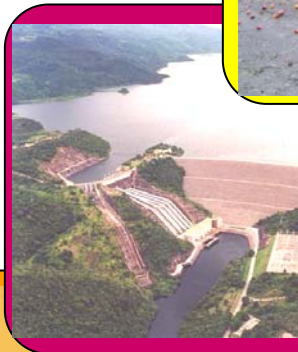


# บทสรุปผู้บริหาร



ตุลาคม 2550

โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงาน  
หมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในประเทศไทย

โดย



เสนอ



## บทสรุปผู้บริหาร (Executive Summary)

### 1. วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือการศึกษาหาข้อมูลและข้อวิเคราะห์ที่เกี่ยวกับศักยภาพของแหล่งพลังงานหมุนเวียนและศักยภาพของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ทางเลือกเทคโนโลยีประเภทต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งข้อเสนอแนะมาตรการเชิงนโยบาย แผนงานวิจัยและพัฒนา และแผนงานพัฒนากำลังคน เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของภาครัฐ ในการกำหนดทางเลือกการส่งเสริมที่จะนำไปสู่เป้าหมายด้านพลังงานหมุนเวียน และด้านประสิทธิภาพพลังงานที่ตั้งไว้สำหรับปี 2554 โดยมีขอบเขตการศึกษา ดังนี้

- (1) การประเมินศักยภาพและจัดลำดับความสำคัญของแหล่งพลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
- (2) การประเมินและจัดลำดับความสำคัญของเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยีการประหยัดพลังงาน
- (3) การประเมินผลกระทบของการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการประหยัดพลังงานต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมในภาพรวมของประเทศ
- (4) การพัฒนาแผนการวิจัยและพัฒนา
- (5) การพัฒนาแผนพัฒนากำลังคน
- (6) การวิเคราะห์และเสนอแนะมาตรการเชิงนโยบาย เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการประหยัดพลังงาน

### 2. ศักยภาพของแหล่งพลังงานหมุนเวียนและการประหยัดพลังงาน

#### 2.1 พลังงานหมุนเวียน

แหล่งพลังงานหมุนเวียนของประเทศไทยมีศักยภาพเชิงเทคนิคประมาณ 8.1% ของพลังงานที่คาดว่าจะใช้ทั้งหมดในปี 2554 (ตารางที่ E-1) ซึ่งเพียงพอที่จะบรรลุเป้าหมายของรัฐที่ตั้งไว้ โดยพลังงานหมุนเวียนเกือบ 90% จะมาจากพลังงานชีวมวล (ทั้งเพื่อผลิตไฟฟ้าและเชื้อเพลิง) ซึ่งในจำนวนนี้เป็นชีวมวลประเภทวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ (ประมาณ 62%) และเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพประมาณ 21% (รูปที่ E-1) ซึ่งในส่วนของเชื้อเพลิงชีวภาพนั้น เอทานอลจากมันสำปะหลังและกากน้ำตาลมีศักยภาพสูงถึง 6 ล้านลิตร/วัน มากกว่าเป้าหมายของรัฐคือ 3 ล้านลิตร/วัน ส่วนไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มหากดำเนินการขยายพื้นที่เพาะปลูกปาล์มตามแผนของกระทรวงเกษตรฯ คือ 3 แสนไร่ต่อปี อาจส่งผลให้มีการผลิตไบโอดีเซลในปี 2554 ระหว่าง 1.48-3.24 ล้านลิตรต่อวัน ทั้งนี้ในกรณีต่ำสุดนั้น คิดจากฐานปัจจุบันที่มีข้อจำกัดด้านการขยายพื้นที่ให้

ผลผลิตจริง และยังไม่มีการปรับปรุงอัตราการผลิตผลปาล์มต่อหน่วยพื้นที่ แต่หากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเร่งรัดส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตอย่างจริงจัง ไม่ว่าจะเป็นการใช้ Good Agricultural Practice (GAP) การใช้กล้าพันธุ์ปาล์มที่ให้ผลผลิตสูง (ซึ่งเอกชนบางรายสามารถทำได้ถึง 5 ตันต่อไร่ต่อปี) อีกทั้งมีการคัดสรรพื้นที่ส่งเสริมให้เหมาะสมเพื่อเพิ่มสัดส่วนของพื้นที่ให้ผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูกแล้ว ก็มีโอกาสที่จะผลิตไบโอดีเซลได้ถึง 3.0 ล้านลิตรต่อวัน

ศักยภาพพลังน้ำขนาดเล็ก พลังงานลม และชีวมวลประเภทไม้โตเร็วยังเป็นผลการประเมินเบื้องต้นจากข้อมูลเท่าที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งต้องมีการสอบทานและสำรวจเพิ่มเติม

ในแง่ของการผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนมีศักยภาพคิดเป็นกำลังผลิตติดตั้งได้ประมาณ 5,720 MW<sub>e</sub> หรือประมาณ 15% ของกำลังผลิตติดตั้งทั้งหมดที่คาดว่าจะมีในปี 2554 (ประมาณ 35,290 MW<sub>e</sub> โดยรวมปริมาณสำรอง 15%) ซึ่งประกอบด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 57% (3,230 MW<sub>e</sub>) พลังน้ำขนาดเล็ก 12% (690 MW<sub>e</sub>) ไม้โตเร็ว 9% (520 MW<sub>e</sub>) พลังงานลม 8% (450 MW<sub>e</sub>) ก๊าซชีวภาพ 7% (370 MW<sub>e</sub>) ขยะ 6% (320 MW<sub>e</sub>) และพลังงานแสงอาทิตย์ 1% (83 MW<sub>e</sub> ตามเป้าหมายอย่างไม่เป็นทางการของกระทรวงพลังงานคือ 55 MW<sub>e</sub> บวกกับกำลังติดตั้งที่มีอยู่แล้ว) ประมาณ 26 MW<sub>e</sub>

อย่างไรก็ตาม ศักยภาพดังกล่าวส่วนมากยังมิได้มีการประเมินความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ ดังนั้น การที่จะบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้จะต้องอาศัยมาตรการส่งเสริมที่เข้มข้นในอันที่จะแปลงศักยภาพเชิงเทคนิคให้เป็นศักยภาพเชิงเศรษฐศาสตร์และเป็นที่น่าสนใจของผู้ลงทุน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ศักยภาพของชีวมวลประเภทยอดและใบอ้อย ฟางข้าว การใช้พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเพื่อปลูกไม้โตเร็ว การผลิตไฟฟ้าจากขยะ การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำประเภทน้ำทิ้งท้ายเขื่อนและเขื่อนชนิด Run-of-river แบบขั้นบันได (Cascade) ในแม่น้ำสายสำคัญ ตลอดจนการผลิตไฟฟ้าแบบ Wind farm ในพื้นที่ที่เหมาะสม ซึ่งมาตรการส่งเสริมต่างๆ ที่จะกำหนดขึ้นนั้น จะต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ (cost-effectiveness) ในภาพรวมของประเทศไทยด้วย

การจัดลำดับความสำคัญของแหล่งพลังงานหมุนเวียนอาศัยความเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้หลักการ 3A's Principle (Availability, Accessibility and Acceptability) ของ World Energy Council กลุ่มพลังงานที่ลำดับความสำคัญสูงสุด ได้แก่ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ก๊าซชีวภาพและขยะสำหรับผลิตความร้อนและไฟฟ้า ชีวมวลเพื่อผลิตเอทานอลและพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน รองลงมาได้แก่ กลุ่มชีวมวลเพื่อผลิตไบโอดีเซล พลังน้ำขนาดเล็กและไม้โตเร็วเพื่อผลิตไฟฟ้า และกลุ่มสุดท้ายได้แก่ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้า ทั้งนี้ การจัดลำดับดังกล่าวทำขึ้นภายใต้ข้อจำกัดด้านข้อมูลเกี่ยวกับศักยภาพของแหล่งพลังงาน ซึ่งในบางกรณียังไม่ชัดเจนในขณะทำการประเมิน

## 2.2 การประหยัดพลังงาน

การประเมินศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยใช้ “End – use approach” ซึ่งให้เห็นว่า ในภาพรวมของประเทศการประหยัดพลังงานในภาคเศรษฐกิจหลักมีศักยภาพที่จะลดความต้องการพลังงานได้ประมาณ 8 % ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในปี 2554 หรือประมาณ 6,850 ktoe โดยศักยภาพการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม ภาคอาคาร และภาคบ้านพักอาศัยคิดเป็น 12%, 4.9%, 10% และ 6.5% ของพลังงานที่ใช้ในแต่ละภาค ตามลำดับ (ตารางที่ E-2)

นอกจากนี้ การใช้ระบบ Combined Heat and Power (CHP) ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง ยังช่วยให้ประหยัดพลังงานปฐมภูมิได้ 273 และ 1,079 ktoe ในปี 2554 และ 2559 ตามลำดับ โดยที่การใช้ CHP ในอุตสาหกรรมสามารถคืนทุนภายใน 1-4 ปี ส่วนการใช้ในอาคารจะคืนทุนได้ภายใน 3-9 ปี เมื่อรวมศักยภาพทั้งหมดดังกล่าวแล้ว จะทำให้ Energy elasticity ลดลงเหลือ 1:1 ได้ในปีดังกล่าว แต่ต้องมีมาตรการส่งเสริมที่เข้มข้นโดยทางเลือกการประหยัดพลังงานส่วนใหญ่อยู่ในภาคขนส่ง (รูปที่ E-3) ที่อาศัยมาตรการจัดการอุปสงค์การเดินทาง (Travel Demand Management) ซึ่งจะมีศักยภาพสูงในระยะต้น มาตรการด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของยานยนต์ (Fuel economy) มาตรการด้านการเก็บภาษีการปล่อยมลพิษ (Emission tax) และภาษีคาร์บอนในเชื้อเพลิง (Fuel carbon tax) ซึ่งมีศักยภาพสูงในระยะยาว ส่วนภาคอาคาร บ้านพักอาศัย และอุตสาหกรรม ต้องอาศัยการยกระดับมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ / เครื่องใช้ / เครื่องจักร เป็นหลัก โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมนั้น การประหยัดพลังงานในระบบไอน้ำและระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าจะมีศักยภาพสูงมาก อย่างไรก็ตาม การประหยัดพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของเทคโนโลยี/กระบวนการเฉพาะสาขาอุตสาหกรรมนั้น (Industry – specific Process) ยังไม่ได้ประเมินไว้ในโครงการนี้ ซึ่งคาดว่าจะมีศักยภาพไม่น้อยกว่า 10%

การจัดลำดับความสำคัญศักยภาพการประหยัดพลังงานโดยใช้ 3A's principle เช่นเดียวกับกรณีพลังงานหมุนเวียน (แต่มีรายละเอียดของเกณฑ์ที่แตกต่างกัน) พบว่า กลุ่มทางเลือกการประหยัดพลังงานที่มีศักยภาพสูงสุด คือการใช้เทคนิคการบริหารจัดการ (Energy management) ทั้งในภาคอุตสาหกรรม อาคาร และขนส่ง กลุ่มที่ 2 ได้แก่ การใช้อุปกรณ์/เครื่องใช้ประสิทธิภาพสูงประเภทผลิตภัณฑ์สินค้าอุปโภค (เช่น เตารีด เครื่องปรับอากาศ ไฟฟ้าส่องสว่าง และเครื่องใช้ไฟฟ้า) กลุ่มที่ 3 ได้แก่ การใช้เครื่องจักร/กระบวนการ/ระบบที่มีประสิทธิภาพ เช่น ระบบไอน้ำ ระบบมอเตอร์ ระบบ Combined Heat and Power (CHP) ระบบปรับอากาศและกรอบอาคาร ฯลฯ กลุ่มที่ 4 ได้แก่ การจัดการอุปสงค์การเดินทาง (TDM) ผลิตพลังงาน และการใช้มาตรการทางภาษีในการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง ลำดับสุดท้ายคือ การใช้ NGV และรถยนต์ไฮบริด

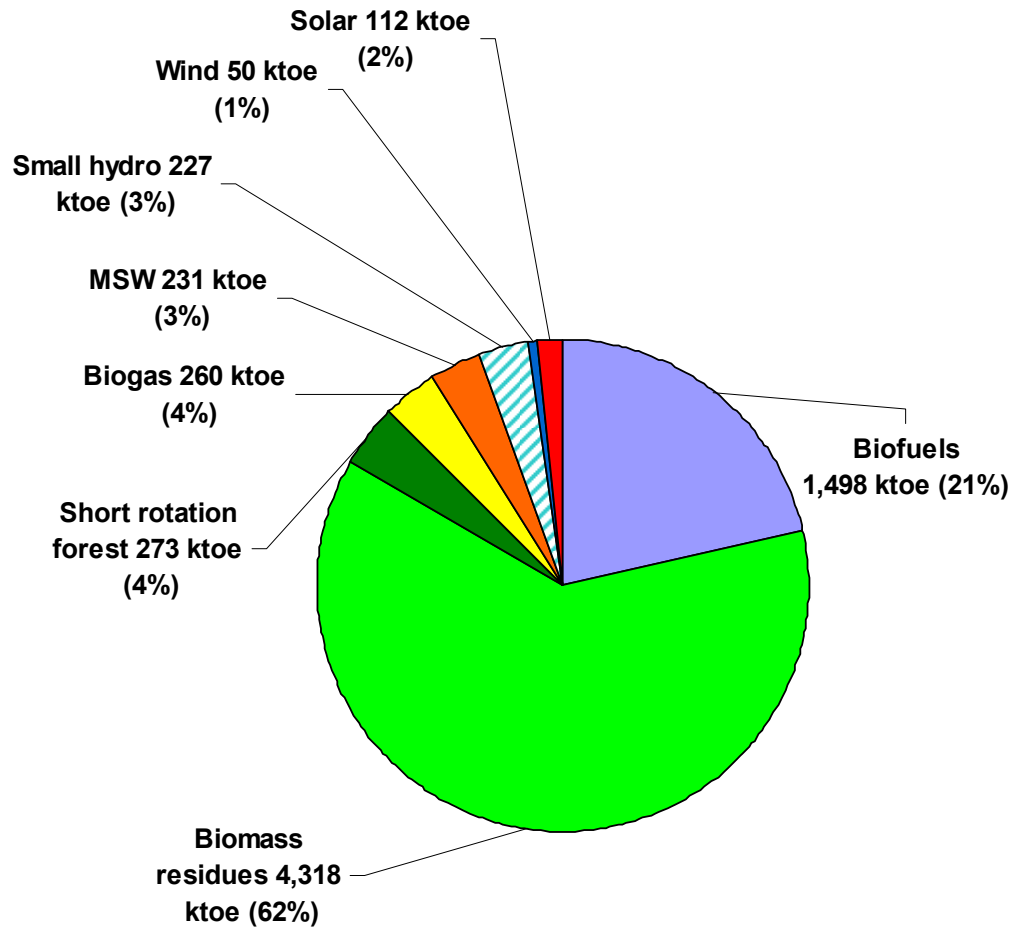
ตารางที่ E-1 Contribution of Renewable Energy to Total Final Energy Consumption (based on TFEC projections of this study)

Energy source	Final Consumption (ktoe)			Final Consumption (GWh)			Primary Unit			Conversion Factors
	2005	2011	2016	2005	2011	2016	2005	2011	2016	
	62,474	85,736	112,087	121,229	177,453	232,210				
<b>Biomass</b>										
· Ethanol	55	1,120	1,749	-	-	-	0.3 MI/d	6 MI/d	7.5 MI/d	HV = 27 MJ/kg, SG = 0.8
· Biodiesel	13.3	378	863	-	-	-	0.05 MI/d	1.4 MI/d	3.2 MI/d	HV = 39 MJ/kg, SG = 0.8
· Residues for heat	1,469	3,108	2,921	-	-	-	-	-	-	
· Residues for power	821	1,210	1,856	9,596	14,143	21,628	2,191 MW <sub>e</sub>	3,229 MW <sub>e</sub>	4,938 MW <sub>e</sub>	PCF = 50%
· Short rotation plants for power	0	273	683	0	3,182	7,955	0	519 MW	1,298 MW <sub>e</sub>	CE = 20% (2011), 25% (2016), PCF = 70%
· Biogas for power	31	260	281	357	3,031	3,275	45 MW <sub>e</sub>	372 MW <sub>e</sub>	400 MW <sub>e</sub>	CE = 20% (2011), 25% (2016), PCF = 90%
· Solid wastes for power	2.8	231	274	33	2,688	3,196	2.5 MW <sub>e</sub>	323 MW <sub>e</sub>	384 MW <sub>e</sub>	CE = 20% (2011), 25% (2016), PCF = 94.5%
<b>Small hydro</b>	29	226	226	347	2,651	2,651	90 MW <sub>e</sub>	688 MW <sub>e</sub>	688 MW <sub>e</sub> <sup>2</sup>	PCF = 44%
<b>Wind</b>	0.02	50	50	0.25	588	588	0.19 MW <sub>e</sub>	447 MW <sub>e</sub>	447 MW <sub>e</sub> <sup>3</sup>	PCF = 15%
<b>Solar</b>										
· PV	3	10	18	36	113	175	26	81 MW <sub>e</sub>	125 MW <sub>e</sub>	PCF = 16%
· SWH (Fuel Oil Equivalent)	17	98	123	-	-	-	-	-	-	
· Dryer	0	4.5	4.5	-	-	-	-	-	-	
<b>Sub-total</b>	<b>2,440</b>	<b>6,970</b>	<b>9,060</b>	<b>10,369</b>	<b>26,396</b>	<b>39,468</b>				
<b>%NRE</b>	<b>3.9%</b>	<b>8.1%</b>	<b>8.1%</b>	<b>8.6%</b>	<b>14.9%</b>	<b>17.0%</b>				
<b>%NRE<sup>1</sup></b>	<b>4.0%</b>	<b>8.4%</b>	<b>8.9%</b>							

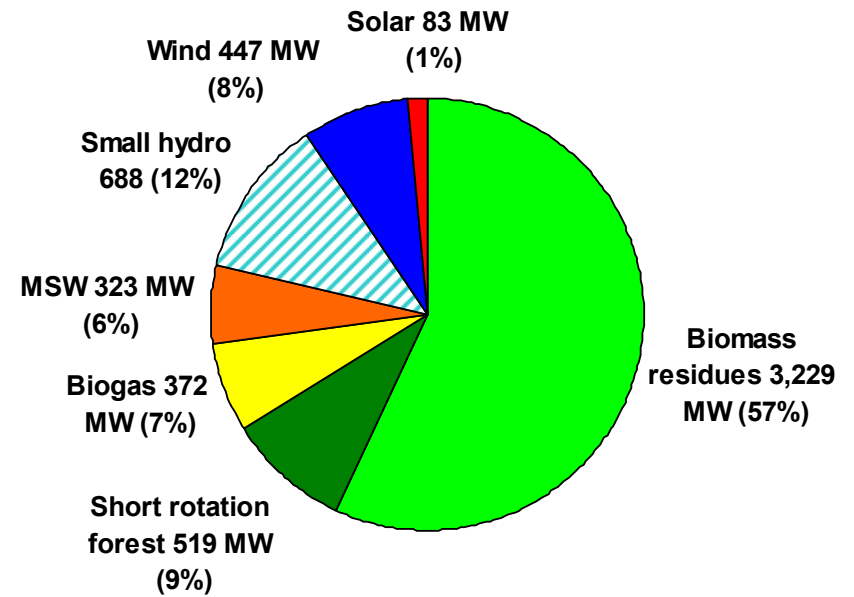
<sup>1</sup> DEDE's projections of TFEC which are 61,780, 83,206 and 101,905 ktoe for 2005, 2011 and 2016 respectively.

<sup>2</sup> Greater potential is believed to exist, but more detailed assessment is required, e.g. run-of-river cascade dams, new definition of "small hydro" to include larger dams with minimal adverse socio-environmental impact

<sup>3</sup> Greater potential is believed to exist, but more detailed assessment is required. : PCF= Plant capacity factor, CE = Conversion efficiency



รูปที่ E-1 สัดส่วนของศักยภาพพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภทในปี 2554



รูปที่ E-2 ศักยภาพของพลังงานหมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้าในปี 2554 (กำลังผลิตติดตั้ง)

ตารางที่ E-2 Thailand Energy Saving Potentials in 2007, 2011 and 2016

Sector	2007			2011			2016		
	Final Energy Consumption	Energy Saving Potential	Saving (%)	Final Energy Consumption	Energy Saving Potential	Saving (%)	Final Energy Consumption	Energy Saving Potential	Saving (%)
<b>Residential</b>									
Electricity, GWh	30,108	500	<b>1.66</b>	37,911	2,244	<b>5.92</b>	49,401	6,547	<b>13.25</b>
Electricity, ktoe	2,589	43		3,260	193		4,248	563	
Heat, ktoe	7,643	102	<b>1.33</b>	9,442	634	<b>6.71</b>	12,331	1,646	<b>13.35</b>
<b>Total, ktoe</b>	<b>10,232</b>	<b>145</b>	<b>1.41</b>	<b>12,702</b>	<b>827</b>	<b>6.51</b>	<b>16,579</b>	<b>2,209</b>	<b>13.32</b>
<b>Commercial</b>									
Electricity, GWh	46,912	1,127.9	<b>2.40</b>	58,856	6,310	<b>10.70</b>	76,761	16,231	<b>21.10</b>
Electricity, ktoe	4,034	97	<b>2.40</b>	5,061	542	<b>10.70</b>	6,601	1,396	<b>21.10</b>
Heat, ktoe	455	5	<b>1.10</b>	517	15	<b>2.90</b>	680	35	<b>5.15</b>
<b>Total, ktoe</b>	<b>4,489</b>	<b>102</b>	<b>2.27</b>	<b>5,578</b>	<b>557</b>	<b>9.99</b>	<b>7,281</b>	<b>1,431</b>	<b>19.65</b>
<b>Industry</b>									
Electricity, GWh	62,971	567	<b>0.90</b>	79,731	3,590	<b>4.50</b>	103,764	8,842	<b>8.52</b>
Electricity, ktoe	5,415	49		6,856	308		8,923	761	
Heat, ktoe	19,197	192	<b>1.00</b>	23,890	1,197	<b>5.00</b>	31,194	3,119	<b>10.00</b>
<b>Total, ktoe</b>	<b>24,612</b>	<b>241</b>	<b>0.98</b>	<b>30,746</b>	<b>1,505</b>	<b>4.89</b>	<b>40,117</b>	<b>3,880</b>	<b>9.67</b>
<b>Transportation</b>									
<b>Total, ktoe</b>	<b>25,954</b>	<b>922</b>	<b>3.55</b>	<b>32,117</b>	<b>3,858</b>	<b>12.01</b>	<b>41,919</b>	<b>6,798</b>	<b>16.22</b>
<b>Sub-total1, ktoe</b>	<b>65,287</b>	<b>1,410</b>	<b>2.15</b>	<b>81,143</b>	<b>6,747</b>	<b>8.31</b>	<b>105,896</b>	<b>14,318</b>	<b>13.62</b>
Electricity, ktoe	12,308	189	1.53	15,177	1,043	6.87	19,772	2,720	13.75
Heat, ktoe	53,251	1,221	2.29	65,970	5,704	8.64	86,129	11,598	13.47
<b>Total2, ktoe</b>	<b>68,742</b>	<b>1,410</b>	<b>2.05</b>	<b>85,767</b>	<b>6,747</b>	<b>7.87</b>	<b>112,212</b>	<b>14,318</b>	<b>12.76</b>

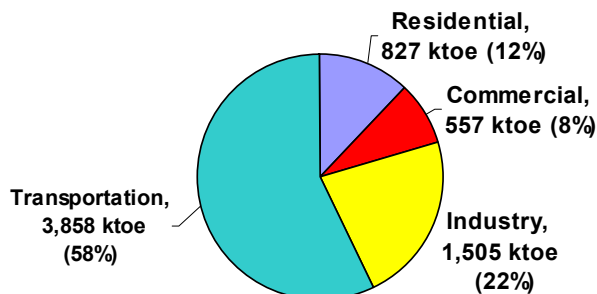
1. Total of the 4 sectors, excluding agriculture

2. National total, including agriculture

Base year of calculation: 2005

CHP (Cogeneration) for building and industry treated separately in Table 4.32b

### Thailand Energy Saving Potentials in 2011



รูปที่ E-3 ศักยภาพการประหยัดพลังงานในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ (ไม่รวมศักยภาพการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับกระบวนการเฉพาะด้าน)

### 3. ผลกระทบของการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการประหยัดพลังงานต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ในภาพรวมของประเทศ

การส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานต้องอาศัยมาตรการเชิงนโยบาย ทั้งภาคบังคับและการจูงใจ ซึ่งมีผลกระทบต่อสังคมในวงกว้าง จึงจำเป็นต้องมีการประเมินประโยชน์เชิงสาธารณะ (ทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม) ที่จะเกิดขึ้นเพื่อเป็นที่ยอมรับของสังคม โดยประเด็นที่มีการประเมินในโครงการนี้ ได้แก่ ผลกระทบในด้านการใช้พลังงานและความต้องการการนำเข้าพลังงาน โดยเฉพาะพลังงานรูปแบบปกติ (Conventional) การลดการใช้พลังงานไฟฟ้า การลดปริมาณการปล่อย CO<sub>2</sub> ซึ่งล้วนมีผลโดยตรงต่อภาวะด้านการเงินและการลงทุนของประเทศ นอกจากนี้ยังได้พิจารณาผลกระทบในระบบเศรษฐกิจมหภาคของทางเลือกการใช้พลังงานทดแทน และต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อม (Externality cost) ที่อาจหลีกเลี่ยงได้จากการไม่ใช่เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตไฟฟ้า

#### 3.1 ผลกระทบต่อการใช้พลังงานในระยะยาว

ใน 10 ปีข้างหน้า ความต้องการพลังงานรวมของประเทศในกรณีปกติ (BAU) จะเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยปีละ 5.5% (บนสมมติฐานที่ว่าเศรษฐกิจจะขยายตัวเฉลี่ยปีละ 5.5%) ซึ่งจะทำให้ปริมาณการใช้พลังงานในปี 2554 และ 2559 เป็น 1.4 และ 1.8 เท่าของปีฐาน (2548) ซึ่งเป็นการเพิ่มขึ้นที่ค่อนข้างมาก แต่ถ้ามีการดำเนินมาตรการประหยัดพลังงานในสาขาเศรษฐกิจหลักเต็มศักยภาพที่ได้ประเมินไว้ในโครงการนี้ก็จะทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของความต้องการพลังงานลดลงเหลือ 4.1% ต่อ

ปีโดยเฉลี่ย ซึ่งจะทำให้การใช้พลังงานในปี 2554 และ 2559 ลดลงเป็น 1.3 เท่าและ 1.6 เท่าของปีฐาน ในกรณีที่รวมการประหยัดพลังงานและการส่งเสริมให้ใช้พลังงานหมุนเวียนเต็มศักยภาพที่ได้ประเมินไว้ในโครงการวิจัยนี้ด้วย ก็จะทำให้ปริมาณความต้องการพลังงานรูปแบบปกติ (Conventional) ลดลงจากกรณี BAU รวมประมาณ 16% ในปี 2554 และ 21% ในปี 2559 ซึ่งจะเป็นการลดการนำเข้าพลังงานและการประหยัดเงินตราที่มีนัยสำคัญ กล่าวคือ 13,717 และ 23,378 ktoe ตามลำดับ ทั้งนี้ในระยะยาว สัดส่วนการลดความต้องการพลังงานรูปแบบปกติจากการประหยัดพลังงานจะสูงกว่าการใช้พลังงานหมุนเวียนตามศักยภาพเท่าที่ประเมินไว้ เช่น ในปี 2559 การประหยัดพลังงานจะมีส่วนลดการใช้พลังงานประมาณ 12.8% ขณะที่พลังงานหมุนเวียนจะมีส่วนทดแทนพลังงานรูปแบบปกติได้ประมาณ 8.1%

### 3.2 ผลกระทบต่อการใช้ไฟฟ้าในระยะยาว

ใน 10 ปีข้างหน้า การประหยัดพลังงานตามศักยภาพที่ประเมินไว้ สามารถลดปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าจากกรณี BAU ซึ่งมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 6.1 % ต่อปีเป็น 5.0 % ต่อปี เฉพาะในปี 2554 และ 2559 ปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่ลดลงจะเป็นประมาณ 12,144 GWh (6.9%) และ 31,620 GWh (13.8%) ตามลำดับ เมื่อผนวกกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนด้วยแล้ว จะทำให้ปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานรูปแบบปกติ ลดลงจากกรณี BAU กล่าวคือ อัตราการเพิ่มขึ้นของความต้องการใน 10 ปีข้างหน้าจะเป็นเพียง 3.3% โดยเฉลี่ย และ เฉพาะในปี 2554 และ 2559 ความต้องการจะลดลงประมาณ 38,540 GWh หรือ 21.7 % และ 71,088 GWh หรือ 30.6% ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณการลดที่มีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ศักยภาพดังกล่าว เป็นศักยภาพเชิงเทคนิคที่ต้องมีการประเมินความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ดังที่กล่าวมาแล้ว

### 3.3 ผลกระทบต่อการลดปริมาณการปล่อย CO<sub>2</sub>

ในปี 2548 ประเทศไทยมีการปล่อย CO<sub>2</sub> จากการผลิตและการใช้พลังงานประมาณ 199 ล้านตัน หรือคิดเป็น 2.98 ตันต่อคนต่อปี การประหยัดพลังงานจะมีส่วนช่วยลดปริมาณการปล่อย CO<sub>2</sub> จากกรณี BAU โดยคาดว่าจะลดได้ประมาณ 21 และ 44 ล้านตันจาก 264 และ 332 ล้านตันในปี 2554 และ 2559 ตามลำดับ หรือทุกๆ 1 ktoe ที่ประหยัดได้จะลด CO<sub>2</sub> ได้ประมาณ 3 พันตัน เมื่อผนวกกับการใช้พลังงานหมุนเวียนจะช่วยลดได้เพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 45 และ 76 ล้านตันในปี 2554 และ 2559 ตามลำดับ ทำให้ปริมาณการปล่อย CO<sub>2</sub> ต่อประชากร ซึ่งในกรณี BAU คือ 3.90 และ 4.79 ตัน CO<sub>2</sub>/คน/ปี ลดลงเป็น 3.24 และ 3.70 ตัน CO<sub>2</sub>/คน/ปี ในปี 2554 และ 2559 ตามลำดับ ทั้งนี้ ค่าเฉลี่ยของโลกในปี 2547 คือ 4.1 ตัน CO<sub>2</sub>/คน/ปี แต่เป็นที่ทราบกันดีว่า ในระยะหลังค่าเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากประเทศที่พัฒนาแล้วมีมาตรการประหยัดพลังงานและประเทศที่กำลังพัฒนามีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นแม้ว่าจะใช้พลังงานเพิ่มขึ้นก็ตาม ดังนั้น หากไม่มี

มาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการประหยัดพลังงานที่เข้มข้น อัตราการปล่อย CO<sub>2</sub> ต่อประชากรของไทยจึงมีโอกาสสูงกว่าค่าเฉลี่ยของโลกค่อนข้างมากในระหว่างปี 2554-2559 ซึ่งเป็นช่วงหลังการบังคับใช้พิธีสารเกียวโตในระยะแรก (Post-Kyoto) อันจะทำให้ประเทศไทยเสี่ยงต่อการถูกบังคับให้มีการลดปริมาณการปล่อย CO<sub>2</sub> ด้วย ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกอันเนื่องมาจากก๊าซเรือนกระจกนั้น กำลังเป็นประเด็นที่มีความสำคัญอย่างยิ่งยวดต่อการกำหนดนโยบายด้านพลังงานของนานาประเทศ

### 3.4 มูลค่าผลกระทบภายนอก (Externality cost) ของการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

การประเมินมูลค่าผลกระทบภายนอก หรือต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อมของการผลิตไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมีวัตถุประสงค์เพื่อสะท้อนค่าใช้จ่ายที่แท้จริง (นอกเหนือจากค่าใช้จ่ายทางการเงิน) ของการผลิตไฟฟ้า ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อการประเมินผลประโยชน์เชิงสาธารณะของการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานหมุนเวียน 2 หลักการประเมิน มีแนวทางหลัก ได้แก่ ประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของผลกระทบโดยตรงกับการโอนค่า (Transfer) จากประเทศอื่นที่มีกระบวนการประเมินที่น่าเชื่อถือ ซึ่งในโครงการนี้ได้ลองประเมินทั้ง 2 วิธี และพบว่า การประเมินมูลค่าโดยตรงนั้น ยังมีความไม่แน่นอนสูง เนื่องจากขาดข้อมูลที่จำเป็น ส่วนในกรณีที่ใช้วิธีการโอนค่า พบว่า หากโอนมูลค่าจาก External cost per ton of emission (CO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> และ NO<sub>x</sub> และ PM<sub>10</sub>) ที่ได้จากรายงานการศึกษาของ ExternE ของยุโรป โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยมลพิษ (Emission factors) ของโรงไฟฟ้าไทยที่ใช้ถ่านหิน ถ่านหินนำเข้า และก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง จะให้ค่าผลกระทบภายนอกดังตาราง ทั้งนี้ มูลค่า External cost per ton of emission ของ ExternE นั้นใช้ค่าอ้างอิงในปี ค.ศ. 2000 และปรับด้วย Power Purchasing Parity Index (PPPI) ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าผลกระทบภายนอกของการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ถ่านหิน 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)

อนึ่ง ค่าดังกล่าวเป็นเพียงค่าบ่งชี้ (indicative) ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามคุณภาพของเชื้อเพลิงและเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าและการบำบัดมลพิษที่ใช้

สารมลพิษ	External cost (Baht/kWh)			หมายเหตุ
	ถ่านหิน* (แม่เมาะ)	ถ่านหินนำเข้า (BLCP)**	ก๊าซธรรมชาติ (บางปะกง)	
CO <sub>2</sub>	0.28	0.23	0.12	*ค่าเฉลี่ยระหว่างปี 2544-2549
SO <sub>2</sub>	0.06	0.05	0	**ค่าเฉลี่ย เดือน กพ.-มิย. 2550
NO <sub>x</sub>	0.12	0.05	0.06***	***ค่าเฉลี่ยระหว่างโรงที่มี NO <sub>x</sub>
PM <sub>10</sub>	0.02	NA	0	control กับไม่มี
<b>รวม</b>	<b>0.48</b>	<b>0.33</b>	<b>0.18</b>	

### 3.5 การเปรียบเทียบผลประโยชน์เชิงสาธารณะ ในระบบเศรษฐกิจมหภาค

การลงทุนเพื่อการพัฒนาและใช้พลังงานหมุนเวียน/ทดแทนใดๆ ย่อมมีผลกระทบในระบบเศรษฐกิจมหภาค อันเกิดจาก Inter-sectorial interaction ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ GDP ปริมาณสุทธิของการใช้พลังงาน มูลค่าการนำเข้า และมูลค่าการจ้างงาน เป็นต้น ซึ่งสามารถประเมินได้โดยใช้ “Energy input-output model” ในโครงการนี้ได้ทำการเปรียบเทียบผลกระทบดังกล่าวระหว่างการส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ NGV และ PV ตามเป้าหมายเดิมของรัฐบาล (แก๊สโซฮอล์ 3 ล้านลิตร/วัน NGV 500,000 คัน และ PV 60 MW<sub>c</sub> ภายในปี 2554) โดยใช้ “Energy Input-Output Model” จากการประเมินผลกระทบในช่วง 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 พบว่าการใช้แก๊สโซฮอล์มีข้อได้เปรียบในแง่ต้นทุนต่ำ มูลค่าการนำเข้า น้อย ดังจะเห็นได้จากค่าดัชนีต่างๆ ที่กำหนดขึ้น ในขณะที่ NGV มีข้อได้เปรียบในแง่ใช้เงินอุดหนุน จากภาครัฐน้อย และมีผลต่อการจ้างงานในรูปเม็ดเงินค่อนข้างมากในเชิงมูลค่า แต่มีข้อเสียเปรียบที่สำคัญคือ ต้นทุนสูง โดยเฉพาะโครงสร้างพื้นฐาน และต้องอาศัยการนำเข้า ส่วน PV นั้นมีข้อเสียเปรียบหลายด้าน โดยเฉพาะต้นทุนสูง มูลค่าการนำเข้าสูงและต้องการเงินอุดหนุนจากภาครัฐสูง ดังค่าดัชนีบ่งชี้ผลประโยชน์รวมในตาราง ทั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่า การจ้างงานในกรณีของแก๊สโซฮอล์ นั้นเป็นการจ้างงานในภาคเกษตรเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งถึงแม้มูลค่าจะไม่สูง แต่จำนวนคนจะมีมาก ซึ่งเป็นประโยชน์สูงในเชิงสังคม

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 <sub>2</sub> reduction per unit energy substituted (ktonCO <sub>2</sub> /ktoe)	2.9	6.3	7.6
Total CO <sub>2</sub> reduction per unit PE substituted* (ktonCO <sub>2</sub> /ktoe)	1.8	-6.3	-3.2

PE = Primary Energy

### 4. ผลการประเมินเทคโนโลยี

การประเมินเทคโนโลยีประกอบด้วย การประเมินสถานภาพการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยี ทั้งในและต่างประเทศ การประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์ และตลาดของเทคโนโลยี รวมทั้งการจัดลำดับ ความสำคัญของเทคโนโลยีในบริบทของประเทศไทย ผลการประเมินเทคโนโลยีสาขาที่มีความสำคัญมีดังนี้

#### 4.1 เทคโนโลยีด้านการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ (Biofuels)

เทคโนโลยีด้านการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพที่สมควรให้มีการใช้หรือพัฒนาต่อยอด หรือสาธิต ส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลและไบโอดีเซลแบบดั้งเดิม (Conventional) ซึ่งมีความพร้อมหรือเกือบพร้อมที่จะใช้เชิงพาณิชย์อยู่แล้ว ดังแสดงในตาราง ส่วนเทคโนโลยีที่ควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาเพื่อประโยชน์ในระยะยาว ได้แก่ เทคโนโลยีด้านเซลลูโลสเอทานอล เทคโนโลยีการผลิต Co-products จากกลีเซอรินในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เป็นต้น

เทคโนโลยีเชื้อเพลิงชีวภาพ	
เทคโนโลยีที่พร้อม / เกือบพร้อม	เทคโนโลยีที่ต้องการการพัฒนาในอนาคต
<b>การผลิตเอทานอล</b> <u>Pretreatment/Fermentation</u> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ethanol batch fermentation</li> <li>Ethanol fermentation using cascade fermenter</li> <li>Continuous fermentation with yeast recycling</li> <li>Simultaneous saccharification and co-fermentation</li> <li>Cellulose hydrolysis by enzyme</li> </ol> <u>Separation</u> <ol style="list-style-type: none"> <li>Direct-Steam distillation system</li> <li>Multi-pressure distillation system</li> <li>Molecular sieve dehydration system</li> <li>Membrane pervaporation system</li> <li>Azeotropic distillation system</li> </ol>	<b>การผลิตเอทานอล</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Cellulose pretreatment by acid hydrolysis</li> <li>Cellulose pretreatment by steam explosion</li> <li>Cellulose hydrolysis by acid</li> <li>Co-fermentation of xylose and glucose</li> </ol>
<b>การผลิตไบโอดีเซล</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Basic conventional process</li> <li>Continuous deglycerolization (CD) process</li> <li>Two stage process</li> </ol>	<b>การผลิตไบโอดีเซล</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Production of co-products from glycerine</li> <li>Enzyme lipase transesterification</li> <li>Super critical methanol</li> </ol>

ส่วนผลการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่า ต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพขึ้นอยู่กับราคาวัตถุดิบอย่างมาก ซึ่งที่ผ่านมามีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง ทำให้ราคาเชื้อเพลิงชีวภาพจากโรงงานผลิตแต่ละชนิดแปรผันในช่วงกว้างเช่นเดียวกันดังแสดงในตาราง

ชนิดเชื้อเพลิง	ช่วงราคา (บาท/ลิตร)
1. เอทานอลที่ผลิตจากมันเส้น	14 - 23
2. เอทานอลที่ผลิตจากหัวมันสำปะหลัง	16 - 24
3. เอทานอลที่ผลิตจากกากน้ำตาล	21 - 29
4. ไบโอดีเซลที่ผลิตจากน้ำมันปาล์มดิบ	17 - 28

#### 4.2 เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และขยะ

เทคโนโลยีส่วนใหญ่มีการใช้ในเชิงพาณิชย์อยู่แล้ว แต่ในบางกรณีต้องมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับการใช้งานในบริบทของประเทศไทย เทคโนโลยีที่สำคัญในระยะยาวได้แก่ Gasification สำหรับทั้งชีวมวลและขยะ และการผลิตก๊าซชีวภาพจาก Energy crop เป็นต้น

เทคโนโลยีที่พร้อม / เกือบพร้อม	เทคโนโลยีที่ต้องมีการพัฒนาในอนาคต
<p><b>การผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากชีวมวล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conventional combustion system</li> <li>2. Conventional combustion system + High-efficiency steam turbine</li> <li>3. Fluidized-bed combustion system</li> <li>4. Fluidized-bed combustion system + High-efficiency steam turbine</li> <li>5. Suspension firing</li> <li>6. Suspension firing + High-efficiency steam turbine</li> <li>7. Co-firing of coal with biomass</li> </ol> <p><b>การผลิตไฟฟ้าจากขยะ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Refused-derived-fuel (RDF)</li> <li>2. Anaerobic digestion</li> <li>3. Landfill-gas-to-energy</li> </ol> <p><b>ก๊าซชีวภาพ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Upflow anaerobic sludge blanket (UASB)</li> <li>2. Anaerobic fixed film (AFF)</li> <li>3. Anaerobic baffle reactor</li> <li>4. Anaerobic cover lagoon</li> <li>5. Completely stirred tank reactor</li> </ol>	<p><b>การผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากชีวมวล</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gasification –gas engine</li> <li>2. Gasification – gas turbine</li> <li>3. Integrated gasification combined cycle</li> </ol> <p><b>การผลิตไฟฟ้าจากขยะ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incineration</li> <li>2. Gasification</li> <li>3. Pyrolysis</li> <li>4. Plasma arc</li> <li>5. Bioreactor-gas-to-energy</li> </ol> <p><b>ก๊าซชีวภาพ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conversion of agricultural waste to biogas</li> <li>2. Conversion of energy crop to biogas</li> </ol>

ทั้งนี้ผลการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์ในรูปแบบต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วย แสดงในตารางที่ E-3

#### 4.3 เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอื่นๆ

เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนอื่นๆ ได้แก่ พลังน้ำขนาดเล็ก พลังงานลม และแสงอาทิตย์ โดยเทคโนโลยีส่วนใหญ่มีการใช้ในเชิงพาณิชย์แล้ว แต่อาจต้องมีการพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในบริบทของประเทศไทยในบางกรณี รวมทั้งเพื่อลดต้นทุนของอุปกรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสาธิตระบบพลังงานลมเพื่อพิสูจน์ความคุ้มค่าจากประสบการณ์จริง การพัฒนาระบบพลังน้ำประเภทน้ำที่ขยับเขยื้อนและระบบ Run of แบบ Cascade โดยใช้ Axial หรือ “Bulb” turbine เป็นต้น

เทคโนโลยีที่พร้อม / เกือบพร้อมใช้ในประเทศ	เทคโนโลยีที่ต้องมีการพัฒนาในอนาคต
<p><b>การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำขนาดเล็ก</b></p> <p>&lt;1 MW<sub>e</sub> and &gt;1 MW<sub>e</sub> cross-flow, Run-of-river            &lt;1 MW<sub>e</sub> and &gt;1 MW<sub>e</sub> Pelton, Run-of-river            &lt;1 MW<sub>e</sub> and &gt;1 MW<sub>e</sub> Cross-flow, Reservoir            &lt;1 MW<sub>e</sub> and &gt;1 MW<sub>e</sub> Francis, Reservoir            &lt;1 MW<sub>e</sub> and &gt;1 MW<sub>e</sub> Pelton, Reservoir</p> <p><b>พลังงานลม*</b></p> <p>1. กังหันลมแกนนอนชนิด 3 ใบ            ขนาด &lt; 30 kW<sub>e</sub>            30 - 300 kW<sub>e</sub>            300 - 700 kW<sub>e</sub>            700 - 1,000 kW<sub>e</sub></p> <p><b>PV</b></p> <p>1. Amorphous – Silicon            2. Crystalline - Silicon</p>	<p><b>การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำขนาดเล็ก</b></p> <p>&lt;1 MW<sub>e</sub> and &gt;1 MW<sub>e</sub> Francis, Run-of river            &lt;1 MW<sub>e</sub> and &gt;1 MW<sub>e</sub> Axial (“bulb”), run-of river</p> <p><b>พลังงานลม</b></p> <p>1. Wind farm            2. กังหันลมแกนตั้งขนาดเล็ก (30kW)</p> <p><b>PV</b></p> <p>1. Copper Indium diselenide (CIS), Copper Indium Gallium diselenide (CIGS)            2. dye-sensitized (organic) / polymer</p>

\* เทคโนโลยีกังหันลมขนาดสูงถึง 3.0 MW<sub>e</sub> มีจำหน่ายเชิงพาณิชย์แล้ว แต่โครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทยอาจยังไม่พร้อมจะติดตั้งกังหันขนาดใหญ่เกิน 1.0 MW<sub>e</sub>

ผลการประเมินเชิงเศรษฐศาสตร์ในรูปของต้นทุนการผลิตไฟฟ้าต่อหน่วยแสดงในตารางที่ E-3

ตารางที่ E-3 การประเมินต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนแต่ละประเภท  
 ได้ผลดังนี้

หน่วย : บาท/kWh

เทคโนโลยี	ต้นทุน	เงื่อนไข	อัตรากรับซื้อภายใต้ VSPP + Adder*
1. Biomass	1.40 – 2.20  2.20 – 3.60	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Back – pressure turbine (1-10 MW<sub>e</sub>)</li> <li>▪ เงินลงทุน 50-120 ล้านบาท / MW<sub>e</sub></li> <li>▪ Condensing turbine (1-20 MW<sub>e</sub>)</li> <li>▪ เงินลงทุน 50 ล้านบาท / MW<sub>e</sub></li> <li>▪ Plant capacity factor = 70%</li> <li>▪ ราคาชีวมวล 600-1,000 บาท/ตัน</li> <li>▪ กู้ 75%, ดอกเบี้ย 6%</li> </ul>	3.50
2. Biogas	0.80 1.65	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ขนาด 10,000 ลบ.ม. ก๊าซต่อวัน</li> <li>▪ เทคโนโลยีในประเทศ</li> <li>▪ เทคโนโลยีต่างประเทศ</li> </ul>	3.50
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wastewater (Casava starch)</li> </ul>	0.45 2.20	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ เทคโนโลยีในประเทศ</li> <li>▪ เทคโนโลยีต่างประเทศ</li> </ul>	
3. MSW	4.25	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ขนาดโรงเผาขยะ 1,000 ตันต่อวัน</li> <li>▪ ดอกเบี้ยเงินกู้ 6%</li> <li>▪ อายุโครงการ 15 ปี</li> <li>▪ เงินลงทุน 5,005 ล้านบาท</li> </ul>	5.70

เทคโนโลยี	ต้นทุน	เงื่อนไข	อัตราการรับซื้อภายใต้ VSPP + Adder*
4. Wind	8.90  5.95	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ กังหันลมขนาด 250 kW<sub>p</sub></li> <li>▪ ต้นทุนระบบ 20 ล้านบาท</li> <li>▪ ดอกเบี้ย 7%</li> <li>▪ Plant capacity factor 15%</li> <li>▪ อายุโครงการ 20 ปี</li> <li>▪ กังหันลมขนาด 1.5 MW<sub>c</sub></li> <li>▪ ต้นทุนระบบ 70 ล้านบาท</li> <li>▪ ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%</li> <li>▪ Plant capacity factor 15%</li> <li>▪ อายุโครงการ 20 ปี</li> </ul>	5.70
5. Small hydro	2.20	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ กังหันน้ำขนาด 250 kW<sub>c</sub></li> <li>▪ Plant capacity factor 44%</li> <li>▪ เงินลงทุน 14 ล้านบาท</li> <li>▪ ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%</li> <li>▪ อายุโครงการ 20 ปี</li> </ul>	4.00 (< 50 kW) 3.60 (> 50 kW)
6. PV	12.20	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ เงินลงทุน 203 บาท / kW<sub>p</sub></li> <li>▪ ระยะเวลาโครงการ 25 ปี</li> <li>▪ ดอกเบี้ยเงินกู้ 5%</li> <li>▪ อัตราการผลิตไฟฟ้า 1,200 kWh/kW<sub>p</sub>/yr หรือ plant capacity factor ~ 14%</li> </ul>	11.20

\* ราคาซื้อขายภายใต้ VSPP = ราคาไฟฟ้าขายปลีก ~ 3.20 บาท/kWh (กรณีไม่เกิน < 6 MW<sub>c</sub>)

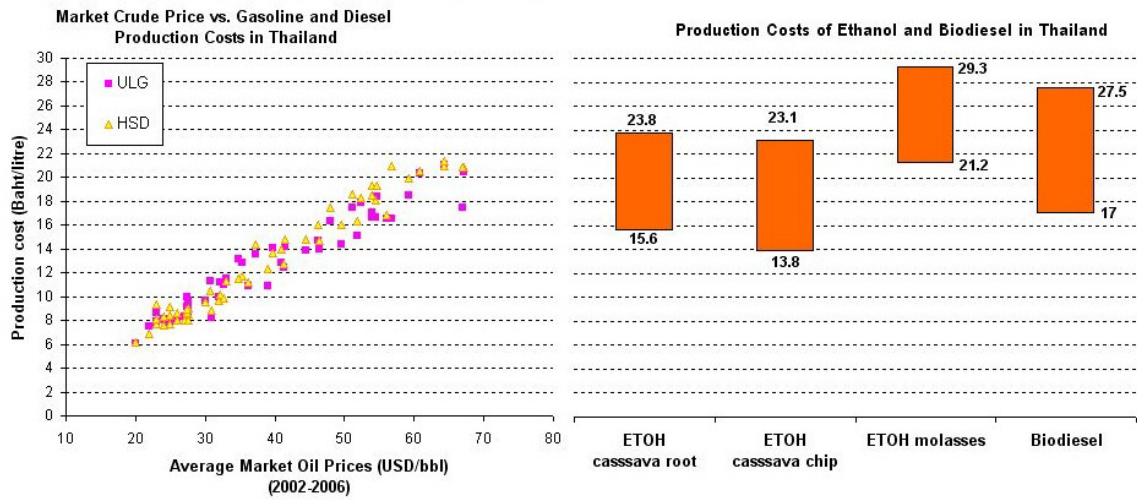
#### 4.4 ความคุ้มค่าของพลังงานหมุนเวียน

ต้นทุนการผลิตพลังงานหมุนเวียนประเภทต่างๆ ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.2-4.4 เมื่อเทียบกับต้นทุนการผลิตพลังงานรูปแบบปกติ (Conventional) แสดงดังรูปที่ E-4 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าในกรณีการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพนั้น เอทานอลที่ผลิตจากกากน้ำตาลจะไม่มีต้นทุนถ้ำราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกต่ำกว่า 70 เหรียญสหรัฐ และถ้ำราคาดังกล่าวต่ำกว่า 50 เหรียญสหรัฐ ก็จะไม่มีการผลิตชีวภาพใดที่มีความคุ้มค่าในการผลิต (รูป ก.)

ในกรณีการผลิตพลังงานความร้อน (รูป ข.) จะเห็นว่า ก๊าซชีวภาพมีความคุ้มค่ามาก และการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จะมีความคุ้มค่าถ้ำราคาน้ำมันดิบต่ำกว่าประมาณ 60 เหรียญสหรัฐ ส่วนการผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์นั้น ต้นทุนยังสูงอยู่มาก

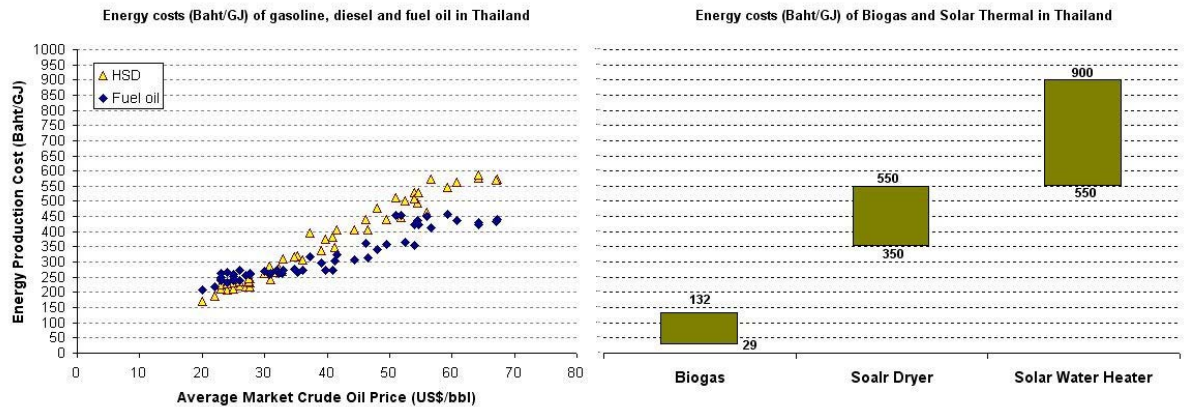
ในกรณีการผลิตไฟฟ้า (รูป ค.) จะเห็นว่ามีก๊าซชีวภาพ พลังน้ำขนาดเล็ก และชีวมวลบางกรณีที่สามารถแข่งขันได้กับการผลิตจากพลังงานรูปแบบปกติ ที่เหลือยังไม่สามารถแข่งขันได้ โดยเฉพาะกรณีของการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ทั้งนี้ กรณีของพลังงานลม นั้น เป็นต้นทุนที่คำนวณจากการใช้ความเร็วลมต่ำ (3 เมตร/วินาที) และ Plant capacity factor เพียง 15% เท่านั้น แต่หากมีสถานที่ที่มีศักยภาพสูงกว่านี้ ต้นทุนก็จะลดลง

**Production Costs of Ethanol and Biodiesel in Thailand<sup>3</sup>**



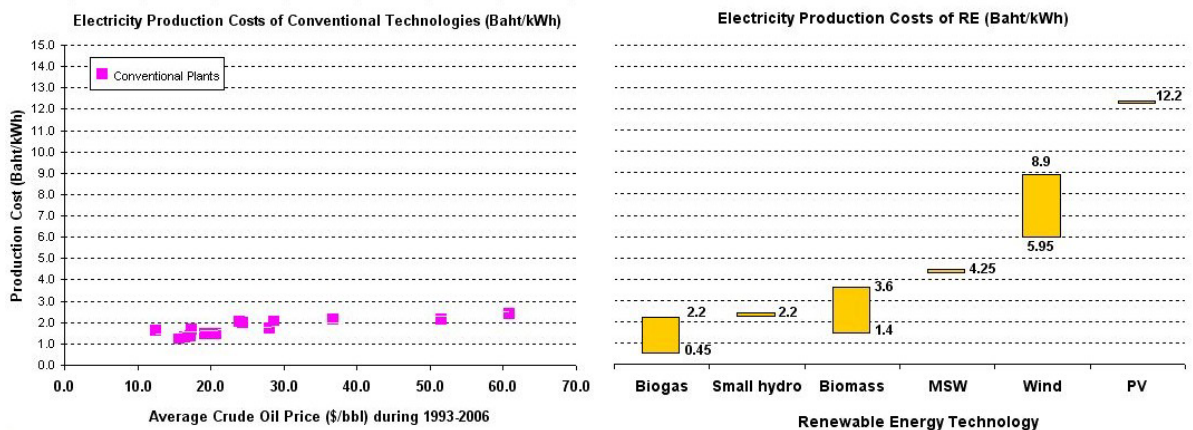
(ก) ต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ

**Energy Production Costs of Biogas and Solar Thermal Technologies in Thailand<sup>2</sup>**



(ข) ต้นทุนการผลิตพลังงานความร้อน

**Electricity Production Costs of Renewable Energy Technologies in Thailand<sup>1</sup>**



(ค) ต้นทุนการผลิตไฟฟ้า

รูปที่ E-4 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต

#### 4.5 เทคโนโลยีการประหยัดพลังงาน

เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานเป็นจำนวนมากมีการใช้ในเชิงพาณิชย์อยู่แล้วทั้งในประเทศและต่างประเทศ แต่ต้องมีการส่งเสริมให้มีการใช้ในบริบทของไทย เทคโนโลยีที่พิจารณาในโครงการนี้ประกอบด้วย 3 สาขาหลัก ดังแสดงในตาราง โดยเทคโนโลยีสาขาการขนส่งที่สำคัญ ได้แก่ เทคโนโลยีการจัดการอุปสงค์การเดินทาง และเทคโนโลยีการใช้เชื้อเพลิงทดแทน ทั้งแก๊สโซฮอล์ ไบโอดีเซล และก๊าซธรรมชาติ สาขาอาคารและบ้านพักอาศัย ได้แก่ เทคโนโลยีวัสดุสำหรับกรอบอาคาร และสาขาอุตสาหกรรม ได้แก่ เทคโนโลยีระบบหม้อไอน้ำ และระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์

เทคโนโลยีที่พร้อม / เกือบพร้อม	เทคโนโลยีที่ต้องการพัฒนาในอนาคต
<p><b>การขนส่ง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Travel demand management (TDM)</li> <li>Alternative fuel engine technology: 91E10, dedicated engine for NGV, DDF</li> </ol>	<p><b>การขนส่ง</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Alternative fuel engine technology: Flexible fuel vehicle (FFV)</li> <li>LNG for NGV, Gas-to-liquid (GTL)</li> <li>Hybrid vehicles, plug-in hybrid vehicles</li> </ol>
<p><b>อาคารและบ้านพักอาศัย</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Opaque materials for commercial / residential buildings</li> <li>Glazing for commercial buildings</li> <li>Lighting design</li> <li>Building energy system management and control</li> <li>CHP Application</li> </ol>	<p><b>อาคารและบ้านพักอาศัย</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Daylighting</li> <li>Glazing for residential buildings</li> <li>Radiant cooling</li> <li>Desiccant dehumidification</li> <li>Absorption chiller</li> <li>Heat pump applications</li> </ol>
<p><b>อุตสาหกรรม</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Boiler and steam systems</li> <li>Motor systems</li> <li>Efficient compressors, pumps and fan</li> <li>Chillers</li> <li>CHP applications</li> <li>Waste heat recovery</li> <li>Efficient process heating / cooling</li> <li>Materials recycling / processing</li> </ol>	<p><b>อุตสาหกรรม</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Glass recycling</li> <li>High efficiency cement-kiln technology</li> <li>High efficiency ceramic brick kilns</li> <li>High efficiency / low NOx burners</li> <li>Membrane technology</li> <li>High capacity aluminium melt furnace</li> <li>Energy efficient textile finishing</li> </ol>

#### 5. มาตรการเชิงนโยบายที่สำคัญ

มาตรการหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียน และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานแบ่งออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้

- (1) ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
- (2) ด้านการใช้เชื้อเพลิงทดแทนในภาคขนส่ง
- (3) ด้านการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตไฟฟ้า

- (4) ด้านการส่งเสริมการสร้างขีดความสามารถของอุตสาหกรรมภายในประเทศ
- (5) ด้านการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา
- (6) ด้านการส่งเสริมการพัฒนากำลังคน

### 5.1 มาตรการส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานมีศักยภาพสูงในการลดการใช้พลังงานและการปล่อย CO<sub>2</sub> ด้วยต้นทุนที่ต่ำและดำเนินการได้รวดเร็ว ซึ่งมีมาตรการที่สำคัญ คือ

- (1) การเพิ่มความเข้มข้นในการพัฒนาและบังคับใช้มาตรฐาน และฉลากประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์/เครื่องใช้ และเครื่องจักรที่ใช้ในบ้านอยู่อาศัย อาคารอุตสาหกรรมและยานยนต์ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยองค์กรที่มีความเป็นอิสระและคล่องตัวที่สามารถดำเนินการด้าน DSM แบบบูรณาการและประสานงานกับหน่วยงานจำนวนมากที่เกี่ยวข้อง จึงเสนอให้มีการจัดตั้งสำนักงานการจัดการพลังงานแห่งชาติ (National DSM Office) ในกำกับของรัฐ โดยที่มีงบประมาณประจำปีจากภาครัฐในรูปของเงินจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเก็บเพิ่มเติมจากค่าน้ำมันและไฟฟ้าเพื่อใช้ในกิจกรรม DSM โดยเฉพาะ ทั้งนี้ต้องมีระบบประเมินผลสัมฤทธิ์อย่างเข้มข้น
- (2) การกำหนดองค์กรที่กำกับดูแลการจัดการอุปสงค์การเดินทาง (Travel Demand Management, TDM) เช่น การใช้ระบบ Telecommuting ฯลฯ ในรูปของคณะกรรมการระดับชาติที่สามารถประสานงานกับหน่วยงานจำนวนมากที่เกี่ยวข้อง และการมอบอำนาจให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น กรุงเทพมหานครให้สามารถบริหารจัดการระบบจราจรของ กทม. ได้อย่างเบ็ดเสร็จ ซึ่งเป็นแนวทางปฏิบัติในทางสากล
- (3) จัดทำฐานข้อมูลเพื่อบันทึกอัตราการเดินทางโดยเฉลี่ยต่อปีของรถยนต์แต่ละประเภท (Vehicle Kilometer Traveled - VKT) เพื่อการวางแผนและติดตามผลสัมฤทธิ์ของมาตรการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง
- (4) เร่งรัดให้มีการเก็บภาษียานยนต์ตามระดับมลพิษ (Emission tax) ที่ปล่อยเพื่อลดจำนวนรถยนต์ที่ปล่อยมลพิษมากและสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมาก (หรือรถยนต์ที่มีอายุการใช้งานมาก) และพิจารณาใช้มาตรการการเพิ่มภาษีน้ำมันเชื้อเพลิงจากคาร์บอน (Fuel carbon tax) ซึ่งเป็นมาตรการเก็บภาษีตามอัตราส่วนปริมาณมวลสารของคาร์บอนที่มีอยู่ในเชื้อเพลิง ทำให้ส่งผลกระทบต่อราคาเชื้อเพลิง อันเป็นการลดความต้องการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล และส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงหมุนเวียน
- (5) เร่งรัดการจัดทำดัชนีการใช้พลังงานของแต่ละสาขาอุตสาหกรรม (Specific Energy Consumption) และการประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานจากการปรับปรุง

ประสิทธิภาพพลังงานของเทคโนโลยี / กระบวนการเฉพาะสำหรับอุตสาหกรรมแต่ละสาขา (Industry-specific) ที่ใช้พลังงานสูง รวมทั้งการตั้งเป้าหมายการพัฒนาเทคโนโลยีของสาขานั้นๆ นอกจากนี้ ยังต้องมีมาตรการสร้างขีดความสามารถในการวินิจฉัย ออกแบบ และติดตั้งระบบ/อุปกรณ์เพื่อการประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมดังกล่าว รวมทั้งลดความเสี่ยงของผู้ประกอบการ โดยการเพิ่มจำนวนและคุณภาพของที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมการประหยัดพลังงานในเชิงลึก การเกื้อหนุนการดำเนินธุรกิจของ ESCO การส่งเสริม Voluntary Agreement การให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับตัวอย่างความสำเร็จทั้งในประเทศและต่างประเทศ การสนับสนุน โครงการสาธิตเทคโนโลยี/ กระบวนการประหยัดพลังงานที่ก้าวหน้าและการส่งเสริมการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- (6) เร่งรัดการบังคับใช้ข้อกำหนดด้านพลังงานของอาคาร (Building Energy Code) กับอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงข้อกำหนดให้ทันสมัยและปฏิบัติได้ และหาข้อยุติด้านขั้นตอนการปฏิบัติ พร้อมทั้งให้มีหน่วยงานที่รับผิดชอบชัดเจน

## 5.2 การส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงทดแทนภาคขนส่ง

- (1) ให้นำหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกำหนดแผนการผลิตและแผนการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตของชีวมวลที่ใช้ผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพให้ชัดเจน โดยเฉพาะการผลิตอ้อย มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมัน เพื่อให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการและป้องกันปัญหาด้านราคาที่จะมีผลกระทบต่อผู้ผลิตเชื้อเพลิง
- (2) ส่งเสริมการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพแบบบูรณาการ โดยปรับปรุงกฎระเบียบหรือแก้ไขกฎหมายที่เป็นอุปสรรค โดยเฉพาะการผลิตเอทานอลร่วมกับการผลิตน้ำตาล การผลิตเอทานอลร่วมกับแป้งมันสำปะหลังและการผลิตไบโอดีเซลร่วมกับน้ำมันพืช
- (3) กำหนดหลักเกณฑ์การกำหนดราคาของเชื้อเพลิงชีวภาพที่เป็นธรรม โดยคำนึงถึงผลประโยชน์ทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับผลประโยชน์เชิงเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้ต้องไม่เป็นภาระด้านการเงินสำหรับภาครัฐมากเกินไปทั้งในปัจจุบันและอนาคต
- (4) กำหนดกลไกการประสานงานและการแก้ปัญหาอุตสาหกรรมพลังงานชีวภาพ (รวมเชื้อเพลิงชีวภาพและชีวมวลเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า) อย่างครบวงจรในรูปของ “คณะกรรมการบริหารคลังสต็อกพลังงานชีวภาพของประเทศไทย” เพื่อทำหน้าที่รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ความรู้ และปัญหาของอุตสาหกรรม และพิจารณาแนวทางแก้ไขปัญหาระบบ ทั้งในเชิงวิชาการ การตลาด นโยบายและกฎหมาย เพื่อนำเสนอต่อองค์กรที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้องค์ประกอบของคณะกรรมการ ต้องมีผู้แทนทั้งภาครัฐ เอกชน และภาควิชาการ

- (5) กำหนดแผนเดินท่อก๊าซธรรมชาติสำหรับการขยายพื้นที่บริการให้กับ NGV โดยบูรณาการกับการวางท่อเพื่อ CHP เพื่อลดต้นทุน โครงสร้างพื้นฐาน และกำหนดกลุ่มเป้าหมายประเภทรถยนต์ (Selected fleet) เฉพาะที่มีศักยภาพที่จะได้ประโยชน์จากการใช้รถยนต์ NGV อย่างแท้จริง เช่น กลุ่มรถประจำทาง และกลุ่มรถที่อยู่ในแนวพาดผ่านของท่อก๊าซ เป็นต้น

### 5.3 การส่งเสริมการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนในการผลิตไฟฟ้า

เนื่องจากต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนส่วนใหญ่มีค่าสูง การลงทุนจึงขึ้นอยู่กับอัตรารับซื้อไฟฟ้าของรัฐเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งในปัจจุบันกระทรวงพลังงานได้มีการ “ขยายระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (VSPP)” เพื่อให้ผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่มีกำลังผลิตติดตั้งไม่เกิน 10 MW<sub>c</sub> สามารถขายพลังงานไฟฟ้าให้แก่การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายได้ในราคาขายปลีก รวมกับค่า Ft (กรณีไม่เกิน 6 MW<sub>c</sub>) และในราคาขายส่งรวมกับค่า Ft (กรณีเกิน 6 MW<sub>c</sub>) นอกจากนี้ยังได้กำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้าส่วนเพิ่ม (Adder) ที่ขึ้นอยู่กับประเภทเทคโนโลยี (ระยะเวลาสนับสนุนคือ 7 ปี) และในอนาคตอันใกล้ จะมีการปรับปรุงระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (SPP) ด้วย มาตรการดังกล่าวเป็นการสนับสนุนผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนมากที่สุดเมื่อเทียบกับที่เคยมีมา แต่ยังคงอาจไม่เพียงพอสำหรับเทคโนโลยีบางประเภท ดังตารางการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตจริงกับมาตรการส่งเสริมของรัฐ ในตารางที่ E-4

ตารางที่ E-4 อัตราการรับซื้อไฟฟ้าภายใต้ระเบียบ VSPP

หน่วย : บาท / kWh

เทคโนโลยี	ต้นทุนการผลิตไฟฟ้า	อัตรารับซื้อ (ขายปลีก + Adder)	ความคุ้มทุนภายใต้อัตรารับซื้อที่กำหนด
1. Biomass <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1-10 MWe (Back Pressure)</li> <li>▪ 1 – 20 MWe (Condensing)</li> </ul>	1.4 – 2.20 2.20 – 3.60	3.50	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ คุ้มทุน</li> <li>▪ อาจไม่คุ้มทุนในบางกรณี</li> </ul>
2. MSW (no tipping fee)	4.25	5.70	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ เหมาะสมถ้ามี Tipping fee และขยายเวลารับซื้อไฟฟ้านานกว่า 7 ปี (กรณีโรงเผาขยะขนาด 1,000 ตัน/วัน จะคืนทุนประมาณ 10 ปี ที่ IRR 9.1% อายุโครงการ 25 ปี ดอกเบี้ยเงินกู้ 6%)</li> </ul>
3. Biogas <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pig farm</li> <li>▪ Casava, starch, wastewater</li> </ul>	0.80 1.65* 0.45 2.20*	3.50	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ คุ้มทุน</li> </ul>

เทคโนโลยี	ต้นทุนการผลิตไฟฟ้า	อัตรารับซื้อ (ขายปลีก + Adder)	ความคุ้มทุนภายใต้อัตรารับซื้อที่กำหนด
4. Wind ▪ 250 kW ▪ 1.5 MW	8.90 5.95	5.70	▪ ไม่คุ้มทุน
5. Small hydro (250 kW)	2.20	3.60	▪ คุ้มทุน
6. PV	12.20	11.20	▪ ไม่คุ้มทุน

\* เทคโนโลยีต่างประเทศ

ผลการเปรียบเทียบดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า การใช้ "Adder" มีความคุ้มทุนสำหรับชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และพลังน้ำขนาดเล็ก ส่วนที่เหลือยังไม่มีความคุ้มทุน เนื่องจากอัตรา adder ไม่สูงพอและระยะเวลาสนับสนุนสั้นเกินไป (7 ปี) อย่างไรก็ตาม การที่จะกำหนดอัตรารับซื้อไฟฟ้าที่คุ้มทุนสำหรับเทคโนโลยีทุกประเภท ก็จะเป็นภาระสำหรับรัฐมากเกินไป โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าใช้เงินกองทุนฯ ดังนั้นจึงเสนอแนะให้มีการปรับปรุงมาตรการ Adder ในโอกาสที่เหมาะสม เช่น เมื่อใช้ไปแล้ว 2 ปี (สำหรับโครงการที่เข้าระบบใหม่) ดังนี้

- ขยายระยะเวลาสนับสนุน โดยใช้ Adders เป็นเวลา 15 ปีขึ้นไป
- ค่ารับซื้อไฟฟ้าส่วนที่เพิ่มขึ้นให้คิดรวมใน Ft เพื่อให้ผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดร่วมรับผิดชอบ
- การกำหนดอัตรารับซื้อให้ยึดหลักการให้ผู้ลงทุนมี IRR ที่เหมาะสม แต่ต้องไม่เกิน Avoided cost ของการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยนัยนี้ ค่า adder โดยทั่วไปจึงไม่ควรเกินค่า external cost ซึ่งในโครงการนี้ ได้ประเมินไว้ไม่เกิน 0.50 บาท/kWh

อย่างไรก็ตาม การกำหนด adder ให้สูงกว่า external cost ก็ควรทำในกรณีที่มีเหตุผลสนับสนุนอื่น โดยเฉพาะผลประโยชน์ทางสังคม เช่น การผลิตไฟฟ้าในชนบทห่างไกล หรือกรณีที่มีความจำเป็นต้องสนับสนุนการพึ่งพาตนเองด้านเทคโนโลยีพลังงานประเภทใดประเภทหนึ่งเป็นการเฉพาะ

ทั้งนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า ค่าไฟฟ้าของไทยต่ำกว่าหลายๆ ประเทศในโลก ซึ่งเป็นเหตุให้ค่า Avoided cost ต่ำ และทำให้พลังงานหมุนเวียนแข่งขันได้ยากในหลายกรณี

#### 5.4 การส่งเสริมการสร้างขีดความสามารถของอุตสาหกรรมภายในประเทศ

ขีดความสามารถของอุตสาหกรรม วิศวกรรม และการผลิตในการออกแบบ ผลิต และติดตั้งอุปกรณ์ / เครื่องจักรสำหรับผลิตและใช้พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เป้าหมายการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานมีโอกาสเป็นไปได้มากขึ้น เนื่องจากจะทำให้อุปกรณ์ / เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงและราคาถูกลงแพร่หลายมากขึ้น ดังนั้น จึง

จำเป็นต้องมีมาตรการส่งเสริมดังกล่าว ซึ่งจะสอดคล้องกับมาตรการด้าน Demand Side Management โดยเฉพาะการบังคับใช้มาตรฐานขั้นต่ำด้านประสิทธิภาพพลังงานและติดฉลาก

มาตรการที่จำเป็นได้แก่

- (1) เลือกรูปแบบเทคโนโลยีที่จะส่งเสริมบนพื้นฐานศักยภาพทางตลาด ชีดความสามารถภายในประเทศ และผลประโยชน์ที่จะได้รับในภาพรวมของประเทศ
- (2) กำหนดเครื่องมือเชิงนโยบายทั้งทางตรง เช่น การกำหนดสัดส่วน Local content ในกรณีที่มีอำนาจต่อรองเชิงตลาด มาตรการจูงใจทางการเงินและภาษี ฯลฯ และทางอ้อม เช่น การรับซื้อไฟฟ้าในอัตราที่สูงใจ และการกำหนดนโยบายจัดซื้อจัดจ้างของรัฐบาลที่เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องจักรที่ผลิตในประเทศ เป็นต้น
- (3) ใช้กลไกที่มีอยู่แล้วเป็นจุดเริ่มต้น เช่น สิทธิประโยชน์ด้านการลงทุน (BOI) ที่พุ่งด้วยเงื่อนไข Local content และการถ่ายทอดเทคโนโลยี เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ และการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาในอุตสาหกรรมการผลิตด้วยเงินกองทุนฯ เป็นต้น

## 5.5 มาตรการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนาจะมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการตัดสินใจของฝ่ายนโยบาย การสนับสนุนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพและการลดต้นทุน แต่ที่ผ่านมามาการสนับสนุนการวิจัยพัฒนาด้านนี้ยังค่อนข้างกระจัดกระจาย โดยขาดจุดเน้น (Focus) ที่จะสร้างผลกระทบในระดับชาติได้อย่างมีนัยสำคัญ จึงเสนอให้มีมาตรการ ดังนี้

### 5.5.1 นโยบายการส่งเสริมการวิจัย

- (1) กำหนดองค์กรที่รับผิดชอบการกำหนดแผนงานวิจัยด้านพลังงานระดับชาติ (National programs) และการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิจัยระดับชาติ (National facilities) ในบางสาขาที่มีศักยภาพสูง รวมทั้งกลุ่มการวิจัยด้านนโยบายที่เสนอข้อมูลและทางเลือกเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายได้
- (2) มีการประสานงานอย่างใกล้ชิดระหว่างหน่วยงานภาครัฐและรัฐวิสาหกิจที่เป็นแหล่งทุนสนับสนุนการวิจัยด้านพลังงาน เช่น วช. สกว. สวทช. กฟผ. ปตท. สวท. (สำนักงานวิจัยการเกษตร) พพ. และ สนพ. เป็นต้น เพื่อให้เกิดการประสานงานและบูรณาการแผนงานส่งเสริมการวิจัย
- (3) ส่งเสริมความร่วมมือในการวิจัยระหว่างภาครัฐ สถาบันการศึกษา / วิจัย และภาคอุตสาหกรรม
- (4) ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา โดยอาศัยแผนงานวิจัยที่พัฒนาขึ้นภายใต้โครงการวิจัยนี้เป็นกรอบเบื้องต้นสำหรับ 5 ปีข้างหน้า

### 5.5.2 งบประมาณวิจัย

งบประมาณที่ประมาณไว้สำหรับสนับสนุนการวิจัยในประเด็นต่างๆ ที่ได้เสนอไว้คือประมาณ 2,293 ล้านบาท แบ่งเป็นด้านพลังงานหมุนเวียน 1,658 ล้านบาท และการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน 635 ล้านบาท งบประมาณสำหรับประเด็นวิจัยที่มีลำดับความสำคัญสูงในระยะสั้น ประมาณ 1,106 ล้านบาท และระยะยาว (วิจัยพื้นฐาน) ประมาณ 405 ล้านบาท ส่วนงานวิจัยที่มีความสำคัญรองลงมา ต้องการงบประมาณ 354 ล้านบาทในระยะสั้น และ 340 ล้านบาทในระยะยาว ดังรายละเอียดในตารางที่ E-5

ตารางที่ E-5 งบประมาณสนับสนุนการวิจัย

(ล้านบาท)

สาขา	งบประมาณสนับสนุนการวิจัย			
	ความสำคัญสูง		ความสำคัญรอง	
	ระยะสั้น	ระยะยาว	ระยะสั้น	ระยะยาว
<b>พลังงานหมุนเวียน</b>				
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
<b>รวม</b>	<b>858</b>	<b>176</b>	<b>245.3</b>	<b>291</b>
<b>ประหยัดพลังงาน</b>				
1. ภาคนขนส่ง	65.5	16.3	79.9	-
2. ภาคนอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย	67.5	81.8	28.5	20
3. ภาคนอุตสาหกรรม	90	103	-	23
4. การผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (CHP) โดยใช้ก๊าซธรรมชาติ	25	28	-	6
<b>รวม</b>	<b>248</b>	<b>229.1</b>	<b>108.4</b>	<b>49</b>
<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>1,106</b>	<b>405.1</b>	<b>353.7</b>	<b>340</b>

ทั้งนี้บวิจัยในระยะสั้น หมายถึง 3-5 ปี และงบดังกล่าวส่วนใหญ่มยังไม่ได้รวมงบประมาณสำหรับการขยายขนาด (Scale up) และการสาธิต

### 5.5.3 แผนงานวิจัย

#### ด้านพลังงานหมุนเวียน

แผนงานวิจัยด้านพลังงานหมุนเวียนมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดต้นทุนการผลิตพลังงานเป็นหลัก ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มศักยภาพของตลาดการใช้งาน ดังนั้น ประเด็นวิจัยหลักจึงมุ่งเน้นการเพิ่มผลิตภาพของวัตถุดิบ (Production yield) ที่ต้นทาง การพัฒนาองค์ความรู้ในการผลิตเชื้อเพลิงและการใช้ระบบผลิตพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การปรับปรุงประสิทธิภาพหรือการพัฒนานวัตกรรมของกระบวนการที่ใช้ผลิตพลังงาน การยกระดับมาตรฐานด้านประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์/เครื่องจักรผลิตพลังงานที่ผลิตเองในประเทศ และงานวิจัยที่จะได้มาซึ่งข้อมูลสนับสนุน การปรับปรุงนโยบายและกฎระเบียบ (Policy and regulatory frameworks) ที่เกี่ยวข้องของหมวดวิจัยด้านพลังงานหมุนเวียนที่มีลำดับความสำคัญสูง มีดังนี้

สาขา	หมวดวิจัย
1. การผลิตเอทานอล	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ การพัฒนาพันธุ์และเขตกรรมมันสำปะหลัง (โดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ)</li> <li>▪ การพัฒนาพันธุ์และเขตกรรมอ้อย (โดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ)</li> <li>▪ การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเอทานอลที่ใช้อยู่และการพัฒนาโรงงานต้นแบบในประเทศที่บูรณาการเข้ากับการผลิตน้ำตาลหรือแป้งมันสำปะหลัง</li> <li>▪ งานวิจัยพื้นฐานด้านการผลิตเอทานอลจากเซลลูโลสและวิจัยระดับโรงงานต้นแบบขนาดเล็ก</li> <li>▪ การวิจัยเชิงนโยบาย (ราคาและการบริหารจัดการอย่างยั่งยืน)</li> </ul>
2. การผลิตไบโอดีเซล	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ การพัฒนาพันธุ์พืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตสูง (โดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ) และวิธีการปลูกและเก็บเกี่ยว</li> <li>▪ การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มและพัฒนาโรงงานต้นแบบที่บูรณาการการผลิตไบโอดีเซลกับน้ำมันปาล์ม</li> <li>▪ การวิจัยเชิงนโยบาย (ราคาและระบบบริหารจัดการที่ยั่งยืน)</li> </ul>
3. การผลิตพลังงานจากชีวมวล	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ การเก็บรวบรวมและขนส่งชีวมวลที่ยังมีศักยภาพในการนำไปผลิตพลังงาน</li> <li>▪ เพิ่มประสิทธิภาพของระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลในกลุ่มโรงงานที่มีศักยภาพ</li> <li>▪ แนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาเรื่องประสิทธิภาพที่ลดลงเนื่องจากเถ้าของชีวมวล</li> <li>▪ การพัฒนาองค์ความรู้เรื่องการเผาไหม้ร่วมระหว่างถ่านหินกับชีวมวล (Co-firing)</li> <li>▪ การศึกษาเชิงนโยบาย (การใช้ชีวมวลเพื่อผลิตพลังงานอย่างแพร่หลายและยั่งยืน โดยไม่กระทบต่อความมั่นคงด้านอาหารและการใช้พื้นที่)</li> </ul>
4. การผลิตก๊าซชีวภาพ	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ การปรับปรุงเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพให้เหมาะสมกับวัตถุดิบแต่ละประเภท</li> <li>▪ เทคโนโลยีการทำความสะอาดก๊าซชีวภาพและการนำไปใช้</li> <li>▪ ระบบสาธิต และการถ่ายทอดเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ</li> </ul>
5. การผลิตไฟฟ้าจากขยะ	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ การพัฒนาองค์ความรู้ด้านระบบการจัดการมูลฝอยที่เอื้อต่อการผลิตพลังงาน</li> <li>▪ กระบวนการผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพและสามารถแข่งขันได้ (Mass-burn Incineration)</li> <li>▪ วิจัยเชิงนโยบาย (ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากขยะ โดยคำนึงถึงค่าการกำจัดขยะ (Tipping fee))</li> </ul>
6. การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งน้ำขนาดเล็ก	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ กลุ่มวิจัยและการพัฒนาองค์ความรู้พื้นฐานเพื่อเพิ่มความสามารถด้านการออกแบบและผลิตกังหันน้ำ</li> <li>▪ กลุ่มสำรวจและวิจัยเพื่อประเมินศักยภาพแหล่งน้ำขนาดเล็กสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้า</li> <li>▪ การศึกษาแนวทางของมาตรการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนพลังงานน้ำขนาดเล็ก</li> </ul>

### ด้านการประหยัดพลังงาน

แผนงานวิจัยและพัฒนาด้านประสิทธิภาพพลังงานมีจุดมุ่งหมายเพื่อเกื้อหนุนให้มีการนำเทคโนโลยี/มาตรการด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานหรือประหยัดพลังงานมาประยุกต์ใช้ (Adoption) ในสาขาเศรษฐกิจที่เหมาะสมและในแนวทางที่คุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ รวมทั้งเพื่อพัฒนานวัตกรรมในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในสาขาเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานมาก หมวดวิจัยด้านประสิทธิภาพพลังงานที่มีความสำคัญสูง มีดังนี้

สาขา	หมวดวิจัย
1. ภาคการขนส่ง	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ การจัดการเพื่อลดความต้องการใช้การจราจรและขนส่ง (Travel Demand Management)</li> <li>▪ ผลกระทบของการใช้แก๊สโซลล์แทนที่น้ำมันเบนซินในภาคการขนส่งกรณี E10- 95 และ E10-91</li> <li>▪ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการจ่ายก๊าซ มาตรฐานความปลอดภัย และมาตรฐานของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในภาคการขนส่ง</li> </ul>
2. ภาคอาคารพาณิชย์และบ้านพักอาศัย	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ เทคโนโลยีกรอบอาคาร</li> <li>▪ เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเชิงอุณหภูมภายในอาคาร (Indoor thermal environment)</li> <li>▪ เทคโนโลยีการส่องสว่าง โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ (Daylighting)</li> <li>▪ เทคโนโลยีและประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์/เครื่องใช้ในอาคารและบ้านอยู่อาศัย</li> <li>▪ การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการบริหารงานการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน</li> </ul>
3. ภาคอุตสาหกรรม	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ เทคโนโลยีระบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้ามอเตอร์ (Motor driven systems)</li> <li>▪ เทคโนโลยีระบบไอน้ำ (Steam systems)</li> <li>▪ ระบบผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม (Cogeneration หรือ CHP)</li> <li>▪ เทคโนโลยีระบบการทำความเย็น (Process cooling and refrigeration)</li> <li>▪ เทคโนโลยีการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ (Waste heat recovery)</li> <li>▪ การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการให้ความร้อน/ถ่ายเทความร้อน (Process heating/heat transfer)</li> <li>▪ การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ (Materials recycling)</li> <li>▪ การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในภาคอุตสาหกรรม</li> </ul>

### 5.6 มาตรการส่งเสริมการพัฒนากำลังคน

โครงการวิจัยนี้ ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนากำลังคนด้านพลังงานหมุนเวียนและประสิทธิภาพพลังงานในระดับวิชาชีพ ที่มีวุฒิการศึกษาตั้งแต่ระดับปริญญาตรีขึ้นไปใน 4 ด้าน ได้แก่ (1) การออกแบบผลิต ติดตั้ง และการบริหารจัดการโครงการ (2) การปฏิบัติการและซ่อมบำรุง (3) การกำกับดูแลในระดับนโยบายและแผน และการนำไปสู่การปฏิบัติ และ (4) การวิจัยและพัฒนา ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การประมาณความต้องการกำลังคนด้านพลังงานหมุนเวียนนั้นกระทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากประเทศไทยมีอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องไม่มาก อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจ ประสบการณ์ และแนวโน้มของต่างประเทศพออนุมานได้ว่า ใน 5 ปีข้างหน้า หากมีการลงทุนเพื่อพัฒนาและใช้พลังงานหมุนเวียนตามศักยภาพที่ประเมิน ควรมีบุคลากรด้านพลังงาน

หมุนเวียนสาขาการผลิตไฟฟ้าและการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพประมาณ 2,600 คน โดยแบ่งเป็นระดับการบริหาร โครงการ ออกแบบ ผลิต ติดตั้ง และปฏิบัติการประมาณ 2,000 คน และการวิจัยและพัฒนา (รวมนักวิจัยและผู้ช่วยวิจัย) 600 คน ส่วนในด้านการประหยัดพลังงาน พบว่า กำลังคนที่จำเป็นประกอบด้วย ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (Energy managers) และคณะที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานในภาคอาคารและอุตสาหกรรมการผลิตเป็นหลัก โดยมีความต้องการรวมประมาณ 1,800 คน แบ่งเป็นด้านอาคาร 500 คน และด้านอุตสาหกรรม 900 คน และการวิจัยและพัฒนา 400 คน นอกจากนี้ ยังควรมีบุคลากรระดับการวางนโยบายและแผน และการกำกับดูแลการปฏิบัติตามแผน ในหน่วยงานหลักของรัฐ ประมาณ 500 คน โดยแบ่งเป็นส่วนกลาง 100 คน และส่วนภูมิภาค 400 คน

อย่างไรก็ตาม กำลังคนดังกล่าวไม่จำเป็นต้องผลิตใหม่ทั้งหมด เนื่องจากส่วนหนึ่งมีอยู่ในระบบอยู่แล้ว แต่อาจต้องการการศึกษาต่อเนื่อง เพื่อต่อยอดทักษะและความรู้ที่จะปฏิบัติงานด้านพลังงาน และไม่จำเป็นต้องเป็นผู้สำเร็จการศึกษาด้านพลังงานโดยตรงทั้งหมด เนื่องจากมีสาขาวิชาข้างเคียงที่ให้ความรู้ที่เกี่ยวข้องอยู่ส่วนหนึ่งแล้ว ดังนั้น มาตรการส่งเสริมการพัฒนากำลังคนที่เสนอแนะจึงเป็นดังนี้

#### (1) การพัฒนากำลังคนเชิงปริมาณ

- ส่งเสริมการศึกษาต่อเนื่อง โดยเฉพาะการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาต่อยอดบุคลากรในระบบให้สามารถปฏิบัติงานด้านพลังงานได้ในจำนวนประมาณ ครึ่งหนึ่งของความต้องการ
- พัฒนาผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในสาขาวิชาใกล้เคียงเพื่อเข้าสู่วิชาชีพพลังงานจำนวนประมาณหนึ่งในสี่ของเป้าหมาย
- ผลิตกำลังคนระดับปริญญาโท – เอก ด้านพลังงานโดยตรงเพิ่มเติม โดยการส่งเสริมสถาบันการศึกษาที่มีความพร้อมอยู่แล้ว จำนวนประมาณหนึ่งในสี่ของเป้าหมาย

#### (2) การพัฒนากำลังคนเชิงคุณภาพ

- พัฒนาคุณภาพผู้สอนและฝึกอบรม (Train-the-trainers) เพื่อสร้างวิทยากรหรือผู้สอนอย่างต่อเนื่อง
- เสริมสร้างความเข้มแข็งของสถาบันการศึกษา สถาบันฝึกอบรมและสถาบันวิจัย และส่งเสริมให้สถาบันดังกล่าวพัฒนากำลังคนที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้
- เสริมสร้างความเข้มแข็งของหน่วยงานภาครัฐที่กำหนดนโยบาย แผนงาน และการกำกับดูแลให้เป็นไปตามแผนงาน

- ยกระดับมาตรฐานของบุคลากรที่ประกอบวิชาชีพด้านพลังงานที่มีอยู่ในปัจจุบัน

(3) สาขาวิชาที่มีลำดับความสำคัญสูง

1. Policy	1.1 Energy planning and Energy policy 1.2 Energy economics 1.3 Energy and environment policy 1.4 Energy law and policy 1.5 Climate policy 1.6 Sustainable transport policy 1.7 International energy management and policy 1.8 Nuclear policy 1.9 Power generation planning and policy
2. Renewable Energy	2.1 Bioenergy science / engineering <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plant breeding</li> <li>▪ Sustainable crop production (agricultural systems technology)</li> <li>▪ Biomass transportation and logistics (agricultural engineering)</li> <li>▪ Bioprocessing             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermal processing</li> <li>- Chemical processing</li> <li>- Biochemical processing</li> </ul> </li> <li>▪ Agronomy</li> <li>▪ Forestry and bioenergy</li> <li>▪ Biomass resource management</li> </ul> 2.2 Sustainable power generation <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Advanced heat and power technologies</li> <li>▪ Wind engineering</li> <li>▪ Power system management (with distributed generation)</li> </ul> 2.3 Renewable energy project development and finance
3. Energy efficiency	3.1 Low energy architecture and passive solar technologies in buildings 3.2 Building technology <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Optimal design and management of buildings</li> <li>▪ Sustainable energy utilization in buildings</li> <li>▪ Advanced cooling systems</li> </ul> 3.3 Industry <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Industrial energy management</li> <li>▪ Combined heat and power</li> <li>▪ Thermal process design / integration / optimization</li> <li>▪ Industrial process control and automation</li> </ul>

	3.4 Transportation <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Transportation efficiency management</li> <li>■ Alternative fuel engine technologies</li> <li>■ Hybrid vehicle technology</li> </ul>
4. Advanced energy technology	4.1 Carbon storage and sequestration 4.2 Nuclear technology 4.3 Clean Technologies for Power Generation

## 6. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในระยะต่อไป

เนื้อหาการวิจัยครั้งนี้แม้ว่าจะครอบคลุมขอบเขตและเป้าหมายที่กำหนดไว้ แต่ด้วยข้อจำกัดด้านเวลาและข้อมูลที่มีอยู่ ทำให้ผลการวิจัยในบางเรื่องยังไม่ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน จำเป็นต้องมีการศึกษาในรายละเอียดและเชิงลึกเพิ่มเติม ในขณะที่เดียวกันก็มีประเด็นสืบเนื่องที่คณะผู้วิจัยเห็นว่ามี ความสำคัญแต่ยังไม่ได้มีการศึกษา ตัวอย่างประเด็นเหล่านี้ได้แก่

### 6.1 ประเด็นเชิงนโยบายที่ต้องการข้อยุติเร่งด่วน (ภายในประมาณ 4 เดือน)

- (1) การใช้ทรัพยากรแหล่งน้ำ เพื่อการผลิตไฟฟ้า
- (2) การใช้พื้นที่สาธารณะเพื่อการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม
- (3) โอกาสความเป็นไปได้ในการเพิ่มศักยภาพพืชน้ำมันสำหรับการผลิตไบโอดีเซล
- (4) มาตรการการคิด Carbon tax เป็นส่วนหนึ่งของ Avoided cost เพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง (กรณีการกำหนด Emission tax) การส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ และการส่งเสริมการผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน
- (5) การบังคับใช้ Building Energy Code
- (6) การประเมินผลกระทบของ SPP ต่อการส่งเสริม CHP ที่ผ่านมาและแนวทางการปรับปรุงระเบียบ SPP ในอนาคต

### 6.2 ประเด็นที่ต้องการการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ผลของการศึกษาระยะที่ 1 มีความครบถ้วน สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (ใช้เวลาประมาณ 1 ปี หรือนานกว่าในบางกรณี)

#### ด้านการประเมินศักยภาพ

- (1) การประเมินศักยภาพที่อาจมีเพิ่มเติมของแหล่งพลังงานขนาดเล็ก เช่น การใช้น้ำทิ้งทำ เยื่อน การสร้างเขื่อน Run-of-river แบบขั้นบันได (Cascade) ปรับปรุงนิยามของ “พลังน้ำขนาดเล็ก” หรือ “Small hydro” โดยรวมเขื่อนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น แต่เลือกใช้เทคโนโลยีสร้างเขื่อนประเภทที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย เป็นต้น
- (2) การประเมินศักยภาพที่อาจมีเพิ่มเติมของแหล่งพลังงานลม
- (3) การประเมินความเป็นไปได้ของการใช้ป่าเสื่อมโทรมเพื่อปลูกไม้โตเร็ว

- (4) การประเมินความเป็นไปได้ในการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกอ้อย มันสำปะหลังและปาล์ม น้ำมัน

#### ด้านการประเมินทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์

- (1) การประเมินทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการเก็บรวบรวมและใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรประเภทยอดและใบอ้อย และฟางข้าว เพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า
- (2) การประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตเอทานอลแบบบูรณาการ : กรณีโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง
- (3) การประเมินทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการผลิตก๊าซชีวภาพจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร และ Energy crop
- (4) การประเมินแนวทางการจัดการพลังงานชีวภาพในแนวทางที่ยั่งยืนในเบื้องต้น โดยคำนึงถึงความมั่นคงทางอาหาร ผลกระทบต่อการใช้พื้นที่ การจ้างงาน และสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาเทคโนโลยี (Technology learning curve)
- (5) การประเมินศักยภาพและเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานเฉพาะอุตสาหกรรมบางสาขาที่มีการใช้พลังงานมาก (Industry / process-specific)

#### ด้านมาตรการเชิงนโยบาย

- (1) การประเมิน Cost-effectiveness ของการลงทุนด้านพลังงานหมุนเวียนและการประหยัดพลังงาน ในภาพรวมของประเทศ
- (2) การพัฒนาและสาธิตกระบวนการเพื่อปรับปรุงการวางแผนการผลิตไฟฟ้าในระยะยาวของประเทศ (PDP) แบบบูรณาการ โดยคำนึงถึง Demand Side Management เป็นอันดับแรก (First priority) และความร่วมมือของประชาชน เพื่อเป็นกลไกหนึ่งในการสร้างแรงจูงใจและความตระหนักในการประหยัดพลังงาน
- (3) การพัฒนากรอบและแนวทางการจัดทำฐานข้อมูลที่เป็นสำหรับการประเมินศักยภาพและติดตามผลกระทบของทางเลือกการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง โดยเฉพาะในประเด็นการยกระดับประสิทธิภาพของระบบขนส่งมวลชนและ Fuel economy ในระยะยาว

## 7. ข้อเสนอสำหรับอนาคต

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ประเทศไทยมีศักยภาพด้านการใช้พลังงานหมุนเวียนและการประหยัดพลังงาน โดยในระยะเวลา 5-10 ปี ข้างหน้า หากมีการใช้พลังงานหมุนเวียนและประหยัดพลังงานเต็มศักยภาพ อาจช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานและทดแทนพลังงานรูปแบบปกติได้ถึง 15-20% อย่างไรก็ตาม การที่จะใช้ศักยภาพดังกล่าวได้จริงนั้น ยังต้องขจัดอุปสรรคมากมายทั้งด้านเศรษฐศาสตร์ การเงิน เทคนิค และอื่นๆ ซึ่งต้องอาศัยมาตรการที่เข้มข้นและต่อเนื่อง และถึงแม้จะ

สามารถทำได้ตามตัวเลขที่ประเมิน (ซึ่งคงต้องใช้เวลามากกว่าที่คาดการณ์) ก็ยังต้องเผชิญกับข้อเท็จจริงที่ว่า ปริมาณพลังงานที่จะประหยัดได้และพลังงานหมุนเวียนที่จะใช้ได้อย่างคุ้มทุนจะมีข้อจำกัด ซึ่งจะทำให้ประเทศไทยต้องเผชิญกับภาวะความเสี่ยงด้านความมั่นคงทางพลังงาน และด้านการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อประชากรเกินค่าเฉลี่ยของโลก ดังนั้น นอกเหนือจากการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานหมุนเวียนซึ่งต้องใช้ความพยายามอย่างเต็มที่แล้ว ยังต้องคำนึงถึงแนวทางอื่นประกอบด้วย เช่น การพึ่งพาแหล่งพลังงานของมิตรประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งอาจเสี่ยงต่อปัญหาภูมิศาสตร์การเมืองถ้าจัดการความสัมพันธ์ระหว่างประเทศได้ไม่ราบรื่น การใช้ชีวมวลเป็นปริมาณมาก (Large scale bioenergy systems) ซึ่งต้องมีการปฏิรูปภาคการเกษตรและการปฏิรูปที่ดิน เพื่อนำไปสู่ “Bioeconomy” การใช้พลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งต้องมีการโน้มน้าวทัศนคติของสาธารณชนและเตรียมการด้านการพัฒนากำลังคนล่วงหน้าหลายปี และการใช้เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด (Clean coal technology) ซึ่งต้องขึ้นอยู่กับทั้งความเข้าใจของสาธารณชนและเทคโนโลยีการเก็บกักคาร์บอน (Carbon capture and sequestration) ว่าจะมีความน่าเชื่อถือเพียงใด มิฉะนั้นจะเสี่ยงต่อการเพิ่มปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกยิ่งขึ้น โดยสรุป ประเทศไทยเช่นเดียวกับหลายๆ ประเทศในโลก มีทางเลือกสำหรับการใช้พลังงานอย่างยั่งยืนในระยะยาวที่ค่อนข้างจำกัด ดังนั้น การวิเคราะห์ภาพฉายในอนาคต (Future scenario analysis) เพื่อประกอบการตัดสินใจในการกำหนด Energy mix ที่กระจายความเสี่ยงได้อย่างเหมาะสมและต้นทุนไม่สูงจนเกินไปจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งยวด ท้ายที่สุด เนื่องจากความซับซ้อนของปัญหาด้านพลังงานและความท้าทายในการแก้ปัญหาการกำหนดนโยบายและวางแผนทั้งในระยะสั้นและระยะยาว หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนด้านการวิจัยเชิงนโยบายที่เข้มแข็ง โดยรัฐอาจสนับสนุนการจัดตั้งหน่วยวิจัยเชิงนโยบายในสถาบันการศึกษา และ/หรือ องค์กรอื่นที่เกี่ยวข้องที่ทำหน้าที่ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลและสถานการณ์และสังเคราะห์ข้อเสนอเชิงนโยบาย โดยเฉพาะเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจและการดำเนินการของภาครัฐที่ทันต่อเหตุการณ์

## คณะกรรมการ

### ประธานอำนวยการโครงการ

ศาสตราจารย์ ดร.นักสิทธิ์ คุ้มพัฒนาชัย

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

### ผู้อำนวยการโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ทุ่งธรรมสาร

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

### ผู้ช่วยผู้อำนวยการโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ เตีย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รองศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ เทอดโยธิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทน์ สรพิพัฒน์

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

รองศาสตราจารย์ ดร.สิรินทรเทพ เต๋อประยูร

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

### ผู้จัดการโครงการ

นายสุวัจชัย เป้าประยูร

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

นายอาทิตย์ ทิพย์พิชัย

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

นายจักรพงษ์ พงศ์ไพบูลย์

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

นายณัฐพงษ์ ชยวิฑูโร

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

### ผู้ช่วยผู้จัดการโครงการ

นางสาวมัทนพรรณ จิวเจียม

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

### ฝ่ายเลขานุการและสนับสนุนงานด้านเทคนิค

นายสมหมาย ผลอำนวยสุข

สถาบันนานาชาติเพื่อการประหยัดพลังงาน (IEEC)

นางสาวสิริกุล ประสิทธิ์เพียรชัย

สถาบันนานาชาติเพื่อการประหยัดพลังงาน (IEEC)

### เจ้าหน้าที่การเงินและธุรการ

นายศุวิล โสภิสเชื่อนจันทร์

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

## คณะกรรมการกำกับทิศทาง

1. ศ. ดร. ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์	ประธานกรรมการ	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
2. ศ. ดร. ปิยะวัติ บุญ-หลง	กรรมการ	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
3. นาย อำนาจ ทองสถิตย์	กรรมการ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
4. รศ. ดร. ศักรินทร์ ภูมิรัตน์	กรรมการ	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
5. ศ. ดร. มรกต ตันติเจริญ	กรรมการ	ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
6. นาย ชวลิต พิชาลัย	กรรมการ	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
7. นางสาว ชนานัญ บัวเขียว	กรรมการ	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
8. นาย มิ่งพันธ์ ฉายาจิตรศิลป์	กรรมการ	สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย
9. นาย จิรศักดิ์ บุญรอด	กรรมการ	ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย
10. นาย เจน นำชัยศิริ	กรรมการ	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
11. ศ. ดร. ปกรณ์ อุดมพันธุ์	กรรมการ	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
12. รศ. ดร. พรายพล คุ้มทรัพย์	กรรมการ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
13. ศ. ดร. สมชาติ โสภณธรรมฤทธิ์	กรรมการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
14. นาย สุรเชียร จักรธรานนท์	กรรมการ	บริษัท กระจายศรีสยาม จำกัด (มหาชน)
15. ศ. ดร. นกสิทธิ์ คูวัฒนาชัย	กรรมการและเลขานุการ	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
16. รศ. ดร. บัณฑิต พึ่งธรรมสาร	ผู้ช่วยเลขานุการ	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

## คณะกรรมการที่ปรึกษา

- |  |  |
|--|--|
| 1. ศ. ดร. นักสิทธิ์ ภู่วัฒนาชัย        | สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย                         |
| 2. นาย ประโมทย์ ฉมามหัทธนา             | ฝ่ายก่อสร้างพลังน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย      |
| 3. นาย ธรรมยศ ศรีช่วย                  | กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน                 |
| 4. รศ. ดร. พงศ์เทพ อัครชนกุล           | ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 5. ศ. ดร. เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ | คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์                        |
| 6. รศ. ดร. พงศา พรชัยวิเศษกุล          | คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย                   |
| 7. รศ. ดร. ศุภชาติ จงไพบูลย์วัฒนา      | สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์   |
| 8. นาย พินิจ ศิริพฤกษ์พงษ์             | การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย                          |
| 9. รศ. ดร. สมชาย จันทร์ชานา            | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี                  |
| 10. ดร. บุญรอด สัจจกุลนุกิจ            | กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน                 |
| 11. นาย เอกประพันธ์ อักษรพันธุ์        | สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน                            |
| 12. รศ. ดร. สุธีระ ประเสริฐสรรพ        | สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย                         |

## ที่ปรึกษาโครงการ

ดร.กฤษณพงศ์ กีรติกร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร.พิเชฐ คุรงควโรจน์	ศูนย์นวัตกรรมนโยบาย สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นายชาย ชิวเกตุ	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มจร.
นายสุเมธ ท่านเจริญ	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มจร.
Dr.-Ing. Axel Friedrich	Federal Environment Agency, Germany
Dr. Chris Greacen	Palang Thai Foundation
Prof. Dr.-Ing. Christoph Menke	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม, University of Applied Sciences Trier, Germany
Prof. Dr. Dusan Gvozdenac	University of Novi-Sad, Serbia & Montenegro
Prof. Dr. Pierre Joulain	CNRS Laboratoire de Combustion et Detonique, France
Dipl.-Ing. Detlef Loy	Loy Energy Consulting, Berlin, Germany
Mr. Stuart John Major	ผู้เชี่ยวชาญอิสระด้านก๊าซธรรมชาติ ประเทศออสเตรเลีย
Dr. Charlie Heaps	Stockholm Energy Institute, Boston, USA
Mr. Uwe Fritsche	Oeko Institute, Damstadt, Germany
Dr. Peter du Pont	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม, Eco-Asia (USAID)

## คณะนักวิจัย

### การประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง

รศ.ดร.สรวิศ นฤปิติ	หัวหน้านักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายปิติ ไรจน์วรรณสินธุ์	นักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายสุรชัย สถิตคุณารัตน์	นักวิจัย	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

### การประเมินเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง

ผศ.ดร.จ่านง สรพิพัฒน์	หัวหน้าโครงการ	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
ดร.นวดล เหล่าศิริพจน์	นักวิจัย	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
นายจักรพงษ์ พงษ์ไносวรรย์	ผู้ช่วยนักวิจัย	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
นายธิบดินทร์ แสงสว่าง	ผู้ช่วยนักวิจัย	คณะพลังงานและวัสดุ มจร.

### การประเมินศักยภาพและเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานในภาคอุตสาหกรรม

รศ.ดร.อภิชาติ เทอดโยธิน	หัวหน้าโครงการ	คณะพลังงานและวัสดุ มจร.
นายณัฐวุฒิ เล่าหะกาญจนศิริ	วิศวกร โครงการ	กลุ่มงานวิจัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มจร.
นายวรุฒ ยุทธชัย	วิศวกร โครงการ	กลุ่มงานวิจัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มจร.
นางสาวณัฐธิชา มะโน	วิศวกร โครงการ	กลุ่มงานวิจัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มจร.
นางสาวเกศินี คำวิชัย	ผู้ประสานงาน	กลุ่มงานวิจัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มจร.

### การประเมินศักยภาพและเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานในภาคอาคารพาณิชย์

ศ.ดร.สุรพงษ์ จิระรัตนานนท์	หัวหน้าโครงการ	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT)
ผศ.กฤษกานา กุบาฮา	นักวิจัย	คณะพลังงานและวัสดุ มจร.

### การประเมินศักยภาพและเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานในภาคบ้านพักอาศัย

ดร.พัฒนาะ รักความสุข	หัวหน้าโครงการ	คณะพลังงานและวัสดุ มจร.
ดร.อัจฉราวรรณ จุฑารัตน์	นักวิจัย	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มจร.
ดร.จรรยาพร จุลตามระ	นักวิจัย	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มจร.
นางสาวปิยะวรา ภัคศิผล	นักวิจัย	คณะพลังงานและวัสดุ มจร.

## คณะนักวิจัย (ต่อ)

### การประเมินศักยภาพของชีวมวลเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า

รศ.ดร.สุวิทย์ เตีย	หัวหน้าโครงการ	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
ผศ.ดร.สาวิตรี การีเวทย์	รองหัวหน้าโครงการ	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
ดร.นคร วรสุวรรณรักษ์	ผู้ช่วยหัวหน้าโครงการ	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
นายจิระพันธุ์ เนื่องจากนิล	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นายสุรพงษ์ คล้ายมุข	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นายชัยเวท ริมเขต	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นายอนุสรณ์ รัตนะธน โอภาส	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นางสาวอรนันท ปฐพีจรัสวงศ์	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นายภาณุวัฒน์ อูสาห์เพียร	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นายวีรพงศ์ พงษ์หิรัญเจริญ	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นางสาวศันสนีย์ แสนศิริพันธุ์	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นายชาญชัย พัชระ	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นายสุรเชษฐ์ เสมอใจ	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ

### การประเมินเทคโนโลยีการผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากชีวมวล

ผศ.ดร.สุธรรม ปทุมสวัสดิ์	หัวหน้าโครงการ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจพ.
ดร.สุนิรัตน์ พิพัฒน์มโนมัย	นักวิจัย	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

### การประเมินศักยภาพของชีวมวลเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ

ดร.อรรรณพ นพรัตน์	หัวหน้าโครงการ	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
ดร.วรินทร สงคศิริ	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นางสาวนันธิยา เปปะดั่ง	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นางสาวจงกล พูนทวี	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นายประทีน กุลละวณิชย์	ผู้ช่วยนักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ

### การประเมินเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพจากชีวมวล

รศ.ดร.ภาวิณี ชัยประเสริฐ	หัวหน้าโครงการ	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
ดร.อรรรณพ นพรัตน์	วิศวกรวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
ดร.วรินทร สงคศิริ	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นางสาวนันธิยา เปปะดั่ง	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นายประทีน กุลละวณิชย์	ผู้ช่วยนักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ

## คณะนักวิจัย (ต่อ)

### การประเมินศักยภาพ / เทคโนโลยีของขยะเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า

รศ.ดร.สมรัฐ เกิดสุวรรณ	หัวหน้าโครงการ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจพ.
ผศ.ดร.สุธรรม ปทุมสวัสดิ์	นักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจพ.
ผศ.ดร.กนกศักดิ์ เอี่ยมโอภาส	นักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มก.

### การประเมินศักยภาพของชีวมวลเพื่อผลิตเอทานอล

รศ.ดร.กล้าณรงค์ ศรีรอด	หัวหน้าโครงการ	สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
ผศ.ดร.วิจารณ์ วิชชุกิจ	นักวิจัย	คณะเกษตร มก.
ศ.ดร.เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์	นักวิจัย	คณะเกษตร มก.
รศ.สมพร อิศวิลานนท์	นักวิจัย	คณะเศรษฐศาสตร์ มก.
รศ.ดร.เอ็จ สโรบล	นักวิจัย	คณะเกษตร มก.

### การประเมินเทคโนโลยีการผลิตเอทานอลจากชีวมวล

ดร.บุญยพัทธ์ สุภาณิช	หัวหน้าโครงการ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มจร.
----------------------	----------------	------------------------

### การประเมินศักยภาพของชีวมวลเพื่อผลิตไบโอดีเซล

รศ.ดร.เอ็จ สโรบล	หัวหน้าโครงการ	คณะเกษตร มก.
รศ.ดร.กล้าณรงค์ ศรีรอด	นักวิจัย	สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
ศ.ดร.เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์	นักวิจัย	คณะเกษตร มก.
รศ.สมพร อิศวิลานนท์	นักวิจัย	คณะเศรษฐศาสตร์ มก.
ผศ.ดร.วิจารณ์ วิชชุกิจ	นักวิจัย	คณะเกษตร มก.

### การประเมินเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากชีวมวล

รศ.ดร.ชาคริต ทองอุไร	หัวหน้าโครงการ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มอ.
รศ.ดร.สันหทัย กลิ่นพิกุล	นักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มอ.
ดร.สุธรรม สุขมณี	นักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มอ.
นางสาวสิริรัตน์ ฟุ้งชมภู	ผู้ช่วยนักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มอ.
นางสาวพัชรา ศุกลรัตน์	ผู้ช่วยนักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มอ.

### การประเมินศักยภาพพลังงานขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้า

รศ.ดร.ชัยยุทธ ชินณะราศรี	หัวหน้าโครงการ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มจร.
--------------------------	----------------	------------------------

## คณะนักวิจัย (ต่อ)

### การประเมินเทคโนโลยีการไฟฟ้าจากพลังน้ำขนาดเล็ก

ผศ.ดร.อุดมเกียรติ นนทแก้ว	หัวหน้าโครงการ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจพ.
ดร.ยอดชาย เตียบเป็น	นักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มก.
ดร.วิวัฒน์ ผ่องญาติ	นักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจพ.

### การประเมินศักยภาพพลังงานลมเพื่อผลิตไฟฟ้า

ผศ.ดร.จ่านง สรพิพัฒน์	หัวหน้าโครงการ	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
นางสาวปิยธิดา ไตรนุรักษ์	ผู้ช่วยนักวิจัย	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

### การประเมินเทคโนโลยีการไฟฟ้าจากพลังงานลม

ผศ.ดร.อุดมเกียรติ นนทแก้ว	หัวหน้าโครงการ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจพ.
ดร.จากรัฐันต์ อุ่สิงห์สวัสดิ์	นักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจพ.
อาจารย์กทาเทพ สวัสดิพิศาล	นักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจพ.

### การประเมินศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ และการประเมินเทคโนโลยีการผลิตความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิสูง

รศ.ดร.เสริม จันทร์ฉาย	หัวหน้าโครงการ	คณะวิทยาศาสตร์ มศก.
อาจารย์สุมาลย์ บันเทิง	นักวิจัย	คณะวิทยาศาสตร์ มศก.

### การประเมินเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

รศ.ดร.กรกฎ วัฒนวิเชียร	หัวหน้าโครงการ	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
ดร.ธีรยุทธ เจนวิทยา	ผู้ช่วยนักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นายกิตติ ผิวขาว	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ
นายเอกชัย พักไฟโรจน์	นักวิจัย	สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ

### การประเมินเทคโนโลยีการผลิตความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่อุณหภูมิต่ำ

รศ.ดร.บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย	หัวหน้าโครงการ	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มธ.
นายเผชิญ จันทร์สา	นักวิจัย	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มธ.
นายจรราชูธ เอ็งสุวรรณ	นักวิจัย	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มธ.
นายยอด สุขะมงคล	นักวิจัย	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มธ.
นายภาสกร ศรีสาสตรา	นักวิจัย	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มธ.
นางสาวสุดาภรณ์ ฐิ่งสู้	นักวิจัย	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มธ.
นางสาวช่อทิพย์ ศิวพรอนันต์	นักวิจัย	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มธ.

## คณะนักวิจัย (ต่อ)

### การประเมินศักยภาพและเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าและความร้อนโดยใช้ก๊าซธรรมชาติ

Prof. Dr.-Ing. Christoph Menke	หัวหน้าโครงการ	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจฟ.
ผศ.ดร.ปฐมยศ วัลลิกุล		

### การศึกษาความต้องการทรัพยากรมนุษย์และการจัดทำแผนพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ด้านพลังงาน: กรณีพลังงาน หมุนเวียนและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ดร.ศศิธร สุวรรณเทพ	หัวหน้าโครงการ	คณะศิลปศาสตร์ มจร.
อาจารย์ชลาวัฒน์ ชัยสิทธิ์	นักวิจัย	คณะศิลปศาสตร์ มจร.
ดร.วรรณณา เต็มศิริพนธ์	นักวิจัย	คณะศิลปศาสตร์ มจร.
ดร.พรเลิศ อภาณูทัต	นักวิจัย	คณะศิลปศาสตร์ มจร.
นายสุเรนทร์ ฐปนางกูร	นักวิจัย	คณะศิลปศาสตร์ มจร.
อาจารย์เฉลิมศักดิ์ บุญนำ	นักวิจัย	คณะศิลปศาสตร์ มจร.
นายประวิทย์ แพทยกุล	นักวิจัย	คณะศิลปศาสตร์ มจร.
นายวิฑายากร เทพสุรวงศ์	ผู้ช่วยนักวิจัย	คณะศิลปศาสตร์ มจร.
นายเฉลิมวิทย์ ไกรขาว	ผู้ช่วยนักวิจัย	คณะศิลปศาสตร์ มจร.

### การศึกษาต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์เพื่อจัดทำมาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน

#### (Externality costs และ Feed-in tariff)

รศ.ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล	หัวหน้าโครงการ	คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาฯ
รศ.ดร.อดิศักดิ์ อิศรางกูร ณ อยุธยา	นักวิจัย	คณะพัฒนาการเศรษฐกิจ NIDA
ดร.ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล	นักวิจัย	คณะเศรษฐศาสตร์ มธ.

#### Energy Input-Output Analysis

รศ.ดร.บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย	หัวหน้าโครงการ	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มธ.
รศ.วารุณี เตีย	หัวหน้าโครงการ	คณะพลังงานและวัสดุ มจร.
ดร.ภาวิณี ศักดิ์สุนทรศิริ	นักวิจัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

### การวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานพลังงาน โดยวิธีการวางแผนทางเลือกพลังงานในระยะยาว

รศ.ดร.บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย	หัวหน้าโครงการ	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มธ.
นางสาวพิมพ์พร ชาวสวนเจริญ	ผู้ช่วยนักวิจัย	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
นายจักรพงษ์ พงษ์ไณศวรชัย	ผู้ช่วยนักวิจัย	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
Mr. Martin Schmitt	ผู้ช่วยนักวิจัย	Offenburn, Germany
Dr. Tira Foran	ผู้ช่วยนักวิจัย	IUCN
นายพนม ปริญญา	ผู้ช่วยนักวิจัย	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม