงานบันทึกในฐานข้อมูล

ตารางที่ 8.3-3 สถิติจำนวนนักวิจัยและผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานในปี 2545-2548

สาขาวิชา	จำนวนนักวิจัย/ผู้ทรงคุณวุฒิ
1. วิทยาศาสตร์กายภาพ	394
2. วิทยาศาสตร์เคมี	200
3. เกษตรศาสตร์และชีววิทยา	1,678
4. วิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมการวิจัย	1,055
รวม	3,416 คน

8.3.4 บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านพลังงานในภาครัฐ

บุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านพลังงานในภาครัฐคือผู้ที่ปฏิบัติงานในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน 2 หน่วยงานหลักคือ สนพ. และ พพ. โดยมีบุคลากรที่ปฏิบัติงานด้านพลังงานใน 2 หน่วยงานทั้งหมด 438 คน

บุคลากรด้านพลังงานของ สนพ. มีจำนวนข้าราชการทั้งสิ้นประมาณ 85 คน ประกอบด้วยข้าราชการที่เป็นบุคลากรหลักด้านพลังงานจำนวน 64 คน และเป็นบุคลากรในด้านสนับสนุนจำนวน 21 คน โดยสำหรับบุคลากรหลักแบ่ง เป็นผู้บริหารระดับสูง 5 คน เป็นผู้เชี่ยวชาญในระดับหัวหน้ากลุ่มงานจำนวน 6 คน เป็นบุคลากรระดับปฏิบัติการในตำแหน่งเจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 53 คน (ไม่มีตำแหน่งอัตราว่างและลูกจ้าง)

บุคลากรด้านพลังงานของ พพ. จำนวน 353 คน (เฉพาะข้าราชการทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค) เป็นผู้บริหารระดับสูง 4 คน ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน (ด้านอนุรักษ์พลังงาน 1 คน ด้านพลังงานทดแทน 2 คน) เป็นบุคลากรหลักด้านอนุรักษ์พลังงาน 81 คน (วิศวกร 68 คน นักพัฒนาบุคลากร 13 คน) เป็นบุคลากรด้านพลังงานทดแทน 141 คน (วิศวกร 141 คน) เป็นบุคลากรด้านแผนงานและติดตามประเมินผล 42 คน (เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน 25 คน เจ้าหน้าที่ด้านสารสนเทศ 17 คน) บุคลากรสนับสนุน 82 คน (บัญชี การเงิน กฎหมาย ประชาสัมพันธ์ และงานการเจ้าหน้าที่) โดยมีตำแหน่งอัตราว่างจำนวน 84 อัตรา แบ่งเป็น บุคลากรด้านอนุรักษ์พลังงาน 37 ตำแหน่ง บุคลากรด้านพลังงานทดแทน 34 ตำแหน่ง ด้านแผนงานและติดตามประเมินผล 5 ตำแหน่ง และบุคลากรด้านสนับสนุน 8 ตำแหน่ง

8.4 สถานภาพการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านพลังงาน

8.4.1 สถานภาพการผลิตกำลังคนด้านพลังงาน

การผลิตกำลังคนด้านพลังงานมีทั้งประเภทที่ผลิตโดยอ้อมและโดยตรง การผลิตโดยอ้อมหมายถึง การผลิตโดยใช้หลักสูตรสาขาต่างๆ ที่บรรจุรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับพลังงานอยู่ด้วย ทั้งที่เป็นรายวิชาพื้นฐาน และรายวิชาเฉพาะด้าน ส่วนการผลิตโดยตรงหมายถึง การผลิตโดยใช้หลักสูตร

ที่เป็นด้านพลังงานโดยตรง

8.4.1.1 การผลิตกำลังคนด้านพลังงานโดยอ้อม

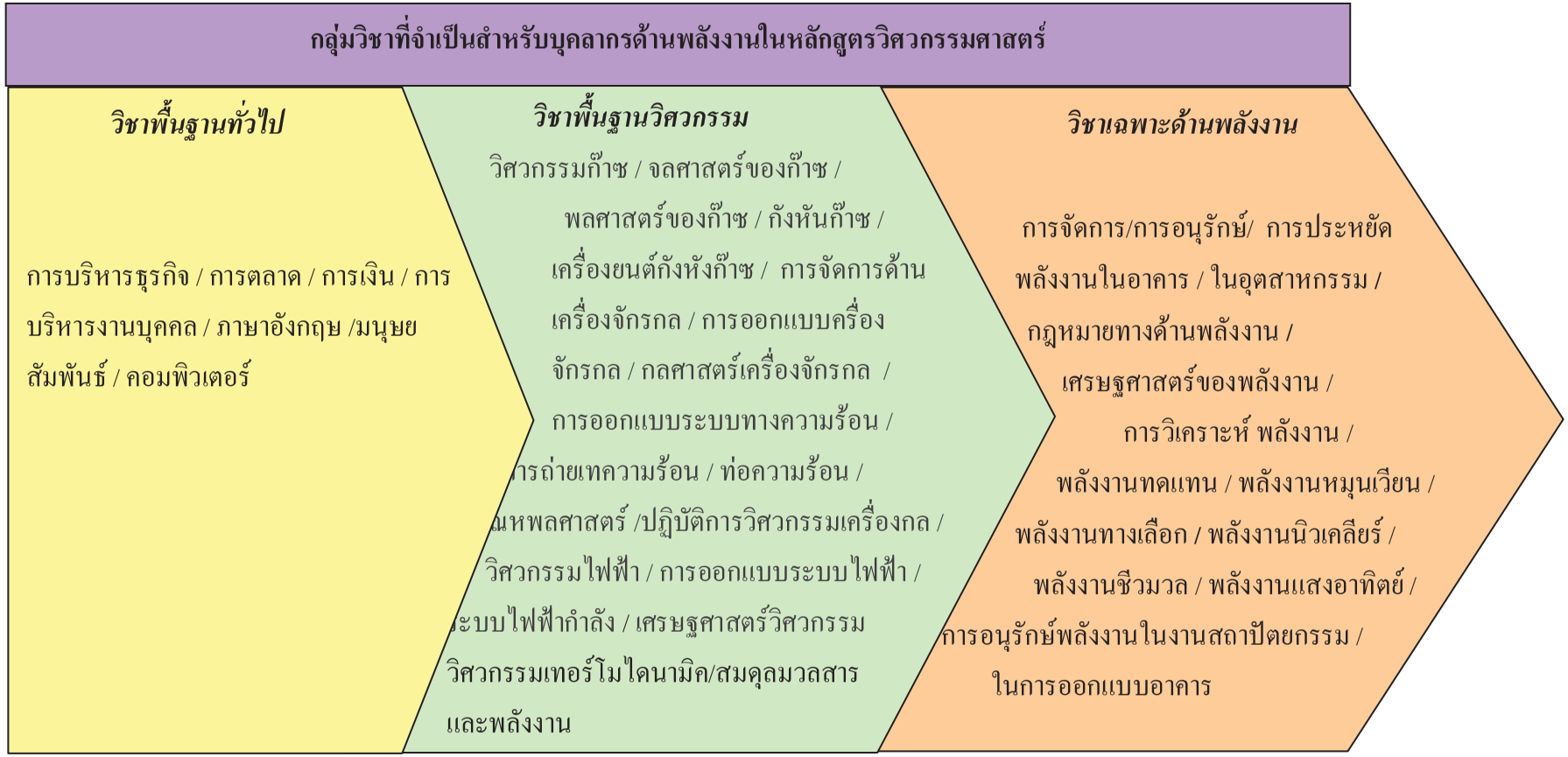
จากการสำรวจของคณะผู้วิจัยพบว่า มีหลายหลักสูตรในระดับปริญญาตรีที่มีรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับพลังงานอยู่ด้วย โดยเฉพาะวิศวกรรมเครื่องกล ไฟฟ้า เคมี และอุตสาหการ และมีสถาบันที่ผลิตกำลังคนดังกล่าวอย่างน้อย 16 สถาบัน ตารางที่ 8.4-1 แสดงสถาบันที่เปิดสอนรายวิชาเฉพาะด้านทางพลังงานภายใต้สาขาวิชาหลักต่างๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่า สาขาวิศวกรรมเครื่องกลมีรายวิชาเฉพาะด้านพลังงานมากที่สุด โดยแต่ละหลักสูตรมีรายวิชาดังกล่าว 1-4 รายวิชา ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์หลักสูตรดังกล่าวข้างต้น รวมทั้งหลักสูตรสถาปัตยกรรมด้วย พบว่า รายวิชาที่มีส่วนเกี่ยวข้องต่อการประกอบอาชีพด้านพลังงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มวิชาพื้นฐานทั่วไป กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรม และกลุ่มวิชาเฉพาะด้านพลังงาน (รายละเอียดดังรูปที่ 8.4-1)

สำหรับจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาในสาขาต่าง ๆ ดังกล่าวมีประมาณ 15,132 คน (ปีการศึกษา 2547) โดยเป็นสาขาวิทยาศาสตร์ 4,041 คน วิศวกรรมศาสตร์ 7,841 คน สถาปัตยกรรมศาสตร์ 229 คน เกษตรศาสตร์ 1,894 คน และการจัดการและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 1,226 คน

ตารางที่ 8.4-1 หลักสูตรทางวิศวกรรมที่มีรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับพลังงานในระดับปริญญาตรี

หลักสูตร	รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน	จุฬา	มน	มศว	มก	มข	มช	มจธ	สจพ	สจล	มธ	มอ	บูรพา	มสด	มร	สยาม	กรุงเทพ
วิศวกรรมเครื่องกล	การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม	√															
	การจัดการพลังงานในอาคาร	√															
	การจัดการพลังงานในอุตสาหกรรม	√															
	แหล่งพลังงานทางเลือก	√															
	กระบวนการทางความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์		√				√										
	การอนุรักษ์พลังงานและการจัดการพลังงาน		√			√	√										
	แหล่งพลังงานธรรมชาติที่นำมาใช้หได้		√														
	แหล่งพลังงานทดแทน			√								√					
	พลังงานแสงอาทิตย์			√						√		√					
	การประหยัดพลังงาน			√													
	การจัดการและเศรษฐศาสตร์ของพลังงาน				√												
	วิศวกรรมรังสีอาทิตย์เบื้องต้น				√												
	วิศวกรรมพลังงานสุริยะ					√											
	เชื้อเพลิงสังเคราะห์					√											
	การจัดการพลังงาน							√	√							√	
	ประสิทธิภาพพลังงาน							√	√								
	พลังงานหมุนเวียนเบื้องต้น							√	√	√							
	การสะสมพลังงานเบื้องต้น							√	√								
	พลังงานนิวเคลียร์									√							
	แหล่งพลังงานและการแปลงรูปพลังงาน										√						
	การจัดการพลังงานในอุตสาหกรรม										√						
	พลังงานธรรมชาติ															√	
	การบริหารและการจัดการด้านพลังงาน (วิชาศึกษาทั่วไป)												√				

หลักสูตร	รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน	จุฬ้า	มน	มศว	มก	มข	มช	มจธ	สจพ	สจล	มธ	มอ	บูรพา	มสค	มร	สยาม	กรุงเทพ
วิศวกรรมไฟฟ้า	การบริหารการใช้พลังงาน																√
	การอนุรักษ์และการจัดการพลังงานไฟฟ้า		√														
	ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์						√										
	การจัดการพลังงาน						√									√	
	พลังงานทดแทน							√									
	การจัดการและการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า							√									
	พลังงานและสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น								√								
	การบริหารและการจัดการด้านพลังงาน													√			
	การจัดการพลังงาน																
วิศวกรรมอุตสาหการ	การจัดการพลังงาน					√											
วิศวกรรมเคมี	การจัดการเศรษฐศาสตร์พลังงาน				√												
	พลังงานและสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น								√								
	การเปลี่ยนรูปพลังงานและการนำไปใช้		√														
	วิศวกรรมพลังงานแสงอาทิตย์และระบบความร้อน		√														
	การประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม											√					
	เทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม											√					



รูปที่ 8.4-1 กลุ่มวิชาที่จำเป็นสำหรับบุคลากรด้านพลังงานในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์

8.4.1.2 การผลิตกำลังคนด้านพลังงานโดยตรง

ในระดับปริญญาตรีมีเพียง 3 หลักสูตรเท่านั้นที่เป็นหลักสูตรด้านพลังงานโดยตรง หรือเป็นสาขา Major ได้แก่ วิศวกรรมเครื่องกล (พลังงาน) และฟิสิกส์ประยุกต์ (สายพลังงาน) ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม และวิศวกรรมพลังงานของมหาวิทยาลัยรามคำแหง โดยมีรายวิชาพลังงานดังแสดงในตารางที่ 8.4-2 ในปี 2549 มีนักศึกษาเข้าใหม่ใน 3 หลักสูตรข้างต้นจำนวน 232 คน และมีผู้สำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยสารคามในปี 2548 จำนวน 134 คน สำหรับหลักสูตรของมหาวิทยาลัยรามคำแหงเพิ่งรับนักศึกษาเมื่อปี 2547 ดังนั้นจึงยังไม่มีผู้สำเร็จการศึกษา

ในระดับบัณฑิตศึกษามี 5 สถาบันการศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรสาขาวิชาพลังงานโดยตรง ได้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (มช.) มหาวิทยาลัยนเรศวร (มน.) สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) และบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมภายใต้ มจธ. ที่ดำเนินการในรูปของเครือข่ายความร่วมมือ 5 สถาบัน (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร แห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) รายละเอียดของหลักสูตรและจำนวนกำลังคนที่ผลิตแสดงในตารางที่ 8.4-3

ในภาพรวมปีการศึกษา 2549 มีผู้สำเร็จการศึกษารวม 132 คน แบ่งเป็นระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต 6 คน ปริญญาโท 111 คน และปริญญาเอก 15 คน ในอนาคต จำนวนผู้สำเร็จการศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยสังเกตจากจำนวนนักศึกษาที่รับเข้าใหม่ในปีการศึกษา 2549 ซึ่งมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 184 คน แบ่งเป็นระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต 3 คน ปริญญาโท 149 คน และปริญญาเอก 32 คน

สาขาวิชาที่เปิดสอนมีสองสาขาหลักคือ เทคโนโลยีพลังงานกับการจัดการพลังงาน

ตารางที่ 8.4-2 รายวิชาพลังงานที่เปิดสอนในหลักสูตรพลังงานโดยตรง (ระดับปริญญาตรี)

หลักสูตร	รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน	มสด	มร	มสด.		มร.	
				นศ. รับ ปี 49	จบ ปี 48	นศ. รับ ปี 49	จบ ปี 48
วิศวกรรมเครื่องกล พลังงาน	การสัมมนาพลังงาน	√		151	124		
	แหล่งพลังงานทดแทน	√					
	วิศวกรรมพลังงานแสงอาทิตย์	√					
วิศวกรรมพลังงาน	การวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้า		√			76	ยังไม่มีผู้สำเร็จการศึกษา เริ่มรับนักศึกษา ปี 2547
	การวิเคราะห์พลังงานความร้อน		√				
	การจัดการพลังงานในอาคาร		√				
	การจัดการพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม		√				
ฟิสิกส์ประยุกต์ (สายพลังงาน)	การจัดการและการอนุรักษ์พลังงาน	√		5	10		
	พลังงานแสงอาทิตย์	√					
	พลังงานชีวมวล	√					

ตารางที่ 8.4-3 หลักสูตรด้านพลังงานในระดับปริญญาโทและจำนวนบัณฑิต (ปีการศึกษา 2549)

ชื่อสถาบัน	ชื่อหลักสูตร	หมวดวิชาที่สำคัญ	จำนวนนักศึกษาที่รับเข้าใหม่ ปีการศึกษา 2549	จำนวนผู้สำเร็จการศึกษา ปีการศึกษา 2548
1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อม และวัสดุ)	• Energy Technology (ป.โท และเอก)	• Energy resources and conversion technology • Solar energy • Energy efficiency technologie • Energy system analysis • Enegy economics, policy and planning	ป.โท 23 คน ป.เอก 8 คน	ป.โท 16 คน ป.เอก 12 คน
	• Energy Management Technology (ป. โท)	• Energy management (buildings/industry) • Energy economics, policy and planning • Project management • Energy technology electives • Management electives	ป.บัณฑิต 3 คน ป.โท 25 คน ป. เอก 1 คน	ป.บัณฑิต 6 คน ป.โท 16 คน ป. เอก - คน
2. บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (JGSEE) ภายใต้ มจธ. และเครือข่ายความร่วมมือ 4 สถาบัน: มช. สจพ. มอ. และ SIIT	• Enery Technology (ป.โท และเอก - International)	• เน้นวิจัยเป็นหลัก • Energy technology/Management electives	ป.โท 5 คน ป.เอก 17 คน	ป.โท 14 คน ป.เอก 3 คน
	• Energy Technology and Management (ป.โท - International)	• Energy and Envronmental Economics and Policy • Energy and Environment Planning • Energy System Analysis • Renewable energy technology • Biotechnology for Energy and Environment		

ชื่อสถาบัน	ชื่อหลักสูตร	หมวดวิชาที่สำคัญ	จำนวนนักศึกษาที่รับเข้าใหม่ ปีการศึกษา 2549	จำนวนผู้สำเร็จการศึกษา ปีการศึกษา 2548
		• Energy Technology electives • Energy management electives		
3. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	• Energy engineering (ป.โท)	• Energy resources and energy systems • Economics of energy technology systems • Measurement and control for energy conservation • Energy technology and management electives	ป.โท 32 คน	ป.โท 30 คน
4. มหาวิทยาลัยนเรศวร	• Renewable Energy (ป.โท – ปกติ+ International)	• Renewable energy and resources assessment • Rural energy development • Energy economics • Environmental policy • Energy conservation • Energy management • Solar drying technology • Energy technology and management electives	ป.โท นานาชาติ – ป. โท ปกติ 15 คน ป. โท พิเศษ 10 คน	ป.โทนานาชาติ 6 คน ป. โท ปกติ - ป. โท พิเศษ -
5. สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) (School of Environment, Resources and Environment)	• Electrical Power System Management (EPSM ป.โท) • Energy Technology	• Organization and finance of a power utility • Demand – side management (DSM) • Power system design and operation • Power distribution system • Rural electrification and distributed generation • Power sector management under deregulation • Energy resources and technology	ป. โท 32 คน ป. เอก 6 คน	ป. โท 29 คน ป. เอก - คน

ชื่อสถาบัน	ชื่อหลักสูตร	หมวดวิชาที่สำคัญ	จำนวนนักศึกษาที่รับเข้าใหม่ ปีการศึกษา 2549	จำนวนผู้สำเร็จการศึกษา ปีการศึกษา 2548
	(ป.โท - เอก) ● Energy economics and planning (ป.โท – เอก)	● Energy conservation/management in buildings /industry ● Design and management of energy systems ● Building energy technologies ● Biomass conversion ● Solar energy ● Energy and environment ● Environmental economics and policy ● Energy statistics and energy demand forecasting ● Development and evaluation of energy projects ● Energy price, economics and policy analysis ● Oil and naturl gas economics	* ไม่แบ่งแยก รับเข้ามาเป็นสาขา Energy	
รวม			**ป.บัณฑิต 3 คน ป.โท 149 คน ป.เอก 32 คน**	**ป.บัณฑิต 6 คน ป.โท 111 คน ป.เอก 15 คน**

8.4.2 สถานภาพการพัฒนากำลังคนด้านพลังงานด้วยการศึกษาต่อเนื่อง

การพัฒนากำลังคนโดยการฝึกอบรม สัมมนา และการศึกษาดูงานทางด้านพลังงาน ส่วนใหญ่เน้นเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีการดำเนินการค่อนข้างกว้างขวาง กล่าวคือในช่วงระยะเวลา 3 ปี (2546-2548) มีจำนวนผู้ได้รับการพัฒนาประมาณ 10,173 คนหรือประมาณ ปีละ 3,000 คน (ไม่ได้แยกคนที่เข้าฝึกอบรมหลักสูตร) โดยแบ่งเป็นการพัฒนา 3 ประเภทหลักดังนี้

1) การพัฒนากำลังคนที่ปฏิบัติงานด้านพลังงานในหน่วยงานภาครัฐ
2) การพัฒนาผู้ปฏิบัติงานด้านพลังงานที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ
3) การพัฒนากำลังคนด้านพลังงานโดยทั่วไป

8.4.2.1 การพัฒนากำลังคนที่ปฏิบัติงานด้านพลังงานในหน่วยงานภาครัฐ

หน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้องคือ สนพ. และ พพ. ในช่วงปี 2546 – 48 พพ.ได้จัดหลักสูตรฝึกอบรมสำหรับเจ้าหน้าที่ของ พพ. ที่กำกับดูแลเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะด้านการจัดการและการบริหารงานอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วน สนพ. นั้น ได้มีการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรด้านความรู้พื้นฐานการพัฒนานโยบาย การจัดการพลังงานและการจัดการธุรกิจน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และกิจการไฟฟ้า รวมทั้งด้านการอนุรักษ์พลังงาน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 8.4-4

8.4.2.2 การพัฒนาผู้ปฏิบัติงานด้านพลังงานที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ

การพัฒนาบุคลากรประเภทนี้มีการกำหนดกลุ่มผู้เข้ารับการอบรมอย่างชัดเจน หน่วยงานหลักที่ทำหน้าที่จัดให้มีการฝึกอบรม ได้แก่ กองฝึกอบรม พพ. โดยว่าจ้างหน่วยงานภายนอกทั้งของรัฐและเอกชน กลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการฝึกอบรม ได้แก่ วิศวกร ช่างเทคนิค ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานตาม พรบ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในส่วนที่เกี่ยวกับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม (รายละเอียดดังตารางที่ 8.4-4)

8.4.2.3 การพัฒนากำลังคนด้านพลังงานโดยทั่วไป

กลุ่มเป้าหมายของการพัฒนากำลังคนประเภทนี้ คือ บุคลากรของภาคเอกชน ครูอาจารย์ และนักศึกษาในสถาบันการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มพูนความรู้ด้านการจัดการพลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้ง การสร้างความตระหนักในเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน หน่วยงานที่ดำเนินการจัดหลักสูตรฝึกอบรมมี 3 ส่วนหลักคือ (1) หน่วยงานของภาครัฐ ได้แก่ พพ. สนพ. กรมโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและสถาบันการอุดมศึกษา เอกชน (2) ภาคอุตสาหกรรม ได้แก่ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และบริษัทเอกชนต่างๆ ร่วมกับหน่วยงานภาครัฐ รายละเอียดหลักสูตรฝึกอบรมต่างๆ แสดงดังตารางที่ 8.4-5

ตารางที่ 8.4-4 การพัฒนากำลังคนด้านพลังงานภายในหน่วยงานภาครัฐและผู้ปฏิบัติงานด้านการอนุรักษ์พลังงานที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเฉพาะในช่วงปี 2546 – 2548

ชื่อหน่วยงาน	ผู้ดำเนินการฝึกอบรม	กลุ่มเป้าหมาย	ลักษณะของหลักสูตร	จำนวนหลักสูตร	จำนวนคนที่เข้าร่วม (มีซ้ำกัน)
1. สนพ. (ปี 2547)	• ส่วนใหญ่ว่าจ้างศูนย์บริการวิชาการจุฬาฯ	• เจ้าหน้าที่ของ สนพ.	• เพิ่มพูนความรู้ด้านการพัฒนานโยบายพลังงาน ธุรกิจน้ำมันและก๊าซ กิจการไฟฟ้า การอนุรักษ์พลังงาน พลังงานและสิ่งแวดล้อม และสถานการณ์โลกด้านพลังงาน รวมทั้งเทคนิคการบริหารจัดการทั่วไป	>16	691
2. พพ. (2546 - 2548)	• ส่วนใหญ่ดำเนินการเอง	• เจ้าหน้าที่กำกับดูแลเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนของ พพ.	• เพิ่มพูนทักษะด้านการจัดการและการบริหารงาน รวมทั้ง ด้านเทคนิคและวิชาการที่ทันสมัย เช่น การสร้างจิตสำนึกและกรอบแนวทางการอนุรักษ์พลังงาน การพัฒนาทีมงานเพื่อปฏิบัติการด้านการอนุรักษ์พลังงาน การจัดการพลังงานชุมชน ฯลฯ	10	2,021
3. พพ. (2546 - 2548)	• กองฝึกอบรม พพ. ว่าจ้างหน่วยงานภายนอกทั้งของรัฐและเอกชน	• วิศวกร ช่างเทคนิค ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานและอาจารย์	• เพิ่มพูนความรู้และทักษะด้านการอนุรักษ์พลังงาน เช่น การใช้และการบำรุงรักษาอุปกรณ์ในอาคารของรัฐ การจัดการพลังงานไฟฟ้า และความร้อน การอนุรักษ์พลังงานใน sector เฉพาะ เช่น อาคารประเภทโรงแรม	31 (แตกต่างกัน 15 หลักสูตร) (166 รุ่น)	7,461

ตารางที่ 8.4-5 หลักสูตรฝึกอบรมด้านพลังงานสำหรับบุคคลทั่วไป

หน่วยงาน	หลักสูตร
อนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน	- หลักสูตรอบรมการจัดการพลังงานความร้อน - หลักสูตรอบรมให้กับผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (PRE) ในอาคารควบคุม - หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน - หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร - หลักสูตรอบรมสำหรับผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (PRE) สามัญ - หลักสูตรอบรมสำหรับผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (PRE) อาวุโส - หลักสูตรอบรมการอนุรักษ์พลังงานในภาคปฏิบัติ (Mini Plant) - หลักสูตรอบรมการควบคุมเครื่องปรับอากาศ - หลักสูตรอบรมการประหยัดพลังงานและบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม - หลักสูตรการวิเคราะห์การใช้พลังงานในเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน - หลักสูตรอบรมการสนับสนุนความรู้และคำแนะนำการใช้และบำรุงรักษาอุปกรณ์ในอาคารของรัฐ - หลักสูตรอบรมการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมอาหาร - หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ(โรงงานปั่นด้าย) - หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมโรงน้ำแข็ง - หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในอาคารประเภทโรงแรม - หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในอาคารประเภทโรงพยาบาล - หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานในอาคารประเภทสำนักงานและศูนย์การค้า - หลักสูตรอบรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนแก่อาจารย์สายอาชีพ - หลักสูตรอบรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรีปีสุดท้าย - โครงการเผยแพร่ความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงานชุด “มิติใหม่ Energy Today” - หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน (อุตสาหกรรมโรงน้ำแข็ง) - โครงการอบรมการสร้างจิตสำนึกด้านการใช้พลังงานในอาคารส่วนราชการ - ค่ายเยาวชนอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากร - โครงการ Mini MBA เรื่อง “กฎหมายกิจการพลังงาน” - โครงการฝึกอบรมผู้ติดตั้งอุปกรณ์
สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	- โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมโดยโรงงานควบคุม - การอบรมโครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมโดยโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็ก

หน่วยงาน	หลักสูตร
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	- โครงการฐานข้อมูลวารสารโลกพลังงาน (Energy World Journal) - โครงการลูกช้างอนุรักษ์พลังงานและรักษาสภาพแวดล้อม - โครงการมหาวิทยาลัยรุ่งอรุณสดใส - โครงการมหาวิทยาลัยบ้านของเรา - โครงการรวมใจใต้เงาทองกวาว - โครงการอบรมการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจากน้ำมันสัตว์ น้ำมันพืชใช้แล้ว
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	- โครงการเผยแพร่ความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงานชุด "มิติใหม่ Energy Today" - โครงการการจัดค่ายเยาวชนอนุรักษ์พลังงานในโรงเรียน - โครงการการบริหารจัดการการใช้ไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยนเรศวร	- Management and Economics Evaluation of Photovoltaic System - Solar Water Heater Utilization in Industry - CDM and Renewable Entrepreneur Development in Thailand - โครงการค่ายเยาวชน-พลังงานทดแทนสำหรับเยาวชน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	- การอบรมด้านการประหยัดพลังงานให้แก่เจ้าหน้าที่เทคนิค ผู้บริหาร บุคลากร/นักศึกษา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น	- หลักสูตรอบรมโครงการส่งเสริมธุรกิจด้านการอนุรักษ์พลังงาน แผนงานภาคความร่วมมือ - หลักสูตรอบรมโครงการนักบริหารด้านพลังงานโดยใช้แนวทางการพัฒนาแบบครบวงจร - โครงการใช้รถจักรยานเพื่อการประหยัดพลังงาน - โครงการคัดแยกขยะและขยะอันตราย - โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ

หลักสูตรฝึกอบรมดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นหลักสูตรด้านการจัดการพลังงาน อนุรักษ์พลังงาน ภาคความร้อน และภาคไฟฟ้า รวมทั้งการจัดการ/การอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมและอาคารประเภทต่าง ๆ เป็นการเฉพาะ

8.4.3 แผนงานพัฒนาบุคลากรด้านพลังงานที่ผ่านมา

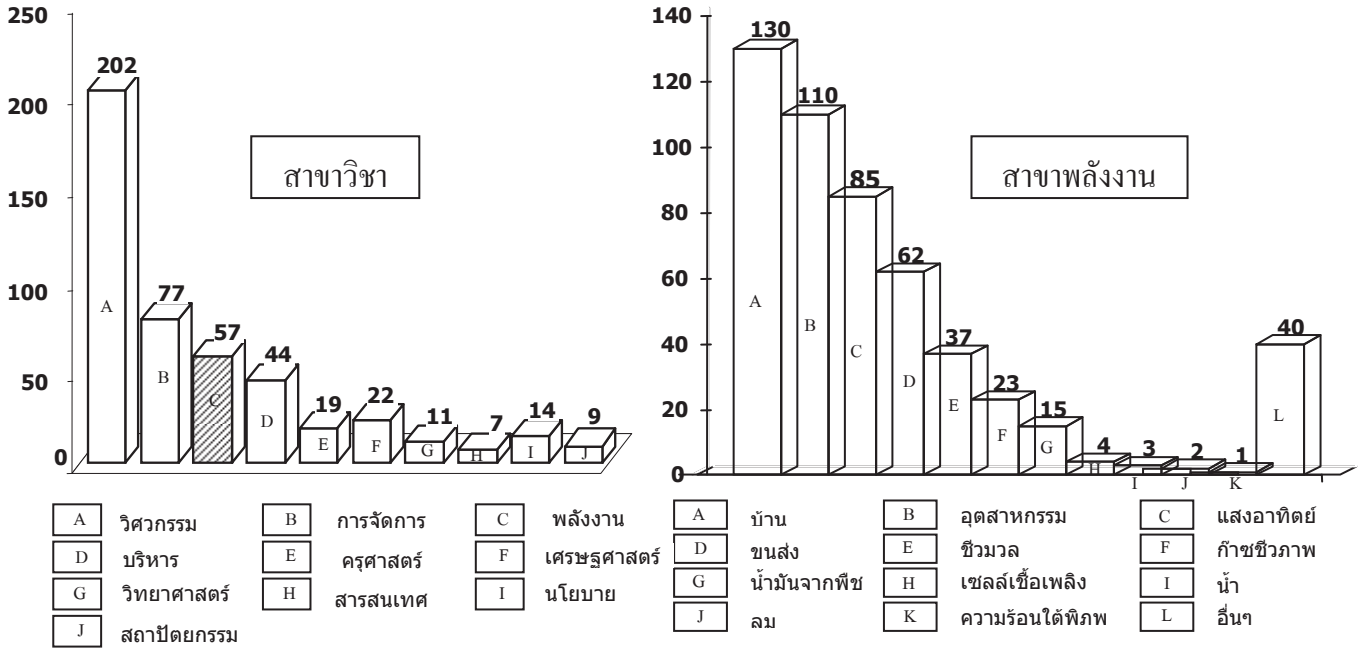
สนพ. เป็นหน่วยงานหลักในการจัดสรรงบประมาณจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานเพื่อพัฒนาบุคลากรด้านพลังงานเป็นประจำทุกปีในรูปกองทุนการศึกษาในระดับปริญญาโทและเอก ทั้งในและต่างประเทศ ทุนวิจัยสำหรับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา (ตรี โท และเอก) รวมทั้งทุนฝึกอบรมและดูงานต่างๆ โดยในช่วงปี 2538 – 47 มีการดำเนินการ 6 โครงการ รวมใช้จ่ายเงินทั้งสิ้น 2,053 ล้านบาท หรือเฉลี่ยปีละประมาณ 200 ล้านบาทจากเป้าหมายที่ตั้งไว้ 3,021

ล้านบาท ทั้งนี้รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 8.4-6 ส่วนของทุนการศึกษาระดับอุดมศึกษานั้น มีผู้ได้รับทุนรวม 462 ทุน แบ่งเป็นทุนระดับปริญญาตรี 85 ทุน ปริญญาโท 270 ทุน ปริญญาเอก 105 ทุน และปริญญาโท – เอก 2 ทุน ในจำนวนดังกล่าวมีผู้รับทุนที่ศึกษาในสาขาวิชาพลังงานโดยตรง 57 ราย

โดยสาขาพลังงานที่ได้รับการจัดสรรทุนมากที่สุดคือ การอนุรักษ์พลังงานบ้านอยู่อาศัย (130 ทุน) และลำดับถัดมาคือ การอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรม (110 ทุน) และพลังงานแสงอาทิตย์ (85 ทุน) (รายละเอียดแสดงในแผนภูมิรูปที่ 8.4-2) ซึ่งเห็นได้ชัดว่านอกจากสาขาอุตสาหกรรมแล้ว การจัดสรรทุนในสาขาอื่น ๆ ยังไม่ค่อยสอดคล้องกับศักยภาพในการประหยัดพลังงานหรือการใช้เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนที่แท้จริง นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานที่จัดสรรทุนการศึกษาในสาขาที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับพลังงานด้วย เช่น กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระทรวงศึกษาธิการ (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา)

ตารางที่ 8.4-6 ผลการใช้จ่ายเงินตามแผนพัฒนาบุคลากรปีงบประมาณ 2538 – 47 (สนพ.)

โครงการ/ปีงบประมาณ	แผนฯ 1 (2538-2542)	แผนฯ 2 (2543-2547)	รวมทั้งสิ้น (ล้านบาท)
1. การพัฒนาหลักสูตร และคู่มือการฝึกอบรม	422.58	600.51	1,023.09
2. การฝึกอบรมบุคลากรระยะสั้นในประเทศ	52.55	451.38	503.93
3. การส่งบุคลากรเข้าฝึกอบรมและดูงานระยะสั้นในต่างประเทศ	16.92	9.00	25.92
4. การส่งบุคลากรเข้ารับการศึกษาระดับอุดมศึกษาทั้งในและต่างประเทศ	84.72	263.56	348.28
5. การให้ทุนวิจัย	10.46	48.06	58.52
6. อื่นๆ	7.66	86.42	94.08
รวม	**594.89**	**1,458.93**	**2,053.82**



รูปที่ 8.4-2 จำนวนบุคลากรที่ได้รับทุนการศึกษาด้านพลังงานในระดับอุดมศึกษาของ สนพ. แบ่งตามสาขาวิชาที่ศึกษาและสาขาพลังงานที่ทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปี 2539-2549

8.5 ผลสำรวจความต้องการกำลังคนด้านพลังงาน

คณะผู้วิจัยได้สำรวจและประเมินระดับความรู้และทักษะของกำลังคนด้านพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมโดยใช้แบบสอบถามจำนวน 221 ชุด รวมทั้งได้สัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องจำนวน 27 ราย เพื่อประเมินปัญหา/อุปสรรคและความต้องการด้านกำลังคนทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

8.5.1 ผลการสำรวจและประเมินความรู้และทักษะ

คณะผู้วิจัยได้สำรวจและประเมินระดับความรู้และทักษะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมในด้านต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ	ทักษะ/ความรู้ ความสามารถด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
5	ระดับดีมากเป็นผู้นำกิจกรรมและถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ให้คนอื่นได้
4	ระดับดี ดำเนินกิจกรรมด้วยตนเองได้
3	ระดับพอใช้ ต้องรับฟังคำชี้แนะจากหัวหน้าหรือผู้เชี่ยวชาญจึงจะดำเนินกิจกรรมได้
2	มีความรู้/ทักษะเพียงเล็กน้อย ต้องการฝึกอบรม และพัฒนา
1	ยังขาดความรู้/ทักษะ ต้องรับการฝึกอบรมและพัฒนาอย่างเร่งด่วน

ผลการสำรวจสรุปได้ดังแผนภูมิในรูปที่ 8.5-1 ถึง รูปที่ 8.5-4 ซึ่งมีข้อน่าสังเกต ดังนี้

1) กรณีโรงงานควบคุม

ระดับความรู้เกือบทุกด้านในจำนวน 11 ด้าน อยู่ในระดับ พอใช้ มีเพียง 2 ด้านที่อยู่ใกล้ระดับดี คือ ความรู้เกี่ยวกับการผลิตของโรงงานและการทำงานอย่างปลอดภัย และระดับความรู้ที่ต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติมได้แก่ ด้านเศรษฐศาสตร์ และการวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการ ระดับทักษะใน 11 ด้านนั้น ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ พอใช้

2) กรณีอาคารควบคุม

ระดับความรู้เกือบทุกด้านใน 12 ด้าน อยู่ในระดับพอใช้ โดยระดับความรู้ที่ค่อนข้างต่ำ คือ ความรู้ด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน

ระดับทักษะใน 15 ด้านนั้นส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่พอใช้ โดยทักษะที่ค่อนข้างต่ำคือ การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบหม้อน้ำและการใช้ไอน้ำ

โดยสรุป ระดับความรู้และทักษะของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานของโรงงานควบคุมและอาคารควบคุมส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ ต้องรับฟังคำชี้แนะจากหัวหน้าหรือผู้เชี่ยวชาญจึงจะดำเนินกิจกรรมเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานได้ และทักษะ/ความรู้ที่ยังขาดคือ ทักษะด้านการเพิ่มประสิทธิภาพเฉพาะด้าน เช่น ระบบหม้อน้ำ และการใช้ไอน้ำ รวมทั้งด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินเพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าของโครงการลงทุนด้านการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน

8.5.2 ผลการสัมภาษณ์ความต้องการกำลังคนด้านพลังงาน

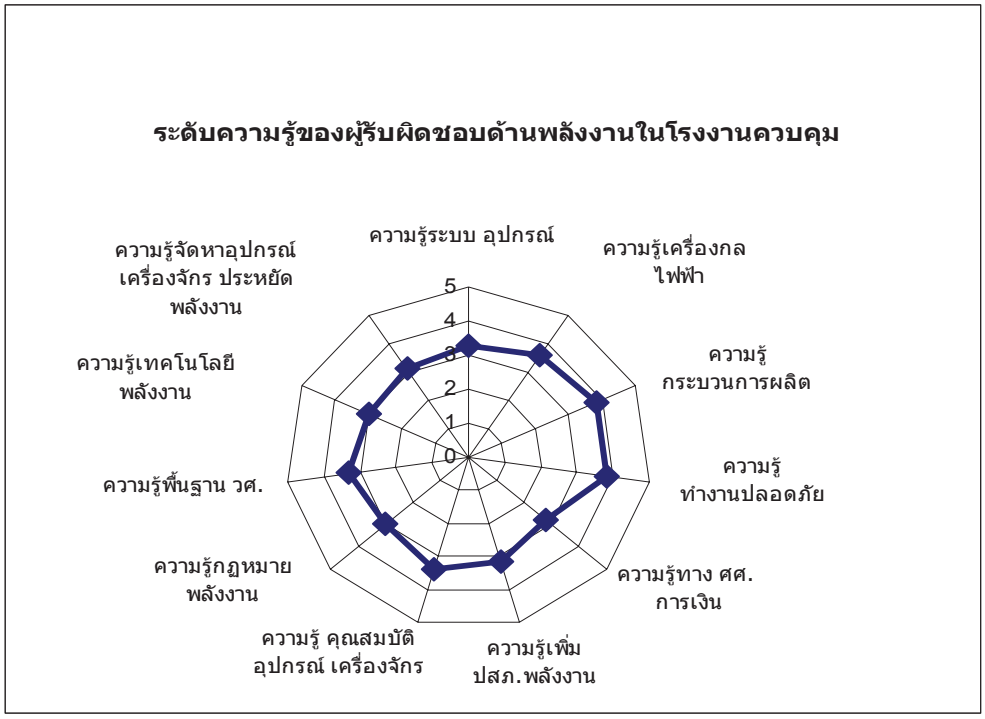
คณะผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องด้านการผลิตบัณฑิตและด้านผู้ใช้บัณฑิตด้านพลังงานจำนวน 27 ราย ในประเด็นดังนี้

<u>ด้านการใช้บัณฑิต</u>

- ลักษณะความต้องการกำลังคนและแนวโน้มในอนาคต

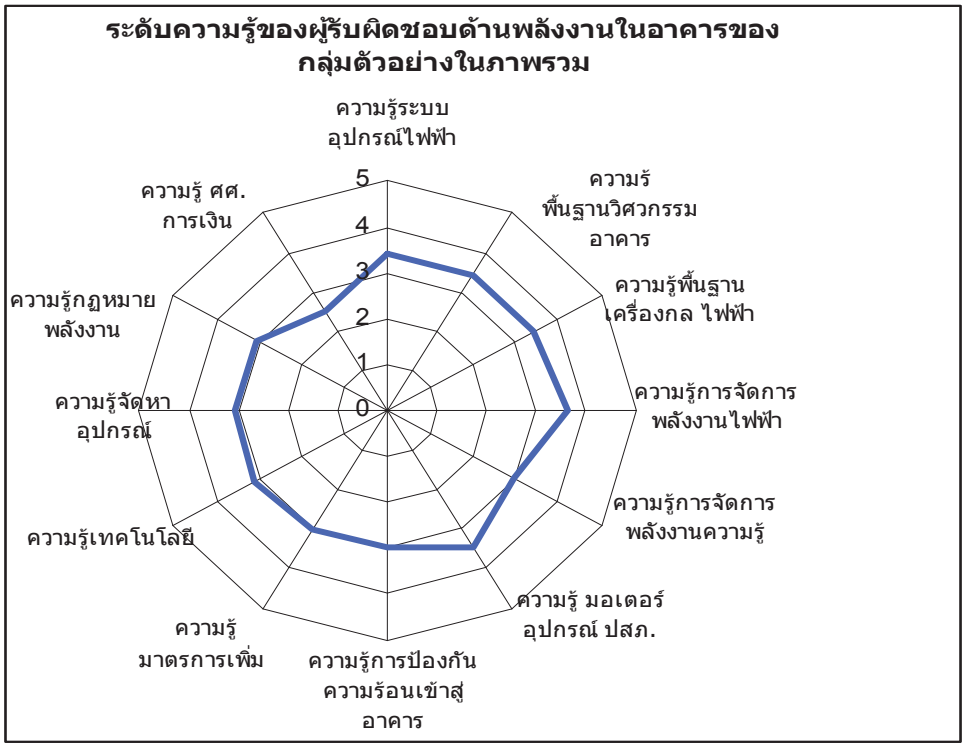
<u>ด้านการผลิตบัณฑิต</u>

- ความเหมาะสมของหลักสูตรการศึกษาและแนวทางการปรับปรุง

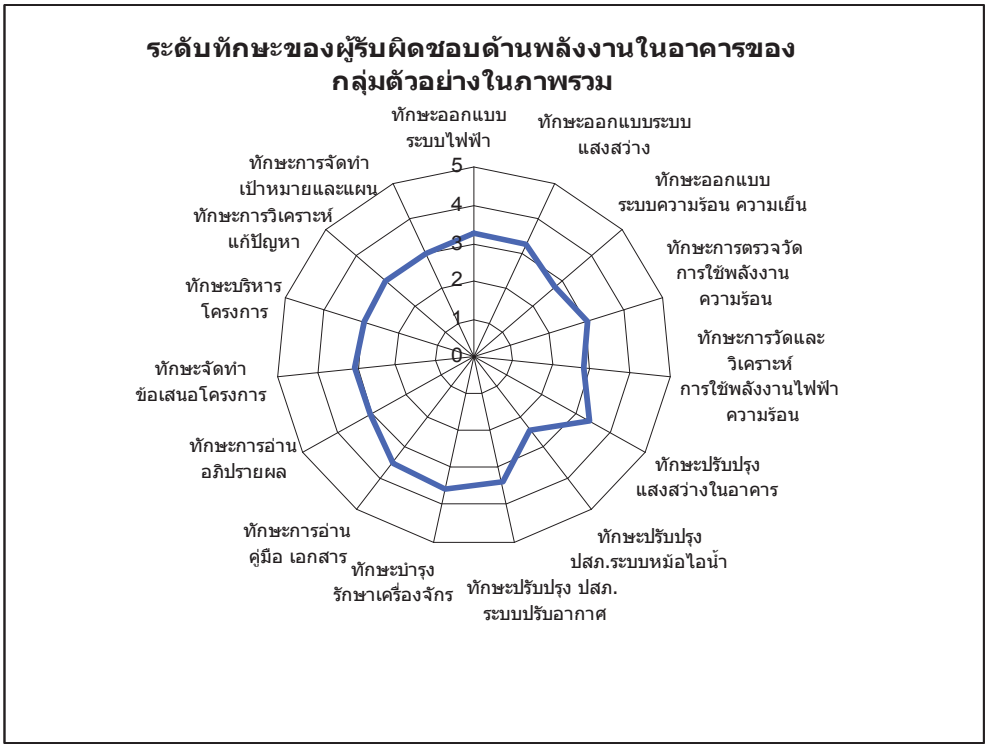


รูปที่ 8.5-1 ระดับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงาน (ผชร.) จากกลุ่มตัวอย่าง

รูปที่ 8.5-2 ระดับทักษะที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงาน (ผชร.) จากกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 8.5-3 ระดับความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในอาคาร (ผชอ.) จากกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 8.5-4 ระดับทักษะที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในอาคาร (ผชอ.) จากกลุ่มตัวอย่าง

ผลการสัมภาษณ์มีสาระสำคัญพอสรุปได้ดังนี้

(1) ลักษณะความต้องการด้านกำลังคน

กลุ่มงาน	ลักษณะความต้องการกำลังคน
1. งานนโยบายและแผน การกำหนดและบังคับใช้กฎหมาย	● สำเร็จการศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับป.ตรีขึ้นไป เป็นหลัก ● สามารถบูรณาการองค์ความรู้หลายๆ ด้าน ● สามารถวิเคราะห์และมีความคิดริเริ่ม ● มีความรู้เท่าทันสถานการณ์โลก
2. งานวิจัยและพัฒนา	● สำเร็จการศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับ ป.โทขึ้นไปเป็นหลัก ● สามารถบูรณาการความรู้หลายๆ ด้านในลักษณะสหสาขาวิชา
3. งานด้านการผลิตไฟฟ้า (จัดการ กำกับดูแล และดำเนินการผลิตไฟฟ้า)	● สำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับป.ตรี และต่ำกว่า ป.ตรี (ปวส. และ ปวช.) - ระดับป.ตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นหลักที่มีความสามารถด้านการวิเคราะห์และแก้ปัญหา - ระดับ ปวช. ปวส. สาขาไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องกล เป็นหลักที่มีทักษะในการปฏิบัติตามคู่มือ
4. งานด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม	● สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิศวกรรมศาสตร์เป็นหลัก รองลงมาคือวิทยาศาสตร์ ● ระดับ ปวช. และปวส. เน้นสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ● หากมีการบังคับใช้ building code จะมีความต้องการผู้ตรวจแบบอาคารและการตรวจพิสูจน์การใช้พลังงานในอาคาร (inspection and commissioning) ซึ่งต้องสำเร็จการศึกษาด้านวิศวกรรมเครื่องกล ไฟฟ้า และพลังงาน
5. งานด้านการผลิตและใช้พลังงานหมุนเวียน	● สำเร็จการศึกษาระดับป.ตรี ขึ้นไปสาขาวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ การจัดการอุตสาหกรรม

(2) แนวโน้มความต้องการกำลังคน

- ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดเห็นว่า ปัจจุบันกำลังคนในระดับปริญญาตรีและต่ำกว่าในสาขาต่างๆ ที่กล่าวแล้วข้างต้นมีปริมาณเพียงพอแล้ว แต่อาจมีปัญหาในเชิงคุณภาพที่ต้องมีการพัฒนาต่อยอดดังที่จะกล่าวต่อไปในข้อ (3)
- ควรสนับสนุนการพัฒนากำลังคนในระดับปริญญาโทและเอกเพิ่มเติมเพื่อรองรับงานวิจัยและพัฒนาโดยเฉพาะด้านพลังงานทดแทน การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและการวางแผนพลังงาน

(3) คุณภาพกำลังคนที่ต้องการ

- ความรู้พื้นฐานด้านวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติควรจะดีกว่าที่เป็นอยู่
- ควรมีความรู้ด้านกฎหมายพลังงานและกฎหมายสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์และการบริหารโครงการ ซึ่งอาจพัฒนาด้วยการศึกษาต่อเนื่อง
- ผ่านการฝึกงานในสถานประกอบการ (internship) ระหว่างการศึกษา

(4) ข้อเสนอสำหรับการปรับปรุงหลักสูตรการศึกษา

- ควรพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของหน่วยงานและสถานประกอบการและมีลักษณะเป็นสหสาขา
- สถาบันการศึกษาและหน่วยงาน/สถาบันด้านการฝึกอบรมของรัฐและเอกชนควรพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมต่างๆ ทางด้านเทคนิคและการจัดการพลังงาน สำหรับผู้ที่ไม่ได้สำเร็จการศึกษาด้านพลังงานโดยตรง โดยการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่อาชีพ และยกระดับความรู้และทักษะของผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่แล้ว

8.6 การประมาณความต้องการกำลังคนด้านพลังงาน

จากผลการสำรวจแนวโน้มความต้องการกำลังคนด้านพลังงานในทางสากลและสถานภาพกำลังคนดังกล่าวภายในประเทศ ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ สถานภาพการผลิตและการพัฒนากำลังคนในประเทศ รวมทั้งข้อคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ คณะผู้วิจัยได้มาเชื่อมโยงกับเป้าหมายและนโยบายด้านการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนและด้านการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานของประเทศ เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มความต้องการกำลังคนทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ผลการวิเคราะห์มีสาระสำคัญพอสรุปได้ดังนี้

8.6.1 ลักษณะกำลังคนที่ต้องการในภาพรวม

ปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ตลาดแรงงานด้านพลังงานเปลี่ยนแปลงคือ นโยบายด้านพลังงานของภาครัฐ ในภาวะที่ประเทศไทยต้องประสบกับปัญหาเรื่องภาระด้านการเงินสำหรับการจัดหาพลังงาน ความมั่นคงและความยั่งยืนทางพลังงานในระยะยาวทำให้ภาครัฐจำเป็นต้องมีนวัตกรรมทางด้านนโยบายและบุคลากรที่จะขับเคลื่อนโยบายดังกล่าวไปสู่เป้าหมาย ซึ่งจากนโยบายเบื้องต้นของรัฐบาลด้านพลังงานหมุนเวียนและด้านประสิทธิภาพพลังงานที่ได้ประกาศแล้ว สามารถคาดการณ์ประเภทกำลังคนที่จะมีบทบาทสำคัญได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มภาระกิจ	ลักษณะงาน	ทักษะ/ความรู้ที่จำเป็น
1. ด้านนโยบายและแผนงาน	■ งานในหน่วยงานภาครัฐ ด้านกำหนดนโยบายและวางแผนเพื่อนำนโยบายไปปฏิบัติ สร้างมาตรการ/กลไกสนับสนุนนโยบาย ■ ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติตามนโยบาย ■ กำกับดูแลการปฏิบัติตามกฎระเบียบ	■ วุฒิป.ตรีหรือสูงกว่าด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาตร์ เศรษฐศาสตร์ นโยบายสาธารณะ ■ ทักษะพิเศษด้านการวิเคราะห์ จัดทำรายงาน วางแผน บริหารจัดการ การสื่อสาร การประชาสัมพันธ์ ■ ทักษะในการใช้ซอฟต์แวร์ในการวิเคราะห์ด้านพลังงาน
2. ด้านวิจัยและพัฒนา	■ งานในหน่วยงานภาครัฐ สถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย และภาคเอกชน ■ การวิจัยและพัฒนาทั้งในเชิงนโยบายและเชิงเทคโนโลยี	■ วุฒิป.โท และเอกด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ วัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีพลังงาน เทคโนโลยีชีวภาพ เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม สถาปัตยกรรมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ และนโยบายสาธารณะ
3. ด้านวิชาชีพในสาขาพลังงาน	■ งานด้านที่ปรึกษา วิเคราะห์ วางแผน ออกแบบ ควบคุมและบริหารโครงการด้านพลังงานหมุนเวียนและด้านประสิทธิภาพพลังงาน	■ ความรู้/ทักษะระดับสูงสาขาวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม การจัดการเทคโนโลยี สถาปัตยกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ บริหารธุรกิจ การตลาด และเศรษฐศาสตร์ ■ มีประสบการณ์ด้านพลังงานโดยเฉพาะ
4. ด้านปฏิบัติการด้านพลังงาน (operations)	■ ส่วนใหญ่ปฏิบัติงานในภาคเอกชนและอุตสาหกรรมของภาครัฐ ■ ขับเคลื่อนและดำเนินการในด้านการผลิต การแปรรูป และการใช้พลังงาน	<u>งานด้านการผลิตและติดตั้ง</u> ■ วุฒิป.ตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และระดับ ปวส. (ช่างไฟฟ้า ช่างยนต์ ฯลฯ) <u>มีใบรับรองมาตรฐานแรงงานด้านพลังงาน</u> ผ่านการอบรมหลักสูตรการติดตั้งอุปกรณ์ด้านพลังงาน <u>งานด้านการปฏิบัติการและบำรุงรักษา</u> ■ วุฒิเช่นเดียวกับการผลิตและติดตั้งและผ่านหลักสูตรการบำรุงรักษาอุปกรณ์ด้านพลังงาน

8.6.2 การประมาณความต้องการกำลังคนด้านพลังงานหมุนเวียน

การศึกษานี้ พิจารณาแรงงานที่เกี่ยวข้องกับพลังงานหมุนเวียนทางตรง 3 ประเภทคือ (1) การผลิตเครื่องจักร-อุปกรณ์และการติดตั้ง และ (2) การปฏิบัติการและการซ่อมบำรุง และ (3) การวิจัยและพัฒนา เนื่องจากข้อมูลเฉพาะเจาะจงของแรงงานสำหรับอุตสาหกรรมพลังงาน

หมุนเวียนนั้นยังมีน้อยมาก จึงใช้วิธีประมาณความต้องการกำลังคนด้วยการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การจ้างงาน (Employment coefficient) ดังเช่นที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 8.2.1.1 ซึ่งเป็นผลการศึกษาในต่างประเทศ ที่มีเงื่อนไขและภาวะแวดล้อมทางสังคมและระดับการพัฒนาเทคโนโลยีที่แตกต่างกับของประเทศไทย นอกจากนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวในบางกรณียังมีความแตกต่างกันค่อนข้างมากระหว่างผลการศึกษาของแต่ละราย ดังนั้น การประมาณการในที่นี้จึงใช้ค่าเฉลี่ยเพื่อประมาณการอย่างหยาบ ๆ ให้เห็น “Order of magnitude” ของกำลังคนประเภทต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาและใช้พลังงานหมุนเวียนตามศักยภาพที่ได้ประเมินไว้สำหรับปี พ.ศ. 2554 เท่านั้น

(1) กำลังคนด้านผลิตติดตั้ง

หลักการคำนวณกำลังคนดังกล่าวมีดังนี้

$$\text{กำลังคนด้านผลิต/ติดตั้ง} = \text{ค่าสัมประสิทธิ์การจ้างงาน (คน-ปี/MW)} \times \frac{\text{กำลังการผลิตติดตั้งเป้าหมาย (MW)}}{\text{ปี}}$$

โดยมีสมมติฐาน

- กำลังผลิตติดตั้งตามเป้าหมาย = กำลังผลิตติดตั้งเฉลี่ยในแต่ละปี จากเป้าหมายที่ตั้งไว้ทั้งหมด 5 ปี (จนถึงปี 2554)
- ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต/ติดตั้งโดยเฉลี่ย = 2 ปี โดยประมาณ
- กำลังคนดังกล่าวเมื่อเสร็จจากโครงการหนึ่งแล้วสามารถปฏิบัติงานในโครงการต่อไป

ตัวอย่างเช่น การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล 1,000 MW ภายใน 5 ปีข้างหน้า (ปี 2554) จะมีการผลิตและติดตั้งปีละ 200 MW หากสัมประสิทธิ์การจ้างแรงงานประเภทผลิตติดตั้งคือ 5.2 คน-ปี/MW กำลังคนที่ต้องการโดยประมาณจะเป็น 2,080 คน ผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 8.6-1

ตารางที่ 8.6-1 การประมาณกำลังคนระดับวิชาชีพสำหรับอุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียน (Job estimation (professionals) for renewable energy industry of Thailand)

Renewable Energy	Employment Coefficient		Potential in 5 years		Jobs		% Professionals		No. of Professionals		Total	
	M&I (m-y/MW)	O&M (p/MW)	(Units)		M&I	O&M	M&I	O&M	M&I	O&M	Jobs	Professionals
1. Biomass	5.2	1.2	1,000	(MW)	2,080	1,200	20%	10%	416	120	3,280	536
2. MSW	1.4	0.65	300	(MW)	168	195	20%	10%	34	20	363	53
3. Biogas	1.2		150	(MW)	72	-	20%	10%	14	-	72	14
4. Hydro	11.3	0.22	280	(MW)	1,266	62	5%	10%	63	6	1,327	69
5. Wind	5.66	0.15	200	(MW)	453	30	20%	100%	91	30	483	121
6. PV	24.6	1.8	30	(MW)	295	54	20%	10%	59	5	349	64
7. Solar Thermal (M-Y/m2)	0.0012	0.0033	554,000	(m^2)	266	1,828	20%	10%	53	183	2,094	236
8. Ethanol (M/ml)		33.0	3	(ml/d)	-	35,640		2%	-	713	35,640	713
9. Biodiesel (M/ml)		16.5	2	(ml/d)	-	11,880		2%	-	238	11,880	238
Total					**4,600**	**50,889**			**730**	**1,314**	**55,488**	**2,044**

Notes Project duration = 2 years on average

Professionals: Master degree and above in technology and management

M&I: Manufacture & installation

O&M: Operation and maintenance

ml = million liter

Jobs in ethanal and biodiesel include agricultural sector employment

(2) กำลังคนด้านการปฏิบัติการและซ่อมบำรุง

หลักการคำนวณกำลังคนด้านนี้ ได้แก่

กำลังคนด้านปฏิบัติการและซ่อมบำรุง = ค่าสัมประสิทธิ์การจ้างงาน (คน/MW) x กำลังการผลิตติดตั้งทั้งหมดในภายในปีเป้าหมาย (2554)

ทั้งนี้ ในพลังงานบางสาขาค่าสัมประสิทธิ์การจ้างงานมิได้แบ่งแยกกำลังคนออกเป็น 2 ด้านอย่างชัดเจน จึงต้องประเมินกำลังคนทั้งสองด้านรวมกัน

อนึ่ง เนื่องจากสัมประสิทธิ์การจ้างงานต่าง ๆ ที่อ้างถึงเป็นสัมประสิทธิ์ที่รวมกำลังคนหลากหลายอาชีพ โดยกรณีของการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพนั้นได้รวมเอาแรงงานภาคเกษตรกรรมไว้ด้วย ดังนั้น ในการประมาณการกำลังคนระดับสูงประเภทวิชาชีพ ด้านเทคนิค และการบริหารจัดการ จึงต้องมีสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนของคนระดับนี้ต่อแรงงานทั้งหมด ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวขึ้นอยู่กับประเภทของพลังงานและจากเอกสารต่าง ๆ ที่อ้างถึงนั้นบางรายก็สามารถระบุสัดส่วนดังกล่าวได้แต่ส่วนมากจะไม่มีข้อมูลที่เกี่ยวข้อง คณะผู้วิจัยจึงต้องอาศัยการอนุมานจากประสบการณ์ของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังแสดงในตารางที่ 8.6-2

กำลังคนด้านพลังงานหมุนเวียนที่ต้องการภายในปี 2554 คือประมาณ 55,500 คน แบ่งเป็นประเภทการผลิตติดตั้งประมาณ 4,600 คน (ไม่รวมภาคการผลิตเอทานอลและไบโอดีเซล) และการปฏิบัติและบำรุงรักษาประมาณ 50,900 คน ในจำนวนนี้คิดเป็นกำลังคนระดับนักวิชาชีพประมาณ 2,000 คน โดยสาขาพลังงานชีวมวลเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้ากับสาขาการผลิตเอทานอลต้องการคนมากที่สุดคือ 536 และ 713 คน ตามลำดับ รวมแล้วคิดเป็นกว่า 60 % ของกำลังคนในระดับนี้ทั้งหมด

(3) กำลังคนด้านการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน

เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนส่วนใหญ่มีต้นทุนสูงจึงต้องมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุน โดยกำลังคนที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีนั้น Department of Trade and Industry (DTI) ของประเทศสหราชอาณาจักร ได้จัดให้มีการศึกษากำลังคนในรูปของ Jobs per MW ในกรณีที่เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศ 100% ดังแสดงในตารางที่ 8.6-2 (รายงาน “Renewable Supply Chain Gap Analysis ปี ค.ศ. 2004”) หากนำสัมประสิทธิ์ดังกล่าวมาใช้ในกรณีของประเทศไทยจะได้ประมาณการกำลังคนดังแสดงในตารางเดียวกัน อย่างไรก็ตาม โอกาสที่จะมีการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศทั้งหมดนั้นมีน้อย จึงได้ปรับลดให้สอดคล้องกับศักยภาพภายในประเทศของแต่ละเทคโนโลยี โดยตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนการพัฒนาภายในประเทศสำหรับสาขาพลังงานแต่ละสาขา

จะเห็นได้ว่า กำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาที่ต้องการในสาขาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนคือประมาณ 250 คน นอกจากนี้อาจประมาณการความต้องการกำลังคนดังกล่าวจากด้านอุปทาน โดยกำหนดสัดส่วนงบประมาณด้านการวิจัยและพัฒนาที่ควรจะมีการจัดสรร เมื่อเทียบกับมูลค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียน ดังตารางที่ 8.6 – 3 ทั้งนี้ โดยมีสมมติฐานว่ารายได้จากการขายไฟฟ้า 1 kWh = 2.5 บาท + เงินอุดหนุนที่ได้รับภายใต้โครงการ VSPP ใหม่ (adder) และวงเงินงบประมาณที่ควรจัดสรรให้กับการวิจัยคือปีละ 1% ของมูลค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ และนักวิจัยแต่ละคนต้องมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 2 ล้านบาท/คน/ปี (โดยรวมเงินเดือน สวัสดิการ และอุปกรณ์และวัสดุ) จากการประมาณดังกล่าว พบว่าบุคลากรวิจัยที่จำเป็นคือประมาณ 196 คน

จากการประมาณกำลังคนทั้ง 2 แนวทาง พอสรุปได้ว่า กำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาสำหรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนจะอยู่ระหว่าง 200-250 คน

นอกจากนี้ ทางด้านการผลิตเอทานอลและไบโอดีเซล หากใช้หลักเกณฑ์การประมาณกำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาบนพื้นฐานของมูลค่าของเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ในทำนองเดียวกับข้างต้นก็จะได้ผลดังตารางที่ 8.6-4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าต้องมีกำลังคนวิจัยด้านเอทานอลและไบโอดีเซลประมาณ 108 และ 72 คน ตามลำดับ รวมเป็นประมาณ 180 คน

ดังนั้น จำนวนบุคลากรวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานหมุนเวียนจึงควรมีประมาณ 380-430 คน (เฉลี่ย 410 คน)

ตารางที่ 8.6-2 การประมาณกำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาสาขาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนภายในปี 2554

Job estimation for R&D personnel in renewable energy technology development (electricity generation) by 2011

Renewable Energy	Potential (MW)	Employment Coeff. (person/MW)*	No. of Persons (100% local)	% Local Development	No. of Persons	R&D personnel	Remark
1. Biomass	1,000	0.5	500	70%	350	140	
2. MSW	300	0.5	150	50%	75	30	
3. Biogas	150	0.5	75	100%	75	30	
4. Small Hydro	280	0.4	112	70%	78	31	
5. Wind	200	0.15	30	50%	15	6	
6. PV	30	2	60	50%	30	12	
Total	**1,960**		**927**		**623**	**250**	

Notes

* “Renewable Supply Chain Gap Analysis”, DTI, UK, 2004

R&D personnel = researchers and research assistants (master level and above) = 40% total employment

ตารางที่ 8.6-3 การประมาณกำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาสาขาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนโดยคิดจากมูลค่าของไฟฟ้าที่ผลิตได้

Renewable Energy	Potential (MW)	Plant Capacity Factor	Electricity Production (GWh/year)	Sale Price (฿/kWh)	Revenue (m฿)	R&D Budget (m฿)	R&D personnel
1. Biomass	1,000	0.85	7310	2.80	20,468	205	103
2. MSW	300	0.85	2193	5.00	10,965	110	55
3. Biogas	150	0.85	1097	2.80	3,070	31	15
4. Small Hydro	280	0.40	963	3.10*	2,986	30	15
5. Wind	200	0.14	241	5.00	1,204	12	6
6. PV	30	0.16	41	10.50	433	4	2
Total	**1,960**				**39,127**	**391**	**196**

* Average of two size classes

ตารางที่ 8.6-4 การประมาณกำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาสาขาการผลิตเอทานอลและไบโอดีเซล

	เอทานอล	ไบโอดีเซล
1. เป้าหมายการผลิตในปี 2554 (ล้านลิตร/วัน)	3	2
2. ปริมาณการผลิตต่อปี (ล้านลิตร)	1,080	720
3. ราคาเชื้อเพลิงต่อหน่วยของเชื้อเพลิงที่ผลิตได้โดยประมาณ (บาท/ลิตร)	20	20
4. รวมมูลค่าการผลิตต่อปี (ล้านบาท)	21,600	14,400
5. สัดส่วนงบประมาณวิจัย(%)	1	1
6. จำนวนงบประมาณวิจัยต่อปี (ล้านบาท)	216	144
7. ค่าใช้จ่ายของนักวิจัย (บาท/คน/ปี)	2	2
8. จำนวนนักวิจัยที่ต้องการ	**108**	**72**

8.6.3 การประมาณกำลังคนด้านประสิทธิภาพพลังงาน

การประมาณกำลังคนด้านประสิทธิภาพพลังงานเน้นพิจารณากำลังคน 3 ประเภทหลัก คือ (1) ผู้รับผิดชอบพลังงานตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (2) ที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงาน และ (3) กำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนา โดยใน 2 ประเภทแรกนั้นอาศัยการคาดการณ์จำนวนอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมที่จะเพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจจาก “end-use approach” ดังนี้

(1) ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

	อาคาร	โรงงาน
■ จำนวนอาคาร/โรงงานควบคุมในปี 2548	1,701	2,540
■ จำนวนผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในปี 2548 (ระดับป.ตรีขึ้นไป)	910	2,294
■ จำนวนผู้รับผิดชอบด้านพลังงานต่ออาคารหรือโรงงาน	0.53	0.90
■ จำนวนอาคาร/โรงงานควบคุมในปี 2554 (คาดการณ์)	2,457	3,400
■ จำนวนผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในปี 2554 (คาดการณ์) (สมมติว่าจำนวนคน/จำนวนอาคารหรือโรงงานไม่เปลี่ยนแปลง)	1,300	3,000
■ จำนวนผู้รับผิดชอบด้านพลังงานที่ต้องการเพิ่มขึ้น	**390**	**706**

(2) ที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงาน

ปัจจุบันที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานที่มีการจดทะเบียน (เฉพาะผู้ชำนาญการด้านพลังงาน) มีจำนวนดังนี้

	อาคาร	โรงงาน
■ จำนวนบุคลากรที่ปรึกษาประเภท ก	28	8
■ จำนวนที่บุคลากรปรึกษาประเภท ข	98	77
■ รวม	126	85
■ จำนวนอาคาร/โรงงานต่อที่ปรึกษา 1 คน	**13.5**	**29.9**

อย่างไรก็ตามเพื่อให้มีบริการที่ปรึกษาอย่างทั่วถึง อัตราส่วนจำนวนอาคาร/โรงงานต่อที่ปรึกษา 1 คนโดยเฉลี่ยควรจะเป็นประมาณ 10:1 (ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ) ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่ปรึกษาด้านโรงงานควบคุมนั้นยังขาดแคลนมาก ดังนั้นหากนำจำนวนอาคารและโรงงานที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นตามการคาดการณ์ จำนวนที่ปรึกษาที่ต้องการจะเป็นดังนี้

	อาคาร	โรงงาน
■ จำนวนอาคาร/โรงงานที่คาดการณ์ในปี 2554	2,457	3,400
■ จำนวนอาคาร/โรงงานต่อที่ปรึกษา 1 คน	10	10
■ จำนวนที่ปรึกษาที่ต้องการ (คน)	246	340
■ จำนวนที่ปรึกษาที่มีอยู่เดิม (คน)	126	85
■ **จำนวนที่ปรึกษาที่ต้องการเพิ่มเติม**	**120**	**265**

นอกจากนี้ ยังมีโรงงาน/อาคารขนาดเล็กหรือที่เรียกว่า “โรงงานนอกควบคุมและอาคารนอกควบคุม” อีกจำนวนมาก ซึ่งจำเป็นต้องใช้บริการของที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานด้วย อย่างไรก็ตาม ในช่วง 5 ปีแรกนี้ควรมุ่งเน้นพัฒนาบุคลากรสำหรับอาคาร/โรงงานควบคุมก่อน เนื่องจากเป็นสาขาที่ใช้พลังงานมากกว่าและมีความพร้อมในการดำเนินมาตรการประหยัดพลังงานมากกว่า

โดยสรุป จำนวนที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานที่ควรจะมีเพิ่มคือประมาณ 385 คน

(3) กำลังคนด้านวิจัยและพัฒนา

การประมาณกำลังคนด้านวิจัยและพัฒนาอาศัยการพิจารณาสัดส่วนงบประมาณที่ควรจะจัดสรรให้กับการส่งเสริมงานวิจัยและพัฒนา เมื่อเทียบกับมูลค่าของการใช้พลังงานในแต่ละสาขาเศรษฐกิจฐานดังนี้

- มูลค่าพลังงานที่ใช้ในปี 2554 เป็นไปตามผลการคาดการณ์ของโครงการวิจัยนี้ในกรณีปกติ (BAU) และราคาน้ำมันคงที่
- สัดส่วนงบประมาณที่ควรจะจัดสรรให้การวิจัยคิดเป็น 0.2% มูลค่าพลังงานที่ใช้ (ที่กำหนดสัดส่วนค่อนข้างต่ำเนื่องจากเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานส่วนมากเป็นเทคโนโลยีที่มีใช้ในเชิงพาณิชย์อยู่แล้ว และปัจจุบันงบประมาณวิจัยในภาพรวมของประเทศก็คือประมาณ 0.2% ของ GDP)
- งบประมาณวิจัยต่อนักวิจัย = 2 ล้านบาท/คน/ปี

ผลการประมาณกำลังคนแสดงในตารางที่ 8.6-5 ซึ่งจะเห็นได้ว่า จำนวนนักวิจัยด้านประสิทธิภาพพลังงานที่ควรจะมีเพิ่มขึ้นภายใน 5 ปี คือประมาณ 410 คน

ตารางที่ 8.6-5 การประมาณกำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาในสาขาประสิทธิภาพพลังงาน (Estimation of R&D personnel for the energy efficiency sector)

Sector	Energy Consumption (ktoe)		Value of Energy Consumption (Million Baht)		Total R&D expenditure (Million Baht)		No. of R&D personnel		Difference
	2005	2011	2005	2011	2005	2011	2005	2011	
1. Residential	8,933	12,673	156,506	222,031	313	444	157	222	66
2. Building	3,846	5,555	67,382	97,324	135	195	67	97	30
3. Industry	22,918	30,676	401,523	537,444	803	1075	402	537	136
4. Transport	23,491	32,123	411,562	562,795	823	1126	412	563	151
5. Agriculture	3,207	4,864	56,187	85,217	112	170	56	85	29
Total	**62,395**	**85,891**	**1,093,160**	**1,504,810**	**2,186**	**3,010**	**1,093**	**1,505**	**412**

Notes

1. 1 ktoe = 7,300 barrel, 1 barrel cost 60 USD or 2,400 Baht
2. Oil price constant
3. Assumed R&D expenditure = 0.2% of total value of energy consumption
4. R&D expenditure per researcher = 2.0 mB/person/year

8.6.4 การประมาณกำลังคนระดับนโยบายและแผนในภาครัฐ

หน่วยงานภาครัฐจำเป็นต้องมีบุคลากรด้านการวิเคราะห์และออกแบบนโยบาย (policy analysis and design) ด้านการวางแผน ติดตามและประเมินผล รวมทั้งการกำกับดูแลให้มีการปฏิบัติตามนโยบายและแผน และกฎระเบียบต่าง ๆ โดยเฉพาะในยุคที่ต้องมีการปฏิรูปนโยบายพลังงานเพื่อทำหน้าที่ส่งเสริมการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน บุคลากรดังกล่าวจำเป็นต้องมีทั้งในระดับกรมและกองต่าง ๆ ภายในกระทรวงพลังงานและในกระทรวงอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงคมนาคม และสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นต้น รวมทั้งในระดับภูมิภาคซึ่งยังขาดแคลนบุคลากรที่มีความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องค่อนข้างมาก

(1) กำลังคนในระดับชาติ

<u>ด้านนโยบายและแผน</u> (สนพ.)

<u>สนพ.</u>

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และผู้มีส่วนได้เสีย พบว่า ปัจจุบันบุคลากรหลักด้านพลังงานของ สนพ. ที่มีอยู่กว่า 60 คน นั้น ปฏิบัติหน้าที่ด้านวิเคราะห์นโยบายและแผนเป็นหลัก และส่วนมากมีพื้นฐานทางด้านเศรษฐศาสตร์ จึงทำให้ขาดมิติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งความต้องการมีแนวโน้มมากขึ้นในอนาคต เนื่องจากงานส่งเสริมและสนับสนุนด้านพลังงานหมุนเวียนและประสิทธิภาพพลังงานนั้น เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีอย่างมาก ดังนั้น จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและ เทคโนโลยี/นโยบาย ควรจะมีมากขึ้นอย่างน้อย 1-2 คนต่อสาขาเทคโนโลยี ดังนี้

ความต้องการกำลังคนด้านเทคโนโลยีพลังงานของ สนพ.	
▪ การผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และขยะ	5 คน
▪ การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์	3 คน
▪ การผลิตและใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ	2 คน
▪ การจัดการพลังงานในอาคาร/บ้านพัก อุตสาหกรรม และขนส่ง	5 คน
รวม	15 คน

<u>ด้านการกำกับ ดูแล และติดตามการดำเนินการตามนโยบายและแผน</u>

<u>(พพ.)</u>

ปัจจุบัน พพ. มีบุคลากรด้านพลังงานหมุนเวียนประมาณ 140 คน ที่เป็นระดับวิศวกร แบ่งเป็นสายวิจัยและค้นคว้าพลังงาน 22 คน สายพัฒนาพลังงาน (พลังน้ำ) 95 คน และพัฒนา

พลังงานแสงอาทิตย์ 23 คน ซึ่งถ้าพิจารณาตามศักยภาพของแหล่งพลังงานหมุนเวียนแล้ว สัดส่วนของบุคลากรในแต่ละสายยังไม่สอดคล้องกับความต้องการนัก โดยเฉพาะด้านพลังน้ำ ซึ่งมีจำนวนบุคลากรค่อนข้างมาก กำลังคนที่มีความจำเป็นต้องมีมากขึ้นเร่งด่วนคือ ด้านการผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และขยะ และด้านการผลิตและใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ (เอทานอล และไบโอดีเซล) ซึ่งถ้าหากคิดอัตราส่วนจำนวนบุคลากรของ พพ. ต่อจำนวนกำลังคนระดับวิชาชีพและระดับวิจัยและพัฒนาในอัตราส่วน 1:50 และ 1:20 ตามลำดับ จำนวนบุคลากรที่ควรจะมีเพิ่มขึ้นจะเป็นดังนี้

ความต้องการบุคลากรใน พพ. ด้านพลังงานหมุนเวียน					
สาขาเทคโนโลยี	ความต้องการในตลาด		ความต้องการใน พพ.		รวม
	วิชาชีพ	วิจัย & พัฒนา	วิชาชีพ	ส่งเสริมวิจัย/พัฒนา	
1. การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และขยะ	630	170	13	9	22
2. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม	120	6	2	1	3
3. การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ	1050	180	20	9	29
รวม	**1800**	**356**	**35**	**19**	**54**

ทั้งนี้ไม่ได้คิดกำลังคนด้านพลังน้ำและพลังงานแสงอาทิตย์เพราะมีกำลังคนที่น่าจะเพียงพออยู่แล้ว

ในด้านการอนุรักษ์พลังงาน ปัจจุบัน พพ. มีบุคลากรด้านกำกับและติดตามการอนุรักษ์พลังงานในอาคารและโรงงานควบคุมจำนวน 38 คน ด้านส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานใน SMEs บ้านอยู่อาศัยและการเกษตร จำนวน 34 คน และด้านฝึกอบรมจำนวน 13 คน ซึ่งจำนวนบุคลากรดังกล่าวควรจะสัมพันธ์กับจำนวนผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในหัวข้อ 8.6.3 ดังนี้

- จำนวนผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (อาคารและโรงงานควบคุม) ในปี 2548 3,204 คน
- จำนวนบุคลากรของ พพ. ต่อจำนวนผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในปี 2548 1 : 84
- จำนวนผู้รับผิดชอบด้านพลังงานที่ควรจะมีเพิ่มขึ้นถึงปี 2554 1,096 คน

- จำนวนบุคลากรของ พพ. ที่ควรจะมีเพิ่มขึ้นถึงปี 2554 13 คน

ทั้งนี้ บุคลากรดังกล่าวมีหน้าที่กำกับดูแลด้านการปฏิบัติตามกฎกระทรวงว่าด้วยอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม

อนึ่ง ในอนาคตบุคลากรของ พพ. ทั้งด้านพลังงานทดแทนและด้านอนุรักษ์พลังงานดังกล่าว ควรมีบทบาทสำคัญในการติดตามและประเมินผลการดำเนินงานทั้งสองด้านข้างต้นตามนโยบายและแผนของรัฐบาล โดยมีทักษะที่สำคัญคือ การติดตามและวิเคราะห์และประเมิน

เทคโนโลยี การวิเคราะห์และสังเคราะห์รายงานต่างๆ ทั้งรายงานการวิจัย รายงานการใช้พลังงานของอาคารและโรงงาน ฯลฯ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูง รวมทั้งทักษะในการสนับสนุน (facilitate) การประชุมปรึกษาหารือผู้มีส่วนได้เสีย (stakeholders) ที่เกี่ยวข้องกับมาตรการ/โครงการต่างๆ เป็นต้น

(2) กำลังคนในระดับภูมิภาค

ในแต่ละจังหวัด นอกจากต้องมีบุคลากรที่รับผิดชอบด้านการกำหนดยุทธศาสตร์และจัดทำแผนพลังงานของจังหวัดแล้ว ยังควรต้องมีบุคลากรที่ทำหน้าที่เก็บและวิเคราะห์ข้อมูล ติดตามและประเมินผล รวมทั้งการให้ข้อมูลและให้คำปรึกษาด้านพลังงาน โดยเฉพาะด้านการประหยัดพลังงานด้วย ซึ่งโดยทั่วไปควรจะมีกำลังคนประเภทนโยบายและแผนอย่างน้อย 2 คน และวิศวกรและผู้ช่วยอีก 3 คน รวมเป็น 5 คนเป็นอย่างน้อย ทั้งนี้จำนวนบุคลากรดังกล่าวขึ้นอยู่กับขนาดของจังหวัดด้วย อย่างไรก็ตาม ในการประมาณการเบื้องต้นจะถือเอา 5 คนต่อจังหวัดเป็นขั้นต่ำ ดังนั้นจำนวนบุคลากรที่ต้องการทั้งหมดคือ ไม่น้อยกว่า 380 คน

8.6.5 สรุปการประมาณกำลังคน

ผลการประมาณกำลังคนประเภทต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

สรุปการประมาณกำลังคนด้านพลังงาน	
1. ด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน	**จำนวนคน**
■ การผลิตติดตั้ง ปฏิบัติการและซ่อมบำรุง	1,090
■ วิจัยและพัฒนา	410
2. การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ	
■ การผลิตติดตั้ง ปฏิบัติการและซ่อมบำรุง	950
■ วิจัยและพัฒนา	180
3. การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน	
■ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในอาคารควบคุม	390
■ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงาน	700
■ ที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร	120
■ ที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน	260
■ วิจัยและพัฒนา	410
4. ด้านนโยบายแผนและกำกับดูแล	
■ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีพลังงาน (สนพ.)	15
■ วิศวกรส่งเสริมพลังงานหมุนเวียน (พพ.)	54
■ วิศวกรกำกับดูแลการอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)	13

สรุปการประมาณกำลังคนด้านพลังงาน	
■ เจ้าหน้าที่พลังงานในภูมิภาค	380
รวม	**462**

8.7 ข้อเสนอแนวทางการพัฒนากำลังคน

8.7.1 สถานภาพการขาดแคลนกำลังคน

จากการศึกษาและวิเคราะห์ พบว่ากำลังคนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียน และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานนั้นมีการขาดแคลนในบางระดับ ดังนี้

(1) ด้านนโยบายและแผน

หน่วยงานหลักของรัฐที่ทำหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน และกำกับดูแลและติดตามการดำเนินงานให้เป็นไปตามนโยบายยังขาดแคลนกำลังคน ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ซึ่งหน่วยงานดังกล่าวได้แก้ปัญหาในระดับหนึ่งด้วยการว่าจ้างที่ปรึกษาทั้งจากภายในและต่างประเทศ ปริมาณการขาดแคลนดังกล่าวมีประมาณ 460 คน

(2) ด้านการวิจัยและพัฒนา

กำลังคนสำหรับการวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในประเทศไทยยังมีน้อยมาก ทั้งในสถาบันการศึกษา สถาบันวิจัยหน่วยงานของภาครัฐ และภาคอุตสาหกรรม เพื่อให้การพัฒนาดังกล่าวเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ จำเป็นต้องมีการพัฒนากำลังคนเพิ่มอีกประมาณ 1,000 คน โดยเป็นกำลังคนด้าน พลังงานหมุนเวียนประมาณ 600 คน และด้านประสิทธิภาพพลังงาน 400 คน กำลังคนเหล่านี้ต้องมีคุณวุฒิตั้งแต่ระดับปริญญาโทขึ้นไป ทำหน้าที่ในระดับนักวิจัยและผู้ช่วยวิจัย

(3) ด้านปฏิบัติการ (ระดับวิชาชีพ)

กำลังคนด้านปฏิบัติการซึ่งหมายรวมถึงการออกแบบ ผลิต ติดตั้งและการปฏิบัติการบำรุงรักษาต้องมีจำนวนเพิ่มขึ้นประมาณ 2,000 คน ในภาคพลังงานหมุนเวียนและประมาณ 1,470 คน ในภาคประสิทธิภาพพลังงาน โดยแบ่งเป็น “ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน” ประมาณ 1,090 คน และ “ที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงาน” ประมาณ 380 คน กำลังคนดังกล่าวต้องมีคุณวุฒิระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่าโดยไม่จำเป็นต้องสำเร็จการศึกษาด้านพลังงานโดยเฉพาะ แต่ต้องมีความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับพลังงานในระดับที่เพียงพอจะพัฒนาให้มีความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานได้

8.7.2 วัตถุประสงค์และเป้าหมายการพัฒนากำลังคนด้านพลังงาน

<u>วัตถุประสงค์</u>

(1) เพื่อพัฒนาและเตรียมความพร้อมกำลังคนด้านพลังงานในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการส่งเสริม การพัฒนา และการใช้เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนสาขาต่าง ๆ และการส่งเสริม การพัฒนา และการใช้เทคโนโลยีและมาตรการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ ให้เป็นไปตามเป้าหมายของรัฐ

(2) เพื่อพัฒนาศักยภาพและคุณภาพของกำลังคนด้านพลังงานดังกล่าวให้มีความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ

เป้าหมายภายใน 5 ปี

เป้าหมายเชิงปริมาณ

(1) ด้านพลังงานหมุนเวียน

- เพิ่มจำนวนบุคลากรด้านการออกแบบ ผลิต ติดตั้ง และปฏิบัติการ/ซ่อมบำรุงให้ได้ประมาณ 2,000 คน
- เพิ่มจำนวนนักวิจัย/ผู้ช่วยวิจัย ประมาณ 600 คน

(2) ด้านประสิทธิภาพพลังงาน

- เพิ่มจำนวนบุคลากรระดับปฏิบัติการ/มืออาชีพ ประมาณ 1,470 คน โดยแบ่งเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในอาคารควบคุม 390 คน และในโรงงานควบคุมประมาณ 700 คน ที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานด้านอาคารประมาณ 120 คน และด้านโรงงานอุตสาหกรรมประมาณ 260 คน
- เพิ่มจำนวนนักวิจัย/ผู้ช่วยวิจัยประมาณ 400 คน

(3) ด้านการส่งเสริมและกำกับดูแล

- เพิ่มจำนวนนักวิชาชีพด้านพลังงานในหน่วยงานภาครัฐที่ทำหน้าที่ส่งเสริมและกำกับดูแลในภาพรวมของประเทศประมาณ 80 คน
- เพิ่มจำนวนนักวิชาชีพด้านพลังงานที่ทำหน้าที่ส่งเสริมและกำกับดูแลในภูมิภาคประมาณ 400 คน

เป้าหมายเชิงคุณภาพ

(1) ให้มีการพัฒนาเพื่อเพิ่มพูนความรู้และทักษะของกำลังคนด้านพลังงานประเภทต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นที่มีอยู่ในระบบเป็นจำนวนอย่างน้อยร้อยละ 70 ของทั้งหมดภายใน 5 ปี

8.7.3 ยุทธศาสตร์การพัฒนา

เพื่อให้การพัฒนากำลังคนด้านพลังงานสัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์และเป้าหมาย ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่กำหนดไว้ข้างต้น จึงควรกำหนดกลยุทธ์และมาตรการในการพัฒนากำลังคนดังตารางที่ 8.7-1

ตารางที่ 8.7-1 กลยุทธ์และมาตรการพัฒนากำลังคนตามเป้าหมายแต่ละด้าน

เป้าหมายที่ 1: การพัฒนากำลังคนด้านประสิทธิภาพพลังงานสำหรับปฏิบัติการระดับวิชาชีพ (professionals) 1,500 คน (ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในอาคาร/โรงงานควบคุม 1,100 คน ที่ปรึกษาด้านพลังงานในอาคาร/โรงงาน 400 คน)		
กลยุทธ์	**มาตรการ**	**ลำดับความสำคัญ**
1.1 พัฒนาบุคลากรที่มีอยู่ในระบบให้มีความพร้อมในการปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในอาคาร/โรงงาน และที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงานจำนวนครึ่งหนึ่งของเป้าหมาย (750 คน)	1.1.1 สนับสนุนสถาบันการศึกษา/สถาบันฝึกอบรม สมาคมวิชาชีพ และสถานประกอบการจัดหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย เช่น หลักสูตรผู้รับผิดชอบด้านพลังงานในโรงงาน/อาคาร และหลักสูตรเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานเฉพาะด้าน เช่น หลักสูตร CHP ฯลฯ	H
1.2 พัฒนากำลังคนที่กำลังศึกษาอยู่เพื่อเข้าสู่วิชาชีพด้านพลังงาน โดยเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานและที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงาน จำนวนหนึ่งในสี่ของเป้าหมาย (375 คน)	1.2.1 สนับสนุนให้สถาบันการศึกษาจัดหลักสูตรต่อยอด 1 ภาคการศึกษา เพิ่มเติมจากหลักสูตรปกติหรือจัดให้มีวิชาเลือกที่เกี่ยวข้อง ทั้งในหลักสูตร ป.ตรี และป.โท สาขาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรมศาสตร์ โดยผู้ผ่านการศึกษาครบตามจำนวนหน่วยกิตที่กำหนดจะได้รับประกาศนียบัตรวิชาชีพด้านพลังงาน	M
1.3 ผลิตกำลังคนในระดับปริญญาโทที่เน้นการประกอบวิชาชีพด้านพลังงานโดยเฉพาะ เพื่อเข้าสู่วิชาชีพด้านพลังงาน โดยเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานและที่ปรึกษาด้านอนุรักษ์พลังงาน จำนวนหนึ่งในสี่ของเป้าหมาย (375 คน)	1.3.1 สนับสนุนให้สถาบันการศึกษาที่มีการจัดการศึกษาในหลักสูตรสาขาพลังงานอยู่แล้ว และสถาบันที่มีศักยภาพที่จะจัดการศึกษาดังกล่าว ผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโทสาขาเทคโนโลยีพลังงานและ/หรือการจัดการพลังงาน	M

เป้าหมายที่ 2: การพัฒนากำลังคนด้านพลังงานหมุนเวียนสำหรับปฏิบัติการระดับวิชาชีพ 2,000 คน (ออกแบบ ผลิต ติดตั้ง ปฏิบัติการ/ซ่อมบำรุง ด้านการผลิตความร้อน/ไฟฟ้า 1,000 คน ด้านการผลิตเชื้อพลิงชีวภาพ 1,000 คน)		
กลยุทธ์	**มาตรการ**	**ลำดับความสำคัญ**
2.1 พัฒนาบุคลากรที่มีอยู่ในระบบให้มีความพร้อมในการปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานหมุนเวียน โดยการฝึกอบรม จำนวนครึ่งหนึ่งของเป้าหมาย (1,000 คน)	2.1.1 สนับสนุนสถาบันการศึกษา สถาบันฝึกอบรม สมาคมวิชาชีพ และสถานประกอบการจัดหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้นในสาขาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนเฉพาะด้าน วิเคราะห์เชิงเศรษศาสตร์ การบริหารโครงการและการจัดการสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการออกแบบ การติดตั้ง และการบำรุงรักษา ฯลฯ	H
2.2 พัฒนากำลังคนที่กำลังศึกษาอยู่เพื่อเข้าสู่วิชาชีพด้านพลังงานหมุนเวียน จำนวนหนึ่งในสี่ของเป้าหมาย (500 คน)	2.2.1 สนับสนุนให้สถาบันการศึกษาจัดหลักสูตรต่อยอด 1 ภาคการศึกษา เพิ่มเติมจากหลักสูตรปกติ ทั้งในหลักสูตร ป.ตรี และป.โท สาขาวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ โดยผู้ผ่านการศึกษาครบตามจำนวนหน่วยกิตที่กำหนดจะได้รับประกาศนียบัตรวิชาชีพด้านพลังงาน	M
2.3 ผลิตกำลังคนในระดับปริญญาโทที่เน้นการประกอบวิชาชีพด้านพลังงานโดยเฉพาะ เพื่อเข้าสู่วิชาชีพด้านพลังงาน โดยเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานหมุนเวียน จำนวนหนึ่งในสี่ของเป้าหมาย (500 คน)	2.3.1 สนับสนุนให้สถาบันการศึกษาที่มีการจัดการศึกษาในหลักสูตรสาขาพลังงานอยู่แล้ว และสถาบันที่มีศักยภาพที่จะจัดการศึกษาดังกล่าว ผลิตบัณฑิตระดับปริญญาโทสาขาเทคโนโลยีพลังงานและการจัดการพลังงาน ตามหัวข้อ 2.1.1	M

เป้าหมายที่ 3: การพัฒนากำลังคนด้านการวิจัยและพัฒนาจำนวน 1,000 คน (ด้านพลังงานหมุนเวียน 600 คน และด้านประสิทธิภาพพลังงาน 400 คน)		
กลยุทธ์	**มาตรการ**	**ลำดับความสำคัญ**
3.1 พัฒนากำลังคนที่มีอยู่ในระบบการวิจัยและการศึกษาให้หันมาทำงานวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานจำนวนหนึ่งในสามของเป้าหมาย (ประมาณ 300 คน)	3.1.1 สนับสนุนให้มีการพัฒนาวิชาชีพนักวิจัยสาขาพลังงาน เช่น ในรูปของการสนับสนุนนักวิจัยรุ่นใหม่และเมธีวิจัย สำหรับอาจารย์และนักวิจัยทั้งในภาครัฐและภาคเอกชนที่มีพื้นฐานทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและสิ่งแวดล้อม เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์ วัสดุศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์ ฯลฯ	H
3.2 พัฒนากำลังคนโดยผ่านหลักสูตรการศึกษาด้านพลังงานจำนวนสองในสามของเป้าหมาย (ประมาณ 700 คน)	3.2.1 สนับสนุนให้สถาบันการศึกษาที่มีการจัดการศึกษาในระดับปริญญาโท/เอก สาขาพลังงานและสิ่งแวดล้อมผลิตบุคลากรและบ่มเพาะนักวิจัย/ผู้ช่วยวิจัยในสาขาพลังงานโดยเฉพาะ 3.2.2 สนับสนุนให้สถาบันการศึกษาที่มีการจัดการศึกษาในระดับปริญญาโท/เอกในสาขาวิชาใกล้เคียงผลิตบุคลากรและบ่มเพาะนักวิจัย/ผู้ช่วยวิจัยที่สามารถทำงานวิจัยและพัฒนาสาขาพลังงานได้ 3.2.3 สนับสนุนให้สถาบันการศึกษา/สถานบันวิจัยที่มีงานวิจัยสาขาพลังงานบ่มเพาะนักวิจัย/ผู้ช่วยวิจัยในระดับหลังปริญญาเอก (post-doctoral research) 3.2.4 สนับสนุนให้มีการส่งบุคลากรของภาครัฐ/สถาบันการศึกษา/สถาบันวิจัย ไปศึกษาต่อต่างประเทศและวิจัยในระดับหลังปริญญาเอกในสาขาที่ยังขาดความเข้มแข็งในการสอนและวิจัยภายในประเทศ	H

เป้าหมายที่ 4: การพัฒนากำลังคนด้านนโยบายและแผน และการกำกับดูแล จำนวน 465 คน (สนพ. 15 คน, พพ. 70 คน, ภูมิภาค 380 คน)		
กลยุทธ์	**มาตรการ**	**ลำดับความสำคัญ**
4.1 พัฒนากำลังคนที่มีอยู่ในระบบให้มีความรู้และทักษะด้านพลังงานที่สอดคล้องกับภารกิจของหน่วยงานจำนวนครึ่งหนึ่งของเป้าหมาย (ประมาณ 230 คน)	4.1.1 สนับสนุนให้บุคลากรในระบบที่มีศักยภาพศึกษาต่อในระดับปริญญาโท/เอก ฝึกอบรมระยะสั้น วิจัยระยะสั้น หรือวิจัยระดับหลังปริญญาเอกทั้งในและต่างประเทศ	H
4.2 พัฒนากำลังคนที่กำลังศึกษาอยู่เพื่อเข้าสู่วิชาชีพด้านพลังงานจำนวนหนึ่งในสี่ของเป้าหมาย (ประมาณ 115 คน)	4.2.1 สนับสนุนให้สถาบันการศึกษาจัดหลักสูตรต่อยอด 1 ภาคการศึกษาเพิ่มเติมจากหลักสูตรปกติในระดับปริญญาโทในสาขาวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยผู้ผ่านการศึกษาครบตามจำนวนหน่วยกิตที่กำหนดจะได้รับประกาศนียบัตรวิชาชีพด้านพลังงาน	M
4.3 ผลิตกำลังคนในระดับปริญญาโท/เอกในสาขาพลังงานโดยเฉพาะ จำนวนหนึ่งในสี่ของเป้าหมาย (ประมาณ 115 คน)	4.3.1 สนับสนุนให้สถาบันการศึกษาที่มีการจัดการศึกษาในหลักสูตรด้านพลังงานอยู่แล้วหรือสถาบันการศึกษาที่มีศักยภาพ จัดการศึกษาในหลักสูตร ป.โท/เอกที่เป็นนโยบายพลังงานและการจัดการพลังงาน	H

เป้าหมายที่ 5: การพัฒนากำลังคนด้านพลังงานในเชิงคุณภาพ		
กลยุทธ์	**มาตรการ**	**ลำดับความสำคัญ**
5.1 พัฒนาคุณภาพของผู้สอนในสถาบันการศึกษาและสถานฝึกอบรมให้มีความรู้และทักษะที่ทันสมัยและสอดคล้องกับความต้องการ (Train-the-trainers) เพื่อให้เกิด multiplier-effect	5.1.1 จัดให้มีโปรแกรมพัฒนาบุคลากรด้านพลังงานประเภทผู้สอน/นักวิชาการ/นักวิจัยรุ่นใหม่อย่างต่อเนื่องโดย ▪ ร่วมมือกับต่างประเทศ (ในลักษณะที่คล้ายกับโครงการ ASEAN-Australia ในอดีตที่ได้สร้างบุคลากรด้านพลังงานที่เป็นแกนหลักของประเทศไว้หลายราย ทั้งในหน่วยงานภาครัฐและสถาบันการศึกษา) ▪ ร่วมมือกันภายในประเทศระหว่างหน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้อง เช่น สนพ., พพ., JGSEE, คณะพลังงานฯ มจธ. และ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาฯ เป็นต้น 5.1.2 จัดให้มีโครงการพัฒนาบุคลากรดังกล่าวแบบ project – based กล่าวคือ กำหนดให้มีการพัฒนาขีดความสามารถเฉพาะด้าน เช่น CHP (Combined Heat and Power) โดยการสนับสนุนให้มีทั้งทุนอุดหนุนวิจัย การศึกษาต่อ ทุนฝึกอบรม การประชุม/สัมมนาทางวิชาการ การศึกษาดูงาน เป็นต้น	H
5.2 เสริมสร้างขีดความสามารถของสถาบันการศึกษา ฝึกอบรม และวิจัยให้สามารถพัฒนากำลังคนได้มากขึ้นและมี	5.2.1 สนับสนุนให้มีการเสริมสร้างความเข้มแข็งของเครือข่ายความร่วมมือของศูนย์ความเป็นเลิศด้านบัณฑิตศึกษาและวิจัยที่มีอยู่	M

เป้าหมายที่ 5: การพัฒนากำลังคนด้านพลังงานในเชิงคุณภาพ		
กลยุทธ์	**มาตรการ**	**ลำดับความสำคัญ**
คุณภาพสูงขึ้น	5.2.2 สนับสนุนให้มีการพัฒนาศูนย์ความเป็นเลิศด้านพลังงานในภูมิภาค โดยการจัดตั้งเพิ่มหรือร่วมมือกับเครือข่ายที่มีอยู่เดิม 5.2.3 สนับสนุนกิจกรรมความร่วมมือกับต่างประเทศ เช่น การเชิญ Visiting Professor 5.2.4 กระตุ้นให้หน่วยงาน/องค์กรด้านพลังงานทั้งของรัฐและเอกชน (เช่น กฟผ., ปตท.) สนับสนุนตำแหน่ง chair Professor และสร้างทีมวิจัยและพัฒนาขององค์กร	
5.3 ส่งเสริมให้สถาบันการศึกษาและสถาบันการฝึกอบรม พัฒนากำลังคนที่มีความรู้และทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้มากขึ้น	5.3.1 สนับสนุนให้สถาบันการศึกษา/ฝึกอบรม หน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชนร่วมกันพัฒนาหลักสูตรการศึกษา/ฝึกอบรมที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ 5.3.2 ส่งเสริมการจัดการศึกษาที่มีการฝึกทักษะวิชาชีพด้านพลังงาน (energy professionals internship program) ในระหว่างการศึกษาในหน่วยงานภาครัฐและสถานประกอบการทั้งในระดับปริญญาตรี โท และเอก 5.3.3 ส่งเสริมให้บุคลากรจากหน่วยงานภาครัฐและบริษัทเอกชนที่มีความเชี่ยวชาญด้านพลังงานไปช่วยสอนในสถาบันการศึกษา	M
5.4 เสริมสร้างความเข้มแข็งของหน่วยงานภาครัฐที่ทำหน้าที่กำหนดนโยบาย แผนงาน และกำกับดูแลกิจการพลังงาน	5.4.1 จัดให้มีโครงการพัฒนากำลังคนด้านนโยบายและแผนของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะ สนพ. และ พพ. เพื่อเพิ่มพูนความรู้และ	H

เป้าหมายที่ 5: การพัฒนากำลังคนด้านพลังงานในเชิงคุณภาพ		
กลยุทธ์	**มาตรการ**	**ลำดับความสำคัญ**
	ทักษะสมัยใหม่โดยความร่วมมือกับต่างประเทศและสถาบันภายในประเทศในรูปของหลักสูตรระยะสั้น และการวิจัย 5.4.2 สนับสนุนให้บุคลากรของหน่วยงานภาครัฐศึกษาต่อแบบ “sandwich program” โดยใช้โจทย์วิจัยจากการปฏิบัติงานเป็นหัวข้อวิทยานิพนธ์ 5.4.3 สนับสนุนให้หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องดำเนินการวิจัย และ/หรือ ใช้บริการวิจัยของสถาบันการศึกษา สถาบันวิจัย และองค์กรเอกชนภายในประเทศโดยเฉพาะงานวิจัยเชิงนโยบายที่ต้องใช้องค์ความรู้หลากหลายสาขาจากสถาบันต่างๆ	
5.5 ยกระดับขีดความสามารถของบุคลากรที่ประกอบอาชีพด้านพลังงานที่มีอยู่ในปัจจุบัน	5.5.1 พัฒนาระบบมาตรฐานวิชาชีพและการรับรองผู้ปฏิบัติงานด้านพลังงาน (National Standards and Certification Program) ให้แก่ผู้ที่ผ่านการอบรมหลักสูตรที่ได้รับการรับรอง (Accredited program) ในสาขาต่างๆ ที่จะนำไปสู่การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การติดตั้งระบบปรับอากาศ ระบบการผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ฯลฯ 5.5.2 สนับสนุนให้มีการพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (E-learning) ทั้งในลักษณะ Off-line และ Web-based training 5.5.3 กำหนดให้สถานประกอบการจัดฝึกอบรมบุคลากรด้านพลังงานให้มีทักษะและความรู้เท่าทันวิทยาการ และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่าง	M

เป้าหมายที่ 5: การพัฒนากำลังคนด้านพลังงานในเชิงคุณภาพ		
กลยุทธ์	**มาตรการ**	**ลำดับความสำคัญ**
	รวดเร็ว (เช่น ความรู้ด้าน ICT ที่จะใช้กับระบบ Sensor, Control and Automation ในกระบวนการอุตสาหกรรม) และต่อยอดความรู้โดยการ Retrain สม่ำเสมอ ทั้งนี้ อาจกำหนดให้สถานประกอบการที่มี Energy intensity สูง ต้องจัดสรรรายได้ส่วนหนึ่งเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าว	

เป้าหมายที่ 6: การพัฒนากำลังคนในสาขาที่มีลำดับความสำคัญสูง		
กลยุทธ์	**มาตรการ**	**ลำดับความสำคัญ**
6.1 Policy	6.1.1. Energy planning and Energy policy 6.1.2. Energy economics 6.1.3. Energy and environment policy 6.1.4. Energy law and policy 6.1.5. Climate policy 6.1.6. Sustainable transport policy 6.1.7. International energy management and policy 6.1.8. Nuclear policy 6.1.9. Power Power generation planning and policy	H
6.2 Renewable Energy	6.2.1 Bioenergy science / engineering ■ Plant breading	H

เป้าหมายที่ 6: การพัฒนากำลังคนในสาขาที่มีลำดับความสำคัญสูง		
กลยุทธ์	**มาตรการ**	**ลำดับความสำคัญ**
	■ Sustainable crop production (agricultural systems technology) ■ Biomass transportation and logistics (agricultural engineering) ■ Bioprocessing - Thermal processing - Chemical processing - Biochemical processing ■ Agronomy ■ Forestry and bioenergy ■ Biomass resource management 6.2.2 Sustainable power generation ■ Advanced heat and power technologies ■ Wind engineering ■ Power system management (with distributed generation) 6.2.3 Renewable energy project development and finance	
6.3 Energy efficiency	6.3.1 Low energy architecture and passive solar technologies in buildings 6.3.2 Building technology ■ Optimal design and management of buildings ■ Sustainable energy utilization in buildings ■ Advanced cooling systems 6.3.3 Industry ■ Industrial energy management ■ Combined heat and power ■ Thermal process design / integration / optimization	H

เป้าหมายที่ 6: การพัฒนากำลังคนในสาขาที่มีลำดับความสำคัญสูง		
กลยุทธ์	**มาตรการ**	**ลำดับความสำคัญ**
	▪ Industrial process control and automation 6.3.4 Transportation ▪ Transportation efficiency management ▪ Alternative fuel engine technologies ▪ Hybrid vehicle technology	
6.4 Advanced energy technology	6.4.1 Carbon storage and sequestration 6.4.2 Nuclear technology 6.4.3 Clean Technologies for Power Generation	H

เอกสารอ้างอิง

(ที่ปรากฏในรายงานวิจัยกลุ่มย่อยในภาคผนวก)

1. East of England Skills for Energy Research report. Access on October 2005. http://www.ecitb.org.uk/_db/_documents/Energy_Leaflet.pdf
2. REPUTATION, PERCEPTIONS AND THE 'VANISHING WORKFORCE' A REPORT ON A STUDY OF YOUNG ATTITUDES TO OIL& GAS NUCLEAR INDUSTRIES. Access on October 2005 http://www.cogent-ssc.com/careers/nuclear/reportonrlresearchattitudestonuclearoilandgas.doc. Access on November 4, 2005.
3. Needs of Education and Research in the Electricity Supply Industry and Manufacturing Industry. http://www.cigre.org/gb/publications/Download/EPEE%202004%20Findings.pdf Access on November 7, 2005.
4. Knowledge Management. http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC47/Documents/gc47inf-6-km.pdf Access on November 7, 2005.
5. Small Hydropower system. http://www.ncgp.org/documents/29065%20-%20Small%20Hydropower%20systems.pdf Access on November 11, 2005.
6. The Challenge and Opportunities Facing Renewable Energy Industries: Public Education and Technical Training. http://www2.nrcan.gc.ca/es/erb/CMFiles/RE_NRCanFinalReport172IHS-05042004-8150.pdf Access on November 15, 2005.
7. Situation Analysis of the Knowledge, Competencies, and Skill Requirements of Jobs in Renewable Energy Technologies in Canada. http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/inrei-ier.nsf/en/nz00059e.html Access on October 15, 2005.
8. Workforce Development in a Technical Field: The Photovoltaic Industry A Concept Paper. http://irecusa.org/articles/static/1/binaries/WorkforceDevelopmentMartin.pdf. Access on December 7, 2005.
9. The Work that goes into Renewable Energy. http://www.repp.org/articles/static/1/binaries/LABOR_FINAL_REV.pdf. Access on December 13, 2005.
10. Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate? http://ist-socrates.berkeley.edu/~rael/renewables.jobs.pdf. Access on December 13, 2005.
11. The World PV Market to Year 2010. http://www.agores.org/Publications/PV2010/Vol3chapter0.pdf. Access on December 13, 2005.
12. Energy Service Careers. http://www.ateec.org/publ/energy_book.pdf. Access on December 13, 2005.
13. Energy Efficiency, Renewable Energy, and Jobs in Massachusetts. http://www.masstech.org/renewableenergy/reports/clusterreport11405.pdf. Access on January 13, 2006.
14. Renewable Energy in Europe: Building Capacity and Markets. http://www.erec-renewables.org/documents/RES_in_EUandCC/ExecutiveSummary.pdf. Access on January 13, 2006.
15. Solar Generation: Solar Electricity for Over 1 Billion People and 2 Million Jobs by 2020.http://archive.greenpeace.org/climate/climatecountdown/solargeneration/ solargenback.pdf
16. Assuring Quality Installations. http://www.powernaturally.org/publications/Building_the_Workforce.pdf. Access on April 25, 2006.
17. Pembina Institute. (2004). Canadian Renewable Electricity Development : Employment Impacts. Prepared for Clean Air Renewable Energy Coalition. www.cleanairrenewableenergycoalition.com/documents/FINAL%20Employment%20Prediction%20-%20Oct%2028.pdf

18. Singh V., with BBC Research and Consulting & Fehrs, J.(2001). The work that goes into renewable energy. Washington, DC : Renewable Energy Policy Project (REPP)
19. Heavner, B. & Churchill, S. (2002). Renewables Work : Job Growth from Renewable Energy Development in California. Sacramento: CALPIRG Charitable Trust. www.calping.org/reports/renewableswork.pdf
20. Greenpeace & EPIA. (2005). Solar Generation-Solar Electricity for over 1 Billion People and 2 Million Jobs by 2020. Amsterdam and Brussels. www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/solar-generation-ii.pdf
21. Martinot, E. (2005). Renewable 2005 Global Status Report. Prepared for the Renewable Energy Policy Network fot the 21st Century (REN21) by The Worldwatch Institute
22. Golemberg J. (2004). The Case for Renewable Energies. Thematics background paper for Bonn International Conference for Renewable Energy, Bonn, February 2004. www.renewable2004.de
23. ศูนย์วิจัยกฎหมายและการพัฒนา คณะนิติศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จัดโครงการ Mini MBA เรื่อง “กฎหมายกิจการพลังงานhttp://www.thaienergynewa.com)
24. กลุ่มสารนิเทศ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา รายงานการศึกษาสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ปี 2545
25. กลุ่มสารนิเทศ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา รายงานการศึกษาสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ปี 2545
26. กลุ่มสารนิเทศ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา รายงานการศึกษาสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ปี 2547

บทที่ 9 ข้อเสนอมาตรการเชิงนโยบาย

สาระสำคัญ (Key Findings)

1. *ข้อเสนอมาตรการเชิงนโยบายที่สำคัญสำหรับการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานประกอบด้วย 8 มาตรการหลักดังนี้*
   - *(1) มาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน*
   - *(2) มาตรการจัดการการใช้พลังงาน (DSM)*
   - *(3) มาตรการส่งเสริมการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมการผลิต*
   - *(4) มาตรการจัดการอุปสงค์การเดินทาง (TDM) และมาตรการทางภาษีเพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง*
   - *(5) มาตรการบังคับใช้ข้อกำหนดด้านพลังงานในอาคาร (Building energy code)*
   - *(6) มาตรการส่งเสริมการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ*
   - *(7) มาตรการส่งเสริมการใช้ NGV*
   - *(8) มาตรการส่งเสริมการผลิตอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพพลังงานและที่ใช้ผลิตพลังงานหมุนเวียน*

2. *มาตรการส่งเสริมการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบันซึ่งอาศัยระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็กมาก (VSPP) ฉบับปรับปรุงบวกกับอัตรารับซื้อไฟฟ้าส่วนเพิ่ม (Adder) และระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (SPP)นั้น จูงใจเพียงพอสำหรับเทคโนโลยีบางประเภท เช่น การผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลด้วยระบบ Cogeneration และจากพลังน้ำขนาดเล็ก และก๊าซชีวภาพที่ใช้เทคโนโลยีในประเทศ (โดยไม่ต้องมี Adder) สาเหตุหลักคือ ค่า Adder ต่ำเกินไปและระยะเวลาสนับสนุน (7 ปี) สั้นเกินไป ดังนั้น เพื่อให้มาตรการสนับสนุนมีความยั่งยืน สามารถสร้างความมั่นใจแก่ผู้ลงทุนได้ ขณะเดียวกันก็ไม่เป็นภาระด้านการเงินแก่รัฐจนเกินไป จึงเสนอให้มีการปรับปรุงระบบ Adder หลังใช้แล้วช่วงเวลาหนึ่ง เช่นเมื่อใช้ไปแล้ว 2 ปี ดังนี้*
   - *(1) ขยายระยะเวลาสนับสนุนโดยใช้ Adders เป็นเวลา 15 ปีขึ้นไป*
   - *(2) ค่ารับซื้อไฟฟ้าส่วนที่เพิ่มขึ้นให้คิดรวมอยู่ใน F_t เพื่อให้ผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศร่วมรับผิดชอบ*
   - *(3) การกำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้าให้ยึดหลักการให้ผู้ลงทุนมี IRR ที่เหมาะสม แต่ไม่เกิน Avoided cost ที่รวม Externality cost ของการผลิตไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งในโครงการนี้ได้ประเมินค่า Externality cost ดังกล่าวไว้ที่ 0.24 บาท/kWh –0.48 บาท/kWh ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของลิกไนต์ใน Fuel mix การผลิตไฟฟ้าของประเทศ*
   - *(4) หากยึดหลักการตามข้อ (3) ค่า Avoided cost สูงสุดในปัจจุบัน คือประมาณ 3.0 บาท/kWh (= 2.50 บาท/kWh (ต้นทุนทางการเงิน) + 0.48 บาท/kWh (Externality cost กรณีที่ถือว่าใช้พลังงานหมุนเวียนทดแทนการผลิตไฟฟ้าจากลิกไนต์ 100%))*

3. *ประเทศไทยมีการใช้มาตรการการจัดการการใช้พลังงาน (DSM) มาเป็นเวลากว่า 10 ปี โดยมีการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นผู้ดำเนินการภายใต้การสนับสนุนของธนาคารโลก ผลการดำเนินการเป็นที่น่าพอใจ แต่การสนับสนุนของธนาคารฯ ได้สิ้นสุดลง กอปรกับความจำเป็นที่จะต้องขยายขอบข่ายงานของ DSM ให้กว้างขวาง เพื่อให้ครอบคลุมรายการอุปกรณ์/เครื่องใช้พลังงานมากขึ้น ซึ่งต้องอาศัยองค์กรที่มีความเป็นอิสระและคล่องตัว*

สามารถประสานและดำเนินงานในระดับชาติได้อย่างบูรณาการ ดังเช่นในหลายๆ ประเทศที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินภารกิจดังกล่าว ดังนั้น โครงการนี้จึงเสนอให้มีการจัดตั้งสำนักงานจัดการการใช้พลังงานแห่งชาติ (National DSM Office) เป็นองค์กรในกำกับของรัฐ เพื่อทำหน้าที่พัฒนาและบังคับใช้มาตรฐาน และฉลากประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์/เครื่องใช้และเครื่องจักร ตลอดจนอาคารและยานยนต์ โดยได้รับงบประมาณประจำปีจากภาครัฐในรูปของเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่เก็บเพิ่มจากน้ำมันและไฟฟ้าสำหรับใช้ในโครงการ DSM โดยเฉพาะ แต่ต้องมีระบบประเมินผลอย่างเข้มข้น

4. *การส่งเสริมการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมการผลิตจะต้องประกอบด้วยมาตรการทั้งด้าน DSM ซึ่งจะมีผลต่อการยกระดับมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ เครื่องจักรทั่วไป เช่น มอเตอร์ และด้านการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมแต่ละสาขาโดยเฉพาะ(Industry and process-specific technologies) ซึ่งต้องอาศัยที่ปรึกษาที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน และการสร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้ประกอบการ จึงเสนอมาตรการดังนี้*
   - *(1) ส่งเสริมการพัฒนาที่ปรึกษาวิศวกรรมด้านการประหยัดพลังงาน*
   - *(2) เกื้อหนุนการดำเนินธุรกิจของ ESCO ต่างๆ และเพิ่มจำนวน ESCO*
   - *(3) ส่งเสริมการดำเนินการด้าน Voluntary agreement โดยมีรางวัลตอบแทนแก่ผู้ประกอบการที่ประหยัดพลังงานได้ตามเป้าหมาย*
   - *(4) ให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับตัวอย่างความสำเร็จ*
   - *(5) สนับสนุนโครงการสาธิตเทคโนโลยี/กระบวนการที่มีศักยภาพสูง*
   - *(6) ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา*

5. *มาตรการจัดการอุปสงค์การเดินทาง (TDM) ประกอบด้วยมาตรการย่อยหลายมาตรการที่มีเป้าหมายเพื่อลดความต้องการหรือความจำเป็นที่ต้องเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งโดยทั่วไปเป็นมาตรการที่เห็นผลเร็ว แต่ต้องอาศัยการกำกับและการประสานงานเป็นอย่างดีกับหน่วยงานจำนวนมากที่เกี่ยวข้อง โครงการนี้จึงเสนอให้มีการจัดตั้งคณะกรรมการระดับชาติ (National steering committee) ที่มีอำนาจเต็มในการสั่งการและกำกับการดำเนินงานด้าน TDM ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งเสนอให้มีการมอบอำนาจการบริหารจัดการจราจรแก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดยเฉพาะกรุงเทพมหานคร*

6. *มาตรการที่มีผลกระทบเชิงบวกในระยะยาวค่อนข้างมากต่อความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel economy) ในการขนส่ง คือการใช้มาตรการทางภาษี เช่น การเก็บภาษียานยนต์ตามระดับมลพิษ (Emission tax) เพื่อลดจำนวนรถยนต์ที่ปล่อยมลพิษมากและสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมาก และการเพิ่มภาษีน้ำมันเชื้อเพลิงตามสัดส่วนปริมาณมวลสารคาร์บอนที่มีอยู่ในเชื้อเพลิง (Fuel carbon tax) เพื่อลดความต้องการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลและความต้องการใช้รถยนต์เดินทาง รวมทั้งเพื่อส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงหมุนเวียน ทั้งนี้การดำเนินมาตรการดังกล่าวต้องอาศัยฐานข้อมูลด้านอัตราการเดินทางโดยเฉลี่ยต่อปีของรถยนต์แต่ละประเภทที่ใช้ในประเทศไทย (Vehicle Kilometer Traveled - VKT) ซึ่งจะต้องจัดทำขึ้นอย่างเร่งด่วน*

7. *กระทรวงพลังงานได้มีการพัฒนาข้อกำหนดด้านพลังงานของอาคาร (Energy building code) มาช้านาน แต่ยังไม่สามารถนำไปสู่การบังคับใช้ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารอย่างมีนัยสำคัญในระยะยาว ดังนั้น โครงการนี้จึงได้เสนอให้มีการเร่งรัดการบังคับใช้มาตรการดังกล่าว โดยการปรับปรุงข้อกำหนดที่มีอยู่ให้ทันสมัยและหาข้อยุติ*

เกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติในการบังคับใช้ โดยเฉพาะการปรับปรุงกระบวนการให้ใบอนุญาต ก่อสร้างของกรมโยธาธิการ และองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น และการพัฒนาความสามารถของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

8. *ปัจจัยที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายด้านการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในภาคขนส่ง คือการมีวัตถุดิบที่เพียงพอในราคาที่เหมาะสม ดังนั้น มาตรการส่งเสริมที่สำคัญคือ (1) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องกำหนดแผนการขยายพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย และปาล์มน้ำมัน และแผนการส่งเสริมการเพิ่มผลิตภาพให้ชัดเจน พร้อมทั้งดำเนินการให้เป็นไปตามแผน (2) การส่งเสริมการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพแบบบูรณาการเพื่อลดต้นทุน เช่น การผลิตเอทานอลร่วมกับการผลิตน้ำตาล และการผลิตเอทานอลร่วมกับการผลิตแป้งมันสำปะหลัง โดยการปรับปรุงกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง และการอุดหนุนการตั้งโรงงานสาธิต เป็นต้น (3) กำหนดวิธีการกำหนดราคาของเชื้อเพลิงชีวภาพที่เป็นธรรมโดยคำนึงผลประโยชน์เชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม (Externalities) ร่วมกับผลประโยชน์เชิงเศรษฐศาสตร์ และ (4) จัดตั้งกลไกประสานงานและแก้ปัญหาของอุตสาหกรรมพลังงานชีวภาพ (รวมการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพและการผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากชีวมวล) อย่างครบวงจรในรูปของ "คณะกรรมการบริหารคลัสเตอร์พลังงานชีวภาพของประเทศไทย" เพื่อทำหน้าที่รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลความรู้ และปัญหาของอุตสาหกรรมดังกล่าว และพิจารณาแนวทางแก้ไขปัญหาทั้งระบบ ทั้งในเชิงวิชาการ การตลาด นโยบาย และกฎหมาย เพื่อนำเสนอหน่วยงาน/องค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้องค์ประกอบของคณะกรรมการต้องมีผู้แทนทั้งภาครัฐและเอกชนและภาควิชาการ*

9. *การใช้ NGV ในภาคขนส่งมีข้อเสียที่สำคัญคือ ต้องมีการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานที่สูงมาก ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรกำหนดแผนการเดินท่อก๊าซธรรมชาติสำหรับขยายพื้นที่ให้บริการ CNG โดยบูรณาการกับการวางท่อก๊าซเพื่อใช้ CHP ในอาคารและโรงงานเพื่อลดต้นทุนดังกล่าว นอกจากนี้ ในช่วงที่ยังมีสถานีบริการ CNG จำกัด ควรกำหนดกลุ่มเป้าหมายประเภทรถยนต์เฉพาะที่มีศักยภาพที่จะได้ประโยชน์จากการใช้ CNG อย่างแท้จริง (Selected fleet) เช่นกลุ่มรถประจำทาง และกลุ่มรถที่อยู่ในแนวพาดผ่านของท่อก๊าซ เป็นต้น*

10. *การลดต้นทุนและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ผลิตพลังงานหมุนเวียนและอุปกรณ์เครื่องใช้และเครื่องจักรที่ใช้พลังงาน โดยการยกระดับมาตรฐานการผลิตของอุตสาหกรรมภายในประเทศเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้โครงการลงทุนด้านพลังงานหมุนเวียนด้านการประหยัดพลังงาน และมาตรการ DSM มีความคุ้มทุนและมีโอกาสสำเร็จมากขึ้น โครงการนี้จึงเสนอให้มีการเสริมสร้างขีดความสามารถของอุตสาหกรรมการผลิตของไทยโดย (1) เลือกส่งเสริมประเภทเทคโนโลยีที่มีศักยภาพเชิงการตลาด และเชิงการพัฒนาของอุตสาหกรรม (2) กำหนดเครื่องมือเชิงนโยบายทางตรง เช่น กำหนดสัดส่วน Local content และมาตรการจูงใจทางด้านการเงินและภาษี และทางอ้อม เช่น กำหนดนโยบายจัดซื้อจัดจ้างของภาครัฐที่เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องจักรที่ผลิตในประเทศ เป็นต้น และ (3) ใช้กลไกที่มีอยู่แล้วเป็นจุดเริ่มต้น เช่น สิทธิประโยชน์ด้านการลงทุน (BOI) ที่ผนวกเงื่อนไข Local content เป็นต้น*

9.1 คำนำ

ในการสังเคราะห์ข้อเสนอแนะมาตรการเชิงนโยบายนั้น คณะผู้วิจัย ได้สำรวจมาตรการต่าง ๆ ที่ใช้กันทั่วไปในการส่งเสริมเทคโนโลยีพลังงานด้านต่าง ๆ แต่ละมาตรการได้มีการทบทวนประสบการณ์ในการใช้มาตรการนั้น ๆ ในประเทศและต่างประเทศ ทั้งนี้เพื่อเป็นบทเรียนสำหรับการสังเคราะห์มาตรการเชิงนโยบายและแนวทางในการดำเนินการเพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการประหยัดพลังงานในประเทศไทย การทบทวนประสบการณ์และการวิเคราะห์ปัญหา/อุปสรรคและมาตรการแก้ปัญหาครอบคลุมพลังงานด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

(1) การผลิตความร้อน/ไฟฟ้าจากชีวมวล
(2) การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ
(3) การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพจากชีวมวล
(4) การประหยัดพลังงานในภาคอาคาร บ้านพักอาศัย และอุตสาหกรรม
(5) การประหยัด/ทดแทนน้ำมันในภาคขนส่ง

นอกจากนี้ ยังจะนำเสนอมาตรการเชิงนโยบายหลัก ๆ ที่ คณะผู้วิจัย เห็นว่ารัฐบาลควรจะดำเนินการให้เป็นรูปธรรมโดยเชื่อมโยงกับผลการจัดลำดับความสำคัญของแหล่งพลังงานหมุนเวียนและของมาตรการประหยัดพลังงานในบทที่ 2 และ 3 ซึ่งมาตรการหลักที่จะเสนอได้แก่

(1) มาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน
(2) มาตรการจัดการการใช้พลังงาน (DSM)
(3) มาตรการจัดการอุปสงค์การเดินทาง (TDM) และมาตรการทางภาษีเพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง
(4) มาตรการส่งเสริมการประหยัดพลังงานในอาคารพาณิชย์ด้วยการใช้ Building Code
(5) มาตรการส่งเสริมการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ (เอทานอลและไบโอดีเซล)
(6) มาตรการส่งเสริมการใช้รถยนต์ NGV
(7) มาตรการส่งเสริมการพัฒนาขีดความสามารถในการผลิตอุปกรณ์/เครื่องจักรภายในประเทศ

9.2 การทบทวนมาตรการเชิงนโยบายที่ใช้ในประเทศและต่างประเทศ

9.2.1 มาตรการด้านการส่งเสริมการผลิต ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน

มาตรการเชิงนโยบายที่ใช้ส่งเสริมพลังงานหมุนเวียนโดยทั่วไปมี 2 แนวทาง คือ (1) มาตรการให้แรงจูงใจทางการเงิน (Fiscal incentive) อาทิ การให้เงินสนับสนุนการลงทุน (Subsidies) หรือการอุดหนุนลดหย่อนภาษี และ (2) มาตรการกระตุ้นตลาดเชิงบังคับ (Market-

oriented regulatory policy standard) เช่น การใช้ระบบโควต้า RPS นอกจากนั้นยังมีมาตรการอื่นที่มีส่วนในการขับเคลื่อนนโยบาย (Policy driver) อาทิ การวิจัยและพัฒนา การประชาสัมพันธ์ให้ความรู้และส่งเสริมการศึกษา (Sawin, 2003)

ในงานวิจัยนี้ได้ทบทวนมาตรการที่มักใช้กันซึ่งอยู่ภายใต้ 2 แนวทางดังกล่าวข้างต้น ดังนี้

- ข้อกำหนดการเชื่อมต่อกับระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้ารายย่อย (Interconnection Agreement)
- สัญญาซื้อขายไฟฟ้า (Power Purchase Agreement)
- การกำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้าที่จูงใจผู้ผลิต (Feed-in tariffs)
- การคิดค่าผลประโยชน์เชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม (Externality Adders)
- การใช้ระบบโควต้า หรือ Renewable Portfolio Standard (RPS)
- การประมูลเงินอุดหนุน (Bidding Arrangement)

ทั้งนี้รายละเอียดของผลการสำรวจมาตรการเหล่านี้ปรากฏใน **Background paper "Renewbale Energy: Overview of Policy Measures, Proposals for Short-Term Actions, and Related Research Needs"** (Greacen, 2005) ซึ่งคณะผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น ในที่นี้จะรายงานสรุปโดยสังเขปดังนี้

9.2.1.1 ข้อกำหนดการเชื่อมต่อกับระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้ารายย่อย (Interconnection Agreements)

ข้อกำหนดการเชื่อมโยงระบบผลิตไฟฟ้า เป็นการอนุญาตให้ผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนซึ่งเป็นผู้ผลิตรายย่อยสามารถเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Grid) ของการไฟฟ้าได้ ภายใต้ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยและขั้นตอนในการเชื่อมโยง ทั้งนี้ข้อกำหนดการเชื่อมโยงควรให้ความเป็นธรรมกับผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียน ในบางประเทศ ผู้รับซื้อไฟฟ้าหรือบริษัทไฟฟ้า ที่ไม่เต็มใจรับซื้อ มักตั้งกำแพงกีดกันด้วยการกำหนดค่าธรรมเนียมต่าง ๆ ที่สูงเกินกว่าที่ผู้ขายไฟจะยอมรับได้ อาทิ ค่าเชื่อมต่อ ค่าสำรองไฟฟ้า หรือตั้งข้อกำหนดอุปกรณ์ป้องกันและขั้นตอนเชื่อมต่อที่มีมาตรฐานสูงมาก ทำให้เป็นอุปสรรคต่อผู้ขายไฟฟ้า

ตารางที่ 9.2-1 บทเรียนการใช้มาตรการข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบผลิตไฟฟ้า

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
เดนมาร์กและเยอรมันมีข้อตกลงภายใต้กฎหมายให้บริษัทไฟฟ้า (utilities) รับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนและ Co-generation โดยผู้ผลิตไฟฟ้าเป็นผู้รับผิดชอบค่าติดตั้งและค่าอุปกรณ์ป้องกัน รวมทั้งมิเตอร์และสายไฟที่เชื่อมต่อเข้ากับระบบ	ผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนสามารถเชื่อมโยงระบบ กริดได้ภายใต้ข้อตกลงผู้ผลิตไฟฟ้ารายย่อย (SPP) หรือผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก (VSPP) ในปัจจุบัน การรับซื้อไฟฟ้ามากกว่า 99% มาจากบริษัทเอกชนภายใต้ข้อกำหนด SPP

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
โครงข่ายที่อยู่ใกล้ที่สุด หากมีความจำเป็นต้องปรับปรุงระบบโครงข่ายเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกันได้ ฝ่ายบริษัทไฟฟ้าจะเป็นผู้รับภาระในส่วนที่เพิ่มขึ้น ประสบการณ์จากต่างประเทศ แสดงให้เห็นว่า การมีข้อตกลงรับซื้อไฟฟ้าที่มีความเป็นธรรม จำเป็นต้องอาศัยองค์กรกำกับดูแลที่ - มีความเชี่ยวชาญทางด้านเทคนิคการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า - มีอำนาจทางกฎหมาย ควบคุมดูแลบริษัทไฟฟ้าได้ - มีวิสัยทัศน์ในการรักษาสมดุลทางผลประโยชน์ระหว่างผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก ผู้บริโภค และบริษัทไฟฟ้า	**Small Power Producer (SPP)** เป็นข้อตกลงสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน และผู้ผลิตไฟฟ้าความร้อนร่วม (Co-generation) โดยมากใช้ก๊าซธรรมชาติ/ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง กำหนดให้ขายไฟฟ้าได้สูงสุดไม่แกิน 90 MWe ผู้ผลิตไฟฟ้าที่มีขนาดสูงกว่า 8 MW_e ต้องเชื่อมต่อกับสายส่งแรงดันสูง (69 kV หรือ 115 kV) ผู้ผลิตบางรายให้ความเห็นว่าค่าธรรมเนียมและข้อกำหนดบางประการไม่เป็นธรรม ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยยังขาดองค์กรกำกับดูแลเพื่อทำหน้าที่ยุติข้อขัดแย้งและให้ความเป็นธรรมกับทั้งสองฝ่าย **Very Small Power Producer (VSPP)** เป็นข้อตกลงการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่มีการขายไฟฟ้าสูงสุดไม่เกิน 1 MW_e (ขณะนี้กระทรวงพลังงานกำลังพิจารณาเพิ่มเป็น 6 MW_e) หลังจากที่มีการประกาศใช้ VSPP มีผู้ยื่นคำร้อง 87 ราย กำลังการผลิตรวม 9.1 MW_e แต่ข้อมูลจาก สนพ. ณ เดือน พ.ค. 2548 พบว่ามีผู้สมัครเพียงครึ่งหนึ่งที่ได้รับการอนุมัติ และมีการผลิตจริงน้อยมาก แสดงให้เห็นถึงอุปสรรคด้านขั้นตอนการอนุมัติ VSPP ในประเทศ

9.2.1.2 สัญญาซื้อขายไฟฟ้า (Power purchase agreements)

สัญญาซื้อขายไฟฟ้า เป็นการประกันราคาค่าไฟฟ้าและระยะเวลาในการรับซื้อ ทำให้ผู้ผลิตมีหลักประกันความเสี่ยงในการลงทุน เนื่องจากสามารถคาดการณ์รายรับได้ในช่วงระยะเวลาที่กำหนดไว้ตามสัญญา

ตารางที่ 9.2-2 บทเรียนการใช้มาตรการสัญญาซื้อขายไฟฟ้า

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
สหรัฐอเมริกาเริ่มมีกฎหมาย PURPA (Public Utilities Regulatory Policy Act) ตั้งแต่ปี1978 กำหนดให้บริษัทไฟฟ้าต้องรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระในอัตราที่ทำให้บริษัทไฟฟ้าสามารถหลีกเลี่ยงการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ได้ (Avoided cost) ประเทศอื่นๆ อาทิ อังกฤษ เดนมาร์ก สเปน เยอรมัน จีน และอินเดีย ต่าง	ระบบพลังงานหมุนเวียนในประเทศไทยมีการทำสัญญาซื้อขายไฟฟ้าได้ 3 รูปแบบ คือ SPP, VSPP และ สัญญาซื้อขายไฟฟ้าจากพลังงานน้ำขนาดเล็กของ พพ. **SPP** ปัจจุบัน กฟผ. มีการซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชน

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
มีกฎหมายในทำนองเดียวกัน และมักกำหนดการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในอัตราพิเศษ ซึ่งแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ Feed-in tariffs และ RPS รายละเอียดของสัญญาซื้อขายไฟฟ้าทั้งสองประเภทแสดงในหัวข้อถัดไป	รายย่อย ในปริมาณ 1,768.4 เมกะวัตต์ โดยมีการทำสัญญาซื้อขายไฟฟ้า 2 ประเภท คือ สัญญาประเภท Firm และ สัญญาประเภท Non-Firm โดยที่ สัญญาประเภท Firm หมายถึง การทำสัญญาซื้อขายไฟฟ้าอายุ ตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป และมีการจ่ายค่าพลังไฟฟ้า (Capacity Payment) *สัญญาประเภท Firm ได้รับอัตรา 2.2 บาทต่อหน่วย* Non-Firm หมายถึง การทำสัญญาซื้อขายไฟฟ้าอายุไม่เกิน 5 ปี และจะได้รับเฉพาะค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Payment) *สัญญา Non-firm ได้รับอัตรา 1.77 บาทต่อหน่วย* **VSPP** ผู้ขายไฟฟ้าภายใต้ข้อกำหนด VSPP ได้รับอัตราค่าไฟฟ้า TOU ขายส่งในอัตราเดียวกับที่ กฟผ. ขายให้ กฟภ. และ กฟน. และบวกกับค่า F_t ในอัตราขายส่งโดยเฉลี่ย *VSPP ได้รับค่าไฟฟ้าประมาณ 2.46 บาทต่อหน่วย* **พลังงานน้ำขนาดเล็กของ พพ.** พพ. ดำเนินการติดตั้งพลังน้ำขนาดเล็กและ*ขายไฟฟ้าให้ กฟภ. ได้ในอัตรา 1.1 บาทต่อหน่วย*

9.2.1.3 การกำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้าที่จูงใจผู้ผลิต (Feed-in tariffs) (Greacen and Loy, 2006)

Feed-in tariffs เป็นมาตรการสร้างแรงจูงใจให้มีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนด้วยการให้เงินสนับสนุนตามพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ แทนที่จะให้ตามกำลังการผลิตติดตั้ง ทำให้ผู้ผลิตมีแรงจูงใจในการลงทุนติดตั้งระบบที่มีคุณภาพและมีอายุการใช้งานยาวนาน

หลักการกำหนดอัตรา Feed-in tariffs แบ่งออกเป็นสองแนวคิด

1) กำหนดอัตรารับซื้อบนพื้นฐานของ IRR ตามความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ของเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภท ทำให้เทคโนโลยีบางประเภทมี Feed-in tariffs ที่สูงมาก

2) กำหนดอัตรารับซื้อ โดยคำนึงถึงผลประโยชน์เชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม (Externality benefit) ของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน

ตารางที่ 9.2-3 บทเรียนการใช้มาตรการFeed-in tariffs

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ประสบการณ์จากต่างประเทศแสดงให้เห็นว่า Feed-in tariffs เป็นมาตรการที่สามารถกระตุ้นให้มีการลงทุนระบบไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะในเยอรมัน เดนมาร์ก และสเปน ในปี 2548 มีการใช้ Feed-in tariffs มากถึง 32 ประเทศ ประเทศจีนได้เลือกใช้ Feed-in tariffs และได้ตรากฎหมายพลังงานหมุนเวียนเมื่อต้นปี 2549 จากเดิมที่เคยพิจารณาใช้ RPS	หลายองค์กรในประเทศไทยได้พยายามนำเสนอ Feed-in tariffs ที่เหมาะสมบนพื้นฐานของ IRR ที่จะทำให้ผู้ลงทุนที่มีประสิทธิภาพดำรงอยู่ได้ โดยมีกำไรพอสมควร ในขณะที่บางองค์กรเสนอให้ใช้อัตราแบบคงที่สำหรับพลังงานหมุนเวียนทุกประเภท การศึกษาของมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมเสนอให้ใช้ Externality benefit ซึ่งจะทำให้อัตรารับซื้อ Feed-in tariffs อยู่ที่ 3-4 บาทต่อหน่วยขึ้นอยู่กับผลประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภท ในขณะที่ พพ. อยู่ในระหว่างการพิจารณาอัตรา Feed-in tariffs ที่เหมาะสม ในปัจจุบัน ประเทศไทยยังไม่มีการใช้ Feed-in tariffs ด้วยยังไม่สามารถหาข้อยุติของอัตรา Feed-in tariffs ที่จะกำหนดให้พลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภทได้

9.2.1.4 การคิดผลประโยชน์เชิงสังคมและสิ่งแวดล้อม (Externality Adders)

Integrated Resource Planning (IRP) เป็นการวางแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าโดยคำนึงถึงการจัดการด้านความต้องการไฟฟ้า (Demand Side Management, DSM) และผลประโยชน์เชิงสิ่งแวดล้อมและสังคมเข้าด้วยกัน และพิจารณาวางแผนทางเลือกในการผลิตไฟฟ้าเพื่อให้อัตราค่าไฟฟ้าต่ำที่สุด การวางแผนแบบ IRP จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการที่โปร่งใส เปิดให้มีประชาพิจารณ์และมีองค์กรกำกับดูแลที่เข้มแข็ง เพื่อให้บริษัทผลิตไฟฟ้าคำนึงถึงผลประโยชน์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม (Externality added) และในกรณีของประเทศไทยการวางแผนการผลิตไฟฟ้าต้องทำโดยหน่วยงานที่ไม่ใช่ผู้ผลิตและขายไฟฟ้า

ตารางที่ 9.2-4 บทเรียนการใช้มาตรการ Externality adders under IRP

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ในปี 1992 สหรัฐอเมริกาประกาศกฎหมาย Energy Policy Act กำหนดให้บริษัทไฟฟ้าต้องวางแผนการผลิตโดยใช้ IRP และยื่นเสนอต่อคณะกรรมการกำกับดูแลของรัฐ แม้ว่าการปฏิรูปกิจการไฟฟ้าในเวลาต่อมาทำให้มีการใช้ IRP ลดลง แต่ IRP ยังเป็นหลักการที่ใช้อยู่ในบางบริษัทไฟฟ้า ส่วนในสหภาพยุโรปมีการใช้กฎหมาย Regional Planning	ในปัจจุบัน กฟผ. ใช้หลักการวางแผนที่พิจารณาการลงทุนต่ำที่สุดโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ PROSCREEN ซึ่งกฟผ. พิจารณาเฉพาะด้าน supply side โดยมิได้รวมไปถึงด้าน Demand Side **แม้ว่า** กฟผ. ได้ศึกษา IRP แต่ไม่ได้ใช้ในการทำแผนฯ อย่างเป็นทางการ

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
Techniques (RPT) กำหนดให้ประเทศในกลุ่มสมาชิกต้องมีการวางแผนพลังงานไฟฟ้าและการใช้ก๊าซธรรมชาติด้วยหลักการ RPT	

9.2.1.5 การใช้ระบบโควต้า หรือ Renewable Portfolio Standard (RPS) (Greacen and Loy, 2006)

RPS เป็นมาตรการที่กำหนดให้บริษัทผลิตไฟฟ้ามีกำลังการผลิตส่วนหนึ่งมาจากพลังงานหมุนเวียนในอัตราส่วนที่กำหนด บริษัทไฟฟ้าสามารถเลือกได้ 2 วิธีการ

1) ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนเอง

2) รับซื้อไฟฟ้าหรือซื้อใบรับรองการผลิต Renewable Energy Certificates (RECs) จากผู้ผลิตพลังงานหมุนเวียนรายอื่น

ตารางที่ 9.2-5 บทเรียนการใช้มาตรการ Renewable Portfolio Standard

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
นโยบาย RPS ที่ใช้ในต่างประเทศ มีเฉพาะในประเทศที่กิจการไฟฟ้าเปิดเสรี จึงทำให้เกิดการแข่งขันเพื่อผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่มีต้นทุนต่ำที่สุด จีนเป็นประเทศหนึ่งที่มีโครงสร้างกิจการไฟฟ้าแบบผูกขาดโดยรัฐบาล ได้เลือกใช้มาตรการ Feed-in tariffs ที่สามารถตรวจสอบที่มาของอัตราไฟฟ้าได้แทนการใช้ RPS ซึ่งกิจการไฟฟ้าที่ผูกขาดโดยรัฐบาลจะส่งผ่านต้นทุนไปยังผู้บริโภคโดยไม่สามารถตรวจสอบได้	แม้ว่าในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการประกาศใช้ RPS แต่ได้มีการร่างระเบียบ RPS โดย พพ. ในเดือน พ.ค. 2548 ซึ่งมีแนวคิดที่จะกำหนดให้โรงไฟฟ้าใหม่จะต้องมีอัตราส่วนการผลิตมาจากพลังงานหมุนเวียน 5% โดยที่โรงไฟฟ้าสามารถเลือกที่จะผลิตเองหรือรับซื้อไฟฟ้าหรือใบรับรองจากผู้ผลิตรายอื่นได้

9.2.1.6 การประมูลเงินอุดหนุน (Bidding arrangement)

การประมูลเงินช่วยเหลือจากรัฐบาล ใช้วิธีให้ผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนยื่นเสนออัตราการขอเงินช่วยเหลือต่อหน่วยไฟฟ้า (บาท/kWh) รัฐบาลจะคัดเลือกผู้ผลิตที่เสนอเป็นลำดับต่ำสุดเรียงขึ้นมาจนครบตามเป้าหมายกำลังการผลิตและจำนวนงบประมาณที่ตั้งไว้

ตารางที่ 9.2-6 บทเรียนการใช้มาตรการประมูลเงินอุดหนุน Bidding arrangement

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
โครงการประมูลเงินช่วยเหลือการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมีการใช้ในแคลิฟอร์เนีย ไอร์แลนด์	ในปี 2001 สนพ.ได้ใช้เงินกองทุนอนุรักษ์พลังงานช่วยเหลือโครงการพลังงานหมุนเวียนแบบ SPP โดย

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
และอังกฤษ แต่เนื่องจากการประมูลเปิดขึ้นเป็นรอบตามงบประมาณและนโยบายของรัฐบาล จึงเปิดโอกาสให้เฉพาะผู้ผลิตที่มีความพร้อมในขณะนั้นเท่านั้น ซึ่งพบว่าการใช้กลไกการสนับสนุนพลังงานหมุนเวียนที่มีความต่อเนื่องในระยะยาวจะประสบความสำเร็จมากกว่า	การเปิดประมูล ผลจากการประมูลมีผู้ได้รับคัดเลือก 31 รายจากทั้งหมด 43 รายที่ยื่นสมัครเข้าร่วมการประมูล ทั้ง 31 โครงการเป็นการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลมีกำลังการผลิตรวมกัน 491.3 MWe เป็นเงินสนับสนุนรวม 2,991 ล้านบาท

9.2.1.7 การสนับสนุนงานวิจัยพัฒนาและสาธิต (Grants for research, development and demonstration (RD&D))

การให้เงินสนับสนุนโครงการวิจัยพัฒนาและสาธิตเป็นนโยบายที่ทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีที่ยังไม่สามารถนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ และเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นภายในประเทศ ข้อควรระวัง คือ ควรหยุดการสนับสนุนโครงการสาธิตเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาได้ในเชิงพาณิชย์แล้ว เพราะจะทำให้นักลงทุนคาดหวังเงินช่วยเหลือและไม่ทำให้เกิดตลาดได้จริง

ตารางที่ 9.2-7 บทเรียนการใช้มาตรการการสนับสนุนงานวิจัยพัฒนาและสาธิต (RD&D)

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีการให้งบประมาณด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนเป็นจำนวนมาก แต่กลับมีตลาดการใช้งานน้อยกว่าประเทศเดนมาร์กที่มีการสนับสนุนตลาดภายในประเทศและมุ่งเน้นเฉพาะเทคโนโลยีที่มีการใช้งานเชิงพาณิชย์เท่านั้น	รัฐบาลไทยให้การสนับสนุนโครงการสาธิตมาโดยตลอด ซึ่งไม่ทำให้เกิดการพัฒนาตลาดอย่างยั่งยืนได้ เนื่องจากที่ผ่านมามุ่งเน้นเฉพาะการติดตั้งเพื่อสาธิตการทำงานของเทคโนโลยี โดยไม่มีการพัฒนาตลาดการใช้งาน

9.2.2 มาตรการทั่วไปในการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ (เอทานอลและไบโอดีเซล) (Kojima and Johnson, 2005)

มาตรการทั่วไปที่ใช้ในการส่งเสริมการใช้เอทานอลในการขนส่ง ได้แก่

- การอุดหนุนด้านราคาเพื่อส่งเสริมการผลิตเอทานอลในประเทศ
- การวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตเอทานอล
- การเพิ่มสัดส่วนการใช้เอทานอลในภาคขนส่งอย่างค่อยเป็นค่อยไป
- การพัฒนาเครื่องยนต์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้เอทานอล

ส่วนมาตรการสำหรับการส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลได้แก่

- การสร้างมาตรฐานด้านคุณภาพของไบโอดีเซล

- การปฏิรูปด้านการเกษตร
- การกำหนดภาษีน้ำมันเชื้อเพลิง

9.2.2.1 มาตรการทั่วไปที่ใช้ในการส่งเสริมการใช้เอทานอลในการขนส่ง

(1) การอุดหนุนด้านราคาเพื่อส่งเสริมการผลิตเอทานอลในประเทศ

มาตรการอุดหนุนด้านราคาเป็นมาตรการเพื่อสนับสนุนการผลิตเอทานอลในประเทศให้สามารถแข่งขันได้กับทั้งน้ำมันและเอทานอลจากต่างประเทศ โดยแนวทางการดำเนินการที่สำคัญคือการกำหนดราคาประกันรับซื้อขั้นต่ำของเอทานอลที่ผลิตในประเทศ รวมถึงการให้ความช่วยเหลือผู้ผลิตเอทานอลในประเทศโดยการตั้งภาษีนำเข้าเอทานอลจากต่างประเทศไว้ในอัตราที่สูงในช่วงที่ราคาเอทานอลในตลาดโลกมีราคาต่ำกว่าต้นทุนเอทานอลที่ผลิตได้ในประเทศ และปล่อยให้การซื้อขายเป็นไปอย่างเสรีตามกลไกของราคาตลาด หากราคาเอทานอลสูงกว่าราคาประกัน และอาจให้มีการส่งออกถ้าราคาตลาดโลกสูงกว่าราคาตลาดภายในประเทศ เพื่อรัฐจะได้มีรายได้จากภาษีที่สามารถนำมาใช้ในการประกันราคารับซื้อ

ตารางที่ 9.2-8 บทเรียนการใช้มาตรการอุดหนุนด้านราคา

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
รัฐบาลบราซิลมีการให้เงินอุดหนุนแก่ผู้ลงทุนผลิตเอทานอลช่วงแรกสูงถึง 75% ของค่าลงทุนโรงงาน ส่งผลให้มีการขยายตัวของพื้นที่ปลูกอ้อยเพิ่มขึ้นถึง 31% ในปีเดียว อีกทั้งรัฐบาลบราซิลยังประกันราคาของเอทานอลให้มีราคาไม่เกิน 65% ของราคาน้ำมันเบนซิน และลดภาษีลง 5% สำหรับรถยนต์ที่สามารถใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงได้ รวมถึงเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำสำหรับการลงทุนเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตเอทานอล และมีระบบการจัดการปริมาณการผลิตและราคาของเอทานอลที่ผลิตได้ เพื่อเป็นหลักประกันว่าจะมีเอทานอลเพียงพอต่อความต้องการ นอกจากนี้รัฐบาลยังให้การอุดหนุนด้านภาษีแก่ผู้ซื้อรถยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงและลดหย่อนภาษีแก่ผู้จัดจำหน่ายเอทานอล โดยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาแม้ว่าจะมีความผันผวนด้านราคาเอทานอลมากเพียงใดก็ตาม รัฐบาลบราซิลไม่เคยยกเลิกมาตรการลดหย่อนภาษีแก่เอทานอลที่ผลิตในประเทศ รวมถึง	ในปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยประสบภัยแล้งทำให้ผลผลิตน้ำตาลลดลงถึง 26% มีผลทำให้ในปีถัดมา คือ ปี 2549 ราคาน้ำตาลในประเทศไทยสูงขึ้น รวมทั้งปัจจัยราคาน้ำตาลในตลาดโลกพุ่งขึ้นสูง ทำให้ผู้ผลิตน้ำตาลในประเทศไทยมีความสนใจที่จะผลิตเอทานอลลดลง รวมทั้งเกิดการแย่งชิงโมลาสทำให้ราคาวัตถุดิบแพงขึ้น ขณะที่ราคารับซื้อเอทานอลเพื่อผสมในน้ำมันกำหนดไว้ที่ราคาคงที่ที่ 15 บาทต่อลิตร ในช่วงเดือนกันยายน ปี พศ.2548 ต่อมาในปลายปีเดียวกัน ผู้ผลิตเอทานอลได้ขอปรับราคาเพิ่มต่อรัฐบาล เป็น 17-18 บาท/ลิตร ขณะที่ราคาโมลาสเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าเป็น 4,000 กว่าบาทต่อตันนับจากต้นปีเดียวกัน ซึ่งผู้ผลิตอ้างว่ามีผลทำให้ต้นทุนสูงถึง 19 บาท/ลิตร ส่งผลให้ผู้ผลิตเอทานอลหยุดการผลิต ขณะที่บริษัทน้ำมันนำเข้าเอทานอลจากต่างประเทศแทน นอกจากนี้ ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาความผันผวนด้านราคาการผลิตเอทานอลจากมันสัมปะหลังอันเนื่องมาจากการแย่งชิงวัตถุดิบทาง

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ยังบังคับให้มีการผสมเอทานอลในน้ำมันเบนซินโดยตลอด (แต่มีการปรับสัดส่วนตามสถานการณ์ระหว่าง 20% ถึง 25%) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญอย่างหนึ่งในการทำให้โครงการดังกล่าวประสบผลสำเร็จ เนื่องจากเป็นวิธีการประกันตลาดให้กับผู้ผลิตและผู้ใช้ในประเทศว่ามีความต้องการใช้เอทานอลในประเทศอย่างแน่นอน	เกษตรระหว่างเพื่อผลิตเป็นอาหารและเพื่อใช้เป็นพลังงาน โดยตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมา มันสำปะหลังของไทยซึ่งเคยมีผลผลิตส่วนเกินอยู่มากมาย กลับสามารถส่งออกได้หมดเพราะความต้องการใช้มันสำปะหลังจากประเทศจีน ทำให้ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังสูงขึ้น อย่างไรก็ดีจากการที่ราคาน้ำมันในตลาดโลกในช่วง 2 ปีที่ผ่านมาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ราคาต้นทุนเอทานอลที่ผลิตจากมันสำปะหลังสามารถแข่งขันได้กับราคาน้ำมัน แต่เนื่องจากต้นทุนการแปรรูปมันสำปะหลังเป็นเอทานอลในประเทศยังสูงกว่าเอทานอลที่นำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นหากภาครัฐไม่มีนโยบายด้านภาษีนำเข้าของเอทานอลที่เหมาะสมและรีบเร่งพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องอย่างเร่งด่วนเพื่อลดต้นทุน ประเทศไทยจะแข่งขันราคาด้านเอทานอลกับต่างประเทศได้ยาก

(2) การวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตเอทานอล

จากบทเรียนและประสบการณ์ของประเทศบราซิล แสดงให้เห็นว่าความสำเร็จในการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตเอทานอล ตั้งแต่การพัฒนาสายพันธุ์ การลดต้นทุนการแปรรูปของเอทานอล มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำให้โครงการเอทานอลของบราซิลประสบความสำเร็จ ซึ่งการวิจัยและพัฒนาต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและยาวนานถึง 30 ปี ดังนั้นประเทศไทยจะประสบผลสำเร็จได้ก็ด้วยอาศัยกระบวนการวิจัยและพัฒนาดังกล่าวเป็นสำคัญ เพื่อช่วยให้ลดต้นทุนการผลิตเอทานอลอย่างครบวงจร จนสามารถยกเลิกการอุดหนุนด้านการเงินจากภาครัฐได้ในที่สุด และปล่อยให้กลไกตลาดเป็นผู้กำหนดราคาและการผลิตโดยที่ไม่ต้องอาศัยการแทรกแซงจากรัฐ

ตารางที่ 9.2-9 บทเรียนการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตเอทานอล

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
<u>การวิจัยพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์ของอ้อยให้มีผลผลิตสูงและต้านทานต่อโรค</u> กลุ่มอุตสาหกรรมผู้ผลิตน้ำตาลของบราซิลประสบผลสำเร็จในการพัฒนาสายพันธุ์อ้อย เพื่อ	กรมวิชาการเกษตรได้ดำเนินการปรับปรุงสายพันธุ์ของมันสำปะหลังมาอย่างต่อเนื่อง โดยในปัจจุบันมีมันสำปะหลังมากกว่า 10 สายพันธุ์ทั่วประเทศที่ได้รับการพัฒนาให้มีผลผลิตสูงและมีความต้านทาน

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ถึง 500 สายพันธุ์ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาวะภูมิอากาศในแต่ละท้องถิ่น มีการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการให้น้ำในการเพาะปลูก การควบคุมระยะห่างของต้นอ้อย รวมไปถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงสุด <u>การวิจัยและพัฒนาด้านวิศวกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงาน</u> บราซิลประสบผลสำเร็จในการออกแบบและพัฒนากระบวนการแปรรูปอ้อยให้เป็นน้ำตาลและเอทานอลให้มีประสิทธิภาพสูง ได้แก่การเพิ่มเปอร์เซ็นต์น้ำอ้อยที่ได้จากการหีบ การเพิ่มประสิทธิภาพของการหมักน้ำอ้อย และการกลั่น อุตสาหกรรมบราซิลมีความชำนาญในการบริหารการผลิต การควบคุมการผลิตให้ได้ผลผลิตที่ Optimum โดยการใช้คอมพิวเตอร์ โรงงานในบราซิลส่วนใหญ่เป็นโรงงานแบบผสมซึ่งสามารถผลิตน้ำตาลและเอทานอลในโรงงานเดียวกัน และสามารถปรับเปลี่ยนสัดส่วนการผลิตระหว่างน้ำตาลกับเอทานอลจาก 60:40 เป็น 40:60 ทำให้มีความยืดหยุ่นในการผลิตอ้อยและเอทานอลเพื่อให้ต้นทุนต่ำสุด อุตสาหกรรมสามารถเพิ่มผลผลิตของเอทานอลต่อไร่ของอ้อยได้ถึง 3 เท่านับตั้งแต่ปี คศ.1975 ถึงปัจจุบัน	ต่อการเกิดโรคสูง เช่น สายพันธุ์ระยอง ศรีราชา และเกษตรศาสตร์ เป็นต้น โดยในปัจจุบันมันสำปะหลังในประเทศมีผลผลิต (Yield) เฉลี่ยต่อปีอยู่ที่ 18.2 t/ha (หรือ 2.9 ตัน/ไร่) และกรมวิชาการเกษตรมีแผนที่จะปรับปรุงสายพันธุ์ให้มีผลผลิตต่อปีสูงขึ้นเป็น 26.2 t/ha (หรือ 4.2 ตัน/ไร่) ในปี พ.ศ. 2551

(3) การเพิ่มสัดส่วนการใช้เอทานอลในภาคการขนส่งอย่างค่อยเป็นค่อยไป

การเพิ่มผลผลิตของวัตถุดิบการเกษตรเพื่อผลิตเอทานอลต้องใช้ระยะเวลาในการเพิ่มอย่างค่อยเป็นค่อยไปไม่สามารถทำให้เพิ่มอย่างกะทันหันได้ โดยจากบทเรียนในบราซิลพบว่ารัฐบาลบราซิลต้องมีการปรับเปลี่ยน เพิ่มหรือลดสัดส่วนของเอทานอลในน้ำมันเบนซินหลายครั้งกว่าจะได้สัดส่วนที่เหมาะสมเนื่องจากปัญหาของวัตถุดิบที่ไม่สมดุลกับความต้องการ

ตารางที่ 9.2-10 บทเรียนการเพิ่มสัดส่วนการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ในปี 1982 รัฐบาลประเทศบราซิลได้ตัดสินใจผสมเอ	ในปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ทานอล 22% โดยปริมาตรลงในน้ำมันเบนซิน หรือเรียกว่าแก๊สโซฮอล์เป็นครั้งแรกในโลก แต่ในปี 1989 ปริมาณเอทานอลไม่เพียงพอต่อความต้องการ เนื่องจากน้ำตาลในตลาดโลกมีราคาแพง ทำให้ผู้ผลิตหันไปผลิตน้ำตาลมากกว่า จึงมีการใช้เอทานอล-เมธานอล-น้ำมันเบนซินสำหรับรถที่ใช้เอทานอล และใช้ MTBE สำหรับทางตอนใต้ของประเทศแทนเอทานอล และลดปริมาณเอทานอลลงเหลือ 12% สำหรับส่วนอื่นๆ ของประเทศ ต่อมาในปีค.ศ. 1996 บราซิลมีกำลังการผลิตเอทานอลได้ปีละ 14,300 ล้านลิตรซึ่งถูกใช้เพื่อผสมเป็นน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E22 ทั้งสิ้น 13,500 ล้านลิตรส่งผลให้มีเอทานอลเหลือใช้ ทำให้รัฐบาลบราซิลมีการปรับเพิ่มปริมาณเอทานอลในน้ำมันจาก 22% เป็น 24% ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าไม่มีผลกระทบทั้งสมรรถนะและมลพิษของรถยนต์ จากนั้นในปี 1999 ทางรัฐบาลบราซิลได้มีการพิจารณาเพิ่มส่วนผสมของเอทานอลจาก 24% เป็น 26% ซึ่งจากการทดสอบพบว่าการเพิ่มปริมาณเอทานอลเป็น 26% ทำให้เครื่องยนต์มีสมรรถนะลดลง ดังนั้นจึงกลับมาใช้ปริมาณเอทานอล 24% เช่นเดิมในระยะเวลาต่อมาและยังคงใช้สัดส่วนการผสมของเอทานอล 24% ต่อมาจนถึงปัจจุบัน	E10 ออกเทน 95 (E10/95) อย่างแพร่หลาย และรัฐบาลมีแนวคิดที่จะใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 ออกเทน 95 (E10/95) ดังกล่าวมาใช้แทนที่น้ำมันเบนซินออกเทน 95 ทั้งหมด รวมถึงผลิตน้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 ออกเทน 91 (E10/91) เพื่อใช้งานแทนที่น้ำมันเบนซินออกเทน 91 นอกจากนั้นยังมีแนวคิดที่จะเพิ่มสัดส่วนการผสมของเอทานอลจาก 10% (E10) เป็น 20% (E20) อย่างไรก็ดีแนวคิดเหล่านี้มีปัญหาและอุปสรรคในการนำไปปฏิบัติจริงซึ่งควรได้รับการศึกษาวิจัยอย่างละเอียดก่อนที่จะดำเนินการจริง

(4) การพัฒนาเครื่องยนต์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้เอทานอล

จากการศึกษาในประเทศบราซิลพบว่า หากมีนโยบายที่จะเพิ่มสัดส่วนเอทานอลให้สูงขึ้นแล้ว ชิ้นส่วนหรืออะไหล่ในยานยนต์จะได้รับผลกระทบสูงโดยเฉพาะชิ้นส่วนที่สัมผัสกับน้ำมันมากอันได้แก่ปั๊มเชื้อเพลิง ไส้กรองเชื้อเพลิง ระบบจุดระเบิด ระบบการระเหยของน้ำมัน ถังเก็บเชื้อเพลิง และเครื่องกรองไอเสีย นอกจากนั้นโรงกลั่นน้ำมันจะได้รับผลกระทบที่จะต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการกลั่นน้ำมันและการปรับชนิดของน้ำมันพื้นฐาน (Base Oil) ที่ใช้เป็นสารตั้งต้นหลักซึ่งต้องใช้ระยะเวลาการดำเนินการเป็นเวลา 4 ปี ดังนั้นหากรัฐบาลต้องการดำเนินนโยบายสนับสนุนการใช้เอทานอลในภาคการขนส่ง รัฐบาลควรประกาศแผนการล่วงหน้าโดยเฉพาะผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์นั้นต้องมีระยะเวลาล่วงหน้าอย่างน้อย 4-5 ปี ในการปรับมาตรฐาน นอกจากนี้ รัฐยังควรจัดทำแผนรองรับช่วยเหลือรถเก่าที่ได้รับผลกระทบและศึกษาว่ามีจำนวนเท่าใด

ตารางที่ 9.2-11 บทเรียนการพัฒนาเครื่องยนต์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้เอทานอล

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
รัฐบาลบราซิล ได้ริเริ่มโครงการ PRO-ALCOHOL เนื่องจากบราซิลเป็นประเทศหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากวิกฤตการณ์น้ำมันครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1974 ในช่วง 4 ปีแรกของโครงการบราซิลเน้นหนักไปที่การออกแบบและสร้างรถยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงซึ่งสำเร็จในปี ค.ศ. 1979 จากนั้นตั้งแต่ปี 1979–1988 ประเทศบราซิลจึงได้มุ่งพัฒนาเครื่องยนต์ที่ให้กำลังสูงและอัตราการใช้น้ำมันต่ำ พร้อม ๆ กับการพัฒนาวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับเอทานอลเพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนอะไหล่ในยานยนต์ ในปัจจุบันรัฐบาลบราซิลได้ร่วมมือกับผู้ประกอบการรถยนต์ในการปรับปรุงเครื่องยนต์ให้ใช้ได้กับแก๊สโซฮอลล์ที่ใช้เอทานอลเปอร์เซ็นต์สูง และพัฒนาชิ้นส่วนยานยนต์ที่ไม่มีปฏิกิริยาต่อเอทานอล บราซิลได้พัฒนาเครื่องยนต์ออกเป็นสองประเภท ประเภทแรกคือเครื่องยนต์ที่ใช้กับแก๊สโซฮอล์ และเครื่องยนต์ที่ใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว(แต่เอทานอลมีความบริสุทธิ์เพียง 95% เรียกว่า Hydrous ethanol) แต่เนื่องจากประสบปัญหาเกี่ยวกับเอทานอลไม่เพียงพอในช่วงที่น้ำตาลในตลาดโลกมีราคาแพง จึงหันไปพัฒนาเป็นเครื่องยนต์แบบ Flex fuel ซึ่งใช้เชื้อเพลิงผสมระหว่างเอทานอลกับน้ำมันเบนซินในสัดส่วนเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 85%	บริษัท ปตท. จำกัด มหาชนได้ทำการทดสอบการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10/95 ต่อสมรรถนะและอัตราเร่งของยานยนต์ ซึ่งผลการทดสอบสมรรถนะ (กำลังสูงสุดที่ล้อ) การใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ E10 ให้กำลังสูงสุดที่ล้อที่ไม่แตกต่างกับน้ำมันเบนซินทั่วไปมากนัก อย่างไรก็ดี ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการทดสอบผลของการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่มีสัดส่วนของเอทานอลสูงกว่า 10% ที่มีต่อสมรรถนะของยานยนต์

9.2.2.2 มาตการทั่วไปที่ใช้ในการส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลในการขนส่ง

(1) การกำหนดมาตรฐานด้านคุณภาพของไบโอดีเซล

การกำหนดมาตรฐานด้านคุณภาพเป็นสิ่งสำคัญเพื่อสร้างความมั่นใจและการยอมรับของผู้บริโภคและผู้ผลิตรถยนต์ ภาครัฐจึงควรให้ความสำคัญต่อการควบคุมคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซล

ตารางที่ 9.2-12 บทเรียนการกำหนดมาตรฐานด้านคุณภาพของไบโอดีเซล

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
สหภาพยุโรปโดย Committee for Standardization (CEN) ได้กำหนดมาตรฐาน EN14214 ซึ่งมีความ	ในปัจจุบันประเทศไทยได้จัดทำมาตรฐานของน้ำมันไบโอดีเซลออกเป็น 2 มาตรฐาน คือมาตรฐาน

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
เข้มงวดมากต่อกำมะถันและน้ำที่เจือปนในน้ำมันไบโอดีเซล และ Oxidation Stability ซึ่งไม่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานของ ASTM กลุ่มอุตสาหกรรมไบโอดีเซลในประเทศเยอรมันได้ทำงานร่วมกับกลุ่มอุตสาหกรรมผู้ผลิตรถยนต์อย่างใกล้ชิด เพื่อให้กลุ่มผู้ผลิตรถยนต์ให้การรับรองการใช้ไบโอดีเซล โดยกำหนดมาตรฐานคุณสมบัติของไบโอดีเซลร่วมกัน ทั้งนี้เพื่อสร้างความมั่นใจและการยอมรับของผู้บริโภคเป็นสำคัญ	ที่ใช้กับรถยนต์ทั่วไป และมาตรฐานที่ใช้กับเครื่องยนต์ของเครื่องจักรกลการเกษตรที่มีความเร็วรอบต่ำ เนื่องจากคุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลที่ใช้กับเครื่องจักรกลทางการเกษตรไม่จำเป็นต้องสูงนัก ซึ่งจะช่วยให้ต้นทุนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลต่ำลง และจะช่วยให้เกษตรกรที่เพาะปลูกพืชน้ำมันสามารถผลิตน้ำมันไบโอดีเซลเกรดต่ำเพื่อจำหน่ายและใช้งานเองในไร่โดยไม่ต้องพึ่งพาแหล่งพลังงานน้ำมันจากภายนอก (รัฐบาลได้มีประกาศ พรฎ. วันที่ 21 กรกฎาคม 2549 กำหนดมาตรฐานคุณภาพไบโอดีเซลที่ใช้ในเครื่องจักรกลการเกษตร เพิ่มเติมจากที่ใช้กับรถยนต์)

(2) การปฏิรูปด้านการเกษตร

การปฏิรูปด้านการเกษตรมีเป้าหมายเพื่อให้กลุ่มเกษตรกรหันมาปลูกพืชน้ำมันแทนที่พืชที่ใช้เพื่อบริโภคเป็นอาหาร โดยภาครัฐจะให้การสนับสนุนในรูปของเงินชดเชยตามปริมาณผลผลิตที่สูญเสียโอกาสไป

ตารางที่ 9.2-13 บทเรียนนโยบายการปฏิรูปด้านการเกษตร

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
สหภาพยุโรปได้บัญญัตินโยบายปฏิรูปด้านการเกษตรขึ้นในปี 1992 เพื่อลดผลผลิตการเกษตรส่วนเกินเพื่อการบริโภคเป็นอาหาร โดยกำหนดให้เกษตรกรเลิกทำการเพาะปลูกเพื่อผลิตอาหาร ในพื้นที่ของตนเองอย่างน้อย 10% และจะได้รับเงินชดเชยจากภาครัฐตามปริมาณผลผลิตที่สูญเสียโอกาสไป และหากเกษตรกรนำพื้นที่ที่ยกเลิกการเพาะปลูกไปใช้เพื่อปลูกพืชอย่างอื่นที่ไม่ใช่เพื่อการบริโภคเป็นอาหาร ทางการจะอนุญาตให้ทำได้ โดยที่ยังคงได้รับเงินชดเชยเหมือนเดิม ซึ่งส่งผลให้เกษตรกรนำพื้นที่ส่วนดังกล่าวไปเพาะปลูกพืชน้ำมันเพื่อใช้ผลิตไบโอดีเซลแทน	ยังไม่มีการดำเนินการ

(3) นโยบายการกำหนดภาษีน้ำมันเชื้อเพลิง

นโยบายการกำหนดภาษีน้ำมันเชื้อเพลิงดำเนินการโดยการเก็บภาษีน้ำมันเชื้อเพลิงฟอสซิลให้สูงขึ้น ในทางกลับกันให้ยกเว้นภาษีของน้ำมันไบโอดีเซลเพื่อให้ราคาต้นทุนน้ำมันไบโอดีเซลสามารถแข่งขันกับน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไปได้

ตารางที่ 9.2-14 บทเรียนนโยบายการกำหนดภาษีน้ำมันเชื้อเพลิง

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
กลุ่มประเทศยุโรปมีการกำหนดภาษีน้ำมันเชื้อเพลิงที่แพงมาก มูลค่าภาษีคิดเป็นประมาณ 50% ของราคาค้าปลีกของน้ำมันเชื้อเพลิง ในเดือนกุมภาพันธ์ ปี 1994 รัฐสภายุโรปได้ยกเว้นภาษีให้กับไบโอดีเซลถึง 90% ส่วนประเทศเยอรมันยกเว้นภาษีให้กับไบโอดีเซลทั้งหมด นอกจากนั้น มีหลายประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป ที่ยกเว้นภาษีเป็นพิเศษให้แก่ผู้ลงทุนในการจัดตั้งโรงงานไบโอดีเซล จากการศึกษาของกรรมาธิการสหภาพยุโรป หากไม่มีการอุดหนุนด้านภาษีต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ต้นทุนไบโอดีเซลที่ผลิตได้ในกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปจะสูงกว่าราคาน้ำมันดีเซลถึง 3 เท่า (ราคาเปรียบเทียบในต้นปี 2000)	รัฐบาลโดยกระทรวงพลังงานมีการจ่ายเงินอุดหนุนสำหรับไบโอดีเซลที่ใช้ผสมเป็นน้ำมันไบโอดีเซล B5 ลิตรละ 1 บาท โดยเงินอุดหนุนดังกล่าวมาจากภาษีสรรพสามิตร 50 สตางค์ และจากกองทุนน้ำมัน 50 สตางค์

9.2.3 มาตรการทั่วไปในการส่งเสริมการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม อาคารและบ้านพักอาศัย

มาตรการส่งเสริมการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม อาคารและบ้านพักอาศัย มีหลายมาตรการที่คล้ายคลึงกัน ในขณะเดียวกันก็มีมาตรการเฉพาะสำหรับแต่ละภาคเศรษฐกิจดังกล่าว มาตรการทั่วไปที่ได้ทำการสำรวจในที่นี้มีจำนวน 10 มาตรการ ได้แก่

(1) มาตรฐานและฉลากประหยัดไฟฟ้า
(2) ข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคาร (Building Code)
(3) ดัชนีการใช้พลังงานและฉลากพลังงานสำหรับอาคาร
(4) แผนการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานและการจัดการพลังงาน
(5) สิทธิประโยชน์ทางด้านภาษี
(6) ภาษีพลังงานและภาษีคาร์บอนไดออกไซด์
(7) เงินกู้เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
(8) เงินอุดหนุนการลงทุนตามมาตรการประหยัดพลังงาน
(9) การสร้างความตระหนักและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมผู้บริโภค

(10) การตอบสนองความต้องการไฟฟ้าและการควบคุมภาระไฟฟ้า

(11) การผลิตพลังงานไฟฟ้าความร้อนร่วม (Co-generation)

ทั้งนี้รายละเอียดของแต่ละมาตรการปรากฏใน**ภาคผนวก ง** (IIEC, 2006) ในที่นี้จะสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ

9.2.3.1 มาตรฐานและฉลากประหยัดไฟฟ้า (Energy Standards and Labeling)

มาตรฐานและฉลากประหยัดไฟฟ้าเป็นมาตรการที่มีประสิทธิผลสูงในการลดการใช้พลังงานที่เกิดจากอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยมาตรฐานขั้นต่ำด้านประสิทธิภาพพลังงาน (Minimum Energy Performance Standard) จะบังคับไม่ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพต่ำจำหน่ายในท้องตลาด ส่วนฉลากประหยัดไฟฟ้าจะทำหน้าที่สื่อสารให้ทางเลือกแก่ผู้บริโภคในการเลือกใช้อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ตารางที่ 9.2-15 บทเรียนการใช้มาตรการมาตรฐานและฉลากประหยัดไฟฟ้า

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ขณะนี้มีประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกกว่า 45 ประเทศ (รวมทั้งประเทศไทย) ที่ส่งเสริมและบังคับใช้มาตรฐานและฉลากประหยัดไฟโดยครอบคลุมผลิตภัณฑ์มากกว่า 85 ชนิด สำหรับกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว อาทิ สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป ออสเตรเลีย และเกาหลี ซึ่งใช้การผสมผสานทั้งจากการบังคับใช้มาตรฐานขั้นต่ำด้านพลังงาน (Minimum Energy Performance Standard, MEPS) เพื่อจำกัดมิให้มีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพต่ำและใช้การบังคับการติดฉลากประหยัดไฟเพื่อกระตุ้นให้ผู้ผลิตทำการพัฒนาและผู้บริโภคสามารถเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูงได้ โดยการดำเนินการบังคับใช้มาตรฐานและฉลากประหยัดในต่างประเทศดังกล่าวจะมีหน่วยงานที่เป็นเจ้าภาพในการดำเนินการและทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานและองค์กรอื่นๆ นอกจากนี้การส่งเสริมและบังคับใช้มาตรการในต่างประเทศส่วนใหญ่จะดำเนินการอย่างต่อเนื่อง (มากกว่า 10 ปี) โดยมีการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องเพื่อตรวจสอบประสิทธิผลของมาตรการ	มาตรฐานและฉลากประหยัดไฟในประเทศไทยได้ถูกนำมาเป็นเครื่องมือในการลดการใช้พลังงานที่เกิดจากเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยตั้งแต่ปี 2538 การดำเนินโครงการเป็นรูปแบบสมัครใจ มาตรการที่นำมาใช้เป็นอันดับแรกได้แก่ มาตรฐานประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยดำเนินการร่วมกับผู้ผลิตภายในประเทศ ต่อมาในปี 2539 กฟผ. ได้เริ่มโครงการติดฉลากประหยัดไฟให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งจนถึงปัจจุบันได้ดำเนินการติดฉลากผลิตภัณฑ์ไปแล้ว 6 ชนิดได้แก่ ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ บัลลาสต์ หลอดตะเกียบ พัดลม และหม้อหุงข้าว จากการวิเคราะห์ผลของโครงการตั้งแต่ปี 2536 จนถึง วันที่ 31 มีนาคม 2549 พบว่าสามารถลดความต้องการการใช้ไฟฟ้าสูงสุดได้ถึง 1,305 MW_e ส่วนที่ลดพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุด คือ โครงการเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (640 MW_e) และโครงการปรับเปลี่ยนหลอดฟลูโอเรสเซนต์เป็นหลอดผอม (401 MW_e) นอกจากนั้น สนพ. และสมอ. ได้ร่วมมือกันจัดทำมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้ง 6 ชนิดดังได้กล่าวข้างต้น ใน

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
	ปัจจุบัน มีเพียงเครื่องปรับอากาศที่ได้มีการประกาศใช้ MEPs ในเดือนพ.ย. 2548 โดยกำหนดให้เครื่องปรับอากาศขนาดไม่เกิน 12,000 BTU/hr จะต้องมีค่า EER ไม่ต่ำกว่า 12.53 ส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหลืออีก 5 ชนิดยังอยู่ในระหว่างดำเนินการ

9.2.3.2 ข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคาร (Building Energy Codes)

ข้อกำหนดที่เกี่ยวกับอาคาร แรกเริ่มมีการกำหนดไว้เพื่อความปลอดภัยเป็นหลัก อาทิ ข้อกำหนดอัคคีภัย ต่อมาเมื่อราคาพลังงานสูงขึ้นรวมทั้งเกิดความตระหนักถึงภาวะโลกร้อนจากก๊าซเรือนกระจก ทำให้มีการออกข้อกำหนดควบคุมการใช้พลังงานในอาคาร เพื่อมิให้เกินค่าพลังงานสูงสุดต่อหน่วยพื้นที่ที่กำหนดไว้ ข้อกำหนดครอบคลุมไปถึงคุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ และค่ากำลังไฟฟ้าของความส่องสว่าง (วัตต์/ตารางเมตร)

ตารางที่ 9.2-16 บทเรียนการใช้มาตรการข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคาร

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ในภูมิภาคเอเชียได้มีการนำเอาข้อกำหนดด้านพลังงานสำหรับอาคารมาบังคับใช้ตั้งแต่ทศวรรษที่ 80 โดยส่วนใหญ่จะอ้างอิงจากประสบการณ์และวิธีการจากสหรัฐอเมริกา อาทิ สิงคโปร์ มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย และฮ่องกง โดยข้อกำหนดด้านพลังงานสำหรับอาคารจะเน้นไปที่ • การออกแบบกรอบอาคาร • การใช้พลังงานสำหรับระบบแสงสว่าง • การใช้พลังงานเพื่อระบบปรับอากาศ และ • การใช้พลังงานเพื่อระบบไฟฟ้าอื่นๆ ในอาคาร เช่น ลิฟท์ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โดยการบังคับใช้จะมุ่งเน้นไปที่อาคารใหม่มากกว่าการปรับปรุงแก้ไขอาคารเก่า	พรบ.ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปี 2535 กำหนดข้อบังคับใช้กับอาคารควบคุมทั้งอาคารเก่าและอาคารใหม่ (สร้างหลังใช้ พรบ.) โดยมีข้อบังคับ OTTV กำลังไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศ ในปี 2544 พพ. มีโครงการปรับปรุงพรบ.เดิมและร่างข้อกำหนดอาคารขึ้นใหม่ ซึ่งในขณะนี้ยังมิได้มีการประกาศใช้และอยู่ในระหว่างการประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการนำข้อกำหนดไปบังคับใช้

9.2.3.3 ดัชนีการใช้พลังงานและฉลากพลังงานสำหรับอาคาร (Building Energy Rating and Labeling)

ดัชนีการใช้พลังงานและฉลากประหยัดพลังงานเป็นมาตรการที่ใช้ได้ทั้งแบบบังคับหรือสมัครใจ เพื่อให้เจ้าของอาคารต้องปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้ได้ตามเกณฑ์ดัชนี หรือเป็นแรงจูงใจให้ทำการตรวจวัดการใช้พลังงานเพื่อติดฉลากพลังงานและเป็นการเพิ่มมูลค่าซื้อขายให้กับบ้านพักอาศัย

ตารางที่ 9.2-17 บทเรียนการใช้มาตรการดัชนีการใช้พลังงานและฉลากพลังงานสำหรับอาคาร

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ประเทศไทย
ประเทศที่พัฒนาแล้วหลายประเทศได้ดำเนินมาตรการการกำหนดระดับการใช้พลังงานและฉลากแสดงการใช้พลังงานสำหรับอาคาร โดยการดำเนินมาตรการมีทั้งแบบสมัครใจและบังคับ อาทิ เดนมาร์กดำเนินมาตรการการติดฉลากพลังงานสำหรับบ้านพักอาศัย โดยบ้านมีพื้นที่น้อยกว่า 1500 ตรม. ที่จะประกาศขายจะต้องผ่านการตรวจวิเคราะห์ด้านพลังงานและติดฉลาก ส่วนบ้านที่มีพื้นที่มากกว่า 1500 ตรม. จะต้องทำการตรวจวิเคราะห์พลังงานทุกๆ 2 ปี ในสหรัฐอเมริกาได้ดำเนินมาตรการติดฉลาก ENERGY STAR สำหรับบ้านที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบมาตรฐานทั่วไป 30% และสูงกว่ามาตรฐานในระดับรัฐ 15% โดยการตรวจสอบจะดำเนินการโดยผู้ตรวจสอบอิสระ และภาครัฐจะกระตุ้นให้ผู้ซื้อพิจารณาถึงอัตราการใช้พลังงานก่อนซื้อบ้านใหม่	ประเทศไทยยังไม่มีการจัดทำดัชนีการใช้พลังงานและฉลากพลังงานสำหรับอาคาร

9.2.3.4 แผนการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานและการจัดการพลังงาน (Energy Audit and Management Schemes)

การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานและการจัดการพลังงานเป็นขั้นตอนเบื้องต้นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายๆ ประเทศในการระบุถึงศักยภาพและต้นทุนในการประหยัดพลังงาน มาตรการการตรวจวิเคราะห์พลังงานที่มีการดำเนินการนั้นครอบคลุมทั้งอาคารที่อยู่อาศัย อาคารพาณิชย์ และโรงงานอุตสาหกรรม ดำเนินการทั้งในรูปแบบสมัครใจและบังคับ ในบางประเทศภาครัฐได้ให้ความช่วยเหลือด้านเทคนิคและในรูปของเงินให้เปล่าสำหรับค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์ด้วย

ตารางที่ 9.2-18 บทเรียนการใช้มาตรการ แผนการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานและการจัดการพลังงาน

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
การตรวจวิเคราะห์ด้านพลังงานในหลายประเทศไม่สามารถขยายผลไปสู่การปฏิบัติในภาพกว้างเนื่องจากขาดการรองรับจากกรอบของกฎหมายที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น ประเทศจีนได้มีการพัฒนาแนวทางและข้อกำหนดสำหรับการตรวจวิเคราะห์พลังงานรวมทั้งมีการจัดทำโครงการนำร่องหลายโครงการแต่เนื่องจากไม่มีนโยบายรองรับทำให้การตรวจวิเคราะห์พลังงานไม่แพร่หลาย ในบางประเทศได้มีการปรับปรุงมาตรการเพื่อให้การปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานมีความต่อเนื่องในระยะยาว อาทิ เดนมาร์กได้ปรับรูปแบบจากการตรวจวิเคราะห์พลังงานในอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูงไปสู่การใช้การจัดการพลังงานโดยการสร้างความมีส่วนร่วมของกลุ่มเป้าหมายเพื่อให้มีการปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมมากขึ้นหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการการตรวจวิเคราะห์	**โครงการอนุรักษ์พลังงานในอาคารและโรงงานควบคุม** พรบ. อนุรักษ์พลังงานปี 2535 กำหนดให้อาคารและโรงงานควบคุมจัดทำการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานและแผนเป้าหมาย โดยให้เงินสนับสนุนจากกองทุนอนุรักษ์พลังงาน จากการประเมินผลโครงการพบว่ามีการอนุรักษ์พลังงานต่ำกว่าเป้าหมาย พพ.จึงเปลี่ยนนโยบายยกเลิกเงินช่วยเหลือในการตรวจวิเคราะห์และหันมาส่งเสริมการใช้การวิเคราะห์คุณค่า (Value Engineering, VE) **โครงการจัดการพลังงานโดยสมัครใจ** - <u>โครงการอนุรักษ์พลังงานสำหรับ SME</u> ดำเนินโครงการโดยกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและ กฟผ. ให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำในการปรับปรุงประสิทธิภาพอุปกรณ์ 7 ประเภท - <u>โครงการวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)</u> สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมการจัดการพลังงานโดยไม่ต้องลงทุน สำหรับ SME ที่ไม่ได้อยู่ในข่ายอาคารและโรงงานควบคุม สภาอุตสาหกรรมดำเนินโครงการเผยแพร่การฝึกอบรมไปยังสมาชิกประมาณ 255 บริษัท ผลจากโครงการนำร่องในโรงงาน 35 แห่ง สามารถประหยัดพลังงานได้ 9.3 ล้านบาทต่อปี โดยใช้การลงทุนเพียง 7 แสนบาท - <u>โครงการ Industrial Process Energy Efficiency (IPEE)</u> โครงการความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน DANIDA ของเดนมาร์กและ พพ. ในการจัดทำคู่มือการฝึกอบรมโดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มศักยภาพบริษัทที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน (Registered Company, RC) และบุคลากรของโรงงาน โดยหน่วยงานฝึกอบรมของพพ. เป็นผู้เผยแพร่การฝึกอบรม

9.2.3.5 สิทธิประโยชน์ทางด้านภาษี (Tax Incentives)

มาตรการสิทธิประโยชน์ทางภาษีสามารถใช้ในภาคบ้านพักอาศัย ภาคพาณิชย์ และภาคอุตสาหกรรมได้ เพื่อกระตุ้นให้มีการลงทุนในอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง ซึ่งมักมีการจัดทำรายการเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ได้รับการยกเว้นภาษี อาทิ มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ปั๊มน้ำ ระบบทำความเย็น เป็นต้น โดยสามารถเชื่อมโยงกับโครงการฉลากประสิทธิภาพพลังงานเพื่อส่งเสริมให้มีการใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง ในบางประเทศมีการครอบคลุมไปถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนด้วย ทั้งนี้การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีอาจอยู่ในรูปแบบของการยกเว้นภาษีศุลกากรเครื่องจักรอุปกรณ์ หรืออาจให้เพิ่มอัตราหรือหักค่าเสื่อมราคาในอัตราพิเศษ การลดอัตราหรือให้เครดิตภาษีเงินได้ และการยกเว้นหรือลดภาษีมูลค่าเพิ่ม

ตารางที่ 9.2-19 บทเรียนการใช้มาตรการสิทธิประโยชน์ทางด้านภาษี

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
สิทธิประโยชน์ทางภาษีเพื่อกระตุ้นมาตรการการอนุรักษ์พลังงานมีหลายรูปแบบ เช่น ประเทศจีน ญี่ปุ่นและเวียดนามมีการลดและยกเว้นภาษีนำเข้าและภาษีมูลค่าเพิ่ม สำหรับอุปกรณ์ที่ช่วยในการอนุรักษ์พลังงาน นอกจากนี้สิทธิประโยชน์ทางภาษียังครอบคลุมถึงการปรับเปลี่ยนวิธีการทางบัญชีเช่น การคิดราคาค่าเสื่อมแบบรวดเร็วและลดภาษีเงินได้หลังจากหักค่าใช้จ่ายขององค์กร ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้อย่างแพร่หลายในหลาย ๆ ประเทศ อาทิ เนเธอร์แลนด์ ญี่ปุ่น มาเลเซีย และสิงค์โปร์	ในปี 2535 กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเริ่มดำเนินมาตรการยกเว้นภาษีนำเข้าเครื่องจักรอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน เนื่องจากไม่ได้มีการจัดทำรายการอุปกรณ์ที่ได้รับการยกเว้น หากแต่ใช้วิธีพิจารณาคำร้องเป็นรายกรณี ทำให้มีขั้นตอนยุ่งยากและใช้เวลานาน มาตรการนี้จึงไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ต่อมาในปี 2548 พพ.จัดทำโครงการนำร่องสิทธิประโยชน์ทางภาษีโดยมีการหักลดหย่อนภาษีเงินได้ให้กับโรงงานนำร่องที่สามารถแสดงผลประหยัดพลังงานได้ (Performance-based) นอกจากนั้นคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ยังมีโครงการยกเว้นภาษีศุลกากรเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการประหยัดพลังงานและพลังงานหมุนเวียน

9.2.3.6 ภาษีพลังงานและภาษีคาร์บอน (Energy Taxes and Carbon Taxes)

ภาษีพลังงานและคาร์บอน (บางประเทศอาจรวมทั้งก๊าซเรือนกระจกประเภทอื่นด้วย) ส่วนใหญ่ใช้โดยกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยเฉพาะยุโรปตอนเหนือ เพื่อตอบสนองต่อพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และส่งผลในการลดการใช้พลังงาน ภาษีพลังงานเป็นการคิดภาษีในการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลประเภทต่างๆ อาทิ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ภาษีคาร์บอนในภาคอุตสาหกรรมมักมีอัตราที่ต่ำกว่าในภาคบ้านพักอาศัย

เพราะประเทศผู้ใช้มาตรการนี้ยังต้องการรักษาความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลก ภาษีคาร์บอนมีผลโดยตรงต่อการลดการใช้พลังงานและการใช้แหล่งพลังงานทางเลือก ในขณะที่ภาษีพลังงานใช้เพื่อสนับสนุนให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 9.2-20 บทเรียนการใช้มาตรการภาษีพลังงานและภาษีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ประเทศไทย
ผลจากพิธิสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ทำให้หลายประเทศโดยเฉพาะยุโรปตอนเหนือเริ่มจัดเก็บภาษีในการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก บางประเทศอาทิ เดนมาร์กมีการจัดเก็บภาษีการปล่อย CO_2 และ SO_2 ในขณะที่สวีเดนมีการจัดเก็บเฉพาะ CO_2 โดยมีการคิดภาษีต่างกันตามปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิงแต่ละชนิด มักมีการคิดภาษีในภาคอุตสาหกรรมในอัตราภาษีที่ต่ำกว่าภาคบ้านพักอาศัย โดยเฉพาะอุตสาหกรรมหลักของประเทศ ผลจากการใช้มาตรการภาษีทำให้มีการลดการใช้พลังงาน รวมทั้งปรับโครงสร้างพลังงานในบางประเทศ อาทิ สวีเดน หันมาผลิตไฟฟ้าจากนิวเคลียร์และพลังงานน้ำมากถึง 95%	ประเทศไทยมีเฉพาะภาษีที่เข้าข่ายภาษีพลังงาน ได้แก่ ภาษีน้ำมัน ที่มีการจัดเก็บภาษี 7 สตางค์ต่อลิตร เข้ากองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน นอกจากนั้น กฟผ. มีการจัดเก็บเงินเข้ากองทุน DSM โดยบวกเพิ่มอยู่ในค่า FT ต่อมาได้มีการแยกการจัดเก็บเงิน DSM ออกจากค่า FT และรัฐบาลเปลี่ยนมาใช้วิธีจัดสรรงบประมาณให้กับหน่วยงาน DSM ปีละประมาณ 300 ล้านบาท ซึ่งรวมอยู่ในค่าไฟฐาน

9.2.3.7 เงินกู้เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Loan Funds)

เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำหรือปลอดดอกเบี้ยเป็นมาตรการส่งเสริมโครงการอนุรักษ์พลังงาน โดยการผ่อนเบาภาระเงินลงทุนขั้นต้น โครงการที่ได้รับเงินกู้ประเภทนี้จะต้องผ่านการประเมินทั้งด้านเทคนิคและด้านการเงินจากธนาคารที่เข้าร่วมโครงการ เงินกู้อาจเป็นการสนับสนุนจากรัฐบาลหรือกองทุนเอกชน ซึ่งอยู่ในรูปของเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ การเข้าร่วมลงทุน หรือการค้ำประกันเงินกู้

ตารางที่ 9.2-21 บทเรียนการใช้มาตรการเงินกู้เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
เงินทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในต่างประเทศมีทั้งในรูปแบบของเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ เงินทุนหมุนเวียน และกองทุนที่ใช้ในการค้ำประกันการลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การลงทุนในภาคพาณิชย์และอุตสาหกรรม และอัตราดอกเบี้ยขึ้นอยู่กับสภาวะตลาดเงินและตลาดทุนของแต่ละ	ประเทศไทยมีโครงการเงินกู้ 3 โครงการได้แก่ - โครงการมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงของ กฟผ. เป็นส่วนหนึ่งภายใต้โครงการ DSM โดยให้เงินกู้ปลอดดอกเบี้ยแก่อุตสาหกรรมเพื่อปรับเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง - โครงการกองทุนหมุนเวียนจากกองทุนเพื่อส่งเสริม

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ประเทศ โดยแหล่งเงินทุนมาจากทั้งเงินช่วยเหลือ เช่น เงินช่วยเหลือจากธนาคารโลกในอินโดนีเซีย และเงินช่วยเหลือจาก IDA ในอินเดีย หรือมาจากภาษีเชื้อเพลิงเช่นในเกาหลีใต้ นอกจากนี้เงินลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในหลายประเทศเช่น แคนาดาและมาเลเซียยังได้ใช้ช่องทางการขยายการลงทุนผ่านบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) ด้วย	อนุรักษ์พลังงานร่วมกับธนาคารในการให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำเพื่อการลงทุนอนุรักษ์พลังงาน เงินคืนจากการกู้ยืมจะนำกลับเข้ามาในกองทุนเพื่อหมุนเวียนให้รายอื่นกู้ยืมต่อไป - โครงการเงินกู้จากภาคเอกชน FE Clean เป็นโครงการเอกชน ดำเนินโครงการโดยธนาคารทหารไทยร่วมกับกองทุน FE Clean โดยกำไรจากการประหยัดพลังงานในแต่ละเดือนจะนำไปใช้คืนเงินกู้ เมื่อชำระคืนเงินกู้ทั้งหมดแล้ว อุปกรณ์จะโอนให้เป็นกรรมสิทธิ์ของโรงงาน

9.2.3.8 เงินอุดหนุนการลงทุนตามมาตรการประหยัดพลังงาน (Rebates for Installation of Energy-Saving Measures)

การให้เงินอุดหนุนสำหรับอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน เป็นการช่วยลดภาระต้นทุนที่สูงกว่าและทำให้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงมีราคาที่แข่งขันได้ ทั้งนี้อาจเป็นการให้เงินอุดหนุนต่อผู้ผลิตอุปกรณ์ หรือให้เงินส่วนลดกับผู้ซื้ออุปกรณ์ ไปจนถึงการลดหย่อนภาษีอากรศุลกากร

ตารางที่ 9.2-22 บทเรียนการใช้มาตรการเงินอุดหนุนสำหรับการลงทุนตามมาตรการประหยัดพลังงาน

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ประเทศไทย
ประเทศเดนมาร์กได้ดำเนินมาตรการให้เงินช่วยเหลือสำหรับการลงทุนตามมาตรการประหยัดพลังงานในระหว่างปี 1993-2000 โดยเป็นเงินช่วยเหลือมากกว่า 12,000 ล้านบาท โดยมาตรการมุ่งเน้นไปที่การลงทุนเพื่อการประหยัดพลังงานที่มีโอกาสสำเร็จสูงในบริษัทขนาดเล็กที่ขาดความพร้อมในการดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานที่ซับซ้อนได้ด้วยตัวเอง อย่างไรก็ดีบริษัทขนาดใหญ่สามารถเข้าร่วมโครงการได้เช่นกัน	โครงการเงินอุดหนุน 30% นับเป็นโครงการหนึ่งที่ประสบผลในการดำเนินงาน ทั้งนี้มีต้นแบบมาจากโครงการของประเทศเดนมาร์ก โดยมีการจัดทำรายการอุปกรณ์ที่อยู่ในข่ายได้รับการอุดหนุน ในระยะเริ่มแรก พพ. จัดทำโครงการนำร่องในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม ต่อมาได้มีการขยายโครงการถึงอาคารและโรงงานควบคุม

9.2.3.9 การสร้างความตระหนักและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมผู้บริโภค (Consumer Awareness and Behavioral Changes)

การสร้างความตระหนักและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมผู้ใช้พลังงานขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบ แม้ว่ารัฐบาลจะทุ่มเทงบประมาณในการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนประหยัดพลังงาน แต่หากยังให้เงินอุดหนุนพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล อาทิ การตรึงราคาน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และ LPG จะทำให้ประชาชนไม่ตระหนักถึงราคาพลังงานที่สูงขึ้นและขาดจิตสำนึกในการประหยัดพลังงาน การประชาสัมพันธ์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อความสำเร็จของมาตรการหรือโครงการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานทุกมาตรการ ซึ่งหากขาดการโฆษณาประชาสัมพันธ์ที่ดี มาตรการนั้นๆ ก็ยากที่จะประสบผลสำเร็จ

ตารางที่ 9.2-23 บทเรียนการใช้มาตรการการสร้างจิตสำนึกและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมผู้บริโภค

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
การเปลี่ยนแปลงจิตสำนึก การรับรู้ และพฤติกรรมผู้บริโภคมีความแตกต่างกันตามสภาวะสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองของแต่ละประเทศ นอกจากนี้ วิธีการปฏิบัติยังขึ้นอยู่กับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการเข้าถึงด้วย อาทิ ประเทศอังกฤษมีโครงการ (Making a Corporate Commitment Campaign, MACC) มีการรณรงค์ให้ผู้บริหารระดับสูงตระหนักถึงความรับผิดชอบในการจัดการพลังงาน ฟินแลนด์มีโครงการประชาสัมพันธ์ปลูกจิตสำนึกให้เยาวชน ในขณะที่ประเทศกรีกมีการจัดตั้งศูนย์พลังงาน 18 แห่งทั่วประเทศเพื่อรับผิดชอบการรณรงค์ประหยัดพลังงานในระดับภูมิภาค	สนพ. เริ่มจัดทำ “โครงการรวมพลังหารสอง” ในปี 2539 เพื่อรณรงค์การประหยัดพลังงานทั่วประเทศ โดยมีการประชาสัมพันธ์ไปยังทุกกลุ่มเป้าหมาย ทั้งประชาชนทั่วไป เยาวชน หน่วยงานรัฐบาล รัฐวิสาหกิจ ไปจนถึงบริษัทเอกชน โดยมีการจัดทำและปรับแผนประชาสัมพันธ์ทุกปี อาทิ ในปี 2547 กระทรวงพลังงานมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดอัตราส่วนการใช้พลังงานจาก 1.4:1 เป็น 1:1 จึงดำเนินโครงการรณรงค์ “60 ล้านไทย ลดใช้พลังงาน” ต่อมาในปี 2548 ได้เปลี่ยนเป็นการประชาสัมพันธ์เฉพาะเจาะจงตามภาคธุรกิจ อาทิ ภาคอุตสาหกรรมและภาคขนส่ง

9.2.3.10 การตอบสนองความต้องการไฟฟ้าและการควบคุมภาระไฟฟ้า (Demand Response and Direct Load Control)

การตอบสนองความต้องการไฟฟ้า (Demand Response: DR) เป็นการจัดการความต้องการพลังงานโดยที่ผู้ใช้ไฟฟ้ามีส่วนร่วม ส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความต้องการในช่วงสูงสุด ซึ่งอาจใช้วิธีการเพิ่มราคาไฟฟ้าในช่วงนั้น (Time-of- use pricing) หรือให้ค่าตอบแทนสำหรับผู้ที่ลดการใช้ไฟฟ้าหรือผลิตไฟฟ้าขึ้นมาใช้เองในช่วงความต้องการสูงสุด การประมูลการลดความต้องการไฟฟ้า (Demand bidding) หรือ บริษัทไฟฟ้าควบคุมภาระไฟฟ้าโดยตรง (Diect

Load Control) ทั้งนี้ DR สามารถใช้กับลักษณะกิจการไฟฟ้าได้ทุกรูปแบบทั้งแบบตลาดเสรีหรือแบบกิจการรัฐวิสาหกิจ

การควบคุมภาระไฟฟ้า (Direct Load Control, DLC) เป็นระบบที่ผู้ใช้ไฟฟ้ามีการทำสัญญาล่วงหน้ากับบริษัทผู้ให้บริการไฟฟ้า โดยที่บริษัทฯสามารถควบคุมสั่งปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดภายในบ้านพักอาศัยหรืออาคารคู่สัญญาได้ด้วยด้วยอุปกรณ์ควบคุมทางไกลผ่านสายโทรศัพท์หรืออินเตอร์เนต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความต้องการไฟฟ้าสูงสุดโดยตัดโหลดที่ไม่จำเป็นออกจากระบบ เจ้าของอาคารหรือบ้านพักอาศัยจะได้รับค่าชดเชยในอัตราพิเศษ ทั้งนี้สัญญามักระบุให้บริษัทฯ ต้องแจ้งล่วงหน้าก่อนสั่งปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 9.2-24 บทเรียนการใช้มาตรการการตอบสนองความต้องการไฟฟ้าและการควบคุมภาระไฟฟ้า

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ในต่างประเทศการตอบสนองความต้องการไฟฟ้ามีใช้ในประเทศที่พัฒนาแล้วบางประเทศ บางแห่งยังอยู่ในระหว่างโครงการนำร่อง โดยมีหลายรูปแบบ อาทิ ข้อตกลงระหว่างการไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้า เพื่อให้การไฟฟ้าสามารถควบคุมการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ (Ripple control) มีการทดสอบโครงการนำร่องในเดนมาร์ก นอร์เวย์ และนิวซีแลนด์ ในขณะที่สหรัฐอเมริกามีการใช้ตลาดไฟฟ้า (spot market) ในแคลิฟอร์เนียและนิวยอร์ก ซึ่งใช้เฉพาะกับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ โดยผู้ใช้ไฟฟ้าจะประมูลราคาไฟฟ้าที่จะประหยัดแข่งขันกันเป็นรายวัน	ประเทศไทยมีการใช้ DR ในรูปแบบของอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU และ TOD ซึ่งใช้ราคาค่าไฟฟ้าเป็นกลไกการควบคุมความต้องการไฟฟ้า การใช้อัตราค่าไฟดังกล่าวพบว่าไม่ได้รับการตอบสนองเท่าที่ควรจากภาคบ้านพักอาศัย โครงการ “Peak Cut” ของกฟผ. ที่รณรงค์ให้ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ที่เป็นเจ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าใช้เองในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงสุดก็จัดว่าอยู่ในมาตรการตอบสนองความต้องการไฟฟ้า

9.2.3.11 การผลิตพลังงานไฟฟ้า/ความร้อนร่วม (Cogeneration หรือ CHP)

การผลิตไฟฟ้า/ความร้อนร่วมอาจใช้เชื้อเพลิงทั้งที่เป็นฟอสซิล (โดยเฉพาะก๊าซธรรมชาติ) และเชื้อเพลิงหมุนเวียน ดังนั้น มาตรการที่ใช้ส่งเสริมจึงอาจเป็นทั้งมาตรการประหยัดพลังงาน (กรณีใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล) หรือ ด้านพลังงานหมุนเวียน เช่น Feed-in tariffs เงินอุดหนุน เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ และมาตรการทางภาษี อย่างไรก็ดี นโยบายของรัฐบาลเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการผลักดันให้มีการใช้ระบบ CHP ทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคอาคาร การไฟฟ้าหรือบริษัทไฟฟ้ามักพยายามตั้งกำแพงเพื่อไม่ให้ผู้ผลิตไฟฟ้ารายย่อยสามารถเชื่อมต่อหรือขายไฟฟ้าได้ จึงต้องอาศัยกฎหมายที่เป็นธรรมในการบรรเทาปัญหาและอุปสรรคดังกล่าว

ตารางที่ 9.2-25 บทเรียนการใช้มาตรการการผลิตพลังงานไฟฟ้าความร้อนร่วม

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ประเทศไทย
ประเทศในกลุ่มยุโรปเริ่มมีนโยบายสนับสนุน CHP มาตั้งแต่ปี 1979 และมีการสนับสนุนอย่างจริงจังในช่วงหลังจากปี1990 โดยส่วนหนึ่งมาจากความพยายามในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การเปิดกิจการไฟฟ้าเสรีและมาตรการ Feed-in tariffs เป็นส่วนกระตุ้นให้เกิดการใช้ CHP อย่างมาก แต่เมื่อราคาก๊าซเพิ่มขึ้นและมีการขายไฟฟ้าจากประเทศกลุ่มยุโรปกลางทำให้เกิดการผลิตไฟฟ้าเกินความต้องการและมีการใช้ CHP ลดลง อย่างไรก็ดี โครงสร้างกิจการไฟฟ้าเสรีจะทำให้การผลิตไฟฟ้าในยุโรปเข้าสู่ภาวะสมดุลในไม่ช้า จีนเป็นประเทศหนึ่งที่ประสบความสำเร็จในการใช้ระบบ CHP ด้วยการปกครองแบบควบคุมจากรัฐบาลกลาง โดยการกำหนดให้รัฐบาลในแต่ละมณฑลต้องพิจารณา ระบบ CHP ในการผลิตไฟฟ้าและความร้อนรวมทั้งห้ามใช้หม้อไอน้ำขนาดเล็ก เมื่อมีระบบ district heating ในพื้นที่แล้ว	นโยบายผู้ผลิตไฟฟ้ารายย่อย ภายใต้มติ ครม. วันที่ 17 มีนาคม 2535 นับเป็นจุดเริ่มต้นการสนับสนุนระบบ CHP ในประเทศไทย ด้วยการให้ผู้ผลิตไฟฟ้ารายย่อยสามารถเชื่อมต่อกับการไฟฟ้าได้ ในปี 2546 มีผู้ผลิตไฟฟ้า CHP ทั้งจากเชื้อเพลิงฟอสซิลและพลังงานหมุนเวียนเชื่อมต่อกับ กฟผ. รวม 56 โครงการ นอกจากมาตรการด้านข้อกำหนดแล้ว ยังมีมาตรการจูงใจทางการเงินโดยการให้เงินสนับสนุน 0.36 บาท/หน่วย เป็นเวลา 5 ปี อย่างไรก็ตามหลังจาก ครม. มีมติให้ระงับการทำสัญญาในปี 2540 ทำให้โครงการ CHP ไม่สามารถเชื่อมต่อกับกริดภายใต้สัญญาระยะยาวได้

9.2.4 มาตรการทั่วไปในการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง

มาตรการทั่วไปในการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง ได้แก่

(1) การกำหนดมาตรฐานอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขั้นต่ำและอัตราการปล่อยมลพิษ (CO_2) ของรถยนต์

(2) การกำหนดอัตราภาษีรถยนต์ตามขนาดของเครื่องยนต์และอัตราการปล่อยมลพิษ

(3) การส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงทางเลือก (ก๊าซธรรมชาติ แก๊สโซฮอล์ และไบโอดีเซล) ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม

(4) ฉลากแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์

ทั้งนี้รายละเอียดของแต่ละมาตรการแสดงในที่นี้ (Loy, 2005) จะสรุปเฉพาะสาระสำคัญดังนี้

9.2.4.1 มาตรการกำหนดมาตรฐานอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขั้นต่ำ และอัตราการปล่อยมลพิษ (CO_2) ของรถยนต์ใหม่

การกำหนดมาตรฐานอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขั้นต่ำและอัตราการปล่อย CO_2 เป็นมาตรการที่กำหนดให้รถยนต์ใหม่ที่ผลิตจำหน่ายในตลาดต้องมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและอัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 ไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด การดำเนินมาตรการมีทั้งแบบขอความร่วมมือและแบบใช้กฎหมายบังคับให้บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ผลิตให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ 9.2-26 บทเรียนการใช้มาตรการกำหนดมาตรฐานของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขั้นต่ำและอัตราการปล่อยมลพิษของรถยนต์ใหม่

ประสบการณ์ในต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
สหภาพยุโรปมีมาตรการกำหนดให้รถยนต์ใหม่ที่จะจำหน่ายในสหภาพยุโรป ภายในปี 2012 มีอัตราการปล่อย CO_2 ไม่เกิน 120 g/km โดยมีแผนระยะสั้นซึ่งได้รับความร่วมมือจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์กลุ่มต่าง ๆ เช่น ยุโรป ญี่ปุ่น และเกาหลี ที่จะผลิตรถยนต์ที่มีอัตราการปล่อย CO_2 ไม่เกิน 140 g/km ภายในปี 2008/2009 สหรัฐอเมริกาได้กำหนดมาตรฐานของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์ส่วนบุคคลเท่ากับ 27.5 mpg (หรือประมาณ 11.55 กม./ลิตร) ตั้งแต่ปี 1989 ในปี 2002 มลรัฐ California ได้ผ่านกฎหมายเพื่อจะลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากรถยนต์ส่วนบุคคลและรถบรรทุกขนาดเล็ก โดยระยะแรกตั้งเป้าหมายไว้ว่าจะลดอัตราการปล่อยมลพิษให้ได้ 25% และ 18% สำหรับรถยนต์ส่วนบุคคลและรถบรรทุกขนาดเล็กตามลำดับ ภายในปี 2012 ส่วนระยะที่ 2 จะลดอัตราการปล่อยมลพิษลงให้ได้ 34% และ 25% ภายในปี 2016 ตามลำดับ ประเทศจีนได้จัดทำมาตรฐานอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์และรถบรรทุกขนาดเล็กขึ้นในปี 2004 เนื่องด้วยปริมาณเชื้อเพลิงในภาคการขนส่งที่เพิ่มขึ้น ซึ่งรถยนต์ที่จะจำหน่ายจะต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวโดยแบ่งรถยนต์เป็น 16 กลุ่มตามน้ำหนัก ของรถยนต์ แบ่งการใช้มาตรการเป็นสองระยะ โดยระยะแรกเริ่มดำเนินการตั้งแต่ 1 ก.ค. 2005 สำหรับรถยนต์แบบใหม่ และ 1 ก.ค. 2006 สำหรับรถยนต์	ประเทศไทยยังไม่มีการใช้มาตรการนี้อย่างเป็นทางการ แต่มีแนวคิดที่จะส่งเสริมการใช้รถยนต์ Eco-cars ซึ่งมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงไม่ต่ำกว่า 20 กิโลเมตรต่อลิตร แนวคิดดังกล่าวยังไม่ได้รับการผลักดันให้เป็นรูปธรรม

ประสบการณ์ในต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
แบบเดิมที่มีจำหน่ายอยู่แล้ว ระยะที่สอง จะประกาศใช้ 1 ม.ค. 2008 สำหรับรถยนต์แบบใหม่ และ 1 ม.ค. 2009 สำหรับรถยนต์แบบเดิมที่มีจำหน่ายอยู่ โดยอ้างอิงจากมาตรฐานการทดสอบของยุโรป ประเทศญี่ปุ่นได้กำหนดมาตรฐานอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ส่วนบุคคลและรถยนต์เพื่อการพาณิชย์ทั้งเครื่องยนต์เบนซินและดีเซล โดยกำหนดตามน้ำหนักของรถยนต์ เริ่มใช้กับรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลก่อนในปี 2005 และตั้งเป้าหมายไว้ให้รถยนต์เครื่องยนต์เบนซินและรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลผ่านมาตรฐานนี้ 23% และ 14% ตามลำดับ ในปี 2010	

9.2.4.2 การกำหนดอัตราภาษีรถยนต์ตามขนาดของเครื่องยนต์และอัตราการปล่อยมลพิษ

หลักการทั่วไปของมาตรการนี้คือการกำหนดให้รถยนต์ที่ติดตั้งเครื่องยนต์ซึ่งมีอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงต่อระยะทางสูง เช่นติดตั้งเครื่องยนต์ขนาดใหญ่เกินความจำเป็น หรือเป็นรถยนต์ที่ติดตั้งเครื่องยนต์ล้าสมัยที่มีอัตราการปล่อยมลพิษสูง จะถูกเก็บภาษีในอัตราที่สูงกว่ารถยนต์ที่ติดตั้งเครื่องยนต์ที่มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำและมีอัตราการปล่อยมลพิษต่ำ

ตารางที่ 9.2-27 บทเรียนการใช้มาตรการการกำหนดอัตราภาษีรถยนต์ตามขนาดของเครื่องยนต์และอัตราการปล่อยมลพิษ

ประสบการณ์ในต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรปได้มีการกำหนดอัตราภาษีหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับนโยบายของแต่ละประเทศ ในบางประเทศได้มีการกำหนดอัตราภาษีการต่อทะเบียนรถยนต์ประจำปี และมีบางประเทศที่เป็นส่วนน้อยที่กำหนดอัตราภาษีตามอัตราการปล่อย CO_2	ประเทศไทยได้มีการกำหนดอัตราภาษีประจำปีของรถยนต์ขั้นสูงสำหรับรถยนต์ที่มีขนาดของความจุกระบอกสูบทั้งสิ้นที่เกิน 1800 cc

ประสบการณ์ในต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
หรืออัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง เช่น ในประเทศ Netherlands ได้กำหนดให้มีอัตราภาษีพิเศษสำหรับรถยนต์ที่มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อย ประเทศเยอรมันมีการกำหนดอัตราภาษีตามขนาดของเครื่องยนต์และชนิดของเครื่องยนต์ (เบนซินหรือดีเซล) และมีการยกเว้นภาษีสำหรับรถยนต์ที่มีค่าอัตราการปล่อยมลพิษ (CO_2) ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ นอกจากนั้นได้มีการยกเว้นภาษีให้กับเชื้อเพลิงชีวภาพหรือเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเชื้อเพลิงชีวภาพ ประเทศญี่ปุ่นได้มีการเพิ่มภาษีรถยนต์ตามขนาดของเครื่องยนต์ เมื่อซื้อรถยนต์ใหม่ (ประมาณ 5% ของราคาขาย) โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อใช้เป็นค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงถนน	

9.2.4.3 การส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงทางเลือก (ก๊าซธรรมชาติ แก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล) ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม

มาตรการนี้เป็นการลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่ต้องนำเข้า ด้วยเชื้อเพลิงที่สามารถผลิตได้ภายในประเทศ ซึ่งอาจเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลหรือเชื้อเพลิงหมุนเวียนก็ได้ แต่มาตรการดังกล่าวอาจไม่ส่งผลให้มีการประหยัดพลังงาน

ตารางที่ 9.2-28 บทเรียนการใช้มาตรการการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงทางเลือก (ก๊าซธรรมชาติ แก๊สโซฮอล์และไบโอดีเซล) ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียม

ประสบการณ์ในต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศไทย
ในหลายประเทศได้มีการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ ซึ่งโดยทั่วไปมีส่วนผสมของเอทานอล 10% แต่ในประเทศบราซิลมีสัดส่วนการผสมสูงถึง 25% นอกจากนั้นยังมีการใช้รถยนต์ที่สามารถปรับสัดส่วนการผสมเอทานอลได้ (Flex-fuel vehicle) สหภาพยุโรปมีการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ โดยมีเป้าหมายในการใช้เพื่อทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม 2% ในปี 2005 และ 5.7% ในปี 2010	แผนยุทธศาสตร์พลังงานใหม่ (17 พ.ค. 2005) ได้มีเป้าหมายที่จะลดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 25% ในปี 2009 โดยการทดแทนด้วย CNG แก๊สโซฮอล์ และไบโอดีเซล ในปี 2011 จะมีการใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ E10 และไบโอดีเซล B5 ประเทศไทยได้มีการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงทางเลือกหลายประเภทดังนี้ – LPG: มีการใช้เชื้อเพลิง LPG ในรถแท็กซี่และรถสามล้อเครื่อง (ตุ๊กตุ๊ก) อย่างแพร่หลาย

ประสบการณ์ในต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศไทย
ประเทศเยอรมันมีมาตรการยกเว้นภาษีให้กับเชื้อเพลิงชีวภาพในปี 2002 และเชื้อเพลิงปิโตรเลียมผสมเชื้อเพลิงชีวภาพ เช่น E10 ในปี 2004 ส่วนไบโอดีเซลได้มีการนำมาผสมกับเชื้อเพลิงปิโตรเลียมมากขึ้น (มีสัดส่วนสูงถึง 5%) นอกจากนี้มาตรการยกเว้นภาษีเชื้อเพลิงยังใช้กับเชื้อเพลิง CNG และ LPG อีกด้วย และมีการให้เงินอุดหนุนการก่อสร้างสถานีเติมก๊าซ ในหลายมลรัฐของสหรัฐอเมริกาได้มีการส่งเสริมการใช้เอทานอลแทน MTBE เพื่อลดมลพิษทางอากาศ โดยการผสมเอทานอล 6% ในน้ำมันเบนซิน (E6) และมีการใช้รถยนต์ Flex-fuel ซึ่งสามารถผสมเอทานอลได้สูงถึง 85%	– CNG: ได้มีการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงทางเลือก โดยมีมาตรการส่งเสริมด้านต่าง ๆ เช่น การให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ และการให้เงินอุดหนุนสำหรับการดัดแปลงเครื่องยนต์ รวมทั้ง ปตท. มีการลงทุนสร้างสถานีเติมก๊าซอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีเป้าหมายการดัดแปลงรถยนต์ให้ได้ 500,000 คัน และมีการสร้างสถานี 740 สถานี ภายในปี 2010 – แก๊สโซฮอล์: มีการใช้ แก๊สโซฮอล์ 95 E10 เป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ โดยมีราคาถูกกว่าน้ำมันเบนซิน 95 ทั่วไป 1.50 บาทต่อลิตร – ไบโอดีเซล: รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการใช้ Biodiesel เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลภายในปี 2012 ซึ่งขณะนี้กำลังดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้อยู่ที่ จ.กระบี่

9.2.4.4 การติดฉลากแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์

มาตรการนี้เป็นการบังคับให้ผู้จำหน่ายรถยนต์ต้องติดฉลากแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (หรืออัตราการปล่อย CO_2) เพื่อให้ข้อมูลประสิทธิภาพการประหยัดเชื้อเพลิงของรถยนต์แก่ผู้บริโภค ซึ่งเป็นการเสนอทางเลือกให้ผู้บริโภค อันจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการบริโภคและส่งผลให้เกิดการแข่งขันในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ ซึ่งจะนำไปสู่มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของรถยนต์ที่สูงขึ้นเป็นลำดับ

ตารางที่ 9.2-29 บทเรียนการใช้มาตรการการติดฉลากแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงของรถยนต์

ประสบการณ์ในต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศไทย
ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรปได้มีการติดฉลากแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและอัตราการปล่อย CO_2 ของรถยนต์ส่วนบุคคลใหม่ ตั้งแต่ปี 1999 สหราชอาณาจักรได้มีการติดฉลาก A-G Colour Code กับรถยนต์ส่วนบุคคลแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและอัตราการปล่อย CO_2 ตั้งแต่ปี 2005	มาตรการนี้เป็นหนึ่งในนโยบายที่กำลังจะดำเนินการในแผนยุทธศาสตร์พลังงานแห่งชาติ

9.2.5 มาตรการทั่วไปในการส่งเสริมการใช้ก๊าซธรรมชาติในยานยนต์ (NGV)

จากข้อมูลของ European Natural Gas Vehicle Association (ENGVA, 2001) กลุ่มประเทศที่ประสบผลสำเร็จและมีการใช้ NGV อย่างแพร่หลาย เช่น อาร์เจนตินา บราซิล อินเดีย อิตาลี และปากีสถาน พบว่า

- 80% ของกลุ่มประเทศเหล่านี้มีนโยบายให้ทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา (R&D) และมีมาตรการลดภาษีให้กับรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ
- 60% ของกลุ่มประเทศนี้มีมาตรการสร้างเสริมแรงจูงใจแก่ผู้ใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ
- 31% ของกลุ่มประเทศเหล่านี้ใช้นโยบายภาคบังคับ
- 20% ของกลุ่มประเทศนี้มีนโยบายส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติเป็นตัวอย่างในหน่วยงานราชการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

จากข้อสรุปข้างต้น มาตรการที่สำคัญที่จะทำให้โครงการส่งเสริมการใช้ก๊าซธรรมชาติประสบความสำเร็จมีดังต่อไปนี้ (Major, 2006)

(1) การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเพื่อผลิตชิ้นส่วนและดัดแปลงเครื่องยนต์ NGV
(2) การส่งเสริมการลงทุนสร้างสถานีเติมก๊าซและการสร้างความร่วมมือกับกลุ่มบริษัทผู้ผลิตรถยนต์
(3) การกำหนดนโยบายด้านราคาของก๊าซธรรมชาติโดยอาศัยภาษีเป็นเครื่องมือ
(4) การสร้างเสริมแรงจูงใจแก่ผู้ใช้รถยนต์

รายละเอียดของมาตรการดังกล่าวปรากฏในรายงานการวิจัยเรื่องการประเมินเทคโนโลยีสำหรับการใช้ก๊าซธรรชาติในรถยนต์ ในที่นี้จะสรุปเฉพาะสาระสำคัญ ดังนี้

9.2.5.1 การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเพื่อผลิตชิ้นส่วนและดัดแปลงเครื่องยนต์ NGV

มาตรการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนงานวิจัยในประเทศที่จะนำไปสู่ความสามารถในการพัฒนาชิ้นส่วนอุปกรณ์ของรถยนต์ NGV ได้ รวมไปถึงการพัฒนาบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการดัดแปลงเครื่องยนต์ NGV

ตารางที่ 9.2-30 บทเรียนการใช้มาตรการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ประเทศอาร์เจนตินา บราซิล และอิตาลีได้มีการสนับสนุนด้านการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนสามารถผลิตอุปกรณ์/ชิ้นส่วนรถยนต์ NGV ให้เป็นสินค้าส่งออกของประเทศที่สำคัญได้อีกอย่างหนึ่ง	ปตท. ได้ร่วมกับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนในการส่งเสริมการดัดแปลงเครื่องยนต์อย่างต่อเนื่อง โดยมีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นที่ปรึกษาด้านเทคนิคในการดัดแปลงเครื่องยนต์รถ NGV อย่างไรก็ดีเงินลงทุนด้านวิจัยและพัฒนายังต่ำมาก

9.2.5.2 การส่งเสริมการลงทุนสร้างสถานีเติมก๊าซและการสร้างความร่วมมือกับกลุ่มบริษัทผู้ผลิตรถยนต์

ในช่วงเริ่มต้นการเติบโตของตลาดรถ NGV จำเป็นต้องอาศัยการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานก่อน เช่น การสร้างระบบท่อส่งก๊าซ การสร้างสถานีเติมก๊าซ เป็นต้น ซึ่งการมีสถานีเติมก๊าซธรรมชาติจำนวนมากพอและครอบคลุมพื้นที่บริการได้อย่างกว้างขวางเป็นปัจจัยที่สำคัญมากปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผู้ใช้รถยนต์หันมาใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

ตารางที่ 9.2-31 บทเรียนการใช้มาตรการส่งเสริมการลงทุนสร้างสถานีเติมก๊าซและการสร้างความร่วมมือกับกลุ่มบริษัทผู้ผลิตรถยนต์

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ประเทศอิตาลีได้วางโครงข่ายระบบสถานีเติมก๊าซในทางเหนือของประเทศโดยมีกลุ่มผู้ใช้รถ NGV เป็นกลุ่มของรถยนต์ส่วนบุคคล รถประจำทาง รถบรรทุกขนาดใหญ่ ซึ่งจากการดำเนินนโยบายของประเทศอิตาลีทำให้มีการใช้รถยนต์ NGV อย่างแพร่หลายในเขตพื้นที่นั้นๆ และมีการเพิ่มจำนวนสถานีเติมก๊าซเป็นสองเท่าเพื่อรองรับปริมาณความต้องการก๊าซในปัจจุบัน นอกจากนั้นประเทศอิตาลีมีการสร้างความร่วมมือกับกลุ่มบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ (OEM) ให้ผลิตรถยนต์จากโรงงานให้ได้คุณภาพและมีจำนวนรถยนต์บนท้องถนนเท่า ๆ กันกับกลุ่มรถยนต์ที่ดัดแปลงเครื่องยนต์ภายหลัง (Aftermarket Converters) และร่วมมือกับกลุ่มผู้ผลิตให้มีการเปลี่ยนถังบรรจุเชื้อเพลิงทุก ๆ 5 ปี เพื่อความปลอดภัย	ปตท. ได้มีแผนดำเนินการสร้างสถานีเพิ่มเติมขึ้น แต่ก็ประสบกับข้อจำกัดในการเพิ่มจำนวนสถานีเพราะสามารถก่อสร้างได้เฉพาะพื้นที่ในบริเวณที่อยู่ใกล้กับแนวท่อส่งก๊าซเท่านั้น ซึ่งเป็นสถานีประเภทที่เรียกว่า “Conventional Station” ดังนั้น ปตท. ได้แก้ปัญหาในการเพิ่มจำนวนสถานีดังกล่าวโดยการใช้สถานีในระบบแม่ข่าย-ลูกข่าย (Mother-Daughter Station) กล่าวคือเป็นระบบสถานีที่มีสถานีขนาดใหญ่เป็นแม่ข่ายอยู่ตามแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ส่วนสถานีลูกข่ายอยู่แยกออกไปจากแนวท่อส่งก๊าซ (ตามสถานีเติมน้ำมันทั่วไปของปตท.) และใช้รถบรรทุกขนส่งก๊าซธรรมชาติจากสถานีแม่ไปยังสถานีลูก ปัจจุบัน (ม.ค. 2549) ปตท.ได้สร้างสถานีเติมก๊าซและเปิดให้บริการไปแล้วทั้งหมด 51 สถานี ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล โดยปตท.มีเป้าหมายจะทำการสร้างสถานีเติมก๊าซภายในสิ้นปี พ.ศ. 2549

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
	ให้ได้ 160 สถานี และ 740 สถานีทั่วประเทศภายในปี พ.ศ. 2553 ซึ่งใช้งบประมาณทั้งหมดประมาณ 43,000 ล้านบาท

9.2.5.3 การกำหนดนโยบายด้านราคาของก๊าซธรรมชาติโดยอาศัยภาษีเป็นเครื่องมือ

จากประสบการณ์ในหลายประเทศ การส่งเสริมการใช้รถ NGV จะประสบความสำเร็จก็ต่อเมื่อราคาของก๊าซธรรมชาติต่ำกว่าเชื้อเพลิงอื่นอย่างน้อยครึ่งหนึ่ง ซึ่งภาวะดังกล่าวอาจเกิดขึ้นได้ด้วยการกำหนดราคาเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ ให้สูงขึ้นเพื่อนำผลกำไรดังกล่าวมาชดเชยการขาดทุนในส่วนของก๊าซธรรมชาติ และเมื่อเชื้อเพลิงชนิดอื่นราคาสูงขึ้นเมื่อเทียบกับราคาของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติก็จะดึงดูดให้ผู้บริโภคหันมาใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติมากขึ้น อย่างไรก็ตาม แผนการนี้อาจจะไม่ได้รับการยอมรับจากประชาชนผู้บริโภคที่ได้รับผลกระทบ

ตารางที่ 9.2-32 บทเรียนการใช้นโยบายด้านราคาของก๊าซธรรมชาติโดยอาศัยภาษีเป็นเครื่องมือ

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
ในช่วงต้นปี ค.ศ. 2002 รัฐบาลอาร์เจนตินาประกาศตรึงราคาก๊าซธรรมชาติเพื่อลดผลกระทบต่อภาคครัวเรือน (ซึ่งใช้ก๊าซธรรมชาติ) ในขณะที่ราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ เพิ่มขึ้นมากกว่า 100% (ราคาของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติถูกกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ ประมาณ 75%) ปัจจุบันประเทศอาร์เจนตินามีจำนวนรถ NGV คิดเป็น 16% ของจำนวนรถยนต์ทั้งหมด ซึ่งมีจังหวัดที่มีการให้บริการเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ 18 จังหวัดจากทั้งหมด 23 จังหวัด [จากรายงานของ European Natural Gas Vehicles Association (ENGVA, 2001)]	ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาการแข่งขันจากการใช้ก๊าซLPGในรถยนต์ ซึ่งเป็นไปโดยธรรมชาติเพราะราคาเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติมีราคาถูกกว่า LPG เพียง 33% (เมื่อคิดตามค่าพลังงาน) ในขณะที่ราคาค่าดัดแปลงเครื่องยนต์ของรถ NGV แพงกว่าราคาดัดแปลงเครื่องยนต์ของรถ LPG ถึง 3 เท่า ทำให้ไม่เป็นที่นิยมเพราะการใช้ LPG จะมีความคุ้มค่ากว่า(ในมุมมองของผู้ใช้)เมื่อคิดในมิติทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงสมรรถะของการขับขี่รถยนต์ที่ใช้ LPG ก็ดีกว่าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ

9.2.5.4 การสร้างเสริมแรงจูงใจแก่ผู้ใช้รถยนต์

การสนับสนุนให้ผู้ใช้รถหันมาใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาตินั้นจำเป็นต้องมีมาตรการจูงใจในช่วงต้นเพื่อให้ผู้ใช้รถเกิดความสนใจและมีแนวคิดที่จะดัดแปลงรถยนต์เพื่อใช้ก๊าซธรรมชาติ

ตารางที่ 9.2-33 บทเรียนการใช้นโยบายสร้างเสริมแรงจูงใจแก่ผู้ใช้รถยนต์

ประสบการณ์ต่างประเทศ	ประสบการณ์ในประเทศ
รัฐบาลของประเทศนิวซีแลนด์ได้วางแผนที่จะสร้างความมั่นคงทางพลังงานในด้านการขนส่ง โดยมีมาตรการส่งเสริมและจูงใจสำหรับการดัดแปลงเครื่องยนต์ เป็น NGV และการลงทุนสถานีเติมก๊าซหลายด้าน ได้แก่ – การให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำแก่ผู้ที่ดัดแปลงเครื่องยนต์ให้เป็นรถยนต์ NGV – ให้เงินอุดหนุน 25% ของมูลค่าการลงทุนแก่ผู้สร้างสถานีเติมก๊าซและให้ดอกเบี้ยเงินกู้ที่เหมาะสมกับค่าดำเนินการของผู้ลงทุน ยุทธศาสตร์หลักในการพัฒนาการใช้รถยนต์ NGV ของประเทศบราซิลคือโครงการที่มีชื่อว่า “Blue Corridors” เพื่อลดมลพิษทางอากาศในเมือง ซึ่งเป็นโครงการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีการขนส่งด้วยรถยนต์ NGV ในภูมิภาคอเมริกาใต้	ปตท. ได้ร่วมกับบริษัท สัมพันธ์ประกันภัย จำกัด ให้การรับประกันเครื่องยนต์ที่ได้รับการดัดแปลงโดย ปตท. เป็นเวลา 1 ปี พร้อมกันนี้ยังได้มีการสร้างความร่วมมือกับธนาคารพาณิชย์ในการให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำแก่เจ้าของรถยนต์ที่มีความประสงค์จะดัดแปลงรถยนต์ให้เป็นรถ NGV

9.2.6 สรุปบทเรียนที่สำคัญ

จากการสำรวจประสบการณ์ในการใช้มาตรการเชิงนโยบายต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศสามารถสรุปบทเรียนที่สำคัญเพื่อประกอบการสังเคราะห์มาตรการเชิงนโยบายที่จะเสนอแนะได้ดังตารางที่ 9.2-35

ตารางที่ 9.2-34 สรุปบทเรียนที่สำคัญจากการใช้มาตรการต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ

สาขา	บทเรียนที่สำคัญ	
	ต่างประเทศ	ในประเทศ
1. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน	▪ การส่งเสริมตลาดพลังงานหมุนเวียนต้องอาศัยมาตรการที่สามารถสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้ลงทุนในระยะยาวด้วยการสนับสนุนของรัฐในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งหรือหลายรูปแบบผสมผสานกัน ▪ Feed-in tariffs เป็นมาตรการที่สามารถกระตุ้นให้เกิดการลงทุนอย่างเห็นได้ชัดและมีการใช้มากถึงกว่า 32 ประเทศ ▪ มีกฎหมายรองรับสิทธิการเชื่อมต่อกับระบบสายส่งไฟฟ้า (Grid) ของผู้ผลิตไฟฟ้าและมีเงื่อนไขที่ยุติธรรม	▪ มาตรการ SPP และ VSPP ประสบความสำเร็จระดับหนึ่ง แต่ราคารับซื้อไฟฟ้ายังไม่ดึงดูดผู้ลงทุนเท่าที่ควร
2. การผลิตและใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ 2.1 เอทานอล	▪ ความสำเร็จขึ้นอยู่กับการสนับสนุนจากภาครัฐอย่างมาก ▪ การสนับสนุนมีทั้งในรูปเงินอุดหนุน (Subsidies) การตั้งโรงงานการประกันราคาเอทานอล การลดหย่อนภาษีน้ำมัน การจูงใจผู้ใช้รถยนต์ให้ใช้รถแก๊สโซฮอล์ ฯลฯ ▪ การบูรณาการการผลิตน้ำตาลหรือแป้งมันและเอทานอลเป็นกุญแจสำคัญในการลดต้นทุนการผลิตเอทานอล ▪ การวิจัยและพัฒนามีส่วนอย่างมากต่อการลดต้นทุนการผลิตชีวมวลที่ใช้ในการผลิตเอทานอล และต่อการขยายตลาด โดยเฉพาะการสร้างความมั่นใจผู้ใช้รถด้วยการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์รูปแบบต่าง ๆ	▪ การสนับสนุนจากภาครัฐยังไม่เพียงพอต่อการสร้างความมั่นใจแก่ผู้ลงทุนและผู้ใช้ ▪ การสนับสนุนทางด้านการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงและเทคโนโลยียานยนต์ยังมีน้อย
2.2 ไบโอดีเซล	▪ การกำหนดมาตรฐานทางเชื้อเพลิงของไบโอดีเซลเป็นหัวใจสำคัญของการสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้ผลิตรถยนต์ดีเซล ▪ การปฏิรูปทางการเกษตรเพื่อเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกพืชน้ำมันเป็นปัจจัยสำคัญในการ	▪ ประเทศไทยประสบปัญหาเรื่องวัตถุดิบอย่างมากและยังไม่สามารถดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์การเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังขาด

สาขา	บทเรียนที่สำคัญ	
	ต่างประเทศ	ในประเทศ
	เพิ่มวัตถุดิบโดยเฉพาะในยุโรปได้กำหนดให้เกษตรกรลดพื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารเป็นพืชอื่นโดยยังได้รับการชดเชยทางการเงินเหมือนการผลิตพืชอาหาร ■ ยังไม่มีประเทศใดที่ผลิตไบโอดีเซลได้ถูกกว่าน้ำมันดีเซล การอุดหนุนจากภาครัฐจึงเป็นเรื่องจำเป็น ประเทศที่กำหนดภาษีน้ำมันดีเซลไว้สูงอยู่แล้ว เช่น ในยุโรป การยกเว้นภาษีให้กับไบโอดีเซลเป็นมาตรการที่เอื้อต่ออุตสาหกรรมการผลิตไบโอดีเซลอย่างมาก นอกเหนือจากการยกเว้นภาษีพิเศษให้แก่ผู้ลงทุนสร้างโรงงาน	มาตรการที่เหมาะสมในการสนับสนุนการเพาะปลูกปาล์มให้แข่งขันกับพืชเศรษฐกิจอื่นได้โดยเฉพาะยางพารา ■ มาตรการอุดหนุนเพื่อลดต้นทุนไบโอดีเซลยังไม่ชัดเจน
3. การประหยัดพลังงานบ้านพักอาศัย อาคารและอุตสาหกรรม	■ การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ (MEPS) และการติดฉลากอุปกรณ์/เครื่องใช้เป็นมาตรการทางด้าน DSM ที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายและมักประสบผลสำเร็จ โดยต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องเป็นเวลากว่า 10 ปี และครอบคลุมรายการผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก ในหลายประเทศครอบคลุมถึงอาคารและบ้านพักอาศัยด้วย และต้องมีองค์กรที่เข้มแข็งและคล่องตัวเป็นกลไกในการผลักดันและดำเนินมาตรการ	■ ประเทศไทยประสบความสำเร็จอย่างมากด้านการติดฉลากภายใต้โครงการ DSM ของ กฟผ. แต่ยังขาดความต่อเนื่องและการสนับสนุนที่เข้มแข็งจากภาครัฐ ■ โครงการตรวจวิเคราะห์พลังงานตาม พรบ. อนุรักษ์พลังงานฯ ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร จึงได้เริ่มหันมาส่งเสริมด้านการจัดการ ดังเช่น “โครงการประหยัดพลังงานแบบมีส่วนร่วม” และ “โครงการวิเคราะห์คุณค่า (VE)”
	■ การให้การสนับสนุนด้านการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน (Energy audits) ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากขาดมาตรการรองรับการนำข้อวิเคราะห์ไปปฏิบัติให้บังเกิดผล แนวโน้มคือ การปรับแนวทางไปสู่การส่งเสริมการจัดการการใช้พลังงาน เพื่อให้มีความยั่งยืนมากขึ้น	■ มาตรการทางการเงินและภาษีที่ใช้มีหลากหลายรูปแบบเช่นกัน แต่มักมีลักษณะเป็นโครงการเฉพาะกิจที่ขาดความถาวร บางโครงการที่ใช้ได้ผล เช่น โครงการเงินอุดหนุน (Rebate) 30% ก็ไม่ได้มีการสานต่อ

สาขา	บทเรียนที่สำคัญ	
	ต่างประเทศ	ในประเทศ
	▪ มีการใช้มาตรการทางการเงินและภาษีหลากหลายรูปแบบเพื่อกระตุ้นให้เกิดการประหยัดพลังงานและตลาดเทคโนโลยี/อุปกรณ์การประหยัดพลังงานอย่างได้ผล และในระยะหลังมีแนวโน้มสนับสนุนให้ใช้ ESCO มากขึ้น	
4. การใช้ CHP ในอาคารและอุตสาหกรรม	▪ ระบบ CHP ได้มีการใช้มานาน (โดยเฉพาะในยุโรป) และมีแนวโน้มการใช้มากขึ้นเมื่อมี Feed-in tariffs เป็นสิ่งจูงใจ ▪ ประเทศจีนเริ่มบังคับให้ทุกมณฑลต้องพิจารณาระบบ CHP ในการผลิตไฟฟ้าและความร้อน	▪ มีมาตรการสนับสนุนระบบ CHP ภายใต้โครงการ SPP และ VSPP ตั้งแต่มีมติ ครม. เรื่องผู้ผลิตไฟฟ้ารายย่อย แต่ต่อมา ครม. ได้มีมติในปี 2540 ให้ระงับการทำสัญญา ซื้อไฟจาก CHP ที่ไม่ใช้พลังงานหมุนเวียน จึงทำให้ CHP ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติไม่ได้รับความสนใจ
5. การส่งเสริมการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง	▪ ในหลายประเทศเช่น กลุ่มประเทศยุโรป อเมริกา ญี่ปุ่น และจีนได้ กำหนดมาตรฐานการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขั้นต่ำหรืออัตราการปล่อยมลพิษ (CO_2) ของรถยนต์ใหม่ ส่งผลให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีและผลิตรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพ ▪ การกำหนดอัตราภาษีรถยนต์เป็นมาตรการที่สำคัญและมีหลากหลายรูปแบบเช่น ภาษีทะเบียนรถยนต์ประจำปีตามขนาดรถยนต์ หรือตามอัตราการปล่อยมลพิษ (CO_2) ▪ การติดฉลากแสดงอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและอัตราการปล่อย CO_2 เป็นมาตรการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภค	▪ มีแนวคิดที่จะส่งเสริมรถยนต์ Eco-cars ▪ มีการกำหนดอัตราภาษีประจำปีเพื่อจูงใจให้ใช้รถขนาดเล็กมากขึ้น โดยกำหนดให้รถยนต์ขนาดตั้งแต่ 1,800 cc ขึ้นไปต้องเสียภาษีในอัตราที่สูงกว่า ▪ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกำลังอยู่ในระหว่างดำเนินการเพื่อให้มีการติดฉลากรถยนต์
6. การใช้รถยนต์ NGV	▪ หลายประเทศประสบความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้ NGV ขณะเดียว กันหลายประเทศก็ล้มเหลว ▪ ปัจจัยแห่งความสำเร็จได้แก่	▪ มีเป้าหมายที่ชัดเจนในแผนส่งเสริมการใช้ NGV ของ ปตท. และมีมาตรการสนับสนุนด้านการเงินหลายมาตรการ

สาขา	บทเรียนที่สำคัญ	
	ต่างประเทศ	ในประเทศ
	(1) โครงสร้างพื้นฐานทั้งท่อก๊าซและสถานีเติมก๊าซมีความพร้อมและทั่วถึง (2) ราคาก๊าซธรรมชาติต่ำกว่าเชื้อเพลิงคู่แข่งอื่น ๆ (อย่างน้อย 50%) จนทำให้การลงทุนใช้ NGV คุ้มค่า (3) อุปกรณ์ดัดแปลง (Conversion kits) ถังก๊าซและเครื่องยนต์ ราคาไม่สูงนักและได้มาตรฐานด้านความปลอดภัย (4) คุณสมบัติเชิงเชื้อเพลิงของก๊าซธรรมชาติมีความเหมาะสม (5) มีโครงสร้างพื้นฐานและทักษะรองรับการดัดแปลงและการซ่อมบำรุงอุปกรณ์และเครื่องยนต์ (6) นโยบายภาครัฐแน่วแน่ และสามารถโน้มน้าวให้เกิดความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน/องค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ■ ปัจจัยแห่งความล้มเหลวได้แก่ (1) การเปลี่ยนแปลงนโยบายของภาครัฐที่มีผลกระทบโดยตรงต่อราคาเชื้อเพลิง เช่น การอุดหนุนราคาเชื้อเพลิงคู่แข่งด้วยเหตุผลทางการเมือง (2) ราคาน้ำมันเบนซินในตลาดลดลงจนใกล้เคียงกับราคา CNG (3) ขาดการวางแผนยุทธศาสตร์อย่างเป็นระบบโดยเฉพาะด้านโครงสร้างพื้นฐาน (สถานีเติมก๊าซ) (4) ราคาดัดแปลงเครื่องยนต์สูงเกินความเป็นจริง (5) มาตรการจูงใจผู้ลงทุนและผู้ใช้น้อยเกินไป (6) ผู้ลงทุนในตลาดรถยนต์ NGV ขาดความมั่นใจ	■ ยังขาดปัจจัยที่สำคัญหลายประการ โดยเฉพาะ – ความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน – ราคาก๊าซ CNG ที่ต่ำพอ (เทียบกับ LPG) – ต้นทุนยังสูงในแง่ผู้ใช้ – ยุทธศาสตร์ในการเลือกกลุ่มรถยนต์เป้าหมายที่จะส่งเสริมยังไม่ชัดเจน

9.3 ปัญหา/อุปสรรคและมาตรการแก้ไขปัญหา

สาขาพลังงานที่ได้มีการวิเคราะห์ปัญหา/อุปสรรคและมาตรการแก้ไขปัญหามีดังต่อไปนี้

พลังงานหมุนเวียน
1. การผลิตความร้อน/ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนประเภทชีวมวล ■ ชีวมวล (เช่น วัสดุ เหลือทิ้งทางเกษตร ฯลฯ) ■ ก๊าซชีวภาพ ■ ขยะ **2. การผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวล** ■ เอทานอล ■ ไบโอดีเซล **3. การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ** ■ พลังงานน้ำขนาดเล็ก ■ พลังงานลม ■ พลังงานแสงอาทิตย์
การประหยัด/ทดแทนพลังงาน
1. การประหยัดพลังงานในภาคอาคาร บ้านพักอาศัย และอุตสาหกรรม ■ การออกแบบบ้านอยู่อาศัยที่ประหยัดพลังงาน ■ การประหยัดพลังงานในอาคารพาณิชย์ ■ การใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน ■ การผลิตความร้อน/ไฟฟ้าร่วมโดยใช้ก๊าซธรรมชาติ (CHP) **2. การประหยัด/ทดแทนน้ำมันในภาคขนส่ง** ■ การใช้ NGV ■ การใช้แก๊สโซฮอล์ ■ การใช้ไบโอดีเซล ■ การใช้รถยนต์ไฮบริด

9.3.1 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการผลิตความร้อน/ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนประเภทชีวมวล

- ชีวมวล
- ก๊าซชีวภาพ
- ขยะ

ตารางที่ 9.3-1 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการผลิตความร้อน/ไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนประเภทชีวมวล

ชีวมวล	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
1. ด้านเทคนิค (Technical) ● ผู้ใช้เทคโนโลยียังคงพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศเป็นหลักเนื่องจากให้ความเชื่อมั่นมากกว่า แม้ว่าเทคโนโลยีที่นำเข้าจากประเทศกำลังพัฒนาบางรายก็มีปัญหาทางเทคนิค ● เทคโนโลยีที่ใช้อยู่ (โดยเฉพาะระบบหม้อน้ำ กังหันไอน้ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า) ส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีเก่าที่มีประสิทธิภาพต่ำ ● ไม่มีเทคโนโลยีในประเทศสำหรับระบบขนาดใหญ่และมีประสิทธิภาพสูงที่เหมาะสมกับวัตถุดิบในประเทศไทยโดยเฉพาะ ● คุณสมบัติที่หลากหลายของเชื้อเพลิงชีวมวล ทำให้มีความยากลำบากในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีผลิตพลังงานแบบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ	**ระยะสั้น** ● กำหนดนโยบายเชิงบังคับให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศให้กับหน่วยงานรัฐหรือเอกชนภายในประเทศ เมื่อมีการซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เช่น การร่วมทุน การกำหนด local content ขั้นต่ำ และการมีส่วนร่วมในการออกแบบ เป็นต้น **ระยะยาว** ● ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและสร้างองค์ความรู้การผลิตพลังงานจากชีวมวลแบบต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงและต้นทุนต่ำ ● มีการศึกษาคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของเชื้อเพลิงชีวมวลอย่างเป็นระบบและลึกซึ้ง เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง
2. ด้านตลาด (Market) ● วัตถุดิบ (ชีวมวล) และระบบมีต้นทุนสูงและผู้ลงทุนขาดความมั่นใจ ● อัตราค่าไฟฟ้าที่รัฐรับซื้อ (ภายใต้โครงการ SPP) ยังไม่สูงพอที่จะจูงใจผู้ลงทุน ● มีข้อจำกัดด้านความสม่ำเสมอของอุปทาน และการกระจายของแหล่งชีวมวลและการขนส่ง	**ระยะสั้น** ● รัฐควรสร้างตลาดโดยกำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้าจากชีวมวลที่จูงใจ (Feed-in tariffs)
3. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulatory) ● ข้อบังคับและมาตรฐานการเชื่อมต่อไฟฟ้าเข้าระบบยังยุ่งยากและต้นทุนสูง โดยมี	**ระยะสั้น** ● เร่งแก้ปัญหากฎระเบียบและมาตรฐานการเชื่อมต่อไฟฟ้าเข้าระบบ โดยรับประกัน

ชีวมวล	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
อุปสรรคที่สำคัญ ได้แก่ ขั้นตอนการอนุมัติการเชื่อมต่อ ค่าธรรมเนียมใบสมัคร ค่าธรรมเนียมการเชื่อมต่อ ค่าประกันภัย และข้อกำหนดการใช้งาน เป็นต้น	สิทธิการเชื่อมต่อของผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนรายย่อยทุกราย
4. ด้านหน่วยงาน (Institutional) ● การประสานงานระหว่างหน่วยงานรัฐยังไม่ราบรื่นพอที่จะแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะในส่วนกลางและท้องถิ่น ● การแลกเปลี่ยนข้อมูลกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีไม่มากพอ	**ระยะสั้น** ● สร้างความเข้าใจระหว่างหน่วยงานและวางเป้าหมายและแผนดำเนินการให้สอดคล้องกัน ตลอดจนกำหนดบทบาทให้ชัดเจน
5. ด้านการเงินและการลงทุน (Financial) ● สถาบันการเงินยังขาดความเชื่อมั่นในการให้สินเชื่อเนื่องจากปัจจัยความเสี่ยงด้านต้นทุนชีวมวล เทคโนโลยีและการขายไฟฟ้าที่ผลิตได้	**ระยะสั้น** ● กำหนดมาตรการช่วยเหลือและประกันความเสี่ยงในการลงทุน เช่น Feed in tariff ● สร้างความเชื่อมั่นด้วยการมีระบบสาธิตเทคโนโลยีแบบต่าง ๆ
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) ● หน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะในระดับท้องถิ่นขาดการรับรู้ข้อมูลโครงการด้านชีวมวล ทำให้ไม่ได้รับความร่วมมือเท่าที่ควร ● ชุมชนยังมีการต่อต้านโครงการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลบางโครงการอันเนื่องจากความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง	**ระยะสั้น** ● เผยแพร่ความรู้และกรณีศึกษาของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากชีวมวลอย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง **ระยะยาว** ● รณรงค์และสร้างจิตสำนึกทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องและจริงจัง โดยเฉพาะการใช้พลังงานและการเลือกเทคโนโลยี

ก๊าซชีวภาพ	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
1. ด้านเทคนิค (Technical) ● ผู้ประกอบการยังคงพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศ เนื่องจากมีความเชื่อมั่นมากกว่า ● เทคโนโลยีที่ใช้อยู่ส่วนมากมีประสิทธิภาพและเสถียรภาพของระบบต่ำ ● ขาดข้อมูลและองค์ความรู้ของระบบการผลิตก๊าซชีวภาพแบบต่าง ๆ	**ระยะสั้น** ● กำหนดนโยบายเชิงบังคับให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศให้กับหน่วยงานรัฐหรือเอกชนภายในประเทศ เมื่อมีการซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เช่น การร่วมทุน การกำหนด Local content ขั้นต่ำ และการมีส่วนร่วมในการออกแบบ เป็นต้น ● อบรมบุคลากรและผลิตคู่มือเพื่อให้มีการดูแลระบบก๊าซชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ **ระยะยาว** ● ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและองค์ความรู้ด้านการผลิตก๊าซชีวภาพที่มีประสิทธิภาพสูงและต้นทุนต่ำ
2. ด้านตลาด (Market) ● ต้นทุนระบบสูง เป็นอุปสรรคต่อการขยายตลาด ● จำนวนผู้ประกอบการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องมีน้อย ● ข้อมูลทั้งในเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ด้านการตลาดและการลงทุนมีจำกัด	**ระยะสั้น** ● กำหนดนโยบายการรับซื้อไฟฟ้า (Feed in tariff) ในราคาที่จูงใจผู้ลงทุน ● ส่งเสริมให้เกิดผู้ประกอบการด้านการออกแบบและสร้างระบบก๊าซชีวภาพมากขึ้น ด้วยวิธีให้แรงจูงใจแก่ผู้ใช้เทคโนโลยีที่เลือกใช้ผู้ประกอบการและเทคโนโลยีภายในประเทศ
3. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulatory) ● กฎหมายทางด้านสิ่งแวดล้อมขาดการบังคับใช้อย่างจริงจังกับการควบคุมมลพิษในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ● ข้อบังคับและมาตรฐานการเชื่อมต่อไฟฟ้าเข้าระบบ (โดยเฉพาะข้อกำหนดทางเทคนิค) ยังยุ่งยากและมีต้นทุนสูง	**ระยะสั้น** ● รัฐต้องบังคับใช้กฎหมายสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจัง ● เร่งแก้ปัญหาทั้งด้านมาตรฐานการเชื่อมต่อและกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเอื้อต่อการต่อเข้าระบบ และลดต้นทุน

ก๊าซชีวภาพ	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
4. ด้านหน่วยงาน (Institutional) ● การประสานงานระหว่างหน่วยงานรัฐ (เช่น กระทรวงพลังงาน กระทรวงอุตสาหกรรม กรมปศุสัตว์ กรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เป็นต้น) ยังไม่ราบรื่นพอที่จะแก้ไขปัญหาและผลักดันนโยบายส่งเสริมก๊าซชีวภาพให้สำเร็จ	**ระยะสั้น** ● สร้างความเข้าใจระหว่างหน่วยงานและวางเป้าหมายและแผนดำเนินการ (Roadmap) ให้สอดคล้องกัน รวมทั้งวางยุทธศาสตร์ ในการให้คำปรึกษาแนะนำในการบริหารจัดการและการลงทุน
5. ด้านการเงินและการลงทุน (Financial) ● ผู้ให้สินเชื่อยังไม่มีข้อมูลมากพอเพื่อสร้างความเชื่อมั่น ในการลงทุนด้านก๊าซชีวภาพ ทำให้ผู้ลงทุนเข้าถึงแหล่งทุนได้ยาก	**ระยะสั้น** ● จัดทำและเผยแพร่ข้อมูลด้านการลงทุนการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับสถาบันการเงินผู้ให้สินเชื่อแก่การลงทุนด้านเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ ● ส่งเสริมให้มีการสาธิตเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อสร้างความเชื่อมั่น
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) ● ผู้ประกอบการยังขาดความรู้และความเชื่อมั่นในเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ ● ผู้ประกอบการยังขาดจิตสำนึกทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม	**ระยะสั้น** ● เผยแพร่ความรู้และกรณีศึกษาของเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพอย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง **ระยะยาว** ● รณรงค์และสร้างจิตสำนึกทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องและจริงจัง

ขยะ	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
1. ด้านเทคนิค (Technical) ● เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากขยะเป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างซับซ้อน จึงต้องอาศัยการนำเข้าเป็นหลักและที่ใช้อยู่เพียงไม่กี่แห่งในประเทศก็ยังคงมีปัญหาทางเทคนิคที่ทำให้ผู้ใช้เทคโนโลยีขาดความเชื่อมั่น ● ขาดการสนับสนุนอย่างจริงจังทำให้ไม่มีเทคโนโลยีในประเทศที่มีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะ เตาเผาขยะขนาดใหญ่	**ระยะสั้น** ● กำหนดนโยบายเชิงบังคับให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศให้กับหน่วยงานรัฐหรือเอกชนภายในประเทศ เมื่อมีการซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เช่น การร่วมทุน การกำหนด local content ขั้นต่ำ และการมีส่วนร่วมในการออกแบบ เป็นต้น **ระยะยาว** ● ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและสร้างองค์ความรู้การผลิตพลังงานจากขยะแบบต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงและต้นทุนต่ำ
2. ด้านตลาด (Market) ● ระบบการผลิตพลังงานจากขยะมีต้นทุนสูงในขณะที่อัตรารับซื้อไฟฟ้า (ตามโครงการส่งเสริม SPP) ไม่ได้สะท้อนราคาการกำจัดขยะ ● ยังไม่มีมาตรฐานด้านค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมและกำจัดขยะ (Tipping fee) ซึ่งทำให้ยากต่อการนำค่าใช้จ่ายดังกล่าวมาคิดเป็นต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากขยะ	**ระยะสั้น** ● รัฐควรสร้างตลาดโดยการกำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้า (Feed in tariff) สำหรับการผลิตไฟฟ้าจากขยะและกำหนด Tipping fee ให้ชัดเจน **ระยะยาว** ● ส่งเสริมตลาดการใช้เชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากขยะเช่น เชื้อเพลิงแข็ง (RDF) เป็นต้น
3. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulatory) ● แผนการจัดการขยะมูลฝอยแห่งชาติของประเทศยังไม่ครอบคลุมด้านการผลิตพลังงานจากขยะ ● ยังไม่มีระเบียบกลางเกี่ยวกับค่าธรรมเนียมการกำจัดขยะขั้นต่ำ ● รัฐยังไม่มีกฎระเบียบห้ามการกำจัดขยะที่ไม่ถูกสุขวิธี	**ระยะสั้น** ● รัฐต้องบังคับใช้กฎหมายสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจัง โดยเฉพาะในส่วนข้อบังคับการกำจัดขยะมูลฝอยที่ถูกต้อง ● กำหนดแผนแม่บทด้านการกำจัดขยะมูลฝอยที่รวมการผลิตพลังงานด้วยการเร่งแก้ปัญหากฎระเบียบเกี่ยวกับค่าธรรมเนียมหรือค่าใช้จ่ายขั้นต่ำของการกำจัดขยะ

ขยะ	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
4. ด้านหน่วยงาน (Institutional) ● การจัดการขยะมูลฝอยเกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงาน อาทิ กระทรวงมหาดไทย กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข องค์กรบริหารส่วนท้องถิ่น รวมถึงกระทรวงพลังงานในกรณีการผลิตไฟฟ้า ซึ่งต่างมีวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการกำจัดมูลฝอยที่แตกต่างกัน และอาจติดขัดกับกฎระเบียบของกระทรวง (Regulation trap) เองในการทำงานเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกัน	**ระยะสั้น** ● สร้างความเข้าใจระหว่างหน่วยงานและวางเป้าหมายและแผนดำเนินการ (Roadmap) ให้สอดคล้องกันโดยเฉพาะการรับผิดชอบการผลิตพลังงานทดแทนจากขยะมูลฝอย ● กำหนดให้มีหน่วยงานรับผิดชอบหลัก (Champion) จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อผลักดันเรื่องการผลิตไฟฟ้าจากขยะมูลฝอย
5. ด้านการเงินและการลงทุน (Financial) ● ผู้ลงทุนเข้าถึงแหล่งเงินทุนได้ยาก เนื่องจากมีปัจจัยเสี่ยงทั้งความคุ้มทุนและเทคโนโลยี ● ผู้ให้สินเชื่อโดยทั่วไปยังขาดความรู้เรื่องการผลิตไฟฟ้าจากขยะ	**ระยะสั้น** ● กำหนดมาตรการช่วยเหลือและประกันความเสี่ยงในการลงทุน เช่น Feed in tariff ● จัดทำและเผยแพร่ข้อมูลด้านการลงทุนการผลิตพลังงานจากขยะเพื่อสร้างความเชื่อมั่นเพียงพอในการให้สินเชื่อการลงทุน ● สร้างความเชื่อมั่นด้านเทคโนโลยีด้วยการจัดให้มีระบบสาธิตเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับเงื่อนไขและสภาวะแวดล้อมของท้องที่ต่าง ๆ
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) ● สาธาณะชนโดยทั่วไปมักมีปฏิกิริยาต่อต้านการดำเนินโครงการกำจัดขยะมูลฝอยเสมอ ซึ่งสาเหตุหนึ่งเกิดจากการขาดการับรู้ข้อมูลที่ถูกต้อง	**ระยะสั้น** ● เผยแพร่ความรู้และกรณีศึกษาของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากขยะอย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง ● สร้างความตระหนักในเรื่องบทบาทและหน้าที่ของพลเมืองทุกคนต่อการกำจัดขยะมูลฝอยโดยเน้นถึงความรับผิดชอบร่วมกันต่อการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ

9.3.2 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวล

- เอทานอล
- ไบโอดีเซล

ตารางที่ 9.3-2 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวล

เอทานอล	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
1. ด้านเทคนิค (Technical) ● โรงงานทั้งหมดในประเทศใช้เทคโนโลยีที่นำเข้าจากต่างประเทศ แต่สร้างและติดตั้งโดยบริษัทของไทย ยังไม่มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศและ/หรือพัฒนาต่อยอดภายในประเทศ ● ขาดเทคโนโลยีการแปรสภาพวัตถุดิบราคาถูก ที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ (เช่น ฟางข้าว ฯลฯ) ที่ใช้ได้ในระดับอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์ทำให้ต้นทุนวัตถุดิบสูง เพราะต้องพึ่งวัตถุดิบประเภทแป้งและน้ำตาลเป็นหลัก ● เทคโนโลยีด้านสายพันธุ์ยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร และการเพาะปลูกและการจัดการด้านเพาะปลูกยังไม่ดีพอ ทำให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ	**ระยะสั้น** ● กำหนดนโยบายเชิงบังคับให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศให้กับหน่วยงานรัฐหรือเอกชนภายในประเทศ เมื่อมีการซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เช่น การร่วมทุน การกำหนด Local content ขั้นต่ำ และการมีส่วนร่วมในการออกแบบ เป็นต้น ● เร่งถ่ายทอดและฝึกอบรมทักษะการจัดการการเพาะปลูกให้กับเกษตรกร เพื่อให้สามารถเพิ่มผลผลิตต่อไร่ได้ **ระยะยาว** ● สนับสนุนการพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลแบบครบวงจร (ทั้งการออกแบบ สร้างและติดตั้ง) ภายในประเทศ ● ส่งเสริมการพัฒนาสายพันธุ์อ้อยและมันสำปะหลังที่ดีและให้ผลผลิตสูงสำหรับผลิตเอทานอล
2. ด้านตลาด (Market) ● ตลาดยังขึ้นกับผู้ซื้อ ผู้ผลิตต้องแข่งขันเรื่องราคาวัตถุดิบทำให้มีอำนาจในการต่อรองน้อย ● มีการแข่งขันเพื่อแย่งชิงวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการผลิตเอทานอลเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมประเภทเดียวกันและต่างประเภทสูง จึงทำให้วัตถุดิบเช่น มันสำปะหลังและกากน้ำตาล ขาดแคลนและมีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง	**ระยะสั้น** ● รัฐต้องประกาศนโยบายเรื่องราคาวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ให้ชัดเจน เพื่อให้เอกชนมีความเชื่อมั่นในการลงทุน ● รัฐต้องมีนโยบายเรื่องการส่งออกเอทานอลที่ชัดเจน โดยคำนึงถึงทั้งแง่การลดความเสี่ยงการลงทุน (ในกรณีที่อนุญาตให้ส่งออกได้) และในแง่ความมั่นคงด้านพลังงาน (กรณีห้ามส่งออก)

เอทานอล	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
3. ด้านการเงินและการลงทุน (Financial) ● สถาบันการเงินยังไม่มั่นใจที่จะสนับสนุนโครงการลงทุนเพื่อสร้างโรงงานผลิตเอทานอลเนื่องจากปัจจัยความเสี่ยงทั้งด้านวัตถุดิบและด้านผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีราคาแพง อันเป็นผลสืบเนื่องจากนโยบายด้านราคาของทั้งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ไม่ชัดเจน	**ระยะยาว** ● รัฐต้องมีแผนยุทธศาสตร์ด้านการเกษตรเพื่อพลังงานและอาหารที่ชัดเจน โดยพิจารณาตั้งแต่วัตถุดิบ จนถึงผลิตภัณฑ์อย่างครบวงจรซึ่งจะนำไปสู่การบรรเทาปัญหาด้านราคา
4. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulatory) ● ข้อกำหนดของรัฐที่ให้ผู้ผลิตเอทานอลทั่วไปต้องขายเอทานอลเพื่อผสมเป็นเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ผู้ผลิตเหล่านี้เสียเปรียบผู้ผลิตที่ได้รับการสนับสนุนจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ให้ผลิตเอทานอลเพื่อการส่งออก ซึ่งได้ราคาสูงกว่า	
5. ด้านหน่วยงาน (Institutional) ● การประสานงานระหว่างหน่วยงานรัฐ คือ กระทรวงพลังงาน กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงการคลังและกระทรวงเกษตรฯ ยังไม่ราบรื่นพอที่จะแก้ไขปัญหาและผลักดันนโยบายเอทานอลให้สัมฤทธิ์ผลตามกรอบเวลา	**ระยะสั้น** ● สร้างความเข้าใจระหว่างหน่วยงานและวางแผนดำเนินการ (Roadmap) ให้สอดคล้องและมีเป้าหมายเดียวกัน
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) ● ประชาชนบางส่วนยังไม่มั่นใจในการใช้แก๊สโซฮอล์ ส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าเมื่อใช้แล้วเกิดความเสียหายต่อเครื่องยนต์	**ระยะสั้น** ● ประชาสัมพันธ์เรื่องแก๊สโซฮอล์อย่างทั่วถึงและต่อเนื่องให้ประชาชนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ทั้งแนวคิดในการช่วยเหลือประเทศชาติและเพื่อสร้างความมั่นใจในการใช้

ไบโอดีเซล	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
1. ด้านเทคนิค (Technical) ● โรงงานขนาดใหญ่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีต่างประเทศ ● โรงงานขนาดเล็ก ยังไม่มีเทคโนโลยีในประเทศที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำและราคาแพง ● ประเทศไทยขาดเทคโนโลยีการเก็บกลับแอลกอฮอล์และการทำกลีเซอรีนให้บริสุทธิ์ขึ้น ● เทคโนโลยีด้านพัฒนาพันธุ์พืชน้ำมันยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร	**ระยะสั้น** ● กำหนดนโยบายเชิงบังคับให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศให้กับหน่วยงานรัฐหรือเอกชนภายในประเทศ เมื่อมีการซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เช่น การร่วมทุน การกำหนด local content ขั้นต่ำ และการมีส่วนร่วมในการออกแบบ เป็นต้น ● เร่งถ่ายทอดและฝึกอบรมทักษะการจัดการการเพาะปลูกให้กับเกษตรกร เพื่อให้สามารถเพิ่มผลผลิตปาล์มน้ำมันต่อไร่ได้ **ระยะยาว** ● สนับสนุนให้มีการพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลแบบครบวงจร (ออกแบบ สร้างและติดตั้ง) ภายในประเทศ ● ส่งเสริมการพัฒนาสายพันธุ์พืชน้ำมันที่ดีและให้ผลผลิตต่อไร่สูง
2. ด้านตลาด (Market) ● ต้นทุนไบโอดีเซลที่ผลิตได้สูงกว่าน้ำมันดีเซล ทำให้ผู้ผลิตมีปัญหาด้านตลาด ● วัตถุดิบ ซึ่งได้แก่น้ำมันปาล์มมีไม่พอเพียง ทำให้ราคามีแนวโน้มสูงขึ้น	**ระยะสั้น** ● รัฐต้องประกาศนโยบายเรื่องราคาวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ให้ชัดเจน เพื่อให้เอกชนมีความเชื่อมั่นในการลงทุน ● รัฐควรพิจารณามาตรฐานไบโอดีเซลเป็นสองเกรด คือ สำหรับรถยนต์และเครื่องยนต์ (ที่ไม่ได้ใช้กับรถยนต์) เช่น เครื่องยนต์ทางการเกษตร (รัฐได้ทำแล้ว) **ระยะยาว** ● รัฐต้องมีแผนยุทธศาสตร์ด้านการเกษตรเพื่อผลิตพลังงานและอาหารที่ชัดเจนโดยครอบคลุมตั้งแต่วัตถุดิบ จนถึงผลิตภัณฑ์อย่างครบวงจรซึ่งจะนำไปสู่การบรรเทาปัญหาด้านราคาวัตถุดิบ
3. ด้านการเงินและการลงทุน (Financial) ● สถาบันการเงินยังไม่มั่นใจที่จะสนับสนุนโครงการลงทุนเพื่อสร้างโรงงานผลิตไบโอดีเซลเนื่องจากปัจจัยความเสี่ยงทั้งด้านวัตถุดิบและด้านผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีราคาแพง อันเป็นผลสืบเนื่องจากนโยบายด้านราคาของทั้งวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ไม่ชัดเจน ● รัฐยังไม่มีนโยบายช่วยเหลือด้านการเงินให้กับโครงการไบโอดีเซลอย่างชัดเจน	

ไบโอดีเซล	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
4. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulatory) ● รัฐกำหนดมาตรฐานไบโอดีเซลสำหรับเติมรถยนต์เพียงมาตรฐานเดียว ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการผลิตไบโอดีเซลโดยชุมชนเพื่อใช้กับเครื่องจักรกลการเกษตรซึ่งไม่สามารถทำให้มีคุณสมบัติตามมาตรฐานได้ (ปัจจุบันรัฐได้ออกมาตรฐานไบโอดีเซลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแล้ว)	
5. ด้านหน่วยงาน (Institutional) ● การประสานงานระหว่างหน่วยงานรัฐ คือ กระทรวงพลังงาน กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงการคลังและกระทรวงเกษตรฯ รวมถึงบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ยังไม่ราบรื่นพอที่จะแก้ไขปัญหาและผลักดันนโยบายไบโอดีเซลให้สัมฤทธิ์ผลตามกรอบเวลา	**ระยะสั้น** ● สร้างความเข้าใจระหว่างหน่วยงานรัฐและเอกชนและวางแผนดำเนินการ (Roadmap) ให้สอดคล้องกัน
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) ● ประชาชนส่วนใหญ่ยังไม่มั่นใจในการใช้ไบโอดีเซล ส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าเมื่อใช้แล้วเกิดความเสียหายต่อเครื่องยนต์	**ระยะสั้น** ● ประชาสัมพันธ์เรื่องไบโอดีเซลอย่างทั่วถึงและต่อเนื่องให้ประชาชนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ทั้งแนวคิดในการช่วยเหลือประเทศชาติและเพื่อสร้างความมั่นใจในการใช้

9.3.3 การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอื่น ๆ

- พลังงานลม
- พลังงานน้ำ
- พลังงานแสงอาทิตย์

ตารางที่ 9.3-3 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอื่นๆ

พลังงานลม	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
1. ด้านเทคนิค (Technical) ● ความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลลมและศักยภาพที่แท้จริงของพลังงานลมในประเทศไทย ● ยังไม่มีเทคโนโลยีกังหันลมที่เหมาะสมในการผลิตไฟฟ้าเชิงพาณิชย์ในประเทศไทย	**ระยะสั้น** ● กระทรวงพลังงานต้องสนับสนุนให้มีการตรวจวัดความเร็วลมเพื่อให้มีข้อมูลด้านศักยภาพพลังงานลมที่มีความละเอียดในเชิงพื้นที่และมีความแม่นยำ โดยการตรวจวัดในระดับ micro-grid ขนาด 1 x 1 กม. หรือละเอียดกว่าในพื้นที่ที่มีศักยภาพ ● พัฒนาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนกังหันลมผลิตไฟฟ้าภายในประเทศ ด้วยการสร้างแรงจูงใจ และข้อกำหนดให้ผู้ผลิตกังหันลมใช้วัสดุหรือชิ้นส่วนที่ผลิตภายในประเทศ โดยอาศัยมาตรการทางภาษี **ระยะยาว** ● พัฒนาระบบและส่งเสริมการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม ทั้งในเชิงกว้างและเชิงลึก และต่อเนื่องโดยให้มีการเก็บข้อมูลในพื้นที่อื่นๆของประเทศไทยมากขึ้น เช่นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีความเร็วลมเฉลี่ยตลอดปีค่อนข้างสูง และได้เปรียบทางด้านภูมิศาสตร์ในการทำทุ่งกังหันลม (Wind farm) ● สนับสนุนการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสมกับประเทศไทยอย่างจริงจังในกรณีที่ประเทศไทยมีศักยภาพลมสูง
2. ด้านตลาด (Market) ● ต้นทุนระบบที่สูงและราคารับซื้อไฟฟ้าของรัฐต่ำ จึงไม่สามารถสร้างตลาดได้ ● มีความเสี่ยงด้านเทคโนโลยี เพราะประเทศไทยมีความเร็วลมค่อนข้างต่ำ	**ระยะสั้น** ● ใช้มาตรการช่วยเหลือและประกันความเสี่ยงในการลงทุน เช่น Feed in tariff ● สร้างความมั่นใจด้านการลงทุนโดยสนับสนุน สาธิตระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ที่มีศักยภาพ

พลังงานลม	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
	ระยะยาว ● ส่งเสริมศักยภาพอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับกังหันลม
3. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulatory) ● ขาดความชัดเจนด้านราคารับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตรายย่อยซึ่งผลิตจากพลังงานลมของการไฟฟ้า	**ระยะสั้น** ● เร่งแก้ปัญหากฎระเบียบและมาตรฐานการเชื่อมต่อไฟฟ้าเข้าระบบ โดยเฉพาะมาตรฐานทางเทคนิคและขั้นตอนการขออนุมัติ
4. ด้านหน่วยงาน (Institutional) ● ความสามารถของหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนยังไม่สามารถนำไปสู่การพัฒนาเชิงพาณิชย์ได้	**ระยะสั้น** ● พัฒนาความเข้มแข็งขององค์กรโดยการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาบุคลากรด้านพลังงานลมมากขึ้น
5. ด้านการเงินและการลงทุน (Financial) ● นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าไม่จูงใจพอ ทำให้เกิดความเสี่ยงและความไม่มั่นใจในการลงทุนอีกทั้งต้นทุนระบบค่อนข้างสูง ● ผู้ให้สินเชื่อยังไม่มีข้อมูลมากพอเพื่อสร้างความเชื่อมั่นในการลงทุนด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม และมีความเข้าใจในเทคโนโลยีน้อย	**ระยะสั้น** ● รัฐควรมีนโยบายที่ชัดเจน ทั้งเรื่องมาตรการส่งเสริมตลาดและราคารับซื้อ อาทิ Feed-in tariffs และ RPS เพื่อจูงใจให้เอกชนหันมาลงทุนในตลาดกังหันลมเพิ่มมากขึ้น ● จัดทำและเผยแพร่ข้อมูลด้านการลงทุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงลมให้แก่สถาบันการเงินที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้เพียงพอในการให้สินเชื่อ การลงทุน
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) ● สังคมไทยโดยรวมไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยีกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า	**ระยะสั้น** ● พัฒนาระบบข้อมูลและประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนและประชาคมท้องถิ่นเข้าถึงได้ทั่วถึงและต่อเนื่อง

พลังน้ำ	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
1. ด้านเทคนิค (Technical) ● เทคโนโลยีสำหรับผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำขนาดเล็กในประเทศยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร เช่น กังหันน้ำขนาดเล็กสำหรับความดันหัวน้ำต่ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงที่เหมาะสมกับศักยภาพพลังงานน้ำขนาดเล็ก เป็นต้น ● ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมทั้งการออกแบบและการปฏิบัติการรวมทั้งช่างเทคนิคมีน้อย ระบบบำรุงรักษาตลอดจนห้องปฏิบัติการมาตรฐานเพื่อทดสอบ สำหรับกังหันน้ำขนาดเล็กยังไม่สมบูรณ์	**ระยะสั้น** ● สนับสนุนการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าพลังน้ำที่มีศักยภาพและคุ้มทุนเช่นเปลี่ยนมาใช้เทคโนโลยีแบบ Induction Generator ● พัฒนาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนกังหันน้ำภายในประเทศ ด้วยการสร้างแรงจูงใจ เช่น กำหนด local content และมาตรการทางภาษี เป็นต้น และข้อกำหนดให้ผู้ผลิตกังหันน้ำใช้วัสดุ หรือชิ้นส่วนที่ผลิตภายในประเทศ ● สร้างระบบดูแลรักษาที่ยืดหยุ่น โดยให้ชุมชนดูแลหรือใช้ระบบควบคุมระยะไกลจากส่วนกลาง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการดูแลรักษาในระยะยาวเป็นสำคัญ **ระยะยาว** ● สนับสนุนทุนวิจัยด้านเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำขนาดเล็กอย่างจริงจัง อาทิเช่นกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าความดันหัวน้ำต่ำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Induction Generator การผลิตปีกใบจักรกังหันต้นทุนต่ำที่มีประสิทธิภาพสูง ตลอดจนการวิจัยวัสดุเพื่อเครื่องจักรกังหันน้ำ เป็นต้น รวมทั้งการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคเอกชนให้รับช่วงต่อในการผลิตเพื่อการพาณิชย์ ● ส่งเสริมศักยภาพอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับกังหันน้ำ เช่น สร้างอุตสาหกรรมต้นน้ำ – ปลายน้ำ และพัฒนาความสามารถในการผลิตที่สามารถตอบสนองต่อปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพ เป็นต้น
2. ด้านตลาด (Market) ● ตลาดของกังหันน้ำขนาดเล็กภายในประเทศไทยมีขนาดเล็กและอยู่ในวงแคบ ทำให้ไม่สามารถแข่งขันกับราคากังหันน้ำจากต่างประเทศได้ โดยเฉพาะประเทศจีนซึ่งมีราคาต่ำกว่ามาก	**ระยะสั้น** ● ส่งเสริมการสร้างตลาดกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าภายในประเทศ โดยกำหนดให้โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำขนาดเล็กใช้ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ

พลังน้ำ	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
	ระยะยาว ● ส่งเสริมอุตสาหกรรมกังหันน้ำขนาดเล็กเพื่อการส่งออก โดยเฉพาะกังหันน้ำความดันหัวน้ำต่ำเพื่อเป็นการสร้าง Economy of scale แก่ผู้ผลิต ตลาดต่างประเทศที่ควรพัฒนาคือตลาดในประเทศเพื่อนบ้าน เช่น การสร้างกังหันน้ำขนาดเล็กความดันหัวน้ำต่ำ เพื่อจำหน่ายแก่องค์กรพัฒนาเอกชนต่างประเทศที่เข้าไปช่วยเหลือประชาชนในชนบทห่างไกลในประเทศเพื่อนบ้าน เป็นต้น
3. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulatory) ● ขาดความชัดเจนในเรื่องกรรมสิทธิ์การถือครองแหล่งน้ำและสิทธิการใช้น้ำ ทำให้ผู้ลงทุนไม่มีความมั่นใจในการลงทุนในระยะยาว ● ขาดความชัดเจนด้านราคารับซื้อไฟฟ้าพลังน้ำจากผู้ผลิตรายย่อย	**ระยะสั้น** ● คณะกรรมการกำหนดราคารับซื้อไฟฟ้าควรกำหนดราคาซื้อที่ทำให้ผู้ผลิตรายย่อยเกิดความคุ้มทุนหรือรับประกันด้านความเสี่ยง เช่น การใช้ Feed in tariff ● ออกกฎระเบียบให้รายได้จากการขายไฟส่วนหนึ่งเป็นรายได้ของชุมชน **ระยะยาว** ● จัดทำข้อตกลงด้านกรรมสิทธิ์การถือครองและสิทธิ์การใช้น้ำให้ชัดเจน โดยคำนึงถึงผลกระทบที่อาจตามมากับการทำข้อตกลงการค้าเสรีระหว่างประเทศ (FTA) และปรับปรุงกฎหมายเพื่อลดความซ้ำซ้อนในการถือครองกรรมสิทธิ์
4. ด้านหน่วยงาน (Institutional) ● เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กเกี่ยวข้องกับหลายองค์กร (อาทิ พพ. กฟผ. กฟภ. กรมชลประทาน กรมป่าไม้ และองค์การบริหารส่งท้องถิ่น) แต่ละองค์กรก็มีภารกิจของตนเองชัดเจน บางภารกิจมีความทับซ้อนกัน และไม่สอดคล้องกัน ● ไม่มียุทธศาสตร์การใช้กังหันน้ำขนาดเล็กผลิตไฟฟ้า	**ระยะสั้น** ● สร้างความเข้าใจระหว่างหน่วยงานและวางเป้าหมายและแผนดำเนินการให้สอดคล้องกัน ตลอดจนกำหนดบทบาทให้ชัดเจน โดยเฉพาะบทบาทการเป็นแกนกลางประสานผลประโยชน์ระหว่างผู้มีส่วนได้เสียกลุ่มต่าง ๆ ในภารกิจ การผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันน้ำขนาดเล็ก ทั้งจากเขื่อนที่มีอยู่แล้ว และจากลำน้ำธรรมชาติที่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าแบบ Run of River ● เปิดโอกาสให้ทั้งภาครัฐและเอกชนเข้าร่วมแข่งขันในการพัฒนาแหล่งพลังงานอย่าง

พลังน้ำ	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
	เท่าเทียมกัน
5. ด้านการเงินและการลงทุน (Financial) ● ภาครัฐขาดแคลนงบประมาณในการลงทุน ● เอกชน/รัฐวิสาหกิจที่มีศักยภาพทางการเงินไม่มีความสนใจลงทุนอย่างจริงจัง เนื่องจากยังไม่มีความเชื่อมั่นในระบบ ● ราคารับซื้อไฟฟ้าในปัจจุบันต่ำจึงมีความเสี่ยงในการลงทุน	**ระยะสั้น** ● รัฐควรมีมาตรการและนโยบายที่ชัดเจน โดยเฉพาะทางด้านระบบสัมปทานและระบบรับซื้อ อย่างไรก็ตามควรมีการกำหนดระยะเวลาของแต่ละมาตรการ เพื่อให้เกิดการพัฒนาและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในระยะยาว ● รัฐควรมีมาตรการสร้างแรงจูงใจให้กับภาคเอกชน โดยให้มีมาตรการทั้งด้านภาษีและด้านการเงิน และสร้างระบบประกันความเสี่ยงภายนอกให้แก่ภาคเอกชน เช่น Feed in tariff เป็นต้น
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) ● การพัฒนาโครงการพลังงานน้ำขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้าบางรายยังต้องเผชิญกับการต่อต้านจากชุมชน ● ผู้มีส่วนได้เสีย เช่น ชุมชน และกรมป่าไม้ ยังขาดการมีส่วนร่วมในการพัฒนาและดำเนินโครงการ รวมทั้งการแบ่งปันผลประโยชน์จากโครงการ ทำให้โครงการขาดความยั่งยืน ● ขาดแคลนบุคลากรระดับท้องถิ่นที่มีความรู้และทักษะในการดูแลรักษาโรงไฟฟ้าพลังน้ำ	**ระยะสั้น** ● สร้างความเข้าใจให้กับชุมชนและหน่วยงานด้านการอนุรักษ์ ให้ยอมรับการผลิตไฟฟ้าจาก Run off river โดยแสดงให้เห็นว่าไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ● ส่งเสริมให้มีการพัฒนาแหล่งน้ำใหม่ๆที่ชุมชนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมมากขึ้น โดยเฉพาะชุมชนที่ห่างไกลและอยู่นอกเขตให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค **ระยะยาว** ● พัฒนาระบบข้อมูลให้ประชาชนและประชาคมท้องถิ่นเข้าถึงได้มากขึ้น เพื่อสร้างความเข้าใจแก่ชุมชนเป้าหมาย ● พัฒนาบุคลากรทั้งภาครัฐ เอกชน และชุมชน ให้มีทักษะและความรู้ในการวางระบบและดูแลรักษา เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล วิทยาลัยอาชีวศึกษา เป็นต้น

พลังงานแสงอาทิตย์	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
1. ด้านเทคนิค (Technical) ● ขาดการวิจัยและพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยีการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ภายในประเทศ แม้ว่าประเทศไทยเริ่มมีการประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศมานานถึง 15 ปี แต่โรงงานที่ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมดนำเข้าเครื่องจักรอุปกรณ์จากต่างประเทศ และการวิจัยเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้นยังมีน้อยมาก ● อุปกรณ์ส่วนควบในระบบ อาทิ เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้าและอินเวอร์เตอร์ ที่ผลิตในประเทศโดยทั่วไปมีคุณภาพค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้ด้วยระดับเทคโนโลยีที่มีอยู่ประเทศไทยมีศักยภาพที่จะผลิตอุปกรณ์ควบคุมทั้งสองชนิดได้ แต่ยังขนาดประสบการณ์ในการพัฒนาอุปกรณ์ให้มีคุณภาพสูงขึ้น	● ส่งเสริมการพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยี ด้วยมาตรการกระตุ้นต่าง ๆ เช่น การกำหนดสัดส่วน local content ในโครงการของภาครัฐ และการส่งเสริมงานวิจัยในภาคเอกชนและการวิจัยร่วมระหว่างภาคเอกชนกับสถาบันวิจัย/สถาบันการศึกษา ● เร่งรัดให้ผู้ผลิตอุปกรณ์ส่วนควบพัฒนาคุณภาพ ด้วยการกำหนดมาตรฐานการผลิตและการทดสอบคุณภาพ
2. ด้านการตลาด (Market) ● ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มีราคาสูง ไม่สามารถแข่งขันกับเชื้อเพลิงฟอสซิล หรือแม้แต่พลังงานหมุนเวียนชนิดอื่นได้	● ในระยะสั้น ให้การส่งเสริมการใช้เซลล์แสงอาทิตย์เฉพาะส่วนที่มีความคุ้มทุน อาทิ การใช้งานในพื้นที่ห่างไกลจากสายส่งไฟฟ้า ● ในระยะยาว ให้การส่งเสริมการพัฒนาและวิจัย ตลอดจนพัฒนาขีดความสามารถของช่างเทคนิคในประเทศ เพื่อรองรับกับเทคโนโลยีและการใช้งานในอนาคต เมื่อเซลล์แสงอาทิตย์มีราคาแข่งขันกับพลังงานประเภทอื่นได้ดีขึ้น
3. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/egulatory) ● อุปสรรคด้านการเชื่อมต่อโครงข่ายไฟฟ้าของ กฟน. และ กฟภ. แม้ว่าจะมีข้อกำหนดการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน แต่ในทางปฏิบัติมีขั้นตอนที่ซับซ้อนและใช้เวลานาน ● การกำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ป้องกันที่มีมาตรฐานสูงเกินความจำเป็น ทำให้ต้องมีการลงทุนเพิ่มขึ้น	● ส่งเสริมให้มีองค์กรกำกับดูแลกิจการไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนที่มีการดำเนินงานอิสระ เพื่อดูแลด้านข้อกำหนดและกฎระเบียบอย่างเป็นธรรมให้กับทั้งฝ่ายการไฟฟ้าและผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน

พลังงานแสงอาทิตย์	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
4. ด้านหน่วยงาน ● ขาดความร่วมมือระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ในภาครัฐและเอกชน	● ส่งเสริมการจัดตั้งสมาคมพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อเป็นองค์กรอิสระให้ประสานงานเชื่อมโยงหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนเพื่อให้มีแผนงานบูรณาการสำหรับการวิจัยพัฒนาและประยุกต์ให้ไปในทิศทางเดียวกัน
5. ด้านการเงินและการลงทุน ● ระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีต้นทุนสูง	● ให้การสนับสนุนด้วยมาตรการจูงใจในระดับที่พอควร อาทิ การลดหย่อนภาษีนำเข้าอุปกรณ์ การลดหย่อนภาษีเงินได้สำหรับผู้ลงทุนติดตั้งระบบ รวมทั้งการจัดสรรเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ ● ผู้ใช้งานขาดความรู้ในการดูแลรักษาและการใช้งานที่ถูกต้องทำให้ระบบมีอายุการใช้งานสั้น ● ขาดช่างเทคนิคท้องถิ่นในการซ่อมบำรุงระบบในพื้นที่ห่างไกล	● ส่งเสริมการฝึกอบรมวิธีบำรุงดูแลรักษาระบบให้ผู้ใช้งานและวิธีการซ่อมบำรุงให้กับช่างเทคนิคท้องถิ่น

9.3.4 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการประหยัดพลังงานในภาคอาคารบ้านพักอาศัย และอุตสาหกรรม

- การออกแบบบ้านอยู่อาศัยที่ประหยัดพลังงาน
- อาคารพาณิชย์
- อุตสาหกรรม
- การผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วมโดยก๊าซธรรมชาติ (CHP)

ตารางที่ 9.3-4 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการประหยัดพลังงานในอาคาร บ้านพักอาศัย อุตสาหกรรม**และ**การผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติ (CHP)

การออกแบบบ้านอยู่อาศัยที่ประหยัดพลังงาน	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
1. ด้านเทคนิค (Technical) • การออกแบบบ้านส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงการประหยัดพลังงานเป็นหลัก แต่ออกแบบเพื่อความสวยงามและสะดวกสบายด้วยการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า (Active design) มากกว่าที่จะเป็นการออกแบบบ้านอยู่สบายตามหลักธรรมชาติ (Passive design) • ผู้ออกแบบขาดความรู้ในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคาร (Building energy analysis) เพื่อช่วยในการออกแบบและปรับปรุงอาคารประหยัดพลังงาน • วัสดุที่ใช้เป็นผนังบ้านและอาคารมีค่ามวลความร้อน (Thermal mass) สูง ทำให้เกิดการสะสมความร้อน	**ระยะสั้น** • เร่งถ่ายทอดองค์ความรู้และส่งเสริมการออกแบบบ้านแบบ Passive design ให้กับสถาปนิก วิศวกร • คัดเลือกและเร่งถ่ายทอดองค์ความรู้ในการใช้ Software ด้าน Building energy analysis เพื่อช่วยในการออกแบบและปรับปรุงอาคารประหยัดพลังงาน • ส่งเสริมการใช้วัสดุก่อสร้างบ้านที่มีความเป็นฉนวนความร้อนสูงและมีค่ามวลความร้อน (Thermal mass) ต่ำ • จัดทำฐานข้อมูลและคู่มือการเลือกวัสดุก่อสร้างที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย **ระยะยาว** • บรรจุหลักสูตรที่เน้นการออกแบบบ้านแบบ Passive designในสถาบันการศึกษาที่มีการเรียนการสอนด้านสถาปัตยกรรมศาสตร์ • วิจัยและพัฒนาวัสดุที่มีความเป็นฉนวนความร้อนสูงและมีค่า Thermal mass ต่ำ และมีคุณสมบัติอื่นๆ ที่เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นผนังบ้านและอาคารเช่น ความแข็งแรง การป้องกันการลามและติดไฟ การป้องกันการแทรกซึมของน้ำ และอายุการใช้งานยาวนาน เป็นต้น
2. ด้านตลาด (Market) • ราคาวัสดุก่อสร้างบ้านและอาคารที่มีคุณสมบัติที่ดีมีราคาสูง ทำให้มีการใช้จำกัด	**ระยะสั้น** • รัฐมีนโยบายและร่วมมือกับสถาบันการเงินเปิดโครงการเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำระยะยาว

การออกแบบบ้านอยู่อาศัยที่ประหยัดพลังงาน	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
เฉพาะกลุ่มประชาชนที่มีฐานะการเงินที่ดี	ให้กับประชาชนที่สร้างหรือซื้อบ้านที่ออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยอาจใช้ฉลากพลังงานเป็นเกณฑ์ ● ทำให้มีความแตกต่างระหว่างบ้านใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพกับบ้านที่ใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ เช่นการทำฉลากประหยัดพลังงาน **ระยะยาว** ● รัฐเป็นตัวกลางในการสร้างความร่วมมือกับกลุ่มอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง กลุ่มอุตสาหกรรมบ้านจัดสรร และสถาปนิก วิศวกร ส่งเสริมและสร้างการแข่งขันการผลิตและใช้วัสดุก่อสร้างบ้านและอาคารประหยัดพลังงาน ซึ่งเมื่อเกิดการแข่งขันและมีการผลิตจำนวนมาก (Mass production) จะทำให้ราคาลดลงตามธรรมชาติของการตลาด
3. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulatory) ● รัฐยังไม่มีกฎหมายและข้อบังคับเกี่ยวกับเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของบ้านอยู่อาศัย และวัสดุก่อสร้าง ● การสร้างเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำที่เข้มข้นและเข้มงวดอาจส่งผลกระทบต่อผู้มีรายได้น้อยเนื่องจากราคาบ้านจะมีมูลค่าสูง	**ระยะสั้น** ● กำหนดเกณฑ์มาตรฐานและฉลากประสิทธิภาพพลังงานของบ้านอยู่อาศัย และวัสดุก่อสร้าง ● รัฐสร้างมาตรการจูงใจในการส่งเสริมการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน **ระยะยาว** ● ปรับปรุงเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของบ้านอยู่อาศัย และวัสดุก่อสร้างอย่างต่อเนื่องอย่างน้อยทุกๆ 5 ปีตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการออกแบบบ้านและอาคาร
4. ด้านหน่วยงาน (Institutional) ● การประสานงานระหว่างหน่วยงานของรัฐที่มีอำนาจหน้าที่ในการตรากฎหมายกำหนดมาตรการการเพิ่มประสิทธิพลังงานกับหน่วยงานที่มีอำนาจในการออก	**ระยะสั้น** ● จัดประชุมปฏิบัติการระหว่างหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องเพื่อบูรณาการอำนาจและหน้าที่ พร้อมกับสร้างแผนยุทธศาสตร์ระยะยาว (อาจแบ่งแผนตามระยะเวลาช่วงละ

การออกแบบบ้านอยู่อาศัยที่ประหยัดพลังงาน	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
ใบอนุญาตปลูกสร้างบ้านอยู่อาศัยยังไม่ดีเท่าที่ควร	5 ปี) ที่หน่วยงานของรัฐจะทำงานประสานกันได้อย่างราบรื่นในการส่งเสริมการออกแบบบ้านและอาคารประหยัดพลังงาน **ระยะยาว** ● ให้ทุกหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องกำกับควบคุมผลสัมฤทธิ์ของการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแผนฯ
5. ด้านการเงินและการลงทุน (Financial) ● การใช้เทคโนโลยีไม่ว่าด้านวัสดุ หรือการใช้ Building energy analysis software จะทำให้ต้นทุนการก่อสร้างบ้านสูงขึ้น และกระทบโดยตรงต่อผู้ซื้อหรือสร้างบ้าน	**ระยะสั้น** ● ต้นทุนที่สูงขึ้นเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การผลักภาระให้ผู้ผลิตอาจไม่เหมาะสม รัฐควรมีนโยบายและร่วมมือกับสถาบันการเงินเปิดโครงการเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำระยะยาวให้กับประชาชนที่สร้างหรือซื้อบ้านที่ออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน ● ต้องมีมาตรการแยกให้เกิดความแตกต่างระหว่างบ้านที่มีและไม่มีประสิทธิภาพทางด้านพลังงาน **ระยะยาว** ● วิจัยและพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่มีต้นทุนต่ำด้วยการใช้เทคโนโลยีในประเทศ ● สนับสนุนเงินทุนกู้ยืมให้กับกลุ่มอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างเพื่อผลิตวัสดุก่อสร้างที่ช่วยประหยัดพลังงาน ● ส่งเสริมการใช้วัสดุก่อสร้างที่ช่วยประหยัดพลังงาน และกระตุ้นให้เกิดระบบการจัดจำหน่ายที่มีการแข่งขันอย่างเป็นธรรม
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) ● การประชาสัมพันธ์ด้านการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานยังไม่กว้างขวาง และไม่ต่อเนื่อง ● ผู้ซื้อบ้านยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับประสิทธิภาพการใช้พลังงานของบ้านเท่าที่ควร	**ระยะสั้น** ● จัดประชุมสัมมนาวิชาการด้านเทคโนโลยีการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานโดยเน้นกลุ่มเป้าหมายได้แก่ สถาปนิก วิศวกร ผู้ผลิตวัสดุก่อสร้าง นักวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ทางอาคาร และกลุ่มอุตสาหกรรมบ้านและที่ดิน

การออกแบบบ้านอยู่อาศัยที่ประหยัดพลังงาน	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
	• ประชาสัมพันธ์ด้านเทคโนโลยีการออกแบบอาคารต่อประชาชนทุกระดับทางสื่อทุกรูปแบบอย่างต่อเนื่อง • สร้างความตระหนั กเรื่องประสิทธิภาพการใช้พลังงานของบ้านอยู่อาศัย

อาคารพาณิชย์	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
1. ด้านเทคนิค (Technical) • ส่วนใหญ่ยังต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ยกเว้นระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็ก ที่มีความพร้อมทางด้านเทคนิคสามารถผลิตเองในประเทศ	**ระยะสั้น** • กำหนดนโยบายเชิงบังคับเรื่องการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศให้กับหน่วยงานรัฐหรือเอกชนภายในประเทศ เพื่อให้สามารถพัฒนาและผลิตได้เองในอนาคต และ/หรือใช้กลยุทธ์ส่งเสริมการลงทุนร่วมกับเจ้าของเทคโนโลยีเมื่อมีการซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศ **ระยะยาว** • ใช้เทคโนโลยีผสมผสานที่เหมาะสม ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยให้เกิดการผลิตอุปกรณ์ ระบบกรอบอาคารที่ช่วยในการประหยัดพลังงานในประเทศมากยิ่งขึ้น • กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ประหยัดพลังงานและกรอบอาคารให้มีความหลากหลายมากขึ้น รวมทั้งมีการปรับปรุง พัฒนามาตรฐานดังกล่าวนี้ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น
2. ด้านตลาด (Market) • อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงมีราคาค่อนข้างสูง	**ระยะสั้น** • สนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำและลดหย่อนภาษีการนำเข้าอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง • สนับสนุนทางอ้อมเช่น เช่น การติดฉลากประสิทธิภาพ เพื่อแยกแยะอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดีออกจากอุปกรณ์ทั่วไป

อาคารพาณิชย์	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
	ระยะยาว ● ส่งเสริมให้มีการใช้วัสดุอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน ที่สามารถผลิตหรือหาได้ในประเทศมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นการลดต้นทุน ลดการนำเข้าจากต่างประเทศ
3. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulatory) ● การบังคับใช้ พรบ. การอนุรักษ์พลังงานฯ ยังไม่ทั่วถึงและยังไม่มีการลงโทษกันอย่างจริงจัง	**ระยะสั้น** ● ใช้บทลงโทษตามกฎหมายอย่างจริงจังกับอาคารที่ไม่ดำเนินการตามกฎหมายและ/หรืองดให้การช่วยเหลือทางด้านการเงิน เป็นต้น **ระยะยาว** ● บังคับใช้ Building Code และติดฉลากอาคารประหยัดพลังงาน
4. ด้านหน่วยงาน (Institutional) ● การประสานงานกับหน่วยงานรัฐ เช่น กระทรวงพลังงาน ในโครงการประหยัดพลังงาน ยังมีขั้นตอนที่ยุ่งยากและล่าช้า	**ระยะสั้น** ● สร้างความเข้าใจระหว่างหน่วยงานและวางแผนดำเนินการให้สอดคล้องกัน เพื่อให้บรรลุผลในการประหยัดพลังงาน **ระยะยาว** ● สนับสนุนให้มีองค์กรประสานงานระหว่างภาครัฐ เอกชน และหน่วยงาน DSM ของรัฐเพื่อให้ดำเนินกิจกรรมทางด้านประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. ด้านการเงินและการลงทุน (Financial) ● มาตรการปรับปรุงเพื่อการประหยัดพลังงานในอาคาร ต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง ดังนั้นอาคารส่วนใหญ่จะเลือกดำเนินการ เฉพาะมาตรการที่ลงทุนน้อยก่อน เพื่อหลีกเลี่ยงภาระความเสี่ยง	**ระยะสั้น** ● สนับสนุนหรือช่วยเหลือทางด้านการเงิน เช่น สนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ ยกเว้นภาษีหรือมีการลดภาษีอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงที่ต้องมีการนำเข้า **ระยะยาว** ● สนับสนุนการใช้บริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) เพื่อลดความเสี่ยงในการลงทุนโดย

อาคารพาณิชย์	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
	สถานประกอบการเอง
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) • ประชาชนผู้ใช้อาคาร โดยทั่วไปยังขาดความตระหนัก จิตสำนึกและการมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานในอาคาร	**ระยะสั้น** • ประชาสัมพันธ์เรื่องการอนุรักษ์พลังงานรวมทั้งการสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานของบุคลากรในอาคาร และประชาชนให้ทราบอย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง **ระยะยาว** • การจัดฝึกอบรม สนับสนุนให้มีหลักสูตรการสร้างวินัยและจิตสำนึกให้แก่เยาวชนในการมีส่วนร่วมและตระหนักถึงคุณค่าของการอนุรักษ์พลังงาน

อุตสาหกรรม	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
1. ด้านเทคนิค (Technical) ● เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานหลายประเภทยังต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศ	● สนับสนุนให้เกิดการวิจัยพัฒนา เทคโนโลยีประหยัดพลังงานในประเทศจนถึงขั้นผลิตอุปกรณ์ในเชิงพาณิชย์ได้เอง ● กำหนดมาตรการในการจูงใจเพื่อให้เกิดความร่วมมือในการพัฒนาอุปกรณ์ต่างๆ ระหว่างบริษัทต่างประเทศ และผู้ประกอบการของไทย
2. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulatory) ● ยังไม่มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานด้านประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ ทำให้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพต่ำยังมีอยู่ในตลาดเป็นจำนวนมาก	**ระยะสั้น** ● เผยแพร่ให้ความรู้ในเรื่องของอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงโดยเฉพาะในเรื่องความคุ้มทุน เพื่อให้ผู้ซื้อได้รับทราบถึงข้อดีและประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ● เร่งทำการติดฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอุปกรณ์ที่มีการใช้แพร่หลาย และอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานสูง **ระยะยาว** ● กำหนด มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำของอุปกรณ์ (MEPS) และควรให้มีการติดฉลาก(Labeling) เพื่อแสดงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่างๆ
3. ด้านตลาด (Market) ● เนื่องจากอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานสูงมักจะมีราคาสูง จึงอาจจะทำให้ไม่เป็นที่แพร่หลายในตลาด และมีการใช้ในวงแคบๆ ในขณะที่อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพต่ำยังมีอยู่มากในตลาด	**ระยะสั้น** ● สนับสนุนหรือช่วยเหลือทางด้านการเงิน เช่น สนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ ยกเว้นภาษีหรือมีการลดภาษีอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงที่ต้องมีการนำเข้า **ระยะยาว** ● เร่งกำหนดมาตรฐานด้านประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์เพื่อควบคุมไม่ให้มีการนำสินค้าที่มีประสิทธิภาพพลังงานต่ำเข้ามาในประเทศ

อุตสาหกรรม	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา/แนวทางส่งเสริม**
4. ด้านหน่วยงาน (Institutional) ● ขาดหน่วยงานที่จะเป็นผู้รับผิดชอบในการกำหนดและตรวจสอบ ประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีความคล่องตัวและมีพันธกิจที่ชัดเจน	**ระยะสั้น** ● ผลักดันให้มีองค์กรมหาชน ทำหน้าที่ในการผลักดันมาตรการ DSM อย่างครบวงจร **ระยะยาว** ● สนับสนุนการทำงานของหน่วยงาน DSM ให้มีความเข้มแข็ง
5. ด้านการเงินและการลงทุน (Financial) ● เนื่องจากราคาของอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงมักจะมีราคาสูง ถึงแม้ว่าเมื่อใช้แล้วจะส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานก็อาจจะยังไม่ได้รับการยอมรับเท่าที่ควร	**ระยะสั้น** ● สนับสนุนหรือช่วยเหลือทางด้านการเงิน เช่น สนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ ยกเว้นภาษีหรือมีการลดภาษีอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงที่ต้องมีการนำเข้า **ระยะยาว** ● สนับสนุนการใช้ธุรกิจจัดการพลังงาน (ESCO) ซึ่งจะสามารถช่วยเหลือในการลงทุนของโรงงาน อีกทั้งเป็นการลดความเสี่ยงในการลงทุนของโรงงานด้วย
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) ● บุคลากรในอุตสาหกรรมยังขาดความรู้ในเรื่องของอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง และยังขาดความตระหนักและจิตสำนึกและการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงาน	**ระยะสั้น** ● ประชาสัมพันธ์เรื่องอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานสูงในการอนุรักษ์พลังงานให้มีความแพร่หลาย รวมถึงการสร้างจิตสำนึกของบุคลากรในโรงงาน ในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ช่วยอนุรักษ์พลังงาน **ระยะยาว** ● เร่งผลักดันให้โครงการที่มุ่งสร้างจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงานสำหรับเด็กนักเรียนเกิดผลอย่างจริงจัง เพื่อสร้างความตระหนักให้แก่เยาวชนของไทยในรุ่นถัดไป

การผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติ (CHP)	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา**
1. ด้านเทคนิค (Technical) ● ระบบท่อก๊าซมีระยะทางที่จำกัดมาก (เพียง 350 กม. เท่านั้น) โครงการ CHP ที่มีศักยภาพต้องเสียโอกาส โดยเฉพาะภาคอาคารพาณิชย์ ● จำนวนชั่วโมงการทำงานของ CHP ต่อปีของบางอาคารมีน้อย ทำให้ระยะเวลาการคืนทุนนาน	**ระยะสั้น** ● ให้ ปตท. เร่งรัดการขยายท่อก๊าซให้กว้างขวาง ซึ่งอาจต้องอาศัยการสนับสนุนด้านเทคนิคและการบริหารจัดการจากต่างประเทศ ในการพัฒนาขีดความสามารถ ● สนับสนุนให้มีการศึกษา Scheme สำหรับระบบ CHP ในภาคอุตสาหกรรมและอาคารแต่และประเภทที่มีชั่วโมงการทำงานของระบบ CHP ที่เหมาะสมและคุ้มค่า ● กำหนดมาตรฐานทางเทคนิคของระบบ CHP ในประเทศ
2. ด้านตลาด (Market) ● สัดส่วนราคาไฟฟ้าต่อราคาก๊าซยังไม่จูงใจเพียงพอต่อการดำเนินการด้าน CHP ● ขาดกลไกทางการตลาดที่ให้ผลตอบแทนหรือรางวัลสำหรับกำลังการผลิตไฟฟ้า ● ขาดกลไกทางการตลาดที่ ให้ผลตอบแทนหรือรางวัลสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าที่สามารถลดการปล่อยมลพิษ	**ระยะสั้น** ● กำหนดสัดส่วนราคาไฟฟ้าต่อราคาก๊าซให้จูงใจต่อการเลือกใช้ระบบ CHP (สูงกว่า 3) ● ให้ผลตอบแทนหรือรางวัลสำหรับผู้ประกอบการภาคโรงงาน และอาคารที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าที่สามารถลดความต้องการไฟฟ้าจาก กฟผ. ● ให้ผลตอบแทนหรือรางวัลสำหรับผู้ผลิตไฟฟ้า/ความร้อน ที่สามารถลดการปล่อยมลพิษเมื่อเทียบกับการผลิตไฟฟ้า/ความร้อนแบบเดิม ● นำ Externality cost อันเกิดจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาร่วมพิจารณาในการคิดต้นทุนการผลิตไฟฟ้า **ระยะยาว** ● ศึกษาวิจัยและส่งเสริมการตลาดภาคการผลิตไฟฟ้ารายย่อย เพื่อเป็นระบบเสริมให้กับระบบผลิตไฟฟ้าแบบรวมศูนย์

การผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติ (CHP)	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา**
3. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulation) ● ขาดนิยามของระบบ CHP ที่เหมาะสมที่สามารถใช้ได้กับทั้งภาคอุตสาหกรรมและอาคาร ● ขั้นตอนการขออนุญาตผลิตไฟฟ้ายุ่งยากและใช้เวลานาน การเจรจาระหว่างการไฟฟ้า/ปตท. กับผู้ประกอบการมักเป็นเฉพาะราย ซึ่งเป็นต้นเหตุการเสียเวลาและเสียโอกาสสำหรับกรณีผู้ประกอบการ CHP ที่มีศักยภาพสูง ● ขาดมาตรการทางภาษีที่เอื้ออำนวยต่อระบบ CHP	**ระยะสั้น** ● กำหนดนิยามของระบบ CHP ให้ชัดเจน เช่น กำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำของระบบและจำนวนชั่วโมงขั้นต่ำในการใช้งาน เพื่อให้เจ้าของระบบ CHP ที่แท้จริงได้รับการส่งเสริมด้านราคาก๊าซ ● ปรับปรุงขั้นตอนการขอสัมปทานให้เจ้าของระบบ CHP สามารถขายไฟฟ้าส่วนเกินเข้า grid ได้ ในลักษณะเป็นข้อตกลงการซื้อขายมาตรฐานหรือ “Negotiated agreements” ซึ่งข้อตกลงนี้สามารถนำไปใช้ได้กับผู้ประกอบการ รายอื่นที่มีลักษณะกิจการคล้ายคลึงกันเพื่อลดเวลาการเจรจาในแต่ละราย หรือใช้กลไก Buy Back Rate ● สร้างแรงจูงใจให้กับภาคเอกชน โดยให้มีมาตรการทั้งด้านภาษี และด้านการเงิน และสร้างระบบประกันความเสี่ยงภายนอกให้แก่ภาคเอกชนเป็นระยะเวลาที่นานเพียงพอ **ระยะยาว** ● ศึกษาและวิจัยด้านการปรับโครงสร้างทางกฎหมายให้การใช้ระบบ CHP จากก๊าซธรรมชาติเป็นทางเลือกด้านการจัดการพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานที่อนุญาตให้สร้างขึ้นใหม่
4. ด้านหน่วยงาน (Institutional) ● ขาดข้อตกลงที่เป็นมาตรฐานร่วมกัน ระหว่างผู้ประกอบการ CHP ผู้ประกอบการให้บริการประหยัดพลังงาน (ESCO) การไฟฟ้า ปตท. และผู้กำหนดนโยบายพลังงานภาครัฐ เพื่อผลักดันให้ใช้ระบบ CHP ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงอย่างเป็นรูปธรรม	**ระยะสั้น** ● กระทรวงพลังงานควรสร้างกลไกให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น กฟผ. กฟน. กฟภ. ปตท. ผู้ประกอบกิจการการให้บริการประหยัดพลังงาน ผู้ประกอบกิจการ CHP และนักวิชาการ เป็นคณะกรรมการกลางเพื่อสร้างข้อตกลงและกำกับดูแลกิจการ CHP ที่เป็นธรรม **ระยะยาว** ● สนับสนุนให้จัดตั้งสมาคมผู้ประกอบการ CHP

การผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติ (CHP)	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา**
5. ด้านการเงินและการลงทุน (Financial) ● ปัจจุบันโครงการ CHP มักไม่คุ้มทุนเนื่องจากโครงการ CHP ได้รับการสนับสนุนเฉพาะกรณีที่เป็น VSPP (ส่วน SPP ได้รับการสนับสนุนเฉพาะกรณีที่ CHP ใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง) และเจ้าของโครงการ CHP ซื้อก๊าซราคาพิเศษได้เฉพาะส่วนที่ใช้ผลิตไฟฟ้าร่วมเท่านั้น นอกจากนี้ไฟฟ้าส่วนเกินที่ผลิตได้ยังไม่สามารถขายให้การไฟฟ้าได้ ● ขาดทางเลือกการลงทุนเพื่อใช้เทคโนโลยี CHP ที่เหมาะสม บนพื้นฐานการวิเคราะห์ข้อมูลทางเทคนิคของผู้ประกอบการโรงงานหรืออาคารแต่ละประเภท ● ค่าเชื่อมต่อระบบไฟฟ้ามักรวมค่าใช้จ่ายในส่วนลึกเข้าไปในระบบด้วยเหตุผลความมั่นคงของระบบหรือเหตุผลอื่นๆของการไฟฟ้า ● ค่าธรรมเนียมไฟฟ้าสำรอง (Back-up charge) กำหนดในอัตราที่สูงเกินไป	**ระยะสั้น** ● กำหนดให้โครงการ CHP ที่ดำเนินการตามข้อกำหนด (ดูหัวข้ออุปสรรคด้านคำนิยามของ CHP) สามารถซื้อก๊าซในราคา CHP เพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม ● รัฐควรมีมาตรการและนโยบายที่ชัดเจน โดยเฉพาะทางด้านระบบสัมปทานและระบบรับซื้อ อย่างไรก็ตาม ควรมีการกำหนดระยะเวลาของแต่ละมาตรการ เพื่อให้เกิดการพัฒนาและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในระยะยาว ● ให้ใช้แนวทางการคิดค่าเชื่อมต่อแบบ Shallow cost ซึ่งแนวทางนี้ผู้ประกอบการลงทุนจนถึงจุดเชื่อมต่อเท่านั้น ● มาตรฐานการเชื่อมต่อกับระบบจะต้องอยู่ในระดับพอเหมาะ ไม่มากเกินไปจนเกิดค่าใช้จ่ายที่สูงเกินเหตุ ● ปรับเปลี่ยนค่าธรรมเนียมไฟฟ้าสำรองให้คิดตามปริมาณที่ใช้
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) ● ผู้ประกอบการขาดความตระหนักถึงประโยชน์ของระบบ CHP	**ระยะสั้น** ● สร้างความเข้าใจให้กลุ่มเป้าหมายเข้าใจถึงประโยชน์เชิงเศรษฐกิจของการผลิตไฟฟ้า/ความร้อนร่วม รวมทั้งให้ทราบถึงประโยชน์ในเชิงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และผลดีต่อสิ่งแวดล้อม **ระยะยาว** ● พัฒนาระบบข้อมูลให้ประชาชนและประชาคมท้องถิ่นเข้าถึงได้มากขึ้น เพื่อสร้างความเข้าใจให้ผู้ประกอบการเป้าหมาย ● พัฒนาบุคลากรทั้งภาคการศึกษาของรัฐ เอกชน และชุมชน ให้มีทักษะและความรู้ในการวางระบบ CHP ทั้งที่ใช้กับอาคารและอุตสาหกรรม

9.3.5 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการประหยัดพลังงาน/ทดแทนน้ำมันในภาคขนส่ง

- NGV
- แก๊สโซฮอล์
- ไบโอดีเซล
- รถยนต์ไฮบริด

ตารางที่ 9.3-5 ปัญหา/อุปสรรคและข้อเสนอมาตรการในการส่งเสริมการประหยัดพลังงาน/ทดแทนน้ำมันในภาคขนส่ง

NGV	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา**
1. ด้านเทคนิค	
• โครงสร้างพื้นฐานของระบบท่อส่งก๊าซมีจำกัดเพียงพื้นที่รอบนอกของกรุงเทพมหานครและตามแนวท่อก๊าซที่มุ่งเน้นเขตอุตสาหกรรมเป็นหลัก ทำให้มีพื้นที่ให้บริการเชื้อเพลิงจำกัด เนื่องจากมีสถานีเติมก๊าซน้อย	• พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและเพิ่มสถานีเติมก๊าซให้เพียงพอและครอบคลุมพื้นที่บริการได้อย่างกว้างขวาง โดยวางแผนการจัดทำโครงข่ายสถานีเติมก๊าซให้บูรณาการกับโครงการวางท่อก๊าซเพื่อ CHP ในอุตสาหกรรม เพื่อทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากการลงทุนวางแนวท่อก๊าซและเป็นการลดต้นทุน
• ยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ที่ใช้ในการดัดแปลงเครื่องยนต์ • ขาดแคลนช่างเทคนิคที่มีทักษะในการดัดแปลงและซ่อมบำรุงเครื่องยนต์ใช้ก๊าซ NGV ได้อย่างมีมาตรฐาน	• กำหนดมาตรฐานการดัดแปลงเครื่องยนต์ NGV โดยครอบคลุมการติดตั้ง การบำรุงรักษาเครื่องยนต์ และความปลอดภัย รวมถึงการให้ความรู้และอบรมช่างฝีมือให้ได้มาตรฐานเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้รถยนต์ NGV โดยเฉพาะการจัดทำโครงการส่งเสริมร่วมกับศูนย์บริการของบริษัทผู้ผลิตรถยนต์
• คุณภาพของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติที่ใช้กับยานยนต์ยังไม่ได้มาตรฐานตามสากล (โดยเฉพาะก๊าซที่ใช้กับรถยนต์ที่เป็นแบบ Dedicated Vehicle ที่นำเข้าจากต่างประเทศ)	• ควบคุมคุณภาพและจัดทำมาตรฐานของเชื้อเพลิง CNG ที่ใช้กับยานยนต์ กำหนดค่าความแปรปรวนที่เหมาะสมในระดับที่ยอมรับได้ (ที่จะรับประกันว่าไม่มีผลกระทบต่อเครื่องยนต์ในระยะยาว) ขณะเดียวกันก็ไม่เป็นภาระต่อต้นทุนการผลิตก๊าซที่สูงเกินไป • ควรให้มีการศึกษาผลกระทบต่ออายุการใช้งานและการทำงานของเครื่องยนต์แบบ Dedicated ที่นำเข้าจากต่างประเทศเมื่อใช้กับก๊าซธรรมชาติตามคุณภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของไทยเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหา

NGV	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา**
• เทคโนโลยี Duel Fuel (DDF) สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลยังมีข้อบกพร่องทางเทคนิคมากมาย เช่นมีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำ มีการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศในอัตราที่สูง และมีความปลอดภัยในการใช้งานต่ำ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเครื่องยนต์ทำงานที่รอบช้า) ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวยังไม่ได้รับการแนะนำจากผู้ผลิตรถยนต์ให้นำมาใช้งานจริง	• ควรมีโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี DDF ร่วมกันระหว่างบริษัท ปตท. จำกัด หน่วยงานการศึกษา และบริษัทรถยนต์เพื่อแก้ไขข้อจำกัดทางเทคนิคของเทคโนโลยีดังกล่าว
• น้ำหนักถังกักเก็บก๊าซธรรมชาติต่อน้ำหนักรถยนต์มีค่าสูง (โดยเฉพาะรถยนต์ส่วนบุคคลขนาดเล็ก) โดยถังที่มีน้ำหนักเบายังมีราคาสูงมาก	• ควรมีโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาถังที่มีน้ำหนักเบาให้มีราคาถูก และสามารถผลิตเพื่อใช้งานในระดับอุตสาหกรรมได้
2. ด้านตลาด • ราคาของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติต่ำกว่าเชื้อเพลิงคู่แข่งสำคัญคือ LPG ไม่มากพอ (เพียง 33% เมื่อคิดราคาตามมูลค่าความร้อน)	• รัฐบาลควรกำหนดราคา LPG ให้สะท้อนราคาจริงโดยไม่ให้มีการอุดหนุนด้านราคา (แต่ไม่ควรกำหนดราคา LPG ออกเป็น 2 ตลาดคือราคา LPG สำหรับภาคการขนส่งและราคา LPG สำหรับภาคครัวเรือน เพราะยากแก่การควบคุมในทางปฏิบัติ)
• จำนวนสถานีเติมก๊าซในปัจจุบันยังมีจำนวนจำกัด และไม่ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ	• เพิ่มสถานีเติมก๊าซให้เพียงพอและครอบคลุมพื้นที่บริการ โดยวางแผนการจัดทำโครงข่ายสถานีเติมก๊าซให้บูรณาการกับโครงการวางท่อก๊าซเพื่อ CHP ในอุตสาหกรรมดังที่กล่าวไว้ในมาตรการเพื่อแก้ไขปัญหาทางเทคนิค
3. ด้านหน่วยงาน (Institutional) • ขาดความร่วมมือระหว่างองค์กรต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง • ขาดความร่วมมือจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ในการให้คำแนะนำการดัดแปลงเครื่องยนต์อย่างเป็นทางการ	• สร้างความร่วมมือระหว่างองค์กรต่างๆ รวมถึงบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง
4. ด้านการเงิน	

NGV	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา**
• งบประมาณที่ใช้ในการลงทุนสร้างโครงสร้างพื้นฐานการให้บริการรถยนต์ NGV สูงมาก (รวมงบประมาณสำหรับการขยายแนวท่อส่งก๊าซ การปรับปรุงคุณภาพก๊าซธรรมชาติ การจัดการและดำเนินการของสถานีเติมก๊าซ การขนส่งก๊าซ) • เงินลงทุนเพื่อดัดแปลงเครื่องยนต์เป็น NGV สูงกว่าการดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อใช้เชื้อเพลิง LPG ถึง 3-4 เท่า	• วางแผนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและสถานีเติมก๊าซอย่างเหมาะสม โดยวางแผนควบคู่และบูรณาการกับการใช้ก๊าซของระบบ CHP • ควรให้การอุดหนุนในรูปของเงินกู้เพื่อดัดแปลงเครื่องยนต์เป็น NGV (ดังที่บริษัท ปตท. จำกัดกำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน)
5. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulation) • ขาดกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยสำหรับลานจอดรถก๊าซธรรมชาติในพื้นที่ภายในอาคาร (Indoor) ที่มีการถ่ายเทอากาศจำกัด • ขาดกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัยในกรณีเกิดอุบัติเหตุโดยเฉพาะแรงระเบิดจากก๊าซ และความเสี่ยงจากไฟไหม้อันเนื่องมาจากความเสียหายจากการชนและทำให้อุปกรณ์ชำรุด	• ควรออกกฎหมาย/ข้อกำหนดสำหรับลานจอดรถก๊าซธรรมชาติจำนวนมากที่อยู่ภายในอาคาร (Indoor) ที่ไม่มีลักษณะเปิดโล่ง ซึ่งจะต้องกำหนดให้มีการถ่ายเทของอากาศได้เพียงพอแม้ว่าก๊าซธรรมชาติจะเบากว่าอากาศทำให้ลอยขึ้นสูงมีโอกาสติดไฟน้อยก็ตาม • ควรออกกฎหมายเพื่อกำหนดมาตรฐานที่สำคัญ 2 ประการคือ ประการแรกความแข็งแรงและทนทานของระบบส่งเชื้อเพลิง CNG (Fuel Supply System) ทั้งระบบ และคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ ประการที่ 2 ความแข็งแรงของโครงสร้างถัง CNG • ควรออกกฎหมายว่าด้วยมาตรฐานการทดสอบอุปกรณ์ระบบส่งเชื้อเพลิง และการทดสอบถังเชื้อเพลิง
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) • ขาดการให้ข้อมูลวิธีการบำรุง ดูแลรักษารถยนต์และที่สำคัญคือ ความปลอดภัยของถังเชื้อเพลิงในระยะยาวที่สำคัญ	• ให้ข้อมูลวิธีการบำรุง ดูแลรักษารถยนต์และความปลอดภัยของถังเชื้อเพลิงในจุดที่สำคัญต่อสมรรถนะและความปลอดภัยในระยะยาว เช่นต้องมีการทดสอบสภาพของถังเชื้อเพลิงทุก 5 ปี และการเพิ่มความแข็งของบ่าวาล์ว เป็นต้น

แก๊สโซฮอล์	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา**
1. ด้านเทคนิค • การผลิตน้ำมันแก๊สโซฮอล์ของโรงกลั่นน้ำมัน (ในกรณีของการผลิตแก๊ซโซฮอล์ E10 (ในเบนซิน91) และในกรณีที่ต้องการเพิ่มสัดส่วนการผสมเอทานอลจาก E10 เป็น E20) มีปัญหาต้องเปลี่ยนกระบวนการกลั่นเนื่องจากค่าออกเทนจากการกลั่นสูงเกินไป • การสึกหรอและอายุการใช้งานที่สั้นลงของชิ้นส่วนในยานยนต์บางรุ่นเนื่องจากใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (ในกรณีของ E10 (ในเบนซิน91) และ E20 (ในเบนซิน95)) โดยเฉพาะเครื่องยนต์ที่ใช้คาบูเรเตอร์ ประมาณการว่าจะมีรถจักรยานยนต์ที่จะได้รับผลกระทบประมาณ 20 ล้านคันทั่วประเทศ ที่ต้องปรับเปลี่ยนคาบูเรเตอร์	• มาตรการในการให้ความช่วยเหลือกลุ่มยานยนต์ที่ได้รับผลกระทบจากการใช้แก๊สโซฮอล์ โดยให้การช่วยเหลือปรับปรุงชิ้นส่วนเครื่องยนต์ของรถจักรยานยนต์และรถยนต์โดยเฉพาะชิ้นส่วนของระบบส่งเชื้อเพลิง (Fuel System) ที่สัมผัสกับน้ำมันแก๊สโซฮอล์ ที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนเอทานอลในน้ำมัน
2. ด้านตลาด • ผู้ใช้รถยนต์จำนวนหนึ่ง ยังไม่มั่นใจผลกระทบของแก๊สโซฮอล์ต่อรถยนต์ แม้ว่ามีผู้หันมาใช้แก๊สโซฮอล์เป็นจำนวนมากขึ้นในระยะหลังนี้ก็ตาม • มีการแย่งชิงการใช้วัตถุดิบเพื่อผลิตเป็นอาหารและผลิตเป็นเอทานอลทำให้ต้นทุนการผลิตเอทานอลมีความแปรปรวนสูงมาก และทำให้อุปทานไม่แน่นอน • มีการแย่งชิงโมลาสเพื่อผลิตเป็นสุราและผลิตเป็นเอทานอล ซึ่งราคาเอทานอลไม่สามารถแข่งขันได้	• ประชาสัมพันธ์ ด้วยข้อมูลด้านเทคนิคที่ชัดเจน เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับผู้ใช้รถยนต์ • ผู้ประกอบการที่ผลิตเอทานอลควรเป็นรายเดียวกับผู้ผลิตน้ำตาลหรือแป้งมันสำปะหลังโดยที่กระบวนการผลิตของเชื้อเพลิงและอาหารควรบูรณาการอยู่ภายในระบบเดียวกัน เพื่อให้มีความยืดหยุ่นในการผลิตที่ทำให้ต้นทุนโดยรวมต่ำสุด (Optimization)
3. ด้านการเงิน • ราคาของเอทานอลที่ผลิตได้ในประเทศแพงกว่าราคาเอทานอลในตลาดโลก • ราคาวัตถุดิบที่ใช้เพื่อผลิตเอทานอลไม่มีความสัมพันธ์กับความผันแปรของราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก ทำให้รัฐไม่สามารถใช้นโยบายการตั้งราคารับซื้อของเอทานอลให้สัมพันธ์กับราคาของน้ำมันดิบได้	• รัฐบาลตั้งอัตราภาษีที่เก็บจากอาหารและเอทานอลปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ของราคาอาหารและเอทานอลในตลาดโลก เพื่อปรับสมดุลระหว่างปริมาณผลผลิตของผลิตภัณฑ์ทั้งสองให้มีความเหมาะสมกับความต้องการใช้ของตลาดภายในประเทศ

แก๊สโซฮอล์	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา**
• การลงทุนตั้งโรงงานเอทานอลต้องใช้เงินลงทุนสูง และต้องเป็นโรงงานที่มีกำลังการผลิตขนาดใหญ่ จึงจะมีความประหยัดในขนาด (economy of scale) มากพอ	• วางแผนส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ร่วมกับโรงกลั่นน้ำมัน และผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยกำหนดเป้าหมายของปีที่จะมีการดำเนินการปรับเปลี่ยนสัดส่วนเอทานอลในน้ำมันที่ต่างไปจากเดิม
4. ด้านหน่วยงาน (Institutional) • หน่วยงานของกระทรวงอุตสาหกรรมซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้กำหนดราคาจำหน่ายน้ำตาลในแต่ละฤดูกาล และการแบ่งสันผลประโยชน์ระหว่างเกษตรกรและโรงงานน้ำตาลมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาราคาน้ำตาลตกต่ำ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการใช้อ้อยเพื่อผลิตเป็นเอทานอล เนื่องจากทำให้โครงสร้างการแบ่งผลประโยชน์เปลี่ยนแปลงไป หากมีการนำอ้อยมาผลิตเป็นเอทานอลโดยตรงแทนโมลาส	• ต้องมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างด้านราคาน้ำตาล และแบ่งสรรผลประโยชน์ระหว่างเกษตรกรและโรงงานเสียใหม่เพื่อให้สามารถผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยสดโดยตรงได้แทนที่จะผลิตจากโมลาสอย่างเดียว
5. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulation) • ปัจจุบันการกำหนดค่าความดัน (Reid Vapor Pressure; RVP) สำหรับเอทานอลที่จัดจำหน่ายตามสถานีบริการยังไม่สอดคล้องกับกระบวนการผลิตของแก๊สโซฮอล์ที่ผลิตได้จริงเนื่องจากค่า RVP ยังไม่ได้รับการแก้ไข ยังคงเป็นค่าเก่าของการผลิตน้ำมันเบนซิน ทำให้ค่า Emission ในปัจจุบันสูงกว่าข้อกำหนดการควบคุมมลภาวะทางอากาศของกรมควบคุมมลพิษ	• ควรมีการทบทวนปรับปรุงมาตรฐานของค่า Volatility ของเอทานอล E10 เสียใหม่ให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตของโรงกลั่น เนื่องจาก Base Crude Oil ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจำเป็นต้องใช้ผลิตเพื่อส่งออกน้ำมันเบนซินบางส่วนทำให้ไม่สามารถปรับค่า Volatility ให้ต่ำลงได้
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) • ผู้ใช้ยานยนต์รุ่นเก่า (โดยเฉพาะที่ใช้คาบูเรเตอร์) ไม่มีข้อมูลที่ทำให้แน่ใจได้ว่ารถยนต์รุ่นใดสามารถใช้แก๊สโซฮอล์เป็นเชื้อเพลิงได้	• ร่วมมือกับบริษัทผู้ผลิตหรือมหาวิทยาลัยทำการทดสอบการกัดกร่อนของชิ้นส่วนยานยนต์จากการใช้แก๊สโซฮอล์เพื่อสร้างคู่มือการบำรุงรักษาเพื่อให้ทราบอายุของชิ้นส่วนว่าต้องเปลี่ยนเมื่อใด

ไบโอดีเซล	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา**
1. ด้านเทคนิค • ปริมาณการผลิตพืชน้ำมันของประเทศมีเพียงพอเฉพาะเพื่อการบริโภคเท่านั้น ยังไม่มีผลผลิตส่วนเกินจากการบริโภคเพื่อนำมาผลิตไบโอดีเซล (ปัจจุบันสามารถทดแทนน้ำมันดีเซลได้เพียง 1% เท่านั้น) • คุณภาพของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตได้จากหลายแห่งในประเทศยังไม่ได้มาตรฐานที่จะใช้ในยานยนต์เนื่องจากขาดการควบคุมคุณภาพ • ยังไม่มีการแยกมาตรฐานของน้ำมันไบโอดีเซลสำหรับยานยนต์ในภาคขนส่งกับมาตรฐานสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลรอบช้าที่ใช้ในเครื่องจักรกลการเกษตร การเกษตร (ปัจจุบันรัฐได้ออกมาตรฐานไบโอดีเซลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแล้ว)	• เพิ่มผลผลิตพืชน้ำมันในประเทศให้เพียงพอต่อการนำไปผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล โดยเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่และขยายพื้นที่เพาะปลูก ในกรณีของสบู่ดำควรเร่งทำงานวิจัยด้าน GMO เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ให้มีน้ำมันมากขึ้น • กำหนดมาตรฐานของน้ำมันไบโอดีเซลเพื่อใช้ประโยชน์เป็น 2 มาตรฐานคือมาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซลที่ใช้ในรถยนต์ (High Speed Engine) เพื่อทดแทนน้ำมันดีเซลในภาคขนส่งของประเทศ และอีกมาตรฐานหนึ่งคือน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตจากชุมชนต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์เองในชุมชน เช่น ใช้กับเครื่องยนต์รอบช้า (Low Speed Engine) (ปัจจุบันรัฐได้ออกมาตรฐานไบโอดีเซลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแล้ว)
2. ด้านตลาด • วัตถุดิบไม่เพียงพอต่อการผลิตไบโอดีเซล • ยังไม่ทราบชัดเจนถึงต้นทุนและผลผลิตของสบู่ดำว่าให้ผลตอบแทนเพียงพอที่จะแข่งขันเพื่อจูงใจเกษตรกรให้มาปลูกสบู่ดำแทนพืชผลการเกษตรชนิดอื่น • การรวบรวมน้ำมันพืชที่ใช้แล้วยังทำได้ยาก เพราะปัจจุบันมีการใช้น้ำมันพืชที่ใช้แล้วไปจำหน่ายเพื่อบริโภคซ้ำ และมีอยู่อย่างกระจัดกระจาย	• พัฒนาสายพันธุ์ให้มีผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นวิธี GMO หรือไม่ใช่ก็ได้ • ควรออกกฎหมายบังคับห้ามนำน้ำมันที่ใช้แล้วนำไปจำหน่ายซ้ำ • ควรมีการจัดตั้งจุดรับซื้อน้ำมันพืชใช้แล้วให้กระจายไปตามชุมชนต่างๆ

ไบโอดีเซล	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา**
3. ด้านการเงิน • ต้นทุนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลยังมีราคาสูงกว่าน้ำมันดีเซลธรรมดา	• รับประกันราคาซื้อขั้นต่ำของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตในประเทศโดยสร้างกลไกอุดหนุนหรือประกันราคาที่ผลิตให้แก่ผู้ลงทุนโรงงานผลิตและเกษตรกรผู้ปลูกวัตถุดิบให้มีความจูงใจอย่างเพียงพอ (ปัจจุบันยังไม่มีประเทศใดในโลกที่สามารถผลิตไบโอดีเซลเชิงพานิชย์ได้โดยไม่มีการอุดหนุนราคา)
4. ด้านหน่วยงาน (Institutional) • กระทรวงเกษตรฯ กระทรวงพานิชย์ กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ กระทรวงการคลัง และกระทรวงพลังงาน ต่างฝ่ายต่างดำเนินการคู่ขนานกันไปอย่างไม่มีเจ้าภาพ หรือจุดร่วมแบบบูรณาการอย่างแท้จริง	• จัดหน่วยงานกลางเพื่อประสานการดำเนินงานให้สอดคล้องกัน เช่นการกำหนดผู้รับผิดชอบการกำหนดมาตรฐานไบโอดีเซลประเภทต่าง ๆ การควบคุมการผลิตและจัดจำหน่าย การกำหนดระบบภาษี ฯลฯ
5. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulation) • การกำหนดมาตรฐานไบโอดีเซลโดยกระทรวงพานิชย์เป็นมาตรฐานที่เหมาะสมกับการใช้ในยานยนต์ทั่วไป ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงไม่เหมาะที่จะให้เกษตรกรหรือชุมชนผลิตเพื่อใช้เอง_(ปัจจุบันรัฐได้ออกมาตรฐานไบโอดีเซลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแล้ว)	• กำหนดมาตรฐานน้ำมันไบโอดีเซลเป็น 2 มาตรฐานคือสำหรับยานยนต์ทั่วไป และสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรรอบช้าที่ใช้ในชนบท (ปัจจุบันรัฐได้ออกมาตรฐานไบโอดีเซลสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรแล้ว)
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) • การประชาสัมพันธ์ในปัจจุบันเป็นการพูดเกินจริงถึงความสามารถในการจัดหาน้ำมันไบโอดีเซลว่ามีมากพอและต้นทุนต่ำ	• ควรประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนทราบถึงข้อเท็จจริงว่าโครงการไบโอดีเซลในปัจจุบันเป็นเพียงโครงการสาธิต และมีต้นทุนการผลิตสูง การประหยัดพลังงานและเลือกใช้รถยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงและใช้เครื่องยนต์ให้มีขนาดเหมาะสมกับงานเป็นสิ่งที่ดีที่สุด

รถยนต์ไฮบริด	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา**
1. ด้านเทคนิค ● เทคโนโลยีทั้งหมดอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศ	● ส่งเสริมให้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตรถยนต์ประสิทธิภาพสูง
2. ด้านตลาด ● ภาษีนำเข้ารถยนต์ทุกประเภทจากต่างประเทศสูงมาก	● ควรมีการแบ่งแยกภาษีของรถยนต์ประสิทธิภาพสูงโดยเฉพาะรถไฮบริดให้ได้รับการยกเว้นภาษีเป็นพิเศษ
3. ด้านการเงิน ● รถไฮบริดมีต้นทุนสูงกว่ารถยนต์รุ่นเดียวกันประมาณ 20% ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาคืนทุนนานถึง 8-10 ปี	● อุดหนุนภาษีรถยนต์ รวมถึงการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิต
4. ด้านหน่วยงาน (Institutional) ● ยังไม่มีการกำหนดนโยบายรถไฮบริด และรถยนต์ประสิทธิภาพสูงให้เป็นนโยบายแห่งชาติเพื่อลดการใช้พลังงาน	● ควรให้ BOI ส่งเสริมการผลิตรถไฮบริดไฟฟ้าในประเทศไทยเพื่อให้มีต้นทุนต่ำลง รวมถึงให้มีการประสานงานกับกรมสรรพสามิตรเพื่อลดภาษีวัตถุดิบนำเข้า และภาษีจัดจำหน่าย
5. ด้านกฎหมายและข้อบังคับ (Legal/Regulation) ● ยังไม่มีกฎหมายรองรับเพื่อสนับสนุนให้มีการใช้รถไฮบริด และรถยนต์ประสิทธิภาพสูงอย่างแพร่หลาย	● รัฐควรมีการวิจัยและศึกษาเชิงนโยบายเพื่อกำหนดให้การลดความต้องการใช้พลังงาน (Demand Side Management) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการลดการพึ่งพาน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคการขนส่ง ซึ่งโดยปรกติแล้วการจัดการแบบ Demand Side Management จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากกว่าการจัดการแบบ Supply Side Management

รถยนต์ไฮบริด	
ปัญหา/อุปสรรค	**มาตรการแก้ไขปัญหา**
• ยังไม่มีการกำหนดนโยบายและข้อบังคับของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขั้นต่ำของรถยนต์ รวมถึงการจัดทำฉลากประหยัดพลังงาน (ฉลากเบอร์ 5) ของรถยนต์	• จัดตั้งสำนักงานลดความต้องการใช้พลังงาน (Demand Side Management) เพื่อจัดทำฉลากประหยัดพลังงานและค่าความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงขั้นต่ำที่ยอมให้ผลิตได้ ซึ่งจะทำงานแบบครบวงจรตั้งแต่การกำหนดมาตรฐาน การให้ความรู้และประชาสัมพันธ์
6. ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) • รถไฮบริดเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่มากยังไม่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย • ปัจจุบันรถยนต์ที่จำหน่ายในประเทศไทยไม่มีการแจ้งข้อมูลอัตราการสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร และข้อมูลเหล่านี้หาได้ยากมากทำให้ผู้บริโภคไม่สามารถเปรียบเทียบได้ว่ารถประเภทใดสิ้นเปลืองพลังงานมากน้อยเพียงใด	• เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับการเลือกใช้รถยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งรถไฮบริดเป็นทางเลือกของเทคโนโลยีใหม่ที่มีแนวโน้มว่าจะสำคัญมากในอนาคต • ออกกฎหมายบังคับให้บริษัทผู้ผลิตและจำหน่ายรถยนต์ทุกรุ่นต้องแจ้งอัตราสิ้นเปลืองของเชื้อเพลิงเป็นสองค่าคือ ที่ความเร็วต่ำ (ขับในเมือง) และที่ความเร็วสูง (ขับนอกเมือง) เช่นเดียวกันกับที่หน่วยงาน EPA ของสหรัฐดำเนินการ

9.4 การบูรณาการและสังเคราะห์มาตรการเชิงนโยบาย

จากการวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคของพลังงานแต่ละประเภท ผนวกกับบทเรียนที่ผ่านมาในการใช้มาตรการต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ คณะผู้วิจัย ได้ทำการสังเคราะห์มาตรการเชิงนโยบายเพื่อการส่งเสริมการใช้พลังงาน โดยครอบคลุมมาตรการทั้งด้านเทคนิค (Technical) ด้านตลาด (Market) ด้านข้อกฎหมาย ระเบียบ และข้อบังคับ (Legal/regulatory) ด้านหน่วยงานหรือสถาบัน (Institutional) ด้านการเงินและการลงทุน (Finance) และด้านการรับรู้ข้อมูลและการให้ความรู้ (Information/awareness/education) โดยแต่ละด้านมีข้อเสนอมาตรการเพื่อแก้ปัญหาทั้งระยะสั้นและระยะยาว และนำเสนอในรูปของตารางบูรณาการเพื่อแสดงให้เห็นมาตรการร่วมระหว่างพลังงานสาขาต่าง ๆ ส่วนมาตรการที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละประเภทพลังงานถูกจัดให้อยู่ในมาตรการเฉพาะสาขา ดังแสดงในตารางที่ 9.4.1 สำหรับการบูรณาการและวิเคราะห์มาตรการเชิงนโยบายด้านพลังงานหมุนเวียน และตารางที่ 9.4.2 สำหรับการบูรณาการและวิเคราะห์มาตรการเชิงนโยบายด้านประหยัดพลังงาน

9.4.1 มาตรการร่วมที่สำคัญกรณีการส่งเสริมพลังงานหมุนเวียน

9.4.1.1 ด้านเทคนิค

ปัญหา/อุปสรรคร่วมที่สำคัญประการหนึ่งของการใช้เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนอย่างแพร่หลายคือ ความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีและผลิตอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องภายในประเทศไม่ว่าจะเป็นด้านพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตเชื้อเพลิง หรือพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า (ชีวมวล ก๊าซชีวภาพและขยะ) ก็ตาม ดังนั้น การแก้ปัญหาด้วยการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการฝึกอบรมบุคลากร จึงเป็นแนวทางที่สำคัญ ทั้งนี้เทคโนโลยีสำคัญสำหรับการผลิตเชื้อเพลิง ได้แก่ เทคโนโลยีการพัฒนาสายพันธุ์พืชที่ดีและผลผลิตสูง เทคโนโลยีกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงเชิงอุตสาหกรรม ส่วนด้านการผลิตไฟฟ้าเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมอุปกรณ์ภายในประเทศ ดังนั้น มาตรการหลักจึงได้แก่

- *<u>นโยบายเชิงบังคับเรื่องการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ในกรณีที่มีการซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศ</u>* เพื่อให้เกิดกลไกการสร้างองค์ความรู้และสามารถพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการแข่งขัน ซึ่งอาจดำเนินการในรูปแบบของการร่วมทุนกับผู้ขายเทคโนโลยี การมีส่วนร่วมในการออกแบบระบบ เป็นต้น โดยเฉพาะกรณีที่ได้รับการส่งเสริมจาก BOI
- *<u>การส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วน/อุปกรณ์ส่วนควบของระบบพลังงานต่างๆ ภายในประเทศ</u>* เช่น การกำหนดสัดส่วน local content ขั้นต่ำ การกำหนดมาตรฐานและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการทดสอบ/ตรวจสอบเพื่อรองรับการพัฒนาคุณภาพของอุตสาหกรรมการผลิตภายในประเทศ

9.4.1.2 ด้านตลาด

เนื่องจากต้นทุนที่สูง ไม่ว่าจะเป็นการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนหรือการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวล เมื่อเทียบกับพลังงานดั้งเดิม (Conventional) ทำให้การขยายตลาดมีข้อจำกัด จึงจำเป็นต้องมีมาตรการจูงใจจากภาครัฐ ซึ่งได้แก่ มาตรการการรับซื้อไฟฟ้าที่จูงใจสำหรับพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า ส่วนด้านการผลิตเชื้อเพลิงนั้น ประเด็นสำคัญ คือ นโยบายการรับซื้อเชื้อเพลิงที่ผลิตได้ในราคาคุ้มทุนแก่ผู้ผลิตที่ยังไม่ชัดเจน โดยสรุปมาตรการร่วมที่สำคัญคือ

- *นโยบายการรับซื้อไฟฟ้าในราคาที่จูงใจผู้ลงทุน (Feed-in tariffs)* ซึ่งเป็นนโยบายที่ใช้ได้กับพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตไฟฟ้าทุกสาขาและเป็นมาตรการที่สามารถแก้ไขปัญหาด้านต้นทุนสูงและสร้างความเชื่อมั่นในการลงทุนได้ในระยะยาว

9.4.1.3 ด้านข้อกฎหมาย ระเบียบ และข้อบังคับ

ปัญหาส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า โดยเฉพาะการเชื่อมต่อกับระบบสายส่งไฟฟ้าซึ่งมีกฎระเบียบต่าง ๆ ที่ยังไม่เอื้อต่อการขายไฟฟ้าที่ผลิตโดยผู้ผลิตรายย่อย นอกจากนี้ การบังคับใช้กฎหมายสิ่งแวดล้อมที่ยังไม่จริงจังเท่าที่ควรทำให้การใช้พลังงานหมุนเวียนในบางสาขายังไม่จูงใจเท่าที่ควร เช่น การใช้ก๊าซชีวภาพ เป็นต้น โดยสรุปมาตรการแก้ปัญหาที่เป็นมาตรการร่วมที่สำคัญ ได้แก่

- *ปรับปรุงมาตรฐานการเชื่อมต่อและกฎระเบียบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเอื้อต่อการเชื่อมต่อระบบของผู้ผลิตไฟฟ้ารายย่อย* ที่ใช้พลังงานหมุนเวียนทุกสาขา เพื่อแก้ไขปัญหาความยุ่งยากในการเชื่อมต่อเข้า grid และให้ความเป็นธรรมแก่ผู้ขายไฟฟ้า

9.4.1.4 ด้านหน่วยงาน (Institutional)

ปัญหาและอุปสรรคร่วมที่ชัดเจนประการหนึ่งสำหรับพลังงานหมุนเวียนด้านการผลิตเชื้อเพลิงและด้านการผลิตความร้อนและไฟฟ้าก็คือ การประสานงานระหว่างหน่วยงาน/องค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องยังไม่ราบรื่น ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดมาตรฐานหรือราคา ฯลฯ การสร้างความเข้าใจและการวางแผนการดำเนินงานของหน่วยงานจึงเป็นเรื่องสำคัญ ดังนั้น มาตรการแก้ปัญหาด้านหน่วยงานที่สำคัญได้แก่

- *การสร้างความเข้าใจระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและวางแผนดำเนินการ (Roadmap/action plan) ให้สอดคล้องกันและมีเป้าหมายเดียวกัน*

9.4.1.5 ด้านการเงินและการลงทุน

ปัญหาหลักของการผลิตเชื้อเพลิงและการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนคือ ต้นทุนที่สูง โดยเฉพาะกรณีที่ต้องใช้วัตถุดิบประเภทชีวมวล ซึ่งราคาได้ปรับตัวสูงขึ้นมาก อันเป็นผลโดยตรงจากการใช้พลังงานหมุนเวียนมากขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีมาตรการจัดการด้านราคาวัตถุดิบและ/หรือการรับประกันราคาซื้อเชื้อเพลิงที่เป็นผลผลิตเพื่อสร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้ลงทุน ส่วนด้านการผลิตความร้อนและไฟฟ้านั้น อุปสรรคด้านการเงินที่สำคัญคือ แหล่งเงินทุน ซึ่งสถาบันการเงินผู้ให้สินเชื่อแก่ผู้ลงทุนด้านพลังงานหมุนเวียนมักไม่คุ้นเคยหรือไม่เชื่อมั่นในเทคโนโลยี รวมทั้งความไม่เชื่อมั่นในเรื่องความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ (อันเนื่องมาจากต้นทุนวัตถุดิบ ฯลฯ) ดังนั้น มาตรการร่วมที่นำเสนอจึงเป็นมาตรการสร้างความเชื่อมั่นด้านการลงทุน ซึ่งได้แก่

- *<u>กำหนดกลไกการจัดการด้านราคาขายของวัตถุดิบ</u>* (ชีวมวลเพื่อผลิตไฟฟ้าและเชื้อเพลิง) *<u>และราคาซื้อของผลผลิต</u>* ไม่ว่าจะเป็น ไฟฟ้า เอทานอล หรือไบโอดีเซล ให้เป็นธรรมและสอดคล้องกับความเป็นจริง

9.4.1.6 ด้านการรับรู้ข้อมูลและการให้ความรู้

ปัญหาด้านการรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องยังไม่ทั่วถึงเกิดขึ้นกับทั้งกรณีผู้ลงทุน (เช่น การรับรู้ข้อมูลทางเทคนิค แหล่งเงินทุน ฯลฯ) และประชาชนผู้ใช้ผลผลิต โดยเฉพาะด้านเชื้อเพลิงชีวภาพ ซึ่งยังขาดการรับรู้ข้อเท็จจริงและความตระหนักในผลดีของพลังงานหมุนเวียนที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น มาตรการร่วมด้านการรับรู้ข้อมูลและการให้ความรู้ที่สำคัญคือ

- *<u>การประชาสัมพันธ์อย่างทั่วถึงและต่อเนื่องให้ประชาชนมีความเข้าใจ และตระหนักถึงแนวคิดในการช่วยเหลือประเทศชาติด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม</u>* จนถึงขั้นปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภค มาตรการนี้เป็นมาตรการสำหรับพลังงานหมุนเวียนทุกสาขา

ตารางที่ 9.4-1 การบูรณาการและสังเคราะห์มาตรการเชิงนโยบายด้านพลังงานหมุนเวียน

		พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตเชื้อเพลิง		พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า					
		เอทานอล	*ไบโอดีเซล*	*ชีวมวล*	*ก๊าซชีวภาพ*	*ขยะ*	*พลังลม*	*พลังน้ำ*	*แสงอาทิตย์*
ด้านเทคนิค	มาตรการร่วม	นโยบายเชิงบังคับเรื่องการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศและการส่งเสริมการผลิตอุปกรณ์ภายในประเทศ							
		เร่งถ่ายทอดและฝึกอบรมการจัดการการเพาะปลูกเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่			เร่งถ่ายทอดและฝึกอบรมบุคลากรในการดูแลระบบการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ				
		สนับสนุนให้เกิดเทคโนโลยีในประเทศ แบบครบวงจร							
		พัฒนาสายพันธุ์ที่ดีและให้ผลผลิตสูง							
					สนับสนุนการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง ต้นทุนต่ำ				
							พัฒนาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วน/ส่วนควบ ภายในประเทศ กำหนดมาตรฐาน/การทดสอบ		
	มาตรการเฉพาะ						ส่งเสริมการรวบรวมข้อมูลลมในประเทศไทย	ปรับปรุงประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าพลังน้ำ	ส่งเสริมการพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยี

		พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตเชื้อเพลิง		พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า					
		เอทานอล	*ไบโอดีเซล*	*ชีวมวล*	*ก๊าซชีวภาพ*	*ขยะ*	*พลังลม*	*พลังน้ำ*	*แสงอาทิตย์*
การตลาด	มาตรการร่วม	นโยบายการรับซื้อไฟฟ้า (Feed-in tariffs) ในราคาที่จูงใจผู้ลงทุน							
		นโยบายที่ชัดเจนด้านราคาวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์							
		แผนสมดุลย์ด้านพลังงานและอาหาร แบบครบวงจรตั้งแต่วัตถุดิบ จนถึงผลิตภัณฑ์							
	มาตรการเฉพาะ	กำหนดนโยบายส่งออกเอทานอลที่ชัดเจน	กำหนดมาตรฐาน ไบโอดีเซล สำหรับรถยนต์และเครื่องยนต์		สร้างแรงจูงใจให้เลือกใช้เทคโนโลยีในประเทศ	ส่งเสริมตลาดการใช้เชื้อเพลิงที่ผลิตได้จากขยะ	สนับสนุนและสาธิตระบบในพื้นที่ที่มีศักยภาพ	ส่งเสริมตลาด กังหันน้ำภายในประเทศ	
ด้านกฎหมายและข้อบังคับ	มาตรการร่วม			ข้อกำหนดการเชื่อมต่อและกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเอื้อต่อการต่อไฟฟ้าเข้าระบบ และลงทุนต่ำ (มาตรการนี้ใช้ในระบบ CHP ด้วย)					
					บังคับใช้กฎหมายสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจัง				
	มาตรการเฉพาะ					กำหนดระเบียบค่าใช้จ่ายขั้นต่ำของการกำจัดขยะ		จัดสรรรายได้จากการขายไฟส่วนหนึ่งให้แก่ชุมชน	
								จัดทำข้อตกลงด้านกรรมสิทธิ์การถือครองและสิทธิ์การใช้น้ำให้ชัดเจน	

		พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตเชื้อเพลิง		พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า					
		เอทานอล	*ไบโอดีเซล*	*ชีวมวล*	*ก๊าซชีวภาพ*	*ขยะ*	*พลังลม*	*พลังน้ำ*	*แสงอาทิตย์*
ด้านหน่วยงาน	มาตรการร่วม	สร้างความเข้าใจระหว่างหน่วยงานและวางแผนดำเนินการให้สอดคล้องและมีเป้าหมายเดียวกัน							
	มาตรการเฉพาะ			กำหนดบทบาทของแต่ละหน่วยงานให้ชัดเจน	จัดตั้งหน่วยงานให้คำปรึกษาด้านการบริหารจัดการ/ลงทุน	มอบหมายหน่วยงานรับผิดชอบเรื่องการผลิตพลังงานจากขยะให้ชัดเจน	พัฒนาความเข้มแข็งขององค์กรด้านการวิจัย	พัฒนาบทบาทแกนกลางประสานผลประโยชน์กลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย	
ด้านการเงินและการลงทุน	มาตรการร่วม	กำหนดนโยบายด้านราคาวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ให้ชัดเจน							
				เผยแพร่ข้อมูลด้านการลงทุนการผลิตพลังงานชีวภาพเพื่อสร้างความเชื่อมั่นเพียงพอในการให้สินเชื่อ					
				ส่งเสริมเทคโนโลยีใหม่ ๆ และมีระบบสาธิตเพื่อสร้างความเชื่อมั่น					
	มาตรการเฉพาะ							กำหนดนโยบายที่ชัดเจน ด้านระบบสัมปทานและรับซื้อ	
ด้านการรับทราบข้อมูลและการให้ความรู้	มาตรการร่วม	ประชาสัมพันธ์ให้ทั่วถึงและต่อเนื่องเพื่อสร้างความเข้าใจแก่ประชาชนอย่างถ่องแท้ ทั้งแนวคิดในการช่วยเหลือประเทศชาติในการใช้พลังงานทดแทนและการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม							
				รณรงค์และสร้างจิตสำนึกทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องและจริงจัง					
	มาตรการเฉพาะ							พัฒนาบุคลากร ให้มีทักษะและความรู้ในการวางระบบและดูแลรักษา	

9.4.2 มาตรการร่วมที่สำคัญกรณีการส่งเสริมการประหยัดพลังงาน

9.4.2.1 ด้านเทคนิค

มาตรการที่พิจารณาในงานวิจัยนี้ครอบคลุมทั้งด้านการขนส่งและด้านบ้านพักอาศัย อาคารและอุตสาหกรรม ทางด้านขนส่งนั้นปัญหาหลักทางเทคนิคเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการใช้ NGV และไบโอดีเซลซึ่งยังมีปัญหาทั้งเทคนิคในการดัดแปลงเครื่องยนต์ (Dual fuel) และอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ NGV ซึ่งยังไม่สามารถผลิตได้เองภายในประเทศ ทำให้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ รวมทั้งการควบคุมคุณภาพและมาตรฐานของเชื้อเพลิงสำหรับ CNG และไบโอดีเซล ส่วนปัญหาด้านบ้านพักอาศัย อาคารและอุตสาหกรรมคือ ความไม่พร้อมของอุตสาหกรรมในประเทศในการพัฒนาและผลิตอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูง ดังนั้น มาตรการร่วมที่เสนอแนะ ได้แก่

- *<u>การส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ในกรณีซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศและการถ่ายทอดองค์ความรู้/เทคโนโลยีจากแหล่งความรู้ภายในประเทศสู่ผู้ประกอบการ</u>* อาทิ การออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เป็นต้น
- *<u>การส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์/ผลิตภัณฑ์ประหยัดพลังงานภายในประเทศ</u>* เช่น การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำของวัสดุอุปกรณ์ และการส่งเสริมการวิจัยพัฒนาร่วมกับภาคเอกชน ซึ่งครอบคลุมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในบ้านพักอาศัย อาคารพาณิชย์และอุตสาหกรรม

9.4.2.2 ด้านตลาด

การส่งเสริมให้มีการใช้อุปกรณ์/เครื่องใช้/เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงอย่างแพร่หลายเป็นมาตรการประหยัดพลังงงานที่มีศักยภาพสูง ทั้งในภาคบ้านพักอาศัย อาคารและอุตสาหกรรม ซึ่งต้องอาศัยการขยายตลาดของผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นหลัก แนวทางการขยายตลาดนั้น มีทั้งการส่งเสริมด้านอุปทานและอุปสงค์ การส่งเสริมด้านอุปทาน ได้แก่ การสนับสนุนผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ให้สามารถผลิตได้ในราคาถูกลง ส่วนการสนับสนุนด้านอุปสงค์ ได้แก่ การสนับสนุนให้ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์มีทางเลือก (เช่น การติดฉลากประหยัดพลังงาน) และการจูงใจซื้อด้วยมาตรการทางการเงิน เป็นต้น ดังนั้น มาตรการร่วมที่เสนอจึงได้แก่

- *<u>การจัดให้มีโครงการเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำที่มีความต่อเนื่องในระยะยาว</u>* (แทนที่จะเป็นโครงการเฉพาะกิจ) เพื่อสร้างแรงจูงใจด้านตลาดและการลงทุน และ
- *<u>การกำหนดให้มีการติดฉลากประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์/เครื่องใช้</u>* เพื่อให้ผู้บริโภคมีทางเลือกและเกิดความตระหนักด้านการประหยัดพลังงาน ทั้งนี้เป็นการขยายขอบเขตงานที่ดำเนินการอยู่เดิม โดยเพิ่มรายการอุปกรณ์ที่ติดฉลาก และยกระดับมาตรฐานของอุปกรณ์ที่ติดฉลากอยู่แล้ว

9.4.2.3 ด้านข้อกฎหมาย ระเบียบ และข้อบังคับ

ปัญหาด้านข้อกฎหมาย ระเบียบ และข้อบังคับด้านการประหยัดพลังงานส่วนใหญ่เป็นเรื่องการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานและฉลากประสิทธิภาพพลังงานที่ไม่ครอบคลุมเท่าที่ควร และยังขาดการบังคับใช้โดยเฉพาะมาตรฐานประสิทธิภาพขั้นต่ำ ดังนั้น มาตรการร่วมที่เสนอ คือ

- *การกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำด้านประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์/เครื่องใช้ที่จำหน่ายในตลาด และการบังคับให้ติดฉลากประสิทธิภาพพลังงาน* ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์/เครื่องใช้ในบ้านพักอาศัย อาคารพาณิชย์หรืออุตสาหกรรม (ทำนองเดียวกับมาตรการด้านตลาด)

9.4.2.4 ด้านการเงินและการลงทุน

สืบเนื่องจากปัญหาที่ผู้ประกอบการในภาคอาคารและอุตสาหกรรมมักไม่มั่นใจในเรื่องศักยภาพการประหยัดพลังงานที่มีการประเมินไว้ทั้งในแง่เทคโนโลยีและในแง่การคืนทุนในระยะเวลาอันสมควร ทำให้เริ่มหันมาให้ความสนใจกับบริการของธุรกิจการจัดการพลังงาน (ESSO) แต่เนื่องจาก ESCO เองก็ยังไม่เป็นที่คุ้นเคย จึงทำให้ความเชื่อมั่นใน ESCO ก็ไม่มากเช่นกัน ดังนั้น ข้อเสนอที่สำคัญทางด้านการเงินและการลงทุนจึง ได้แก่

- *การส่งเสริมธุรกิจจัดการพลังงาน (Energy Services Company - ESCO)* เพื่อให้เป็นกลไกลดความเสี่ยงในการลงทุนของผู้ประกอบการทั้งในภาคอาคารและภาคอุตสาหกรรม

9.4.2.5 ด้านหน่วยงาน

เช่นเดียวกับการดำเนินการส่งเสริมพลังงานหมุนเวียน การส่งเสริมการประหยัดพลังงานเกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงาน โดยเฉพาะด้านกำหนดมาตรฐานและการตรวจสอบ ตลอดจนด้านการเงิน รวมทั้งรูปแบบองค์กร / หน่วยงานที่เหมาะสมในการดำเนินการบางด้าน ดังนั้น มาตรการร่วมที่สำคัญได้แก่

- *การสร้างความเข้าใจระหว่างหน่วยงาน* บูรณาการอำนาจหน้าที่และวางแผนดำเนินการให้สอดคล้องกัน ในกรณีที่เกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงาน ทั้งนี้รวมถึงภาคธุรกิจ/อุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญ ตลอดจนการกำหนดบทบาทหน้าที่และรูปแบบองค์กรที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการด้าน DSM โดยเฉพาะ

9.4.2.6 ด้านการรับรู้ข้อมูล และการให้ความรู้

เนื่องจากข้อมูลด้านการประหยัดพลังงานยังมีการรับรู้อยู่ในวงจำกัดและไม่ต่อเนื่อง การประชาสัมพันธ์จึงเป็นหัวใจหลัก นอกจากนี้เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องอยู่แล้วมีการพัฒนาความรู้เพิ่มขึ้น จึงควรมีการฝึกอบรมและสร้างจิตสำนึกควบคู่ไปด้วย ดังนั้น มาตรการด้านการรับรู้ข้อมูลและการให้ความรู้ที่สำคัญได้แก่

- *การประชาสัมพันธ์เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน*รวมทั้งสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานของบุคลากรที่เกี่ยวกับบ้านพัก อาคาร และโรงงานอย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง ทั้งในรูปของการประชุมสัมมนา การฝึกอบรม และโครงการประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อในวงกว้าง ตลอดจนกิจกรรมอื่นๆ ที่ทำให้ประชาชนมีส่วนร่วม

ตารางที่ 9.4-2 การบูรณาการและสังเคราะห์มาตรการเชิงนโยบายด้านการประหยัดพลังงาน

		การประหยัดพลังงานด้านขนส่ง				การประหยัดพลังงาน			
		ก๊าซธรรมชาติ	*แก๊สโซฮอล์*	*ไบโอดีเซล*	*รถยนต์ไฮบริด*	*บ้านพักอาศัย*	*อาคารพาณิชย์*	*อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง*	*ไฟฟ้า/ความร้อนจากNG*
ด้านเทคนิค	มาตรการร่วม	มาตรการด้านการดัดแปลงเครื่องยนต์ (กำหนดมาตรฐานการดัดแปลงเครื่องยนต์)	มาตรการด้านการดัดแปลงเครื่องยนต์ (ช่วยเหลือกลุ่มยานยนต์ที่ได้รับผลกระทบ)						
		ควบคุมคุณภาพและมาตรฐานของเชื้อเพลิง ควบคุมคุณภาพและมาตรฐานของเชื้อเพลิง							
						สนับสนุนการวิจัยให้เกิดการผลิตอุปกรณ์ ที่ช่วยในการประหยัดพลังงาน และอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงภายในประเทศ			
						ถ่ายทอดองค์ความรู้การออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน	ถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับหน่วยงานรัฐหรือเอกชนภายในประเทศ		
		มาตรการพัฒนาขยายแนวท่อก๊าซและเพิ่มจำนวนสถานีเติมก๊าซ							ขยายท่อก๊าซไปยังพื้นที่ที่มีศักยภาพใช้ CHP
	มาตรการเฉพาะ			เพิ่มผลผลิตพืชน้ำมันในประเทศ	ส่งเสริมให้ประเทศเป็นฐานการผลิต	ส่งเสริมการใช้วัสดุฉนวนความร้อนสูงในการก่อสร้าง	กำหนดมาตรฐานอุปกรณ์กรอบอาคารประหยัดพลังงาน		กำหนดมาตรฐานทางเทคนิคของระบบ CHP
ด้านตลาด	มาตรการร่วม					มาตรการสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำระยะยาว			
					มาตรการฉลากประสิทธิภาพประหยัดพลังงาน				
							สนับสนุนให้ใช้วัสดุอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน และกำหนด มาตรฐานด้านประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์เพื่อควบคุมสินค้าคุณภาพต่ำและเพิ่มความสามารถการผลิตในประเทศ		

		การประหยัดพลังงานด้านขนส่ง				การประหยัดพลังงาน			
		ก๊าซธรรมชาติ	*แก๊สโซฮอล์*	*ไบโอดีเซล*	*รถยนต์ไฮบริด*	*บ้านพักอาศัย*	*อาคารพาณิชย์*	*อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง*	*ไฟฟ้า/ความร้อนจากNG*
ด้านตลาด	มาตรการเฉพาะ	เลิกอุดหนุนราคา LPG		รับประกันราคาซื้อขั้นต่ำของน้ำมันไบโอดีเซลที่ผลิตในประเทศ	ลดภาษีสำหรับต่อทะเบียนรถยนต์ประสิทธิภาพสูง	ส่งเสริมการผลิตและการใช้วัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงาน			กำหนดสัดส่วนราคาไฟฟ้าต่อราคาก๊าซให้จูงใจต่อการใช้ CHP
ด้านกฎหมายและข้อบังคับ	มาตรการร่วม					กำหนดเกณฑ์มาตรฐานและฉลากประสิทธิภาพพลังงานของบ้านพักอาศัย อาคาร วัสดุก่อสร้าง และอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง			
	มาตราการเฉพาะ						มาตรการลงโทษผู้ประกอบการที่ไม่ดำเนินการตามกฎระเบียบ		
ด้านหน่วยงาน	มาตรการร่วม	สร้างความร่วมมือระหว่างองค์กรต่างๆ รวมถึงบริษัทรถยนต์ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง				สร้างความเข้าใจระหว่างหน่วยงานบูรณาการอำนาจและหน้าที่ และวางแผนดำเนินการให้สอดคล้องกัน			
						สนับสนุนการมีองค์กรประสานงานระหว่างภาครัฐและเอกชน หน่วยงาน DSM ของรัฐ			
ด้านการเงินและการลงทุน	มาตรการร่วม		มีนโยบายด้านราคาที่ชัดเจน			สนับสนุนโครงการเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ และโครงการสิทธิประโยชน์ทางภาษีให้มีวงเงินมากขึ้นและดำเนินการให้มีความต่อเนื่องมากขึ้น			
							การส่งเสริมธุรกิจจัดการพลังงาน (ESCO) เพื่อลดความเสี่ยงในการลงทุนของผู้ประกอบการ		
	มาตรการเฉพาะ					ส่งเสริมการใช้วัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงาน และกระตุ้นระบบการแข่งขันอย่างเป็นธรรม			

		การประหยัดพลังงานด้านขนส่ง				การประหยัดพลังงาน			
		ก๊าซธรรมชาติ	*แก๊สโซฮอล์*	*ไบโอดีเซล*	*รถยนต์ไฮบริด*	*บ้านพักอาศัย*	*อาคารพาณิชย์*	*อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง*	*ไฟฟ้า/ความร้อนจากNG*
ด้านรับรู้ข้อมูลและการให้ความรู้	มาตรการร่วม	ประชาสัมพันธ์ข้อมูลด้านเทคนิคที่ชัดเจน เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับผู้ใช้รถยนต์				ประชาสัมพันธ์เรื่องการอนุรักษ์พลังงานรวมทั้งการสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับ บ้านพัก อาคาร และโรงงาน อย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง			
							สนับสนุนโครงการสร้างจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงาน ให้แก่เยาวชน		
	มาตรการเฉพาะ					ประชุมสัมมนาวิชาการโดยเน้นกลุ่มเป้าหมายครอบคลุมทุกภาคส่วน			

9.5 ข้อเสนอแนะมาตรการเชิงนโยบายหลัก

9.5.1 มาตรการเพื่อส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน

เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนโดยทั่วไปมีต้นทุนสูง ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว รัฐจึงต้องกำหนดมาตรการและเครื่องมือเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมให้มีผู้ลงทุน และดำเนินการผลิตไฟฟ้าดังกล่าวอย่างเป็นรูปธรรมโดยที่ไม่เป็นภาระต่องบประมาณของภาครัฐ และ/หรือ ผู้บริโภคมากจนเกินไป จากการสำรวจอย่างกว้างขวางในต่างประเทศพบว่า เครื่องมือเชิงนโยบายที่สำคัญอันหนึ่ง ซึ่งได้ผ่านการพิสูจน์มาจากหลายประเทศและได้รับความนิยมอย่างมากคือ Feed-in tariffs เครื่องมือดังกล่าวเป็นการกำหนดอัตราค่ารับซื้อไฟฟ้าต่อหน่วยเป็นการเฉพาะในช่วงระยะเวลาที่แน่นอน (15-20 ปี) ที่จูงใจให้มีการลงทุนผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน การกำหนด Feed-in tariffs ตั้งอยู่บนพื้นฐานที่ว่า โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน ซึ่งมีต้นทุนสูงนั้น ต้องมีรายได้ที่มั่นคงในระยะยาวจึงจะสามารถแสวงหาแหล่งทุนได้ในราคาที่สมเหตุสมผล เงื่อนไขความสำเร็จที่สำคัญของ Feed-in tariffs คือ การรับประกันราคารับซื้อไฟฟ้าในระยะยาวที่มีกฎหมายรองรับจากการศึกษาประสบการณ์การใช้ Feed-in tariffs ในหลายๆ ประเทศและความพยายามในการนำเสนออัตราค่า Feed-in tariffs ของหลายหน่วยงาน / องค์กรภายในประเทศ คณะผู้วิจัยเห็นว่าประเทศไทยควรนำระบบ Feed-in tariffs มาใช้ เนื่องจากเป็นปัจจัยพื้นฐานในการสร้างความมั่นใจแก่ผู้ลงทุนผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนหลายประเภทได้อย่างยั่งยืนและมั่นคง โดยที่ไม่เป็นภาระด้านค่าใช้จ่ายต่อฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งมากนัก

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในปัจจุบันกระทรวงพลังงานได้มีการ “ขยายระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (VSPP)” เพื่อให้ผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่มีกำลังผลิตติดตั้งไม่เกิน 10 MWe สามารถขายพลังงานไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายได้ในราคาขายปลีก รวมกับค่า Ft (กรณีไม่เกิน 6 MWe) และในราคาขายส่งรวมกับค่า Ft (กรณีเกิน 6 MWe) นอกจากนี้ยังได้กำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้าส่วนเพิ่ม (Adder) ที่ขึ้นอยู่กับประเภทเทคโนโลยี ดังนี้ (ระยะเวลาสนับสนุนคือ 7 ปี)

■ ชีวมวลและก๊าซชีวภาพ	0.30	บาท / kWh
■ พลังน้ำขนาดเล็ก	0.80	บาท / kWh (< 50 kWe)
	0.40	บาท / kWh (> 50 kWe)
■ พลังงานลม	2.50	บาท / kWh
■ ขยะ	2.50	บาท / kWh
■ เซลล์แสงอาทิตย์ (PV)	8.00	บาท / kWh

ในอนาคตอันใกล้ จะมีการปรับปรุงระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (SPP)ด้วย มาตรการดังกล่าวเป็นการสนับสนุนผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมากที่สุดที่เคยมีมา แต่ยังอาจไม่เพียงพอสำหรับเทคโนโลยีบางประเภท ดังตารางการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตจริงกับมาตรการส่งเสริมของรัฐ ดังนี้ (รายละเอียดเงื่อนไขการลงทุนปรากฏในบทที่ 4)

หน่วย : บาท / kWh

เทคโนโลยี	ต้นทุนการผลิตไฟฟ้า	อัตรารับซื้อ (ขายปลีก + Adder)	ความคุ้มทุนภายใต้อัตรารับซื้อที่กำหนด
1. Biomass ■ 1-10 MWe (Back Pressure) ■ 1 – 20 MWe (Condensing)	1.4 – 2.20 2.20 – 3.60	3.50	■ คุ้มทุน ■ อาจไม่คุ้มทุนในกรณีผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว
2. MSW (no tipping fee)	4.25	5.70	■ เหมาะสมถ้ามี tipping fee และขยายเวลารับซื้อไฟฟ้านานกว่า 7 ปี (กรณีโรงเผาขยะขนาด 1,000 ตัน/วัน จะคืนทุนประมาณ 10 ปี ที่ IRR 9.1% อายุโครงการ 25 ปี ดอกเบี้ยเงินกู้ 6%)
3. Wind ■ 250 kWe ■ 1.5 MWe	 8.90 5.95	5.70	■ ไม่คุ้มทุน
4. Small hydro (250 kWe)	2.20	3.60	■ คุ้มทุน
5. PV	12.20	11.20	■ ไม่คุ้มทุน
6. Biogas ■ Pig farm ■ Casava, starch, wastewater	 0.80 1.65* 0.45 2.20*	3.50	■ คุ้มทุน

* เทคโนโลยีต่างประเทศ

ผลการเปรียบเทียบดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า การใช้ "Adder" มีความคุ้มทุนสำหรับชีวมวลและพลังน้ำขนาดเล็กเท่านั้น ส่วนที่เหลือไม่มีความคุ้มทุน เนื่องจากอัตรา Adder ไม่สูงพอและระยะเวลาสนับสนุนสั้นเกินไป อย่างไรก็ตาม การที่จะกำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้าที่คุ้มทุนสำหรับเทคโนโลยีทุกประเภท ก็จะเป็นภาระสำหรับรัฐมากเกินไป โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าใช้เงินกองทุนฯ ดังนั้นจึงเสนอแนะให้มีการปรับปรุงมาตรการ Adder ในโอกาสที่เหมาะสม เช่น เมื่อใช้ไปแล้ว 2 ปี (สำหรับโครงการที่เข้าระบบใหม่) ดังนี้

- ขยายระยะเวลาสนับสนุนโดยใช้ Adders เป็นเวลา 15 ปีขึ้นไป
- ค่ารับซื้อไฟฟ้าส่วนที่เพิ่มขึ้นให้คิดรวมใน Ft เพื่อให้ผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดร่วมรับผิดชอบ

- การกำหนดอัตรารับซื้อให้ยึดหลักการให้ผู้ลงทุนมี IRR ที่เหมาะสม แต่ต้องไม่เกิน Avoided cost ของการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งปัจจุบันคือประมาณ 2.50 บาท/kWh บวกกับ Externality cost ซึ่งจากการศึกษาของโครงการนี้เสนอให้พิจารณา 2 ค่า ดังนี้
  - 0.48 บาท / kWh ถ้าถือว่าไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานหมุนเวียนเป็นการแทนที่ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากลิกไนท์ 100%

โดยหลักการข้างต้น พลังงานหมุนเวียนที่มีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่คำนวณบนพื้นฐานของ IRR ที่เหมาะสมและยอมรับได้ และไม่เกินค่า Avoided cost บวกกับ Externality cost สูงสุด ก็จะได้รับการอุดหนุนจากรัฐ

ทั้งนี้เป็นน่าสังเกตว่า ต้นทุนผลิตไฟฟ้าของไทยต่ำกว่าหลายๆ ประเทศในโลก ซึ่งเป็นเหตุให้ค่า Avoided cost ต่ำ และทำให้พลังงานหมุนเวียนแข่งขันได้ยาก

9.5.2 มาตรการจัดการการใช้พลังงาน (DSM)

9.5.2.1 ความเป็นมา

ราคาของพลังงานที่สูงขึ้น และความมั่นคงทางด้านพลังงานเป็นเหตุให้ประเทศต่างๆในโลกให้ความสนใจกับการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งได้เริ่มมีความตื่นตัวตั้งแต่ช่วงหลังวิกฤตการณ์พลังงานในทศวรรษที่ 70 เป็นต้นมา โดยในระยะต้นๆมักเป็นมาตรการที่ทำโดยภาครัฐเป็นส่วนใหญ่ มีการใช้เงินงบประมาณในการดำเนินการเช่น การสำรวจการใช้พลังงาน (Energy audit) การให้สิทธิประโยชน์ด้านการเงิน การจัดทำมาตรฐานพลังงานขั้นต่ำ และการใช้ฉลากแสดงระดับการใช้พลังงาน เป็นต้น ซึ่งแนวทางนี้ยังคงปรากฏอยู่ในหลายประเทศจนถึงปัจจุบัน

ช่วงทศวรรษที่ 80 ได้มีแนวโน้มใหม่ทางด้านประสิทธิภาพพลังงาน คือการจัดการด้านการใช้พลังงาน (Demand Side Management, DSM) ให้ลดน้อยลงอย่างเป็นรูปธรรม โดยแนวทางนี้เริ่มต้นขึ้นในสหรัฐอเมริกา และได้รับความนิยมแพร่หลายในวงการผู้ผลิตไฟฟ้าในสหรัฐ จนถึงปี 1996 นับเป็นช่วงที่มีการดำเนินการในแนวทางนี้มากที่สุด โดยมีมูลค่าของโครงการรวมถึง 2,600 ล้านเหรียญสหรัฐ ต่อปี หรือประมาณ 1-7% ของรายได้รวมของผู้ผลิตไฟฟ้าแต่ละราย

สำหรับประเทศไทยนั้น นับเป็นประเทศหนึ่งที่ประสบผลสำเร็จอย่างมากในการจัดทำโครงการ DSM โดยหลังจากเริ่มโครงการในปี 1991 นั้น โครงการสามารถลดความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดลงได้กว่า 1,000 MW_e

การปรับโครงสร้างกิจการไฟฟ้าทั่วโลกในปีทศวรรษ 90 ทำให้การสนับสนุนโครงการ DSM ซึ่งแต่เดิมได้รับเงินจากผู้ผลิตไฟฟ้าได้รับความสนใจน้อยลง เนื่องจากหลังจากการปรับโครงสร้างไฟฟ้าทั่วโลกแล้วนั้น ธุรกิจไฟฟ้าถูกแยกออกเป็น การผลิต การส่ง และการจำหน่ายไฟฟ้า ทำให้มาตรการ DSM แบบเดิมไม่ก่อให้เกิดประโยชน์กับผู้ค้าแต่ละรายมากนัก ดังนั้นจึงมีแนวโน้มที่โครงการ DSM นี้จะต้องมาจากฝ่ายผู้ใช้ไฟฟ้ามากขึ้น โดยมักจะเรียกค่าใช้จ่ายส่วนนี้ว่า "ประโยชน์สาธารณะ" (Public Benefits Fund)

สำหรับประเทศไทยนั้น โครงการ DSM ได้ดำเนินการมากว่า 10 ปีแล้ว จึงเป็นเวลาอันสมควรที่จะหันมาทบทวนแนวทางเสียใหม่ โดยมีคำถามที่สำคัญ 3 ประการที่จะต้องพิจารณาได้แก่

1) โครงการ DSM ควรจะได้รับการสนับสนุนด้านการเงินอย่างไร จึงจะสามารถอยู่รอดได้ในระยะยาว
2) ควรจัดให้โครงการ DSM มีลักษณะเป็นแบบที่รัฐให้การสนับสนุนหรือไม่ และ
3) องค์กรที่รับผิดชอบด้าน DSM นี้ควรมีรูปแบบเป็นอย่างไร จึงจะทำงานได้อย่างอิสระและยั่งยืน

9.5.2.2 ประสบการณ์ของประเทศต่าง ๆ

ในปี 2005 ได้มีผลการศึกษาของ Danish Energy Management เกี่ยวกับการจัดองค์กรทางด้าน DSM ของประเทศต่างๆ โดยมุ่งให้ความสนใจใน 5 ประเทศได้แก่ ออสเตรเลีย เดนมาร์ก เกาหลีใต้ สหรัฐอเมริกา และไทย โดยได้วิเคราะห์ถึงรูปแบบการจัดองค์กรด้านไฟฟ้า โครงการทางด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (EE) โครงการด้าน DSM และผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยการคัดเลือกประเทศทั้ง 5 มีเหตุผลดังนี้

- ประเทศเกาหลี และ ไทย เป็นประเทศในเอเชีย ซึ่งรัฐมีนโยบายด้านพลังงานที่ชัดเจน และเคยประสบความสำเร็จในโครงการ EE และ DSM
- ประเทศเดนมาร์กเป็นประเทศในยุโรปที่ประสบความสำเร็จสูงมาก ทั้งทางด้าน EE และ DSM
- ประเทศ สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลียเป็นตัวอย่างของประเทศที่แยกเป็นรัฐต่าง ๆ ที่ต่างมีกฎหมายที่แตกต่างกัน

ผลการศึกษาได้ชี้ถึงข้อเท็จจริงหลายประการเช่น

- **นโยบายที่มีการบูรณาการในระดับประเทศ** จากประสบการณ์ของประเทศเกาหลี พบว่าการที่มีหน่วยงานที่ดูแลเรื่อง DSM อย่างครบวงจรจะช่วยให้การทำงานราบลื่น และมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น ประเทศเกาหลี ซึ่งแม้ว่าจะมีหน่วยงานที่รับผิดชอบอยู่ 2 หน่วยงาน แต่ทั้ง 2 หน่วยงานทำงานไม่ซ้ำซ้อนกัน และมีการแบ่งงานอย่างชัดเจน ทำให้ได้ผลดีดังที่กล่าวมา
- **การแบ่งแยกระหว่าง EE และ DSM** ในหลายประเทศได้แบ่งการทำงานด้าน EE และ DSM ออกจากกันให้หน่วยงานหลายหน่วยงานรับผิดชอบ แยกกันปฏิบัติ ซึ่งมักเกิดจากอดีตที่มีความเป็นมาจากต่างหน่วยงานกัน แต่การแยกกันดังกล่าวพบว่ามักก่อให้เกิดความยุ่งยากในการจัดทำนโยบาย และมาตรการต่างๆทำให้การทำงานเกิดความล่าช้ากว่าที่ควร
- **มาตรการเกี่ยวกับฉลากประหยัดไฟฟ้า และมาตรการใช้พลังงานเป็นมาตรการที่เห็นผลชัดเจน** มาตรการกลุ่มนี้ประกอบด้วย
  - มาตรการใช้พลังงานขั้นต่ำ (Minimum Energy Performance Standard : MEPS) สำหรับอุปกรณ์และเครื่องจักร
  - Building Energy Code หรือข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคาร
  - ฉลากแสดงการใช้พลังงานของอาคาร และเครื่องใช้ต่างๆ
- **การมีหลักเกณฑ์ และแหล่งเงินทุนที่มั่นคง ทำให้โครงการ DSM ประสบความสำเร็จ** การศึกษาได้พบว่าการมีหลักเกณฑ์และที่มาของเงินทุนที่มั่นคงในการดำเนินโครงการ DSM เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้โครงการ DSM ดำเนินไปได้ดี

9.5.2.3 โครงสร้างการดำเนินการที่ใช้ในสหรัฐอเมริกา

ผลการศึกษาจากนักวิจัยหลายท่านเกี่ยวกับโครงสร้างการดำเนินการเรื่อง DSM ในสหรัฐ นั้นพบว่า การปรับโครงสร้างการผลิตไฟฟ้าในทศวรรษที่ 90 ทำให้ผู้ผลิตไฟฟ้าที่แต่เดิมเคยดำเนินกิจการแบบครบวงจรทั้ง ผลิต ส่งจ่าย และขาย ถูกแยกออกจากกัน ทำให้โครงการ DSM ที่เป็นประโยชน์ในภาพรวมนั้น ขาดแหล่งเงินทุนหลักในการดำเนินการ แต่เพื่อรักษาระดับประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าให้ดีอยู่เสมอ จึงมีการจัดตั้งกองทุนที่จะดำเนินการเรื่องการส่งเสริมประสิทธิภาพนี้ ซึ่งมักเรียกว่า Public Benefits Funds (BPFs) หรือ กองทุนเพื่อประโยชน์สาธารณะ ซึ่งอาจเทียบเคียงได้กับกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานของไทย

จากการศึกษาสรุปได้ว่ารูปแบบการจัดองค์กรเพื่อการบริหารจัดการ BPFs ในสหรัฐนั้นสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่

- องค์กรอิสระ, NGO, องค์กรมหาชน
- เป็นผู้ผลิตไฟฟ้า
- เป็นองค์กรของรัฐ

ซึ่งจากประสบการณ์ในการดำเนินการขององค์กรทั้ง 3 รูปแบบสามารถสรุปได้ดังนี้ (Harrington 2002)

- การได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอมีผลต่อความสำเร็จของโครงการยิ่งกว่าการจัดรูปแบบขององค์กร
- โครงการที่มีผู้ผลิตไฟฟ้า และ NGO เป็นผู้ดำเนินการได้พิสูจน์ตัวเองว่าประสบผลสำเร็จได้อย่างสูง
- ปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินโครงการ DSM ว่าจะประสบผลสำเร็จหรือไม่ประกอบด้วย บุคลากรที่มีประสิทธิภาพและได้รับการฝึกอบรมอย่างเหมาะสม องค์กรที่มีความยั่งยืน และมีงบประมาณให้อย่างต่อเนื่องมั่นคง สามารถเชื่อมโยงกับกระบวนการวางแผนทางด้านพลังงาน
- โครงการ DSM ที่รับผิดชอบโดยหน่วยงานของรัฐมีแนวโน้มที่จะอ่อนแอกว่า เนื่องจากขาดความยืดหยุ่น อีกทั้งไม่เข้าใจปัญหาของผู้ประกอบการ

9.5.2.4 แนวทางที่นำเสนอ

- **แหล่งเงินทุนเพื่อความมั่นคงในระยะยาว**

เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปของโครงการ DSM ในประเทศต่าง ๆ ประกอบกับสถานการณ์ทางงบประมาณของประเทศไทยแล้ว แนวทางที่ควรใช้ในการสนับสนุนโครงการ DSM ก็คือการจัดหาแหล่งเงินที่มีความมั่นคง ซึ่งในปัจจุบันได้มีการดำเนินการอยู่แล้ว ได้แก่ กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน แต่เพื่อให้มีความแน่นอนมากขึ้น ควรมีการกำหนดให้เพิ่มเงินเก็บเข้ากองทุนจากทุก ๆ หน่วยของไฟฟ้าที่ขายได้เข้าร่วมด้วย เพื่อนำเงินทั้งสองส่วนนี้ (เก็บเพิ่มจากน้ำมันและไฟฟ้า) เข้าสู่กองทุนฯ โดยที่เงินส่วนนี้ต้องระบุไว้อย่างชัดเจนว่าให้ใช้ในกิจกรรมของ DSM เท่านั้น

ในการขอใช้งบประมาณประจำปีนั้นหน่วยงาน DSM จะต้องจัดทำแผนปฏิบัติงานที่แสดงถึงผลสำเร็จของงานที่ผ่านมา และโครงการที่จะทำในอนาคต เพื่อขออนุมัติงบประมาณดังกล่าวจาก กพช. เป็นรายปี โดยที่มีการประเมินสัมฤทธิผลในภาพรวมขององค์กรทุก 3 ปี

การกำหนดให้มีการเก็บเงินพิเศษเพื่อใช้กับกิจกรรมของ DSM โดยเฉพาะนี้จะทำให้เกิดความมั่นใจว่าจะมีทรัพยากรเพียงพอในการดำเนินการ และในขณะเดียวกันก็ผลักดัน

ให้หน่วยงานจะต้องทำงานให้มีคุณภาพ เพื่อใช้ในการของบประมาณในปีต่อไป โดยจำนวนเงินที่จะเก็บควรจะสัมพันธ์ กับปริมาณงานที่จะทำและผลสัมฤทธิ์ของงานด้วย

- **ลักษณะขององค์กรรับผิดชอบ DSM**

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าองค์กรที่จะรับผิดชอบด้าน DSM อาจเป็นไปได้ 3 รูปแบบคือ หน่วยงานของรัฐ ผู้ผลิตไฟฟ้า และองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร (หรือองค์กรมหาชนที่ไม่แสวงหากำไร) ซึ่งจากประสบการณ์ของประเทศต่าง ๆ สรุปได้ว่า การดำเนินการโดยหน่วยงานของรัฐจะได้ผลลัพธ์ที่ต่ำที่สุด อันเนื่องมาจากความไม่ยืดหยุ่นของระบบราชการ และความเคลือบแคลงเรื่องการแทรกแซงโดยฝ่ายการเมือง ดังนั้นจึงไม่ควรจัดทำในลักษณะนี้ แนวทางที่เหลือได้แก่ การใช้ผู้ผลิตไฟฟ้าเอง หรือ องค์กรมหาชน ซึ่งด้วยสถานการณ์ของการไฟฟ้าของไทย ซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างการเปลี่ยนแปลงและปรับตัวอย่างต่อเนื่องนี้ จึงอาจมีความไม่แน่นอนสูง จึงสรุปได้ว่าแนวทางที่ควรดำเนินการได้แก่ การจัดตั้งองค์กรมหาชนในกำกับของรัฐ ขึ้นมารับผิดชอบดูแลโครงการ DSM ของประเทศ ซึ่งในหลายประเทศก็ได้ใช้แนวทางดังกล่าว และประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย เสนอให้มีการจัดตั้งองค์กรมหาชนขึ้นมารับผิดชอบในการดำเนินโครงการ DSM ในลักษณะของสำนักงานจัดการการใช้พลังงานแห่งชาติ (National DSM Office) โดยที่หน่วยงานนี้ได้รับงบประมาณจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ผ่านการอนุมัติของคณะกรรมการ กพช. โดยกองทุนฯจะต้องเก็บเงินส่วนเพิ่มพิเศษจากค่าไฟฟ้า และการขายน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อใช้กับองค์กรนี้โดยเฉพาะ

- **อำนาจหน้าที่ขององค์กร DSM และความเชื่อมโยงกับหน่วยงานของรัฐ**

ในอดีตหน่วยงานของรัฐอันได้แก่ พพ. ได้มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเริ่มซ้ำซ้อนกับงานด้าน DSM มากขึ้นตามลำดับ ดังนั้นเมื่อจะมีการจัดตั้งองค์กรขึ้นมาดูแลงานด้าน DSM โดยเฉพาะแล้วจึงควรมีการแบ่งแยกหน้าที่ของทั้ง 2 องค์กรอย่างชัดเจนดังนี้

- พพ.ในฐานะที่เป็นหน่วยงานของรัฐ ควรมีหน้าที่ดูแลกฎระเบียบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการควบคุมโรงงาน/อาคารควบคุม จัดทำมาตรฐานการใช้พลังงานของอุปกรณ์ (Minimum Energy Performance Standard : MEPs) และ Building Energy Code เป็นต้น

- องค์กร DSM จะมีหน้าที่ดูแลเรื่องการจัดทำแผน และดำเนินการตามแผนของโครงการ DSM ทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย การประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างจิตสำนึก การทดสอบประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอุปกรณ์ต่างๆ การทำฉลากประหยัดพลังงาน (ตามมาตรฐานที่ทาง พพ. ได้กำหนดขึ้น) การผลักดันให้เกิดตลาดสินค้าและการผลิตสินค้าที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนการให้คำปรึกษาทางด้านการอนุรักษ์พลังงานแก่หน่วยงานทั่วไป โดยกิจกรรมขององค์กร DSM จะครอบคลุมอุปกรณ์เครื่องใช้ในครัวเรือนและอาคารพาณิชย์ เครื่องจักรในภาคอุตสาหกรรม รถยนต์ บ้านอยู่อาศัยและอาคารพาณิชย์

แนวทางในการจัดตั้งหน่วยงานขึ้นมาดำเนินการโครงการ DSM นี้ได้มีการใช้อยู่ในหลายประเทศ ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพดี แต่ยังคงต้องการการวิเคราะห์ในรายละเอียดอีกมากก่อนที่จะเริ่มดำเนินการ

9.5.3 มาตรการส่งเสริมการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมการผลิต

9.5.3.1 หลักการและเหตุผล

การใช้มาตรการ DSM ดังกล่าวไว้ในหัวข้อ 9.5.2 จะมีผลกระทบในเชิงบวกโดยตรงต่อการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมการผลิต เนื่องจากการเลือกใช้อุปกรณ์ / เครื่องจักรที่มีมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอุปกรณ์ / เครื่องจักรทั่วไปที่ใช้ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ เช่น มอเตอร์ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมการผลิตของไทยยังมีโอกาสที่จะประหยัดพลังงานได้ไม่น้อยกว่า 10% โดยการใช้มาตรการและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการโดยเฉพาะของอุตสาหกรรมแต่ละสาขา (Industry and process-specific technologies) ซึ่งส่วนใหญ่ต้องอาศัยที่ปรึกษาที่มีความชำนาญในการวิเคราะห์โอกาสและความเป็นไปได้ ทั้งทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์ในระดับที่ลึกซึ้งกว่าการตรวจวัดการใช้พลังงาน (Energy audit) ธรรมดา ตลอดจนการดำเนินการทางเทคนิค/วิศวกรรมให้เป็นรูปธรรม รวมทั้งผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี/กระบวนการเฉพาะด้าน แต่บุคลากรดังกล่าวมีจำนวนจำกัดในประเทศไทย จึงต้องมีการพัฒนาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ นอกจากนี้ ผู้ประกอบการจำนวนมากยังขาดข้อมูลและความตระหนักในเรื่องศักยภาพการประหยัดพลังงานของกิจการของตน รวมทั้งขาดความมั่นใจในการลงทุน โดยมองว่าเป็นเรื่องที่ไม่คุ้มกับการเสี่ยงเมื่อเทียบการลงทุนเพื่อขยายกำลังผลิตหรือการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ จึงจำเป็นต้องมีมาตรการที่เหมาะสมที่จะขจัดอุปสรรคดังกล่าว

9.5.3.2 ข้อเสนอมาตรการเชิงนโยบาย

(1) ส่งเสริมการพัฒนาที่ปรึกษาวิศวกรรมด้านการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะสาขา โดยการฝึกอบรมระดับสูงและการร่วมมือกับต่างประเทศ เช่น การว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญที่เกษียณอายุแล้ว โดยผ่านองค์กรความช่วยเหลือต่างประเทศ และการร่วมทุนกับบริษัทวิศวกรรมของต่างประเทศ เป็นต้น รวมทั้งส่งเสริมความร่วมมือด้านวิชาการระหว่างบริษัทที่ปรึกษาภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องและสถาบันภายในประเทศ

(2) เกื้อหนุนการดำเนินธุรกิจของ ESCO (หรือ Energy Services Companies) ด้วยการให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ และ/หรือ สิทธิพิเศษทางภาษี ช่วยประชาสัมพันธ์ความสำเร็จของ ESCO และจัดให้มีการให้รางวัล ESCO ที่มีผลงานดีเด่น รวมทั้ง ส่งเสริมการเพิ่มจำนวน ESCO โดยกระตุ้นให้ผู้จำหน่ายอุปกรณ์/เครื่องจักรอุตสาหกรรมดำเนินกิจการด้าน ESCO โดยเป็นแผนกหนึ่งของบริษัทด้วย

(3) ส่งเสริมการดำเนินการ Voluntary Agreement (VA) โดยผู้ประกอบการที่สามารถพิสูจน์ได้ว่าการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ในรอบปีต่ำกว่าที่ผ่านมา 5% ขึ้นไปจะได้รับรางวัลตอบแทนจากรัฐ เช่น การคิดค่าพลังงานราคาพิเศษ (ทำนองเดียวกับโครงการประหยัดไฟกำไร 2 ต่อ ในภาคครัวเรือน) เป็นต้น

(4) ให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับตัวอย่างความสำเร็จในการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมแต่ละสาขาทั้งในประเทศและต่างประเทศ แก่อุตสาหกรรมไทยอย่างต่อเนื่อง ทั้งในรูปของการประชุมสัมมนา การฝึกอบรม และการเผยแพร่ผ่านเอกสารและสื่ออื่นๆ

(5) สนับสนุนโครงการสาธิตเทคโนโลยี/กระบวนการที่มีศักยภาพการประหยัดพลังงานสูง ในกรณีที่มีโอกาสขยายผลไปยังผู้ประกอบการรายอื่นๆ ได้เป็นจำนวนมาก โดยให้สมาคม/ชมรมอุตสาหกรรมแต่ละประเภทเป็นผู้คัดเลือกและเสนอประเภทเทคโนโลยีที่จะส่งเสริม ทั้งนี้การสนับสนุนจะต้องมีเงื่อนไขให้ผู้ได้รับการสนับสนุนเปิดเผยข้อมูลทั้งทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์

(6) ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาที่จะนำไปสู่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีหรือการพัฒนานวัตกรรมในการประหยัดพลังงานเฉพาะกระบวนการ

9.5.4 มาตรการจัดการอุปสงค์การเดินทาง (Traffic Demand Management) และค่าธรรมเนียมการปล่อยมลพิษ (emission tax)

9.5.4.1 มาตรการจัดการอุปสงค์การเดินทาง (Traffic Demand Management หรือ TDM)

มาตรการนี้เป็นการรวบมาตรการต่างๆ ที่มีจุดประสงค์เพื่อลดปริมาณการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคลและส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ การลดปริมาณการการเดินทางของยานพาหนะนั้นไม่เพียงแต่ให้ประโยชน์ในแง่การลดปริมาณการใช้พลังงานหรือปริมาณการปล่อยมลพิษเท่านั้น แต่ยังช่วยเพิ่มคุณภาพชีวภาพให้ชุมชนด้วย มาตรการลดปริมาณการเดินทางมีมากมาย แต่ละมาตรการส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานแตกต่างกัน แต่ต้องมีการดำเนินหลายๆ มาตรการรวมกันจึงจะเกิดผลกระทบที่มีนัยสำคัญ มาตรการที่สำคัญได้แก่ การส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ เช่นการอำนวยความสะดวกและเข้าถึงระบบโดยให้สิทธิแก่ระบบขนส่งสาธารณะในการใช้ถนนเป็นอันดับแรก(Bus priority) การเพิ่มช่องทางรถเมล์ในช่วงเวลาเร่งด่วน และการลดค่าโดยสาร การให้ข้อมูลเพื่อช่วยลดความต้องการเดินทาง โครงการ Road-pricing ในเขตตัวเมืองชั้นในเพื่อบันทึกปริมาณรถยนต์ในเขตตัวเมืองชั้นใน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) เพื่อลดความจำเป็นในการเดินทาง การส่งเสริมการใช้วิธีการเดินทางที่ไม่ใช้เครื่องยนต์ (non motorized mode) สำหรับการเดินทางระยะสั้นๆ เป็นต้น

จากประสบการณ์ของประเทศในยุโรปตะวันตก และการศึกษาของ IEA (2005) ในรายงานเรื่อง “Saving Oil in Hurry” พบว่าศักยภาพการประหยัดพลังงานของมาตรการที่มีประสิทธิผลมีดังนี้

- การใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (Telecommuting) มาสนับสนุนการทำงานซึ่งจะช่วยลดเที่ยวการเดินทางที่ไม่จำเป็นลงได้ จากประสบการณ์ของประเทศในยุโรปตะวันตก พบว่าจะประหยัดน้ำมันได้ประมาณ 1.8 – 4.4 %
- การลดค่าโดยสารของระบบขนส่งสาธารณะลง 50 % เพื่อเป็นแรงจูงใจให้มีการใช้ระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มขึ้น จากประสบการณ์ของประเทศในยุโรปตะวันตก พบว่าจะช่วยประหยัดน้ำมันได้ประมาณ 0.4 – 3.1 % ทั้งนี้เงินที่สนับสนุนมาจากการเก็บภาษี Carbon และ Emission tax
- การเพิ่มความถี่ของจำนวนรถบริการสาธารณะทั้งในและนอกชั่วโมงเร่งด่วนจะประหยัดน้ำมันได้ประมาณ 0.3 – 3.5%
- ปรับปรุงและส่งเสริมระบบขนส่งมวลชนรถประจำทางให้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลโดยให้ความสำคัญกับการจัดสรรพื้นที่ถนนและเพิ่มเครือข่ายเพื่อลดเวลาการเดินทางให้กับรถประจำทาง (Bus priority) เช่น การจัดระบบรถ BRT เป็นต้น ทั้งนี้ระบบ BRT ต้องมีการวางแผนสร้างความเข้าใจให้กับผู้ใช้รถยนต์นั่งส่วนบุคคลและมีการวางโครงข่ายเส้นทางบูรณาการร่วมกับระบบสาธารณะอื่น ๆ
- ส่งเสริมการเดินทางในระยะทางสั้น ๆ โดยไม่ใช้เครื่องยนต์ (Non-motorized transport) เช่น การเดิน การใช้จักรยาน เป็นต้น จากการศึกษาของ Victoria Transport Policy Institute (2005) ในเรื่อง “Energy conservation and Emission Reduction Strategies” พบว่าหากผู้ที่ใช้รถยนต์เดินทางในระยะสั้น ๆ เปลี่ยนมาใช้จักรยานหรือการเดินแทนเพียง 1 % จะสามารถประหยัด

น้ำมันได้ประมาณ 2 – 4 % ปรับปรุงและส่งเสริมทางเดินเท้าและจักรยานให้เป็นโครงข่ายเพื่อใช้ประโยชน์เพื่อการเดินเท้าอย่างแท้จริง

การดำเนินมาตรการ TDM โดยรวมดังกล่าว คาดว่าจะส่งผลให้มีการลดปริมาณการเดินทางโดยรถยนต์ได้ประมาณ 10% การกำหนดมาตรการ TDM ในต่างประเทศ ส่วนใหญ่จะอยู่ในความรับผิดชอบขององค์กรการปกครองท้องถิ่น โดยเฉพาะกรุงเทพมหานคร จึงควรจะได้รับมอบอำนาจทางด้านจราจรและขนส่งอย่างเบ็ดเสร็จ ซึ่งเป็นแนวทางปฏิบัติในทางสากล นอกจากนี้กระทรวงคมนาคมควรดำเนินการด้านนโยบายด้านขนส่งให้สอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงพลังงาน อย่างไรก็ตาม ภายใต้กฎระเบียบปัจจุบันซึ่งมีหลายหน่วยงานมากที่เกี่ยวข้องกับการจราจรขนส่ง จำเป็นต้องมีคณะกรรมการระดับชาติที่มีอำนาจและสามารถประสานกับหน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้อง

นอกจากนี้ การศึกษาของงานวิจัยครั้งนี้ พบว่าประเทศไทยยังขาดฐานข้อมูลที่สำคัญมากที่จำเป็นต้องใช้เพื่อวางแผนและสร้างมาตรการเพื่อการลดการใช้พลังงานในภาคขนส่ง ซึ่งควรดำเนินการอย่างเร่งด่วนคือ ***การจัดทำฐานข้อมูลเพื่อบันทึกอัตราการเดินทางโดยเฉลี่ยต่อปีของรถยนต์แต่ละประเภท*** เนื่องจากขาดการประสานงานระหว่างกรมการขนส่งและกระทรวงพลังงาน ทำให้ไม่ทราบว่าอุปสงค์เพื่อการเดินทางโดยใช้รถยนต์ (Vehicle Kilometer Traveled) ที่แท้จริงของรถยนต์แต่ละประเภทในแต่ละท้องที่เป็นเช่นไร ซึ่งมีผลต่อการวางแผนการลดอัตราอุปสงค์ด้านการจราจร และการใช้พลังงานเพื่อการเดินทางอย่างประหยัด (Fuel economy)ได้

9.5.4.2 ค่าธรรมเนียมการปล่อยมลพิษ (Emission tax)

การประหยัดพลังงานในภาคขนส่งนั้น นอกจากการใช้มาตรการจัดการอุปสงค์การเดินทาง (Traffic Demand Management) ในการส่งเสริมให้มีการใช้ยานยนต์ที่มีมาตรฐานประสิทธิภาพสูงขึ้น (ความสิ้นเปลืองพลังงานน้อยลงหรือ Fuel economy) ไม่ว่าจะโดยวิธีการติดฉลากหรือกำหนดมาตรการทางภาษี โดยการเก็บค่าธรรมเนียมการปล่อยมลพิษ (Emission tax) ล้วนแล้วแต่เป็นมาตรการที่เป็นผลในระยะยาว ปัจจุบันการเก็บภาษีรถยนต์ในประเทศไทยจัดเก็บตามปริมาตรกระบอกสูบของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นระบบเก็บภาษีที่ไม่สะท้อนการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงควรมีการปรับเปลี่ยนการเก็บภาษีเป็นแบบใหม่ ที่อิงกับประสิทธิภาพของการใช้พลังงานของรถยนต์

มาตรการนี้คิดค่าธรรมเนียมตามปริมาณสารมลพิษที่ถูกปลดปล่อยจากท่อไอเสียของรถยนต์ต่อกิโลเมตรเฉลี่ยที่วิ่งต่อปี เช่น สารเขม่าขนาดเล็ก(Particulate matter), NOX, SO_2, CO, โอโซน เป็นต้น ซึ่งจะเก็บเป็นค่าธรรมเนียมทั้งที่เป็นรถจดทะเบียนใหม่ และค่าภาษีต่อป้ายทะเบียนประจำปี

มาตรการนี้จะเก็บค่าธรรมเนียมรถยนต์ที่มีอายุการใช้งานสูงและไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ดักจับมลพิษสูงกว่ารถยนต์ที่มีอายุการใช้งานน้อยและมีอุปกรณ์ดักจับมลพิษ มาตรการนี้จะส่งผลให้ผู้ที่ใช้รถยนต์ที่มีอายุการใช้งานมากลดการเดินทางและผู้ที่จะซื้อรถใหม่เลือกซื้อรถที่มีอุปกรณ์ดักจับมลพิษและมีประสิทธิภาพของเครื่องยนต์สูง นอกจากการลดการปลดปล่อยมลพิษแล้วยังสามารถทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงอีกด้วยเนื่องจากการเดินทางลดลง การศึกษาของสถาบัน Victoria Transport Policy Institute (2005) ในเรื่อง “Energy conservation and emission reduction strategies” พบว่าการใช้มาตรการนี้จะทำให้เจ้าของรถยนต์ลดระยะทางในการเดินทางลง 2 % ลดการปล่อยมลพิษ 20 % และสามารถประหยัดพลังงานได้ 3.5 %

9.5.4.3 มาตรการการเพิ่มภาษีน้ำมันเชื้อเพลิงจากคาร์บอน (Fuel carbon tax)

มาตรการนี้เป็นการเก็บภาษีตามปริมาณคาร์บอนหรือคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (หากคาร์บอนที่มีอยู่ในเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้โดยสมบูรณ์) ต่อหน่วยพลังงานที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ส่วนเชื้อเพลิงที่ได้จากชีวมวลจะได้รับการยกเว้น (เพราะถือว่าปริมาณคาร์บอนสุทธิจากชีวมวลมีค่าเป็นศูนย์) และเพื่อเป็นการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงที่เกิดจากพลังงานหมุนเวียน ซึ่งมาตรการนี้จะมีผลทำให้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงฟอสซิลแพงขึ้น จึงมีประสิทธิผลในการลดการใช้พลังงานมาก เพราะจะทำให้ลดการใช้รถยนต์และโน้มน้าวให้ผู้ใช้รถยนต์หันมาใช้รถที่ประหยัดเชื้อเพลิงมากขึ้น จากการศึกษาของสถาบัน Victoria Transport Policy Institute (2005) ในเรื่อง “Energy conservation and emission reduction strategies” พบว่าการเพิ่มภาษีขึ้น 10 % สามารถลดการใช้เชื้อเพลิงลง 3 % ภายในระยะเวลาหนึ่งปี และในระยะยาว (5 ถึง10 ปี) สามารถลดลง 7 % โดยในระยะยาวนั้นประมาณ 2.3 % เป็นการลดจากการลดการใช้รถ 4.7 % เป็นการลดจากการเปลี่ยนไปใช้รถที่ประหยัดเชื้อเพลิง

นอกจากนี้***ควรบังคับให้บริษัทผู้ผลิตต้องแจ้งค่าตัวเลขของอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (Fuel economy) ในข้อมูลพิกัดจำเพาะแก่ผู้ซื้อรถยนต์*** ที่ค่าความเร็วเฉลี่ยสองค่าคือ ที่ค่าความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์เมื่อขับในเมืองที่มีการจราจรหนาแน่น กับที่ค่าความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์เมื่อขับระหว่างเมืองที่มีการจราจรเบาบาง ซึ่งจะมีผลอย่างมากต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ที่ประหยัดน้ำมันหรือเป็นรถที่มีขนาดเล็ก เช่นที่หน่วยงาน Environmental Protection Agency (EPA) ของสหรัฐฯดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน

9.5.5 มาตรการบังคับใช้ข้อบังคับด้านพลังงานของอาคาร (Building Energy Code)

9.5.5.1 สถานภาพ และพัฒนาการของข้อบังคับด้านพลังงานของอาคาร

สืบเนื่องจากพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปีพุทธศักราช 2535 และพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุมและกฎกระทรวง พ.ศ. 2538 ที่มีผลบังคับใช้กับอาคารควบคุม (Designated Building) ซึ่งได้แก่อาคารที่มีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดตั้งแต่ 1,000 kW หรือ 1,175 kVA ขึ้นไป หรือมีการใช้พลังงานในรอบปีที่ผ่านมาตั้งแต่ 20 ล้านเมกะจูล (MJ) ขึ้นไป จะต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นระบบตามที่ระบุไว้ในกฎกระทรวง โดยมีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบการดำเนินงานดังกล่าวและได้ออกกฎกระทรวงเพื่อใช้ในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพขั้นต่ำของกรอบอาคาร ระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ

จากประสบการณ์ตลอดเวลากว่า 10 ปีที่พพ. ได้ดำเนินงานภายใต้พระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ได้เรียนรู้ข้อปัญหาต่างๆเกี่ยวกับกฎกระทรวงที่มีอยู่เดิม จึงดำริให้ดำเนินโครงการปรับปรุงกฎกระทรวงซึ่งประกอบด้วย 2 โครงการ ได้แก่ (1) โครงการปรับปรุงข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคารควบคุม ซึ่งเป็นโครงการภายใต้ความร่วมมือระหว่าง พพ. และ Danish International Development Assistance (DANIDA) ซึ่งแล้วเสร็จเมื่อต้นปี 2547 และ (2) โครงการจัดทำหลักเกณฑ์และแนวทางส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ซึ่งเป็นโครงการต่อเนื่องจากโครงการที่ 1 ซึ่งคาดว่าจะแล้วเสร็จประมาณปลายปี 2549

ทั้งสองโครงการดังกล่าวมีผลการศึกษาที่สำคัญหลายประการ เช่น

(1) มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของกรอบอาคาร ระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศที่สูงขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา

(2) มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศแบบดูดกลืน (Absorption chiller) เครื่องผลิตน้ำร้อน ตลอดจนการให้การชดเชยเนื่องจากการใช้พลังงานทดแทน

(3) มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำทั้งจากเกณฑ์ประสิทธิภาพของระบบ (System compliance) และจากการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (Whole building energy compliance) ซึ่งแตกต่างจากกฎกระทรวงที่มีอยู่เดิมซึ่งพิจารณาเพียงเกณฑ์ประสิทธิภาพของระบบ การกำหนดเกณฑ์ในลักษณะนี้ก่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการออกแบบอาคารเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างแท้จริง

(4) เสนอให้ปรับเปลี่ยนนิยามของอาคารควบคุม จากเดิมที่กำหนดจากขนาดหม้อแปลงที่ติดตั้ง เป็นการพิจารณาจากพื้นที่ใช้งาน เช่นอาคารที่มีพื้นที่มากกว่า 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป (ซึ่งจะสอดคล้องกับนิยามของอาคารตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคารของกรมโยธาธิการ) โดยที่กรมโยธาธิการจะรับพิจารณามาตรฐานด้านพลังงานควบคู่ไปกับการอนุญาตก่อสร้าง

9.5.5.2 มาตรการเชิงนโยบายที่เหมาะสมของข้อบังคับด้านพลังงานของอาคาร

แนวทางที่เหมาะสมในการผลักดันให้เกิดการบังคับใช้ Building Energy Code นั้นทำได้หลายรูปแบบ แต่แนวทางที่ผู้วิจัยเห็นว่าน่าจะได้ผลดีคือแนวทางบังคับใช้กับอาคารที่จะขออนุญาตก่อสร้างใหม่ ทั้งนี้ในการขออนุญาติจะต้องแสดงว่ามีมาตรฐานด้านพลังงานที่ดีด้วย โดยกรอบของการดำเนินการประกอบด้วย

- เน้นใช้บังคับกับอาคารใหม่ที่กำลังจะก่อสร้าง
- ในขั้นตอนการก่อสร้างจะต้องมีการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร และต้องผ่านมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยจะต้องมีการรับรองจากผู้ที่มีใบอนุญาต
- จัดให้มีระบบการให้ใบอนุญาตกับบุคคล โดยจะต้องมีองค์กรที่จะเป็นผู้ให้ใบอนุญาต พร้อมทั้งควบคุมผู้ที่ได้รับใบอนุญาต ตัวอย่างเช่น สภาวิศวกร เป็นต้น
- กรมโยธาธิการเป็นผู้อนุมัติการก่อสร้างโดยพิจารณาจากการรับรองของผู้มีใบอนุญาติเป็นพื้นฐาน

จากรายละเอียดดังกล่าวจะเห็นว่าจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากหลายๆกลุ่ม และต้องได้รับการผลักดันในหลาย ๆ ด้าน โดยเสนอให้มีการจัดทำมาตราการเชิงนโยบายที่สอดคล้องกันดังนี้

(1) พพ. เร่งดำเนินการปรับปรุงพระราชกฤษฎีกาเพื่อเปลี่ยนแปลงนิยามของอาคารควบคุมให้ใช้งานได้โดยเร็ว

(2) พพ. เร่งดำเนินการประกาศกฎกระทรวงฉบับใหม่โดยกำหนดเกณฑ์ข้อบังคับด้านพลังงานของอาคารควบคุมตามผลการศึกษาของโครงการปรับปรุงข้อบังคับการใช้พลังงานในอาคารควบคุม พ.ศ. 2547 และโครงการจัดทำหลักเกณฑ์และแนวทางการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร พ.ศ. 2549

(3) ปรับปรุงกระบวนการให้ใบอนุญาตก่อสร้างอาคารใหม่ของกรมโยธาธิการและองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น ภายใต้การกำกับของกระทรวงมหาดไทย โดยพิจารณาเพิ่มเกณฑ์ข้อบังคับด้านพลังงานของอาคารควบคุม ก่อนให้ใบอนุญาตก่อสร้าง

(4) พัฒนาความสามารถของเจ้าหน้าที่ของกรมโยธาธิการให้สามารถตรวจอนุมัติเรื่องมาตรฐานการใช้พลังงานของอาคารที่ขออนุญาตก่อสร้าง โดยเร่งจัดทำหลักสูตรฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบ รวมถึงการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจในทุกพื้นที่ทั่วประเทศ โดยเน้นพื้นที่ที่จะมีการขยายตัวของอาคารมากเช่นในเขตเมืองสำคัญก่อนเป็นอันดับแรก

(5) จัดหาหน่วยงานกลางที่จะทำหน้าที่ฝึกอบรม และ/หรือ ทดสอบผู้ที่จะทำหน้าที่วิเคราะห์พร้อมกับออกใบอนุญาติให้กับผู้ที่ผ่านเกณฑ์ ให้สามารถลงนามรับรองผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารก่อนที่จะส่งให้กับกรมโยธาธิการอนุญาติ

(6) จัดให้มีระบบในการปรับปรุงเกณฑ์ข้อบังคับด้านพลังงานของอาคารควบคุมเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีใหม่ที่เกิดขึ้น โดยอาจกำหนดให้มีการปรับปรุงใหม่ในทุก ๆ 5 ปี เป็นต้น

9.5.6 มาตรการส่งเสริมการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuels)

9.5.6.1 แก๊สโซฮอล์

ประเทศบราซิลใช้เวลากว่า 30 ปี ในการพัฒนาแก๊สโซฮอล์จากอ้อยเพื่อทดแทนน้ำมันเบนซิน โดยมีปัจจัยที่ทำให้ประสบผลสำเร็จ คือ ต้นทุนวัตถุดิบและต้นทุนการผลิตต่ำ การพัฒนารถยนต์ที่เหมาะสำหรับแก๊สโซฮอล์ และการส่งเสริมสนับสนุนจากรัฐอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ส่วนประเทศอื่น ๆ เช่น สหรัฐอเมริกา แก๊สโซฮอล์มีต้นทุนสูงกว่าน้ำมันเบนซิน

สำหรับประเทศไทย รัฐมีนโยบายและเป้าหมายด้านแก๊สโซฮอล์ที่ชัดเจน ตั้งแต่การลดภาษีประเภทต่าง ๆ เพื่อให้ส่วนต่างของราคาหน้าปั๊มน้ำมันเทียบกับน้ำมันเบนซินมากพอที่จะกระตุ้นให้ประชาชนเลือกใช้ มีการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนรับรู้อย่างต่อเนื่อง รวมถึงการอนุมัติการตั้งโรงผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลและมันสำปะหลังเป็นกรณีเร่งด่วน อย่างไรก็ดี ปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ของไทยประสบผลสำเร็จ ได้แก่

- มีปริมาณวัตถุดิบเพียงพอในราคาที่เหมาะสม
- มีการตั้งเป้าหมายที่ชัดเจน และวางแผนร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียตั้งแต่ผู้ใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ เกษตรกร โรงงานผลิตเอทานอล โรงกลั่นน้ำมัน บริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ และภาคราชการ โดยเฉพาะปัญหาการกำหนดราคารับซื้อของเอทานอลและราคาของวัตถุดิบ รวมทั้งการแข่งขันการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบเพื่อเป็นอาหารและส่งออก
- มีมาตรการรองรับเพื่อปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนของรถยนต์เก่าและรถจักรยานยนต์เก่าที่ได้รับผลกระทบ
- ความสำเร็จในการวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนต่อหน่วยของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเอทานอลและต้นทุนต่อหน่วยของเอทานอลที่ผลิตได้

แต่ที่ผ่านมาอุตสาหกรรมแก๊สโซฮอล์ของไทยประสบปัญหาสำคัญหลายประการ เช่น โรงกลั่นน้ำมันไทยต้องตัดสินใจนำเข้าเอทานอลเพื่อผลิตแก๊สโซฮอล์เนื่องจากราคากากน้ำตาลซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตสูงขึ้นมากกว่า 4 พันบาทต่อตัน โดยมีสาเหตุมาจากผลผลิตอ้อยต่ำเนื่องจากฝนแล้งในช่วง 2 ปี ที่ผ่านมา ทำให้กากน้ำตาลมีน้อย จึงเกิดการแย่งวัตถุดิบระหว่าง

โรงงานผลิตเอทานอลและโรงงานสุราและผงชูรส ต้นทุนของเอทานอลจึงสูงจนไม่สามารถขายให้โรงกลั่นตามราคาที่ตกลง เป็นเหตุให้เกิดการขาดแคลนเอทานอลที่ผลิตได้เองในประเทศสำหรับผสมทำแก๊สโซฮอล์ นอกจากนี้การใช้มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบนั้น ผู้ลงทุนยังเห็นภาพไม่ชัดนักในเรื่องราคารับซื้อเอทานอลและปริมาณและราคาวัตถุดิบ รวมถึงความมั่นใจในเทคโนโลยีว่าจะมีต้นทุนต่ำพอที่จะแข่งขันได้

ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ผู้ใช้รถยนต์บางส่วนยังไม่แน่ใจในเรื่องสมรรถนะและผลกระทบกับชิ้นส่วนเครื่องยนต์เมื่อเปลี่ยนไปใช้แก๊สโซฮอล์ โดยเฉพาะรถยนต์รุ่นเก่าที่มีการใช้งานอยู่ การที่รัฐมีดำริจะส่งเสริมการใช้ E10/91 และ E20/95 นอกจากจะเกิดปัญหาการกัดกร่อนแล้ว (คาร์บูเรเตอร์ของรถจักรยานยนต์สำหรับ E10/91 และชิ้นส่วนของรถยนต์สำหรับ E20/95) ยังต้องใช้เวลา 3-4 ปีในการปรับปรุงกระบวนการกลั่นของโรงกลั่นน้ำมัน (ยกเว้นโรงกลั่นบางจาก) เพื่อให้ได้น้ำมันเบนซินที่มีออกเทนต่ำกว่า 91 แล้วจึงเติมเอทานอลเพื่อปรับให้ได้ตามมาตรฐาน

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงขอเสนอนโยบายและมาตรการเพื่อให้การส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ประสบผลสำเร็จและมีปัญหาน้อยลง ดังนี้

(1) รัฐควรมีแผนการผลิตและส่งเสริมการปลูกอ้อย และมันสำปะหลังที่สมดุลกับความต้องการ เพื่อรักษาระดับราคาของวัตถุดิบไม่ให้ผันผวนมากจนเกินไป ทั้งนี้ต้องเน้นการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเรื่องพื้นที่ปลูก สำหรับอ้อยควรลดต้นทุนต่อตันอย่างน้อยให้ได้เท่ากับประเทศออสเตรเลีย และเท่าบราซิลในระยะยาว ส่วนมันสำปะหลังถ้ามีการฝึกอบรมเรื่องการปลูกที่ดีสามารถเพิ่มผลผลิตจาก 2.64 เป็น 3.74 ตันต่อไร่ (ข้อมูลกระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

(2) รัฐควรรีบส่งเสริมให้โรงงานน้ำตาลและโรงงานแป้งมันสำปะหลังลงทุนผลิตเอทานอลและตั้งโรงงานอยู่ในบริเวณเดียวกัน ซึ่งจะมีข้อดีคือ โรงงานน้ำตาลสามารถลดความเสี่ยงเรื่องการลงทุนได้ เพราะสามารถปรับปริมาณผลิตภัณฑ์น้ำตาลและเอทานอล และการขายไฟฟ้าให้รัฐให้สมดุลกับภาวะตลาดได้ ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุน สำหรับโรงงานแป้งมันสำปะหลังก็เช่นเดียวกัน นอกจากผลิตภัณฑ์แป้งและแป้งดัดแปร/น้ำเชื่อม ยังมีเอทานอลเพิ่มขึ้น จึงเป็นการเพิ่มทางเลือก

การที่โรงงานอยู่ในที่เดียวกันยังช่วยเรื่องต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะด้านพลังงาน เพราะสามารถใช้ความร้อนเหลือทิ้ง และ/หรือก๊าซชีวภาพที่ได้จากน้ำเสียมาเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งจากการศึกษา (รายงานวิจัย, สภาวิจัยแห่งชาติ) พบว่าสามารถลดต้นทุนได้อย่างมีนัยสำคัญ (1 บาท/ลิตรสำหรับโรงงานน้ำตาล และ 0.3-2.3 บาท/ลิตรสำหรับโรงงานแป้งมันสำปะหลัง)

ทั้งนี้ การดำเนินมาตรการดังกล่าวต้องมีการปรับโครงสร้างด้านราคาน้ำตาลและด้านการแบ่งสรรผลประโยชน์ระหว่างเกษตรกรและโรงงานเพื่อให้ผลิตเอทานอลจากน้ำอ้อยสดได้โดยตรงด้วยแทนที่จะผลิตจากกากน้ำตาลอย่างเดียว

(3) รัฐควรมีนโยบายกำหนดราคารับซื้อเอทานอลให้ชัดเจน ทั้งนี้อาจใช้มาตรการด้านภาษี (เช่น ภาษีนำเข้า/ส่งออก ภาษี VAT ภาษีกองทุนน้ำมัน/กองทุนอนุรักษ์พลังงาน และ Carbon tax เป็นต้น) เพื่อนำรายได้ไปอุดหนุนผู้ผลิตเอทานอลด้วยการช่วยจ่ายส่วนต่างในกรณีที่ราคามันสำปะหลังสูงกว่าราคารับซื้อขั้นสูงที่รัฐรับประกันไว้

ส่วนอีกแนวทางหนึ่งได้แก่การกำหนดราคาประกันรับซื้อขั้นต่ำของเอทานอล พร้อมกับช่วยเหลือผู้ผลิตเอทานอลในประเทศโดยการตั้งภาษีนำเข้าเอทานอลจากต่างประเทศในช่วงที่ราคาเอทานอลในตลาดโลกมีราคาต่ำกว่าต้นทุนเอทานอลที่ผลิตได้ในประเทศ และปล่อยให้การซื้อขายเป็นไปอย่างเสรีตามกลไกของราคาตลาด หากราคาเอทานอลสูงกว่าราคาประกัน

กรณีที่ราคาเอทานอลในตลาดโลกสูงกว่าต้นทุนเอทานอลที่ผลิตได้ในประเทศรัฐบาลอาจใช้นโยบายเพิ่มภาษีการส่งออกเอทานอลไปจำหน่ายยังต่างประเทศ หรือกำหนดปริมาณขั้นต่ำที่ผู้ผลิตเอทานอลในประเทศต้องจำหน่ายในประเทศ ปริมาณเอทานอลส่วนที่เกินกว่าค่าขั้นต่ำที่กำหนดจึงจะสามารถส่งออกจำหน่ายไปยังต่างประเทศได้ ซึ่งจะช่วยให้รัฐมีรายได้สำหรับนำไปใช้ในกรณีที่ต้องประกันราคาดังกล่าวข้างต้น

อย่างไรก็ดี การสนับสนุนจากรัฐ ควรอยู่ในกรอบของความสมดุลด้านผลประโยชน์ในภาพรวมของประเทศ

(4) รัฐควรชะลอการส่งเสริม E10/91 และ E20/95 ไปก่อน จนกว่าจะแน่ใจเรื่องปริมาณวัตถุดิบว่าพอเพียง (การใช้ E10/91 และ E20/95 ทดแทนน้ำมันเบนซินทั้งหมดจะต้องใช้มันสำปะหลังในปี 2559 ประมาณ 20 ล้านตัน) และการใช้ไม่มีปัญหากับเครื่องยนต์ทั้งของรถยนต์และรถจักรยานยนต์ รวมถึงมีเวลาพอให้โรงกลั่นน้ำมันปรับปรุงการกลั่น (ยกเว้นโรงกลั่นน้ำมันบางจาก)

(5) รัฐควรส่งเสริมสนับสนุนให้มีการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตเอทานอล ตั้งแต่การพัฒนาสายพันธุ์ การลดต้นทุนการผลิตเอทานอล การพัฒนารถยนต์เพื่อใช้กับเอทานอล จนสามารถยกเลิกการอุดหนุนด้านการเงินจากภาครัฐในระยะต้นได้ในที่สุด และปล่อยให้กลไกตลาดเป็นผู้กำหนดราคาและการผลิตโดยที่ไม่ต้องอาศัยการแทรกแซงจากรัฐ

(6) รัฐควรมีมาตรการรองรับเพื่อลดปัญหาของรถยนต์รุ่นเก่าที่อาจได้รับผลกระทบเมื่อมีการประกาศใช้ E10/95 ทั่วประเทศ เช่น เปลี่ยนอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนโดยไม่คิดราคาหรือในราคาถูก เป็นต้น

9.5.6.2 ไบโอดีเซล

การส่งเสริมการผลิตและใช้ไบโอดีเซลในประเทศต่าง ๆ โดยเฉพาะในยุโรป เช่น เยอรมัน อังกฤษ เกิดจากการอุดหนุนด้านภาษีต่อไบโอดีเซลเพื่อให้ราคาไบโอดีเซลแข่งขันได้ และการสร้างมาตรฐานด้านคุณภาพของไบโอดีเซลเป็นสำคัญ

ประเทศไทยพยายามส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซล แต่ประสบปัญหาด้านผลผลิตพืชน้ำมัน โดยเฉพาะปาล์มน้ำมันไม่พอเพียง การนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาผลิตไบโอดีเซลก็ประสบปัญหาการเก็บรวบรวมและราคาที่ต้องซื้อ และที่สำคัญคือต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าราคาน้ำมันดีเซลมาก นอกจากนี้มาตรฐานไบโอดีเซลที่รัฐประกาศยังไม่เอื้อต่อการผลิตและใช้ไบโอดีเซลของชุมชน ซึ่งเน้นไปที่เครื่องยนต์สำหรับเครื่องจักรกลการเกษตร รวมถึงนโยบายสนับสนุนจากรัฐในเรื่องราคาทั้งวัตถุดิบและไบโอดีเซลที่ยังไม่ชัดเจน

ปัจจัยที่จะทำให้การใช้ไบโอดีเซลของประเทศไทยประสบผลสำเร็จมีดังนี้

- ผลผลิตน้ำมันพืชเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปมีจำนวนมากพอ
- ราคาของน้ำมันไบโอดีเซลจะต้องมีราคาถูกพอ (โดยผ่านการอุดหนุนต้นทุนจากรัฐบาล) ที่จะแข่งขันกับน้ำมันดีเซลจากปิโตรเลียมได้
- สามารถพัฒนาให้เกษตรกรที่เพาะปลูกพืชน้ำมันมีการผลิตน้ำมันไบโอดีเซลไว้ใช้เองอย่างแพร่หลาย

มาตรการสำคัญที่จะทำให้ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นเป็นผลมีดังนี้

(1) รัฐควรกำหนดมาตรฐานไบโอดีเซลเป็นสองประเภท คือ ใช้กับรถยนต์และเครื่องจักรกลการเกษตร ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้มีการผลิตและใช้ไบโอดีเซลในชุมชน เป็นการลดผลกระทบจากราคาน้ำมันที่สูงขึ้นมาก (รัฐบาลได้มีประกาศ พรฎ. วันที่ 21 กรกฎาคม 2549 กำหนดมาตรฐานไบโอดีเซลสำหรับใช้ในเครื่องจักรกลการเกษตร)

(2) ส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของพืชน้ำมันที่สำคัญ คือ ปาล์มน้ำมัน โดยมีการจัดการสวนที่ดีและพัฒนา/คัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ส่วนสบู่ดำจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้แน่ใจเรื่องผลผลิตต่อไร่ วิธีการปลูกและเก็บเกี่ยว รวมถึงประเด็นความเป็นพิษทั้งกับมนุษย์และสัตว์

(3) ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเพื่อเก็บกลับแอลกอฮอล์ที่ใช้ในปฏิกิริยาเคมีที่ผลิตไบโอดีเซล และใช้ประโยชน์จากผลผลิตพลอยได้ กลีเซอลีน ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดต้นทุนของไบโอดีเซล

(4) รัฐควรมีมาตรการสนับสนุนเรื่องการปลูกและประกันราคาพืชน้ำมันให้กับเกษตรกร มีการรับซื้อไบโอดีเซลจากผู้ผลิตในราคาที่เหมาะสม และกำหนดราคาขายให้ถูกพอที่จะแข่งขันกับน้ำมันดีเซลได้ เพื่อเป็นการจูงใจผู้ใช้ โดยดำเนินการผ่านกลไกด้านภาษี

(5) มีการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้รถยนต์ว่าไบโอดีเซล B5 ไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อเครื่องยนต์

(6) จัดตั้งองค์กรระดับชาติเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันโดยเฉพาะในรูปแบบที่คล้ายกันกับ Malaysian Palm Oil Board

9.5.6.3 มาตรการร่วมสำหรับเชื้อเพลิงชีวภาพ

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งของอุตสาหกรรมผลิตและใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ รวมทั้งการผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากชีวมวลก็คือ การขาดองค์กรหรือคณะบุคคลที่ดูแลปัญหาของอุตสาหกรรมตลอดห่วงโซ่ (Value chain) อย่างครบวงจรและเชื่อมโยงกัน ทั้งในด้านนโยบาย ข้อกฎหมาย โครงสร้างพื้นฐาน เทคโนโลยี การเงินและการตลาด

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวทางหนึ่งคือ การสร้างกลไกในรูปแบบของคลัสเตอร์ (Cluster) ที่ประกอบด้วย ผู้แทนหน่วยงานภาครัฐ และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งนักวิชาการ ที่มีความอิสระและเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย เพื่อทำหน้าที่เป็นแกนกลาง (Focal point) ในการประสานงานและแก้ปัญหาของอุตสาหกรรมนี้ทั้งระบบ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงเสนอมาตรการเฉพาะเจาะจงดังนี้

(1) ให้องค์กรที่เกี่ยวข้องและมีอำนาจ เช่น คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ หรือคณะกรรมการนโยบายเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติแต่งตั้ง “คณะกรรมการบริหารคลัสเตอร์พลังงานชีวภาพประเทศไทย” ขึ้น โดยประกอบด้วยรัฐมนตรีที่เกี่ยวข้องเป็นประธานและผู้แทนหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และนักวิชาการ เป็นกรรมการ

(2) ให้คณะกรรมการดังกล่าวมีอำนาจหน้าที่ในการวางกรอบ ทิศทางและยุทธศาสตร์ ในการพัฒนาอุตสาหกรรมพลังงานชีวภาพ โดยครอบคลุมทั้งการวิจัย พัฒนา การผลิต การใช้และการตลาด การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การเชื่อมโยงและการวิเคราะห์ข้อมูล ความรู้ และการปรับปรุงกฎระเบียบ และกฎหมายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน

9.5.7 มาตรการส่งเสริมการใช้ NGV

การใช้รถยนต์ NGV มีประวัติที่ยาวนานในหลายประเทศ โดยเฉพาะในประเทศอาร์เจนตินา ซึ่งใช้มานานกว่า 25 ปี ปัจจุบันมีจำนวนรถยนต์ NGV ทั่วโลกรวมกว่า 4.5 ล้านคัน ประสบการณ์การใช้ NGV มีทั้งที่ประสบผลสำเร็จ (เช่น อาร์เจนตินา บราซิล และอิตาลี ฯลฯ) และที่ประสบความล้มเหลว (เช่น นิวซีแลนด์ และแคนาดา) ปัจจัยแห่งความสำเร็จโดยทั่วไปได้แก่

(1) โครงสร้างพื้นฐานทั้งท่อก๊าซและสถานีเติมก๊าซมีความพร้อมและทั่วถึง

(2) ราคาก๊าซธรรมชาติต่ำกว่าเชื้อเพลิงคู่แข่งอื่น ๆ จนทำให้การลงทุนใช้ NGV คุ้มค่า

(3) อุปกรณ์ดัดแปลง (Conversion kits) ถังก๊าซและเครื่องยนต์ ราคาไม่สูงนักและได้มาตรฐานด้านความปลอดภัย

(4) คุณสมบัติเชิงเชื้อเพลิงของก๊าซธรรมชาติมีความเหมาะสม

(5) มีโครงสร้างพื้นฐานและทักษะรองรับการดัดแปลงและการซ่อมบำรุงอุปกรณ์และเครื่องยนต์

(6) นโยบายภาครัฐแน่วแน่ และสามารถโน้มน้าวให้เกิดความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน/องค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและภาคเอกชน

ส่วนปัจจัยที่มักนำไปสู่ความล้มเหลวได้แก่

(1) การเปลี่ยนแปลงนโยบายของภาครัฐที่มีผลกระทบโดยตรงต่อราคาเชื้อเพลิง เช่น การอุดหนุนราคาเชื้อเพลิงคู่แข่งด้วยเหตุผลทางการเมือง

(2) ราคาน้ำมันเบนซินในตลาดลดลงจนใกล้เคียงกับราคา CNG

(3) ขาดการวางแผนยุทธศาสตร์อย่างเป็นระบบโดยเฉพาะด้านโครงสร้างพื้นฐาน (สถานีเติมก๊าซ)

(4) ราคาดัดแปลงเครื่องยนต์สูงเกินความเป็นจริง

(5) มาตรการจูงใจผู้ลงทุนและผู้ใช้น้อยเกินไป

(6) ผู้ลงทุนในตลาดรถยนต์ NGV ขาดความมั่นใจ

ในกรณีของประเทศไทยมีปัจจัยเสี่ยงที่ควรคำนึงถึงดังนี้

(1) รัฐบาลยังมีการอุดหนุนเชื้อเพลิงอื่น (โดยเฉพาะ LPG ซึ่งมีราคาสูงกว่า CNG เพียง 33% ที่ค่าความร้อนเท่ากัน)

(2) โครงสร้างพื้นฐานยังมีจำกัดมากและต้นทุนสูงมาก (คาดว่าจะต้องใช้งบประมาณมากถึง 43,000 ล้านบาท ตามแผนขยายสถานีเติมก๊าซ 740 สถานีภายในปี 2555 ของ ปตท.)

(3) ต้นทุนอุปกรณ์ดัดแปลงและต้นทุนเครื่องยนต์ decicated ค่อนข้างสูง

(4) คุณภาพก๊าซธรรมชาติในเชิงเชื้อเพลิงยังไม่ดีพอ

(5) ขาดโครงสร้างพื้นฐานและทักษะเพื่อรองรับการดัดแปลงและการซ่อมบำรุงเครื่องยนต์อย่างมาก หากมีการเพิ่มจำนวนรถยนต์ NGV ตามแผน

(6) ยังไม่ได้กำหนดมาตรฐานความปลอดภัย ฯลฯ

(7) ขาดการประสานงาน/ความร่วมมือระหว่างองค์กร/หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ด้านมาตรฐานและการส่งเสริมอุตสาหกรรม

ดังนั้นแผนการส่งเสริมการใช้ NGV ของไทยจึงเสี่ยงต่อความล้มเหลว คณะผู้วิจัย จึงนำเสนอข้อเสนอแนะมาตรการเชิงนโยบายเพื่อให้แผนการส่งเสริมการใช้ NGV มีโอกาสสำเร็จมากขึ้น ดังนี้

9.5.7.1 การกำหนดเป้าหมายชนิดรถยนต์และประเภทการใช้งานที่ควรส่งเสริม

ปัจจัยแห่งความสำเร็จประการหนึ่งของการส่งเสริมการใช้ NGV คือ การกำหนดชนิดของรถยนต์และประเภทการใช้งานที่เป็นกลุ่มเป้าหมายได้อย่างเหมาะสมและเป็นฐานสำหรับการขยายตลาดการใช้ NGV ได้ดี ซึ่งจากผลการศึกษาของคณะผู้วิจัย พบว่า ชนิดของรถยนต์และประเภทการใช้งานที่สมควรได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนจากทั้งภาครัฐและเอกชนให้ใช้ NGV อย่างแพร่หลายมีดังนี้

- **กลุ่มรถยนต์ที่จอดพักร่วมกันในที่เดียวกันและวิ่งในเมืองใหญ่ที่อยู่ในรัศมีแนวท่อแก๊ซธรรมชาติพาดผ่าน**

กลุ่มรถยนต์ที่จอดพักร่วมกันในที่เดียวกัน (Fleet Car) เช่นรถแท็กซี่ และรถขนพัสดุของเอกชน รถของหน่วยราชการ รถโดยสารประจำทางระยะสั้น ฯลฯ ในกรุงเทพฯ ชลบุรี และสระบุรี อยู่ในข่ายที่ควรได้รับการสนับสนุนให้ใช้ CNG เป็นอันดับแรก เนื่องจากจะเป็นการประหยัดงบลงทุนในการสร้างสถานีเติมก๊าซ

- **การใช้ CNG ในรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง**

รัฐบาลควรให้ความสำคัญกับการดัดแปลงเครื่องยนต์ในกลุ่มรถยนต์ที่ใช้เบนซินเป็นเชื้อเพลิง (เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยไฟฟ้า) เป็นอันดับแรกก่อนการดัดแปลงเครื่องยนต์ในกลุ่มที่ใช้น้ำมันดีเซล (เครื่องยนต์แบบจุดระเบิดด้วยการอัด) เพราะคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติมีลักษณะคล้ายคลึงกับน้ำมันเบนซินมากกว่าน้ำมันดีเซล

- **การใช้ CNG ในรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง**

การใช้ CNG ในรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลทำได้ 3 วิธี คือ

(1) การใช้ทั้งน้ำมันดีเซลและ CNG (Dual fuel) ซึ่งมีข้อดีคือสามารถกลับไปใช้น้ำมันดีเซล 100% ได้เสมอ เมื่อมีความจำเป็นในกรณีที่ไม่สามารถหา CNG มาเติมได้ แต่ข้อเสียก็คือ CNG อาจทดแทนน้ำมันดีเซลได้เป็นปริมาณน้อยในเครื่องดีเซลบางประเภท ทำให้ไม่มีแรงจูงใจมากพอที่จะใช้วิธีนี้

(2) การดัดแปลงเครื่องดีเซลเดิมให้ใช้ CNG ได้ 100% ซึ่งเรียนกว่า Rebuilt engine ข้อเสียของวิธีนี้ก็คือ ผู้ดัดแปลงต้องมีประสบการณ์สูงมิฉะนั้นอาจมีปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์ในระยะยาวได้ และจะไม่สามารถกลับไปใช้ดีเซลเป็นเชื้อเพลิงได้อีก

(3) การทดแทนเครื่องดีเซลเดิมด้วยเครื่องยนต์ที่ออกแบบและสร้างสำหรับ CNG โดยเฉพาะ (Dedicated engine) ซึ่งเรียกว่า Repowering และเป็นวิธีที่ไม่ทำให้เกิดปัญหาด้านเทคนิคในระยะยาวแต่มีค่าใช้จ่ายสูง แม้ว่ารัฐบาลได้ประกาศนโยบายยกเว้นภาษีนำเข้าเครื่องยนต์ดังกล่าวแล้วก็ตาม

ในทางเลือกทั้ง 3 วิธีนั้น วิธีที่ 3 คือ การใช้ Dedicated engine เป็นวิธีที่เหมาะสมและน่าสนับสนุนมากที่สุดและจะทำให้ใช้ CNG ได้มากและมีปัญหาด้านเทคนิคน้อยที่สุด แต่ต้องมีมาตรการจูงใจผู้ใช้มากขึ้น

- **รถยนต์ขนาดใหญ่**

การใช้ก๊าซธรรมชาติกับรถยนต์ที่มีขนาดใหญ่มีข้อได้เปรียบกว่ารถยนต์ขนาดเล็ก คือน้ำหนัก กบรรทุกของถังก๊าซต่อน้ำหนักรถโดยรวมจะมีอัตราต่ำกว่า ซึ่งจะช่วยให้รถยนต์มีพิสัยการวิ่งไกลกว่ารถเล็กและการสูญเสียพลังงานเนื่องจากภาระน้ำหนักของถังมีอัตราที่ต่ำกว่า

9.5.7.2 มาตรการด้านราคาเชื้อเพลิง

จากบทเรียนในต่างประเทศพบว่า ราคาก๊าซธรรมชาติที่ถูกมากพอ เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้ผู้ใช้เกิดความนิยม ซึ่งราคาขั้นต่ำของ CNG เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงอื่นๆ ที่จะทำให้ CNG แข่งขันได้คือ 50%

ปัจจุบันคู่แข่งที่สำคัญที่สุดของก๊าซธรรมชาติคือ LPG เนื่องจาก LPG มีสมรรถนะใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซินและมีสถานีบริการแพร่หลายมากกว่าก๊าซธรรมชาติมาก ในปลายปี 2548 ราคาของก๊าซธรรมชาติคือ 8.50 บาทต่อกิโลกรัม ขณะที่ราคาของ LPG คือ 9.50 บาทต่อลิตร (หรือ 16.81 บาทต่อกิโลกรัม ราคา ณ วันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2549) อย่างไรก็ดี เมื่อเทียบเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิดนี้บนพื้นฐานของค่าความร้อนเท่ากัน (ค่าความร้อนของ LPG สูงกว่าค่าความร้อนของก๊าซธรรมชาติ) ราคาของก๊าซธรรมชาติจะถูกกว่า LPG เพียงประมาณ 33% ดังนั้นรัฐบาลจึงควรเลิกให้การอุดหนุนราคาก๊าซ LPG โดยหันไปใช้มาตรการส่งเสริมการใช้เตา LPG ที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับใช้ในครัวเรือนแทน

นอกจากนี้ จากประสบการณ์ในต่างประเทศ พบว่า ไม่ควรจะกำหนดราคา LPG เพื่อใช้ในครัวเรือนกับใช้ในรถยนต์ให้แตกต่างกัน เพราะจะมีการดัดแปลงอุปกรณ์เพื่อเติม LPG ที่ใช้ในครัวเรือนไปใช้ในรถยนต์ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ (ระเบิดและไฟไหม้)ได้ค่อนข้างง่าย

9.5.7.3 มาตรการการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและสถานีเติมก๊าซให้เพียงพอ

จากประสบการณ์ในต่างประเทศ การมีสถานีเติมก๊าซธรรมชาติจำนวนมากพอและครอบคลุมพื้นที่บริการได้อย่างกว้างขวางเป็นปัจจัยที่สำคัญมากอีกปัจจัยหนึ่งนอกเหนือจากปัจจัยด้านราคา แต่เนื่องจากการสร้างสถานีเติมก๊าซเป็นการลงทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานที่มีต้นทุนสูงมาก จึงควรวางแผนการจัดทำโครงข่ายสถานีเติมก๊าซให้บูรณาการกับโครงการวาง ท่อก๊าซเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วมในอุตสาหกรรม (Combined Heat and Power -CHP) เพื่อลด ต้นทุน

เนื่องจากปริมาณความต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคขนส่งนั้นน้อยมากเมื่อเทียบกับความต้องการใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคอุตสาหกรรมและภาคการผลิตไฟฟ้า

9.5.7.4 มาตรการควบคุมคุณภาพและจัดทำมาตรฐานของเชื้อเพลิง CNG

เนื่องจากก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในประเทศไทยเป็นก๊าซที่ได้จากการผสมก๊าซธรรมชาติจาก 3 แหล่ง ได้แก่ พม่า อ่าวไทย และแหล่งน้ำพอง มีสัดส่วนของมีเทนเฉลี่ยเพียง 76% และมีความแปรปรวนอยู่ในช่วง 67 – 94% ทั้งนี้มาตรฐานของก๊าซธรรมชาติที่เหมาะสมใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์นั้นต้องมีสัดส่วนมีเทนไม่ต่ำกว่า 89% ซึ่งคุณสมบัติของก๊าซที่มีสัดส่วนของมีเทนต่ำกว่ามาตรฐานมีผลทำให้เครื่องยนต์สึกหรอมากกว่าปกติ นอกจากนั้นในก๊าซธรรมชาติยังมีองค์ประกอบย่อยอื่นๆ ซึ่งจำเป็นต้องควบคุม จึงควรจัดทำมาตรฐานเชื้อเพลิง CNG สำหรับประเทศไทย และกำหนดค่าความแปรปรวนที่ยอมรับได้โดยไม่มีผลกระทบต่อเครื่องยนต์ในระยะยาว ขณะเดียวกันก็ไม่เป็นภาระต่อต้นทุนการผลิตก๊าซที่สูงเกินไป

เนื่องจากกระบวนการผลิตก๊าซธรรมชาติจากโรงแยกก๊าซของ ปตท. ในปัจจุบันกำหนดสัดส่วนมีเทนที่ประมาณ 76% ในกรณีที่มีการปรับปรุงมาตรฐานของก๊าซมีเทนให้มีสัดส่วนไม่ต่ำกว่า 89% จะมีผลกระทบต่อผู้ใช้ก๊าซในภาคการผลิตไฟฟ้าและอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงต้องมีการวางแผนระยะยาวเพื่อกำหนดเป้าหมายให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องรับทราบอย่างน้อย 4-5 ปี เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้มีการปรับปรุงอุปกรณ์ในภาคอุตสาหกรรมและภาคการผลิตไฟฟ้าให้เหมาะสมกับค่ามีเทนที่เปลี่ยนไป

อนึ่ง แม้ว่าค่ามีเทนจะต่ำกว่าค่ามาตรฐาน 89% แต่โดยหลักการแล้ว จะไม่มีผลกระทบต่อเครื่องยนต์มากนักหากมีการปรับแต่งเครื่องยนต์ให้เหมาะสม แต่ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อเครื่องยนต์อย่างมากคือค่าความแปรปรวนของคุณสมบัติเชื้อเพลิง ที่มีมากจนเกินไป

9.5.7.5 การกำหนดมาตรฐานการดัดแปลงเครื่องยนต์ NGV

ควรมีการจัดทำมาตรฐานของเครื่องยนต์และการดัดแปลงแบบต่างๆ สำหรับการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับประเทศไทย มาตรฐานการติดตั้งและบำรุงรักษาเครื่องยนต์ มาตรฐานความปลอดภัย รวมถึงการให้ความรู้และอบรมช่างฝีมือให้ได้มาตรฐานเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้รถยนต์ NGV

9.5.8 มาตรการส่งเสริมการผลิตอุปกรณ์การใช้พลังงานหมุนเวียนและประหยัดพลังงานภายในประเทศ

9.5.8.1 หลักการและเหตุผล

เป็นที่ทราบกันดีว่าแหล่งพลังงานหมุนเวียนโดยทั่วไปมีข้อเสียเปรียบที่สำคัญ (เมื่อเทียบกับพลังงานฟอสซิล) ประการหนึ่งก็คือ “ความหนาแน่นเชิงพลังงาน” (Energy density) ซึ่งทำให้เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนส่วนมากมีต้นทุนสูง แนวทางในการลดต้นทุนมีหลายแนวทาง ที่สำคัญคือการพัฒนานวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการแปลงพลังงาน (Energy conversion process) ประสิทธิภาพของระบบโดยรวมและประสิทธิภาพของการผลิต การขยายตลาดรองรับเพื่อให้เกิด economy of scale และการผลิตภายในประเทศ (Localization) แทนการนำเข้า เป็นต้น ในกรณีของประเทศไทยการพัฒนาขีดความสามารถในการผลิตอุปกรณ์เพื่อการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนภายในประเทศถือว่ามีบทบาทสำคัญในการลดต้นทุนและการขยายตลาดพลังงานหมุนเวียน เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนที่ใช้ต้องอาศัยการนำเข้าเป็นหลัก และประเทศไทยยังมีความได้เปรียบด้านค่าแรงและวัตถุดิบภายในประเทศอยู่พอสมควร ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคและแนวทางแก้ไขปัญหาในหัวข้อ 9.3 ก็พบว่าแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับข้อเสนอแนวทางการแก้ปัญหาทางด้านเทคนิคของพลังงานหมุนเวียนแทบทุกประเภท นอกจากนี้ ในด้านการประหยัดพลังงานก็เช่นเดียว หากอุตสาหกรรมภายในประเทศสามารถยกระดับมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ เครื่องใช้ และเครื่องจักรที่ภายในประเทศได้ ก็จะทำให้มาตรการด้าน DSM มีโอกาสสำเร็จมากขึ้น อย่างไรก็ตามจากประสบการณ์ในต่างประเทศ การสร้างขีดความสามารถดังกล่าว เป็นเรื่องที่ท้าทายอย่างยิ่ง ต้องอาศัยนโยบายและกลยุทธ์ที่แยบยลจึงจะประสบความสำเร็จ

9.5.8.2 แนวทางทั่วไป

มาตรการเชิงนโยบายที่ใช้สนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตภายในประเทศมี 2 ประเภทหลัก คือ 1) ประเภทสนับสนุนโดยตรง และ 2) ประเภทสนับสนุนโดยอ้อม มาตรการสนับสนุนโดยตรง หมายถึง นโยบายที่มีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตด้านพลังงานหมุนเวียนอย่างเฉพาะเจาะจง ส่วนมาตรการโดยอ้อมหมายถึงนโยบายที่สนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียนโดยทั่วไป ซึ่งเป็นการสร้างภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมพลังงานหมุนเวียนโดยอ้อม (เช่น การสร้างตลาดที่มีขนาดและเสถียรภาพพอควร)

- **กลไกสนับสนุนโดยตรง**

ในประเทศที่มีอุปสรรคของการใช้พลังงานหมุนเวียนมากและแข่งขันกับผู้นำเทคโนโลยีในระดับนานาชาติได้ยาก นโยบายสนับสนุนผู้ผลิตอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนจะมีบทบาทสำคัญ ทางเลือกสำหรับนโยบายการสนับสนุนโดยตรงมีอยู่หลากหลาย แต่ที่ได้ผ่านการพิสูจน์ในหลายประเทศว่าใช้ได้ผลดีมี 6 มาตรการดังนี้ (Lewis and Wiser, 2005)

ตารางที่ 9.5-1 มาตรการเชิงนโยบายเพื่อสนับสุนโดยตรง

มาตรการ	ลักษณะของมาตรการ
(1) Local content requirement	■ กำหนดให้ใช้เทคโนโลยีภายในประเทศบางส่วนในโครงการพลังงานหมุนเวียนแต่ละโครงการ ■ มีรูปแบบ ได้แก่ - กำหนดสัดส่วนขั้นต่ำของ Local content ในระบบพลังงานหมุนเวียนที่ติดตั้งในบางโครงการหรือทุกโครงการ (ใช้กันมากที่สุด) - กำหนดสัดส่วนขั้นต่ำของต้นทุนที่ใช้ของระบบว่าต้องใช้จ่ายภายในประเทศ ■ กลยุทธ์การกำหนด Local content มักเป็นแบบค่อย ๆ เพิ่มสัดส่วนให้สูงขึ้นตามระดับความพร้อมภายในประเทศ ■ ต้องอาศัยตลาดภายในประเทศที่ใหญ่พอสมควร จึงจะดึงดูด ผู้ลงทุนให้ยินยอมปฏิบัติตามเงื่อนไข
(2) Financial and tax incentives (มาตรการจูงใจทางการเงินและภาษี)	<u>Financial Incentives</u> ■ ให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำเพื่อสนับสนุน (Subsidies)โครงการผลิตพลังงานโดยใช้อุปกรณ์ที่ผลิตในประเทศ <u>Tax Incentives</u> ■ เครดิตภาษีหรือส่วนลดภาษีสำหรับการลงทุนในโครงการผลิตอุปกรณ์หรือการวิจัยและพัฒนาหรือลดหย่อนภาษีการขาย ภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) หรือภาษีเงินได้สำหรับผู้ซื้อหรือผู้ขายเทคโนโลยีที่ผลิตในประเทศ ■ มาตรการจูงใจทั้งสองประเภทที่กล่าวมาแล้วอาจใช้กับบริษัทบางประเภท เช่น บริษัทร่วมทุนกับต่างประเทศ เพื่อส่งเสริมความร่วมมือระหว่างประเทศในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและส่งเสริมการเป็นเจ้าของโรงงานผลิตในประเทศ (<u>หมายเหตุ</u> ประเทศจีนได้ใช้มาตรการลด VAT กับบริษัทร่วมทุนเพื่อส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยี รวมทั้ง ให้ “ทุนอุดหนุนเทคโนโลยีใหม่” เพื่อจูงใจบริษัทร่วมทุนในการผลิตภายในประเทศ)
(3) Favorable Customs Duties (มาตรการทางภาษีศุลกากร)	■ กำหนดอัตราภาษีศุลกากรเพื่อจูงใจการนำเข้าส่วนประกอบมากกว่าตัวอุปกรณ์ทั้งชุดหรือทั้งระบบ (<u>หมายเหตุ</u> ในอนาคตมาตรการนี้อาจขัดต่อหลักการของ WTO)
(4) Export Credit Assistance (การให้ความช่วยเหลือด้านการส่งออก)	■ ส่งเสริมการส่งออกโดยให้ความช่วยเหลือในรูปของเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ผลิตในประเทศขยายตลาดในต่างประเทศได้ ทำให้ธุรกิจการผลิตมีความคุ้มทุนมากขึ้น (<u>หมายเหตุ</u> มาตรการนี้อาจขัดต่อหลักการของ WTO เช่นกัน)

มาตรการ	ลักษณะของมาตรการ
(5) Quality Certification	■ สร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้เทคโนโลยีที่ผลิตภายในประเทศด้วยการให้ผู้ผลิตเข้าร่วมโครงการทดสอบและการรับรองมาตรฐานโดยเฉพาะมาตรฐานนานาชาติ
(6) Research and Development	■ ให้การสนับสนุนงานวิจัยและพัฒนาของผู้ผลิตภายในประเทศอย่างครบวงจร ตั้งแต่การวิจัย สาธิต และกระบวนการเข้าสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ (Commercialization program)

- **กลไกสนับสนุนทางอ้อม**

เนื่องจากขนาดและเสถียรภาพของตลาดภายในประเทศเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตด้านพลังงานหมุนเวียนภายในประเทศ ดังนั้น มาตรการเชิงนโยบายที่สร้างอุปสงค์ภายในประเทศจึงเป็นมาตรการทางอ้อมที่จำเป็นอย่างยิ่ง ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในส่วนอื่นของรายงานฉบับนี้ ทั้งนี้มาตรการทางอ้อมที่สำคัญ ได้แก่ Feed-in tariffs, Mandatory renewable energy targets (MRET) (เช่นในรูปของ RPS), Government tendering และ Financial and tax incentives เป็นต้น

9.5.8.3 ข้อเสนอแนวทางสนับสนุนการพัฒนาขีดความสามารถในการผลิตในประเทศไทย

เนื่องจากการสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตด้านพลังงานหมุนเวียนในประเทศต้องอาศัยค่าใช้จ่ายของภาครัฐ ซึ่งเป็นประเด็นสาธารณะที่ต้องมีการประเมินผลประโยชน์ที่จะเกิดแก่ส่วนรวมให้ชัดเจน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงขอเสนอแนวทางที่ควรจะดำเนินการเป็นขั้นตอนก่อนดังนี้

(1) ประเมินศักยภาพในเชิงเศรษฐกิจในภาพรวม การจ้างงาน และการลดต้นทุนของเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภท เพื่อแสดงให้เห็นถึงผลประโยชน์ที่จะได้รับหากมีการใช้มาตรการสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีสาขานั้น ๆ รวมทั้งประเมินขีดความสามารถทางเทคโนโลยีภายในประเทศที่มีอยู่ให้ละเอียดถี่ถ้วน ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจว่าเทคโนโลยีหรือวัสดุ/อุปกรณ์ที่จะส่งเสริมนั้นมีขนาดตลาดและผลกระทบเชิงบวกที่มีนัยสำคัญ

(2) เลือกกลยุทธ์ในการส่งเสริมการพัฒนาขีดความสามารถในการผลิตอุปกรณ์ภายในประเทศ (Localization strategies) บนพื้นฐานของข้อมูลดังกล่าว รวมทั้งกำหนดระยะเวลาที่จะสนับสนุนสำหรับเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนที่ได้เลือกสรรแล้วว่าจะสร้างความได้เปรียบเมื่อเทียบกับการนำเข้าได้

(3) เมื่อกำหนดกลยุทธ์การส่งเสริมได้แล้วจึงเลือกเครื่องมือเชิงนโยบาย (Policy tools) ที่เกื้อหนุนให้สัมฤทธิ์ผลโดยอาศัยทั้งกลไกทางตรงและทางอ้อมดังกล่าว

(4) เนื่องจากเป้าหมายพื้นฐานในการส่งเสริมการผลิตภายในประเทศสำหรับแต่ละเทคโนโลยีและแต่ละช่วงเวลาอาจต่างกัน เช่น เทคโนโลยีบางประเภทอาจตั้งเป้าหมายให้มีการผลิตในประเทศโดยผู้ผลิตจากต่างประเทศในระยะแรก แล้วค่อยตั้งเป้าให้มีการผลิตโดยผู้ผลิตในประเทศในระยะหลัง โดยเริ่มจากผลิตชิ้นส่วนก่อน แล้วค่อยผลิตทั้งระบบ เป็นต้น ดังนั้น เครื่องมือเชิงนโยบายที่ใช้จึงควรมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมตามสถานการณ์

(5) ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีมาตรการส่งเสริมการผลิตอุปกรณ์พลังงานหมุนเวียนโดยตรงอยู่แล้วบางส่วน เช่น การให้สิทธิประโยชน์ภายใต้คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ซึ่งอาจจะเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการกำหนด Local content requirement ของผู้ผลิตที่จะได้รับการส่งเสริม นอกจากนั้น กลไกที่มีอยู่แล้ว เช่น กองทุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำก็อาจใช้ส่งเสริมการผลิตอุปกรณ์โดยผู้ผลิตภายในประเทศ และเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานก็อาจใช้เพื่อส่งเสริมงานวิจัยและพัฒนาในอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

(ที่ปรากฏในรายงานวิจัยกลุ่มย่อยในภาคผนวก)

- **มาตรการด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน**

1. Greacen, Chris and Donna Green (2001). "The role of bypass diodes in the failure of solar battery charging stations in Thailand." Solar Cells and Materials 70: 141-9. http://www.palangthai.org/docs/BipassDiodes.pdf
2. Kozloff, Keith Lee (1995). "Rethinking Development Assistance for Renewable Electricity Sources." Environment 37(9): 7-37.
3. Kress, Adam (2005). Phoenix firm to build huge solar farm. The Business Journal of Phoenix. 14 August. http://msnbc.msn.com/id/8956591/#storyContinued
4. Johnson, R. Colin (2004). Sun catchers tuned to crank out the juice. EE Times. http://eetimes.com/news/latest/showArticle.jhtml?articleID=53700939&pgno=2
5. (2000). Act on Granting Priority to Renewable Energy Sources. http://www.fnr-server.de/bioenergie/downloads/eeg%20englisch.pd
6. Amatayakul, Wathanyu and Chuenchom Greacen (2002). Thailand Experience with Clean Energy Technologies: Power Purchase Programs. UNDP International Seminar on Energy for Sustainable Development and Regional Cooperation, Beijing, China. http://www.palangthai.org/en/docs/ThailandsCaseStudyJuly22.pdf
7. Awerbuch, Shimon (2003). "Determing the real cost: why renewable power is more cost-competitive than previously believed." Renewable Energy World 6(2): 52. http://www.jxj.com/magsandj/rew/2003_02/real_cost.html
8. Brown, Michael (2003). A Blueprint for decentralized electricity, WADE. http://www.localpower.org/pdf/RightRulesforDE.pdf
9. BTM Consult (2001). "A towering performance: Latest BTM report on the wind industry." Renewable Energy World 4(4): 69-87.
10. D'Sa, Antonette (1995). "Integrated resource planning (IRP) and power sector reform in developing countries." Energy Policy 33(10): 1271-1285. http://www.iei-asia.org/IEIBLR-IRP-EnergyPolicy.pdf
11. DEDP (1998). Micro-Mini Hydropower Development. Bangkok, Department of Energy Development and Promotion.
12. du Pont, Peter (2005). Nam Theun 2 Hydropower Project (NT2) Impact of Energy Conservation, DSM, and Renewable Energy Generation on EGAT's Power Development Plan. Bangkok, World Bank. http://siteresources.worldbank.org/INTLAOPRD/Resources/DSMmarch2005.pdf
13. E for E (2005). Study to consider expanding VSPP.
14. EGAT (2000). Power Development Plan 99-02 (Update Schedule of Committed Projects). Bangkok, Thailand, Generation System Development Planning Department, System Planning Division.
15. EGAT (2001). Power Purchase Agreement for SPPs. Bangkok, Thailand.
16. EGAT, MEA, et al. (1998). Regulations for the Purchase of Power from Small Power Producers (English Translation). Bangkok.
17. EGCO (2005). Power Market Monitoring. http://www.egco.com/PowerIndustry/PowerIndustry_Home.asp
18. Electrowat (2005). Cogeneration. http://www.ekowatt.cz/library/infolisty/cogeneration.php3
19. Energicentre Denmark (2005). The electricity reform. 2005. http://www.ecd.dk/UK-dk-resleg.htm

20. Energy for Environment (2004). Study to determine methods to support electricity generation from wind and solar energy. Bangkok, E for E, commissioned by EPPO.
21. EPPO (2000). Fuel tariff adjustment (in Thai). Bangkok. http://www.eppo.go.th/power/struct/pwc-Tpaper1.html
22. EWEA (2005). The current status of the wind industry. http://www.ewea.org/documents/factsheet_industry2.pdf
23. FT subcommittee (2003). Report on calculations of automatic adjustment tariff (FT) for the month of September, 2002.
24. Greacen, Chris and Donna Green (2001). "The role of bypass diodes in the failure of solar battery charging stations in Thailand." Solar Cells and Materials 70: 141-9. http://www.palangthai.org/docs/BipassDiodes.pdf
25. Greacen, Chuenchom Sangarasri (2005). The public interest, and the pursuit of profit. Bangkok Post. 16 August. http://www.bangkokpost.com/160805_News/16Aug2005_opin38.php
26. Haynes, Rusty (2005). Systematic Support for Renewable Energy in the United States and Beyond: A Selection of Policy Options and Recommendations, DSIRE. http://www.dsireusa.org/documents/PolicyPublications/Haynes_KIER_Keynote.pdf
27. Holde, David Von (2004).
28. IEA (2005). Renewable Energy Sources Act (2004) (Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG). International Energy Agency Renewable Energy Policies & Measures Database. http://www.iea.org/textbase/pamsdb/detail.aspx?mode=re&id=2241
29. Janchitfah, Supara (2005). Energy Policy Opening to the Public. Bangkok Post. 6 March.
30. Johnson, Jeff (2004). Power from the sun. Chemical and Engineering News. 82: 25-28. http://pubs.acs.org/cen/coverstory/8225/8225solarenergy.html
31. Johnson, R. Colin (2004). Sun catchers tuned to crank out the juice. EE Times. http://eetimes.com/news/latest/showArticle.jhtml?articleID=53700939&pgno=2
32. Kozloff, Keith Lee (1995). "Rethinking Development Assistance for Renewable Electricity Sources." Environment 37(9): 7-37.
33. Kress, Adam (2005). Phoenix firm to build huge solar farm. The Business Journal of Phoenix. 14 August. http://msnbc.msn.com/id/8956591/#storyContinued
34. Maycock, Paul (2002). "The World PV Market: Production increases 36%." Renewable Energy World 5(4 July/Aug): 147-161.
35. Mitchell, Catherine, D. Bauknecht, et al. (2003). Risk, Innovation and Market Rules: A Comparison of the Renewable Obligation in England and Wales and the Feed-In System in Germany, Warwick Business School. C:\Documents and Settings\jimwill14\My Documents\Thailand\E for E\Wind and solar policy study\International\UK
36. Mogg, Michard (2003). PV comes to Thailand. ReFocus. Nov/Dec. Nov/Dec.
37. Pichalai, Chavalit (2005). Overview on Renewable Energy Strategy, Policy and Action Plans. EC-ASEAN Green IPP Network: Update on the Development of Green IPPs in Thailand: Challenges, Strategies, and Case Studies, Montien Hotel, Bangkok.
38. Plevin, Richard and David Donnelley (2004). "Converting waste to energy and profit." Renewable Energy World 7(5): 74-81.
39. Post, Bangkok (2005). Ft to remain high to ensure profitability. Bangkok Post. 26 August. http://www.bangkokpost.com/Business/26Aug2005_biz71.php
40. Rader, Nancy and Scott Hempling (2001). The Renewables Portfolio Standard: a Practical Guide, prepared for the National Association of Regulatory Utility Commissioners.

41. Sundqvist, Thomas (2000). Electricity Externality Studies: Do the Numbers Make Sense? Instituitionen for Industriell ekonomi och samhallsvetenskap Avdelningen for Nationalekonomi. Lulea Tekniska Universitet.
42. Tanishima, Satoshi (2004). Future View of Gas Power Generation of TEPCO. Joint Workshop of IEA and IGU. http://www.igu.org/database/2003database/IEAIGUWorkshop/satoshi_tanishima%20.ppt
43. Thongsathitya, Amnuay (2005). An Overview on Thailand Renewable Energy Resources and Technologies. EC-ASEAN Green IPP Network: Update on the Development of Green IPPs in Thailand: Challenges, Strategies, and Case Studies, Montien Hotel, Bangkok.

- **มาตรการด้านการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (Feed-in-tariff)**

1. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ): Energy Policy Framework for Electricity Markets and Renewable Energies in the PR China, Updated version, Eschborn/Beijing, September 2005
2. Energy Research Institute (ERI) / Institute of Nuclear and New Energy Technology: China National Energy Strategy and Policy 2020, Chapter VII: Renewable Energy Strategy and Policy
3. Greenpeace China: Wind Guang Dong, Guangzhou 2005
4. Hu Runquing, Li Juneng, and Wang Zhongying: China's renewable energy law and biomass energy, in: Industrial Biotechnology, Winter 2005
5. Jean Ku, Debra Lew, Shi Pengfei and William Wallace: The future is now – Accelerating wind development in China, in: Renewable Energy World, July-August 2005
6. Joanna I. Lewis (Energy and Resources Group, University of California, Berkeley): Conceding Too Much? Conflicts between the Government and Developers in Promoting the China „Wind Concession“ Project Model, presented at World Renewable Energy Congress 2004
7. Joanna Lewis / Ryan Wiser (Center for Resource Solutions), A Review of International Experience with Policies to Promote Wind Power Industry Development, March 10, 2005
8. Ministry of Science and Technology/ The State Development Planning Commission/ The State Economic and Trade Commission: Evaluation of Policies Designed to Promote the Commercialization of Wind Power Technology in China, May 15, 2002
9. Neue Energie, 02/2006, page 79
10. Windpower monthly, December 2005 (page 28) and February 2006
11. Zhu Li: China's renewables law, in: Renewable Energy World, July-August 2005
12. Zijun Li: China's Renewable Energy Law takes effect; Pricing and fee-sharing rules issued, Worldwatch Institute, 18.01.2006
13. Awerbuch, S. (2003). "Determing the real cost: why renewable power is more cost-competitive than previously believed." Renewable Energy World **6**(2): 52. http://www.jxj.com/magsandj/rew/2003_02/real_cost.html
14. Bangkok Post (2001). "Drop extra charge activists urge govt." Bangkok Post: 24 Feb.
15. Bangkok Post (2005). "Ft to remain high to ensure profitability." Bangkok Post: 26 August. http://www.bangkokpost.com/Business/26Aug2005_biz71.php
16. Bickel, P. and R. Friedrich (2005). "ExternE Methodology 2005 Update." Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung — IER, Universität Stuttgart, Germany. http://www.externe.info/brussels/methup05.pdf
17. BTM Consult (2002). "Soaring to new heights: The world wind energy market." Renewable Energy World **5**(4): 32-47.

18. Danish Management Group Thailand (2005). "Thailand's Energy Efficiency Revolving Fund: a Case Study." APEC Energy Working Group. July. http://www.reeep.org/media/downloadable_documents/8/p/APEC%20-%20EE%20Revolving%20Fund%20-%20Thailand.pdf
19. EGAT, MEA, et al. (1998). "Regulations for the Purchase of Power from Small Power Producers (English Translation)." January.
20. Energy for Environment (2004). "Study to determine methods to support electricity generation from wind and solar energy." E for E, commissioned by EPPO. January.
21. EWEA (2005). "The current status of the wind industry." http://www.ewea.org/documents/factsheet_industry2.pdf
22. Federal Ministry for the Environment Nature Conservation and Nuclear Safety (2000). "Act on Granting Priority to Renewable Energy Sources." 1 April. http://www.fnr-server.de/bioenergie/downloads/eeg%20englisch.pd
23. Fouquet, D., C. Grotz, et al. (2005). "Reflections on a Possible Unified EU Financial Support Scheme for Renewable energy Systems (RES): a Comparison of Minimum-Price and Quota Systems and an Analysis of Market Conditions." European Renewable Energies Federation and Worldwatch Institute. January.
24. Friedrich, R. (2005). ExternE: Methodology and Results. External costs of energy and their internalisation in Europe: Dialogue with industry, NGO, and policy-makers, European Commission, Charlemagne building (Room S1), Brussels. http://maxima.ier.uni-stuttgart.de/brussels/br0900.pdf
25. Greacen, C. (2005). "Background Paper -- Renewable energy: Overview of Policy Measures, Proposals for Short-Term Actions, and Related Research Needs." A study for the Thai Joint Graduate School on Energy and Enviornment (JGSEE), commissioned by the Energy Planning and Policy Office (EPPO). 29 August. http://www.palangthai.org/docs/JGSEE-BackgroundRE29Aug05.doc
26. Greacen, C. and C. Greacen (2004). "Thailand's electricity reforms: privatization of benefits and socialization of costs and risks." Pacific Affairs **77**(4). http://www.palangthai.org/docs/PA77.3Thailand.pdf
27. GTZ (2002). "Producing Electricity from Renewable Energy Sources: Energy Sector Framework in 15 Countries in Asia, Africa and Latin America."
28. Hande, H. H. (2006). " Does Solar PV Still Make Sense for the Developing World?" Renewable Energy Access: 16 February. http://www.renewableenergyaccess.com/rea/news/story?id=43569
29. Haynes, R. (2005). "Systematic Support for Renewable Energy in the United States and Beyond: A Selection of Policy Options and Recommendations." DSIRE. http://www.dsireusa.org/documents/PolicyPublications/Haynes_KIER_Keynote.pdf
30. Jaiimsin, A. (2005). "Alternative fuel pricing needs rethink." Bangkok Post: 22 December. 1. http://www.bangkokpost.net/Business/22Dec2005_biz30.php
31. Janchitfah, S. (2005). "Energy Policy Opening to the Public." Bangkok Post: 6 March.
32. Johnson, J. (2004). "Power from the sun." Chemical and Engineering News25-28. http://pubs.acs.org/cen/coverstory/8225/8225solarenergy.html
33. Kujawa, M. (2003). "Large wind rising." Renewable Energy World **6**(2): 39-51.
34. Martinot, E. (2005a). "Renewables 2005 Global Status Report." Worldwatch Institute & Tsinghua University.
35. Martinot, E. (2005b). "Renewables 2005 Global Status Report: Notes and References Companion Document." Worldwatch Institute & Tsinghua University.

36. Maycock, P. (2002). "The World PV Market: Production increases 36%." Renewable Energy World **5**(4 July/Aug): 147-161.
37. Mitchell, C., D. Bauknecht, et al. (2003). "Risk, Innovation and Market Rules: A Comparison of the Renewable Obligation in England and Wales and the Feed-In System in Germany." Warwick Business School. C:\Documents and Settings\jimwill14\My Documents\Thailand\E for E\Wind and solar policy study\International\UK
38. Mogg, M. (2003). "PV comes to Thailand." ReFocus: Nov/Dec.
39. Nagendran, J. (2005). "Personal communication."
40. NEPO/DANCED (1998). "Investigation of Pricing Incentive in a Renewable Energy Strategy -- Main report." October. http://www.nepo.go.th/encon/encon-DANCED.html
41. Pacudan, R. (2003). Grid-Based Renewable Energy Promotion in SE Asia: Case of the Philippines and Thailand. Conference on Renewable Energy on the Market, Sonderborg, Denmark. http://www2.mim.dk/reconference/dias/Romeo%20Pacudan.ppt
42. Phongpaichit, P. and C. Baker (1998). Thailand's Boom and Bust. Chiang Mai, Thailand, Silkworm Books.
43. Plevin, R. and D. Donnelley (2004). "Converting waste to energy and profit." Renewable Energy World **7**(5): 74-81.
44. Rader, N. and S. Hempling (2001). "The Renewables Portfolio Standard: a Practical Guide." prepared for the National Association of Regulatory Utility Commissioners. February.
45. Ragwitz, M. and C. Huber (2005). "Feed-In Systems in Germany and Spain and a comparison." Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung.
46. Schafer, A. (2005). "States take lead on renewable portfolio standards despite federal inaction." Accessed on August 8
47. Shrestha, S. and T. Lefevre (2000). Estimation of external cost associated with electricity generating options in Thailand using simplified methodologies. Eighth APEC Clean Fossil Energy Technical Seminar, Bangkok. http://www.apec-egcfe.org/ThaiSeminar_2000/3-2%20S_Shrestha.pdf
48. Sundqvist, T. (2000). "Electricity Externality Studies: Do the Numbers Make Sense?" Instituitionen for Industriell ekonomi och samhallsvetenskap Avdelningen for Nationalekonomi.
49. Tesco Lotus (2004). "Project document: Solar electricity generation project at Rama I outlet store."
50. Thai Ministry of Energy (2005a). "Draft Economic and Financial Analysis of Renewable Energy Development in Thailand." Ministry of Energy. 30 October.
51. Thai Ministry of Energy (2005b). "Strategy to reform the country's energy consumption: presentation to the Prime Minister (in Thai language)." 23 November. www.palangthai.org/docs/PMEnergy23.11.05(2)
52. Thai Ministry of Energy (2005c). Thailand Energy Policy. International Energy Seminar, Siam City Hotel, Bangkok, Ministry of Energy.
53. Thanh, B. and T. Lefevre (2001). "Assessing health benefits of controlling air pollution from power generation: the case of a lignite-fired power plant in Thailand." Environ Manage **2**: 303-17.
54. Thanh, B. D. (2000). "Valuation of Major Environmental Externalities Caused by Air Pollution for Lignite-Fired Power Plant-the Case of Mea Moh Power Plant Thailand." AIT. http://www.serd.ait.ac.th/ep/dissert.html
55. Thongsathitya, A. (2005). Thai Renewable Energy Policy (in Thai). Expensive oil and electricity, renewable energy is an alternative for Thai people, Lee Garden Hotel, Hat Yai.
56. Wiser, R. and O. Langniss (2001). "The Renewables Portfolio Standard in Texas: An Early Assessment." Lawrence Berkeley National Laboratory. November. http://www.efchina.org/documents/Update_on_Texas_RPS.pdf

- **มาตรการด้านการประหยัดพลังงานในภาคบ้านพักอาศัย อาคารพาณิชย์ และอุตสาหกรรม**

Overview of Energy Use in Thailand

1. DEDE. 2005. Thailand Energy Statistics 2004.
2. EGAT (Electricity Generating Authority of Thailand). 2004. Power Development Plan 2004-2015.
3. Ministry of Energy. Thailand. 2003. "Energy Strategies for Competitiveness." Presentation in Energy Strategy Workshop on 28 August 2003.
4. EPPO (Monitoring and Enforcement Committee, Energy Policy and Planning Office). 2002. *Thailand Strategic Energy Conservation Plan 2003-2011*. March.
5. Phon-Amnuaisuk S. 2004. Thailand Country Report on Renewable Energy Transition Strategies. March.

Appliances and End-Use Equipment: Minimum Energy Performance Standards and Labeling

1. AGO (Australian Greenhouse Office). 2005. "A Strategic Vision for International Cooperation on Energy Standards and Labeling." Prepared by Danish Energy Management A/S for AGO as part of the APEC-sponsored project, *A Vision for Cooperation on Energy Standards and Labeling Programs.* 20 June.
2. Bertoldi, P. 2000. *European Union Efforts to Promote More Efficient Equipment*. European Commission, Directorate General for Energy.
3. CLASP (Collaborative Labeling and Appliance Standards Program). 2005. *Energy-Efficiency Labels and Standards: A Guidebook for Appliances, Equipment, and Lighting. 2nd Edition.* Lead authors: Stephen Wiel and James E. McMahon. Washington, DC. February.
4. du Pont, Peter. 2005. "Nam Theun 2 Hydropower Project (NT2): Impact of Energy Conservation, DSM and Renewable Energy Generation on EGAT's Power Development Plan (PDP)." Report commissioned by The World Bank. 24 March.
5. Goldstein David. 2005. Prospects of Energy Efficiency and Energy Conservation in Thailand. Presentation by David Goldstein of Natural Resources Defense Council to the Stock Exchange of Thailand. 6 May.
6. Lee, Sun-Keun. 2001. "MEPS Experience in Korea." Paper presented at the conference, *Lessons Learned in Asia: Regional Conference on Energy Efficiency Standards and Labeling.* Organized by Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP) and the United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP). Bangkok, Thailand. 29-31 May.
7. Meyers, S, J. McMahon, and M. McNeil. 2004. *Realized and Prospective Impacts of U.S. Energy Efficiency Standards for Residential Appliances: 2004 Update*. Berkeley, CA, Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-56417, December.

Building Energy Codes

1. Danida. 2003. *Review of State of the Art Building Design in Hot and Humid Climates*. Prepared for DEDE/DANIDA project, *Adjustments to the Building Energy Code, Thailand*.
2. UNESCAP (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific). Compendium on Energy Conservation Legislation in Countries of the Asia and Pacific Region (http://www.unescap.org/esd/energy/publications/compend/ceccpart3chapter1.htm)
3. http://europa.eu.int/comm/energy/demand/legislation/buildings_en.htm

4. http://buildingsdatabook.eren.doe.gov/
5. http://www.arch.hku.hk/research/BEER/links.htm#Standards
6. http://www.energycodes.gov/

Building Energy Rating and Labeling

1. http://www.energystar.gov/
2. http://www.emsekretariatet.dk/
3. http://www.eere.energy.gov/buildings/
4. http://www.eere.energy.gov/EE/buildings.html

Energy Audit and Management Schemes

1. APEC Energy Research Centre. 2003, Energy Efficiency Programmes in Developing and Transitional APEC Economies
2. Danida. 2004. Development of an Energy Efficiency Promotion Strategy for Industries and Buildings. Progress Report. June.
3. Danida. 2001. Development of An Energy Audit and Management Scheme for Small and Medium Enterprises. Inception Report. February.
4. DEDE. 2005, Announcement of Shut Down of Grant and Subsidy for Energy Conservation Measures in Designated Buildings and Factories, 1 April.
5. DEM (Danish Energy Management A/S). 2001. Background Paper: International Review of Energy Efficiency Programs: Lessons For the DEDP/DANCED EE Promotion Project. Prepare for DANCED project, "Development of an Energy Efficiency Promotion Strategy for Industries and Buildings" 31 March.
6. EPPO, Energy Efficiency Conservation Program and Guidelines, Criteria, Conditions and Expenditure Priorities of the Energy Conservation Promotion Fund during the Fiscal Period 2000-2004
7. IIEC (International Institute for Energy Conservation). 1999. Review of International Energy Efficiency, Market Transformation, and Renewable Energy Policies, 15 March
8. http://www.doe.bg/cgi-bin/i.pl?l=2&p=637
9. http://www.doe.bg/cgi-bin/i.pl?l=1&p=571
10. http://www.doe.bg/cgi-bin/i.pl?l=1&m=411&p=101&n1=235
11. http://www.mpo.cz/

Tax Incentives

1. Alliance to Save Energy (2001) website, *http://www.ase.org/content/article/detail/2384*.
2. American Council for an Energy-Efficiency Economy (ACEE), *Tax Incentives for Innovative Energy-Efficiency Technologies*.
3. Asia Pacific Energy Research Center (2003), *Energy Efficiency Programmes in Developing and Transitional APEC Economies.*
4. Board of Investment website, http://www.boi.go.th:8080/issue/200506_16_6/5.htm
5. China Sustainable Energy Program (2005), *Tax and Fiscal Policies for Promotion of Industrial Energy Efficiency: A Survey of International Experience*.

6. Oregon Department of Energy (2004), *Business Energy Tax Credit*, Oregon Administrative Rules OAR 330-070-0010 to 330-070-0097.
7. Oregon Department of Energy (2004), *Residential Energy Tax Credit*, Oregon Administrative Rules OAR 330-90-0105 to 330-30-0150.
8. World Energy Council (2001), *Energy Efficiency Policies and Indicators*.

Energy and CO_2 Taxes

1. ACS (American Chemical Society). 1998. *Taking Stock of Tax Reform Initiative*. [Online, accessed August 2005]. URL: http://pubs.acs.org/hotartcl/est/98/dec/hanish.html
2. Danida (Danish International Development Agency). 2003. *Final Mission Report: Identification/Formulation Mission for CDM Activities in Thailand.* Prepared by Danish Energy Management A/S for Danida. June.
3. DEM (Danish Energy Management A/S). 2004. Discussion Paper: Increasing the Level of DSM in Vietnam through DSM Regulation. Prepared by Energy Futures Australia as part of the project, *Technical Assistance to Vietnam's Phase 2 DSM Program.* 1 December.
4. DEPA (Danish Environmental Protection Agency). 2005. *Denmark's Second National Communication on Climate Change. Annex H: Description of the Danish Energy, Fuel, and Vehicle Tax System*. [Online, accessed August 2005]. URL: http://www.mst.dk/udgiv/Publications/1997/87-7810-983-3/html/annexh.htm
5. Environmental Canada 2005, *Ecological Fiscal Reform Policies around the World,* [Online, accessed 12 August 2005].URL: http://www.fiscallygreen.ca/experience2.html
6. IISD (International Institute for Sustainable Development). 2005. *Government Budget: Carbon Tax in Sweden.* [Online, accessed August 2005]. URL: http://www.iisd.org/greenbud/sweden.htm
7. O' Neill, H. & Warren A. 2001. *Energy Efficiency Report: European Union Member States*. Prepared for EuroACE.
8. Price L., Galitsky C., Sinton J., Rue du Can S. 2005. *Tax and Fiscal Policies for Promotion of Industrial Energy Efficiency: A Survey of International Experience.* Lawrence Berkeley National Laboratory.
9. UNFCCC. 1995. Report on the In-Depth Review of the National Communication of Sweden, FCCC/IDR.1/SWE, [Online, accessed August 2005].URL: http://unfccc.int/resource/docs/idr/swe01.htm
10. Wang X. 1998, *Taxation Policy: Its Role in Environmental Protection and Resource Conservation in China,* [Online, accessed August 2005].URL: http://www.cnr.berkeley.edu/csrd/publications/text/wang.html
11. World Energy Council 2005, *Case Studies on Economic and Fiscal Incentives, Thailand.* [Online, accessed August 2005].URL: http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/eepi/a1_incentives/thailanddata.asp

Energy Efficiency Loan Funds

1. Asia Pacific Energy Research Center (2003), *Energy Efficiency Programmes in Developing and Transitional APEC Economies*.
2. China Sustainable Energy Program (2005), Tax *and Fiscal Policies for Promotion of Industrial Energy Efficiency: A Survey of International Experience*.
3. Department of Energy Development and Promotion (2001), *International Review of Energy Efficiency Programs: Lessons For the DEDP/DANCED EE Promotion Project*.

4. Energy and Environment Division, Department of Industry, Tourism and Resource (2005), *Case Study of Thailand's Energy Efficiency Revolving Fund*.
5. World Energy Council (2001), *Energy Efficiency Policies and Indicators*.

Consumer Awareness and Behavioral Changes

1. Asia Pacific Energy Research Centre 2003, *Energy Efficiency Programmes in Developing and Transitional APEC Economies,* APEC#203-RE-01.4
2. Du Pont, P. 2005, *Measures for EVN to Save Peak Electricity in a Hurry*, Memo to Electricity of Vietnam DSM, 26 May 2005.
3. Energy Policy and Planning Office 2005*, Background of EPPO's Energy Conservation Campaign*, [Online, accessed 16 August 2005].URL: http://www.thaienergynews.com/eppo_history.php
4. Lieberson M. J. 1996, Shining the Light on Energy Conservation: A Synthesis of Findings From Six Evaluation, USAID Program and Operations Assessment Report No. 19, PN-ABY-225, [Online, accessed 12 August 2005].URL: http://www.usaid.gov/pubs/usaid_eval/ascii/pnaby225.txt
5. O' Neill, H. & Warren A., *Energy Efficiency Report: European Union Member States*, EuroACE, 2001

Demand Response and Direct Load Control

1. Crossey, D. 2005. "Opportunity for Demand Response in the National Electricity Market." A presentation to Ministerial Council on Energy User Participation Working Group. 5 August.
2. EECA. 2004, Demand Response in The United States, 1 July.
3. du Pont, P. 2005. "Overview of Some Demand Response Program for Residential Air Conditioners." Presentation to meeting of for Australia Household Energy Load management Platform (AHELP). 26 April.
4. Elkraft System. 2005. "Demand Response – In Practice." May.
5. Kofod, C. 2004. "International Experience with Direct Load Control Programs." Presentation at DSM Implementation Workshop. Vietnam Phase 2 DSM Program. 17 November.
6. http://www.demandresponseresources.com/

Cogeneration

1. Beck-Larsen, N., *Cogeneration Experiences in ASEAN and European Union countries*, Presentation at Brunei Darussaram Cogeneration Week 2004, 23-24 November 2004.
2. DEDE, *Electric Power in Thailand 2003*
3. ECN et., al. (2002), *Decentralized Generation: Development of EU Policy*, a report in the framework of the DECENT project.
4. Elliot, et. al. (2003), CHP *Five Years Later: Federal and State Policies and Programs Update*, Report number IE031 American Council for an Energy-Efficient Economy.
5. Hammer, T., *The case of CHP in Denmark and perspectives to other countries*
6. NEPO (2000), *Thailand Biomass-based Power Generation and Cogeneration within Small rural Industries*, A Final report by Black and Veatch for the National Energy Policy Office.
7. Piyasawat (2005), *CHP and DG: Old Policy using New Name*, an article in Post Today on 8 July 2005.

8. Srisovanna, P., *Policy and Regulation on the SPP in Thailand*, Presentation in Budapest Hungary, 27 September 2004.

- **มาตรการด้านการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง**

Setting standards for fuel consumption and CO_2 emission of new vehicles

1. Per Kageson (European Federation for Transport and Environment): Reducing CO2 Emissions from new cars – A progress report on the car industry's voluntary agreement and an assessment of the need for policy instruments, 2005
2. Commission of the European Communities: Implementing the Community Strategy to Reduce CO2 Emissions from Cars: Fifth annual Communication on the effectiveness of the strategy, COM (2005) 269 final of 22.6.2005; also: Monitoring reports on voluntary agreements with car manufacturers of 5 October 2004, SEC (2005) 826
3. VDA/VDIK: Leitfaden zu Kraftstoffverbrauch und CO2-Emissionen, Ausgabe August 2005 (Guideline on fuel consumption and CO2 emissions for all new cars offered on the German Market; only in German)
4. Internet site by the UK Vehicle Certification Agency (VCA) with data base on fuel consumption and CO2 emission, www.vca.gov.uk
5. Vehicle Certification Agency (UK): New car fuel consumption and emission figures, May 2005
6. Sachverständigenrat für Umweltfragen: Umwelt und Straßenverkehr, Juni 2005 (Advisory Council on the Environment for the German Government: Environment and Road Transport, June 2005; only in German)
7. Pew Center on Global Climate Change: Comparison of Passenger Vehicle Fuel Economy and GHG Emission Standards around the World, December 2004

Taxation of vehicles according to engine size and emissions

1. COWI: Fiscal measures to Reduce CO2 Emissions from New Passenger Cars , Main Report, January 2002
2. EU Commission: Taxation of passenger cars in the European Union – options for action at national and Community levels, COM (2002) 431 of 06.09.2002
3. EU Commission: Study on vehicle taxation in the Member States of the European Union, Final Report, January 2002
4. Council Directive 2003/96/EC of 27 October 2003 restructuring the Community framework for the taxation of energy products and electricity

Substitution of gasoline and fossil diesel use by natural gas, bioethanol and biodisel

1. Swedish National Road Administration: Well-to-Wheel Efficiency for alternative fuels from natural gas or biomass, October 2001
2. Alternative Fuels Contact Group: Market development of Alternative Fuels, December 2003
3. L-B-Systemtechnik: GM Well-to-Wheel Analysis of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Advances Fuel/Vehicle Systems – A European Study, September 2002
4. EUCAR/CONCAWE/JRC: Well-to-Wheels analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context, January 2004

5. ifeu (Institute for Energy and Environmental Research): CO2 Mitigation through Biofuels in the Transport Sector, August 2004
6. Institut für Weltwirtschaft (Institute for Global Economy): Biokraftstoffe – eine weltwirtschaftliche Perspektive, Februar 2005 (Biofuels – a global economic perspective; only in German)
7. Öko-Institut et.al.: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse, Endbericht, Mai 2004 (Life-cycle analysis for the sustainable energetic use of biomass, final report, May 2004; only in German)
8. Australian Greenhouse Office,: Life-cycle emissions analysis of Alternative Fuels for Heavy Vehicles, Comparision of Transport Fuels (very comprehensive study, can be downloaded from website http://www.greenhouse.gov.au/transport/publications/index.html
9. Australian Greenhouse Office: Life-cycle Emissions Anaylsis of Fuels for Light Vehicles, May 2004

Development of statutory labeling schemes for energy consumption of new vehicles

1. Directive 1999/94/EC of 13 December 1999 relating to the availability of consumer information on fuel economy and CO2 emissions in respect of the marketing of new passenger cars
2. ADAC: Study on the effectiveness of Directive 1999/94/EC relating to the availability of consumer information on fuel economy and CO2 emissions in respect of the marketing of new passenger cars, final report, March 2005
3. Low Carbon Vehicle Partnership (UIK): Car buyer research report, Consumer attitudes to low carbon and fuel-efficient passenger cars, March 2005

Other measures to curb fuel/oil consumption for transport

1. Umweltbundesamt (German Federal Environment Agency): Reducing CO2 emissions in the transport sector, A status report, September 2003
2. IEA: Transportation and Energy, 2001
3. IEA: Transport Technologies and Policies for Energy Security and CO2 Reductions, March 2003
4. IEA: Energe Technologies for a Sustainable Future: Transport, 2004
5. IEA: Reducing Oil Consumption in Transport: Combining Three Approaches, April 2004
6. Eco-Driving Europe, BEET – Benchmarking Energy Efficiency in Transport, April 2002
7. Eco-Driving Europe, ECO-DRIVING in a company fleet, January 2003
8. Energy Saving Trust (UK), The Route to Cleaner Buses, 2003
9. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), Mobility 2030, Full Report 2004

- **มาตรการส่งเสริมการใช้ NGV**

1. NGV Global (the news letter of IANGV [International Association for NGV]), issue of 11 May, 2005
2. ANGVA (Asia-Pacific Natural Gas Vehicle Association) 2005 Conference (KL) papers : Keynote addresses 1 “Natural Gas for Vehicles – The Fuel of Choice for Asia Pacific – Status, Challenges and the Way Forward” and 2 “Progress and Future of Clean Transportation Fuels : CNG, LCNG, LNG, Biogas, H_2” and paper no. 2 “Challenges and Way Forward in Implementing NGV programme in Thailand”, July , 2005
3. “Natural Gas Vehicles – Getting into the fast lane”, Ollie Clark, Asia Gas Buyers Summit, Mumbai, March, 2003.

4. PTT Web page for 2004 Performance Review (natural gas), Risk factors, Natural Gas Quality Control, Business News, Analyst Briefing (Q1/2005) and other information "www.pttplc.com" .
5. IANGV Report – "Effects of Natural Gas Composition on Variations on the Operation, Performance and Exhaust Emissions of Natural Gas-Powered Vehicles". – Dec 2002
6. "Comparison of Transport Fuels ", Report No EV45A/2/F3C, Australian Greenhouse Office, 2002 ? and which cross refers to (6a) (Australian) " National Greenhouse Gas Inventory for 1998", 2000.
7. "Market Development of Alternative Fuels", ENGVA Report. December, 2003.
8. NVG-CNG-LCNG-Hydrogen-Biodiesel Outlook 2005, Bangkok, Dec 2005
9. "Global NGV Statistics" regularly updated at IANGV web site: "www.iangv.com" (see also the following which amplifies some of the data - (9a) Report on the ANGVA Conference, KL, July 2005 by D J Parkinson for the Government of Tasmania).
10. NGV Global country report - Italy, April 2005 (see web page : "www.ngvglobal.com").
11. "Italy : pioneers and Leaders, The Italian strategy toward alternate fuels", G. Gozzi et al., Consorzio NGV System Italy, Oct 2004. (see "www.ngvsystem.it")
12. Fuelmaker Corporation, USA, presentation to NGV Technology Forum, Dallas, January, 2003.
13. Teaching Notes for Natural Gas Technology, SEM/KMUTT, 2000/2543 [JGSEE Library call no. TP 350 T 253].
14. "Gas Supply and Refueling", chapter 6 of GRI (Gas Research Institute – USA) Natural Gas Industry publication, ~1996.
15. Gas Transmission Pipelines – Development and Economics. (the Australian Gas Association, Feb 1998). [JGSEE Library, call no. TN 880.5 G 246]
16. "Natural Gas Vehicle Developments in the Asia-Pacific Region" (Report of the GASEX NGV Working Group) Nov 1996. [JGSEE Library, call no. TL 229 N285].
17. "Compressed Natural Gas as a Vehicle Fuel" (*Learning from experiences with*) CADDET Analyses Series No. 5, May 1991. [JGSEE Library, call no. TP 761.C65 S836].
18. IEA Report No PH2/12 "Full Fuel Cycle : Emissions and Private Costs", Oct 1997.
19. ENGVA Report – "Policy Making for NGVs – A Survey of Europe and Selected Countries World-wide", July 2001.
20. "An overview of the Argentine NGV Experience" : paper from World Bank Workshop on CNG Vehicles, Washington DC, March 2003 (see also web page : "www.gnc.org.ar")
21. NGV Global – country report – Argentina, April, 2005.
22. NGV Global – country report - Brazil, July, 2005.
23. "Commercializing an alternate vehicle fuel : lessons learned from natural gas for vehicles", by Peter C. Flynn, Energy Policy 30, 2002.
24. "Natural Gas Vehicles : Government of Canada Increases Funding for Conversion Systems", NewsRoom newsletter of Natural Resources Canada, July, 2005 : (see also web page : "www.nrcan.gc.ca").
25. "Natural Gas Vehicles in Alberta" by Lawrence Schmidt et al., Department of Infrastructure and Planning, Province of Alberta. Nov 2005.
26. Bangkok Post News briefs : "NGV price a deterrent" (8th Feb.,2006), "Impact of gas float" (9th Feb.,2006) and "Bonds could clear bus debt" (14th Feb., 2006).
27. NGV Global Report news item - Philippines, February, 2006.
28. Presidential Order 290, 2004, regarding promotion and Government assistance for an NGV Program.
29. Web page of Nexgen Fueling (division of Chart Industries), "www.nexgenfuelling.com".

30. NGV Technology Forum :Technical Committee- Infrastructure Panel Discussion, Dallas, 2003 "www.nrel.gov " (national renewable energy laboratory – USA).
31. Report on LNG tanker truck in Gas Profile, house magazine of Gas & Fuel Corporation of Victoria, Australia, 1990.
32. Kleenheat (Wesfarmers) LNG truck report report, 2004.
33. ALT (USA) – LNG supplier web page "www.altlngusa.com", 2006.
34. ENGVA Report : LNG Vehicles and Vehicle Fuelling – paper 3, projects A and B.
35. ENGVA Conversion Factors from "engva.org" .
36. "Rule of thumb : (a) glossary of common gas terminology, and (b) terminology for natural gas and gas reserves". Pipe Line and Gas Industry, November and December, 1996.
37. Natural Gas Reference Book published by the Gas and Fuel Corporation of Victoria, Melbourne, November, 1992. (see JGSEE Library, call no. TN 880 N285 1992.)
38. Natural Gas Technical Data Book published by AGL (Australian Gas Light Company), Sydney, January, 1995. (see JGSEE Library, call no. TN 880 N285 1995.)

- **มาตรการส่งเสริมการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ**

1. Kojima, M. and Johnson, T. "Potential for Biofuels for Transport in Developing Countries", Joint UNDP/World Bank ESMAP (Energy Sector Mangement Assitance Programme), October 2005
2. Orbital Engine Company.,2003. "Market Barriers to the Uptake of Biofuels Study: A Testing Based Assessment to Detemine Impacts of a 10% and 20% Ethanol Gasoline Fuel Blend on Non-Automotive Engines-2000hrs Material Compatibility Testing." May. www.deh.gov.au/atmosphere/ethanol/publications/2000hours-non-automotive/pubs/2000hours.pdf
3. _____.2004. "Market Barriers to the Uptake of Biofuels Study: Testing Gasoline Containing 20% Ethanol (E20). Phase 2B Final Report to the Department of the Enviroment and Heritage." May. www.deh.gov.au/atmosphere/ethanol/publications/biofuels-2004/index.html.
4. Joseph, Henry, Jr. 2005. "Alcohol Fueled Vehicles & Flex Fuel Vehicles. The Ethanol Application as Vehicular Fuel in Brazil." Presentation made at an IEA seminar, "Assessing the Biofuels Option," June 20-21, Paris. www.unfoundation.org/features/biofuels.asp
5. Wikipidia.2005. http://en.wikipedia.org/wiki/Biodisel.