

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน (หลักสูตรนานาชาติ)  
หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

หมวดที่ 1. ข้อมูลทั่วไป

<b>1. รหัสและชื่อหลักสูตร</b> ภาษาไทย: หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน (หลักสูตรนานาชาติ) ภาษาอังกฤษ: Doctor of Philosophy Program in Energy Technology (International Program)
<b>2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา</b> ชื่อเต็ม (ไทย): ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) ชื่อย่อ (ไทย): ปร.ด. (เทคโนโลยีพลังงาน) ชื่อเต็ม (อังกฤษ): Doctor of Philosophy (Energy Technology) ชื่อย่อ (อังกฤษ): Ph.D (Energy Technology)
<b>3. วิชาเอก (ถ้ามี)</b> -
<b>4. จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร</b> 55 หน่วยกิต (สำหรับผู้จบปริญญาโท) 75 หน่วยกิต (สำหรับผู้จบปริญญาตรี)
<b>5. รูปแบบของหลักสูตร</b> <b>5.1 รูปแบบ</b> เป็นหลักสูตรระดับปริญญาเอก หลักสูตร 3 ปี (สำหรับผู้จบปริญญาโท) เป็นหลักสูตรระดับปริญญาเอก หลักสูตร 3.5 ปี (สำหรับผู้จบปริญญาตรี) <b>5.2 ภาษาที่ใช้</b> การจัดการเรียนการสอนเป็นภาษาอังกฤษ เอกสารประกอบการสอนและตำราเป็นตำราภาษาอังกฤษ <b>5.3 การรับเข้าศึกษา</b> รับนักศึกษาไทย และนักศึกษาต่างประเทศที่สามารถพูด ฟัง อ่าน เขียน และเข้าใจภาษาอังกฤษเป็นอย่างดี <b>5.4 ความร่วมมือกับสถาบันอื่น</b> 1. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 3. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 4. สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร แห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ <b>5.5 การให้ปริญญาแก่ผู้สำเร็จการศึกษา</b> ให้ปริญญาเพียงสาขาวิชาเดียว
<b>6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร</b> <input checked="" type="checkbox"/> หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555 ปรับปรุงจากหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน (หลักสูตรนานาชาติ) หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2552

เปิดสอนใน ภาคการศึกษาที่ 1 ปี พ.ศ. 2555

คณะกรรมการอำนวยการบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ อนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตรในการประชุม

ครั้งที่ 1/2555 วันที่ 9 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555

สภาสถาบันอนุมัติ / เห็นชอบหลักสูตรในการประชุม

ครั้งที่ 155 วันที่ 9 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2555

## 7. การขอรับการประเมินเพื่อขึ้นทะเบียนหลักสูตร

จะขอรับประเมินเพื่อรับรองหลักสูตรในปีการศึกษา 2557

## 8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา

(1) นักวิทยาศาสตร์, นักวิจัย

(2) นักวิชาการทางด้านพลังงาน

(3) นักวิเคราะห์และวางแผนด้านนโยบายพลังงาน

(4) อาจารย์

(5) ที่ปรึกษาด้านพลังงาน

(6) ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูลด้านพลังงาน

(7) ผู้ประสานงาน โครงการด้านพลังงาน

(8) นักวิชาชีพด้านพลังงานในหน่วยงานภาครัฐและเอกชนในสาขาต่างๆ ดังนี้

- การวิเคราะห์และวางแผนด้านนโยบายพลังงาน

- การบริหารจัดการพลังงานในภาคอุตสาหกรรมและอาคารพาณิชย์

- การผลิต แปรรูป และจำหน่ายเชื้อเพลิงและพลังงาน

- ระบบกระบวนการผลิตและระบบพลังงานในอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานอย่างเข้มข้น โดยเฉพาะอุตสาหกรรมซีเมนต์  
เซรามิก เหล็กและเหล็กกล้า ปิโตรเคมี เชื้อกระดาษและกระดาษ  
 เป็นต้น

- การพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทน

## 9. ชื่อ สกุล เลขประจำตัวบัตรประชาชน ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิการศึกษาสูงสุด (สาขาวิชา)	สถาบันที่สำเร็จการศึกษา (ปีที่สำเร็จ)
1.	รศ. ดร. บัณฑิต พึ่งธรรมสาร	Ph.D.(Mechanical Engineering)	Univ. of New South Wales, Australia (2525)
2.	Prof. Dr. R. H. B. Exell	D.Phil (Physics)	Oxford Univ. (2504)
3.	ศ. ดร. สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์	Ph.D.( Electrical Engineering)	The University of Newcastle, Australia (2516)

## 10. สถานที่จัดการเรียนการสอน

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม อาคารคณะพลังงาน สิ่งแวดล้อม และวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางมด กรุงเทพฯ

## 11. สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนหลักสูตร

### 11.1. สถานการณ์หรือการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

#### (ก) สถานการณ์และแนวโน้มด้านพลังงานของโลก

ปัจจุบัน ประชากร โลกต้องพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลถึงร้อยละ 80 ของพลังงานขั้นต้น (primary energy) ที่ต้องการทั้งหมด หากประเทศต่างๆทั่วโลกไม่มีการเปลี่ยนแปลงนโยบายและมาตรการด้านพลังงานจากที่มีอยู่ ความต้องการพลังงานของโลกในปี พ.ศ. 2573 จะเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2550 ร้อยละ 40 (ร้อยละ 1.5 ต่อปี โดยเฉลี่ย) ความต้องการน้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติและถ่านหินในปัจจุบันคือ 85 ล้านบาร์เรลต่อวัน 3,150 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และ 3,000 ล้านตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (Mtoe) ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งจะส่งผลให้แหล่งเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งมีอยู่จำกัดค่อยๆ หมดลงอย่างรวดเร็ว หากอัตราการผลิตเชื้อเพลิงของโลกไม่เปลี่ยนแปลง คาดว่าจะทำให้มีน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหินเหลือใช้ได้ก็เพียง

42, 60 และ 122 ปีตามลำดับ (คิดจากอัตราส่วนปริมาณสำรองต่ออัตราการผลิตที่คงที่ ณ ปัจจุบันที่เรียกว่า “reserve-to-production (R/P) ratio”)

สำนักงานพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency, IEA) คาดการณ์ว่า ปริมาณการผลิตน้ำมันดิบจากบ่อที่ผลิตอยู่แล้วบวกกับแหล่งน้ำมันดิบที่ค้นพบแล้วแต่ยังไม่ได้พัฒนา น่าจะถึงจุดสูงสุด (oil peak) ก่อนปี พ.ศ. 2563 หลังจากนั้น อัตราการผลิตน้ำมันดิบจะลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการขาดแคลนด้านพลังงานทั่วโลกและจะทำให้ราคาเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

### (ข) สถานการณ์และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก

อุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ในช่วงหนึ่งศตวรรษที่ผ่านมา สูงขึ้นประมาณ 0.76 องศาเซลเซียส ในขณะเดียวกัน ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก ซึ่งคิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) เทียบเท่า ในบรรยากาศเพิ่มจาก 280 ppm (1 ส่วนในล้านส่วน) ก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรมมาเป็น 390 ppm ในปัจจุบัน และยังคงจะเพิ่มขึ้นต่อไปปีละ 2 ppm การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่วนมากมีต้นเหตุมาจากความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกที่สูงขึ้น ก่อนสิ้นศตวรรษนี้ อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกอาจเพิ่มขึ้นระหว่าง 1.1 ถึง 6.4 องศาเซลเซียส ซึ่งถ้าอุณหภูมิโลกสูงขึ้นเกิน 2 องศาเซลเซียส จะมีผลกระทบต่ออย่างรุนแรงต่อสภาพภูมิอากาศและความอยู่รอดของมนุษย์ การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวสาเหตุหลักมาจากการกระทำของมนุษย์ โดยเฉพาะผลสืบเนื่องจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการพัฒนาเศรษฐกิจ ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 70 ของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศโลกในแต่ละปี เพื่อป้องกันหายนะอันสืบเนื่องจากเหตุดังกล่าว ประเทศต่างๆ ทั่วโลก ภายใต้องค์การ UNFCCC ซึ่งจัดตั้งขึ้นโดยสหประชาชาติได้มีข้อตกลงให้มีการดำเนินการอย่างจริงจังเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังกล่าว โดยผลจากการประชุมของ UNFCCC ที่กรุงโคเปนเฮเกน เมื่อเดือนธันวาคม 2552 ตกลงร่วมกันให้ ประเทศสมาชิกทุกประเทศ (ซึ่งประเทศไทยก็เป็นสมาชิกด้วย) จะต้องช่วยกันต่อสู้กับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ บนหลักการของความรับผิดชอบร่วมกัน แต่ภาระหน้าที่แตกต่างกัน และเป็นไปตามกำลังความสามารถของแต่ละประเทศ โดยที่แต่ละประเทศจะต้องใช้เครื่องมือเชิงนโยบายข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อรวมกัน ซึ่งได้แก่ (1) การใช้กลไกตลาดคาร์บอน (carbon market) และมาตรการ “cap and trade” (2) ข้อตกลงระหว่างประเทศเกี่ยวกับข้อกำหนดมาตรฐานการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในบางสาขาของภาคขนส่งและภาคอุตสาหกรรมผลิต (international sectoral approaches) และ (3) มาตรการที่เหมาะสมกับแต่ละประเทศ (Nationally appropriate measures and actions) ประเทศที่พัฒนาแล้ว (Annex I ภายใต้พิธีสารเกียวโต) คงจะต้องใช้เครื่องมือทั้งสามดังกล่าวพร้อมกัน ขณะที่ประเทศกำลังพัฒนา (Non-Annex I) จะเน้นนโยบายและมาตรการภายในประเทศเป็นหลัก แต่ต้องมีการประกาศประเภทมาตรการที่จะดำเนินการ และมีแนวโน้มว่าจะต้องมีการรายงานผลการดำเนินการและบัญชีรายการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (national inventories) ที่ตรวจสอบและยืนยันได้ ต่อสำนักเลขาธิการของ UNFCCC ทุก 2 ปี ส่วนมาตรการด้านมาตรฐานการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์รายสาขาเศรษฐกิจ (sectoral agreement) อาจมีการบังคับใช้ทั้งประเทศพัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา โดยเฉพาะธุรกิจบริการด้านการบินระหว่างประเทศ อุตสาหกรรมซีเมนต์และอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า นอกจากนี้ ประเทศคู่ค้าต่างๆ อาจใช้มาตรการทวิภาคี หรือ non-tariff barrier บังคับให้ประเทศ ผู้ส่งออกสินค้าต้องจำกัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับที่ตนกำหนด หรืออาจใช้กลไกตลาดให้มีการคิดฉลากร่องรอยคาร์บอน (carbon footprint) ของผลิตภัณฑ์ที่จะนำเข้าด้วยเอกสารอ้างอิง

### (ค) สถานการณ์ของประเทศไทยในบริบทโลกทางพลังงานและสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากประเทศไทยต้องพึ่งพิงการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศในสัดส่วนที่สูงถึงร้อยละ 60 และมีแนวโน้มที่ต้องอาศัยการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเพิ่มสูงมากขึ้น โดยลำดับ ปริมาณการนำเข้าพลังงานในปี 2551 มีมูลค่าถึง 1.16 ล้านล้านบาท หรือ (ร้อยละ 12.8 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ) ซึ่งเป็นระดับที่สูงมาก หากราคาน้ำมันในตลาดโลกขยับตัวสูงขึ้น และไม่มีแหล่งพลังงานภายในประเทศที่ราคาถูกลงมาทดแทน หรือไม่มีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน จะส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศได้

นอกจากนี้ประเทศไทย ยังอาศัยการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลของประเทศไทยสูงถึงร้อยละ 81 ซึ่งโดยนัยยะแล้ว หมายความว่าความยากลำบากในการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ตามต่อพันธะหน้าที่ของประเทศที่ต้องลดก๊าซเรือนกระจกที่ให้ไว้ต่อประชาคมโลก ขณะที่ระดับความต้องการใช้พลังงานของประเทศกลับสูงขึ้นตามลำดับ ตามระดับการพัฒนาของประเทศ

การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในสัดส่วนที่สูงก่อให้เกิดปัญหาหมอกควันที่ค่อนข้างรุนแรง ปริมาณมลพิษจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มขึ้นตามความต้องการพลังงาน ปริมาณการปล่อยก๊าซออกไซด์ของกำมะถันและออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่งเป็นต้นเหตุของฝนกรดและมีผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อมนั้น ได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 55 และ 11 ตามลำดับ จากปี 2546 ถึงปี 2550

## 11.2 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม

ประเทศไทยมีความต้องการบริโภคพลังงานสูงขึ้นโดยลำดับ ในทางกลับกัน การพัฒนาแหล่งพลังงานฟอสซิลใหม่ๆ และการพัฒนาโรงไฟฟ้าใหม่กลับไม่เป็นที่ยอมรับของชุมชนและสังคมในหลายๆ ส่วน ซึ่งมีสาเหตุสืบเนื่องจากการจัดการของภาครัฐและผู้ลงทุนไม่ดีพอ และ

เหตุอื่น ๆ อีกหลายประการ เช่น ประสบการณ์ที่เคยได้รับผลกระทบโดยตรงจากโครงการเหล่านั้น การขาดความเข้าใจในส่วนของชุมชน การขาดการสื่อสารที่ดีจากเจ้าของโครงการ และการชดเชยความเสียหายที่ไม่เป็นธรรม ข้อขัดแย้งทางสังคมเหล่านี้หากไม่ได้รับการแก้ไขหรือจัดการให้ดีพอและเหมาะสม ในอนาคตประเทศไทยอาจเสียโอกาสการพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือไม่ประเทศไทยก็ต้องจ่ายค่าเสียหายจากสิ่งแวดล้อม จนมีมูลค่ามากกว่าประโยชน์ที่ได้รับจากผลดีของการพัฒนาเศรษฐกิจ ดังเช่น กรณีปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด เป็นตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม ดังนั้นการใช้พลังงานทดแทนที่สะอาดกว่า และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน จึงเป็นมาตรการที่สำคัญในการปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทั้งในเขตเมือง เขตอุตสาหกรรม และบริเวณรอบๆ โรงไฟฟ้า

อนึ่ง ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ.2550 – 2554) ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดด พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นยิ่งสำหรับการพัฒนาเศรษฐกิจ และยกระดับความเป็นอยู่ของสังคมให้สูงขึ้น ดังนั้นการจัดหาพลังงานที่ไม่แพงเกินไป มีความมั่นคง สะอาด ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นภาระที่สำคัญยิ่งสำหรับทุกรัฐบาล เนื่องจากแหล่งพลังงานฟอสซิลที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีแต่ที่จะหมดไป มีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ และเป็นภัยคุกคามต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว อันเนื่องมาจากการผลิตและใช้พลังงาน การจัดการ และกำหนดนโยบาย เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ต่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าว นับวันมีแต่ความสำคัญและหนักหน่วงยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาวะที่ประเทศไทยยังเผชิญหน้าต่อความท้าทายของความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นตลอดเวลาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

(ก) ความมั่นคงของการจัดหาพลังงาน ปัจจุบันเกินกว่าครึ่งหนึ่งของพลังงานที่ใช้ในประเทศไทย ล้วนต้องพึ่งพาการนำเข้าจากแหล่งพลังงานขั้นต้นในพื้นที่ภูมิศาสตร์ที่ไม่มีความมั่นคงทางการเมือง ทั้งเป็นภาระต่อค่าใช้จ่ายด้านเศรษฐกิจของประเทศ ความมีความเสี่ยงสูงในการจัดหาพลังงานจากต่างประเทศ

(ข) ความมั่นคงการจัดหาไฟฟ้า เนื่องจากประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะพึ่งพาพลังงานขั้นต้นเพียงชนิดเดียวมากขึ้นเรื่อยๆ คือก๊าซธรรมชาติถึงร้อยละ 75 ในการผลิตไฟฟ้า และมีแนวโน้มพึ่งพาการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่แบบรวมศูนย์ แทนที่จะมีการกระจายโรงงานผลิตไฟฟ้าแบบกระจายหน่วยการผลิตและสายส่ง

(ค) ประสิทธิภาพของการผลิตและใช้พลังงาน การแปรรูปพลังงานในประเทศไทย ปัจจุบันค่อนข้างมีประสิทธิภาพต่ำ และมีค่ายืดหยุ่นพลังงาน (energy-elasticity-อัตราส่วนระหว่างความต้องการพลังงานต่ออัตราการเติบโตของ GDP) สูงถึง 1.4 เท่า โดยมีค่าการสูญเสียพลังงานในการแปรรูปไฟฟ้าทั้งระบบสูงเกินกว่าร้อยละ 60 ของทั้งระบบ

(ง) ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม พลังงานขั้นต้นของประเทศไทย เกินกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไปผลิตจากพลังงานฟอสซิล ซึ่งเป็นต้นเหตุของปัญหาที่ทำให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค และระดับโลก (ปัญหาโลกร้อน)

(จ) เนื่องจากศักยภาพของประเทศไทยในการพึ่งพาตนเองและในการคิดค้นเทคโนโลยี เพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ด้านพลังงาน และสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง รวมถึงการจัดการยังอยู่ในระดับต่ำ การใช้เทคโนโลยีหมุนเวียนและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีใหม่ และการใช้เทคโนโลยีเหล่านี้มีประสิทธิผล ยังมีอยู่ค่อนข้างจำกัดในปัจจุบัน

นอกจากนี้แผนพัฒนาพลังงานแห่งชาติฉบับปี พ. ศ. 2553 (Power Development Plan 2010) ได้กำหนดยุทธศาสตร์ลดการพึ่งพาก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าในอีก 20 ปีข้างหน้า และให้มีการจัดหาแหล่งพลังงานจากนิวเคลียร์ และถ่านหินเพิ่มขึ้นเพื่อผลิตไฟฟ้า กล่าวคือ กำหนดให้มีการจัดสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์อีก 5,000 MW และโรงไฟฟ้าถ่านหินอีก 72,000 MW ภายใน 20 ปีข้างหน้า ซึ่งนโยบายดังกล่าวเป็นสิ่งที่ทำหายนเป็นอย่างยิ่ง เพราะปัจจุบันภาคประชาสังคมไทย มีแนวโน้มว่า อาจจะไม่ยอมรับโรงไฟฟ้างกล่าวทั้งสองชนิดมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นแนวทางแก้ไข รวมถึงทางเลือกอื่นๆ เพื่อแสวงหาทางออกของสังคมเพื่อแก้ไขข้อขัดแย้งดังกล่าว จำเป็นต้องมีการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ และการตระเตรียมกำลังคนเพื่อรับมือปัญหาดังกล่าว จึงเป็นสิ่งที่ทำหายนเป็นอย่างยิ่ง เพื่อความมั่นคงในการพัฒนาเศรษฐกิจของชาติ

ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีองค์ความรู้ในประเด็นต่างๆดังกล่าวข้างต้น และมีบุคลากรที่ความรู้ความเข้าใจ และมีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวมีอยู่จำนวนน้อยมาก การสร้างหลักสูตรเพื่อพัฒนาองค์ความรู้และกำลังคนรุ่นใหม่เพื่อรองรับการแก้ปัญหาดังกล่าวในระยะยาว จึงมีความจำเป็นเป็นอย่างยิ่ง

## 12. ผลกระทบจาก ข้อ 11.1 และ 11.2 ต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

### 12.1. การพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม เป็นหน่วยงานที่มีความร่วมมือระหว่าง 5 มหาวิทยาลัย ภายใต้การนำของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ มีพันธกิจในการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา การฝึกอบรม และผลิต

ผลงานวิจัยที่มีคุณภาพสูง รวมทั้งให้บริการทางวิชาการ เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม และเสริมสร้างความสามารถในการพึ่งพาตนเองทางเทคโนโลยี ในการพัฒนาและใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ กลุ่มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ยั่งยืน และคุ้มครองสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานทั่วโลกที่สูงขึ้น ขณะที่แหล่งทรัพยากรน้ำมัน และแหล่งฟอสซิลอื่นๆ เริ่มลดน้อยลง รวมถึงผลกระทบจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ พร้อมทั้งประเทศไทยต้องมีพันธะเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และผลกระทบของภูมิอากาศทั่วโลกที่เปลี่ยนแปลงว่าจะมีผลเช่นใด เป็นปรากฏการณ์ใหม่ซึ่งทั่วโลกยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจนอย่างถาวร คณะนักวิทยาศาสตร์ของ IPCC ซึ่งเป็นหน่วยงานสนับสนุนของ UNFCCC จึงกำหนดแนวทางการศึกษาเพื่อสร้างองค์ความรู้ไว้สามด้าน การสร้างองค์ความรู้ใหม่เพื่อเข้าใจระบบโลก (earth science) การสร้างองค์ความรู้เพื่อหาแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก (mitigation option) และการสร้างองค์ความรู้เพื่อการปรับตัวรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของมนุษย์ (adaption) ทั้งหมดที่กล่าวมาเป็นเรื่องการศึกษาขั้นพื้นฐานในระดับลึก เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ทั้งสิ้น

แนวทางหนึ่งที่เป็นไปได้ในการลดก๊าซเรือนกระจก ขณะที่ต้องสนองความต้องการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตและใช้พลังงานฟอสซิล และการปรับเปลี่ยนการใช้พลังงานแบบฟอสซิลที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน ไปเป็นใช้พลังงานแบบที่ไม่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน เช่นพลังงานหมุนเวียน และพลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น รวมถึงการปรับเปลี่ยนวิถีโครงสร้างทางเศรษฐกิจ และสังคมของมนุษย์ไปสู่รูปแบบสังคมแบบใหม่คือ low carbon society คือกระบวนการปรับเปลี่ยนส่วนแต่ต้องอาศัยการสร้างองค์ความรู้ใหม่ทั้งสิ้น ในทุกมิติทั้งด้านนโยบาย ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีระดับลึก การใช้นโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบใหม่ เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งทั้งหมดนี้ล้วนเป็นสิ่งใหม่สำหรับประเทศไทยและของโลกทั้งสิ้น

ดังนั้น การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยใช้หลักสูตรที่เน้นการสร้างนักวิจัยที่มีคุณภาพสูง จึงเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่ง การส่งเสริมการศึกษาด้านพลังงานเป็นกลไกด้านหนึ่งของการขับเคลื่อนกระบวนการพัฒนาทุกขั้นตอนที่ต้องใช้ “ความรู้” ในการพัฒนาด้านต่างๆ ด้วยความรอบคอบ และเป็นไปตามลำดับขั้นตอน สอดคล้องกับวิถีชีวิตของสังคมไทย รวมทั้งการเสริมสร้างศีลธรรมและสำนึกในคุณธรรม จริยธรรมในการปฏิบัติหน้าที่และดำเนินชีวิตด้วยความเพียร อันจะเป็นภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีให้พร้อมเผชิญการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งในระดับครอบครัว ชุมชน สังคมและประเทศชาติ

นอกจากนี้ รัฐบาลไทยและประเทศกลุ่มอาเซียน ได้กำหนดไว้ว่า ปี 2020 อาเซียนจะปรับเปลี่ยนเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community: AEC) ให้เป็นตลาดการค้าและฐานการผลิตเดียวกัน สามารถเคลื่อนย้ายสินค้า บริการ การลงทุน เงินทุน และแรงงานที่มีฝีมือให้สามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างเสรี ซึ่งจะมีผลกระทบต่อแรงงานระดับมัธยมศึกษาของไทย เพื่อต้องทำงานแข่งขันหรือทำงานร่วมกับแรงงานต่างชาตินั้น ดังนั้น หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตด้านพลังงาน ซึ่งฝึกทักษะการสื่อสารด้านภาษาต่างประเทศโดยเฉพาะภาษาอังกฤษ จึงเป็นเรื่องที่สำคัญในการเตรียมทรัพยากรมนุษย์ในด้านพลังงานให้มีทักษะดังกล่าว โดยได้กำหนดให้การเรียนการสอนทุกรายวิชาของหลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรนานาชาติ เพื่อให้บัณฑิตไทยสามารถเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ ได้อย่างรวดเร็วและทำงานได้กับคนทุกชาติทุกที่ทั่วโลก

ในการพัฒนาหลักสูตรนี้ จะให้ความสำคัญในการพัฒนาและสร้างนักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญระดับสูง ทางด้านเทคโนโลยีพลังงานแบบใหม่ เพื่อลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะด้านก๊าซเรือนกระจก เป็นลำดับแรก โดยนักศึกษาที่เข้ามาศึกษา จะมีข้อกำหนดเบื้องต้นไว้ว่า จะต้องเป็นบัณฑิตที่มีผลการเล่าเรียนปริญญาตรีในระดับดีมากก่อน และมีผลการเรียนในระดับปริญญาโทในระดับดีมาก หรือไม่ก็ต้องมีประสบการณ์หรือผลงานเชิงประจักษ์ทางด้านการวิจัยมาเป็นระยะเวลาหนึ่งมาก่อน จึงจะมีคุณสมบัติเข้าศึกษาในหลักสูตรการเรียนนี้ได้ โดยหลักสูตรจะให้ความสำคัญต่องานวิจัยพื้นฐานและ/หรืองานวิจัยประยุกต์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่จากงานวิจัย โดยผ่านการฝึกฝนด้วยการตั้งโจทย์วิจัย เพื่อพัฒนาให้นักศึกษาสามารถค้นคว้า วิเคราะห์และสังเคราะห์ให้ได้คำตอบสุดท้ายโดยการวิจัยค้นคว้าด้วยตนเอง ภายใต้การให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดจากอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อสร้างทรัพยากรนักวิชาการรุ่นใหม่ ที่มีความสามารถทางด้านการวิจัยและมีความรู้ใหม่ สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลจากงานวิจัยมาใช้ประโยชน์เพื่อรองรับการแก้ปัญหาอุบัติการณ์ใหม่ของการใช้พลังงาน และผลกระทบจากการใช้พลังงาน ที่เกิดขึ้นทั่วโลก รวมทั้งในประเทศไทย

หลักสูตรโปรแกรมการศึกษานี้จะมีระยะเวลาสามปี สำหรับนักศึกษาที่จบระดับปริญญาโท และระยะเวลา 3.5 ปีสำหรับนักศึกษาที่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี โดยเรียนภาคทฤษฎีที่จำเป็นในชั้นเรียน (course work) ในปีการศึกษาแรก ส่วนภาคการศึกษาที่เหลือ นักศึกษาจะต้องใช้เวลาทุ่มเทไปในงานวิจัยและค้นคว้าทั้งหมด จนกระทั่งได้คำตอบของงานวิจัย ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ตั้งไว้

## 12.2. ความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยสถาบันการศึกษาชั้นนำของชาติ 5 สถาบัน ซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนและการทำวิจัยเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม จึงมีความเชี่ยวชาญเป็นพิเศษที่จะจัดการโปรแกรมการศึกษา ที่สอดคล้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในหัวข้อที่มุ่งสู่ความเป็นเลิศทางด้านเทคโนโลยีและการวิจัย และการมุ่งสร้างบัณฑิตที่ดีและเก่งเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้กับประเทศ และสังคม

## 13. ความสัมพันธ์ (ถ้ามี) กับหลักสูตรอื่นที่เปิดสอนในคณะ/ภาควิชาอื่นของสถาบัน

### 13.1. กลุ่มวิชา/รายวิชาในหลักสูตรนี้ที่เปิดสอนโดยคณะ/ภาควิชา/หลักสูตรอื่น

- กลุ่มวิชาภาษาอังกฤษ (คณะศิลปศาสตร์)

เนื่องจากหลักสูตรเทคโนโลยีพลังงาน (หลักสูตรนานาชาติ) เป็นหลักสูตรที่ต้องมีการใช้ภาษาอังกฤษในการศึกษาเทคโนโลยี และผลงานทางวิชาการใหม่ๆ อีกทั้งการสื่อสารทั้งพูด ฟัง เขียน ที่ต้องมีการปรึกษากับคณาจารย์ และสถาบันที่เปิดสอนทางภาษาต่างประเทศ

### 13.2. กลุ่มวิชา/รายวิชาในหลักสูตรที่นักศึกษา/นักศึกษาจากคณะ/ภาควิชา/หลักสูตรอื่นต้องมาเรียน

นักศึกษาจากคณะ/ภาควิชา/หลักสูตรอื่น สามารถเลือกรายวิชาในหลักสูตรเป็นวิชาเลือกได้

### 13.3. การบริหารจัดการ

เนื่องจากหลักสูตรเป็นการสอนโดยใช้ภาษาอังกฤษ การบริการการเรียนการสอนร่วมกับหลักสูตรอื่น จึงไม่ได้กำหนดเฉพาะกับหลักสูตรใด แต่ในกรณีที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการศึกษาพิเศษ (Special study) และต้องการเรียนรายวิชาในหลักสูตรอื่นๆ ต้องมีการตั้งคณะกรรมการร่วมสอบประเมินผล และสอบโดยนำเสนอผลงานแบบปากเปล่า (presentation) ทั้งนี้บัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ ได้มีระเบียบว่าด้วยการบริหารจัดการรายวิชาการศึกษาพิเศษ ทั้งด้านการสอบและการดำเนินการระหว่างหลักสูตรอย่างชัดเจน ส่วนการคิดภาระงานให้แก่หลักสูตรใช้หลักเกณฑ์ตามระเบียบของมหาวิทยาลัย

การเรียนการสอนที่ต้องพึ่งพาคณะอื่น เช่น วิชาภาษาต่างประเทศ จะดำเนินการโดย บัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ จะประสานงานกับคณะศิลปศาสตร์ของมหาวิทยาลัย ในการจัดการด้านเนื้อหาสาระของวิชา การจัดการเวลาเรียนและสอนให้กับนักศึกษาที่มีเงื่อนไขในการรับเข้าศึกษาต่อโดยต้องเรียนภาษาอังกฤษ

## หมวดที่ 2. ข้อมูลเฉพาะของหลักสูตร

### 1. ปรัชญา ความสำคัญ และวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

#### 1.1. ปรัชญา

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีถูกจัดตั้งขึ้นโดยมีปรัชญาว่า เพื่อเป็นศูนย์กลางการวิจัยศึกษาและฝึกอบรมเทคโนโลยีด้านพลังงานขั้นเลิศของชาติ เพื่อสร้างทรัพยากรมนุษย์ระดับสูงทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่เป็นผลกระทบอันเนื่องมาจากการผลิตและใช้พลังงาน

การจัดทำหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตด้านเทคโนโลยีพลังงาน เพื่อผลิตบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถสูงในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานสมัยใหม่ โดยเน้นการทำวิจัยเป็นหลัก เพื่อให้สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์งานวิจัย เพื่อสร้างหรือพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ที่เป็นต้นคิดใหม่ (originality) สูง เพื่อแก้ไขปัญหาด้านวิกฤติพลังงานและปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งในระดับประเทศ และในระดับนานาชาติ มีความสามารถและมีคุณภาพในการวิจัย เทียบเท่ามาตรฐานระดับสากล ปรัชญาดังกล่าวตอบสนองปณิธานของสถาบันเพื่อผลิตทรัพยากรระดับสูง เพื่อออกมาใช้สังคมอย่างมีความรับผิดชอบ และมีจริยธรรมในวิชาชีพ และสามารถวิเคราะห์เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาด้านพลังงาน และผลกระทบจากการผลิตและใช้พลังงานทั้งในระดับประเทศและระดับสากล ทั้งเป็นการสนองตอบความต้องการแรงงานมั่นคงในระดับสูงต่อภาครัฐและเอกชน เพื่อสร้างประเทศไทยให้เป็นสังคมองค์ความรู้ (knowledge base society) ในอนาคตอันใกล้

#### 1.2. ความสำคัญ

ประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศถึงร้อยละ 60 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยตลอด เมื่อเศรษฐกิจของประเทศมีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ เนื่องจากการเติบโตทางเศรษฐกิจ อีกทั้งเทคโนโลยีที่ใช้เพื่อแปรรูปพลังงานจากขั้นปฐมจนถึงพลังงานขั้นสุดท้าย ล้วนต้องพึ่งพาและนำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลัก

พลังงานพาณิชย์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเกินกว่าร้อยละ 85 ล้วนมาจากการสันดาปแหล่งพลังงานฟอสซิล ซึ่งเป็นต้นตอของการ

ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก อีกทั้งยังมีการปลดปล่อยสารมลพิษที่มีผลต่อสุขภาพในบริเวณข้างเคียง หากมิได้มีการจัดการอย่างดีพอ การลดการพึ่งพาแหล่งพลังงานฟอสซิลเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน และการควบคุมจัดการมิให้มลภาวะที่เกิดจากการแปรรูปพลังงาน มิให้มีผลกระทบต่อในระดับรุนแรง จนมีผลเสียหายอย่างกว้างขวาง สืบเนื่องจากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ปัจจุบันโดยการนำของสหประชาชาติ ประเทศต่างๆ ได้มีข้อตกลงร่วมกันที่จะลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวในระยะยาว ทำให้ปัจจุบันได้มีการนำมาตรการระหว่างประเทศหลายประการเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวในระยะยาว ทำให้ปัจจุบันได้มีการนำมาตรการระหว่างประเทศหลายประการเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวในระยะยาว ทำให้ปัจจุบันได้มีการนำมาตรการระหว่างประเทศหลายประการเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวในระยะยาว ทำให้ปัจจุบันได้มีการนำมาตรการระหว่างประเทศหลายประการเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวในระยะยาว ทำให้ปัจจุบันได้มีการนำมาตรการระหว่างประเทศหลายประการเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวในระยะยาว

อย่างไรก็ตามบุคลากรด้านเทคนิคระดับสูงในภาคอุตสาหกรรมและหน่วยงานภาครัฐหรือที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความเข้าใจต่อปัญหาดังกล่าว และเข้าถึงวิธีการจัดการเทคโนโลยีแบบใหม่เพื่อปรับเปลี่ยนประเทศไทยไปสู่ Low Carbon Economy ตามทิศทางดังกล่าวยังมีอยู่น้อยมาก ประเทศไทยจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรีบสร้างทรัพยากรมนุษย์ดังกล่าว เพื่อตอบสนองทิศทางของการเปลี่ยนแปลงของประเทศและของโลกที่กำลังเกิดขึ้น

ยิ่งไปกว่านั้น ในปี พ.ศ. 2563 หรืออีก 10 ปีข้างหน้า ประเทศไทยกำลังรวมตัวเป็นส่วนหนึ่งของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน โดยอาเซียนจะเป็นตลาดและฐานการผลิตเดียว อนุญาติให้มีการเคลื่อนย้ายสินค้า บริการ ทุน และแรงงาน โดยเฉพาะแรงงานประเภทผู้เชี่ยวชาญวิชาชีพโดยเสรี ปัจจุบันประเทศไทยยังขาดนักวิจัยที่มีทักษะทั้งด้านวิชาชีพที่ได้มาตรฐานระดับนานาชาติ และความสามารถในการสื่อสารภาษาอังกฤษ ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ อันเนื่องมาจากกระแสโลกาภิวัตน์

ดังนั้น การสร้างหลักสูตรเพื่อผลิตนักวิจัยมืออาชีพ (Professional Researcher) ระดับคุณวุฒิบัณฑิต ที่มีความสามารถในการวิจัยและพัฒนา และ/หรือสามารถศึกษาต่อในระดับสูง เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ทางด้านเทคโนโลยีพลังงานแบบใหม่ที่ต้องคำนึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ร้อนและสิ่งแวดล้อม อันเกิดจากการผลิตและ/หรือใช้พลังงาน รวมถึงมีความสามารถสื่อสารภาษาอังกฤษและประกอบวิชาชีพทางด้านวิจัยและนักวิชาการในกระแสโลกาภิวัตน์ที่กำลังจะเปลี่ยนไปจากเดิม จึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็นอย่างยิ่ง

### 1.3. วัตถุประสงค์

1. เพื่อผลิตคุณวุฒิบัณฑิตที่มีความสามารถในการวิจัย ค้นคว้า วิเคราะห์ปัญหา และสังเคราะห์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ทางด้านเทคโนโลยีพลังงาน ผ่านกระบวนการวิจัยในระดับอาชีพ (professional researcher) มีพื้นฐานการศึกษาที่ผสมผสานกันระหว่างด้านเทคโนโลยีแบบใหม่ ที่มีความรู้ความเข้าใจทั้งทางด้านเทคโนโลยีพลังงานและผลกระทบด้านอื่นๆ อันสืบเนื่องมาจากการผลิต/ใช้พลังงานไปพร้อมกัน มีความสามารถสื่อสารด้านภาษาอังกฤษดี และสามารถทำงานอย่างมืออาชีพ รวมทั้งปลูกฝังให้มีจิตสำนึกของนักวิจัยด้านพลังงานรุ่นใหม่ที่มีความเข้าใจต่อผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการผลิตและใช้พลังงาน
2. เพื่อสร้างผลงานวิจัยที่มีคุณภาพทางวิชาการในระดับสากล และสร้างองค์ความรู้ใหม่ในการแก้ไขปัญหาด้านพลังงาน ซึ่งสัมพันธ์กับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งในภาคการผลิตและบริการด้านพลังงาน
3. เพื่อวิจัยและพัฒนาสู่ความแข็งแกร่ง และเป็นเลิศทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

### 2. แผนพัฒนาปรับปรุง

แผนการพัฒนา / เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน / ดัชนีชี้วัด
- ปรับปรุงหลักสูตรให้มีความทันสมัยและคงไว้ซึ่งมาตรฐานระดับชาติและสากล	- พัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ - ปรับปรุงหลักสูตรทุกๆ 5 ปี - ส่งเสริมให้มีความร่วมมือทางวิชาการและวิชาชีพ กับองค์กรภายนอกคณะทั้งในประเทศและต่างประเทศ - ประสานความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐและเอกชนทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในการวิจัย เพื่อสังเคราะห์	- เอกสารการปรับปรุงหลักสูตร - จำนวนรายงานและ/หรือบทความวิจัยเชิงวิชาการ ที่ดีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ (ที่รับรองโดย สกว.) - จำนวนรายงานและ/หรือบทความเชิงวิชาการที่ดีพิมพ์ในวารสารระหว่างประเทศที่มี peer review รวมถึงผลงานวิจัยที่นำเสนอในการประชุมวิชาการนานาชาติที่ต้องมีการตรวจรับคุณภาพของบทความก่อนที่จะให้มี

	องค์ความรู้ใหม่ร่วมกัน	การนำเสนอในที่ประชุมวิชาการ
- พัฒนาบุคลากรด้านการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของนักศึกษา	- อาจารย์ต้องเข้าร่วมสัมมนา ประชุมวิชาการหรือเข้าอบรมเกี่ยวกับความรู้วิชาการหรืองานวิจัยอย่างต่อเนื่อง - สนับสนุนอาจารย์ และบุคลากรด้านการเรียนการสอน ให้ทำงานบริการวิชาการแก่องค์กรภายนอก	- หลักฐานหรือเอกสารแสดงผลการดำเนินการ - ปริมาณผลงานตีพิมพ์งานวิชาการต่ออาจารย์ในหลักสูตร - ปริมาณผลงานด้านงานบริการวิชาการแก่องค์กรภายนอก - ปริมาณงานวิจัยต่ออาจารย์ในหลักสูตร

### หมวดที่ 3. ระบบการจัดการศึกษา การดำเนินการ และโครงสร้างของหลักสูตร

#### 1. ระบบการจัดการศึกษา

##### 1.1. ระบบ

ใช้ระบบการศึกษาแบบทวิภาค โดยหนึ่งปีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ภาคการศึกษาปกติ ซึ่งหนึ่งภาคการศึกษาปกติมีระยะเวลาการศึกษาไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ โดยให้เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (ภาคผนวก จ.)

##### 1.2. การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

ไม่มี

##### 1.3. การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

ไม่มี

#### 2. การดำเนินการหลักสูตร

##### 2.1. วัน – เวลาในการดำเนินการเรียนการสอน

วัน-เวลาราชการปกติ

##### 2.2. คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

###### 2.2.1 สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท

- 1) สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ หรือ เทคโนโลยี จากสถาบันอุดมศึกษาที่ ก.พ. หรือสภามหาวิทยาลัยรับรองด้วยคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.75 และคณาจารย์ประจำหลักสูตรปริญญาเอก พิจารณาแล้วเห็นสมควรเข้าศึกษาได้ หรือ
- 2) สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ หรือเทคโนโลยี จากสถาบันอุดมศึกษาที่ ก.พ. หรือสภามหาวิทยาลัยรับรองด้วยคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.50 และมีผลงานทางด้านวิจัย และ/หรือพัฒนาที่ได้รับการเผยแพร่ในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ และคณาจารย์ประจำหลักสูตรปริญญาเอกพิจารณาแล้วเห็นสมควรเข้าศึกษาได้ หรือ
- 3) เป็นนักศึกษาในหลักสูตรระดับปริญญาโท ของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม หรือหลักสูตรปริญญาโทที่สภามหาวิทยาลัย หรือ ก.พ. รับรอง และแสดงความสามารถในการวิจัยด้วยการเผยแพร่งานวิจัยในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติและคณาจารย์ประจำหลักสูตรปริญญาเอก พิจารณาแล้วเห็นสมควรเข้าศึกษาได้
- 4) มีความรู้ทางด้านภาษาอังกฤษตามเกณฑ์ที่บัณฑิตวิทยาลัยร่วมกำหนด
- 5) มีคุณสมบัติอื่นเป็นไปตามประกาศของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ว่าด้วยการสมัครเข้าศึกษาในบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

###### 2.2.2 สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี

- 1) สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ หรือ เทคโนโลยี จากสถาบันอุดมศึกษาที่ ก.พ. หรือสภามหาวิทยาลัยรับรองด้วยคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.25 เติม 4.00 หรือเทียบเท่า หรือคณาจารย์ประจำหลักสูตรปริญญาเอก พิจารณาแล้วเห็นสมควรเข้าศึกษาได้ เช่นมีผลงานวิจัย และ/หรือพัฒนาที่ได้มาตรฐาน



- 2) มีความรู้ทางด้านภาษาอังกฤษตามเกณฑ์ที่บัณฑิตวิทยาลัยร่วมกำหนด
- 3) มีคุณสมบัติอื่นเป็นไปตามประกาศของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ว่าด้วยการสมัครเข้าศึกษาในบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

### 2.3. ปัญหาของนักศึกษาแรกเข้า

- ความรู้พื้นฐานทางการใช้ภาษาอังกฤษไม่เพียงพอ

### 2.4. กลยุทธ์ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา / ข้อจำกัดของนักศึกษาในข้อ 2.3

- มีการสอบภาษาอังกฤษก่อนเข้าศึกษา (placement test) เพื่อจัดระดับความรู้ของนักศึกษาแรกเข้า กรณีที่นักศึกษามีพื้นฐานทางภาษาอังกฤษไม่ดีพอ นักศึกษาต้องลงทะเบียนเรียนภาษาอังกฤษ กับทางคณะศิลปศาสตร์ตั้งแต่ภาคการศึกษาแรก

### 2.5. แผนการรับนักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาในระยะ 5 ปี

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท

จำนวนนักศึกษา	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา					รวม 2555-2559
	2555	2556	2557	2558	2559	
ชั้นปีที่ 1	8	8	8	8	8	40
ชั้นปีที่ 2		8	8	8	8	32
ชั้นปีที่ 3			8	8	8	24
รวมจำนวนทั้งหมด	8	16	24	24	24	96
คาดว่าจะจบการศึกษา	-	-	8	16	24	48

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี

จำนวนนักศึกษา	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา					รวม 2555-2559
	2555	2556	2557	2558	2559	
ชั้นปีที่ 1	2	2	2	2	2	10
ชั้นปีที่ 2		2	2	2	2	8
ชั้นปีที่ 3			2	2	2	6
ชั้นปีที่ 4				2	2	4
รวมจำนวนทั้งหมด	2	4	6	8	8	28
คาดว่าจะจบการศึกษา	-	-	-	2	4	6

## 2.6. งบประมาณตามแผน

งบประมาณรายรับ-รายจ่ายประจำปี 2555-2559  
 สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน (หลักสูตรนานาชาติ)  
 บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

### 2.6.1. งบประมาณรายรับ (หน่วย บาท)

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท

รายละเอียดรายรับ	ปีงบประมาณ				
	2555	2556	2557	2558	2559
ค่าบำรุงการศึกษา	1,710,000	1,966,500	2,261,475	2,600,696	2,990,801
ค่าลงทะเบียน	1,496,250	1,720,688	1,978,791	2,275,609	2,616,951
เงินอุดหนุนจากรัฐบาล	11,756,250	13,519,688	15,547,641	17,879,787	20,561,755
<b>รวมรายรับ</b>	<b>14,962,500</b>	<b>17,206,875</b>	<b>19,787,907</b>	<b>22,756,092</b>	<b>26,169,507</b>

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี

รายละเอียดรายรับ	ปีงบประมาณ				
	2555	2556	2557	2558	2559
ค่าบำรุงการศึกษา	90,000	103,500	119,025	136,879	157,411
ค่าลงทะเบียน	78,750	90,563	104,147	119,769	137,734
เงินอุดหนุนจากรัฐบาล	618,750	711,563	818,297	941,041	1,082,198
<b>รวมรายรับ</b>	<b>787,500</b>	<b>905,626</b>	<b>1,041,469</b>	<b>1,197,689</b>	<b>1,377,343</b>

### 2.6.2. งบประมาณรายจ่าย (หน่วย บาท)

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท

หมวด เงิน	ปีงบประมาณ				
	2555	2556	2557	2558	2559
<b>ก. งบดำเนินการ</b>					
1. ค่าใช้จ่ายบุคลากร	6,284,250	7,226,888	8,310,921	9,557,559	10,991,193
2. ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน (ไม่รวม 3)	4,702,500	5,407,875	6,219,056	7,151,915	8,224,702
3. ทุนการศึกษา	3,048,000	3,505,200	4,030,980	4,635,627	5,330,971
4. รายจ่ายระดับมหาวิทยาลัย	-	-	-	-	-
<b>รวม (ก)</b>	<b>14,034,750</b>	<b>16,139,963</b>	<b>18,560,957</b>	<b>21,345,101</b>	<b>24,546,866</b>
<b>ข. งบลงทุน</b>					
ค่าครุภัณฑ์	2,287,125	2,630,194	3,024,723	3,478,431	4,000,196
<b>รวม (ข)</b>	<b>2,287,125</b>	<b>2,630,194</b>	<b>3,024,723</b>	<b>3,478,431</b>	<b>4,000,196</b>
<b>รวม (ก) + (ข)</b>	<b>16,321,875</b>	<b>18,770,157</b>	<b>21,585,680</b>	<b>24,823,532</b>	<b>28,547,062</b>

จำนวนนักศึกษา	97	105	113	121	129
ค่าใช้จ่ายต่อหัวนักศึกษา	168,266	178,763	191,023	205,153	221,295

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี

หมวดเงิน	ปีงบประมาณ				
	2555	2556	2557	2558	2559
<b>ก. งบดำเนินการ</b>					
1. ค่าใช้จ่ายบุคลากร	330,750	380,363	437,417	503,029	578,484
2. ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน (ไม่รวม 3)	247,500	284,625	327,319	376,417	432,879
3. ทุนการศึกษา	870,000	1,000,500	1,150,575	1,323,161	1,521,635
4. ใช้จ่ายระดับมหาวิทยาลัย	-	-	-	-	-
<b>รวม (ก)</b>	<b>1,448,250</b>	<b>1,665,488</b>	<b>1,915,311</b>	<b>2,202,607</b>	<b>2,532,998</b>
<b>ข. งบลงทุน</b>					
ค่าครุภัณฑ์	120,375	138,431	159,196	183,075	210,537
<b>รวม (ข)</b>	<b>120,375</b>	<b>138,431</b>	<b>159,196</b>	<b>183,075</b>	<b>210,537</b>
รวม (ก) + (ข)	1,568,625	1,803,919	2,074,507	2,385,682	2,743,535
จำนวนนักศึกษา	5	7	9	11	13
ค่าใช้จ่ายต่อหัวนักศึกษา	313,725	257,703	230,500	216,880	211,041

**2.7. ระบบการศึกษา**

ระบบการศึกษาเป็นแบบชั้นเรียน ตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (ภาคผนวก จ.)

**2.8. การเทียบโอนหน่วยกิต รายวิชาและการลงทะเบียนเรียนเข้ามหาวิทยาลัย**

นักศึกษาที่เคยศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาอื่นมาก่อน เมื่อเข้าศึกษาในหลักสูตรนี้ สามารถเทียบโอนหน่วยกิตได้ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (ภาคผนวก จ.)

**3. หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน**

**3.1. หลักสูตร**

**3.1.1. จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร**

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท	55 หน่วยกิต
สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี	75 หน่วยกิต

**3.1.2. โครงสร้างหลักสูตร**

แผนการศึกษาแบบ 2.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จปริญญาโท

หมวดวิชาบังคับ	7 หน่วยกิต
หมวดวิชาเลือก	6 หน่วยกิต
วิทยานิพนธ์	42 หน่วยกิต
หมวดวิชาภาษาอังกฤษ*	3 หน่วยกิต (ไม่นับหน่วยกิต)

\* เลือกเรียนเฉพาะนักศึกษาที่มีเงื่อนไขให้เรียนเพื่อพัฒนาการใช้ภาษาอังกฤษตอนรับเข้าศึกษา

แผนการศึกษา แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จปริญญาตรี

หมวดวิชาบังคับ	7 หน่วยกิต
หมวดวิชาเลือก	18 หน่วยกิต
วิทยานิพนธ์	50 หน่วยกิต
หมวดวิชาภาษาอังกฤษ*	3 หน่วยกิต (ไม่นับหน่วยกิต)

\* เลือกเรียนเฉพาะนักศึกษาที่มีเงื่อนไขให้เรียนเพื่อพัฒนาการใช้ภาษาอังกฤษตอนรับเข้าศึกษา

**3.1.3. รายวิชา**

**ความหมายของรหัสวิชา**

รหัสวิชาประกอบด้วย อักษรนำ 3 ตัว ตามด้วยตัวเลข 3 หลัก โดยแต่ละอย่างมีความหมายดังนี้

ก. **ตัวอักษร** มีความหมายดังนี้

JEE แทนวิชาของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ

ข. **ตัวเลข** มีความหมายดังนี้

เลขหลักร้อย หมายถึง วิชาที่สอนในแต่ละระดับ

เลข 6 แทน วิชาระดับปริญญาโท

เลข 7 แทน วิชาระดับปริญญาเอก

เลขหลักสิบ หมายถึง กลุ่มวิชา

เลข 0 แทนวิชาที่มีลักษณะเป็นการสัมมนาศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง, วิทยานิพนธ์ และวิชาอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจัดเข้ากลุ่มอื่นได้  
ในสายวิชาพลังงาน

เลข 1 แทน วิชาที่มีลักษณะ เป็นการสัมมนา ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วิทยานิพนธ์ และวิชาอื่น ๆ ที่ไม่สามารถจัดเข้ากลุ่มอื่นได้  
ในสายวิชาสิ่งแวดล้อม

เลข 2 -5 แทน วิชาบรรยาย สายพลังงาน ตามรายละเอียด ดังนี้

2 หมายถึง วิชาทาง Management & economics, Policy & planning, General technology

3 หมายถึง วิชาทาง Energy management & conservation, Electrical energy

4 หมายถึง วิชาทาง Thermal Power and Processes

5 หมายถึง วิชาทาง Renewable energy and Non – Conventional Energy

เลข 6 – 9 แทน วิชาบรรยายสายสิ่งแวดล้อม ตามรายละเอียด ดังนี้

6 หมายถึง วิชาทาง Pollution & Modeling

7 หมายถึง วิชาทาง Wastewater & Solid Wastes

8 หมายถึง วิชาทาง Impact & Information

9 หมายถึง วิชาทาง Management & Policy

เลขหลักหน่วย แสดงลำดับที่ของวิชา

**- รายวิชา**

ก. **หมวดวิชาบังคับ** 7 หน่วยกิต

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาทั้งในระดับปริญญาโท และระดับปริญญาตรี

\* เลือก 1 รายวิชาจาก 2 รายวิชาที่เปิดสอน

JEE 701	สัมมนาสำหรับปรัชญาคณะบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) (Seminar for Ph.D (Energy Technology))	1(0-3-3)
JEE 606*	เทคนิคเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Techniques)	3(3-0-9)

JEE 607*	เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Techniques)	3(3-0-9)
JEE 613	กระบวนการทำวิจัย (Research Methodology)	3(3-0-9)

**ข. หมวดวิชาเลือก**

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท

6 หน่วยกิต

- กลุ่มวิชาเลือกทั่วไป

6 หน่วยกิต

เลือกอย่างน้อย 2 รายวิชาที่เปิดสอน จำนวน 6 หน่วยกิต

JEE 603	วิชาการศึกษาพิเศษ 1 (Special Study I)	3(3-0-9)
JEE 604	วิชาการศึกษาพิเศษ 2 (Special Study II)	3(0-0-9)
JEE 605	วิชาการศึกษาพิเศษ 3 (Special Study III)	3(0-9-9)
JEE 608	การวิเคราะห์พลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics)	3(3-0-9)
JEE 621	เศรษฐศาสตร์พลังงาน (Energy Economics)	3(3-0-9)
JEE 622	นโยบายด้านสิ่งแวดล้อม และพลังงาน (Environmental and Energy Policy)	3(3-0-9)
JEE 623	นโยบาย และเศรษฐศาสตร์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (Energy and Environmental Economics and Policy)	3(3-0-9)
JEE 637	การใช้ประโยชน์แสงธรรมชาติ (Daylighting Applications)	3(3-0-9)
JEE 641	เทคโนโลยีเครื่องกำเนิดไอน้ำ และเตาเผา (Steam Boiler and Furnace Technology)	3(3-0-9)
JEE 642	เชื้อเพลิงและการเผาไหม้ (Fuels and Combustion)	3(3-0-9)
JEE 644	วิศวกรรมโรงไฟฟ้า (Power Plant Engineering )	3(3-0-9)
JEE 651	ชีวมวลเพื่อการผลิตความร้อนและไฟฟ้า (Biomass for Heat and Power)	3(3-0-9)
JEE 652	เทคโนโลยีจากก๊าซธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ (Natural Gas Utilization Technologies)	3(3-0-9)
JEE 653	พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy)	3(3-0-9)
JEE 661	วิทยาศาสตร์ของชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Boundary Layer Science)	3(3-0-9)
JEE 662	พลศาสตร์ของบรรยากาศ (Atmospheric Dynamics)	3(3-0-9)
JEE 664	การจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านมลพิษอากาศ (Air Pollution Modeling)	3(3-0-9)
JEE 666	วิทยาศาสตร์บรรยากาศ (Atmospheric Science)	3(3-0-9)
JEE 667	เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อม (Environmental Pollution Control Technology)	3(3-0-9)
JEE 671	การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment)	3(3-0-9)
JEE 673	เทคโนโลยีการกำจัดของเสีย (Waste Treatment Technology)	3(3-0-9)
JEE 683	พลังงานและสิ่งแวดล้อม (Energy and Environment)	3(3-0-9)
JEE 684	เทคโนโลยีและการสำรวจข้อมูลระยะไกลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS and Remote Sensing)	3(3-0-9)
XXX	วิชาเลือก (ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา) (Elective (As recommended by advisor))	3(3-0-9)

นักศึกษาจะต้องเลือกอย่างน้อย 6 หน่วยกิต จากวิชาใดๆ ก็ได้ที่เปิดสอนตามความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษา

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี

18 หน่วยกิต

- กลุ่มวิชาเลือกทั่วไป

18 หน่วยกิต

เลือกอย่างน้อย 6 รายวิชาที่เปิดสอน จำนวน 18 หน่วยกิต

JEE 603	วิชาการศึกษาพิเศษ 1 (Special Study I)	3(3-0-9)
JEE 604	วิชาการศึกษาพิเศษ 2 (Special Study II)	3(0-0-9)
JEE 605	วิชาการศึกษาพิเศษ 3 (Special Study III)	3(0-9-9)
JEE 608	การวิเคราะห์พลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics)	3(3-0-9)
JEE 621	เศรษฐศาสตร์พลังงาน (Energy Economics)	3(3-0-9)
JEE 622	นโยบายด้านสิ่งแวดล้อม และพลังงาน (Environmental and Energy Policy)	3(3-0-9)
JEE 623	นโยบาย และเศรษฐศาสตร์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (Energy and Environmental Economics and Policy)	3(3-0-9)
JEE 637	การใช้ประโยชน์แสงธรรมชาติ (Daylighting Applications)	3(3-0-9)
JEE 641	เทคโนโลยีเครื่องกำเนิดไอน้ำ และเตาเผา (Steam Boiler and Furnace Technology)	3(3-0-9)
JEE 642	เชื้อเพลิงและการเผาไหม้ (Fuels and Combustion)	3(3-0-9)
JEE 644	วิศวกรรมโรงไฟฟ้า (Power Plant Engineering )	3(3-0-9)
JEE 651	ชีวมวลเพื่อการผลิตความร้อนและไฟฟ้า (Biomass for Heat and Power)	3(3-0-9)
JEE 652	เทคโนโลยีจากก๊าซธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ (Natural Gas Utilization Technologies)	3(3-0-9)
JEE 653	พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy)	3(3-0-9)
JEE 661	วิทยาศาสตร์ของชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Boundary Layer Science)	3(3-0-9)
JEE 662	พลศาสตร์ของบรรยากาศ (Atmospheric Dynamics)	3(3-0-9)
JEE 664	การจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านมลพิษอากาศ (Air Pollution Modeling)	3(3-0-9)
JEE 666	วิทยาศาสตร์บรรยากาศ (Atmospheric Science)	3(3-0-9)
JEE 667	เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อม (Environmental Pollution Control Technology)	3(3-0-9)
JEE 671	การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment)	3(3-0-9)
JEE 673	เทคโนโลยีการกำจัดของเสีย (Waste Treatment Technology)	3(3-0-9)
JEE 683	พลังงานและสิ่งแวดล้อม (Energy and Environment)	3(3-0-9)
JEE 684	เทคโนโลยีและการสำรวจข้อมูลระยะไกลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS and Remote Sensing)	3(3-0-9)
XXX	วิชาเลือก (ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา) (Elective (As recommended by advisor))	3(3-0-9)

นักศึกษาจะต้องเลือกอย่างน้อย 18 หน่วยกิต จากวิชาใดๆ ก็ได้ที่เปิดสอนตามความเห็นชอบของอาจารย์ที่ปรึกษา

**ค. วิทยานิพนธ์**

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท 42 หน่วยกิต

JEE 702	วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	42 หน่วยกิต
---------	--	-------------

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี 50 หน่วยกิต

JEE 702	วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	50 หน่วยกิต
---------	--	-------------

ง. หมวดภาษาอังกฤษ

3 หน่วยกิต (ไม่นับหน่วยกิต)

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาทั้งในระดับปริญญาโท และระดับปริญญาตรี

LNG 601*	ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับหลักสูตรนานาชาติ (Foundation English for International Programs)	S/U
----------	--	-----

\* เลือกเรียนเฉพาะนักศึกษาที่มีเจตนาให้เรียนเพื่อพัฒนาการใช้ภาษาอังกฤษก่อนรับเข้าศึกษา (ได้ 50-74 คะแนน)

3.1.4. แผนการศึกษา

3.1.4.1 แผนการศึกษา แบบ 2.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท

\* เลือก 1 รายวิชาจาก 2 รายวิชาที่เปิดสอน

ปีการศึกษาที่ 1 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	(ทฤษฎี)	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
JEE 701	สัมมนาสำหรับปรัชญาคณะศึกษาศาสตร์ (เทคโนโลยีพลังงาน) (Seminar for Ph.D (Energy Technology))	1	(0	3	3)
JEE 606*	เทคนิคเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Techniques)	3	(3	0	9)
JEE 607*	เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Techniques)	3	(3	0	9)
JEE 613	กระบวนการทำวิจัย (เทคโนโลยีพลังงาน) (Research Methodology (Energy Technology))	3	(3	0	9)
XXX	วิชาเลือก (ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา) (Elective (As recommended by advisor))	3	(3	0	9)
XXX	วิชาเลือก (ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา) (Elective (As recommended by advisor))	3	(3	0	9)
<b>รวม</b>		<b>13</b>	<b>(12</b>	<b>3</b>	<b>39)</b>
			ชั่วโมง / สัปดาห์= 54		

ปีการศึกษาที่ 1 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	(ทฤษฎี)	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
JEE 702	วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาคณะศึกษาศาสตร์ (เทคโนโลยีพลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	9	(0	0	27)
<b>รวม</b>		<b>9</b>	<b>(0</b>	<b>0</b>	<b>27)</b>

ชั่วโมง / สัปดาห์= 27

ปีการศึกษาที่ 2 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	(ทฤษฎี)	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
JEE 702	วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาคณะศึกษาศาสตร์ (เทคโนโลยีพลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	9	(0	0	27)
<b>รวม</b>		<b>9</b>	<b>(0</b>	<b>0</b>	<b>27)</b>

ชั่วโมง / สัปดาห์= 27

ปีการศึกษาที่ 2 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	(ทฤษฎี)	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
JEE 702	วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	9	(0	0	27)
<b>รวม</b>		<b>9</b>	<b>(0</b>	<b>0</b>	<b>27)</b>

ชั่วโมง / สัปดาห์= 27

ปีการศึกษาที่ 3 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	(ทฤษฎี)	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
JEE 702	วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	9	(0	0	27)
<b>รวม</b>		<b>9</b>	<b>(0</b>	<b>0</b>	<b>27)</b>

ชั่วโมง / สัปดาห์= 27

ปีการศึกษาที่ 3 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	(ทฤษฎี)	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
JEE 702	วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	6	(0	0	18)
<b>รวม</b>		<b>6</b>	<b>(0</b>	<b>0</b>	<b>18)</b>

ชั่วโมง / สัปดาห์= 18

### 3.1.4.2 แผนการศึกษา แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี

\* เลือก 1 รายวิชาจาก 2 รายวิชาที่เปิดสอน

ปีการศึกษาที่ 1 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	(ทฤษฎี)	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
JEE 701	สัมมนาสำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) (Seminar for Ph.D (Energy Technology))	1	(0	3	3)
JEE 606*	เทคนิคเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Techniques)	3	(3	0	9)
JEE 607*	เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Techniques)	3	(3	0	9)
JEE 613	กระบวนการทำวิจัย (เทคโนโลยีพลังงาน) (Research Methodology (Energy Technology))	3	(3	0	9)
XXX	วิชาเลือก (ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา) (Elective (As recommended by advisor))	3	(3	0	9)
XXX	วิชาเลือก (ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา) (Elective (As recommended by advisor))	3	(3	0	9)
<b>รวม</b>		<b>13</b>	<b>(12</b>	<b>3</b>	<b>39)</b>

ชั่วโมง / สัปดาห์= 54



ปีการศึกษาที่ 1 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	(ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
XXX	วิชาเลือก (ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา) (Elective (As recommended by advisor))	3	(3	0	9)
XXX	วิชาเลือก (ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา) (Elective (As recommended by advisor))	3	(3	0	9)
XXX	วิชาเลือก (ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา) (Elective (As recommended by advisor))	3	(3	0	9)
XXX	วิชาเลือก (ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา) (Elective (As recommended by advisor))	3	(3	0	9)
<b>รวม</b>		<b>12</b>	<b>(12</b>	<b>0</b>	<b>36)</b>
ชั่วโมง / สัปดาห์= 48					
ปีการศึกษาที่ 2 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	(ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
JEE 702	วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	10	(0	0	30)
<b>รวม</b>		<b>10</b>	<b>(0</b>	<b>0</b>	<b>30)</b>
ชั่วโมง / สัปดาห์= 30					
ปีการศึกษาที่ 2 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	(ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
JEE 702	วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	10	(0	0	30)
<b>รวม</b>		<b>10</b>	<b>(0</b>	<b>0</b>	<b>30)</b>
ชั่วโมง / สัปดาห์= 30					
ปีการศึกษาที่ 3 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	(ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
JEE 702	วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	10	(0	0	30)
<b>รวม</b>		<b>10</b>	<b>(0</b>	<b>0</b>	<b>30)</b>
ชั่วโมง / สัปดาห์= 30					
ปีการศึกษาที่ 3 / ภาคการศึกษาที่ 2		หน่วยกิต	(ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
JEE 702	วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	10	(0	0	30)
<b>รวม</b>		<b>10</b>	<b>(0</b>	<b>0</b>	<b>30)</b>
ชั่วโมง / สัปดาห์= 30					

ปีการศึกษาที่ 4 / ภาคการศึกษาที่ 1		หน่วยกิต	(ทฤษฎี)	ปฏิบัติ	ศึกษาด้วยตนเอง)
JEE 702	วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	10	(0	0	30)
<b>รวม</b>		<b>10</b>	<b>(0</b>	<b>0</b>	<b>30)</b>
ชั่วโมง / สัปดาห์= 30					

### 3.1.5. คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชา แสดงในภาคผนวก ก

### 3.2. ชื่อ สกุล เลขประจำตัวประชาชน ตำแหน่งและคุณวุฒิของอาจารย์

#### 3.2.1. อาจารย์ประจำหลักสูตร

ที่	ชื่อ – สกุล	คุณวุฒิการศึกษาสูงสุด (สาขาวิชา) สถาบันที่สำเร็จการศึกษา	ภาระงานสอน (ชม./สัปดาห์) (ปีการศึกษา)				
			2555	2556	2557	2558	2559
1	รศ. ดร. บัณฑิต พึ่งธรรมสาร	Ph.D.(Mechanical Engineering) 2525 University of New South Wales, Australia	15.93	15.93	15.93	15.93	15.93
2	Prof. Dr. R. H. B. Exell	D.Phil (Physics) 2504 Clarendon Laboratory. Oxford	24.8	24.8	24.8	24.8	24.8
3	ศ. ดร. สุรพงษ์ จิระรัตนานนท์	Ph.D.(Electrical Engineering) 2516 the University of Newcastle, Australia	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4
4	ดร. อธิคม บางวิวัฒน์	Ph.D.(Mechanical Engineering) 2530 University of Houston, Houston, Texas	17.2	17.2	17.2	17.2	17.2
5	รศ. ดร. นวพล เหล่าศิริพจน์	Ph.D.(Chemical Engineering) 2546 Imperial College London, UK	18	18	18	18	18

#### 3.2.2. อาจารย์ประจำ

ที่	ชื่อ – สกุล	คุณวุฒิการศึกษาสูงสุด (สาขาวิชา) สถาบันที่สำเร็จการศึกษา	ภาระงานสอน (ชม./สัปดาห์) (ปีการศึกษา)				
			2555	2556	2557	2558	2559
1	รศ. ดร. จ้านง สรพิพัฒน์	Ph.D.(Mechanical Engineering) 2531 Asian Institute of Technology (AIT)	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
2	ผศ. ดร. สุณีรัตน์ พิพัฒน์มโนมัย	Ph.D.(Chemical Engineering) 2545 Imperial College, London, UK	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
3	ผศ. ดร. นคร วรสุวรรณรักษ์	D.Eng. (Chemical Engineering) 2546 Kyoto University	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
4	ดร. บุญรอด สัจกุลนุกิจ	Ph.D.(Chemical Engineering) 2542 University of New Brunswick, Canada	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8
5	ดร. พิพัฒน์ ชัยวิวัฒน์วรกุล	Ph.D.(Energy Technology) 2549 Asian Institute of Technology (AIT)	17	17	17	17	17

### 3.2.3. อาจารย์พิเศษ

- 1) ดร. นงเยาว์ เปรมกมลเนตร ศูนย์นวัตกรรมและนโยบาย สำนักอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- 2) ดร. จารุวรรณ ชนม์รัตนวัฒน์ คณะศิลปศาสตร์ สาขาวิชาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- 3) ดร. พัฒนะ รักความสุข สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ คณะพลังงาน, สิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

## 4. องค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์ภาคสนาม (การฝึกงาน และสหกิจศึกษา)

### 4.1. มาตรฐานผลการเรียนรู้ของประสบการณ์ภาคสนาม

- ไม่มี

### 4.2. ช่วงเวลา

- ไม่มี

### 4.3. การจัดเวลาและตารางสอน

- ไม่มี

## 5. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำโครงการหรืองานวิจัย (ถ้ามี)

ข้อกำหนดในการทำงานวิจัย ต้องเป็นหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีด้านพลังงาน เพื่อแก้ปัญหาของประเทศ องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพลังงาน ทั้งในมิติของพลังงานและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการเปลี่ยนแปลง/แปรรูปพลังงานจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งพลังงานทดแทนและการประหยัดพลังงาน โดยมีผลการทดลองและรายงานที่ต้องนำเสนอตามรูปแบบและระยะเวลาที่หลักสูตรกำหนดอย่างเคร่งครัด

### 5.1. คำอธิบายโดยย่อ

งานวิจัยที่นักศึกษาสนใจ ต้องเป็นงานวิจัยใหม่ ที่สามารถวิเคราะห์และอธิบายผลการทดลอง รวมทั้งสืบค้นงานวิจัยที่ผู้อื่นได้ทำมาแล้ว มีการนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนำมาประยุกต์ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ ประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำงานวิจัย มีขอบเขตงานวิจัยที่สามารถทำเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยเป็นการทำวิจัยรายเดี่ยว และมีรายงานที่ต้องนำเสนอตามรูปแบบ และระยะเวลาที่หลักสูตรกำหนดอย่างเคร่งครัด รวมทั้งต้องผ่านการสอบแบบปากเปล่าจากคณะกรรมการด้วย

### 5.2 มาตรฐานผลการเรียนรู้

นักศึกษามีกระบวนการความคิดทางวิทยาศาสตร์ มีความเชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ โปรแกรมในการทำงานด้านการวิจัย สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลจากการวิจัยได้ และพัฒนาต่อของงานวิจัยได้

### 5.3 ช่วงเวลา

ภาคการศึกษาที่ 2 สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท

ภาคการศึกษาที่ 3 สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี

### 5.4. จำนวนหน่วยกิต

42 หน่วยกิต สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท

50 หน่วยกิต สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี

### 5.5. การเตรียมการ

มีการจัดปฐมนิเทศนักศึกษาก่อนเริ่มทำวิจัย เพื่อให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการติดต่อใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ การหาข้อมูล การให้คำปรึกษาด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งมีตัวอย่างงานวิจัย เล่มวิทยานิพนธ์ ที่ห้องสมุดของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมมาให้ศึกษา

### 5.6. กระบวนการประเมินผล

ประเมินผลจากความก้าวหน้าในการทำงานวิจัย โดยอาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการที่ได้รับการแต่งตั้งเป็นผู้ประเมิน และประเมินผลจากรายงานที่ได้กำหนดรูปแบบการนำเสนอตามระยะเวลา นักศึกษาต้องจัดส่งรายงานก่อนการสอบอย่างน้อย 2 สัปดาห์ และมีการนำเสนอความก้าวหน้าในการทำงานวิจัย ทั้งขั้นตอน ผลที่ได้ และการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบ โดยมีการจัดสอบภาคการศึกษาละ 2 ครั้ง มีคณะกรรมการสอบไม่ต่ำกว่า 3 คน

หมวดที่ 4. ผลการเรียนรู้ และ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผล

1. การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนักศึกษา

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์หรือกิจกรรมของนักศึกษา
<p>(1) มีความรู้พื้นฐานในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติด้านการวิจัยอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม ในการแสวงหาองค์ความรู้ใหม่หรือการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาทางด้านพลังงาน และผลกระทบอันสืบเนื่องจากการผลิตและใช้พลังงาน ให้สามารถวิเคราะห์ และสังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่ในระดับสูง หรือสามารถพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แนวคิดหรือสิ่งใหม่ๆ ได้ ตลอดจนสามารถศึกษาค้นคว้าต่อยอดความรู้ให้ทันสมัยด้วยตนเอง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กำหนดคุณสมบัติของผู้ที่เข้าศึกษาในหลักสูตรนี้ต้องเป็นผู้ที่มีผลการศึกษาในระดับปริญญาโทในระดับดีมาก หรือเป็นผู้ที่เคยมีประสบการณ์ในงานวิจัยมาก่อนและต้องมีผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการด้วย</li> <li>- มีวิชาแกนของหลักสูตรเพื่อปูพื้นฐานของความเข้าใจของระเบียบวิจัยและสร้างความเชื่อมโยงระหว่างภาคทฤษฎีและปฏิบัติ โดยนักศึกษาจะต้องทบทวนและประมวลองค์ความรู้ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้องานวิจัยที่นักศึกษาสสนใจ พร้อมทั้งนำเสนอทั้งในรูปแบบบทความวิชาการมาตรฐาน และนำเสนอปากเปล่า (presentation) ต่อที่ประชุมต่อคณาจารย์ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้นักศึกษามีพื้นฐานความรู้และความชำนาญ ก่อนที่นักศึกษจะทำวิจัยจริงต่อไป</li> <li>- มีการทำโครงการวิจัยในระดับเข้มข้น เพื่อตอบโจทย์ปัญหาด้านพลังงานของประเทศและ/หรือระดับนานาชาติ ในการแสวงหาองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยี เพื่อลดผลกระทบจากการผลิตและใช้พลังงาน โดยการทำวิทยานิพนธ์เชิงวิจัย เพื่อพัฒนาศักยภาพด้านวิจัยของนักศึกษา</li> <li>- จัดกิจกรรมให้นักศึกษามีโอกาสเข้าร่วมฟังการสัมมนา/นำเสนอผลงานวิจัยในที่ประชุมระดับนานาชาติ</li> <li>- เปิดโอกาสให้นักศึกษาเข้าร่วมในโครงการวิจัยต่างๆที่ดำเนินการโดยสถาบัน เท่าที่มีโอกาสในฐานะเป็นผู้ช่วยนักวิจัยของโครงการต่างๆ ตามแต่โอกาสที่อำนวยและเป็นไปได้</li> </ul>
<p>(2) มีความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษในการติดตามความก้าวหน้าทางด้านวิทยาการและสามารถนำเสนอผลงานวิจัย รวมถึงสามารถสื่อสารเป็นภาษาอังกฤษได้เป็นอย่างดี</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กำหนดให้นักศึกษาทุกคนต้องได้รับการฝึกฝนการเขียนบทความวิชาการและวิทยานิพนธ์เป็นภาษาอังกฤษภายใต้การแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและบทความที่เสนอต้องผ่านการประเมินผลโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (peer reviewer) และตีพิมพ์ในวารสารที่อยู่ในฐานบัญชีที่รับรองโดย Science Citation Index เท่านั้น</li> <li>- เปิดโอกาสให้นักศึกษาเข้าร่วมสัมมนาหรือนำเสนองานในงานสัมมนาในที่ประชุมวิชาการนานาชาติ ซึ่งจัดโดยสถาบันร่วมกับมหาวิทยาลัยชั้นนำต่างประเทศ อย่างน้อยสองปีต่อครั้ง</li> <li>- การเรียนการสอนดำเนินการเป็นภาษาอังกฤษล้วน</li> <li>- นักศึกษาต้องผ่านการสอบประเมินความรู้ด้านภาษาอังกฤษก่อนที่จะจบหลักสูตร</li> </ul>
<p>(3) มีความสามารถในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี</p>	<p>มีการมอบหมายงานให้นักศึกษาได้สืบค้นข้อมูล ศึกษางานวิจัยภายนอกรวบรวมความรู้ที่นอกเหนือจากที่ได้นำเสนอในชั้นเรียน และเผยแพร่ความรู้ที่ได้ระหว่างนักศึกษาด้วยกัน โดยการฝึกฝนผ่านวิซาระเบียบวิจัย ซึ่งมีการประเมินผลอย่างเข้มข้นในชั้นเรียน โดยคณาจารย์ของสถาบัน นอกจากนี้ ยังมีการประเมินความก้าวหน้าของงานวิจัยระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ในทุกภาคการศึกษา เป็นการเพิ่มศักยภาพในการสื่อสาร</p>

	แลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี
(4) มีความสามารถในการวางแผนการวิจัย ด้านเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์หรือด้านการจัดการอย่างเป็นระบบ ทำการวิจัย วิเคราะห์และสังเคราะห์ผลงานอย่างมีประสิทธิภาพ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีกระบวนการให้นักศึกษาต้องผ่านการศึกษาและอบรมทางทฤษฎีและปฏิบัติในด้านกระบวนการวิจัย</li> <li>- พัฒนาศักยภาพด้านการทำวิจัยของนักศึกษาให้ค่อยๆสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ โดยเริ่มจากการเตรียมความพร้อมในการเตรียมหัวข้อวิจัย และกระบวนการทำวิจัยอย่างเป็นระบบ อย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่การตั้ง โจทย์วิจัย (problem formulation) การทบทวนองค์ความรู้ การวิเคราะห์และสังเคราะห์ และสรุปผล ภายใต้การควบคุมของอาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ และการควบคุมจากสาขาวิชาอย่างใกล้ชิดเป็นระยะๆ จนกว่านักศึกษาจะผ่านเกณฑ์การประเมินและจบหลักสูตรตามเงื่อนไขของสถาบัน</li> </ul>

## 2. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน

### 2.1. คุณธรรม จริยธรรม

#### 2.1.1. ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

นักศึกษาต้องมีคุณธรรม จริยธรรมเพื่อให้สามารถดำเนินชีวิตร่วมกับผู้อื่นในสังคมอย่างราบรื่น และเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม ผลกระทบจากการใช้พลังงานมีทั้งด้านบวกและด้านลบ เนื้อหาในแต่ละวิชาจะสอดแทรกทั้งข้อดีข้อเสีย การมองประเด็นอย่างครบวงจร รวมทั้งเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้ทั้ง 7 ข้อ เพื่อให้ นักศึกษาสามารถพัฒนาคุณธรรม จริยธรรมไปพร้อมกับวิทยาการต่าง ๆ ที่ศึกษา รวมทั้งอาจารย์ต้องมีคุณสมบัติด้านคุณธรรม จริยธรรมอย่างน้อย 7 ข้อตามที่ระบุไว้

- (1) สามารถจัดการเกี่ยวกับปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมที่ซับซ้อนในบริบททางวิชาการ โดยใช้ดุลยพินิจอย่างผู้รู้ ด้วยความยุติธรรม ด้วยหลักฐาน ด้วยหลักการที่มีเหตุผลและค่านิยมอันดีงาม
- (2) มีวินัย ตรงต่อเวลา และความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
- (3) แสดงออกซึ่งภาวะผู้นำในการส่งเสริมให้มีการประพฤติปฏิบัติตามหลักคุณธรรม จริยธรรมในที่ทำงานและในชุมชนที่กว้างขวางขึ้น
- (4) แสดงออกหรือสื่อสารข้อสรุปของปัญหาโดยคำนึงถึงความรู้สึกรู้ใจของผู้อื่นที่ได้รับผลกระทบ
- (5) เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ขององค์กรและสังคม
- (6) สามารถวิเคราะห์ผลกระทบจากวิกฤตพลังงานที่มีต่อสิ่งแวดล้อมเศรษฐกิจและสังคม
- (7) ริเริ่มชี้ให้เห็นข้อบกพร่องของจรรยาบรรณที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเพื่อทบทวนและแก้ไข สนับสนุนอย่างจริงจังให้ผู้อื่นใช้ดุลยพินิจทางด้านคุณธรรม จริยธรรมในการจัดการกับความขัดแย้งและปัญหาที่มีผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

#### 2.1.2. กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

กำหนดให้มีวัฒนธรรมองค์กร เพื่อเป็นการปลูกฝังให้นักศึกษามีระเบียบวินัย โดยเน้นการเข้าชั้นเรียนให้ตรงเวลาตลอดจนการแต่งกายสุภาพ นักศึกษาต้องมีความรับผิดชอบโดยในการทำงานกลุ่มนั้นต้องฝึกให้รู้หน้าที่ของการเป็นผู้นำกลุ่มและการเป็นสมาชิกกลุ่ม มีความซื่อสัตย์โดยต้องไม่กระทำการทุจริตในการสอบหรือลอกการบ้านของผู้อื่น เป็นต้น นอกจากนี้อาจารย์ผู้สอนทุกคนต้องสอดแทรกเรื่องคุณธรรม จริยธรรมในการสอนทุกรายวิชา รู้จักเคารพทรัพย์สินทางปัญญาของผู้อื่น นอกจากนี้อาจารย์ผู้สอนทุกคนต้องสอดแทรกเรื่องคุณธรรม จริยธรรมในการสอนทุกรายวิชา รวมทั้งมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม เช่น การยกย่องนักศึกษาที่ทำความดี ทำประโยชน์แก่ส่วนรวม เสียสละ

#### 2.1.3. กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

- ประเมินจากการตรงเวลาของนักศึกษาในการเข้าชั้นเรียน การส่งงานตามกำหนดระยะเวลาที่มอบหมาย และการร่วมกิจกรรม
- ประเมินจากการมีวินัยและพร้อมเพรียงของนักศึกษาในการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร
- ปริมาณการกระทำทุจริตในการสอบ
- ประเมินจากความรับผิดชอบในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

## 2.2. ความรู้

### 2.2.1. ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

นักศึกษาต้องมีความรู้เกี่ยวกับสาขาวิชาที่ศึกษาในด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มีคุณธรรม จริยธรรม และความรู้เกี่ยวกับสาขาวิชาที่ศึกษานั้นต้องเป็นสิ่งที่นักศึกษาต้องรู้เพื่อใช้ประกอบอาชีพและช่วยพัฒนาสังคม ดังนั้นมาตรฐานความรู้ต้องครอบคลุมดังต่อไปนี้

- (1) มีความเข้าใจทฤษฎี และการวิจัยอย่างลึกซึ้งในกลุ่มวิชาเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อมในระดับแนวทาง
  - (2) ตระหนักในระเบียบข้อบังคับที่ใช้อยู่ในสภาพแวดล้อมของระดับชาติและนานาชาติที่อาจมีผลกระทบต่อสาขาวิชา รวมทั้งเหตุผลและการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดในอนาคต
  - (3) สามารถ ตั้งสมมุติฐานประเด็นวิจัย วางแผน ออกแบบ และดำเนินงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อตอบปัญหาตามสมมุติฐานด้วยหลักการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
  - (4) มีความรู้ที่เป็นปัจจุบันในสาขาวิชาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมรวมถึงประเด็นปัญหาสำคัญที่จะเกิดขึ้น
  - (5) สามารถพัฒนาวัตกรรมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ มีความเข้าใจอย่างถ่องแท้และลึกซึ้งในองค์ความรู้ที่เป็นแก่นในเนื้อหาสาขาวิชาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งข้อมูลเฉพาะทางทฤษฎี หลักการและแนวคิดที่เป็นรากฐาน
  - (6) รู้เทคนิคการวิจัยและพัฒนาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับในสาขาวิชา เทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม ได้อย่างชาญฉลาดรวมทั้งมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและกว้างขวางเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่เปลี่ยนแปลงทั้งในระดับชาติและนานาชาติ
  - (7) มีประสบการณ์ในการทำวิจัย ตลอดจนวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลงานวิจัยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง
  - (8) เรียนรู้การพัฒนาสาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสาขาวิชาเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
- การทดสอบมาตรฐานนี้สามารถทำได้โดยการทดสอบจากข้อสอบของแต่ละวิชาในชั้นเรียน ตลอดระยะเวลาที่นักศึกษาอยู่ในหลักสูตร

### 2.2.2. กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้

ใช้การสอนในหลากหลายรูปแบบ โดยเน้นหลักการทางทฤษฎี และประยุกต์ใช้ทางปฏิบัติในสภาพแวดล้อมจริง โดยทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ทั้งนี้ให้เป็นไปตามลักษณะของรายวิชาตลอดจนเนื้อหาสาระของรายวิชานั้น ๆ นอกจากนี้ควรจัดให้มีการเรียนรู้จากสถานการณ์จริงโดยการศึกษาดูงานหรือเชิญผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ตรงมาเป็นวิทยากรพิเศษเฉพาะเรื่องตลอดจนฝึกปฏิบัติงานในสถานประกอบการ

### 2.2.3. กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้

ประเมินจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการปฏิบัติของนักศึกษา ในด้านต่าง ๆ คือ

- (1) การทดสอบย่อย
- (2) การสอบกลางภาคเรียนและปลายภาคเรียน
- (3) ประเมินจากรายงานที่นักศึกษาจัดทำ
- (4) ประเมินจากโครงการที่นำเสนอ
- (5) ประเมินจากการนำเสนอรายงานในชั้นเรียน

## 2.3. ทักษะทางปัญญา

### 2.3.1. ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

นักศึกษาต้องสามารถพัฒนาตนเองและประกอบอาชีพได้โดยพึ่งตนเองได้เมื่อจบการศึกษาแล้ว ดังนั้นนักศึกษาจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะทางปัญญาไปพร้อมกับคุณธรรม จริยธรรม และความรู้เกี่ยวกับสาขาวิชาที่ศึกษาในขณะที่ยังเรียนอยู่ อาจารย์ต้องเน้นให้นักศึกษาคิดหาเหตุผล เข้าใจที่มาและสาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งแนวคิดด้วยตนเอง ไม่สอนในลักษณะท่องจำ นักศึกษาต้องมีคุณสมบัติต่าง ๆ จากการสอนเพื่อให้เกิดทักษะทางปัญญาดังนี้

- (1) สามารถใช้ความเข้าใจอันถ่องแท้ในทฤษฎีและเทคนิคการแสวงหาความรู้ในการวิเคราะห์ประเด็น และปัญหาสำคัญได้อย่างสร้างสรรค์ และพัฒนาแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการใหม่ๆ
- (2) สามารถสังเคราะห์ผลงานการวิจัยและทฤษฎีเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจใหม่ที่สร้างสรรค์ โดยบูรณาการแนวคิดต่างๆ ทั้งจากภายในและภายนอกสาขาวิชาเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ในขั้นสูง
- (3) สามารถใช้เทคนิคทั่วไปหรือเฉพาะทาง ในการวิเคราะห์ประเด็นหรือปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างสร้างสรรค์ รวมถึงพัฒนาข้อสรุปและ

ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชาเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

- (4) สามารถออกแบบและดำเนินการโครงการวิจัยที่สำคัญ ในเรื่องที่ซับซ้อนที่เกี่ยวกับการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ หรือปรับปรุงแนวปฏิบัติทางด้านเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม ได้อย่างมีนัยสำคัญ

### 2.3.2. กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) กรณีศึกษาทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม
- (2) การอภิปรายกลุ่ม และเดี่ยว
- (3) ให้นักศึกษามีโอกาสปฏิบัติจริง
- (4) สามารถวิเคราะห์ อภิปราย และตีความวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ

### 2.3.3. กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา นี้สามารถทำได้โดยการออกข้อสอบที่ให้นักศึกษาแก้ปัญหา อธิบายแนวคิดของการแก้ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาโดยการประยุกต์ความรู้ที่เรียนมา รวมทั้งสามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ หลีกเลี่ยงข้อสอบที่เป็นการเลือกคำตอบที่ถูกคำตอบเดียวจากกลุ่มคำตอบที่ให้มา ไม่ควรมีคำถามเกี่ยวกับนิยามต่าง ๆ

ประเมินตามสภาพจริงจากผลงาน และการปฏิบัติของนักศึกษา เช่น ประเมินจากการนำเสนอรายงานในชั้นเรียน การทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบหรือสัมภาษณ์ เป็นต้น

## 2.4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

### 2.4.1. ผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความสามารถในการรับผิดชอบ

นักศึกษาต้องออกไปประกอบอาชีพซึ่งส่วนใหญ่ต้องเกี่ยวข้องกับคนที่ไม่รู้จักมาก่อน คนที่มาจากสถาบันอื่นๆ และคนที่จะมาเป็นผู้บังคับบัญชา หรือคนที่จะมาอยู่ใต้บังคับบัญชา ความสามารถที่จะปรับตัวให้เข้ากับกลุ่มคนต่าง ๆ เป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นอาจารย์ต้องสอดแทรกวิธีการที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติต่าง ๆ ต่อไปนี้ให้นักศึกษาระหว่างที่สอนวิชา หรืออาจให้นักศึกษาไปเรียนวิชาทางด้านสังคมศาสตร์ ที่เกี่ยวกับคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

- (1) สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนหลากหลายและสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ
- (2) สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ในกิจกรรมกลุ่มอย่างสร้างสรรค์
- (3) มีความสามารถสูงในการแสดงความคิดเห็นทางวิชาการ และสามารถวางแผนวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนสูงมากด้วยตนเอง
- (4) วางแผนในการปรับปรุงตนเองและองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (5) แสดงออกถึงความโดดเด่นในการเป็นผู้นำในทางวิชาการและสังคมที่ซับซ้อน
- (6) มีความรับผิดชอบการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเองและทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง

### 2.4.2. กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

ใช้การสอนที่มีการกำหนดกิจกรรมให้มีการทำงานเป็นกลุ่ม การทำงานที่ต้องประสานงานกับผู้อื่น ข้ามหลักสูตร หรือต้องค้นคว้าหาข้อมูลจากการสัมภาษณ์บุคคลอื่น หรือผู้มีประสบการณ์ โดยมีความคาดหวังในผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความสามารถในการรับผิดชอบ ดังนี้

- (1) สามารถทำงานกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี
- (2) มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
- (3) สามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์และวัฒนธรรมองค์กรที่ไปปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี
- (4) มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับผู้ร่วมงานในองค์กรและกับบุคคลทั่วไป
- (5) มีภาวะผู้นำ

### 2.4.3. กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

ประเมินจากพฤติกรรมและการแสดงออกของนักศึกษาในการนำเสนอรายงานกลุ่มในชั้นเรียน และสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกในการร่วมกิจกรรมต่าง ๆ และความครบถ้วนชัดเจนตรงประเด็นของข้อมูลที่ได้

## 2.5 ทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

### 2.5.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) มีทักษะในการใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีสารสนเทศในการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ และนำเสนอรายงาน
- (2) สามารถคัดกรองข้อมูลทางคณิตศาสตร์และสถิติเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า ในประเด็นปัญหาที่สำคัญและซับซ้อน สรุปปัญหาและเสนอแนะแก้ไขปัญหาค้นคว้าในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะลึกในสาขาวิชาเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
- (3) สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับกลุ่มบุคคลต่างๆ ทั้งในวงการวิชาการและชุมชนทั่วไป โดยการนำเสนอรายงานทั้งในรูปแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการผ่านสิ่งตีพิมพ์ทางวิชาการ รวมทั้งวิทยานิพนธ์หรือโครงการค้นคว้าที่สำคัญ
- (4) มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และสถิติในอันที่จะวิเคราะห์สถานการณ์ ตลอดจนนำเสนอข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์หรือสถิติได้อย่างเหมาะสม

### 2.5.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ ให้นักศึกษาได้วิเคราะห์สถานการณ์จำลอง และสถานการณ์เสมือนจริง และนำเสนอการแก้ปัญหาที่เหมาะสม โดยอาจให้นักศึกษาแก้ปัญหา วิเคราะห์ประสิทธิภาพของวิธีแก้ปัญหา และให้นำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหา ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ต่อนักศึกษาในชั้นเรียน อาจมีการวิจารณ์ในเชิงวิชาการระหว่างอาจารย์และกลุ่มนักศึกษา

### 2.5.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) ประเมินจากเทคนิคการนำเสนอโดยใช้ทฤษฎี การเลือกใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือคณิตศาสตร์และสถิติ ที่เกี่ยวข้อง
- (2) ประเมินจากความสามารถในการอธิบาย ถึงข้อจำกัด เหตุผลในการเลือกใช้เครื่องมือต่างๆ การอภิปราย กรณีศึกษาต่างๆที่มีการนำเสนอต่อชั้นเรียน

## 3. แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบผลการเรียนรู้รายวิชา (Curriculum mapping)

แสดงให้เห็นว่าแต่ละรายวิชาในหลักสูตรรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้ใดบ้าง (ตามที่ระบุในหมวดที่ 2 ข้อ 4) โดยระบุว่าเป็นความรับผิดชอบหลักหรือรับผิดชอบรอง ซึ่งบางรายวิชาอาจไม่นำสู่ผลการเรียนรู้อะไรก็ได้ จะแสดงเป็นเอกสารแนบท้ายก็ได้

### ผลการเรียนรู้ในตารางมีความหมายดังนี้

#### คุณธรรม จริยธรรม

- (1) สามารถจัดการเกี่ยวกับปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมที่ซับซ้อนในบริบททางวิชาการ โดยใช้ดุลยพินิจอย่างผู้รู้ ด้วยความยุติธรรม ด้วยหลักฐาน ด้วยหลักการที่มีเหตุผลและคำนึงมอันดีงาม
- (2) มีวินัย ตรงต่อเวลา และความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
- (3) แสดงออกซึ่งภาวะผู้นำในการส่งเสริมให้มีการประพฤติปฏิบัติตามหลักคุณธรรม จริยธรรมในที่ทำงานและในชุมชนที่กว้างขวางขึ้น
- (4) แสดงออกหรือสื่อสารข้อสรุปของปัญหาโดยคำนึงถึงความรู้สึกของผู้อื่นที่ได้รับผลกระทบ
- (5) เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ขององค์กรและสังคม
- (6) สามารถวิเคราะห์ผลกระทบจากวิกฤตพลังงานที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม
- (7) ริเริ่มชี้ให้เห็นข้อบกพร่องของจรรยาบรรณที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเพื่อทบทวนและแก้ไข สนับสนุนอย่างจริงจังให้ผู้อื่นใช้ดุลยพินิจทางด้านคุณธรรม จริยธรรมในการจัดการกับความขัดแย้งและปัญหาที่มีผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

#### ความรู้

- (1) มีความเข้าใจทฤษฎี และการวิจัยอย่างลึกซึ้งในกลุ่มวิชาเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อมในระดับแนวหน้า
- (2) ตระหนักในระเบียบข้อบังคับที่ใช้อยู่ในสภาพแวดล้อมของระดับชาติและนานาชาติที่อาจมีผลกระทบต่อสาขาวิชา รวมทั้งเหตุผลและการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดในอนาคต
- (3) สามารถ ตั้งสมมุติฐานประเด็นวิจัย วางแผน ออกแบบ และดำเนินงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อตอบปัญหาตามสมมุติฐาน ด้วยหลักการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



- (4) มีความรู้ที่เป็นปัจจุบันในสาขาวิชาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมรวมถึงประเด็นปัญหาสำคัญที่จะเกิดขึ้น
- (5) สามารถพัฒนานวัตกรรมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ มีความเข้าใจอย่างถ่องแท้และลึกซึ้งในองค์ความรู้ที่เป็นแก่นในเนื้อหาสาขาวิชาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งข้อมูลเฉพาะทางทฤษฎี หลักการและแนวคิดที่เป็นรากฐาน
- (6) รู้เทคนิคการวิจัยและพัฒนาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับในสาขาวิชา เทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม ได้อย่างชาญฉลาดรวมทั้งมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและกว้างขวางเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่เปลี่ยนแปลงทั้งในระดับชาติและนานาชาติ
- (7) มีประสบการณ์ในการทำวิจัย ตลอดจนวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลงานวิจัยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง
- (8) เรียนรู้การพัฒนสาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสาขาวิชาเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

#### **ทักษะทางปัญญา**

- (1) สามารถใช้ความเข้าใจอันถ่องแท้ในทฤษฎีและเทคนิคการแสวงหาความรู้ในการวิเคราะห์ประเด็นและปัญหาสำคัญได้อย่างสร้างสรรค์ และพัฒนาแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการใหม่ๆ
- (2) สามารถสังเคราะห์ผลการวิจัยและทฤษฎีเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจใหม่ที่สร้างสรรค์ โดยบูรณาการแนวคิดต่างๆ ทั้งจากภายในและภายนอกสาขาวิชาเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ในขั้นสูง
- (3) สามารถใช้เทคนิคทั่วไปหรือเฉพาะทาง ในการวิเคราะห์ประเด็นหรือปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างสร้างสรรค์ รวมถึงพัฒนาข้อสรุปและข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชาเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
- (4) สามารถออกแบบและดำเนินการ โครงการวิจัยที่สำคัญในเรื่องที่ซับซ้อนที่เกี่ยวกับการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ หรือปรับปรุงแนวปฏิบัติทางด้านเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม ได้อย่างมีนัยสำคัญ

#### **ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ**

- (1) สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนหลากหลายและสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ
- (2) สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ในกิจกรรมกลุ่มอย่างสร้างสรรค์
- (3) มีความสามารถสูงในการแสดงความคิดเห็นทางวิชาการ และสามารถวางแผนวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนสูงมากด้วยตนเอง
- (4) วางแผนในการปรับปรุงตนเองและองค์กร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (5) แสดงออกถึงความโดดเด่นในการเป็นผู้นำในทางวิชาการและสังคมที่ซับซ้อน
- (6) มีความรับผิดชอบการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเองและทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง

#### **ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ**

- (1) มีทักษะในการใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีสารสนเทศในการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ และการนำเสนอรายงาน
- (2) สามารถคัดกรองข้อมูลทางคณิตศาสตร์และสถิติเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า ในประเด็นปัญหาที่สำคัญและซับซ้อน สรุปปัญหาและเสนอแนะแก้ไขปัญหในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะลึกในสาขาวิชาเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
- (3) สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับกลุ่มบุคคลต่างๆ ทั้งในวงการวิชาการและชุมชนทั่วไป โดยการนำเสนอรายงานทั้งในรูปแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการผ่านสิ่งตีพิมพ์ทางวิชาการ รวมทั้งวิทยานิพนธ์หรือโครงการค้นคว้าที่สำคัญ
- (4) มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และสถิติในอันที่จะวิเคราะห์สถานการณ์ ตลอดจนนำเสนอข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์หรือสถิติได้อย่างเหมาะสม

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้จากหลักสูตรรายวิชา (Curriculum Mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม							2. ความรู้								3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ						5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ				
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	
JEE 701 สัมมนาสำหรับปริญญา ดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยี พลังงาน) (Seminar for Ph.D (Energy Technology))	●	●	○	●	○	○	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●	○	●	○		○		●	●	●	●	●	○
JEE 702 วิทยานิพนธ์สำหรับ ปริญญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยี พลังงาน) (Dissertation for Ph.D (Energy Technology))	●	●	○	○	●	○	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○	●		○			●	●	●	●	●	●	
JEE 603 การศึกษาพิเศษ 1 (Special Study I)					●		●				●		●		●	●		○	○	○				●	○	●	●		○	
JEE 604 การศึกษาพิเศษ 2 (Special Study II)					●		●	●	●	●	●		●		●	●		○	○	○				●	○	●	●		○	
JEE 605 การศึกษาพิเศษ 3 (Special Study III)					●		●		○	●			●		●	●		○	○	○				●	○	●	●		○	
JEE 606 เทคนิคเชิง คณิตศาสตร์ (Mathematical Techniques)	●	●	●	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	●	●	●		○						○	○	○	○	○	○	

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม							2. ความรู้								3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ						5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ			
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
JEE 607 เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Techniques)	●	●	●	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	●	●	●	●	○		●	●	○	○	○	○	●	●	●	●
JEE 608 การวิเคราะห์พลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics)						○		●	○	●	○		○		○			○						○	●	●		○	
JEE 613 กระบวนการทำวิจัย (Research Methodology)	●	●		○		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●				○	●	●	●	●	○	
JEE 621 เศรษฐศาสตร์พลังงาน (Energy Economics)	●	●	○	○	○	○	●	○	●	●	○	○	○	○	●	○	○	●	○	○	●	●	○	○		○	●	○	
JEE 622 นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน (Environmental and Energy Policy)	○	○	○	●	○	●	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	○	○	○		●	○	○	○		○			
JEE 623 นโยบายและเศรษฐศาสตร์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (Energy and Environmental Economics and Policy)	○	○	○	●	○	●	○	●	●	○	○	○	●	○	○	●	○	○	○		●	○	○	○		○			
JEE 637 การใช้ประโยชน์แสง							○	●	●	○	○	●	○	○	○	○	○	●	○		○			○	○	○	○	○	

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม							2. ความรู้								3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ						5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ			
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
ธรรมชาติ (Daylighting Applicat)																													
JEE 641 เทคโนโลยีเครื่องกำเนิดไอน้ำและเตาเผา (Steam Boiler and Furnace Technology)						0		•	•	•		0	•											0				0	
JEE 642 เชื้อเพลิงและการเผาไหม้ (Fuels and Combustion)						0		•	•	•	0	•	•	0										0				0	
JEE 644 วิศวกรรมโรงไฟฟ้า (Power Plant Engineering)	•	•	0	0	0	0	•	0	•	•	0	0	0	0	•	0	0	•	0	0	•	•	0	0	0	0	•	0	
JEE 651 ชีวมวลเพื่อการผลิตความร้อนและไฟฟ้า (Biomass for Heat and Power)						0		•	0		•	•	•					0	0		0			0	0			0	
JEE 652 เทคโนโลยีจากก๊าซธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ (Natural Gas Utilization Technologies)						•		•	•	•	•	•	•	•	•	0	•	•	0		0			0			0	0	
JEE 653 พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy)							0	•	•	0	0	•	0	0	•	0	0	•	0		0			0	0	0	0	0	
JEE 661 วิทยาศาสตร์ของชั้น		0		0				•		0			0	0	•				•			0				0			

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม							2. ความรู้								3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ						5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ				
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	
บรรยากาศขอบ (Atmospheric Boundary Layer Science)																														
JEE 662 พลศาสตร์ของบรรยากาศ (Atmospheric Dynamics)		○		○				●		○				○		●				●								○		
JEE 664 การจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านมลพิษอากาศ (Air Pollution Modeling)						●	○	●	○	○	○		○	●	●	●			○	●		●	○			●	●		○	
JEE 666 วิทยาศาสตร์บรรยากาศ (Atmospheric Science)						○	○	●	○	●	○		○	○	●	●	○	●	○	○					○	○	○			
JEE 667 เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อม (Environmental Pollution Control Technology)						○	○	●	●	○	●	●	●	○	●	●	○	●	○	○					○	○	○			
JEE 671 การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment)						○	○	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○
JEE 673 เทคโนโลยีการกำจัดของเสีย (Waste Treatment Technology)						○	○	●	●	○	○	●	○	○	●	●	○	●	●	○					○	○	○			○

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม							2. ความรู้								3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และความรับผิดชอบ						5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และเทคโนโลยีสารสนเทศ			
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
JEE 683 พลังงานและสิ่งแวดล้อม (Energy and Environment)	0	0	0	•		•	0	•	•	•	0	•	•	•	0	•	•	•	0	•	•	0	•	0	0	0	0	•	•
JEE 684 เทคโนโลยีและการสำรวจข้อมูลระยะไกลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS and Remote Sensing)						0	0	•	•	•	0	•	•	•	0	•	•	•	0	•	•	0	•	0	0	0	0	•	•
LNG 601 วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับหลักสูตรนานาชาติ (Foundation English for International Programs)	0	0	0			0									•	0	•	0		•	0	•				0	•	•	

### 1. คุณธรรม จริยธรรม

- (1) สามารถจัดการเกี่ยวกับปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมที่ซับซ้อนในบริบททางวิชาการโดยใช้ดุลยพินิจอย่างผู้รู้ ด้วยความยุติธรรม ด้วยหลักฐาน ด้วยหลักการที่มีเหตุผลและค่านิยมอันดีงาม
- (2) มีวินัย ตรงต่อเวลา และความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
- (3) แสดงออกซึ่งภาวะผู้นำในการส่งเสริมให้มีการประพฤติปฏิบัติตามหลักคุณธรรม จริยธรรมในที่ทำงานและในชุมชนที่กว้างขวางขึ้น
- (4) แสดงออกหรือสื่อสารข้อสรุปของปัญหาโดยคำนึงถึงความรู้สึกของผู้อื่นที่ได้รับผลกระทบ
- (5) เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ขององค์กรและสังคม
- (6) สามารถวิเคราะห์ผลกระทบจากวิกฤตพลังงานที่มีต่อสิ่งแวดล้อมเศรษฐกิจและสังคม
- (7) ริเริ่มชี้ให้เห็นข้อบกพร่องของจรรยาบรรณที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเพื่อทบทวนและแก้ไข สนับสนุนอย่างจริงจังให้ผู้อื่นใช้ดุลยพินิจทางด้านคุณธรรม จริยธรรมในการจัดการกับความขัดแย้งและปัญหาที่มีผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

### 2. ความรู้

- (1) มีความเข้าใจทฤษฎี และการวิจัยอย่างลึกซึ้งในกลุ่มวิชาเทคโนโลยีพลังงาน และสิ่งแวดล้อมในระดับแนวหน้า
- (2) ตระหนักในระเบียบข้อบังคับที่ใช้อยู่ในสภาพแวดล้อมของระดับชาติและนานาชาติที่อาจมีผลกระทบต่อสาขาวิชา รวมทั้งเหตุผลและการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต
- (3) สามารถ ตั้งสมมุติฐานประเด็นวิจัย วางแผน ออกแบบ และดำเนินงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อตอบปัญหาตามสมมุติฐานด้วยหลักการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- (4) มีความรู้ที่เป็นปัจจุบันในสาขาวิชาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมรวมถึงประเด็นปัญหาสำคัญที่จะเกิดขึ้น
- (5) สามารถพัฒนานวัตกรรมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ มีความเข้าใจอย่างถ่องแท้และลึกซึ้งในองค์ความรู้ที่เป็นแก่นในเนื้อหาสาขาวิชาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งข้อมูลเฉพาะทางทฤษฎี หลักการและแนวคิดที่เป็นรากฐาน
- (6) รู้เทคนิคการวิจัยและพัฒนาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับในสาขาวิชา เทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม ได้อย่างชาญฉลาดรวมทั้งมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและกว้างขวางเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่เปลี่ยนแปลงทั้งในระดับชาติและนานาชาติ
- (7) มีประสบการณ์ในการทำวิจัย ตลอดจนวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลงานวิจัยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง
- (8) เรียนรู้การพัฒนาสาขาวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสาขาวิชาเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

### 3. ทักษะทางปัญญา

- (1) สามารถใช้ความเข้าใจอันถ่องแท้ในทฤษฎีและเทคนิคการแสวงหาความรู้ในการวิเคราะห์ประเด็นและปัญหาสำคัญได้อย่างสร้างสรรค์ และพัฒนาแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการใหม่ๆ
- (2) สามารถสังเคราะห์ผลงานการวิจัยและทฤษฎีเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจใหม่ที่สร้างสรรค์ โดยบูรณาการแนวคิดต่างๆ ทั้งจากภายในและภายนอกสาขาวิชาเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ในขั้นสูง
- (3) สามารถใช้เทคนิคทั่วไปหรือเฉพาะทาง ในการวิเคราะห์ประเด็นหรือปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างสร้างสรรค์ รวมถึงพัฒนาข้อสรุปและข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชาเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
- (4) สามารถออกแบบและดำเนินการโครงการวิจัยที่สำคัญในเรื่องที่ซับซ้อนที่เกี่ยวกับการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ หรือปรับปรุงแนวปฏิบัติทางด้านเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม ได้อย่างมีนัยสำคัญ

#### 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนหลากหลายและสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ
- (2) สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ในกิจกรรมกลุ่มอย่างสร้างสรรค์
- (3) มีความสามารถสูงในการแสดงความคิดเห็นทางวิชาการ และสามารถวางแผนวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนสูงมากด้วยตนเอง
- (4) วางแผนในการปรับปรุงตนเองและองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (5) แสดงออกถึงความโดดเด่นในการเป็นผู้นำในทางวิชาการและสังคมที่ซับซ้อน
- (6) มีความรับผิดชอบการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเองและทางวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง

#### 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) มีทักษะในการใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีสารสนเทศในการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ และการนำเสนอรายงาน
- (2) สามารถคัดกรองข้อมูลทางคณิตศาสตร์และสถิติเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าในประเด็นปัญหาที่สำคัญและซับซ้อน สรุปปัญหาและเสนอแนะแก้ไขปัญหาในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะลึกในสาขาวิชาเทคโนโลยีด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
- (3) สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับกลุ่มบุคคลต่างๆ ทั้งในวงการวิชาการและชุมชนทั่วไป โดยการนำเสนอรายงานทั้งในรูปแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการผ่านสิ่งตีพิมพ์ทางวิชาการ รวมทั้งวิทยานิพนธ์หรือโครงการค้นคว้าที่สำคัญ
- (4) มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และสถิติในอันที่จะวิเคราะห์สถานการณ์ ตลอดจนนำเสนอข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์หรือสถิติได้อย่างเหมาะสม



## หมวดที่ 5. หลักเกณฑ์ในการประเมินผลนักศึกษา

### 1. ภาวะเทียบหรือหลักเกณฑ์ในการให้ระดับคะแนน (เกรด)

เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (ภาคผนวก จ.) และระเบียบมหาวิทยาลัยเป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (ภาคผนวก ฉ.)

### 2. กระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา

#### 2.1. การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนักศึกษายังไม่สำเร็จการศึกษา

กำหนดระบบการทวนสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของระบบการประกันคุณภาพภายในของสถาบันอุดมศึกษาที่จะต้องทำความเข้าใจตรงกันทั้งสถาบัน และนำไปดำเนินการจนบรรลุผลสัมฤทธิ์ ซึ่งผู้ประเมินภายนอกจะต้องสามารถตรวจสอบได้

การทวนสอบในระดับรายวิชา มีใบประเมินสำหรับอาจารย์ และนักศึกษา ทำแบบประเมินการเรียนการสอนในทุกรายวิชา เป็นรายการศึกษามีคณะกรรมการตรวจสอบและรับรองผลการสอบรายวิชาเรียนและรายวิชาวิทยานิพนธ์

การทวนสอบในระดับหลักสูตรทำได้โดยมีระบบประกันคุณภาพภายในสถาบันอุดมศึกษาคำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้และรายงานผล

#### 2.2. การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้หลังจากนักศึกษาสำเร็จการศึกษา

การกำหนดกลวิธีการทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนักศึกษา เน้นการทำวิจัยสัมฤทธิ์ผลของการประกอบอาชีพของบัณฑิต ที่ทำอย่างต่อเนื่องและนำผลวิจัยที่ได้ย้อนกลับมาปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน และหลักสูตรแบบครบวงจร รวมทั้งการประเมินคุณภาพของหลักสูตรและหน่วยงานโดยองค์กรระดับสากล โดยการวิจัยอาจจะทำดำเนินการดังตัวอย่างต่อไปนี้

- (1) ภาวะการได้งานทำของบัณฑิต ประเมินจากบัณฑิตแต่ละรุ่นที่จบการศึกษา ในด้านของระยะเวลาในการหางานทำ ความเห็นต่อความรู้ความสามารถ ความมั่นใจของบัณฑิตในการประกอบกิจการอาชีพ
- (2) การตรวจสอบจากผู้ประกอบการ โดยการขอเข้าสัมภาษณ์ หรือ การแบบส่งแบบสอบถาม เพื่อประเมินความพึงพอใจในบัณฑิตที่จบการศึกษาและเข้าทำงานในสถานประกอบการนั้น ๆ ในคาบระยะเวลาต่างๆ เช่น ปีที่ 1 ปีที่ 5 เป็นต้น
- (3) การประเมินตำแหน่ง และ/หรือความก้าวหน้าในสายงานของบัณฑิต
- (4) การประเมินจากบัณฑิตที่ไปประกอบอาชีพ ในแง่ของความพร้อมและความรู้จากสาขาวิชาที่เรียน รวมทั้งสาขาอื่น ๆ ที่กำหนดในหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการประกอบอาชีพของบัณฑิต รวมทั้งเปิดโอกาสให้เสนอข้อคิดเห็นในการปรับหลักสูตรให้ดียิ่งขึ้น
- (5) ความเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่มาประเมินหลักสูตร หรือ เป็นอาจารย์พิเศษ ต่อความพร้อมของนักศึกษาในการเรียนและสมบัติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้และการพัฒนาองค์ความรู้ของนักศึกษา
- (6) ผลงานของนักศึกษาที่วัดเป็นรูปธรรมได้ซึ่ง อาทิ จำนวนผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ และระดับนานาชาติ จำนวนสิทธิบัตร จำนวนรางวัลทางสังคม และวิชาชีพ จำนวนกิจกรรมการกุศลเพื่อสังคมและประเทศชาติ จำนวนผลงานที่นำเสนอในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

### 3. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

#### 3.1. นักศึกษาที่มีสิทธิ์แสดงความจำนงขอสำเร็จการศึกษา ต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนดังนี้

- 3.2.1. เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (ภาคผนวก จ.)
- 3.2.2. ผ่านเกณฑ์ความรู้ทางด้านภาษาอังกฤษ ตามเกณฑ์ที่บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมกำหนด
- 3.2.3. ได้รับการตีพิมพ์บทความวิจัยในวารสารวิชาการระดับระดับนานาชาติ 2 ฉบับ และได้รับการตีพิมพ์บทความวิจัยในการนำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ 1 ฉบับ
- 3.2.4. ผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการบริหาร คณะกรรมการที่ปรึกษาทางวิชาการ และคณะกรรมการอำนวยการบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ
- 3.2.5. ให้นักศึกษาที่มีคุณสมบัติครบถ้วนตามที่ระบุ ไว้ในข้อ 3.2.1 ข้อ 3.2.2 ข้อ 3.2.3 และ 3.2.4 ยื่นคำร้องแสดง ความจำนงขอสำเร็จการศึกษาต่อส่วนทะเบียนและประเมินผล ภายในระยะเวลาที่มหาวิทยาลัยกำหนด มิฉะนั้นอาจไม่ได้รับการพิจารณาเสนอชื่อต่อสภามหาวิทยาลัยเพื่ออนุมัติให้ปริญญา ในภาคการศึกษานั้น

## หมวดที่ 6. การพัฒนาคณาจารย์

### 1. การเตรียมการสำหรับอาจารย์ใหม่

- (1) แนะนำอาจารย์ใหม่ ให้มีความรู้และเข้าใจนโยบายของสถาบัน ตลอดจนหลักสูตรที่สอน โดยประธานสาขาวิชาแบบตัวต่อต่อ (face to face)
- (2) กำหนดให้มีคู่มือมาตรฐานสำหรับอาจารย์ผู้สอน เพื่อใช้เป็นแนวทางและกรอบสำหรับกิจกรรมการเรียน การสอน และการประเมินนักศึกษา

### 2. การพัฒนาความรู้และทักษะให้แก่คณาจารย์

#### 2.1. การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล

- (1) ส่งเสริมอาจารย์ให้มีการเพิ่มพูนความรู้ และประสบการณ์ในงานการสอนและการวิจัยอย่างต่อเนื่องโดยผ่านการทำวิจัย โดยการสนับสนุนด้านการฝึกอบรม ทุนทางวิชาการและวิชาชีพในองค์กรต่าง ๆ การประชุมทางวิชาการทั้งในประเทศและ/หรือต่างประเทศ หรือการลาเพื่อกิจกรรมดังกล่าวข้างต้น เพื่อเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์
- (2) จัดให้มีการประเมินผลการสอนของอาจารย์ โดยสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษาเมื่อสิ้นสุดการในสอนในแต่ละภาคการศึกษา

#### 2.2. การพัฒนาวิชาการและวิชาชีพด้านอื่นๆ

- (1) การมีส่วนร่วมในกิจกรรมบริการวิชาการแก่ชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้และคุณธรรม
- (2) มีการกระตุ้นอาจารย์ที่ผลงานทางวิชาการสายตรงในสาขาวิชาด้านพลังงาน
- (3) ส่งเสริมการทำวิจัยสร้างองค์ความรู้ใหม่เป็นหลักและเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและมีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาชีพ
- (4) จัดสรรงบประมาณสำหรับการทำวิจัย
- (5) มีกลุ่มวิจัยและจัดให้อาจารย์เข้าร่วมกลุ่มวิจัยต่างๆ ของคณะ
- (6) จัดให้อาจารย์เข้าร่วมกิจกรรมบริการวิชาการต่างๆ ของคณะ

## หมวดที่ 7 การประกันคุณภาพหลักสูตร

### 1. การบริหารหลักสูตร

เป้าหมาย	การดำเนินการ	การประเมินผล
1. ตรวจสอบ และปรับปรุงหลักสูตร ปรัชญาคุณถึบัณฑิตให้มีมาตรฐานไม่ต่ำกว่าที่ สกอ. กำหนด และสอดคล้องกับปัญหาและบริบทของประเทศไทยและของภูมิภาค 2. กระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความใฝ่รู้ มีแนวทางการเรียนที่สร้างทั้งความรู้ความสามารถในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีพลังงานหรือผลกระทบ 3. มีการประเมินมาตรฐานของหลักสูตรอย่างสม่ำเสมอ	1. ปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัยโดยมีการพิจารณาปรับปรุงหลักสูตรทุกๆ 5 ปี 2. จัดแนวทางการเรียนให้มีทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติที่เน้นการพัฒนาความรู้ความสามารถของนักศึกษา เพื่อให้เกิดความเชี่ยวชาญทางด้านกรวิจัยโดยเฉพาะ 3. จัดให้นักศึกษาได้มีโอกาสเข้าร่วมประชุมหรือนำเสนอผลงานวิชาการต่อที่ประชุมวิชาการนานาชาติในทุกๆสองปี 4. กำหนดให้อาจารย์ที่สอนมีคุณวุฒิไม่ต่ำกว่าปริญญาเอก โดยต้องมีผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติมาก่อน และ/หรือ เป็นผู้มิตำแหน่งทางวิชาการ หรือ ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่มีผลงานเชิง	1. หลักสูตรสอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ 2. วิทยานิพนธ์ของนักศึกษาจะต้องผ่านการประเมินของกรรมการภายนอก ระดับศาสตราจารย์หรือเทียบเท่า นั้น จึงจะสำเร็จการศึกษา และต้องมีผลงานวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ อย่างน้อย 2 ฉบับ (หรือเทียบเท่า) 3. จำนวนและรายชื่อคณาจารย์ประจำ ประวัติอาจารย์ด้านคุณวุฒิ ประสบการณ์ และการพัฒนาอบรมของอาจารย์ 4. ผลการประเมินการเรียนการสอนอาจารย์ผู้สอนโดยนักศึกษา 5. ประเมินผลการทำงานของอาจารย์ เป็นการภายในเบื้องต้น โดยประธานสาขาวิชาทุกสองปี 6. ประเมินผลการทำงานของอาจารย์โดยคณะกรรมการวิชาการภายนอก ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิระดับศาสตราจารย์ จากภายนอกในทุกสองปี

	<p>ประจักษ์มาก่อน</p> <p>5. สนับสนุนเงินทุนวิจัยแก่นักศึกษา อาจารย์ อุปกรณ์เครื่องมือวิจัย และ สร้างโอกาสให้มีความร่วมมือทาง วิชาการกับต่างประเทศ</p>	<p>7. ประเมินผลโดยคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ภายนอก ทุกๆ 5 ปี</p> <p>8. ประเมินผลสำเร็จจากการรับเข้าทำงานของ บัณฑิตผู้สำเร็จการศึกษา</p>
--	---	---

## 2. การบริหารทรัพยากรการเรียนการสอน

### 2.1. การบริหารงบประมาณ

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ จัดสรรงบประมาณประจำปี ทั้งงบประมาณแผ่นดินและเงินรายได้เพื่อจัดซื้อตำรา สื่อการเรียนการสอน โสตทัศนูปกรณ์ และวัสดุครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์อย่างเพียงพอ เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนในชั้นเรียน และสร้างสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษา

### 2.2. ทรัพยากรการเรียนการสอนที่มีอยู่เดิม

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ และมหาวิทยาลัยร่วมโครงการ มีห้องปฏิบัติการ เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ที่ทันสมัย สำหรับการทดลอง ค้นคว้า วิจัย นอกจากนี้แล้ว ณ สถานดำเนินการ บัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ยังมีห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์พร้อมโครงข่ายอินเทอร์เน็ตห้องสมุด

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ มีห้องสมุด เฉพาะด้านที่ทันสมัย ซึ่งรวบรวมตำรา หนังสือ กว่า 2,000 รายการ และวารสารทางวิชาการรายการการวิจัยมากกว่า 100 รายการ นักศึกษาสามารถใช้บริการสำนักห้องสมุดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มีหนังสือทางเทคโนโลยีต่าง ๆ กว่า 80,000 เล่ม และวารสารทางวิชาการกว่า 300 รายการ ในขณะเดียวกัน นักศึกษาที่ทำวิจัยที่มหาวิทยาลัยร่วม ทั้ง 5 แห่ง ก็สามารถสืบค้นหนังสือและวารสารที่ห้องสมุด บัณฑิตวิทยาลัยร่วมผ่านอินเทอร์เน็ต และขอใช้บริการยืมหนังสือได้ รวมทั้งสามารถใช้บริการต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยร่วมโครงการได้ด้วย

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	บริหารจัดการ งานสำนักงาน	บริหารจัดการด้านการ เรียนการสอน	หน่วยนับ
1	เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล	72	35	เครื่อง
2	เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook)	1	5	เครื่อง
3	เครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์	24	11	เครื่อง
4	เครื่องมัลติมีเดียโปรเจกเตอร์	-	4	เครื่อง
5	เครื่องจับภาพสามมิติ (Visualizer)	-	2	เครื่อง
6	เครื่องสแกนเนอร์	4	5	เครื่อง
7	กระดานอิเล็กทรอนิกส์	-	1	เครื่อง
8	กล้องดิจิทัล	1	-	เครื่อง
9	กล้องวิดีโอ	1	-	เครื่อง
10	เครื่องขยายสัญญาณ (Amplifier)	15	1	ตัว
11	ไมโครโฟนไร้สาย (Wireless Microphone)	-	2	ชุด
12	เก้าอี้ (ห้องเรียน)	-	37	ตัว
13	เครื่องคอมพิวเตอร์ Server	2	-	เครื่อง
14	อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายแบบไร้สาย (Wireless Access Point)	-	4	เครื่อง
15	ห้องสำหรับบริการนักศึกษา	-	3	ห้อง

จำนวนสื่อการเรียนรู้

ลำดับ	สื่อการเรียนรู้		ประเภท		
	สื่อการเรียนรู้	หมวด	ไทย	ต่างประเทศ	รวม
1	หนังสือ (เล่ม)	เทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม และอื่นๆ	> 359	> 3,186	> 3,545
2	วารสาร (รายชื่อ)	เทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม และอื่นๆ	4	23	27
3	วิทยานิพนธ์ / โครงการ (เล่ม)	วิทยานิพนธ์ และ/หรือ โครงการระดับบัณฑิตศึกษา	2	286	288
4	ซีดีรอม (แผ่น)	ซีดีรอมการศึกษา	75	192	267
5	ดีวีดีรอม (แผ่น)	ดีวีดีรอมการศึกษา	0	1	1

### 2.3. การจัดหาทรัพยากรการเรียนการสอนเพิ่มเติม

(1) ประสานงานกับสำนักหอสมุดกลาง ในการจัดซื้อหนังสือ และตำราที่เกี่ยวข้อง เพื่อบริการให้อาจารย์และนักศึกษาได้ค้นคว้าและใช้ประกอบการเรียนการสอน ในการประสานการจัดซื้อหนังสือที่อาจารย์ผู้สอนแต่ละรายวิชาจะมีส่วนร่วมในการเสนอแนะรายชื่อบริษัทผู้ผลิตหนังสือที่จำเป็น นอกจากนี้อาจารย์พิเศษที่เชิญมาสอนบางรายวิชา และบางหัวข้อ ก็มีส่วนร่วมในการเสนอแนะรายชื่อบริษัทผู้ผลิตหนังสือสำหรับให้หอสมุดกลางจัดซื้อหนังสือด้วย

(2) ในส่วนของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ มีห้องสมุด เฉพาะด้านที่ทันสมัย มีงบประมาณสนับสนุนในการจัดซื้อตำรา หนังสือ และวารสารทางวิชาการ หรือรายงานการวิจัยเฉพาะทางที่เกี่ยวข้อง และบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ จะต้องจัดสื่อการสอนอื่นเพื่อใช้ประกอบการสอนของอาจารย์ เช่น เครื่องมัลติมีเดีย โปรเจคเตอร์ คอมพิวเตอร์ เครื่องถ่ายภาพ 3 มิติ เครื่องฉายสไลด์ เป็นต้น ในขณะเดียวกัน นักศึกษาที่ทำวิจัยที่มหาวิทยาลัยร่วม ทั้ง 5 แห่ง ก็สามารถสืบค้นหนังสือและวารสารในห้องสมุด บัณฑิตวิทยาลัยร่วมผ่านอินเทอร์เน็ต และขอใช้บริการยืมหนังสือได้ รวมทั้งสามารถใช้บริการต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยร่วมโครงการได้ด้วย

### 2.4 การประเมินความเพียงพอของทรัพยากร

การประเมินความเพียงพอของทรัพยากร โดยบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ มีคณะกรรมการห้องสมุด และเจ้าหน้าที่ซึ่งจะประสานงานการจัดซื้อหนังสือเพื่อเข้าห้องสมุดของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ และทำหน้าที่ประเมินความเพียงพอของหนังสือ ตำรา นอกจากนี้มีเจ้าหน้าที่ด้านโสตทัศนอุปกรณ์ ซึ่งจะอำนวยความสะดวกในการใช้สื่อของอาจารย์ และนักศึกษาแล้วยังต้องประเมินความพอเพียงและความต้องการใช้สื่อของอาจารย์ รวมทั้งมีเจ้าหน้าที่ด้านห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะให้คำปรึกษา และคอยดูแลเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการทำวิจัยในห้องปฏิบัติการ และการออกพื้นที่ภาคสนาม

## 3. การบริหารคณาจารย์

### 3.1. การรับอาจารย์ใหม่

- (1) อาจารย์ประจำต้องมีคุณวุฒิเป็นไปตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการเรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา และต้องมีคุณวุฒิการศึกษาอย่างน้อยในระดับปริญญาเอก รวมถึงต้องเคยมีผลงานวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในระดับนานาชาติ ที่มีการตรวจประเมินบทความ (peer review)
- (2) มีความเข้าใจถึงวัตถุประสงค์และเป้าหมายของหลักสูตร
- (3) มีความรู้ มีทักษะในการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาและมีประสบการณ์ทำวิจัยหรือประสบการณ์ประกอบวิชาชีพในสาขาวิชาที่สอน
- (4) ผ่านการคัดเลือกและสัมภาษณ์โดยผู้ว่าการของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ และผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการที่ปรึกษาทางวิชาการของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ เพื่อเป็นการประกันคุณภาพของอาจารย์ประจำใหม่ว่ามีคุณสมบัติได้มาตรฐานเทียบเคียงกับระดับนานาชาติจริง

### 3.2. การมีส่วนร่วมของคณาจารย์ในการวางแผน การติดตามและทบทวนหลักสูตร

คณาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และผู้สอน จะต้องประชุมร่วมกันในการวางแผนจัดการเรียนการสอน โดยฝ่ายบริหารของบัณฑิต

วิทยาลัยร่วมฯ จะทำการประเมินผลและให้ความเห็นชอบการประเมินผลทุกรายวิชาในทุกภาคการศึกษา และจัดให้มีหน่วยงานที่ทำหน้าที่จัดเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อเตรียมไว้สำหรับการปรับปรุงหลักสูตรในอนาคต เพื่อที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายตามหลักสูตร และได้บัณฑิตเป็นไปตามคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์

### 3.3. การแต่งตั้งคณาจารย์พิเศษ

- ลักส่วนอาจารย์ต่อนักศึกษาเต็มเวลาเทียบเท่า ให้เป็นไปตามเกณฑ์การประกันคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษา ระดับอุดมศึกษา สกอ.
- สำหรับอาจารย์พิเศษหรือวิทยากรผู้เชี่ยวชาญถือว่ามีความสำคัญมาก เพราะจะเป็นผู้ถ่ายทอดประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติ หรือมีความเชี่ยวชาญทางด้านนั้นๆเป็นพิเศษมาให้แก่นักศึกษา ดังนั้นอาจารย์พิเศษนั้น ไม่ว่าจะสอน ทั้งรายวิชาหรือบางชั่วโมงจะต้องเป็นผู้มีประสบการณ์ตรง หรือมีวุฒิการศึกษาอย่างต่ำปริญญาเอก

## 4. การบริหารบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน

### 4.1. การกำหนดคุณสมบัติเฉพาะสำหรับตำแหน่ง

มีการกำหนดคุณสมบัติของบุคลากรให้ตรงตามภาระหน้าที่ความรับผิดชอบ และต้องผ่านการคัดเลือกให้แน่ใจว่ามีคุณสมบัติดังกล่าว และมีทัศนคติที่ดีต่อการทำงานกับอาจารย์และนักศึกษา

### 4.2. การเพิ่มทักษะความรู้เพื่อการปฏิบัติงาน

บุคลากรต้องเข้าใจโครงสร้างของหลักสูตร และจะต้องสามารถบริการอาจารย์ให้ใช้สื่อการสอนได้อย่างสะดวก ซึ่งจำเป็นต้องให้มีการฝึกอบรมเฉพาะทาง เช่น การเตรียมห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ในวิชาที่มีการฝึกปฏิบัติ หรือการเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือห้องปฏิบัติการ สำหรับการทำวิจัย มีการสนับสนุนให้เข้าร่วมฝึกอบรมระยะสั้น เพิ่มความรู้ในส่วนที่ต้องการ

## 5. การสนับสนุนและการให้คำแนะนำ นักศึกษา

### 5.1. การให้คำปรึกษาด้านวิชาการ และอื่นๆ แก่ นักศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ มีการแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาด้านวิชาการให้แก่นักศึกษาทุกคน โดยนักศึกษาที่มีปัญหาในการเรียนสามารถปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาด้านวิชาการได้ มีการจัดตั้งกลุ่มวิจัยที่มีกิจกรรมทางวิชาการให้แก่นักศึกษาสามารถแลกเปลี่ยนความรู้ และความเห็นระหว่างนักศึกษาและอาจารย์ในกลุ่มได้ อาจารย์ของคณะทุกคนจะต้องทำหน้าที่อาจารย์ที่ปรึกษาด้านวิชาการให้แก่นักศึกษา นอกจากนี้ยังมีสมาคมนักศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษากิจกรรม รวมทั้งเจ้าหน้าที่ที่สามารถให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำกิจกรรมแก่นักศึกษา

### 5.2. การอุทธรณ์ของ/นักศึกษา

เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (ภาคผนวก จ.)

## 6. ความต้องการของตลาดแรงงาน สังคม และ/หรือความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต

- ความต้องการบุคลากรที่มีความรู้ ความชำนาญเพิ่มเติมที่สามารถนำมาประยุกต์กับงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- มีการจัดการสำรวจความพอใจของผู้ใช้บัณฑิต เมื่อครบรอบหลักสูตร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ ให้มากที่สุด
- ผลิตบุคลากรที่มีความรู้ ความชำนาญตามที่ตลาดแรงงานต้องการ

## 7. ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน (Key Performance Indicators)

ดัชนีบ่งชี้ผลการดำเนินงาน	2555	2556	2557	2558	2559
(1) อาจารย์ประจำหลักสูตรอย่างน้อยร้อยละ 80 มีส่วนร่วมในการประชุมเพื่อวางแผน ติดตาม และทบทวนการดำเนินงานหลักสูตร	X	X	X	X	X
(2) มีรายละเอียดของหลักสูตร ตามแบบ มคอ.2 ที่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิแห่งชาติ หรือมาตรฐานคุณวุฒิสถา/สาขาวิชา (ถ้ามี)	X	X	X	X	X
(3) มีรายละเอียดของรายวิชา และรายละเอียดของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ตามแบบ มคอ.3 และ มคอ.4	X	X	X	X	X

อย่างน้อยก่อนการเปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาให้ครบทุกรายวิชา					
(4) จัดทำรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา และรายงานผลการดำเนินการของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ตามแบบ มคอ.5 และมคอ.6 ภายใน 30 วัน หลังสิ้นสุดภาคการศึกษาที่เปิดสอนให้ครบทุกรายวิชา	X	X	X	X	X
(5) จัดทำรายงานผลการดำเนินการของหลักสูตร ตามแบบ มคอ.7 ภายใน 60 วัน หลังสิ้นปีการศึกษา	X	X	X	X	X
(6) มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ ที่กำหนดใน มคอ.3 และ มคอ.4 (ถ้ามี) อย่างน้อยร้อยละ 25 ของรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละปีการศึกษา	X	X	X	X	X
(7) มีการพัฒนา/ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน กลยุทธ์การสอน หรือการประเมินผลการเรียนรู้ จากผลการประเมินการดำเนินงานที่รายงานใน มคอ.7 ปีที่แล้ว		X	X	X	X
(8) อาจารย์ใหม่ (ถ้ามี) ทุกคนได้รับการปฐมนิเทศ หรือ คำแนะนำด้านการจัดการเรียนการสอน	X	X	X	X	X
(9) อาจารย์ประจำทุกคนได้รับการพัฒนาทางวิชาการ และ/หรือวิชาชีพ อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง	X	X	X	X	X
(10) จำนวนบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน (ถ้ามี) ได้รับการพัฒนาวิชาการ และ/หรือวิชาชีพ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ต่อปี	X	X	X	X	X
(11) ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาปีสุดท้าย/มหาบัณฑิตใหม่ที่มีต่อคุณภาพหลักสูตร เฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5.0			X	X	X
(12) ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้มหาบัณฑิตที่มีต่อมหาบัณฑิตใหม่ เฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5.0				X	X

### หมวดที่ 8. การประเมินและปรับปรุงการดำเนินงานของหลักสูตร

<p><b>1.การประเมินประสิทธิผลของการสอน</b></p> <p><b>1.1. การประเมินกลยุทธ์การสอน</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การประชุมร่วมของอาจารย์ในสายวิชาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและขอคำแนะนำหรือข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่มีความรู้ในการใช้กลยุทธ์การสอน</li> <li>- การสอบถามจากนักศึกษา ถึงประสิทธิผลของการเรียนรู้จากวิธีการที่ใช้ โดยใช้แบบสอบถามหรือการสนทนากับกลุ่มนักศึกษา ระหว่างภาคการศึกษา โดยอาจารย์ผู้สอน</li> <li>- ประเมินจากการเรียนรู้ของนักศึกษา จากพฤติกรรมการแสดงออก การทำกิจกรรม และผลการสอบ</li> </ul> <p><b>1.2. การประเมินทักษะของอาจารย์ในการใช้แผนกลยุทธ์การสอน</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การประเมินการสอน โดยนักศึกษาทุกปลายภาคการศึกษา</li> <li>- การสังเกตการณ์ของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร/ประธานหลักสูตร และ/หรือทีมผู้สอน</li> </ul>
<p><b>2. การประเมินหลักสูตรในภาพรวม</b></p> <p>การประเมินหลักสูตรในภาพรวม โดยสำรวจข้อมูลจาก</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักศึกษาปีสุดท้าย / ศิษย์เก่า โดยทำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาต่อหลักสูตรที่ได้เรียน รวมถึงข้อเสนอแนะด้านต่างๆ ที่</li> </ul>

<p>สามารถนำมาใช้พัฒนาหลักสูตร/ปรับปรุงหลักสูตร</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้ว่าจ้าง ทำการประเมินจากผู้ใช้บัณฑิต เมื่อนักศึกษาได้เข้าทำงานในสถานประกอบการ หรือหน่วยงานต่างๆ ภายในเวลา 1 ปี</li> <li>- ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก รวมทั้งสำรวจสัมฤทธิ์ผลของบัณฑิต มีการส่งแบบสอบถามความคิดเห็น รวมทั้งเชิญผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องจากมหาวิทยาลัย และหน่วยงานอื่นมาให้ความเห็นเกี่ยวกับหลักสูตร และประเมินผลการดำเนินงานของหลักสูตร</li> </ul>
<p><b>3. การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร</b></p> <p>ประเมินคุณภาพการศึกษาประจำปี ตามตัวบ่งชี้ในหมวดที่ 7 ข้อ 7 โดยคณะกรรมการประเมินคุณภาพภายในที่ได้รับการแต่งตั้ง</p>
<p><b>4. การทบทวนผลการประเมินและวางแผนปรับปรุงหลักสูตร และแผนกลยุทธ์การสอน</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- รวบรวมข้อเสนอแนะ/ข้อมูล จากการประเมินจากนักศึกษา ผู้ใช้บัณฑิต ผู้ทรงคุณวุฒิ</li> <li>- วิเคราะห์ทบทวนข้อมูลข้างต้น โดยผู้รับผิดชอบหลักสูตร/ประธานหลักสูตร</li> <li>- เสนอการปรับปรุงหลักสูตรและแผนกลยุทธ์ (ถ้ามี)</li> </ul>

**ภาคผนวก ก. คำอธิบายรายวิชา**

**JEE 701      สัมมนาสำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต(เทคโนโลยีพลังงาน)      1 (0-3-3)**

**Seminar for Ph.D (Energy Technology)**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

วัตถุประสงค์หลักของวิชานี้ คือเพื่อเพิ่มความสามารถของนักเรียนในการแยกประเด็นหลัก จากเอกสารและรายงานทางวิชาการ รวมทั้งเพิ่มทักษะการเขียนรายงาน และการนำเสนอปากเปล่า นอกจากนี้ วิชานี้ยังมุ่งส่งเสริมให้เกิดการโต้ตอบ และเปลี่ยนความคิดและข้อมูล ระหว่างนักศึกษา นักวิจัย และอาจารย์

The principal objective is to enhance student's capabilities in extracting main points from technical papers and reports, as well as report writing skill and oral presentation. In addition, the course also aims to promote interactions among students, researchers and academic staff in the exchange of ideas and information.

**JEE 702      วิทยานิพนธ์สำหรับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน)**

**Dissertation for Ph.D (Energy Technology)**

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท

**42 (0-0-126)**

สำหรับผู้สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี

**50 (0-0-150)**

นักศึกษาเรียนรู้การออกแบบและพัฒนาโครงการวิจัย ภายใต้คำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ โครงการวิจัยนี้ต้องมีการริเริ่มที่นำไปสู่การค้นพบใหม่ ในหลักการความรู้ ในด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

Students are required to undertake design and development or research projects under the guidance of the supervisor and other members of the Thesis Advisory Committee. The project should indicate some initiatives, which may lead to new concept, approach or new findings in the fields of energy or environment.

**JEE 603      วิชาการศึกษาพิเศษ 1      3 (3-0-9)**

**Special Study I**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

ศึกษาวิชาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ ภายใต้คำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา โดยเรียนรายวิชานั้นเป็นภาษาอังกฤษ หรือภาษาไทยก็ได้ที่เปิดสอนในมหาวิทยาลัยร่วม หรือบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ รับรอง ในช่วงท้ายของภาคการศึกษา นักศึกษาต้องจัดเตรียมรายงานในหัวข้อดังกล่าวเป็นภาษาอังกฤษ และสอบปากเปล่าพร้อมตอบคำถามจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ หรือคณะกรรมการวิชาการศึกษาพิเศษที่ได้รับการแต่งตั้งจากบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ

Student taking the subject is required to attend a certain subject prescribed by his/her advisor. The subject may be offered in English or Thai in any accredited university or in any one of the collaborating universities. At the end of the course, the student needs to prepare the state-of-the-art report in English and have an oral examination with the Thesis Advisory Committee or a Special Study Committee appointed by JGSEE.

**JEE 604    วิชาการศึกษาพิเศษ 2**

**3 (0-0-9)**

**Special Study II**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

ศึกษาหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ ภายใต้คำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา หัวข้อการศึกษาดังกล่าว อาจเกี่ยวข้องกับการประมวลสถานการณ์ปัจจุบัน การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการสำรวจแบบลึกซึ้ง เพื่อให้สามารถทำให้กรอบของงานวิทยานิพนธ์ชัดเจนมากขึ้น ในช่วงท้ายของภาคการศึกษา นักศึกษาต้องจัดเตรียมรายงานในหัวข้อดังกล่าวเป็นภาษาอังกฤษ และสอบปากเปล่าพร้อมตอบคำถาม จากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ หรือคณะกรรมการวิชาการศึกษาพิเศษที่ได้รับการแต่งตั้งจากบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ

Student is required to make a study on a certain prescribed subject related to thesis topic under supervision of thesis advisor. The study may involve situation review, data collection and data analysis as well as critical survey in certain topics in order to provide clarity for thesis framework. At the end of the semester, student needs to prepare a report in English on the subject and attend an oral examination with the Thesis Advisory Committee or a Special Study Committee appointed by JGSEE.

**JEE 605    วิชาการศึกษาพิเศษ 3**

**3 (0-0-9)**

**Special Study III**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

วิเคราะห์ข้อมูล หรือทำงานทดลองที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ ภายใต้คำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล และทำการทดลองเพื่อช่วยเพิ่มความเข้าใจในงานวิทยานิพนธ์เพิ่มมากขึ้น ในช่วงท้ายของภาคการศึกษา นักศึกษาต้องจัดเตรียมรายงานในหัวข้อดังกล่าวเป็นภาษาอังกฤษ และสอบปากเปล่าพร้อมตอบคำถาม จากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ หรือคณะกรรมการวิชาการศึกษาพิเศษที่ได้รับการแต่งตั้งจากบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ

Student is required to make analysis or conduct experiments on certain approved task under supervision of thesis advisor. The objective is to upgrade the student's analytical or experimental skill in order to facilitate his/her thesis undertaking. Each project should be completed in one semester. At the end of the semester, student needs to prepare a report in English of the task and attend the oral examination evaluated by the Thesis Advisory Committee or a Special Study Committee appointed by JGSEE.

**JEE 606    เทคนิคเชิงคณิตศาสตร์**

**3 (3-0-9)**

**Mathematical Techniques**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ ระเบียบผลต่างสี่เหลี่ยมสำหรับปัญหาค่าเริ่มต้น ปัญหาค่าขอบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาฟอร์แทรน ระเบียบวิธีเชิงตัวเลขสำหรับสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย สมการอิลลิปติก สมการพาราโบลิก สมการไฮเปอร์โบลิก

เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด หลักการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ระเบียบวิธีตัวคูณลากรองจ์ โปรแกรมเชิงเส้น ระเบียบวิธีซิมเพล็กซ์ โปรแกรมไม่เชิงเส้น ระเบียบวิธีแบบชันขึ้น ระเบียบวิธีแบบชันลง ระเบียบวิธีเกรเดียนต์คู่สังยุค ระเบียบวิธีนิวตัน การสร้างเส้นโค้งที่เหมาะสม



Numerical methods for ordinary differential equations, finite difference methods of initial and boundary valued problems. FORTRAN computer programming. Numerical methods for partial differential equations. Elliptic equations, Parabolic Equations, Hyperbolic equations.

Optimization techniques: classical optimization techniques, Lagrange multiplier method, Linear programming, Simplex method, Nonlinear programming, steepest-ascent, steepest-descent method, Conjugate gradient method, Newton method. Curve Fitting.

JEE 607

**เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด**

3 (3-0-9)

**Optimization Techniques**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

แนะนำเกี่ยวกับเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด การกำหนดรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หลักการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฟังก์ชันตัวแปรเดียว การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฟังก์ชันหลายตัวแปรที่ปราศจากเงื่อนไขบังคับ การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของฟังก์ชันหลายตัวแปรพร้อมเงื่อนไขบังคับ ระเบียบวิธีตัวคูณลากรองจ์ โปรแกรมเชิงเส้น การแก้ระบบสมการเชิงเส้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาฟอร์แทรน ระเบียบวิธีซิมเพลกซ์ ระเบียบวิธีซิมเพลกซ์คู่เสมอ ระเบียบวิธีซิมเพลกซ์สองภาค โปรแกรมไม่เชิงเส้น การค้นหาค่าต่ำสุดตัวแปรเดียว การค้นหาค่าต่ำสุดแบบโกลเดน การค้นหาค่าต่ำสุดโดยการประมาณค่าช่วงพาราโบลา การค้นหาค่าต่ำสุดของหลายตัวแปร ระเบียบวิธีแบบชันลง ระเบียบวิธีเกรเดียนต์คู่สังยุค ระเบียบวิธีนิวตัน ระเบียบวิธีคูเหมือนแบบนิวตัน โปรแกรมเชิงเรขาคณิต โปรแกรมเชิงเรขาคณิตที่ปราศจากเงื่อนไขบังคับ โปรแกรมเชิงเรขาคณิตมีเงื่อนไขบังคับ

Introduction to optimization techniques, formulation of mathematical model, classical optimization, single-variable optimization, multivariable optimization with no constraints, multivariable optimization with constraints, Lagrange multiplier method. Linear programming, solution of system of linear simultaneous equation, FORTRAN computer programming, Simplex method, dual- simplex method, two phases of simplex method. Nonlinear Programming, one-dimensional minimum search, golden section search, parabolic interpolation, multi-dimension minimum search, steepest-descent methods, conjugate-gradient method, Newton's method, Quasi- Newton methods. Geometric programming, unconstrained minimization problem, constrained geometric programming problem.

JEE 608

**การวิเคราะห์พลศาสตร์ของไหล**

3 (3-0-9)

**Computational Fluid Dynamics**

วิชาบังคับก่อน: กระบวนวิธีเชิงตัวเลข (Numerical method) กลศาสตร์ของไหล (Fluid mechanics) วิชานี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาความรู้ในการแก้ปัญหาด้านพลศาสตร์ของไหล และการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยกระบวนวิธีเชิงตัวเลข หัวข้อบรรยายหลักในวิชานี้ประกอบด้วย หลักการพื้นฐานของพลศาสตร์ของไหล กระบวนวิธีเชิงตัวเลข (Numerical method) วิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ (Finite difference method) วิธีไฟไนต์วอลุ่ม (Finite volume method) และการแก้ปัญหาระบบสมการเชิงเส้น (Linear equation system) นักศึกษาจะได้ใช้ความรู้ข้างต้นเพื่อวิเคราะห์ปัญหาด้านพลศาสตร์ของไหล เช่น สมการคลื่น (Wave equation) สมการความร้อน (Heat equation) สมการลาปลาซ (Laplace's equation) สมการของบัลเกอร์ (Burger's equation) และรูปแบบสมการอย่างง่ายของนาเวียร์-สโต็ค (Navier-Stokes equation) ตอนท้ายของวิชานี้เป็นการแนะนำซอฟต์แวร์ประยุกต์สำหรับการวิเคราะห์พลศาสตร์ของไหล

The objective of this course is for students to develop a sound knowledge of how to solve fluid flow and heat transfer problems with the numerical methods. The course will present several important topics: the basic concept of fluid flow, introduction to numerical methods, finite difference methods, finite volume methods, and solution of linear equation system. The basic knowledge will be applied to typical Computational Fluid Dynamics problems, such as the wave equation, heat equation, Laplace's equation, Burgers' equation (inviscid/viscous), and simple form of the Navier-Stokes equation. Finally an introduction to the use of commercial software will be presented.

**Research Methodology**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

รายวิชานี้ครอบคลุมถึง คำแนะนำในการเข้าถึงข้อมูลที่ทันสมัย การจัดการและวิเคราะห์โครงการวิจัย ทฤษฎีและแนวทางการปฏิบัติเกี่ยวกับเทคนิคการทดลองต่างๆ ที่จำเป็นในการทำวิจัยทั้งการวิเคราะห์ในเชิงกายภาพและเคมี และจะไม่กล่าวถึงเทคนิคพิเศษที่ใช้ในงานวิจัยในแต่ละแขนงซึ่งจะแตกต่างกันไปสำหรับแต่ละคน โดยนักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้จากสายวิชาของตนและอาจารย์ที่ปรึกษา

Introduction to modern data acquisition. Research project management and analysis. Theories and practices of various experimental techniques necessary for research including physical and chemical methods of analysis. The course will not attempt to give the particular techniques needed in special subject areas because these techniques will be different for each student, and they will be given by the university departments and supervisors of students.

**Energy Economics**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

วิชานี้จะช่วยพัฒนาความเข้าใจและความสามารถในการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์พลังงาน การวางแผนด้านพลังงาน ซึ่งรวมถึงต้นทุนและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมการสอนในวิชานี้จะเริ่มจากพื้นฐานความเข้าใจในปัญหาทางเศรษฐศาสตร์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน เช่น เศรษฐศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงาน การวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพลังงาน เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม รวมถึงประเด็นปัญหาของนโยบายพลังงาน การใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจ และวางแผนนโยบายพลังงานและสิ่งแวดล้อม

This course aims to develop an understanding and practical analytical skills of energy economics and planning approaches taking into account the cost of environment impact. This course will provide fundamental concepts of economic issues and theories related to energy, such as economics of natural and energy resources, aggregate supply and demand analysis, and the interrelationship between energy, economics and the environment as well as some important issues in energy policy. This course will also demonstrate the use of economic tools for decision making in energy and environment planning and policy.

**Environmental and Energy Policy**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

การวิเคราะห์เหตุผลและการตัดสินใจด้านนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม และพลังงานเป็นกิจกรรมสำคัญในการเสนอทิศทางที่เหมาะสมสำหรับการขยายเศรษฐกิจ วัตถุประสงค์ของวิชานี้ จึงเน้นให้นักศึกษาค้นคว้า เข้าใจและมีทักษะการวิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อมและนโยบายด้านพลังงาน โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนา รวมทั้งเพิ่มทักษะที่จำเป็นในการวิเคราะห์และพัฒนานโยบายพลังงานของประเทศ วิชานี้เป็นการศึกษาพื้นฐานของการวิเคราะห์พลังงาน รวมถึงคำศัพท์, อนุสัญญาวิธีการและการวางแผนงานนโยบาย นอกจากนี้ยังครอบคลุมพลังงานร่วมสมัยและประเด็นนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงความมั่นคงด้านพลังงานภาวะโลกร้อน กฎระเบียบของอุตสาหกรรมพลังงาน การพัฒนาและวิจัยด้าน รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานเชิงพาณิชย์ วิชานี้ใช้ทั้งการบรรยายและสัมมนาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว

Rational analysis and decision making in environmental and energy policy are important activities in setting out appropriate direction for expanding the economy. The goal of this course is to familiarize students with issues of environmental and energy policies, particularly in developing countries, and to provide them necessary analytical skills in developing national energy policy. This course explores the fundamentals of energy analysis including

terminology, conventions, procedures and planning policy applications. It will also cover a number of contemporary energy and environmental policy issues, including energy security, global warming, regulations of energy industries, energy research and development, energy technology commercialization. A series of lectures and seminar will be used in meeting the above objectives.

**JEE 623**

**นโยบาย และเศรษฐศาสตร์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม**

**3 (3-0-9)**

**Energy and Environmental Economics and Policy**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

วัตถุประสงค์เพื่อให้ให้นักศึกษามีความเข้าใจในหลักการวิเคราะห์ และตัดสินใจ ประเด็นเชิงนโยบาย และเศรษฐศาสตร์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม บทบาทของพลังงานในการพัฒนาเศรษฐกิจและความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พลังงานและการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ การเปลี่ยนรูปของพลังงานฟอสซิล และภาคเศรษฐกิจ หลักการพื้นฐานของการจัดหาและความต้องการใช้พลังงาน กลไกของตลาด และทฤษฎีราคา ความขาดแคลนของแหล่งพลังงานฟอสซิล และความมั่นคงทางด้านพลังงานของประเทศ เครื่องมือเชิงนโยบาย เพื่อการใช้พลังงานและจัดสรรแหล่งพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ กรณีศึกษา หลักการพื้นฐานของแนวคิดเรื่องผลกระทบมูลค่าภายนอก (Externality) ทางด้านสิ่งแวดล้อม ความล้มเหลวของกลไกตลาด การวิเคราะห์ต้นทุนและประโยชน์ทางสังคม หลักการแนวคิดพื้นฐานของการป้องกันสิ่งแวดล้อม และเครื่องมือเชิงนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดหา และใช้พลังงาน การควบคุมและลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษาประเด็นร่วมสมัยทางด้านพลังงาน และสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาคและระดับระหว่างประเทศ การมีส่วนร่วมของภาคสังคมและข้อกังวลด้านสิ่งแวดล้อม ปัญหาฝนกรด ข้อตกลงมอลทรีออล อนุสัญญาว่าด้วยการแก้ไขปัญหามลพิษของสหประชาชาติ และพันธะเกียวโต

The objective of this course is to develop an understanding of rational analysis, as well as decision making in issues concerning energy and environmental economics and policy, taking into account the environmental impacts. Roles of energy in economic development and interrelationship between energy consumption and economic growth, physical aspects of energy transformation and economic sectors. Economic concepts of energy supply and demand: market mechanism and price theory, fossil energy resources' scarcity and national energy security, policy instruments for efficient energy uses and resource allocations, case studies. Concept of externality of environmental impacts, market failure, social cost and benefit analysis, concept of environmental protection and policy instruments related to energy supply and consumption, environmental pollution control and abatement, case studies. Contemporary issues of energy and environment at domestic, regional and international level: public participation and environmental concerns, acid rain, Montreal Protocol, UNFCCC and Kyoto Protocol.

**JEE 637**

**การใช้ประโยชน์แสงธรรมชาติ**

**3 (3-0-9)**

**Daylighting Applications**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

วิชานี้มีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษาได้เรียนรู้ธรรมชาติของแสงและของแสงธรรมชาติ วิธีคำนวณและวิธีการใช้งานแสงธรรมชาติ สาธารณวิธานครอบคลุมหัวข้อเรื่องธรรมชาติของแสง หน่วยของแสงและวิธีวัดแสง กลไกการมองเห็น ปริมาณแสงที่ต้องใช้ในกิจกรรมต่างๆ กลไกการส่งผ่านและการสะท้อนของแสงและวิธีคำนวณ ปริมาณแสงธรรมชาติในภูมิภาคต่างๆ แบบจำลองของแสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์และจากท้องฟ้า วิธีใช้งานแสงธรรมชาติ สมดุลย์การใช้แสงธรรมชาติและความร้อนจากรังสีอาทิตย์ ผลกระทบในเชิงเศรษฐศาสตร์จากการใช้แสงธรรมชาติ

This course aims to expose students to the nature of light and of daylight, methods of calculation and methods of daylighting. It covers the subject of the nature of light, units of light and their measurement, visual mechanism, requirements of lighting tasks, mechanisms of light transmission and reflection and calculation methods, daylight

availability at different geographical locations, models of daylight from the sun and daylight from the sky, daylighting methods, balance of daylight gain and heat gain, economic impact of daylighting

JEE 641

เทคโนโลยีเครื่องกำเนิดไอน้ำ และเตาเผา

3 (3-0-9)

### Steam Boiler and Furnace Technology

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

การผลิตไอน้ำและการออกแบบหม้อไอน้ำ รวมทั้งผิวนำความร้อน (evaporating heating surface), เครื่องคงไอ (superheater), reheater, แผงท่อรับความร้อน (economizer) และอุปกรณ์อุ่นอากาศ (air-heater) กลไกการเผาไหม้ในเตาเผาและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ การประเมินค่าการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ ( $\text{NO}_x$  และ  $\text{SO}_x$ ) จากหม้อไอน้ำ การถ่ายโอนความร้อนในพื้นที่ผิวนำความร้อน (convective heating surface) กระบวนการต่างๆ บนพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อนด้านที่สัมผัสกับก๊าซร้อน รูปแบบและการคำนวณความร้อนของหม้อไอน้ำ

Steam generation and steam boiler design, including evaporating heating surface, superheater, reheater, economizer and air-heater. Combustion mechanism in boiler furnaces and performance analysis. Estimation of  $\text{NO}_x$  and  $\text{SO}_x$  emission from boilers. Heat transfer in convective heating surfaces. Processes on the fireside of heating surface. Lay out and heat calculation of steam boiler.

JEE 642

เชื้อเพลิงและการเผาไหม้

3 (3-0-9)

### Fuels and Combustion

วิชาบังคับก่อน: อุณหพลศาสตร์

วัตถุประสงค์ของรายวิชาเพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจแก่นักศึกษา เกี่ยวกับหลักการพื้นฐานของกระบวนการเผาไหม้ การแบ่งประเภทของเชื้อเพลิง คุณสมบัติและลักษณะการเกิดปฏิกิริยาของเชื้อเพลิงก๊าซ เชื้อเพลิงเหลวและเชื้อเพลิงแข็ง ลักษณะของเปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ การคำนวณปริมาณสัมพัทธ์ อุณหพลศาสตร์ของการเผาไหม้ จลนศาสตร์ของการเผาไหม้ การสมดุลพลังงานและประสิทธิภาพของเตาเผา ภาพรวมของเทคโนโลยีการเผาไหม้ที่สำคัญสำหรับเชื้อเพลิงก๊าซ เชื้อเพลิงเหลวและเชื้อเพลิงแข็ง

The objective of the course is to provide the student with the basic concepts of combustion processes. Classification of fuels. Properties and characterization of gaseous, liquid and solid fuels. Characteristics of the combustion flame. Stoichiometry. Thermodynamics of combustion. Chemical kinetics of combustion. Energy balance and furnace efficiency. Overview on major combustion technologies for solid, liquid and gaseous fuels.

JEE 644

วิศวกรรมโรงไฟฟ้า

3 (3-0-9)

### Power Plant Engineering

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

วัตถุประสงค์ของวิชานี้ เพื่อให้ให้นักศึกษาได้เข้าใจถึงคุณลักษณะ และการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงไฟฟ้า การทำงานและประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าชนิดต่างๆ องค์ความรู้พื้นฐานของเชื้อเพลิง และขบวนการสันดาปการวิเคราะห์วงจรไอน้ำ และการผลิตไฟฟ้าขบวนการความร้อนร่วม เครื่องกำเนิดไอน้ำ กังหันไอน้ำ เครื่องควบแน่น น้ำป้อนและระบบไหลเวียนน้ำ โรงไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล กังหันก๊าซ การกักเก็บพลังงานการควบคุมการปลดปล่อยมลพิษ และการบำบัดก๊าซไอเสีย ตลอดจนการศึกษาและวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตไฟฟ้าชนิดต่างๆ

The aim of the course is to provide students an overview of various types of power plants and their components. Basic concepts for fuels and combustion processes, Analysis of steam cycles and combined cycle power generation, Steam generators and turbines, Condenser, feed water and circulating water systems, Diesel engine and gas turbine power plants, Energy storage, emission control and flue gas treatment. Economics of power generation.

<b>JEE 651</b>	<p><b>ชีวมวลเพื่อการผลิตความร้อนและไฟฟ้า</b></p> <p><b>Biomass for Heat and Power</b></p> <p>วิชาบังคับก่อน: ไม่มี</p> <p>คุณสมบัติของชีวมวลและศักยภาพเชิงปริมาณ ศักยภาพในการนำไปใช้เพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า คุณสมบัติด้านการเผาไหม้ ระบบผลิตพลังงานจากชีวมวลอันได้แก่ ระบบผลิตก๊าซเชื้อเพลิงและหม้อต้มไอน้ำ อุปกรณ์และกระบวนการสำหรับผลิตไฟฟ้า กระบวนการผลิตความร้อนและไฟฟ้าร่วม การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ การประเมินทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการชีวมวล การคำนวณมลพิษและระบบควบคุมการเกิดมลพิษ</p> <p>Biomass characteristics and availability. Potential for utilization in heat and power production. Combustion analysis. Gasifiers and boilers. Power generating equipment and processes. Cogeneration. Performance monitoring and analysis. Financial evaluation of biomass projects. Emission calculations and control methods.</p>	<b>3 (3-0-9)</b>
<b>JEE 652</b>	<p><b>เทคโนโลยีจากก๊าซธรรมชาติและการใช้ประโยชน์</b></p> <p><b>Natural Gas Utilization Technologies</b></p> <p>วิชาบังคับก่อน: ไม่มี</p> <p>จุดมุ่งหมายของวิชานี้คือ เพื่อให้ให้นักศึกษามีความเข้าใจ เกี่ยวกับเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากก๊าซธรรมชาติ รวมถึงเข้าใจคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติและปริมาณสำรองที่มีอยู่ของก๊าซธรรมชาติในปัจจุบัน นอกจากนี้เนื้อหาในวิชานี้ยังครอบคลุมถึงเทคโนโลยีการแปรสภาพ และการขนส่งก๊าซธรรมชาติ รวมถึงการใช้ประโยชน์จากก๊าซธรรมชาติในรูปแบบของก๊าซธรรมชาติเหลว และก๊าซธรรมชาติอัด ทั้งนี้เนื้อหาหลักของวิชานี้จะมุ่งเน้นถึงกระบวนการแปรสภาพก๊าซธรรมชาติที่สำคัญในปัจจุบัน อันได้แก่ กระบวนการรีฟอร์มมิ่ง กระบวนการเผาไหม้บางส่วน และกระบวนการผลิตไฮโดรเจนจากก๊าซธรรมชาติ นอกจากนี้ยังอธิบายถึงกระบวนการแปรสภาพก๊าซธรรมชาติอื่นๆที่น่าสนใจ และคาดว่าจะสามารถใช้ได้จริงในเชิงพาณิชย์ในอนาคต อันได้แก่ กระบวนการฟิชเชอร์-โทรป เพื่อผลิตน้ำมันสังเคราะห์ที่แอลกอฮอล์ กระบวนการผลิตแอมโมเนีย กระบวนการผลิตเมทานอล และกระบวนการผลิตไดเมทิลอีเทอร์ ในส่วนของการใช้ประโยชน์จากก๊าซธรรมชาติ นั้น จะกล่าวถึงการใช้ก๊าซธรรมชาติในการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้กังหันก๊าซและเซลล์เชื้อเพลิง ในส่วนสุดท้ายของวิชาจะเกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ก๊าซธรรมชาติ และการพิจารณาในแง่เศรษฐศาสตร์ของการใช้ก๊าซธรรมชาติ</p> <p>The objective of the course is to give students an understanding of the natural gas utilization technologies. Natural gas properties. Reserves and uses. Natural gas processes and transportation. Liquefied Natural Gas (LNG) and Compressed Natural Gas (CNG). Thermoacoustic liquefaction: methane reforming, partial oxidation, and hydrogen production. Fischer Tropsch process, Gas-to-Liquid plants, and direct conversion of natural gas. Ammonia, methanol, and dimethylether syntheses. Combustion fundamentals. Use of natural gas in reciprocal engines and as catalytic pollutant control. The application of gas in gas turbines and power plants as well as in fuel cells. Environmental and economic considerations, as well as life-cycle assessment.</p>	<b>3 (3-0-9)</b>
<b>JEE 653</b>	<p><b>พลังงานแสงอาทิตย์</b></p> <p><b>Solar Energy</b></p> <p>วิชาบังคับก่อน: การถ่ายเทความร้อน</p> <p>Prerequisite : Heat Transfer</p> <p>ในวิชานี้ นักศึกษาจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับรังสีอาทิตย์ (Solar radiation) การวัดและวิเคราะห์ข้อมูลความเข้มรังสีอาทิตย์ การส่งผ่านและการดูดกลืนรังสีอาทิตย์เมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลาง ทฤษฎีของตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (Flat plate collector) และแบบรวมแสง (Focusing collector) สมการของ Hottel-Whillier และการประยุกต์เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์</p>	<b>3 (3-0-9)</b>

Nature of solar radiation, measurement and interpretation of local solar radiation data, transmission through and absorption by partially transparent media. Selective surfaces. Theories of flat plate collectors and focusing collectors, Hottel-Whillier's equation and Applications

JEE 661

วิทยาศาสตร์ของชั้นบรรยากาศ

3 (3-0-9)

**Atmospheric Boundary Layer Science**

วิชาบังคับก่อน: Atmospheric Science

วัตถุประสงค์ของรายวิชานี้คือ เพื่อให้ให้นักศึกษามีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับกระบวนการต่างๆ ที่สำคัญในชั้นบรรยากาศขอบเขต ซึ่งครอบคลุม ความรู้พื้นฐานทั่วไปของชั้นบรรยากาศขอบเขต สมดุลของพลังงานและมวลสาร กระบวนการทางกายภาพต่างๆ การไหลปั่นป่วน ปฏิสัมพันธ์กับพื้นผิว การกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพ แง่มุมทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง และการตรวจวัดในชั้นบรรยากาศขอบเขต

This course aims to give students a basic understanding of important processes in the atmospheric boundary layer . General description of atmospheric boundary layer. Energy and mass balances. Physical processes. Turbulence. Surface interactions. Physical parameterizations. Related environmental aspects. Boundary layer measurements.

JEE 662

พลศาสตร์ของบรรยากาศ

3 (3-0-9)

**Atmospheric Dynamics**

วิชาบังคับก่อน: Atmospheric Science

วัตถุประสงค์ของรายวิชานี้คือ เพื่อให้ให้นักศึกษามีความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับพลศาสตร์ของบรรยากาศ โดยครอบคลุมหลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ ระบบพิกัดอ้างอิงทั่วไป สมการของมวลสารเชิงอนุพล/โมเมนตัม/ศาสตร์ ลม การเคลื่อนตัวแนวตั้ง การวิเคราะห์สเกล การหมุนเวียนบรรยากาศทั่วไป ระบบความดันบรรยากาศในบรรยากาศขอบเขต การไหลปั่นป่วน คลื่นสเกลซินนอพติก บรรยากาศแบบบาโรโทรพิกและแบบในบรรยากาศ กระบวนการเกิดเมฆคิวมูลัส วิธีคำนวณแบบไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ วิธีคำนวณแบบสเปคตรัล การพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข

This course gives students an introduction of atmospheric dynamics. Basic physical and mathematical concepts. Conventional coordinates. Mass, momentum, and thermodynamic equations. Winds. Vertical motions. Scale analysis. General circulation. Synoptic pressure systems. Barotropic and baroclinic atmospheres. Atmospheric boundary layer. Turbulence. Atmospheric waves. Cumulus convection. Finite difference method. Spectral method. Numerical weather prediction.

JEE 664

การจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านมลพิษอากาศ

3 (3-0-9)

**Air Pollution Modeling**

วิชาบังคับก่อน: Atmospheric Science

วัตถุประสงค์ของรายวิชานี้คือ เพื่อให้ให้นักศึกษาเข้าใจและประยุกต์หลักการพื้นฐานของการจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านมลพิษอากาศ ซึ่งครอบคลุม ลักษณะทั่วไปของปัญหามลพิษอากาศทั่วไปและปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน หลักการการจัดการคุณภาพอากาศ การปลดปล่อยสารมลพิษสู่อากาศและการจำลองการปลดปล่อย การเคลื่อนตัวและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของก๊าซและอนุภาคที่แขวนลอยในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ ชั้นบรรยากาศขอบเขตและการกำหนดค่าพารามิเตอร์ วิธีจำลองแบบอนุเลขและลากรางจ์ การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

The objective of the course is to enable students to understand and apply the fundamentals of air pollution modeling. General description of typical and contemporary air pollution problems. Air quality management principles. Emissions and their modeling. Transport and chemical transformation of atmospheric trace gases and aerosols in the troposphere. Atmospheric boundary layer and parameterization. Eulerian and Lagrangian modeling approaches. Basic related computer programming.

**Atmospheric Science****วิชาบังคับก่อน : เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษสิ่งแวดล้อม**

วิชานี้อธิบายเรื่องเคมีบรรยากาศ และฟิสิกส์บรรยากาศ ที่จำเป็นสำหรับการเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยสาร การเปลี่ยนแปลง และการเคลื่อนย้ายของมวล ในบรรยากาศ รวมถึงความรู้ด้าน โฟโตเคมีสตี จลนศาสตร์เคมี และกลไกของปฏิกิริยาที่เป็นเนื้อเดียวกันและเนื้อผสม ทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่สำคัญในบรรยากาศ นอกจากนี้ยังกล่าวถึงเทคนิคการตรวจวัดก๊าซและละอองลอยประเภทต่างๆ และเสนอพื้นฐานของการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ที่เกี่ยวข้องกับสภาพทางอุณหภูมิมหาสมุทร การกระจายของมลพิษ และการเคลื่อนย้ายระยะยาวของมลพิษ นอกจากนี้ ยังอธิบายเรื่องสมดุลรังสีในบรรยากาศ การระเหยถูกเห็บ/หิมะ/คายน้ำของพืช และการเกิดฝน-วิชานี้ยังให้ความรู้พื้นฐานของแบบจำลองกระบวนการในบรรยากาศ เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และสามารถพัฒนากลยุทธ์เพื่อใช้สำหรับควบคุมปัญหาในบรรยากาศ ในระดับเมือง ระดับภูมิภาค และระดับโลกได้

This course will describe the atmospheric chemistry and physics necessary to understand the relationships between emissions, atmospheric transformations and transport. It will present the photochemistry and chemical kinetics and mechanisms of homogeneous and heterogeneous organic and inorganic reactions of significance in the atmosphere. It will discuss measurement techniques for a variety of gaseous and aerosols. It will present the basics of atmospheric dynamics as it relates to meteorology, pollutant dispersion, and long-range transport of pollutants. It will also introduce the atmospheric radiative balance, the evapo-transpiration as well the precipitation. It will present a basic introduction to modeling of atmospheric processes for understanding and developing control strategies in urban, regional and global scale atmospheric problems.

**Environmental Pollution Control Technology****วิชาบังคับก่อน: ไม่มี**

วัตถุประสงค์ของวิชานี้ คือเพื่อให้ความรู้พื้นฐานแก่ผู้เรียน ในเรื่องปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม ในอากาศ น้ำ และดิน และการควบคุมมลพิษเหล่านี้ โดยวิชานี้ แนะนำให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการตรวจวัดทางด้านสิ่งแวดล้อม เทคนิคการวิเคราะห์ และวิธีประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม เนื้อหาในวิชาจะครอบคลุมไปถึง ความรู้พื้นฐานของมลพิษที่อยู่ในระบบน้ำ เส้นทางการเคลื่อนย้ายของมลพิษเหล่านี้ รวมทั้งความรู้พื้นฐานทางด้านการบำบัดน้ำและน้ำเสียทางด้านมลพิษทางอากาศ นักศึกษาจะได้เรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งกำเนิด เส้นทางการเคลื่อนย้ายของมลพิษทางอากาศ และความรู้พื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีที่ใช้ควบคุมมลพิษทางอากาศ เนื้อหาในวิชานี้ ยังครอบคลุมไปถึงเรื่องของเสียและของเสียอันตราย ปฏิสัมพันธ์ของของเสียและของเสียอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมส่วนอื่นๆ การจัดการควบคุมและการบำบัดของเสียเหล่านี้

The objective of this course is to provide a broad based introduction to aspects of environmental pollution and control in air, water and soil media. The course will introduce environmental monitoring and analysis techniques and environmental impact assessment. The course will include an introduction to pollutants present in aqueous systems, the fate and transport of these pollutants, and an introduction to water and waste water treatment processes. The course will include an introduction to the sources, fate and transport of air pollutants, and an introduction to air pollution control technology. It will also include an introduction to solid and hazardous wastes, their fate and interactions with other media, and handling, control and treatment technologies.

**Life Cycle Assessment**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

วัตถุประสงค์ของวิชานี้ คือเพื่อแนะนำนักเรียนให้รู้จักแนวคิดของการป้องกันมลพิษและระบบวัฏจักรชีวิต โดยจะเน้นในเรื่องการจัดการปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมอย่างมีระบบ และการใช้วิธีประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) เป็นเครื่องมือรายละเอียดของวิชา ได้แก่ ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ในสิ่งแวดล้อม : วัฏจักรชีวธรณีเคมีและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับโลก ภูมิภาค และท้องถิ่น การประเมินวัฏจักรชีวิต : ความรู้เบื้องต้น; วิธีการ, เป้าหมาย, ขอบเขต, การวิเคราะห์ปัญหาวัฏจักร, การประเมินผลกระทบ; ซอฟต์แวร์; การวิเคราะห์การปรับปรุง เช่น การระบุตำแหน่งที่มีความสำคัญทางสิ่งแวดล้อม (environmental hotspots) การใช้การประเมินวัฏจักรชีวิต สำหรับการจัดการของเสีย และระบบผลิตพลังงาน การออกแบบและการดูแลสินค้าเพื่อสิ่งแวดล้อม

The objective of this course is to introduce the students to the concept of pollution prevention and life cycle thinking. The systems approach to dealing with environmental pollution problems is highlighted and Life Cycle Assessment (LCA) is introduced as an assessment tool. The course details are as follows. Basics of environmental interactions: Biogeochemical cycles and environmental impacts – global, regional and local. LCA: Introduction; methodology – goal, scope, inventory analysis, impact assessment; software; improvement analysis, like identification of environmental "hotspots". Application of LCA to waste management and energy conversion systems. Product stewardship and design for environment.

**Waste Treatment Technology**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

วัตถุประสงค์ของวิชานี้คือ เพื่อแนะนำนักเรียนให้รู้จักเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดมลพิษ สำหรับน้ำเสีย ของเสีย และของเสียอันตราย ระบบบำบัดน้ำเสีย ทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ - ลักษณะ :: หน่วยบำบัดทางเคมีฟิสิกส์ การคัด - การผสม , ปริมาตร/การลดขนาด , การกรอง , กรองมาให้ตะกอนลอยการทำ , การตกตะกอน ,, การรวมตะกอนการดูด , การฆ่าเชื้อโรค , ซับ; ประเภทของถังปฏิกรณ์และการสร้างแบบจำลอง จลนศาสตร์ของถังปฏิกรณ์แบบถังเดียว และ - ) แบบถังกวนต่อเนื่อง(CSTR); กระบวนการทางชีวภาพ ระบบการเติบโตแบบแวนดอว , จลนศาสตร์ของจุลินทรีย์ - และแบบยึดติดแบบใช้อากาศ และแบบไม่ใช้อากาศ ระบบบำบัดขยะระบบการบำบัด , : การผลิตขยะและการจำแนกลักษณะ; การแยกขยะและการบำบัดเชิงกลชีวภาพเบื้องต้น-; การบำบัด การหมักฝัง , การนำกลับมาใช้ใหม่ - กลบ, การเผา การบำบัดขยะอันตราย การจำแนกลักษณะสมบัติของของเสียอันตราย : ยและกฎหมายในการประเ , การปรับเสถียรภาพ และการทำ , วิธีการทางชีววิทยา , วิธีการทางฟิสิกส์เคมี - วิธีการจัดการและการบำบัด , ความเสี่ยง บ่อฝังกลบอย่างปลอดภัย , การบำบัดด้วยความร้อน , ให้แข็งตัว; การฟื้นฟูพื้นที่ที่ปนเปื้อน

The objective of the course is to introduce students to pollution treatment technologies for wastewater, solid and hazardous waste. Wastewater treatment: Characterization – physical, chemical and biological; physicochemical unit operations – screening, filtration, size/volume reduction, mixing, sedimentation, flotation, flocculation, adsorption, disinfection; reactor types and modeling – batch and continuous stirring tank reactor (CSTR) kinetics; biological processes – microbial kinetics, suspended and attached growth systems, aerobic and anaerobic treatment systems. Solid waste treatment: Solid waste generation and characterization; waste separation and preliminary mechanical-biological treatment; waste treatment – recycling, landfill composting, incineration. Hazardous waste treatment: Characterization of hazardous wastes and legislation; risk assessment; processing and treatment methods – physicochemical, biological, stabilization and solidification, thermal treatment, secure landfilling; remediation of contaminated sites.



**Energy and Environment**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

การหมุนเวียนของพลังงานในโลก พลังงานชีวภาพ และระบบนิเวศน์ แหล่งของพลังงาน คุณสมบัติและปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตพลังงาน โดยมุ่งเน้นไปที่ระบบผลิตพลังงาน เช่น โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ และโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ โรงไฟฟ้าพลังงานร่วม และโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (ผลิตทั้งความร้อนและไฟฟ้า) เทคโนโลยีพลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน: การวิเคราะห์ราคาการประเมินการใช้พลังงานในอนาคต ผลประโยชน์ มลพิษความร้อน มลพิษทางอากาศ กัมมันตภาพรังสี ฯลฯ และการลดอัตราการเติบโตของการใช้พลังงานโดยการอนุรักษ์พลังงาน

Global energy flows. Biological energy and ecosystems. Sources of energy, their merits and environmental issues. Technologies of energy production with emphasis on power generation, such as steam turbine and gas turbine power plants, cogeneration of heat and power, nuclear power plants. Wind and solar energy technologies. Energy related environmental problems: cost-benefit analysis, thermal pollution, air pollution, radioactivity, etc. Projected energy use and growth reduction by conservation.

**GIS and Remote Sensing**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

วิชานี้อธิบายหลักการและนางานเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกลไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการและวางแผนทางสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังครอบคลุม หัวข้อเรื่องหลักการของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล ประกอบด้วยหลักการพื้นฐานของทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การแผ่รังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการมีปฏิสัมพันธ์ต่อสสารต่างๆ ลายเส้นเชิงคลื่น การรวบรวมข้อมูล และวิธีการประมวลผล ภาพดิจิทัล การจำแนกประเภทข้อมูล และการประเมินความถูกต้อง รวมทั้งศึกษาหัวข้อเรื่องเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย ลักษณะเฉพาะของฐานข้อมูลระบบสารสนเทศเชิงพื้นที่ หลักการแผนที่และโครงสร้างข้อมูล วิธีการบริหารข้อมูล การรวบรวม จัดการ และวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างแผนที่ การใช้งานเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกลเพื่อใช้ในการวางแผนและจัดการสิ่งแวดล้อม

This course describes the concepts and the applications of GIS and Remote Sensing as a tool in environmental management and planning. Principles of remote sensing. Physical background in electromagnetic wave theory. Propagation of electromagnetic radiation and its interaction with matter. Spectral signature, data acquisition, and digital image processing techniques. Image classification. Accuracy assessment. Geographic Information Systems (GIS). Characteristics of spatial information database. Mapping concepts and data structure. Data management techniques. Data acquisition, manipulation and analysis. Map output generation. Application of GIS and remote sensing in environmental management and planning.

วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับหลักสูตรนานาชาติ

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

รายวิชานี้จัดขึ้นเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ ที่จำเป็นสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาหลักสูตรนานาชาติด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี เนื้อหาวิชามุ่งเน้นการฝึกปฏิบัติทักษะการใช้ภาษาอังกฤษ เพื่อการสื่อสารตามความต้องการที่แท้จริงในหลักสูตรนานาชาติ ซึ่งรวมถึงการพูดและการฟัง การจดบันทึกการบรรยาย การ

อภิปรายในที่ประชุมหรือในกลุ่มย่อย การนำเสนอผลงานหรือรายงานด้วยปากเปล่า ตลอดจนการเขียนรายงานหรือบทความเชิงเทคนิค

This course aims to develop English Language skill necessary for use in international graduate programs. The course is designed for mature students in engineering and technology. It will be based on practical skills and focus on real language demands in studying in an international program, including: speaking and listening, lecture note taking, conference and group discussion, verbal report and presentation, report and technical paper writing.