

**หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต**  
**สาขาวิชาวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน (หลักสูตรนานาชาติ)**  
**หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2559**

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ และคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี

**หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

**1. รหัสและชื่อหลักสูตร**

1.1 รหัส : 2559001

1.2 ชื่อหลักสูตร (ภาษาไทย) : หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน (หลักสูตรนานาชาติ)

(ภาษาอังกฤษ) : Doctor of Philosophy Program in Nanoscience and Nanotechnology  
(International Program)

**2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา**

2.1 ชื่อเต็ม (ภาษาไทย) : ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน)  
(ภาษาอังกฤษ) : Doctor of Philosophy (Nanoscience and Nanotechnology)

2.2 ชื่อย่อ (ภาษาไทย) : ประ.ด. (วิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน)  
(ภาษาอังกฤษ) : Ph.D. (Nanoscience and Nanotechnology)

**1. วิชาเอก (ถ้ามี)**

ไม่มี

**4. จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร**

แบบ 1.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท 48 หน่วยกิต

แบบ 2.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท 48 หน่วยกิต

แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี 72 หน่วยกิต

**5. รูปแบบของหลักสูตร**

**5.1 รูปแบบ**

หลักสูตรระดับปริญญาเอก

**5.2 ภาษาที่ใช้**

หลักสูตรจัดการศึกษาเป็นภาษาอังกฤษ

### 5.3 การรับเข้าศึกษา

รับนักศึกษาไทยและนักศึกษาต่างประเทศที่สามารถพูด ฟัง อ่าน เขียน และเข้าใจภาษาอังกฤษ โดยนักศึกษาหลักสูตรระดับปริญญาเอกจะต้องมีผลคะแนนการสอบภาษาอังกฤษ เพื่อกำหนดการเรียน รายวิชาภาษาอังกฤษในหลักสูตร โดยนักศึกษามีทางเลือกในการใช้คะแนนสอบภาษาอังกฤษ ดังนี้

5.3.1 ใช้ผลคะแนนการสอบ Placement Test ภาษาอังกฤษตอนต้นภาคการศึกษา

5.3.2 ใช้ผลการสอบ TETET (Test of English for Thai Technician and Engineering) ของ คณะศิลปศาสตร์

5.3.3 ใช้คะแนนสอบ TOEFL หรือ IELTS

ทั้งนี้ มหาวิทยาลัยอาจมีการเปลี่ยนแปลงการทดสอบภาษาอังกฤษเพื่อให้ทันสมัยและเหมาะสม ซึ่งนักศึกษาต้องปฏิบัติตามระเบียบที่มีการเปลี่ยนแปลง

### 5.4 ความร่วมมือกับสถาบันอื่น

เป็นหลักสูตรของสถาบัน โดยเฉพาะ

### 5.5 การให้ปริญญาแก่ผู้สำเร็จการศึกษา

ให้ปริญญาเพียงสาขาวิชาเดียว

## 6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2559 เริ่มใช้กับนักศึกษา ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2559 (สิงหาคม 2559)

ได้พิจารณากลับกรองโดยสภาวิชาการ ในการประชุมครั้งที่ 3/2559

เมื่อวันที่ 14 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2559

ได้รับอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตรจากสภามหาวิทยาลัยฯ ในการประชุมครั้งที่ 201

เมื่อวันที่ 11 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2559

## 7. ความพร้อมในการเผยแพร่หลักสูตรที่มีคุณภาพและมาตรฐาน

หลักสูตรมีความพร้อมเผยแพร่คุณภาพและมาตรฐานตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา แห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2561

## 8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา

- (1) นักวิจัย/อาจารย์/นักวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และ/หรือเทคโนโลยีนาโน
- (2) นักพัฒนาเทคโนโลยีนาโน
- (3) ที่ปรึกษาโครงการด้านวิทยาศาสตร์และ/หรือเทคโนโลยีนาโน
- (4) นักวิเคราะห์โครงการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และ/หรือเทคโนโลยีนาโน
- (5) วิศวกรด้านการขาย การบริการและเทคนิค ในธุรกิจด้านเทคโนโลยีนาโน

## 9. ชื่อ สกุล ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิการศึกษา (สาขาวิชา)	สถาบันที่สำเร็จการศึกษา, ประเทศที่สำเร็จ การศึกษา (ปีที่สำเร็จการศึกษา)
1.	รศ.ดร. วีระศักดิ์ สุระเรืองชัย	Ph.D. (Electroanalysis) วท.ม. (เทคโนโลยีชีวภาพ) วท.บ. (เคมีชีววิทยา)	Cranfield University, U.K. (1996) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ประเทศไทย (2530) มหาวิทยาลัยศิลปากร, ประเทศไทย (2526)
2.	ดร.ฉวีวรา ตาลชัย	Ph.D. (Nutritional and Metabolic Biology) M.S. (Genomics & Computational Biology) B.A. (Biology)	Columbia University, U.S.A. (2010) University of Pennsylvania, U.S.A. (2005) Wesleyan University, Middle Town, U.S.A. (2002)
3.	ดร.ชาญ ลอวารเกียรติ	Ph.D. (Physics) วท.บ. (ฟิสิกส์)	University of Colorado, U.S.A. (2011) มหาวิทยาลัยมหิดล, ประเทศไทย (2549)

## 10. สถานที่จัดการเรียนการสอน

คณะวิทยาศาสตร์ คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี และสถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงาน  
ต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

## 11. สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนหลักสูตร

### 11.1 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

ในช่วงปลายศตวรรษที่ 20 และต้นศตวรรษที่ 21 ความก้าวหน้าด้านงานวิจัย พัฒนาและเทคโนโลยี  
ด้านเทคโนโลยีนาโนที่เป็นวิทยาการมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เทคโนโลยีนาโนเป็นหนึ่งในสี่สาขา  
เทคโนโลยีที่อุบัติใหม่ที่จะปฏิวัติวงการอุตสาหกรรมโลกภายในปี 2020 ร่วมกับ เทคโนโลยีชีวภาพ  
เทคโนโลยีวัสดุ และเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งจะเห็นได้จากการพบเทคโนโลยีนาโนและวัสดุนาโนได้ตาม  
ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างเช่น เครื่องสำอาง เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม เครื่องใช้ใน  
ครัวเรือน คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ปูนซีเมนต์ สีทาบ้าน วัสดุเคลือบหรือ  
ฟิล์ม ยางรถยนต์ เซนเซอร์ตรวจวัดทางการแพทย์ เป็นต้น ทั้งนี้วัสดุนาโนได้รับความสนใจ  
เนื่องจาก มีพื้นที่ผิวสูง ขนาดที่เล็ก น้ำหนักเบา ส่งผ่านสัญญาณไฟฟ้าได้ความเร็วสูง ทนต่อสภาวะแวดล้อม  
ที่เป็นข้อจำกัดของเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และต้นทุนในการผลิตต่ำเมื่อผลิตในระดับอุตสาหกรรม  
ประชากรทั่วโลกโดยเฉพาะทางโลกตะวันตกได้ให้ความสนใจมากเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีนาโนมา  
ประยุกต์ใช้ทางด้านสภาวะแวดล้อม (Environment) และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Life Sciences) เพื่อการมีชีวิตร  
ที่ยืนยาว มีสุขภาพพลานามัยสมบูรณ์ และอาศัยอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ดี ด้วยความสำคัญของเทคโนโลยี

นาโนทำให้เกิดสาขาย่อยของเทคโนโลยีนาโนขึ้นหลากหลายสาขาเพื่อสร้างองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ ในด้านต่างๆ เช่น วัสดุนาโน (Nanomaterials) นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nanoelectronics) เทคโนโลยีชีวภาพระดับนาโน (Nanobiotechnology) เทคโนโลยีการแพทย์ระดับนาโน (Nanomedicine) และอุปกรณ์ระดับ นาโน (Nanodevices) เป็นต้น

จากสถานการณ์ข้างต้นจะพบว่าเทคโนโลยีนาโนเป็นศาสตร์ที่มีผลกระทบสูงต่อการพัฒนาด้านเศรษฐกิจของประเทศไทยและโลกในอนาคตเพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ด้วยความสำคัญนี้เทคโนโลยีนาโนจึงถูกกล่าวถึง ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555 - 2559) ด้านความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม และมีการจัดทำกรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีนาโนของประเทศไทย (พ.ศ. 2555 - 2564) ขึ้นมาเพื่อสร้างบุคลากรผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีนาโนเป็นจำนวนมาก (2.5 คน : 10000 คน) ดังนั้นการสร้างบุคลากรที่มีทั้งองค์ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางด้านพหุวิทยาการ ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับสาขาอื่นๆ ได้แก่ เทคโนโลยี นาโน วิทยาศาสตร์ประยุกต์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิศวกรรมศาสตร์ และการแพทย์ ในการวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูล สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมทั้งองค์ความรู้ ผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การเปิดการเรียนการสอนในหลักสูตรด้านเทคโนโลยีนาโนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อรองรับพัฒนาการต่าง ๆ ขององค์ความรู้ที่เป็นที่ต้องการของโลกในอนาคตและเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของประเทศไทย

### 11.2 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม

เนื่องด้วยองค์ความรู้และบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีนาโนในประเทศไทยยังคงขาดแคลน และเป็นที่ต้องการของหน่วยงานต่าง ๆ เช่น สถาบันการศึกษา สถาบันการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม การแพทย์ และเกษตรกรรม รวมถึงอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมสี อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมการผลิตยา อุตสาหกรรมทางเทคโนโลยีชีวภาพและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ส่งผลให้เกิดช่องว่างทางด้านเทคโนโลยี ความรู้ และการวิจัยพัฒนา ที่ยังคงไม่สามารถสร้างสรรค์ผลงานที่มาใช้งานได้ จึงยังคงต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศเป็นหลัก ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่ากรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีนาโนของประเทศไทย (พ.ศ. 2555 - 2564) ต้องการเร่งสร้างบุคลากรผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีนาโนเป็นจำนวนมาก (2.5 คน : 10000 คน) และมีบุคลากรด้านเทคโนโลยีนาโนในภาคเอกชนร้อยละ 50 ภายในปีอีก 10 ปีข้างหน้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีความพร้อมและความเข้มแข็งทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และด้านเทคโนโลยีชีวภาพ มีคณาจารย์ที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีนาโน ที่สามารถทำงานแบบพหุสาขาวิชา (Multidisciplinary) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของศาสตร์ด้านเทคโนโลยีนาโนต่อการพัฒนาประเทศในสังคมโลกยุคปัจจุบันและอนาคต จึงได้สร้างหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน โดยมีปรัชญาของหลักสูตรเพื่อผลิตบุคลากรด้านเทคโนโลยีนาโนที่สามารถบูรณาการหลักการทางเทคโนโลยีนาโน

วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และ/หรือการแพทย์ โดยมีเป้าหมายทางด้านสังคมเพื่อ การมีสุขภาพพลานามัยสมบูรณ์ การมีชีวิตที่ยืนยาว การมีความเข้าใจต่อสินค้านาโนที่มีมาตรฐานความปลอดภัย และการอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ดี และเพื่อการผลิตนักวิจัยสาขาเทคโนโลยีนาโนที่มีความรู้ และความเชี่ยวชาญในเชิงลึกขั้นสูงทันต่อความต้องการของประเทศ

## 12. ผลกระทบจาก ข้อ 11.1 และ 11.2 ต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

### 12.1 การพัฒนาหลักสูตร

การพัฒนาหรือสร้างหลักสูตรในเชิงรุกที่มีศักยภาพและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามวิวัฒนาการของ เทคโนโลยีในปัจจุบัน โดยเฉพาะเทคโนโลยีนาโนมีความจำเป็นอย่างยิ่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตระหนักถึงความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องผลิตและพัฒนาบุคลากรที่มีทักษะและความชำนาญทางด้านเทคโนโลยีนาโน จึงมีความประสงค์ที่จะผลิตและพัฒนาบุคลากรทางด้านนี้โดยผ่านหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน หลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรระยะเวลา 3 ปีสำหรับนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท และ 5 ปี สำหรับนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี นับเป็นหลักสูตรที่จะตอบสนองความต้องการเร่งด่วนของประเทศไทย และของนานาชาติ ประเทศ ในการนำความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีนาโน วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ผสมผสานกับทางชีววิทยา เพื่อแก้ปัญหาที่ต้องการแก้ไขทางการแพทย์ เกษตรกรรม อาหาร สิ่งแวดล้อม และด้านอื่นๆ ที่เป็นที่ต้องการอย่างเร่งด่วน และใช้เป็นเครื่องมือในกลยุทธ์ของการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ยั่งยืน ส่งผลให้มีความสามารถแข่งขันทางเศรษฐกิจกับนานาชาติได้

### 12.2 ความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

การพัฒนาหลักสูตรได้สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยที่เน้นการเป็นสถาบันการเรียนรู้ พลวัตระดับแนวหน้าในการผลิตบัณฑิตและพัฒนาบุคลากรที่มีมาตรฐานคุณภาพการอุดมศึกษา และการสร้างความเป็นเลิศในการประยุกต์เทคโนโลยี และพัฒนานวัตกรรม อีกทั้งยังเป็นภาระหนึ่งของพันธกิจของมหาวิทยาลัยที่มีไว้ดังนี้

- ผลิตบัณฑิตและพัฒนาบุคลากรทางด้านเทคโนโลยีนาโนเพื่อศึกษาวิจัยและพัฒนาความรู้และนวัตกรรมแบบพหุสาขาวิชา (Multidisciplinary) ได้แก่ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิศวกรรม และการแพทย์
- ผลิตบัณฑิตและพัฒนาบุคลากรที่เป็นคนเก่ง คนดี และมีความสุข ใฝ่รู้ และเรียนรู้วิธีการแสวงหาความรู้ เป็นผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- บริการวิชาการแก่สังคม
- เพิ่มขีดความสามารถของระบบและกลไกการประกันคุณภาพและการจัดการความรู้ ทำนุบำรุง ศิลปวัฒนธรรม

13. ความสัมพันธ์ (ถ้ามี) กับหลักสูตรอื่นที่เปิดสอนในคณะ/ภาควิชาอื่นของสถาบัน (เช่น รายวิชาที่เปิดสอนเพื่อให้บริการคณะ/ภาควิชาอื่น หรือต้องเรียนจากคณะ/ภาควิชาอื่น)

13.1 กลุ่มวิชา/รายวิชาในหลักสูตรนี้ที่เปิดสอนโดยคณะ/ภาควิชา/หลักสูตรอื่น

หมวดวิชาเลือก

1. Bioscience
2. Biotechnology and Biomedicine
3. Physics & Materials Science
4. Chemistry
5. Environmental Technology and Management
6. Chemical Engineering

13.2 กลุ่มวิชา/รายวิชาในหลักสูตรที่เปิดสอนให้ภาควิชา/หลักสูตรอื่นต้องมาเรียน  
ไม่มี

13.3 การบริหารจัดการ

คณะวิทยาศาสตร์และคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ดำเนินการโดยการบริหารร่วมกันทางด้านการบริหารจัดการ การจัดการเรียนการสอน บุคลากร กรรมการหลักสูตรผลงานทางวิชาการและพื้นที่การเรียนการสอน ซึ่งมีประธานหลักสูตรเป็นผู้รับผิดชอบหลักโดยทำงานประสานกับคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และคณบดีคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี การดำเนินงานด้านวิชาการอยู่ภายใต้ระเบียบกฎเกณฑ์ของมหาวิทยาลัย

## หมวดที่ 2 ข้อมูลเฉพาะของหลักสูตร

### 1. ปรัชญา ความสำคัญ วัตถุประสงค์ของหลักสูตร และผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร

#### 1.1 ปรัชญา

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน เป็นหลักสูตรที่เป็น การประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์จากหลากหลายสาขาวิชาทั้งวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์ประยุกต์เพื่อ สร้างนวัตกรรมและองค์ความรู้ในระดับนาโน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหลักสูตร ปรัชญาดุษฎีบัณฑิตจะเน้น สร้างบัณฑิตที่มีทักษะเชิงปฏิบัติการ ทักษะเชิงวิเคราะห์ และทักษะเชิงสังเคราะห์ทั้งในกลุ่มวิจัยหรือด้วย ตนเอง

#### 1.2 ความสำคัญและเหตุผลที่ขอเปิดหลักสูตร

อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ และนักวิทยาศาสตร์ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีนาโนมีบทบาทโดยตรง ต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยีขั้นสูงในปัจจุบันอันเป็นรากฐานสำคัญต่อการขับเคลื่อนประเทศใน การสร้างความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่จำเป็นต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมใน โลกยุคปัจจุบันและอนาคต ลดการพึ่งพามูลค่าการและนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ เทคโนโลยีนาโน ถูกกล่าวถึงในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555 - 2559) ด้านความก้าวหน้าทาง เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม อย่างไรก็ตาม องค์ความรู้และบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีนาโนในประเทศไทยยังคงขาดแคลน และเป็นที่ต้องการของหน่วยงาน ต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า กรอบนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีนาโนของ ประเทศไทย (พ.ศ. 2555 - 2564) ต้องการเร่งสร้างบุคลากรผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีนาโนเป็นจำนวนมาก (2.5 คน : 10000 คน) และมีบุคลากรด้านเทคโนโลยีนาโนในภาคเอกชนร้อยละ 50 ภายในปีอีก 10 ปีข้างหน้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) มีหน่วยงานที่มีความพร้อมและความเข้มแข็ง ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และด้านเทคโนโลยีชีวภาพ มีคณาจารย์ที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญ ด้านเทคโนโลยีนาโน ที่สามารถทำงานแบบพหุสาขา (Multidisciplinary) จึงได้สร้างหลักสูตรปรัชญาดุษฎี บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน (Nanoscience and Nanotechnology) หลักสูตรเน้น ผลิตนักวิชาการและนักวิชาชีพชั้นสูงที่สามารถสร้างงานวิจัยที่ก่อให้เกิดความรู้ใหม่หรือความก้าวหน้าทาง วิชาการและวิชาชีพ โดยบูรณาการเทคโนโลยีนาโนกับความรู้ทางด้านวัสดุศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม ชีวภาพ วิศวกรรม เคมีโมเลกุล เซนเซอร์ และการแพทย์ ทั้งนี้ การพัฒนาการเรียนการสอนในรูปแบบนี้จะทำ ให้มีบุคลากรที่มีความรู้ทั้งทางภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ที่สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่ และสร้างนวัตกรรมทางด้านเทคโนโลยีนาโนเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการนำเทคโนโลยีนาโนมาใช้ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต สังคม และเศรษฐกิจของประเทศไทยในอนาคต

นอกจากความสามารถด้านวิชาการ การจัดการเรียนการสอนและการวิจัยของหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน เน้นการผลิตบัณฑิตที่มีคุณลักษณะบัณฑิตดังต่อไปนี้

- 1.1 รู้วิธีการเรียนรู้ (Know How to Learn) และมีทักษะด้านการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Learning Competency) จากการเรียนการสอนและการวิจัยแบบ Problem-Based Learning (PBL)
- 1.2 มีความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) และคิดเป็นระบบ (System Thinking) และสามารถบูรณาการ (Integrate) ความรู้จากวิทยาการหลายสาขาวิชา
- 1.3 มีทักษะด้านภาษาอังกฤษที่ดี ในการนำเสนอผลงานทั้งด้านการเขียน การอ่าน การฟัง และการพูด
- 1.4 มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม และหรือวัฒนธรรมต่างๆ รวมทั้งวิทยาการหลายสาขาเพื่อการทำงานเป็นทีม

นักศึกษาจะเลือกทำวิจัยในหัวข้อที่ตนสนใจ โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาคอยให้คำแนะนำและมีคณาจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญจากคณะอื่นๆ ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และจากผู้เชี่ยวชาญภายนอกในศาสตร์สาขาต่างๆ โดยแบ่งหลักสูตรการศึกษาเป็น 3 แบบ ดังนี้

แบบ 1.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท 48 หน่วยกิต

แบบ 2.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท 48 หน่วยกิต

แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี 72 หน่วยกิต

### 1.3 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

- 1.3.1 เพื่อผลิตนักวิชาการและนักวิชาชีพขั้นสูงระดับปริญญาเอกที่มีทักษะเชิงปฏิบัติการ ทักษะเชิงวิเคราะห์ ทักษะเชิงสังเคราะห์และสามารถพัฒนานวัตกรรมทางด้านเทคโนโลยีนาโนที่เป็นพหุสาขาวิชา (Multidisciplinary)
- 1.3.2 เพื่อสนับสนุนการผลิตงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรมด้านเทคโนโลยีนาโนที่มีคุณภาพมาตรฐาน สอดคล้อง และตรงตามความต้องการอย่างเร่งด่วนของประเทศ และระดับสากล
- 1.3.3 เพื่อสร้างความร่วมมือทางด้านวิชาการในด้านการวิจัยองค์ความรู้ใหม่ที่เป็นพื้นฐานต่อการพัฒนากับหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกประเทศ
- 1.3.4 เพื่อผลิตนักวิชาการและนักวิชาชีพขั้นสูงระดับปริญญาเอกที่มีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ



#### 1.4 ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร

**PLO 1: ผู้ปฏิบัติงานสามารถประยุกต์ใช้ศาสตร์ด้านนาโนเทคโนโลยี ทำงานวิจัยสร้างองค์ความรู้ใหม่และสร้างนวัตกรรมแห่งอนาคตให้กับอุตสาหกรรมของประเทศ**

- SubPLO 1.1: สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นลักษณะเฉพาะของเทคโนโลยีนาโน
- SubPLO 1.2: สามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ อาทิ ฐานข้อมูล website ห้องสมุดอย่างมีวิจารณญาณ
- SubPLO 1.3: แสดงความสามารถในการทำวิจัย ได้แก่ การหาข้อมูล วางแผน ทำการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง
- SubPLO 1.4: สามารถเลือกใช้เครื่องมือพื้นฐานทางด้านนาโนเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
- SubPLO 1.5: สามารถนำเสนอผลงานทางวิชาการผ่านการนำเสนอปากเปล่าหรือผ่านรายงานโดยใช้ภาษาสากล
- SubPLO 1.6: สามารถเขียนข้อเสนอโครงการทุนวิจัย
- SubPLO 1.7: สามารถวิพากษ์บทความทางวิชาการในฐานะผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้พิจารณาตรวจสอบ (Peer Reviewer)
- SubPLO 1.8: มีทัศนคติที่ดีต่อการทำงานวิจัยผลกระทบสูง (high-impact research) ทางด้านนาโน

**PLO 2: ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ จากหลากหลายสาขาหรือต่างวัฒนธรรม เพื่อให้เกิดการบูรณาการความรู้**

- SubPLO 2.1: สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นที่มาจากต่างสาขา ต่างเชื้อชาติและต่างวัฒนธรรม
- SubPLO 2.2: สามารถเชื่อมโยงความรู้ความเชี่ยวชาญของตนเองกับศาสตร์แขนงอื่น เพื่อให้เกิดการบูรณาการความรู้
- SubPLO 2.3: มีทัศนคติที่ดี พร้อมที่จะเรียนรู้ต่อศาสตร์อื่นๆ ที่ไม่ใช่ศาสตร์ของตน
- SubPLO 2.4: มีความกระตือรือร้นที่จะมีความร่วมมือกับต่างประเทศ หรือไปศึกษาวิจัยร่วม ณ ต่างประเทศ หรือเข้าร่วมงานประชุมวิชาการ ณ ต่างประเทศ

**PLO 3: ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำความรู้ทางด้านการสร้าง (fabrication) การวิเคราะห์ (characterization) และการจัดเรียงตัว (self assembly) ระดับนาโน เพื่อประยุกต์ในงานด้านไบโอเซนเซอร์ พลังงาน หรือวัสดุทางการแพทย์**

- SubPLO 3.1: สามารถอธิบายความรู้ในการสร้าง วิเคราะห์ และจัดเรียงตัวในระดับนาโน
- SubPLO 3.2: ออกแบบ สร้าง และพัฒนา ผลงาน/อุปกรณ์ที่ใช้ในงานด้านไบโอเซนเซอร์พลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุทางการแพทย์
- SubPLO 3.3: มีความกระตือรือร้นในการติดตามความก้าวหน้าของสาขาวิชา และสามารถพัฒนาผลงานอุปกรณ์ให้มีความเท่าทันกับเทคโนโลยีปัจจุบัน

SubPLO 3.4: มีความสามารถและความคิดสร้างสรรค์ในการประยุกต์ผลงาน/อุปกรณ์ที่ใช้ในงานด้านไบโอเซนเซอร์พลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุทางการแพทย์ ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาในเชิงงานวิจัยวิชาการหรือร่วมกับภาคอุตสาหกรรม

**PLO 4: คชปฏิบัติที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม มีจริยธรรมในวิชาชีพและการทำงาน ตรงต่อเวลา ซื่อสัตย์ต่อการรายงานผลการทดลอง และมีความเป็นผู้นำ**

SubPLO 4.1: อภิปรายและแยกแยะผลิตภัณฑ์ที่ใช้หลักศาสตร์นาโนเทคโนโลยีอย่างแท้จริง

SubPLO 4.2: รายงานผลการทดลองที่ได้ตามความเป็นจริง

SubPLO 4.3: ประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการใช้เทคโนโลยีนาโน

SubPLO 4.4: แสดงความอดสาหะในทั้งกระบวนการวิจัย

SubPLO 4.5: สามารถเป็นหัวหน้าโครงการวิจัยและชี้นำแนวทางการวิจัยต่อผู้ร่วมโครงการได้

SubPLO 4.6: สามารถถ่ายทอดความรู้ความเชี่ยวชาญแก่นักศึกษารุ่นน้องได้

## 2. แผนพัฒนาปรับปรุง

แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
ทำให้หลักสูตรเป็นหลักสูตรทางด้านวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโนชั้นนำของภูมิภาค	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทำงานวิจัยที่มีผลกระทบสูง</li> <li>- พัฒนาเทคโนโลยีจากความรู้ความชำนาญจากงานวิจัย</li> <li>- พัฒนาความแข็งแกร่งของบุคลากรในหลักสูตร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีผลงานตีพิมพ์ในวารสารชั้นนำของแต่ละสาขา</li> <li>- ผลงานทุกเรื่องตีพิมพ์อยู่ในฐานข้อมูล Web of Science</li> <li>- มีผลงานนวัตกรรมที่เกิดจากการนำความรู้ความเชี่ยวชาญมาพัฒนา</li> <li>- มีบุคลากรและนักศึกษาทั้งไทยและต่างชาติที่มีความเชี่ยวชาญในด้านวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน</li> </ul>
สร้างหลักสูตรให้สามารถเสริมสร้างทักษะตามคุณลักษณะบัณฑิตที่กำหนด	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พัฒนานักศึกษาให้มีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง</li> <li>- พัฒนานักศึกษาให้มีจิตวิญญาณความเป็นนักวิจัย</li> <li>- พัฒนานักศึกษาให้มีความคิดสร้างสรรค์ต่อยอดผลงานวิจัยของตน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คชปฏิบัติสามารถดำเนินงานวิจัยด้วยตนเองอย่างอิสระ</li> <li>- คชปฏิบัติมีความกระตือรือร้นที่จะสืบหาข้อมูลเชิงวิชาการให้ทันต่อความก้าวหน้าในสาขาวิชา</li> </ul>

แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
พัฒนาบุคลากร ให้มีประสบการณ์จากการนำความรู้ทางนาโนศาสตร์และเทคโนโลยีไปปฏิบัติงานจริง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีวิจัยร่วมกับภาคอุตสาหกรรม</li> <li>- ส่งเสริมอบรมให้อาจารย์และบัณฑิตมีความสามารถพัฒนาเทคโนโลยี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- หลักสูตร มีความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม</li> <li>- มีการจัดสิทธิบัตร</li> </ul>
พัฒนาหลักสูตรให้มีความเป็นนานาชาติ และขยายเครือข่ายความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยต่างประเทศและสถาบันวิจัยระดับนานาชาติ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งนักศึกษาหรืออาจารย์ เพื่อไปลงเรียนรายวิชาหรือทำงานวิจัย ณ ต่างประเทศ โดยใช้เครือข่ายเดิมกับต่างประเทศที่มีอยู่ อาทิ กับ University of Massachusetts,Rice University หรือ University of Kyoto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีอัตราส่วนนักศึกษาไทยต่อต่างชาติ 1 : 1</li> <li>- มีอาจารย์หรือนักวิจัยชาวต่างชาติ</li> </ul>

### หมวดที่ 3 ระบบการจัดการศึกษา การดำเนินการ และโครงสร้างของหลักสูตร

#### 1. ระบบการจัดการศึกษา

##### 1.1 ระบบ

ระบบการจัดการศึกษาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรเป็นระบบทวิภาค

##### 1.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

ไม่มี

##### 1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

ไม่มี

#### 2. การดำเนินการหลักสูตร

##### 2.1 วัน-เวลาในการดำเนินการเรียนการสอน

วัน – เวลาราชการปกติ

##### 2.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

- เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือเทียบเท่า
  - เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ที่มีผลการเรียนดี
- ⇒ “ดี” หมายถึง เกรดเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า 3.25

##### 2.3 ปัญหาของนักศึกษาแรกเข้า

- นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่อยู่ในกลุ่มสาขาโน ชาติทักษะและความรู้พื้นฐานด้านระบบทางเทคโนโลยีนาโน
- นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีขาดทักษะในการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning/Research Based Learning/Project Based Learning
- นักศึกษาขาดทักษะการใช้ภาษาอังกฤษ

##### 2.4 กลยุทธ์ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา / ข้อจำกัดของนักศึกษาในข้อ 2.3

จัดสอนความรู้พื้นฐานเพิ่มเติมเพื่อปรับพื้นฐาน ดังนี้

- จัดให้มีการเรียนการสอนพิเศษความรู้พื้นฐานให้แก่นักศึกษาในด้านที่ยังขาด
- จัดให้มีกิจกรรมส่งเสริมและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการต่างๆ
- จัดให้มีกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มทักษะการใช้ภาษาอังกฤษ

## 2.5 แผนการรับนักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาในระยะ 5 ปี

นักศึกษาปริญญาโท	จำนวนนักศึกษาในปีการศึกษาต่าง ๆ					รวม
	2559	2560	2561	2562	2563	2559-2563
ชั้นปีที่ 1	5	7	8	9	10	39
ชั้นปีที่ 2	-	5	7	8	9	29
ชั้นปีที่ 3	-	-	5	7	8	20
ชั้นปีที่ 4	-	-	-	1	2	3
ชั้นปีที่ 5	-	-	-	-	1	1
รวม	5	12	20	25	30	92
คาดว่าจะจบการศึกษา	-	-	-	4	5	-

## 2.6 งบประมาณตามแผน

### 2.6.1 งบประมาณรายรับ (หน่วย: บาท)

อัตราค่าเล่าเรียน	ภาคการศึกษา	ปีการศึกษา
1. ค่าบำรุงการศึกษา	25,000 บาท	50,000 บาท
2. ค่าลงทะเบียน (2,500 บาท/หน่วยกิต)	20,000 บาท	40,000 บาท
ค่าใช้จ่ายตลอดหลักสูตรของนักศึกษา แบบ 1.1 และ แบบ 2.1 โดยประมาณ (หลักสูตร 3 ปี)	270,000 บาท/คน	
ค่าใช้จ่ายตลอดหลักสูตรของนักศึกษา แบบ 2.2 โดยประมาณ (หลักสูตร 5 ปี)	450,000 บาท/คน	

ประมาณการรายรับ	หน่วยนับ	2559	2560	2561	2562	2563
ค่าบำรุงการศึกษา	บาท/ปี	250,000	600,000	1,000,000	1,250,000	1,500,000
ค่าลงทะเบียน	บาท/ปี	200,000	480,000	800,000	1,000,000	1,200,000
เงินวิจัยภายนอก	บาท/ปี	500,000	1,200,000	2,000,000	2,500,000	3,000,000
<b>รวม</b>	<b>บาท/ปี</b>	<b>950,000</b>	<b>2,280,000</b>	<b>3,800,000</b>	<b>4,750,000</b>	<b>5,700,000</b>

## 2.6.2 งบประมาณรายจ่าย (หน่วย: บาท)

รายการ	รายการ					รวม
	2559	2560	2561	2562	2563	2559-2563
<b>ข.รายจ่าย (1+2+3+4)</b>	<b>1,859,340</b>	<b>2,416,350</b>	<b>3,068,731</b>	<b>3,546,805</b>	<b>4,040,914</b>	<b>14,932,141</b>
<b>1. ค่าใช้จ่ายบุคลากร</b>	<b>1,491,840</b>	<b>1,581,350</b>	<b>1,676,231</b>	<b>1,776,805</b>	<b>1,883,414</b>	<b>8,409,641</b>
- เงินเดือน	1,332,000	1,411,920	1,496,635	1,586,433	1,681,619	7,508,608
- สวัสดิการ	159,840	169,430	179,596	190,372	201,794	901,033
<b>2. ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน</b>	<b>167,500</b>	<b>375,000</b>	<b>642,500</b>	<b>820,000</b>	<b>1,007,500</b>	<b>3,012,500</b>
- ค่าตอบแทน อาจารย์พิเศษ (3 หน่วยกิต/ชั้นปี) คู่วิทยานิพนธ์	67,500	135,000	242,500	320,000	407,500	<b>1,172,500</b>
- ค่าวัสดุ	50,000	120,000	200,000	250,000	300,000	<b>920,000</b>
- ค่าใช้สอย	25,000	60,000	100,000	125,000	150,000	<b>460,000</b>
- ค่าสาธารณูปโภค	25,000	60,000	100,000	125,000	150,000	<b>460,000</b>
<b>3. รายจ่ายให้มหาวิทยาลัย</b>	<b>150,000</b>	<b>360,000</b>	<b>600,000</b>	<b>750,000</b>	<b>900,000</b>	<b>2,760,000</b>
<b>4. ทุนการศึกษา</b>	<b>50,000</b>	<b>100,000</b>	<b>150,000</b>	<b>200,000</b>	<b>250,000</b>	<b>750,000</b>
<b>ค. การวิเคราะห์การเงิน</b>						
รวมรายรับ	950,000	2,280,000	3,800,000	4,750,000	5,700,000	
รวมรายจ่าย	1,859,340	2,416,350	3,068,731	3,546,805	4,040,914	
รายได้สุทธิต่อปี	-909,340	-136,350	731,269	1,203,195	1,659,086	
รายรับ/รายจ่าย (Self Financing Ratio: SFR)	0.511	0.944	1.238	1.339	1.411	
อัตราส่วนการออม (รายรับสุทธิ/รายรับ)	-0.489	-0.056	0.238	0.339	0.411	
ค่าใช้จ่ายต่อหัว นักศึกษาต่อปี	371,868	201,363	153,437	141,872	134,697	
			200,647			

หมายเหตุ ทั้งนี้ อัตราค่าเล่าเรียนให้ขึ้นอยู่กับประกาศของมหาวิทยาลัยในแต่ละปีการศึกษา

## 2.7 ระบบการศึกษา

- แบบชั้นเรียน
- อื่นๆ (ระบุ) Problem-Based Learning/Research Based Learning/Project Based Learning

## 2.8 การเทียบโอนหน่วยกิต รายวิชาและการลงทะเบียนเรียนข้ามมหาวิทยาลัย (ถ้ามี)

เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2547 ข้อ 18.2 การลงทะเบียนข้ามสถาบัน และข้อ 28 การเทียบโอนรายวิชา ในระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2553

### ข้อ 18.2 การลงทะเบียนข้ามสถาบัน

18.2.1 นักศึกษาจะขอลงทะเบียนเรียน ณ สถาบันการศึกษาอื่นได้ต่อเมื่อได้รับความเห็นชอบจากภาควิชา และต้องได้รับอนุมัติจากคณะ โดยถือเกณฑ์การพิจารณาอนุมัติ ดังต่อไปนี้

- (1) รายวิชาที่หลักสูตรกำหนดไม่ได้เปิดสอนในมหาวิทยาลัยในภาคการศึกษาและปีการศึกษานั้นด้วยเหตุผลต่างๆ
- (2) รายวิชาที่สถาบันอื่นเปิดสอน ต้องมีเนื้อหาที่เทียบเคียงกันได้กับรายวิชาในหลักสูตร
- (3) รายวิชาที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาหรือการทำวิทยานิพนธ์หรือการศึกษาค้นคว้าอิสระของนักศึกษา

18.2.2 ให้นำหน่วยกิตและผลการศึกษารายวิชาที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนข้ามสถาบันไปเป็นส่วนหนึ่งของการประมวลผลการศึกษาตามหลักสูตรที่นักศึกษาศึกษาอยู่

18.2.3 นักศึกษาต้องรับผิดชอบค่าลงทะเบียนตามอัตราที่สถาบันนั้นๆ กำหนด และข้อ 28 การเทียบโอนรายวิชา

28.1 สำหรับนักศึกษาจากสถาบันการศึกษาอื่น

28.1.1 เป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาในหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษาหรือเทียบเท่าที่สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา หรือหน่วยงานของรัฐที่มีอำนาจตามกฎหมายรับรอง

28.1.2 เป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่มีเนื้อหาสาระครอบคลุมไม่น้อยกว่าสามในสี่ของรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่ขอเทียบโอน

28.1.3 เป็นรายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่มีผลการศึกษาไม่ต่ำกว่า B หรือแต่มีระดับคะแนน 3.00 หรือเทียบเท่า หรือได้ระดับ S

28.1.4 นักศึกษาไม่สามารถเทียบโอนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์หรือการค้นคว้าอิสระได้ โดยนักศึกษาต้องลงทะเบียนใหม่ตามหลักสูตรกำหนด

28.1.5 การเทียบโอนรายวิชาให้กระทำได้ไม่เกินหนึ่งในสามของจำนวนหน่วยกิตรวมของหลักสูตรที่โอน

28.1.6 รายวิชาหรือกลุ่มรายวิชาที่เทียบโอนจะไม่นำหน่วยกิตมาคำนวณแต่มีระดับคะแนนเฉลี่ย แต่การนับหน่วยกิตเพื่อสำเร็จการศึกษาให้นับหน่วยกิตที่เทียบโอนมาด้วย

28.1.7 นักศึกษาต้องใช้เวลาศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยอย่างน้อยหนึ่งปีการศึกษาและลงทะเบียนเรียนรายวิชา หรือทำวิทยานิพนธ์ หรือการค้นคว้าอิสระตามหลักสูตรที่เข้าศึกษาไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต

28.1.8 สำหรับหลักสูตรใหม่จะเทียบโอนนักศึกษาเข้าศึกษาได้ไม่เกินกว่าชั้นปีและภาคการศึกษาที่ได้รับอนุญาตให้มีนักศึกษาเรียนอยู่ตามหลักสูตรที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว

ทั้งนี้ มหาวิทยาลัยอาจมีการเปลี่ยนแปลงระเบียบเพื่อให้ทันสมัยและเหมาะสม ซึ่งนักศึกษาต้องปฏิบัติตามระเบียบที่มีการเปลี่ยนแปลง

### 3. หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน

#### 3.1 หลักสูตร

##### 3.1.1 จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร

แบบ 1.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท (วิทยานิพนธ์ 48 หน่วยกิต) 48 หน่วยกิต

แบบ 2.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท (วิทยานิพนธ์ 36 หน่วยกิต) 48 หน่วยกิต

แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (วิทยานิพนธ์ 48 หน่วยกิต) 72 หน่วยกิต

##### 3.1.2 โครงสร้างหลักสูตร

###### แบบ 1.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท

ก. หมวดวิชาสัมมนา (ไม่นับหน่วยกิต)	2	หน่วยกิต
ง. วิทยานิพนธ์	48	หน่วยกิต

###### แบบ 2.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท

ก. หมวดวิชาบังคับ	9	หน่วยกิต
ข. หมวดวิชาเลือก	3	หน่วยกิต
ค. หมวดวิชาสัมมนา (ไม่นับหน่วยกิต)	2	หน่วยกิต
ง. วิทยานิพนธ์	36	หน่วยกิต

###### แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี

ก. หมวดวิชาบังคับ	9	หน่วยกิต
ข. หมวดวิชาเลือก	12	หน่วยกิต
ค. หมวดวิชาสัมมนา	3	หน่วยกิต
ง. วิทยานิพนธ์	48	หน่วยกิต

##### 3.1.3 รายวิชา

###### ความหมายของรหัสวิชา

รหัสวิชาประกอบด้วยตัวอักษรและตัวเลขสามหลัก

รหัสตัวอักษร มีความหมายดังต่อไปนี้

NST หมายถึง วิชาเรียนประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน

รหัสตัวเลข มีความหมายดังต่อไปนี้

รหัสตัวเลขหลักร้อย หมายถึง ระดับของวิชา

เลข 6 หมายถึงระดับบัณฑิตศึกษา

เลข 7 หมายถึงวิทยานิพนธ์ หรือ โครงการงานศึกษา



รหัสตัวเลขหลักสิบ หมายถึง วิชาในแต่ละกลุ่มวิชา

เลข	0	หมายถึง กลุ่มวิชาบังคับพื้นฐาน
เลข	1	หมายถึง กลุ่มวิชาเลือกพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีนาโน
เลข	2	หมายถึง กลุ่มวิชาทางชีวภาพ
เลข	3	หมายถึง กลุ่มวิชาทางเคมี
เลข	4	หมายถึง กลุ่มวิชาทางการแพทย์
เลข	5	หมายถึง กลุ่มวิชาทางด้านเซนเซอร์
เลข	6	หมายถึง กลุ่มวิชาทางด้านวัสดุศาสตร์
เลข	7	หมายถึง กลุ่มวิชาจริยธรรม (Ethics) กฎหมาย (Laws)
เลข	8	หมายถึง กลุ่มวิชาอื่นๆ
เลข	9	หมายถึง กลุ่มวิชาสัมมนาหัวข้อเฉพาะด้านเทคโนโลยีนาโน

การศึกษาค้นคว้าพิเศษ และหรือวิทยานิพนธ์

รหัสตัวเลขหน่วย หมายถึง ลำดับที่ของวิชาในกลุ่มต่าง ๆ

รายวิชา

ก. หมวดวิชาบังคับ หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

แบบ 2.1 และ แบบ 2.2 9 หน่วยกิต

NST 601 บทนำสู่วิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน 3(3-0-9)

Introduction to Nanoscience and Nanotechnology

NST 602 เทคนิคการสังเคราะห์และวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีนาโน 3(3-0-9)

Fabrication and Characterization in Nanotechnology

NST 603 ระเบียบวิธีการทำวิจัยสำหรับวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน

Research Methodology for Nanoscience and Nanotechnology 3(3-0-9)

ข. หมวดวิชาเลือก

แบบ 2.1 3 หน่วยกิต

แบบ 2.2 12 หน่วยกิต

นักศึกษาสามารถเลือกลงทะเบียนเรียนรายวิชาให้สอดคล้องกับการทำวิทยานิพนธ์จากกลุ่ม

รายวิชาต่อไปนี้

ข.1 กลุ่มวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน

NST 611 พิษวิทยานาโน 3(3-0-9)

Nanotoxicology

NST 612 นาโนอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 3(3-0-9)

Introduction to Nanoelectronics

NST 621	ชีวลอกเลียน Biomimicry	3(3-0-9)
NST 622	การประยุกต์ใช้อนุภาคนาโนในวิทยาศาสตร์ชีวภาพ Applications of Nanoparticles in Life Sciences	3(3-0-9)
NST 623	เทคโนโลยีนาโนในการเกษตร Nanotechnology in Agriculture	3(3-0-9)
NST 624	นาโนเทคโนโลยีชีวภาพ Bionanotechnology	3(3-0-9)
NST 641	เวชศาสตร์นาโน Nanomedicine	3(3-0-9)
NST 642	เทคโนโลยีนาโนในการนำส่งยาและการบำบัดทางชีวภาพ Nanotechnology in Drug Delivery and Biological Therapies	3(3-0-9)
NST 694	หัวข้อพิเศษ 1 Special Topic I	3(3-0-9)
NST 695	หัวข้อพิเศษ 2 Special Topic II	3(3-0-9)

**หมายเหตุ** นักศึกษาสามารถเลือกลงทะเบียนเรียนรายวิชาให้สอดคล้องกับการทำวิทยานิพนธ์  
จากรายวิชาอื่นที่เหมาะสมกับงานวิจัยของตน โดยได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา

#### ค. หมวดวิชาสัมมนา

แบบ 1.1 และ 2.1		ไม่นับหน่วยกิต
NST 692	สัมมนา 3 Seminar III	1(0-2-3)
NST 693	สัมมนา 4 Seminar IV	1(0-2-3)
<b>แบบ 2.2</b>		<b>3 หน่วยกิต</b>
NST 691	สัมมนา 2 Seminar II	1(0-2-3)
NST 692	สัมมนา 3 Seminar III	1(0-2-3)
NST 693	สัมมนา 4 Seminar IV	1(0-2-3)

### ง. วิทยานิพนธ์

แบบ 2.1 36 หน่วยกิต

NST 793 วิทยานิพนธ์ 36 หน่วยกิต  
Dissertation

แบบ 1.1 และ 2.2 48 หน่วยกิต

NST 794 วิทยานิพนธ์ 48 หน่วยกิต  
Dissertation

### จ. หมวดวิชาพื้นฐานภาษาอังกฤษ (ไม่นับหน่วยกิต)

LNG 601 วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับหลักสูตรนานาชาติ 3(2-2-9) (S/U)  
Foundation English for International Programs

หมายเหตุ นักศึกษาต้องเรียน LNG 601 และ/หรือ ได้รับการยกเว้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับคะแนนการทดสอบและเงื่อนไขตามที่คณะศิลปศาสตร์กำหนด

### 3.1.4 แผนการศึกษา

แบบ 1.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท (วิทยานิพนธ์ 48 หน่วยกิต)

**ชั้นปีที่ 1** หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

#### ภาคการศึกษาที่ 1

NST 794 วิทยานิพนธ์ 8(0-16-32)

รวม **8(0-16-32)**

จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 48

#### ภาคการศึกษาที่ 2

NST 794 วิทยานิพนธ์ 8(0-16-32)

NST 692 สัมมนา 3 (ไม่นับหน่วยกิต) 1(0-2-3) (S/U)

รวม **8(0-18-35)**

จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 53

#### **ชั้นปีที่ 2**

#### ภาคการศึกษาที่ 1

NST 794 วิทยานิพนธ์ 8(0-16-32)

NST 693 สัมมนา 4 (ไม่นับหน่วยกิต) 1(0-2-3) (S/U)

รวม **8(0-18-35)**

จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 53

**ภาคการศึกษาที่ 2**

NST 794 วิทยานิพนธ์ 8(0-16-32)

**รวม****8(0-16-32)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์****48****ชั้นปีที่ 3****ภาคการศึกษาที่ 1**

NST 794 วิทยานิพนธ์ 8(0-16-32)

**รวม****8(0-16-32)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์****48****ภาคการศึกษาที่ 2**

NST 794 วิทยานิพนธ์ 8(0-16-32)

**รวม****8(0-16-32)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์****48****แบบ 2.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท (วิทยานิพนธ์ 36 หน่วยกิต)****ชั้นปีที่ 1****หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)****ภาคการศึกษาที่ 1**

NST 601 บทนำสู่วิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน 3(3-0-9)

NST 602 เทคนิคการสังเคราะห์และวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีนาโน 3(3-0-9)

NST 603 ระเบียบวิธีการทำวิจัยสำหรับวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน 3(3-0-9)

XXX xxx วิชาเลือก 1 3(3-0-9)

**รวม****12(12-0-36)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์****48****ภาคการศึกษาที่ 2**

NST 793 วิทยานิพนธ์ 6(0-12-24)

NST 692 สัมมนา 3 (ไม่นับหน่วยกิต) 1(0-2-3) (S/U)

**รวม****6(0-14-27)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์****41**

**ชั้นปีที่ 2****ภาคการศึกษาที่ 1**

NST 793 วิทยานิพนธ์ 6(0-12-24)

NST 693 สัมมนา 4 (ไม่นับหน่วยกิต) 1(0-2-3) (S/U)

**รวม 6(0-14-27)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 41****ภาคการศึกษาที่ 2**

NST 793 วิทยานิพนธ์ 8(0-16-32)

**รวม 8(0-16-32)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 48****ชั้นปีที่ 3****ภาคการศึกษาที่ 1**

NST 793 วิทยานิพนธ์ 8(0-16-32)

**รวม 8(0-16-32)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 48****ภาคการศึกษาที่ 2**

NST 793 วิทยานิพนธ์ 8(0-16-32)

**รวม 8(0-16-32)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 48****แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (วิทยานิพนธ์ 48 หน่วยกิต)****ชั้นปีที่ 1****หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)****ภาคการศึกษาที่ 1**

NST 601 บทนำสู่วิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีโน 3(3-0-9)

NST 602 เทคนิคการสังเคราะห์และวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีนาโน 3(3-0-9)

NST 603 ระเบียบวิธีการทำวิจัยสำหรับวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีโน 3(3-0-9)

XXX xxx วิชาเลือก 1 3(3-0-9)

**รวม 12(12-0-36)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 48**

**ภาคการศึกษาที่ 2**

NST 794 วิทยานิพนธ์	2(0-4-8)
NST 691 สัมมนา 2	1(0-2-3)
XXX xxx วิชาเลือก 2	3(3-0-9)
XXX xxx วิชาเลือก 3	3(3-0-9)

**รวม 9(6-6-29)**

**จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 41**

**ชั้นปีที่ 2****ภาคการศึกษาที่ 1**

หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

NST 692 สัมมนา 3	1(0-2-3)
NST 794 วิทยานิพนธ์	2(0-4-8)
XXX xxx วิชาเลือก 4	3(3-0-9)

**รวม 6(3-6-20)**

**จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 29**

**ภาคการศึกษาที่ 2**

NST 794 วิทยานิพนธ์	5(0-10-20)
NST 693 สัมมนา 4	1(0-2-3)

**รวม 6(0-12-23)**

**จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 35**

**ชั้นปีที่ 3****ภาคการศึกษาที่ 1**

NST 794 วิทยานิพนธ์	6(0-12-24)
---------------------	------------

**รวม 6(0-12-24)**

**จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 36**

**ภาคการศึกษาที่ 2**

NST 794 วิทยานิพนธ์	6(0-12-24)
---------------------	------------

**รวม 6(0-12-24)**

**จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ 36**

**ชั้นปีที่ 4****ภาคการศึกษาที่ 1**

NST 794 วิทยานิพนธ์

6(0-12-24)

**รวม****6(0-12-24)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์****36****ภาคการศึกษาที่ 2**

NST 794 วิทยานิพนธ์

6(0-12-24)

**รวม****6(0-12-24)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์****36****ชั้นปีที่ 5****ภาคการศึกษาที่ 1**

NST 794 วิทยานิพนธ์

8(0-16-32)

**รวม****8(0-16-32)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์****48****ภาคการศึกษาที่ 2**

NST 794 วิทยานิพนธ์

7(0-14-28)

**รวม****7(0-14-28)****จำนวนชั่วโมง/สัปดาห์****42****3.1.5 คำอธิบายรายวิชา**

ภาคผนวก ก

### 3.2 ชื่อ สกุล ตำแหน่งและคุณวุฒิของอาจารย์

#### 3.2.1 อาจารย์ประจำหลักสูตร

ที่	ชื่อ-สกุล (ระบุตำแหน่งทางวิชาการ)	คุณวุฒิการศึกษา (สาขาวิชา) สถาบันที่สำเร็จการศึกษา ประเทศที่ สำเร็จการศึกษา (ปีที่สำเร็จ การศึกษา)	ภาระงานสอน (ชม./สัปดาห์) (ปีการศึกษา)				
			2558	2559	2560	2561	2562
1	รศ.ดร.วีระศักดิ์ สุระเรืองชัย	Ph.D. (Electroanalysis), Cranfield University, U.K. (1996) วท.ม. (เทคโนโลยีชีวภาพ), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี, ประเทศไทย (2530) วท.บ. (เคมีชีววิทยา), มหาวิทยาลัยศิลปากร, ประเทศไทย (2526)	3	3	3	3	3
2	ดร.สรารุช ชื่นคำ	Ph.D. (Physical Chemistry), Pennsylvania State University, U.S.A. (2013) วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล, ประเทศไทย (2547)	6	6	6	6	6
3	ดร.ชาญ ทอวารเกียรติ	Ph.D. (Physics), University of Colorado, U.S.A. (2011) วท.บ. (ฟิสิกส์), มหาวิทยาลัยมหิดล, ประเทศไทย (2549)	6	6	6	6	6
4	ดร.พันธุ์วงศ์ คุณธนะวัฒน์	Ph.D. (Cell Engineering), University of Glasgow, U.K. (2010) วท.บ. (จุลชีววิทยา), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ประเทศไทย (2547)	6	6	6	6	6
5	ดร.นพพร รุจิสัมพันธ์	Ph.D. (Materials Science and Engineering), University of Deleware, U.S.A. (2014) วท.ม. (ฟิสิกส์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ประเทศไทย (2550) วท.บ. (ฟิสิกส์), มหาวิทยาลัยขอนแก่น,	6	6	6	6	6



ที่	ชื่อ-สกุล (ระบุตำแหน่งทางวิชาการ)	คุณวุฒิการศึกษา (สาขาวิชา) สถาบันที่สำเร็จการศึกษา ประเทศที่ สำเร็จการศึกษา (ปีที่สำเร็จ การศึกษา)	ภาระงานสอน (ชม./สัปดาห์) (ปีการศึกษา)				
			2558	2559	2560	2561	2562
		ประเทศไทย (2545)					
6	ดร.สุทัศน์ รัตนพันธ์	Ph.D. (Materials Science and Engineering), Carnegie Mellon University, U.S.A. (2013) M.Sc. (Materials Science and Engineering), University of California, Los Angeles (UCLA), U.S.A. (2009) วท.บ. (ฟิสิกส์), มหาวิทยาลัยมหิดล, ประเทศไทย (2548)	3	3	3	3	3
7	ดร.สุรวุฒิ ช่างโชติ	Ph.D. (Energy Science), Kyoto University, Japan (2009) วท.ม. (วิทยาศาสตร์พอลิเมอร์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ประเทศไทย (2549) วศ.บ. (ปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์), มหาวิทยาลัยศิลปากร, ประเทศไทย (2547)	6	6	6	6	6
8	ดร.ณิชาตรา ตาลชัย	Ph.D. (Nutritional and Metabolic Biology), Columbia University, U.S.A. (2010) M.S. (Genomics & Computational Biology), University of Pennsylvania, U.S.A. (2005) B.A. (Biology), Wesleyan University, Middle Town, U.S.A. (2002)	6	6	6	6	6
9	ดร.เบญจพร เลิศอนันตวงศ์	ปร.ด. (เทคโนโลยีชีวภาพ), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ประเทศไทย (2551) วท.ม. (เทคโนโลยีชีวภาพ), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ประเทศไทย (2545)	6	6	6	6	6

ที่	ชื่อ-สกุล (ระบุตำแหน่งทางวิชาการ)	คุณวุฒิการศึกษา (สาขาวิชา) สถาบันที่สำเร็จการศึกษา ประเทศที่ สำเร็จการศึกษา (ปีที่สำเร็จ การศึกษา)	ภาระงานสอน (ชม./สัปดาห์) (ปีการศึกษา)				
			2558	2559	2560	2561	2562
		วท.บ. (เคมี), มหาวิทยาลัย เทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี, ประเทศไทย (2541)					

### 3.2.2 อาจารย์ประจำ

ที่	ชื่อ-สกุล (ระบุตำแหน่งทางวิชาการ)	คุณวุฒิการศึกษา (สาขาวิชา) สถาบันที่สำเร็จการศึกษา (ปีที่สำเร็จการศึกษา)	ภาระงานสอน (ชม./สัปดาห์) (ปีการศึกษา)				
			2558	2559	2560	2561	2562
1	ดร. นคร เนียมมนนท์	ปร.ค. (เคมีอินทรีย์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ประเทศไทย (2553)	6	6	6	6	6
2	ดร.ปิยะพงษ์ อะสะนินิ	Ph.D. (Physics), University of Surrey, U.K.	6	6	6	6	6
4	ดร.อภิวัฒน์ ศิษฏ์สรศักดิ์	Ph.D. (Physics), Rice University, U.S.A. (2014)	6	6	6	6	6
5	ดร. สลิลพร กิตติวัฒนากุล	Ph.D. (Physics), University of Virginia, U.S.A. (2014)	6	6	6	6	6
6	ดร.วัชร เลี้ยวเรียน	ปร.ค. (ฟิสิกส์), มหาวิทยาลัยมหิดล, ประเทศไทย (2555)	3	3	3	3	3
7	ดร.ปณิตา จิตยุทธการ	ปร.ค. (ฟิสิกส์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ประเทศไทย (2549)	3	3	3	3	3
8	ดร.วิทยา กาญจนภูษะกิต	Ph.D. (Physics), University of Cambridge, U.K. (2011)	6	6	6	6	6
9	ดร.ตุลา จุฑารสก	Ph.D. (Materials Science and Engineering), University of Arizona, U.S.A. (2006)	6	6	6	6	6
10	พศ.ศุภลักษณ์ อ่างแก้ว	M.Sc. (Polymer Science), Case Western Reserve University, U.S.A. (1995)	1	1	1	1	1

ที่	ชื่อ-สกุล (ระบุตำแหน่งทางวิชาการ)	คุณวุฒิการศึกษา (สาขาวิชา) สถาบันที่สำเร็จการศึกษา (ปีที่สำเร็จการศึกษา)	ภาระงานสอน (ชม./สัปดาห์) (ปีการศึกษา)				
			2558	2559	2560	2561	2562
11	ดร. ชีวรัตน์ ม่วงพัฒน์	Ph.D. (Materials Science and Engineering), University of Texas at Arlington, U.S.A.	3	3	3	3	3

#### 4. องค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์ภาคสนาม (การฝึกงาน หรือสหกิจศึกษา) (ถ้ามี)

ไม่มี

#### 5. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำโครงการหรืองานวิจัย (ถ้ามี)

1. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
2. นักศึกษาจะต้องสอบผ่านการสอบวัดคุณสมบัติ (Qualifying Examination) เพื่อเป็นผู้ที่มีสิทธิ์ขอทำวิทยานิพนธ์
3. นักศึกษาจะต้องสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ (Dissertation Proposal) ภายในปีการศึกษาที่ 2 สำหรับนักศึกษาที่มีวุฒิปริญญาโท และ ปีการศึกษาที่ 3 สำหรับนักศึกษาที่มีวุฒิปริญญาตรี
4. มีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ (Advisory Committee) ที่ประกอบด้วยอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม (ถ้ามี) และอาจารย์และ/หรือผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้อำนวยการอื่นอีกไม่น้อยกว่า 3 คน ทั้งนี้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมอาจจะเป็นอาจารย์จากมหาวิทยาลัยในต่างประเทศที่มีความร่วมมือทางวิชาการ และอาจารย์ และ/หรือผู้อำนวยการอื่น ต้องเป็นผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกมหาวิทยาลัยอย่างน้อย 1 ท่าน
5. ต้องเสนอวิทยานิพนธ์แสดงถึงการค้นพบวิทยาการใหม่ ความคิดริเริ่มหรือการวิจารณ์ด้วยความคิดใหม่ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา
6. ขั้นตอนการศึกษาสำหรับนักศึกษาที่อยู่ในโครงการความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยต่างประเทศ จะเป็นไปตามขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นและ/หรือขั้นตอนที่กำหนดไว้ในสัญญา ความร่วมมือที่ทำไว้กับมหาวิทยาลัยต่างประเทศนั้น ๆ

##### 5.1 คำอธิบายโดยย่อ

นักศึกษาทำงานวิจัยในหัวข้อที่ผ่านการสอบ โครงร่างวิทยานิพนธ์ ภายใต้การดูแลของคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ โดยนักศึกษาจะต้องเสนอความก้าวหน้าทุกภาคการศึกษา

##### 5.2 มาตรฐานผลการเรียนรู้

นักศึกษาได้มีโอกาสฝึกการนำความรู้ และทักษะทางด้านนาโนศาสตร์และเทคโนโลยีนาโนไปใช้ในการทำวิจัย รู้จักการตั้งปัญหา ค้นคว้าหาความรู้ วิเคราะห์ และแก้ปัญหาทางด้านวัสดุนาโน เทคโนโลยีนาโน

วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ การแพทย์ เกษตรกรรม อาหาร สิ่งแวดล้อม ทางยา และอื่นๆที่ซับซ้อน หรือ ความยุ่งยากระดับสูง และ/หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยใช้โจทย์วิจัยที่มีการนำผลการศึกษาไปใช้จริงของ ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ในประเทศ และ/หรือ ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ในต่างประเทศ ซึ่งหลังจากการทำวิจัยเสร็จ หลักสูตรจะดำเนินการขอรับการประเมินจากบัณฑิตและ/หรือความคิดเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษา/อาจารย์ ผู้ดูแล โดยแสดงให้เห็นถึงคุณภาพและศักยภาพของนักศึกษาของหลักสูตร

นักศึกษาต้องแสดงให้เห็นว่า

- 1) มีความรู้ความเข้าใจในประเด็นปัญหาที่ตนทำวิจัยอยู่อย่างลึกซึ้งยิ่ง
- 2) มีความสามารถในการหาข้อมูล ทำการทดลอง วิเคราะห์วิจารณ์ผล และมีความคิดอย่างเป็นระบบในเวลาที่กำหนด
- 3) มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง
- 4) มีความสามารถที่จะนำเสนอให้ผู้อื่นรับรู้ความคิดของตนเองได้

### 5.3 ช่วงเวลา นักศึกษาเริ่มทำโครงการวิจัย

ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 1 สำหรับผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทศึกษาต่อระดับปริญญาเอก ทำวิทยานิพนธ์อย่างเดียว

ภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 1 สำหรับผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท และตรี ศึกษาต่อระดับปริญญาเอก เรียนรายวิชาและทำวิทยานิพนธ์

### 5.4 จำนวนหน่วยกิตวิทยานิพนธ์

36 หรือ 48 หน่วยกิต

### 5.5 การเตรียมการ

สำหรับการศึกษาแบบ 1.1 และ แบบ 2.1 มีการกำหนดให้นักศึกษาทุกคนเรียนวิชาสัมมนา จำนวน 2 รายวิชา (1 หน่วยกิต/รายวิชา/ภาคการศึกษา) ได้แก่ NST 692 สัมมนา 3 และ NST 693 สัมมนา 4

สำหรับการศึกษาแบบ 2.2 มีการกำหนดให้นักศึกษาทุกคนเรียนวิชาสัมมนา จำนวน 3 รายวิชา (1 หน่วยกิต/รายวิชา/ภาคการศึกษา) โดยไม่นับหน่วยกิต ได้แก่ NST 691 สัมมนา 2 NST 692 สัมมนา 3 และ NST 693 สัมมนา 4 ซึ่งวิชาสัมมนาทำให้นักศึกษามีโอกาสค้นคว้าข้อมูลในหัวข้อที่นักศึกษาสนใจจากบทความวิจัยวิทยาศาสตร์ในวารสารวิจัยนานาชาติต่างๆ และนำมาเรียบเรียงเพื่อนำเสนอหน้าชั้นโดยใช้ภาษาอังกฤษ ซึ่งนักศึกษาได้ฝึกประมวลความรู้ และมีความรู้ในเชิงกว้างในหัวข้อที่นักศึกษาเป็นผู้รายงานและเพื่อนรายงาน ได้มีโอกาสคิด ซักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างผู้รายงานและกลุ่มผู้ฟัง อีกทั้งยังได้เชิญวิทยากรผู้มีประสบการณ์ในการวิจัยด้านนาโนศาสตร์และเทคโนโลยีนาโน และศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้องมาบรรยายพิเศษ ในแต่ละภาคการศึกษา โดยเรียนเชิญอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานต่างๆ รวมทั้งศิษย์เก่าของหลักสูตรฯ ทำให้นักศึกษาได้เพิ่มพูนประสบการณ์และมีแรงบันดาลใจในการที่จะเป็นผู้ประสบความสำเร็จในวิชาชีพต่อไป

การสอน NST 601 ศาสตร์นาโนและการประยุกต์ได้ให้โอกาสนักศึกษาที่เพิ่งเริ่มเรียนในปี การศึกษาแรกและมีประสบการณ์น้อย ได้เรียนรู้ประสบการณ์จากทั้งผู้เชี่ยวชาญ และรุ่นพี่ ทั้งในเนื้อหาความรู้ ทักษะการประมวลความรู้ การนำเสนอ การถาม-ตอบคำถาม และการแสดงความคิดเห็น รวมถึงเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้นำเสนอเรื่องในหัวข้อที่ไปศึกษามาจากวารสารหรือบทปริทัศน์ ในการเรียนการสอนนี้มีการ ประเมินการมีส่วนร่วม การนำเสนอสัมมนาของนักศึกษาด้วย

นอกจากนี้หลักสูตรยังมีการให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับงานวิจัยทางเว็บไซต์ และปรับปรุงให้ทันสมัย เสมอ อีกทั้งมีตัวอย่างงานวิจัยให้ศึกษา

### 5.6 กระบวนการประเมินผล

นักศึกษาต้องนำเสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์ (Dissertation Proposal) ต่อกรรมการหลักสูตรเพื่อ พิจารณาเบื้องต้นก่อนเสนอขออนุมัติจากคณะกรรมการประจำคณะวิทยาศาสตร์หลังจากนั้นจึงทำการสอบ หรือนำเสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์ต่อคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ และมีการรายงานความก้าวหน้าของงานวิจัย อย่างน้อย 1 ครั้งในแต่ละภาคการศึกษา ก่อนสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ โดยการประเมินผลแต่ละครั้งรวมทั้ง การสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ใช้แบบประเมินของโครงงาน และเมื่อวิทยานิพนธ์ดังกล่าวนี้เสร็จสิ้นลง นักศึกษาได้นำเสนอผลงานวิจัยต่อคณะกรรมการประเมินของหลักสูตรฯ ซึ่งประกอบด้วยคณาจารย์อย่างน้อย 3 ท่าน อีกทั้งนักศึกษายังต้องรวบรวมเนื้อหาในรูปแบบวิทยานิพนธ์ที่ได้รับความเห็นชอบแล้วจาก คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ก่อนขออนุมัติสำเร็จการศึกษา

#### หมวดที่ 4 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผล

##### 1. การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนักศึกษา

คุณลักษณะพิเศษมีความรู้และทักษะในการทำวิจัยขั้นสูงทางเทคโนโลยีนาโนเป็นอย่างดี มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถศึกษา ค้นคว้าได้ด้วยตนเองอย่างมีวิจารณญาณ สามารถสื่อสารได้ด้วยภาษาอังกฤษ มีทักษะในการทำงานเป็นทีมกับผู้อื่นทั้งที่อยู่ในสาขาความเชี่ยวชาญเดียวกันและต่างจากตน มีน้ำใจและจิตสาธารณะ

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์การสอนหรือกิจกรรมของนักศึกษา
1) มีความรู้ มีความเข้าใจพื้นฐานเชิงเชื่อมโยง ในศาสตร์หลากหลายแขนงซึ่งบูรณาการกันขึ้นเป็นนาโนศาสตร์และเทคโนโลยี และมีความเชี่ยวชาญเป็นพิเศษในแขนงวิชาเฉพาะทางเทคโนโลยีนาโนอย่างน้อยหนึ่งด้าน คือ ในการสร้าง (Fabrication) การวิเคราะห์ (characterization) หรือการจัดเรียงตัว ( Self assembly) ระดับนาโน เพื่อประยุกต์ในงานด้านไบโอเซนเซอร์ พลังงาน หรือวัสดุทางการแพทย์	จัดการเรียนการสอนเพื่อปรับพื้นฐานความรู้ปริญญาตรีของนักศึกษาที่มีจากสาขาวิชาที่หลากหลาย และการเรียนการสอนซึ่งร้อยเรียงวิศวกรรมชีวภาพในแขนงต่าง ๆ ซึ่งขอบเขตกว้างขวางและมีความเป็นพหุสาขาสูงมาก เป็นเรื่องราวต่อเนื่องกัน เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจอย่างเชื่อมโยงแขนงวิชาที่หลากหลายในสาขาโดยภาพรวม และเน้นให้นักศึกษาเกิดความแข็งแกร่งและเชี่ยวชาญเฉพาะในแขนงย่อยที่สนใจผ่านการทำงานวิจัย
2) เป็นผู้รู้จักการสืบค้นองค์ความรู้อย่างมีวิจารณญาณ เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้อื่น	ผ่านทาง การเรียนวิชาสัมมนาในหลักสูตร โดยมอบหมายงานที่ต้องศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และการนำเสนอผลงานที่ได้ศึกษา อีกทั้งยังได้จากการเรียนรู้

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์การสอนหรือกิจกรรมของนักศึกษา
	ด้วยตนเองเพื่อหาความรู้เพิ่มเติมและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับงานวิจัยที่สนใจ
3) มีความสามารถในการสื่อสารด้วยภาษาอังกฤษ	การพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษของนักศึกษา ผ่านการสืบค้นข้อมูล การทำรายงาน การนำเสนอผลงาน ที่กำหนดให้ใช้ภาษาอังกฤษ
4) มีคุณธรรมการทำงานร่วมกับผู้อื่นเป็นหมู่คณะ มีทักษะการบริหารจัดการในฐานะผู้นำ เป็นผู้รู้จักการเสียสละเพื่อส่วนรวม มีประสบการณ์การทำงานกับชุมชน	การทำโครงการงาน โจทย์ปัญหา กิจกรรมกลุ่ม ที่กำหนดให้นักศึกษาที่มาจากพื้นฐานวิชาการ แนวคิด ประสบการณ์ที่แตกต่างกันหลากหลาย แก้ปัญหา ร่วมกัน สามารถทำงานวิจัยร่วมกันกับเพื่อนร่วมงานผู้มีความเชี่ยวชาญด้านอื่น การร่วมจัดค่ายนาโนแคมป์ หรือการทำงานเพื่อส่วนรวม

## 2. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน

### 2.1 คุณธรรม จริยธรรม

#### 2.1.1 ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

นักศึกษามีคุณธรรม จริยธรรมดังนี้

- (1) มีคุณธรรม จริยธรรมและชื่อเสียงสุจริตทั้งต่อตนเองและสังคม
- (2) มีความรับผิดชอบ มีวินัย ปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพและกฎระเบียบข้อบังคับขององค์กรและสังคม
- (3) สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมที่ซับซ้อนเชิงวิชาการหรือวิชาชีพ ได้อย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงความถูกต้องและความรู้สึกของผู้อื่น
- (4) เป็นผู้มีคุณยพินิจ มีความยุติธรรม และมีเหตุผล
- (5) มีความคิดริเริ่มในการยกปัญหาทางจรรยาบรรณที่มีอยู่เพื่อการทบทวนและแก้ไขในทางที่ถูกต้องและเหมาะสม
- (6) มีภาวะผู้นำและผู้ตามหรือเป็นแบบอย่างในการส่งเสริมให้มีการประพฤติปฏิบัติตามหลักคุณธรรมและจริยธรรมในที่ทำงานและชุมชน

#### 2.1.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

สร้างภาวะการเรียนรู้ที่ให้คุณค่ากับจริยธรรมและคุณธรรมเพื่อมุ่งเน้นให้เกิดทัศนคติดังกล่าว โดยการทำเป็นตัวอย่างและแทรกซึมไปในการเรียนการสอนแบบเน้นการแก้ปัญหา (Problem-Based Learning) เช่น การตรงต่อเวลา การพูดคุยกับนักศึกษาทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ซึ่งอาจเป็นในรูปแบบการเรียนการสอน และการให้คำปรึกษา การจัดกิจกรรมเสริมประสบการณ์เช่น ให้นักศึกษาร่วมจัด

ค่ายหรือโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

### 2.1.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

- 1) ประเมินจากการตรงเวลาของนักศึกษาในการเข้าชั้นเรียน การส่งงานตามกำหนดระยะเวลาที่มอบหมาย และการร่วมกิจกรรม
- 2) ประเมินจากการมีวินัยและพร้อมเพรียงของนักศึกษาในการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร
- 3) ประเมินจากทัศนคติ ที่สะท้อนออกมาจากการทำกิจกรรมในหลักสูตร การเรียนการสอน การนำเสนอผลงาน การพูดคุย หรือกิจกรรมเสริมทักษะอื่น เช่นการเขียนไดอารี่ประจำวัน เป็นต้น

## 2.2 ความรู้

### 2.2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจและทักษะที่เกี่ยวข้องกับนาโนศาสตร์และเทคโนโลยีดังนี้

- (1) มีความรู้และเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเนื้อหาสาระหลักของสาขาวิชาที่ศึกษาทั้งหลักการและทฤษฎีที่สำคัญ และนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าทางวิชาการหรือการวิจัยหรือการปฏิบัติในวิชาชีพ
  - (2) มีความเข้าใจในวิธีการพัฒนาความรู้ใหม่และการประยุกต์ใช้
  - (3) สามารถพัฒนานวัตกรรมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ในเชิงวิชาการจากการศึกษาค้นคว้าวิจัย
  - (4) มีความแข็งแกร่งทางวิชาการที่เกี่ยวข้องหรือสอดคล้องกับวิชาชีพและสามารถพึ่งตนเองได้ในอนาคต
  - (5) เป็นนักวิจัยที่มีคุณภาพที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ
  - (6) สามารถบูรณาการองค์ความรู้ในสาขาวิชาชีพกับศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและติดตามความก้าวหน้าของการเปลี่ยนแปลงขององค์ความรู้อย่างต่อเนื่อง
- การทดสอบมาตรฐานนี้สามารถทำได้โดยการทดสอบในรูปแบบต่างๆ เช่น การทำงานที่มอบหมาย การตอบคำถามในห้องเรียน กิจกรรมกลุ่ม การนำเสนอผลงาน การทำมินิ โครงานและการทำวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงการพูดคุยนอกเวลาเรียนกับคณาจารย์ ตลอดระยะเวลาที่นักศึกษาอยู่ในหลักสูตร

### 2.2.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้

การเรียนการสอนในช่วงแรกเป็นการปูพื้นฐานด้านเทคโนโลยีนาโน วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ วิศวกรรมชีวภาพในภาพรวม โดยการสอนแบบโมดูล ที่เอาเนื้อหาความรู้ทางนาโนศาสตร์



และเทคโนโลยีมาเรื่อยๆ เพื่อให้ให้นักศึกษาเห็นความเชื่อมโยงของวิชา และเน้นสอนแบบ Problem-Based Learning คือให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากการเผชิญโจทย์ปัญหาที่ผู้สอนกำหนดขึ้นซึ่งอาจจะเป็นในรูปแบบของโครงการ เรียงความ หรือการบ้านเชิงค้นคว้า และการนำเสนอผลงานเป็นต้น ในช่วงแรกจะมีการปรับพื้นฐานความรู้ที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ในนาโนศาสตร์และเทคโนโลยี นักศึกษาที่มาจากพื้นฐานวิชาการที่หลากหลาย เช่นการปูพื้นฐานวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ ให้กับนักศึกษาที่มาจากพื้นวิศวกรรม หรือการปูพื้นฐานโปรแกรมมิ่งให้กับนักศึกษาที่มีพื้นชีววิทยา นักศึกษาสามารถเลือกเรียนวิชาเฉพาะที่เน้นพัฒนาให้นักศึกษาเชี่ยวชาญเฉพาะในสาขาวิจัยที่เลือกหลังจากการเรียนวิชาพื้นฐาน

### 2.2.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้

ประเมินจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการปฏิบัติของนักศึกษา ในด้านต่างๆ คือ

- (1) การทดสอบย่อย
- (2) การสอบกลางภาคเรียนและปลายภาคเรียน
- (3) ประเมินจากรายงานที่นักศึกษาจัดทำ
- (4) ประเมินจากการสัมมนา / การนำเสนอข้อมูลงานวิจัย
- (5) ประเมินจากการบ้าน โครงการ หรืองานที่ได้รับมอบหมายจากการเรียน

## 2.3 ทักษะทางปัญญา

### 2.3.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

นักศึกษาควรมีความสามารถดังนี้

- (1) สามารถใช้ความรู้ทางทฤษฎีและปฏิบัติในการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ
- (2) สามารถวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่สำคัญได้อย่างสร้างสรรค์
- (3) สามารถพัฒนาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยระเบียบวิธีใหม่ๆ
- (4) สามารถสังเคราะห์ผลงานวิจัยและทฤษฎีเพื่อพัฒนาเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่สร้างสรรค์ โดยการบูรณาการแนวคิดต่างๆ ทั้งในและนอกสาขาวิชาที่ศึกษา
- (5) สามารถวางแผนและดำเนินการ โครงการวิจัยหรือค้นคว้าทางวิชาการได้ด้วยตนเอง

### 2.3.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) การเรียนการสอนแบบ Problem-Based Learning ที่เน้นให้นักศึกษาเผชิญโจทย์ปัญหา และร่วมกันระดมความคิด จากมุมมองและพื้นฐานวิชาการของนักศึกษาที่ต่างกัน ผ่านการเรียนในชั้นเรียน โครงการ การนำเสนอผลงาน และงานกลุ่ม เป็นต้น
- (2) การอภิปรายกลุ่ม
- (3) การเอื้อให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ วิจัยงานทางวิชาการ เช่น การวิจารณ์งานในชั้นเรียน หรือในการนำเสนอในสัมมนา

### 2.3.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา นี้สามารถทำได้โดยการออกข้อสอบที่ให้นักศึกษาแก้ปัญหา อธิบายแนวคิดของการแก้ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา โดยการประยุกต์ความรู้ที่เรียนมา ประเมินตามสภาพจริงจากผลงาน และการปฏิบัติของนักศึกษา เช่น ประเมินจากการนำเสนอรายงานในชั้นเรียน การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบหรือสัมภาษณ์ เป็นต้น

## 2.4 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

### 2.4.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

นักศึกษาคควรมีคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

- (1) สามารถแสดงความคิดเห็นทางวิชาการและวิชาชีพ ตามหลักการของศาสตร์ที่ถูกต้องตรงประเด็น
- (2) คิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ด้วยตนเอง
- (3) รู้จักปรับปรุงตนเองให้สอดคล้องกับวัฒนธรรมองค์กร ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- (4) สามารถใช้กระบวนการกลุ่มในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (5) มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีและยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างจากผู้อื่น

### 2.4.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

ใช้การสอนแบบ Problem-Based Learning ทำให้นักศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญ ทักษะคิดที่หลากหลายได้ร่วมระดมสมองทำงานกันเป็นกลุ่ม รู้จักการค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือจากผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงการทำกิจกรรมเสริม คือ การจัดค่ายหรือโครงการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน และการทำวิทยานิพนธ์ โดยมีคณาจารย์ผู้มีความรู้ความสามารถในสายงานเป็นผู้ให้คำปรึกษา

### 2.4.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

ประเมินจากการแสดงออก และทัศนคติที่สะท้อนออกมาจากการทำงานที่ได้รับมอบหมาย การเรียนในชั้นเรียน การร่วมกิจกรรม การนำเสนอผลงาน

## 2.5 ทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

### 2.5.1 ผลการเรียนรู้ด้านการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

นักศึกษาคควรมีทักษะดังต่อไปนี้

- (1) สามารถนำความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์และสถิติมาใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการวิจัย
- (2) สามารถแนะนำการแก้ไขปัญหาโดยการวิเคราะห์เชิงตัวเลขและเทคโนโลยีสารสนเทศต่อปัญหาที่เกี่ยวข้องอย่างสร้างสรรค์

(3) สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพทั้งปากเปล่าและการเขียนต่อวงการวิชาการและวิชาชีพ

### 2.5.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ส่งเสริมให้เกิดการใช้ทักษะดังกล่าว ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning ที่ทำให้นักศึกษา ต้องเผชิญกับโจทย์ที่ต้องการทักษะดังกล่าวในการแก้ปัญหา และการนำเสนอผลงาน โดยมีอาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถและผู้ร่วมเรียน ร่วมกันวิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนทัศนคติเกี่ยวข้องกับความเหมาะสมและความถูกต้องของทักษะกระบวนการดังกล่าว รวมไปถึงการนำเสนอผลงานทางวิชาการในวิชา สัมมนาเป็นต้น

### 2.5.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- 1) ประเมินจากทักษะ และความเหมาะสมของวิธีการที่เลือกใช้การสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ จากการทดสอบในรูปแบบต่างๆ เช่น การสอบกลางและปลายภาค การทำงานกลุ่ม การทำโครงการ วิทยานิพนธ์ และการนำเสนอผลงาน
- 2) ประเมินจากการสอบถามพูดคุยให้คำปรึกษากับนักศึกษาในระหว่างการเรียนในหลักสูตร

### 3. แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping)

#### 3.1 แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบผลการเรียนรู้สู่รายวิชา (Curriculum Mapping) วิชาภาษาอังกฤษ

● ความรับผิดชอบหลัก

○ ความรับผิดชอบรอง

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม				2. ความรู้				3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและความ รับผิดชอบ					5. ทักษะการ วิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และ เทคโนโลยี สารสนเทศ		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3
LNG 601 : Foundation English for International Programs 3 (2-2-9) วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับหลักสูตร นานาชาติ	○	●			●	●	○	○	○		●		●	●		○			●	○

**หมายเหตุ** ตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา กำหนดให้นักศึกษาต้องเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ซึ่งเป็นวิชาบังคับพื้นฐาน จึงทำให้ผลการเรียนรู้ของรายวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐาน จะต้องได้ผลลัพธ์การเรียนรู้เหมือนกันทุกหลักสูตร

ผลการเรียนรู้ในตารางมีความหมาย ดังนี้

#### 1. คุณธรรม จริยธรรม

- (1) มีคุณธรรมจริยธรรม ซื่อสัตย์สุจริต มีจิตอาสา ไม่ละเลยต่อปัญหาขององค์กรหรือสังคม
- (2) มีวินัย ตรงต่อเวลา เคารพกฎระเบียบ มารยาท และข้อบังคับขององค์กรและสังคม
- (3) ตระหนักในคุณค่าของระบบคุณธรรม จริยธรรม เข้าใจและซาบซึ้งในวัฒนธรรมไทยและวัฒนธรรมสากล
- (4) มีจรรยาบรรณทางวิชาชีพ ตระหนักถึงหน้าที่ ความรับผิดชอบที่มีต่อตนเองและสังคม

#### 2. ความรู้

- (1) มีความรู้และความเข้าใจด้านหลักการใช้ภาษา และการสื่อสาร
- (2) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- (3) สามารถใช้ความรู้และทักษะในด้านภาษาอังกฤษ มาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาในการเรียน และการทำงานจริงได้
- (4) สามารถนำความรู้ด้านภาษาไปใช้ในการพัฒนา และต่อยอดการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้เพิ่มเติม

#### 3. ทักษะทางปัญญา

- (1) มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี สามารถวิเคราะห์ อภิปราย และประยุกต์ใช้ความรู้ด้านภาษา และการสื่อสาร ในการเรียนรู้ และการทำงานอย่างเหมาะสม
- (2) สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหาได้
- (3) สามารถคิด วิเคราะห์ ใช้ตรรกะในการสื่อสารและนำเสนอ ข้อมูลอย่างมีลำดับขั้นตอน และสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีระบบ สามารถใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (4) มีจินตนาการและความยืดหยุ่นในการปรับใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม รู้เท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์กร

ได้ด้วยตนเองเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ความรู้และเทคโนโลยีใหม่

#### 4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนที่หลากหลาย และ ทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (2) รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมายทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม
- (3) สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถ วางตัวได้อย่างเหมาะสมกับความรับผิดชอบ
- (4) สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง
- (5) มีจิตสำนึกความรับผิดชอบด้านวิชาชีพของตนเอง

#### 5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์ หรือการแสดงสถิติประยุกต์ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์
- (2) มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับบริบท
- (3) สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

### 3.2 แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบผลการเรียนรู้รายวิชา (Curriculum Mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม						2. ความรู้						3. ทักษะทางปัญญา					4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ					5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3
NST 601 บทนำสู่วิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน	○	●	○		●	●	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●		○	○	○	●	●

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม						2. ความรู้						3. ทักษะทางปัญญา					4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ					5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3
Introduction to Nanoscience and Nanotechnology																									
NST 602 เทคนิคการสังเคราะห์และวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีนาโน Fabrication and Characterization in Nanotechnology		○	○			●	●	●	●	●		●	●	●	○			●	●		○	○	○	●	●
NST 603 ระเบียบวิธีการทำวิจัยสำหรับวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน Research Methodology for Nanoscience and Nanotechnology		○	○	●		●				○	●		●	●				●	●		○	○	○	●	●
NST 611 พิษวิทยาาโน Nanotoxicology		○	○			●	●	●	●	●		●	●	●	○	●	●	●	●		○		○	●	●
NST 612 นาโนอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น Introduction to Nanoelectronics			○	○		●	●	●	●	●		●	●	●	○	●	●	●	●		○		●	●	●
NST 621 ชีวลอกเลียน Biomimicry		●	○			●	●	●	●	●		●	●	●	○	●	●	●	●		○		○	●	●
NST 622 การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีในวิทยาศาสตร์ชีวภาพ		●	○			○	●	●	●	●		●	●	●	○	●	●	●	●		○		○	●	●

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม						2. ความรู้						3. ทักษะทางปัญญา					4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ					5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3
Applications of Nanoparticles in Life Sciences																									
NST 623 เทคโนโลยีนาโนในการเกษตร Nanotechnology in Agriculture	○	●	○			○	●	●	●	●		●	●	●	○	●	●	●	●		○		○	●	●
NST 624 นาโนเทคโนโลยีชีวภาพ Bionanotechnology		●	○			○	●	●	○	○		●	●	●	○		○	●	●		○		●	●	●
NST 641 เวชศาสตร์นาโน Nanomedicine		●	○			○	●	●	●	●		●	●	●	○	●	●	●	●		○		○	●	●
NST 642 เทคโนโลยีนาโนในการนำส่งยาและการบำบัดทางชีวภาพ Nanotechnology in Drug Delivery and Biological Therapies		○	○			●	●	●	●	●		●	●	●	○	●	●	●	●		○		○	●	●
NST 694 หัวข้อพิเศษ 1 Special Topic I		○	○			●	●	●	●	●		●	●	●	○	●	●	●	●		○		○	●	●
NST 695 หัวข้อพิเศษ 2 Special Topic II		○	○			●	●	●	●	●		●	●	●	○	●	●	●	●		○		○	●	●
NST 691 สัมมนา 2 Seminar I		●			●		●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●



รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม						2. ความรู้						3. ทักษะทางปัญญา					4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ					5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3
NST 692 สัมนา 3 Seminar III		●			●			●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
NST 693 สัมนา 4 Seminar IV		●			●			●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
NST 793 วิทยานิพนธ์ (36 หน่วยกิต) Dissertation	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
NST 794 วิทยานิพนธ์ (48 หน่วยกิต) Dissertation	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

**1. ด้านคุณธรรม จริยธรรม**

- (1) มีคุณธรรม จริยธรรมและซื่อสัตย์สุจริตทั้งต่อตนเองและสังคม
- (2) มีความรับผิดชอบ มีวินัย ปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพและกฎระเบียบข้อบังคับขององค์กรและสังคม
- (3) สามารถจัดการปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมที่ซับซ้อนเชิงวิชาการหรือวิชาชีพ ได้อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงความ

**2. ด้านความรู้**

- (1) มีความรู้และเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเนื้อหาสาระหลักของสาขาวิชาที่ศึกษาทั้งหลักการและทฤษฎีที่สำคัญ และนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าทางวิชาการหรือการวิจัยหรือการปฏิบัติในวิชาชีพ
- (2) มีความเข้าใจในวิธีการพัฒนาความรู้ใหม่และการประยุกต์ใช้

**3. ด้านทักษะทางปัญญา**

- (1) สามารถใช้ความรู้ทางทฤษฎีและปฏิบัติในการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ
- (2) สามารถวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่สำคัญได้อย่างสร้างสรรค์
- (3) สามารถพัฒนาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วย

- ถูกต้องและความรู้สึกรู้สีกของผู้อื่น
- (4) เป็นผู้มีความซื่อสัตย์ มีความยุติธรรม มีเหตุผล และคำนึงถึงผู้อื่น
  - (5) มีความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาทางจรรยาบรรณที่มีอยู่เพื่อการพัฒนาตนและแก้ไขในทางที่ถูกต้องและเหมาะสม
  - (6) มีภาวะผู้นำและผู้ตามหรือเป็นแบบอย่างในการส่งเสริมให้มีการประพฤติปฏิบัติตามหลักคุณธรรมและจริยธรรมในที่ทำงานและชุมชน

#### 4. ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) สามารถแสดงความคิดเห็นทางวิชาการและวิชาชีพ ตามหลักการของศาสตร์ที่ถูกต้องตรงประเด็น
- (2) คิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ด้วยตนเอง
- (3) รู้จักปรับปรุงตนเองให้สอดคล้องกับวัฒนธรรมขององค์กรได้อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ
- (4) สามารถใช้กระบวนการกลุ่มในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (5) มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีและยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างจากผู้อื่น

- (3) สามารถพัฒนานวัตกรรมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ในเชิงวิชาการจากการศึกษาค้นคว้าวิจัย
- (4) มีความแข็งแกร่งทางวิชาการที่เกี่ยวข้องหรือสอดคล้องกับวิชาชีพและสามารถพึ่งตนเองได้ในอนาคต
- (5) เป็นนักวิจัยที่มีคุณภาพที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ
- (6) สามารถบูรณาการองค์ความรู้ในสาขาวิชาชีพกับศาสตร์อื่นๆที่เกี่ยวข้องและติดตามความก้าวหน้าของการเปลี่ยนแปลงขององค์ความรู้อย่างต่อเนื่อง

#### 5. ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้

##### เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) สามารถนำความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์และสถิติมาใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการวิจัย
- (2) สามารถแนะนำการแก้ไขปัญหาโดยการวิเคราะห์เชิงตัวเลขและเทคโนโลยีสารสนเทศต่อปัญหาที่เกี่ยวข้องอย่างสร้างสรรค์
- (3) สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพทั้งปากเปล่าและการเขียนต่อวงการวิชาการและวิชาชีพ

##### ระเบียบวิธีใหม่ๆ

- (4) สามารถสังเคราะห์ผลงานวิจัยและทฤษฎีเพื่อพัฒนาเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่สร้างสรรค์ โดยการบูรณาการแนวคิดต่างๆ ทั้งในและนอกสาขาวิชาที่ศึกษา
- (5) สามารถวางแผนและดำเนินการโครงการวิจัยหรือค้นคว้าทางวิชาการได้ด้วยตนเอง

## หมวดที่ 5 หลักเกณฑ์ในการประเมินผลนักศึกษา

### 1. กฎระเบียบหรือหลักเกณฑ์ในการให้ระดับคะแนน (เกรด)

เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2547 ข้อ 23.1 ให้กำหนดผลการศึกษาคือตัวอักษรสำหรับแต่ละรายวิชา ในการคำนวณแต้มเฉลี่ย ให้เทียบค่าตัวอักษรเป็นแต้ม ทั้งนี้ผลการศึกษาคือแต้ม และความหมายมีดังต่อไปนี้

ผลการศึกษา	แต้ม	ความหมาย
A	4.00	ดีเยี่ยม (Excellent)
B+	3.50	ดีมาก (Very Good)
B	3.00	ดี (Good)
C+	2.50	ค่อนข้างดี (Fairly Good)
C	2.00	พอใช้ (Fair)
D+	1.50	ค่อนข้างอ่อน (Fairly Poor)
D	1.00	อ่อน (Poor)
F	0	ตก (Failure)
Fe	0	ตกเนื่องจากขาดสอบ (Failure : absent from examination)
Fa	0	ตกเนื่องจากเวลาเรียนไม่พอ ไม่มีสิทธิ์สอบ (Failure : insufficient attendance)
W	-	ขอลอนรายวิชาเรียน (Withdrawal)
S	-	พอใจ (Satisfactory)
I	-	ไม่สมบูรณ์ (Incomplete)
U	-	ไม่พอใจ (Unsatisfactory)
Aud.	-	การเรียนแบบไม่คิดเกรด (Audit)

### 2. กระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา

#### 2.1 การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ไม่สำเร็จการศึกษา

กำหนดระบบการทวนสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของระบบการประกันคุณภาพภายในของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และนำไปดำเนินการจนบรรลุผลสัมฤทธิ์ ซึ่งผู้ประเมินภายนอกจะต้องสามารถตรวจสอบได้

การทวนสอบในระดับรายวิชาโดยจัดให้นักศึกษามีการประเมินการเรียนในระดับรายวิชา

การทวนสอบในระดับหลักสูตรโดยมีระบบประกันคุณภาพภายในสถาบันอุดมศึกษาดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้และรายงานผล

## 2.2 การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้หลังจากนักศึกษาสำเร็จการศึกษา

การกำหนดกลวิธีการทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนักศึกษา เน้นการทำวิจัยสัมฤทธิ์ผลของการประกอบอาชีพของบัณฑิต ที่ทำอย่างต่อเนื่องและนำผลวิจัยที่ได้ย้อนกลับมาปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน และหลักสูตรแบบครบวงจร รวมทั้งการประเมินคุณภาพของหลักสูตรและหน่วยงาน โดยองค์กรระดับสากล โดยการวิจัยอาจจะดำเนินการดังตัวอย่างต่อไปนี้

- (1) ภาวะการได้งานทำของคณาจารย์บัณฑิต ประเมินความเห็นต่อความรู้ ความสามารถ ความมั่นใจ ในการประกอบกิจการงานอาชีพ
- (2) การตรวจสอบจากผู้ประกอบการ โดยการส่งแบบสอบถาม เพื่อประเมินความพึงพอใจใน คณาจารย์บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาและเข้าทำงานในสถานประกอบการนั้นๆ
- (3) การประเมินตำแหน่ง และ/หรือความก้าวหน้าในสายงานของคณาจารย์บัณฑิต
- (4) การประเมินจากสถานศึกษาอื่น โดยการส่งแบบสอบถาม หรือ สอบถามเมื่อมีโอกาสในระดับความพึงพอใจในด้านความรู้ ความพร้อม และคุณสมบัติด้านอื่นๆ ของคณาจารย์บัณฑิตที่จะสำเร็จการศึกษา
- (5) การประเมินจากศิษย์เก่าที่ไปประกอบอาชีพ ในแง่ของความพร้อมและความรู้จากสาขาวิชา ที่เรียน รวมทั้งสาขาอื่นๆ ที่กำหนดในหลักสูตร ที่เกี่ยวเนื่องกับการประกอบอาชีพของ คณาจารย์บัณฑิต รวมทั้งเปิดโอกาสให้เสนอข้อคิดเห็นในการปรับหลักสูตรให้ดียิ่งขึ้นด้วย
- (6) ความเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่มาประเมินหลักสูตร หรือ เป็นอาจารย์พิเศษ ต่อความพร้อมของนักศึกษาในการเรียน และคุณสมบัติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกระบวนการเรียนรู้ และการพัฒนาองค์ความรู้ของนักศึกษา
- (7) ผลงานของนักศึกษาที่วัดเป็นรูปธรรมได้ อาทิ (ก) จำนวนผลงานวิชาการที่เผยแพร่ในรูปแบบต่างๆ (ข) จำนวนรางวัลทางสังคมและวิชาชีพ

## 3. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

เป็นไปตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา และตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2547 ข้อ 32.3 นักศึกษาระดับปริญญาเอก

32.3.1 ต้องศึกษาได้ครบหน่วยกิตและรายวิชาตามโครงสร้างหลักสูตร และมีคะแนนเฉลี่ยสะสมไม่ต่ำกว่า

3.25 สำหรับแผนการศึกษา แบบ 2

32.3.2 สอบผ่านการสอบวัดคุณสมบัติ (Qualifying Examination) ทั้งนี้

- (1) ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จปริญญาตรี ต้องสอบผ่านการสอบวัดคุณสมบัติภายใน 4 ภาคการศึกษา นับตั้งแต่เริ่มเข้าศึกษา

- (2) ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จปริญญาโท ต้องสอบผ่านการสอบวัดคุณสมบัติภายใน 3 ภาคการศึกษา นับตั้งแต่เริ่มเข้าศึกษา
- (3) การสอบวัดคุณสมบัติให้กระทำได้ 2 ครั้ง ภายในระยะเวลาที่กำหนดตามข้อ 32.3.2(1) และ 32.3.2(2)

32.3.3 ต้องเสนอวิทยานิพนธ์ที่แสดงถึงการค้นพบวิทยาการใหม่ ความคิดริเริ่ม หรือการวิจารณ์ ด้วยความคิดใหม่ ทั้งนี้

- (1) ต้องมีบทความวิจัยเต็มรูปแบบ (Full Paper) ที่ลงพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ซึ่งสืบค้นได้ในฐานข้อมูลมาตรฐานที่มีผู้พิจารณาผลงาน (Referee) จำนวนไม่ต่ำกว่า 2 ชิ้น หรือ
  - (2) ต้องมีบทความวิจัยเต็มรูปแบบ (Full Paper) ที่ลงพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ซึ่งสืบค้นได้ในฐานข้อมูลมาตรฐานที่มีผู้พิจารณาผลงาน (Referee) จำนวนไม่ต่ำกว่า 1 ชิ้น และ
  - (ก) บทความวิจัยเต็มรูปแบบ (Full Paper) ที่ลงพิมพ์ในวารสารระดับภูมิภาคหรือระดับชาติที่มีผู้พิจารณาผลงาน (Referee) ไม่ต่ำกว่า 2 ชิ้น หรือ
  - (ข) บทความวิจัยที่เสนอในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ ภาคการบรรยาย และมีเอกสารฉบับเต็มตีพิมพ์ในรายงานรวมเล่มการสัมมนา (Proceedings) ไม่ต่ำกว่า 2 ชิ้น หรือ
  - (ค) บทความวิจัยเต็มรูปแบบ (Full Paper) ที่ลงพิมพ์ในวารสารระดับภูมิภาคหรือระดับชาติที่มีผู้พิจารณาผลงาน (Referee) ไม่ต่ำกว่า 1 ชิ้น และบทความวิจัยที่เสนอในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ ภาคการบรรยาย และมีเอกสารฉบับเต็มตีพิมพ์ในรายงานรวมเล่มการสัมมนา (Proceedings) ไม่ต่ำกว่า 1 ชิ้น หรือ
- (3) ผลงานอื่นๆ ที่เทียบเท่า เช่นผลงานที่ได้รับการจดสิทธิบัตร งานนวัตกรรม งานออกแบบสร้างสรรค์ หรือต้นแบบที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์หรือสาธารณประโยชน์ได้

32.3.4 ต้องสอบผ่านการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้ายในเรื่องวิทยานิพนธ์ตามข้อ 32.3.3

32.3.5 ต้องสอบผ่านภาษาต่างประเทศ

นักศึกษาระดับปริญญาเอกจำเป็นต้องรู้ภาษาต่างประเทศอย่างดี โดยต้องสอบผ่านภาษาต่างประเทศ 1 ภาษา แต่ถ้าสาขาวิชาใดต้องการให้ผู้เข้าศึกษารู้ภาษาต่างประเทศอื่นเพิ่มเติมอีกก็ให้อยู่ในดุลพินิจของสาขาวิชานั้น การบังคับภาษาต่างประเทศนี้ไม่นับหน่วยกิตให้

**แบบ 1.1** รั้บผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ทำวิทยานิพนธ์ 48 หน่วยกิต ต้องสอบผ่านการสอบวัดคุณสมบัติ (Qualifying Examination) เสนอวิทยานิพนธ์และสอบผ่านการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย มีบทความวิจัยเต็มรูปแบบ (Full Paper) ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ไม่น้อยกว่า 2 เรื่อง โดยผลงานตีพิมพ์ต้องเป็นผู้แต่งแรกอย่างน้อยหนึ่งชิ้น และต้องสอบผ่านภาษาอังกฤษตามเกณฑ์ที่มหาวิทยาลัยกำหนด

**แบบ 2.1** รั้บผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ทำวิทยานิพนธ์ 36 หน่วยกิต ต้องศึกษารายวิชาครบถ้วนตามที่กำหนดในหลักสูตร โดยจะต้องได้รับคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.25 จากระบบ 4 ระดับคะแนน สอบผ่านการสอบวัดคุณสมบัติ (Qualifying Examination) เสนอวิทยานิพนธ์และสอบผ่านการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย มีบทความวิจัยเต็มรูปแบบ (Full Paper) ได้รับการตีพิมพ์ได้สองกรณี คือ

1. บทความวิจัยเต็มรูปแบบ (Full Paper) ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ไม่น้อยกว่า 2 เรื่อง
2. บทความวิจัยเต็มรูปแบบ (Full Paper) ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ไม่น้อยกว่า 1 เรื่อง และนำเสนอต่อที่ประชุมวิชาการ โดยบทความที่นำเสนอฉบับสมบูรณ์ (Full Paper) ได้รับการตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ (Proceeding) ไม่น้อยกว่า 2 ชิ้น

ทั้งนี้ผลงานตีพิมพ์ต้องมีชื่อคุณภูษิตเป็นผู้แต่งแรกอย่างน้อยหนึ่งเรื่อง และต้องสอบผ่านภาษาอังกฤษตามเกณฑ์ที่มหาวิทยาลัยกำหนด

**แบบ 2.2** รั้บผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ทำวิทยานิพนธ์ 48 หน่วยกิต ต้องศึกษารายวิชาครบถ้วนตามที่กำหนดในหลักสูตร โดยจะต้องได้รับคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.25 จากระบบ 4 ระดับคะแนน สอบผ่านการสอบวัดคุณสมบัติ (Qualifying Examination) เสนอวิทยานิพนธ์และสอบผ่านการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย มีบทความวิจัยเต็มรูปแบบ (Full Paper) ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ไม่น้อยกว่า 2 เรื่อง โดยผลงานตีพิมพ์ต้องเป็นผู้แต่งแรกอย่างน้อยหนึ่งชิ้น และต้องสอบผ่านภาษาอังกฤษตามเกณฑ์ที่มหาวิทยาลัยกำหนด

## หมวดที่ 6 การพัฒนาคณาจารย์

### 1. การเตรียมการสำหรับอาจารย์ใหม่

- (1) มีการปฐมนิเทศอาจารย์ใหม่ ให้มีความรู้และเข้าใจนโยบายของมหาวิทยาลัย/สถาบัน  
คณะ
- (2) มหาวิทยาลัยได้จัดทำโครงการในการพัฒนาอาจารย์ใหม่ก่อนเริ่มปฏิบัติงานจริง

### 2. การพัฒนาความรู้และทักษะให้แก่คณาจารย์

#### 2.1 การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล

- (1) ส่งเสริมให้มีการเพิ่มพูนความรู้ สร้างเสริมประสบการณ์เพื่อส่งเสริมการสอนอย่างต่อเนื่อง  
โดยผ่านการฝึกอบรม ศึกษาดูงานทางวิชาการและวิชาชีพในองค์กรต่างๆ การประชุมทาง  
วิชาการทั้งในประเทศและ/หรือต่างประเทศ หรือการลาเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์
- (2) ส่งเสริมให้มีการเพิ่มพูนทักษะการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลให้ทันสมัย

#### 2.2 การพัฒนาวิชาการและวิชาชีพด้านอื่นๆ

- (1) มีการกระตุ้นอาจารย์ทำผลงานทางวิชาการ
- (2) ส่งเสริมการทำวิจัยสร้างองค์ความรู้ใหม่เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีความเชี่ยวชาญ  
ในสาขาวิชาชีพ
- (3) ส่งเสริมให้อาจารย์ทำงานร่วมกับกลุ่มวิจัยอื่นๆ ทั้งในและต่างประเทศ
- (4) จัดให้อาจารย์เข้าร่วมกิจกรรมบริการวิชาการต่างๆ ของคณะและ/หรือของมหาวิทยาลัย
- (5) ส่งเสริมให้อาจารย์มีส่วนร่วมในกิจกรรมบริการวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการ  
เรียนรู้ของสังคม

## หมวดที่ 7 การประกันคุณภาพหลักสูตร

### 1. การกำกับมาตรฐาน

หลักสูตรได้ดำเนินการประกันคุณภาพตามที่สภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในการประชุมครั้งที่ 187 เมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2558 ได้มีมติให้ความเห็นชอบหลักการระบบประกันคุณภาพการศึกษาของ มจร. ที่ใช้ระบบประกันคุณภาพ CUPT QA (Council of the University Presidents of Thailand Quality Assurance) โดยในระดับหลักสูตรให้ ใช้เกณฑ์ของ ASEAN University Network - Quality Assurance (AUN-QA) ภาคประเทศไทย หรือหากหลักสูตรใดประสงค์จะให้มีการประกันคุณภาพตามแนวทางอื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล เช่น Association to Advance Collegiate Schools of Business (AACSB), Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) ฯลฯ ก็ได้เช่นกัน

การประเมินระดับหลักสูตรจะแบ่งได้เป็น 2 องค์ประกอบ ได้แก่

- องค์ประกอบที่ 1 การกำกับมาตรฐาน – เพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภค ทุกหลักสูตรต้องถูกกำกับดูแลให้มีการดำเนินการตามองค์ประกอบที่ 1 (เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตร) ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)
- องค์ประกอบที่ 2 เกณฑ์การพัฒนา – ใช้แนวทางของ ASEAN University Network Quality Assurance (AUN-QA) หรือแนวทางอื่นที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลตามความเหมาะสม เช่น AACSB, ABET เป็นต้น

ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวจะครอบคลุมประเด็นตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตร

โดยระบบ CUPT QA ได้กำหนดกรอบการประเมินหลักสูตรทั้ง 2 ส่วน ดังนี้

- ทุกหลักสูตรดำเนินการประเมินองค์ประกอบที่ 1 การกำกับมาตรฐาน เป็นประจำทุกปี
- ทุกหลักสูตรดำเนินการตรวจประเมินเพื่อการพัฒนาตามเกณฑ์ AUN-QA หรือเกณฑ์มาตรฐานสากลอื่น ๆ โดยรอบการประเมินอย่างน้อย 1 ครั้งในรอบ 5 ปี

### 2. บัณฑิต

จากทิศทางการเปลี่ยนแปลงในการพัฒนาการด้านการศึกษาเพื่อเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 มจร. ได้สร้างรูปแบบในการจัดการศึกษาแบบใหม่ (KMUTT 3.0) ขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการในการจัดการศึกษา และเพื่อให้นักศึกษามีสมรรถนะ (Competence) เป็นที่ต้องการของตลาดแรงงาน (Employability) ซึ่งสมรรถนะที่บัณฑิตของ มจร. จะต้องมีเมื่อสำเร็จการศึกษาคือ ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และทัศนคติ (Attitude) ทั้งนี้เป้าหมายหลักของ KMUTT 3.0 คือ การมุ่งเน้นให้บัณฑิตของ มจร. เป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงสังคม (Social Change Agent) แต่ยังคงรักษาคุณลักษณะเดิมของบัณฑิต มจร. อยู่ คือ ความเป็น Engineer และ Hand on และจะเพิ่มเติมสมรรถนะเชิงกว้าง (Well-Rounded) ให้บัณฑิตมากขึ้น เพื่อให้บัณฑิตมี Multiple Intelligence ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า บัณฑิตของ มจร. จะเป็นบัณฑิตที่มีความรู้ครบทั้ง 4 H “Head Hand Heart และ Human”



กลไกการพัฒนาการศึกษาที่จะช่วยให้บัณฑิตของ มจร. มีสมรรถนะที่สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิต หลังจากสำเร็จการศึกษา มีการเรียนรู้และมีความพร้อมในการปรับตัวสำหรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตต่อผู้เสมอมนั้น จะเริ่มจากหลักสูตรซึ่งรวมทั้งการสร้างหลักสูตรใหม่และการปรับปรุงหลักสูตร การปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน การปรับปรุง และออกกฎระเบียบใหม่ที่เอื้อให้การจัดการเรียนการสอนแบบใหม่ สัมฤทธิ์ผล การวัดและประเมินหลักสูตร เพื่อนำผลที่ได้กลับไปปรับใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรใหม่ในรอบต่อไป กลไกการพัฒนาการศึกษานี้จะช่วยพัฒนาบัณฑิตของ มจร. ให้มีสมรรถนะและคุณลักษณะตามเป้าหมายของ KMUTT 3.0 และมีความพร้อมที่จะเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 จะให้ความสำคัญกับการสร้างและการปรับปรุงหลักสูตรเป็นหลัก และจะต้องเป็นหลักสูตรที่เป็นไปตามความต้องการของนักศึกษา และตามความต้องการของตลาดแรงงาน ดังนั้นกระบวนการพัฒนาคุณภาพการศึกษาตาม KMUTT 3.0 จะต้องทำอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ระดับโมดูล หลักสูตร ศาสตร์การสอน (Pedagogy) สมรรถนะอาจารย์ผู้สอน สภาพแวดล้อม กระบวนการจัดการเรียนการสอน และนโยบาย

สภาวิชาการ ในการประชุมครั้งที่ 10/2558 (12 ตุลาคม 2558) ได้พิจารณาและมีมติอนุมัติในหลักการให้ทุกหลักสูตรของ มจร. ต้องมีผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning Outcomes) ทั้งในระดับหลักสูตรและระดับรายวิชา รวมทั้ง Curriculum Mapping ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการออกแบบหลักสูตรที่เน้นผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน และสอดคล้องกับระบบประกันคุณภาพการศึกษาของ มจร. ในระดับหลักสูตรที่สภามหาวิทยาลัยได้เห็นชอบให้ใช้เกณฑ์ของ ASEAN University Network - Quality Assurance (AUN-QA) ภูมิภาคประเทศไทย หรือหากหลักสูตรใดประสงค์จะให้มีการประกันคุณภาพตามแนวทางอื่นๆ ที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล เช่น Association to Advance Collegiate Schools of Business (AACSB), Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) ก็ได้เช่นกัน ซึ่งเกณฑ์การประกันคุณภาพดังกล่าวทั้งหมดจะเป็นแนวทางเดียวกันกับการออกแบบหลักสูตรที่เน้นผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

ภายหลังจากที่สภาวิชาการได้มีมติอนุมัติในหลักการดังกล่าวแล้ว หลักสูตรจึงได้ดำเนินตามแนวทางการออกแบบหลักสูตรและปรับปรุงหลักสูตรที่เน้นผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน และกำหนดวิธีการเรียนการสอน รวมทั้งการวัดผลให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่กำหนด

### 3. หลักสูตร การเรียนการสอน การประเมินผู้เรียน

คณะกรรมการประจำหลักสูตรทำหน้าที่ในการวางแผนการจัดการเรียนการสอน ติดตามและรวบรวมข้อมูลสำหรับการปรับปรุงหลักสูตรอย่างต่อเนื่อง

เป้าหมาย	การดำเนินการ	การประเมินผล
<p>1. พัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัยโดยอาจารย์และนักศึกษาสามารถก้าวทันหรือเป็นผู้นำในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน</p> <p>2. กระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความรู้ มีแนวทางการเรียนที่สร้างองค์ความรู้ทักษะทางวิชาการและวิชาชีพที่ทันสมัย</p> <p>3. ตรวจสอบและปรับปรุง หลักสูตรให้มีคุณภาพมาตรฐาน</p>	<p>1. พัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ และ ปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัยโดยมีการพิจารณาปรับปรุงหลักสูตรทุก 5 ปี</p> <p>2. จัดแนวทางการเรียนการสอนให้มีทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ และมีแนวทางการเรียนรู้ที่ทันสมัยด้วยตนเอง</p> <p>3. จัดให้นักศึกษามีการเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเสริมศักยภาพการเรียนรู้</p> <p>4. กำหนดให้อาจารย์ที่สอนมีคุณวุฒิไม่ต่ำกว่าปริญญาเอก และ/หรือเป็นผู้มีตำแหน่งทางวิชาการ หรือ ความเชี่ยวชาญ เฉพาะด้าน</p> <p>5. สนับสนุนให้อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้นำในทางวิชาการ และ/หรือ เป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิชาชีพสาขา วิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโนและ/หรือในด้านที่เกี่ยวข้อง</p> <p>6. ส่งเสริมให้อาจารย์ประจำหลักสูตรศึกษาดูงานและเข้าร่วมประชุมวิชาการทั้งในและต่างประเทศ</p> <p>7. จัดทำฐานข้อมูลทางด้านนักศึกษา อาจารย์ ความร่วมมือกับต่างประเทศ ผลงานทางวิชาการ</p> <p>8. ประเมินความพึงพอใจของ หลักสูตร และการเรียนการสอน โดยผู้สำเร็จการศึกษา</p>	<p>1. พัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัยโดยอาจารย์และนักศึกษาสามารถก้าวทันหรือเป็นผู้นำในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน</p> <p>2. กระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความรู้ มีแนวทางการเรียนที่สร้างองค์ความรู้ทักษะทางวิชาการและวิชาชีพที่ทันสมัย</p> <p>3. ตรวจสอบและปรับปรุงหลักสูตรให้มีคุณภาพมาตรฐาน</p>

## 4. สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

### 4.1 การบริหารงบประมาณ

การหารายได้เสริมจากแหล่งทุนภายนอก และ/หรือ โดยการบริการวิชาการ นอกจากรายได้จากงบประมาณแผ่นดินในการสนับสนุนอุปกรณ์การเรียนการสอน

### 4.2 ทรัพยากรการเรียนการสอนที่มีอยู่เดิม

#### 4.2.1 สถานที่และอุปกรณ์การสอน

- ใช้สถานที่ของคณะวิทยาศาสตร์ คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี และสถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มจร. บางขุนเทียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เครื่องมือและอุปกรณ์สนับสนุนการเรียนการสอนตลอดจนการวิจัยที่มีอยู่แล้ว และใช้งานได้ มีดังต่อไปนี้

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	จำนวน
1	เครื่อง Fluorescence spectrometer	1 เครื่อง
2	ฐานรองตู้เพาะเชื้อ	1 ฐาน
3	เครื่องเหวี่ยงสารเคมี	1 เครื่อง
4	เครื่องมือตรวจสอบความเป็นพิษ	1 เครื่อง
5	ระบบกรองน้ำสำหรับห้องปฏิบัติการ	1 ชุด
6	เครื่องวิเคราะห์สมบัติพื้นผิวเชิงกายภาพระดับนาโน (AFM)	1 เครื่อง
7	เตาหลอมโลหะแบบสูญญากาศ	1 เครื่อง
8	เครื่องเคลือบฟิล์มบาง	1 เครื่อง
9	เครื่องวิเคราะห์ทางเคมีไฟฟ้า	4 เครื่อง
10	เครื่องวัดค่า pH	1 เครื่อง
11	เครื่องเขย่าโดยใช้คลื่นเสียง	1 เครื่อง
12	เครื่องปั่นแยกอนุภาคขนาดเล็ก	1 เครื่อง
13	เครื่องเขย่า	1 เครื่อง
14	กล้องจุลทรรศน์	1 เครื่อง
15	เครื่องทำความเย็น	1 เครื่อง
16	กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดโดยเคมีไฟฟ้า (scanning electrochemical microscope)	1 เครื่อง
17	เครื่องมืออื่น ๆ จากหน่วยงานต่าง ๆ ใน มจร.	

#### 4.2.2 ห้องสมุด

แหล่งความรู้ที่สนับสนุนวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน และวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ได้จากเอกสารและสิ่งพิมพ์จากสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งได้รวบรวมทรัพยากรสารสนเทศ โดยเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั่วไปไว้ให้บริการ ซึ่งนักศึกษาสามารถสืบค้นฐานข้อมูลออนไลน์ และแบบเรียน e-Learning ได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ นอกเหนือจากการให้บริการทรัพยากรสารสนเทศตามมาตรฐานของห้องสมุดโดยทั่วไปแล้ว สำนักหอสมุดยังได้จัดให้มีห้อง KMUTT's Learning and Information Commons (KLINICS) ซึ่งมีวิดิทัศน์การเรียนการสอน สารคดี ภาพยนตร์ ฐานข้อมูลออนไลน์ หนังสืออ้างอิง พร้อมอุปกรณ์ที่สนับสนุนการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น เช่น กล้องดิจิทัล วิดีโอโปรเจกเตอร์ สแกนเนอร์ โดยมีบรรณารักษ์ /นักบรรณสารสนเทศ และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านคอยให้คำแนะนำ/ช่วยเหลือ โดยเฉพาะด้านการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลออนไลน์ และอินเทอร์เน็ต ในกรณีที่ผู้ใช้บริการต้องการความช่วยเหลือ และเพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้ใช้ได้วางแผนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามอัชฌาศัย (Self Directed Learning) สำหรับดำรงชีวิตอยู่ในมหาวิทยาลัยอย่างมีความสุขตามอัตภาพ

#### 4.3 การจัดหาทรัพยากรการเรียนการสอนเพิ่มเติม

สิ่งสนับสนุนการเรียนการสอนที่สำคัญของสาขาวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน คือ เครื่องมืออุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากเมื่อจบการศึกษาแล้วนักศึกษาจะมีความสามารถและความพร้อมทั้งด้านความรู้ในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติในงานของนาโนศาสตร์และเทคโนโลยี ที่จะเข้าไปร่วมทำงานกับกลุ่มงานและกลุ่มวิจัยต่างๆ ที่ต้องการใช้เทคโนโลยีหรือความเชี่ยวชาญในทางวิศวกรรมชีวภาพเป็นเครื่องมือได้ทันที จึงมีความจำเป็นที่นักศึกษาต้องมีประสบการณ์การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์และเทคโนโลยีต่าง ๆ ให้เกิดความเข้าใจหลักการ วิธีการใช้งานที่ถูกต้อง และมีทักษะในการใช้งานจริง รวมทั้งการเข้าถึงแหล่งข้อมูลงานวิจัยทั้งในห้องสมุดและอินเทอร์เน็ต และสามารถนำเสนอผลงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีสื่อประกอบการสอนที่จัดเตรียมโดยผู้สอน ดังนั้นต้องมีทรัพยากรขั้นต่ำเพื่อจัดการเรียนการสอน ดังนี้

- (1) มีห้องเรียนที่มีสื่อการสอนและอุปกรณ์ที่ทันสมัยเอื้อให้คณาจารย์สามารถปฏิบัติงานสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (2) มีห้องปฏิบัติการที่มีความพร้อมทั้งวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่สอดคล้องกับสาขาวิชาที่เปิดสอนอย่างพอเพียงต่อการเรียนการสอน รวมถึงห้องปฏิบัติการสำหรับการทำโครงการ โดยมีการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ
- (3) มีเจ้าหน้าที่สนับสนุนดูแลสื่อการเรียนการสอน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ประกอบการสอนที่พร้อมใช้ปฏิบัติงาน
- (4) มีเจ้าหน้าที่สนับสนุนดูแลในห้องปฏิบัติการทดลอง เพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนการสอน และดูแลให้การเรียนการสอนเป็นไปโดยราบรื่น

- (5) มีเครื่องมืออุปกรณ์ประกอบการเรียนระหว่างการเรียนการสอน
- (6) มีเครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบการเรียนระหว่างการเรียนการสอน
- (7) มีโปรแกรมที่ถูกต้องตามกฎหมายติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง เครื่องคอมพิวเตอร์
- (8) มีการปรับเปลี่ยนรุ่นใหม่อย่างสม่ำเสมออย่างมากทุก 3 ปี

มีห้องสมุดหรือแหล่งความรู้และสิ่งอำนวยความสะดวกในการสืบค้นความรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนมีหนังสือ ตำราและวารสารในสาขาวิชาที่เปิดสอนทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศที่เกี่ยวข้องในจำนวนที่เหมาะสม โดยจำนวนตำราที่เกี่ยวข้องต้องมีมากกว่าจำนวนคู่มือ

#### 4.4 การประเมินความเพียงพอของทรัพยากร

มหาวิทยาลัยฯ มีเจ้าหน้าที่ประจำสำนักหอสมุดของมหาวิทยาลัย ซึ่งจะประสานงานการจัดซื้อจัดหาหนังสือเพื่อเข้าสำนักหอสมุด และทำหน้าที่ประเมินความเพียงพอของหนังสือ ตำรา นอกจากนี้มีเจ้าหน้าที่ของคณะด้านโสตทัศนูปกรณ์ ซึ่งจะอำนวยความสะดวกในการใช้สื่อของอาจารย์แล้วยังต้องประเมินความเพียงพอและความต้องการใช้สื่อของอาจารย์ด้วย โดยมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

เป้าหมาย	การดำเนินการ	การประเมินผล
จัดให้มีห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ระบบเครือข่าย แม่ข่าย อุปกรณ์การทดลอง ทรัพยากร สื่อและช่องทางการเรียนรู้ ที่เพียงพอพร้อม เพื่อสนับสนุนทั้งการศึกษาในห้องเรียน นอกห้องเรียน และเพื่อการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง อย่างเพียงพอ มีประสิทธิภาพ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. จัดให้มีห้องมัลติมีเดีย ที่มีความพร้อมใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในการสอน การบันทึกเพื่อเตรียมจัดสร้างสื่อสำหรับการทบทวนการเรียน</li> <li>2. จัดเตรียมห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือวิชาชีพที่ทันสมัยในระดับสากล เพื่อให้ นักศึกษาสามารถฝึกปฏิบัติ สร้างความพร้อมในการปฏิบัติงานในวิชาชีพ</li> <li>3. จัดให้มีเครือข่ายและห้องปฏิบัติการทดลองเปิด ที่มีทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และพื้นที่ ที่ นักศึกษาสามารถศึกษา ทดลองหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง ด้วยจำนวนและประสิทธิภาพที่เหมาะสมเพียงพอ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. รวบรวมจัดทำสถิติจำนวนเครื่องมืออุปกรณ์ ต่อหัวนักศึกษา ใน ใช้งานห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือความเร็วของระบบเครือข่าย ต่อหัวนักศึกษา</li> <li>2. จำนวนนักศึกษาลงเรียนในวิชาเรียนที่มีการฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ</li> <li>3. ผลสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการให้บริการทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้และการปฏิบัติการ</li> </ol>

## 5. อาจารย์

### 5.1 การรับอาจารย์ใหม่

มีการคัดเลือกอาจารย์ใหม่ตามระเบียบและหลักเกณฑ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยอาจารย์ใหม่จะต้องมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอกในสาขาที่เกี่ยวข้อง

### 5.2 การมีส่วนร่วมของคณาจารย์ในการวางแผน การติดตามและทบทวนหลักสูตร

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และผู้สอน จะต้องประชุมร่วมกันในการวางแผนจัดการเรียนการสอน ประเมินผลและให้ความเห็นชอบการประเมินผลทุกรายวิชา เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเตรียมไว้สำหรับการปรับปรุงหลักสูตร ตลอดจนปรึกษาหารือแนวทางที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายตามหลักสูตร และได้บัณฑิตตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์

### 5.3 การแต่งตั้งคณาจารย์พิเศษ

พิจารณาจัดหาอาจารย์พิเศษที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน หรือมีวุฒิการศึกษาขั้นต่าระดับปริญญาเอกหรือผู้เชี่ยวชาญแล้วเรียนเชิญเป็นอาจารย์พิเศษ

## 6. การบริหารบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน

### 6.1 การกำหนดคุณสมบัติเฉพาะสำหรับตำแหน่ง

บุคลากรสายสนับสนุนควรมีวุฒิปริญญาตรีขึ้นไปที่เกี่ยวข้องกับภาระงานที่รับผิดชอบ หรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

### 6.2 การเพิ่มทักษะความรู้เพื่อการปฏิบัติงาน

บุคลากรต้องเข้าใจโครงสร้างของหลักสูตร และสามารถบริการให้อาจารย์สามารถใช้จัดการเรียนการสอนได้อย่างสะดวก ซึ่งจำเป็นต้องให้มีการฝึกอบรมเฉพาะทาง เช่น การเตรียมห้องปฏิบัติการในวิชาที่มีการฝึกปฏิบัติ

## 7. นักศึกษา

### 7.1 การให้คำปรึกษาด้านวิชาการ และอื่นๆ แก่นักศึกษา

คณะมีการแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการและนักพัฒนานักศึกษาให้แก่นักศึกษาทุกคน โดยนักศึกษาที่มีปัญหาในการเรียนสามารถปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการได้ โดยอาจารย์ของคณะทุกคนจะต้องทำหน้าที่อาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการให้แก่นักศึกษา และทุกคนต้องกำหนดชั่วโมงว่าง (Office Hours) เพื่อให้นักศึกษาเข้าปรึกษาได้ นอกจากนี้ นักพัฒนานักศึกษาจะเป็นที่ปรึกษากิจกรรมเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำกิจกรรมแก่นักศึกษา

## 7.2 การอุทธรณ์ของนักศึกษา

เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยวินัยนักศึกษา พ.ศ. 2546 หมวด 4 การอุทธรณ์

ข้อ 36 นักศึกษาผู้ใดถูกสั่งลงโทษตามข้อบังคับนี้ ผู้นั้นมีสิทธิอุทธรณ์ได้เฉพาะโทษผิดวินัยอย่างร้ายแรงตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดไว้ในข้อบังคับนี้

ข้อ 37 การอุทธรณ์ ให้อุทธรณ์ภายใน 30 วัน นับแต่วันทราบคำสั่งลงโทษ

ข้อ 38 การอุทธรณ์ ให้ทำเป็นหนังสือลงลายมือชื่อผู้อุทธรณ์ และให้อุทธรณ์ได้สำหรับตนเองเท่านั้น จะอุทธรณ์แทนคนอื่นหรือมอบหมายให้คนอื่นอุทธรณ์แทนไม่ได้

ข้อ 39 ให้ยื่นหนังสืออุทธรณ์ผ่านอาจารย์ที่ปรึกษาชั้นปี หรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย และให้ส่งหนังสืออุทธรณ์ต่อไปยังคณะกรรมการวินัยนักศึกษาภายใน 3 วันทำการนับจากวันได้รับหนังสืออุทธรณ์

ข้อ 40 ให้คณะกรรมการวินัยนักศึกษาเสนอให้อธิการบดีแต่งตั้งคณะกรรมการอุทธรณ์วินัยนักศึกษา จำนวน 5 คน ประกอบด้วย รองอธิการบดี 1 คนเป็นประธาน คณบดี 1 คน และหัวหน้าภาควิชา 3 คน เป็นกรรมการ

ข้อ 41 ให้คณะกรรมการอุทธรณ์วินัยนักศึกษา พิจารณาอุทธรณ์ให้แล้วเสร็จภายใน 15 วัน นับแต่วันที่ได้รับหนังสืออุทธรณ์ และเสนอความเห็นต่ออธิการบดีให้อธิการบดีสั่งการภายใน 15 วัน นับแต่วันที่ได้รับรายงานจากคณะกรรมการอุทธรณ์วินัยนักศึกษา

ข้อ 42 เมื่ออธิการบดีพิจารณาแล้ว เห็นว่าการสั่งการลงโทษสมควรแก่ความผิดแล้ว ให้สั่งยกอุทธรณ์ หรือถ้าเห็นว่าการสั่งลงโทษนั้นไม่ถูกต้อง หรือไม่เหมาะสม ให้สั่งเพิ่มโทษ ลดโทษ หรือยกโทษตามควรแก่กรณี การตัดสินใจของอธิการบดีถือเป็นขั้นสุดท้าย

ข้อ 43 เมื่ออธิการบดีพิจารณาสั่งการตามข้อ 41 แล้ว ให้แจ้งให้ผู้อุทธรณ์ทราบเป็นลายลักษณ์อักษรโดยเร็ว

## 8. ความต้องการของตลาดแรงงาน สังคม และ/หรือความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต

### 8.1 เป้าหมาย

เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถเพื่อปฏิบัติงานเป็นนักวิจัยและนักวิชาการด้านเทคโนโลยีนาโนสำหรับองค์กรภาครัฐและเอกชน โดยผลิตบุคลากรที่มีความใฝ่รู้ เรียนรู้สิ่งใหม่ ความรู้ในวิชาหลัก มีความชำนาญในการปฏิบัติงานจริง มีไหวพริบ การตัดสินใจและวางแผนและทำงานอย่างเป็นขั้นตอนสามารถทำงานวิจัยได้อย่างอิสระและมีความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษ

### 8.2 การดำเนินการ

ติดตามและประเมินผลความสำเร็จในการทำงานหรือการศึกษาต่อของนักศึกษาหลังจบการศึกษา

### 8.3 ผลการตอบแบบสอบถาม

ผ่านทางแบบสอบถามบัณฑิตของมหาวิทยาลัยฯ และแบบสอบถามไปยังผู้ว่าจ้าง ทั้งนี้จากการสำรวจความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตก่อนการเปิดหลักสูตร กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย ตัวแทนจากหน่วยงานวิจัยภาครัฐ สถาบันการศึกษา หน่วยวิจัยภาคเอกชน และ บริษัทหรือโรงงานภาคเอกชน ทางผู้บริหารหลักสูตรได้เลือกส่งแบบสอบถามไปยังนักวิจัยด้านวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยี นาโน อาทิ นักวิจัยด้านวัสดุนาโน กลุ่มนักวิจัยเกี่ยวกับฟิล์มบางระดับนาโน กลุ่มนักวิจัยนาโนอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีเซนเซอร์

ผลตอบรับที่มีต่อตัวหลักสูตรนั้นเป็นที่น่าพึงพอใจ โดยพบว่าตัววัตถุประสงค์ รายวิชาและขอบข่ายงานวิจัยของหลักสูตรมีความเหมาะสมโดยหลักสูตรโดยรวม มีความทันสมัย (ระดับ 3.5 จากระดับสูงสุดที่ระดับ 5 หากมีความเห็นด้วยเป็นอย่างยิ่ง) และสามารถตอบสนองความต้องการทั้งในองค์กรของผู้ตอบแบบสอบถาม (ระดับ 3.6) และตลาดงานโดยทั่วไป (ระดับ 3.4) ซึ่งบัณฑิตที่จบมามีแนวโน้มที่จะได้ทำงานในหน่วยงานภาครัฐและเอกชน (ระดับ 3.5) น่าจะมีความสามารถในเชิงกระบวนการคิดวิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ชนิดต่างๆ (ระดับ 3.6)

สุดท้ายกลุ่มตัวอย่างมีความเห็นด้วยกับการเปิดหลักสูตรนี้ (ระดับ 4.0) และ โดย 92 % จะแนะนำหลักสูตรกับเพื่อนร่วมงาน

### 9. ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน (Key Performance Indicators)

ตัวบ่งชี้และเป้าหมาย	ปีการศึกษา				
	2559	2560	2561	2562	2563
1. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรอย่างน้อยร้อยละ 80 มีส่วนร่วมในการประชุมเพื่อวางแผน ติดตาม และทบทวนการดำเนินงานหลักสูตร	X	X	X	X	X
2. มีรายละเอียดของหลักสูตร ตามแบบ มคอ.2 ที่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิแห่งชาติ หรือ มาตรฐานคุณวุฒิสภา/สาขาวิชา (ถ้ามี)	X	X	X	X	X
3. มีรายละเอียดของรายวิชา และรายละเอียดของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ก่อนการเปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาให้ครบทุกรายวิชา	X	X	X	X	X
4. จัดทำรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา และรายงานผลการดำเนินการของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ภายใน 30 วัน หลังสิ้นสุดภาคการศึกษาที่เปิดสอนให้ครบทุกรายวิชา	X	X	X	X	X
5. จัดทำรายงานผลการดำเนินการของหลักสูตร ภายใน 60 วัน หลังสิ้นสุดปีการศึกษา	X	X	X	X	X
6. มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาตามมาตรฐาน ผลการเรียนรู้ ที่กำหนดในรายละเอียดของรายวิชา และรายละเอียดของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) อย่างน้อยร้อยละ 25 ของรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละปีการศึกษา	X	X	X	X	X



ตัวบ่งชี้และเป้าหมาย	ปีการศึกษา				
	2559	2560	2561	2562	2563
7. มีการพัฒนา/ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน กลยุทธ์การสอน หรือ การประเมินผลการเรียนรู้ จากผลการประเมินการดำเนินงานหลักสูตรในปีที่แล้ว		X	X	X	X
8. อาจารย์ใหม่ (ถ้ามี) ทุกคน ได้รับการปฐมนิเทศหรือแนะนำด้านการจัดการเรียนการสอน	X	X	X	X	X
9. อาจารย์ประจำหลักสูตรทุกคนได้รับการพัฒนาทางวิชาการ และ/หรือวิชาชีพ อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง	X	X	X	X	X
10. จำนวนบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน (ถ้ามี) ได้รับการพัฒนา วิชาการ และ/หรือวิชาชีพ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ต่อปี	X	X	X	X	X
11. ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาปีสุดท้าย/บัณฑิตใหม่ที่มีต่อคุณภาพหลักสูตร เฉลี่ยมากกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5.0			X	X	X
12. ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตที่มีต่อบัณฑิตใหม่ เฉลี่ยมากกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5.0				X	X

## หมวดที่ 8 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของหลักสูตร

### 1. การประเมินประสิทธิผลของการสอน

#### 1.1 การประเมินกลยุทธ์การสอน

- (1) การประชุมหารือของคณาจารย์เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและให้คำแนะนำด้านการใช้กลยุทธ์ในการสอน
- (2) การสอบถามหรือสนทนากับนักศึกษาด้านประสิทธิผลของการสอน
- (3) ประเมินผลจากผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

#### 1.2 การประเมินทักษะของอาจารย์ในการใช้แผนกลยุทธ์การสอน

- (1) ประเมินโดยนักศึกษาในแต่ละวิชา
- (2) การสังเกตการณ์ของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร/ประธานหลักสูตร และ/หรือ อาจารย์พี่เลี้ยง

### 2. การประเมินหลักสูตรในภาพรวม

การประเมินหลักสูตรในภาพรวม โดยสำรวจข้อมูลจาก

- (1) นักศึกษาปัจจุบัน หรือศิษย์เก่า
- (2) ผู้ใช้บัณฑิต
- (3) ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

รวมทั้งสำรวจสัมฤทธิ์ผลของคณาจารย์

### 3. การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร

ประเมินตามตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงานที่ระบุในหมวดที่ 7 ข้อ 7 โดยคณะกรรมการประเมินอย่างน้อย 3 คน ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขา/สาขาวิชาเดียวกันอย่างน้อย 1 คน (เป็นคณะกรรมการประเมินชุดเดียวกับการประกันคุณภาพภายใน)

### 4. การทบทวนผลการประเมินและวางแผนปรับปรุง

- (1) รวบรวมข้อเสนอแนะ/ข้อมูล จากการประเมินจากนักศึกษา ผู้ใช้บัณฑิต ผู้ทรงคุณวุฒิ
- (2) วิเคราะห์ทบทวนข้อมูลข้างต้น โดยอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร/ประธานหลักสูตร
- (3) เสนอการปรับปรุงหลักสูตรและแผนกลยุทธ์ (ถ้ามี)

#### เอกสารแนบ

ภาคผนวก ก. คำอธิบายรายวิชา

ภาคผนวก ข. ประวัติอาจารย์ประจำหลักสูตร

ภาคผนวก ค. คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร

ภาคผนวก ก  
คำอธิบายรายวิชา

**LNG 601      วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับหลักสูตรนานาชาติ      3(2 -2-9)**  
**Foundation English for International Programs**

**วิชาบังคับก่อน: ไม่มี**

รายวิชานี้จัดขึ้นเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนภาษาอังกฤษที่จำเป็นสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาหลักสูตรนานาชาติด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี เนื้อหาวิชามุ่งเน้นการฝึกปฏิบัติทักษะการใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารตามความต้องการที่แท้จริงในหลักสูตรนานาชาติ ซึ่งรวมถึงการพูดและการฟัง การจดบันทึกการบรรยาย การอภิปรายในที่ประชุมหรือในกลุ่มย่อย 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.

**กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน**

**NST 601      บทนำสู่วิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน      3(3-0-9)**  
**Introduction to Nanoscience and Nanotechnology**

**วิชาบังคับก่อน: ไม่มี**

บทนำสู่เทคโนโลยีนาโนและวัสดุนาโน คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุนาโน กระบวนการ วิธีการสังเคราะห์ ตรวจสอบลักษณะ การสร้างวัสดุนาโนและโครงสร้างระดับนาโน การประยุกต์ใช้วัสดุนาโนทางด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุฉลาด เซนเซอร์ การกักเก็บพลังงาน และทางด้านชีวเวชศาสตร์

This course introduces the concepts of nanotechnology and nanomaterials. The topics of discussion includes the unique properties of nanomaterials, methods for synthesis, characterization, and fabrication of nanomaterials and nanostructures, their applications in smart material, sensors, energy capture, biomedical science.

**ผลลัพธ์การเรียนรู้**

บัณฑิตเข้าใจภาพรวมของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนาโน

**NST 602                      เทคนิคการสังเคราะห์และวิเคราะห์สำหรับเทคโนโลยีนาโน                      3(3-0-9)**

**Fabrication and Characterization in Nanotechnology**

**วิชาบังคับก่อน: ไม่มี**

วิชานี้มุ่งเน้นเนื้อหาเกี่ยวกับเทคนิคที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ ผลิต และ วิเคราะห์วัสดุและอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีนาโน เทคนิคที่จะกล่าวถึงได้แก่ การเคลือบผิวด้วยไอทางเคมี การเคลือบผิวด้วยไอทางกายภาพ การสร้างระดับจุลภาคและระดับนาโนกระบวนการทางสเปโทรสโคปและกระบวนการทางจุลทรรศน์

This course will be structured as a series of integrated lecture, discussion and presentation sections. This course focuses on the synthesis, fabrication and characterization of nanomaterials and nanodevices. Introduction of methods for fabricating materials and devices in nanoengineering is covered, including chemical and physical vapor deposition, self assembly, sol-gel processing, lithography, electrochemistry, spray methods, chemical etching and mechanical process, etc. Fundamentals of characterization methods to image, measure and analyze nanomaterials and nanodevices is discussed, including transmission and scanning electron microscope (TEM, SEM), scanning probe microscope (AFM, STM), reflectometry and ellipsometry, X-ray techniques (XRD), Spectroscopic (EDS, WDS, Raman, EBSD, XPS, FTIR, UV-VIS-NIR), particle size analysis, etc.

**ผลลัพธ์การเรียนรู้**

บัณฑิตเข้าใจ และสามารถเลือกใช้วิธีการขึ้นรูปและเครื่องมือวิเคราะห์วัสดุนาโนได้อย่างเหมาะสม

**NST 603                      ระเบียบวิธีการทำวิจัยสำหรับวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน                      3(3-0-9)**

**Research Methodology for Nanoscience and Nanotechnology**

**วิชาบังคับก่อน: ไม่มี**

รายวิชานี้มีจุดมุ่งหมายให้นักศึกษาได้มีประสบการณ์เกี่ยวกับทักษะต่างๆ ที่จำเป็นในการทำงานวิจัยเชิงวิทยาศาสตร์และเชิงเทคนิค ซึ่งรวมถึงทักษะในการค้นหาข้อมูลในวรรณกรรม การประเมินงานวิจัยที่ผ่านมาของผู้อื่น การเขียนข้อเสนอโครงการสำหรับงานวิจัยใหม่ การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล การอธิบายอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยและวิธีการดำเนินงานวิจัย การฝึกฝนทักษะการทำงานวิจัยที่ดีและการมีจริยธรรม

The course aims to give the students experience in the general skills needed for scientific and technical researches. The general skills to be covered will include: searching for information in the literature, reviewing previous research, making proposals for new research, measurements and the analysis of data, describing equipment and experimental methods, good practice and ethics in research.

**ผลลัพธ์การเรียนรู้**

บัณฑิตมีทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินการและวางแผนวิจัยอย่างเฉกเช่นนักวิจัยระดับโลก

NST 611      พิษวิทยาโน      3(3-0-9)

**Nanotoxicology**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

นักศึกษาได้เรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับความเป็นพิษของอนุภาคนาโนต่อสิ่งมีชีวิต การสะสมของอนุภาคนาโนในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เทคนิคทางชีวภาพในการตรวจสอบความเป็นพิษของอนุภาคนาโนต่อเซลล์สิ่งมีชีวิต

This course focuses on cytotoxicity of nanoparticles, bioaccumulation of nanoparticles, and toxicology assay.

**ผลลัพธ์การเรียนรู้**

บัณฑิตเข้าใจและสามารถอธิบายผลกระทบของเทคโนโลยีนาโนในเชิงความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต

NST 612      นาโนอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น      3(3-0-9)

**Introduction to Nanoelectronics**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนาโนอิเล็กทรอนิกส์ หลักการของกลศาสตร์ควอนตัมเบื้องต้น สมการชโรดิงเจอร์ ข้อจำกัดทางควอนตัมของความนำไฟฟ้า ความหนาแน่นของสถานะในศูนย์มิติจนถึงสามมิติ การเกิดแถบพลังงานและต้นกำเนิดของโลหะ ฉนวนไฟฟ้าและสารกึ่งไฟฟ้า โครงสร้างพลังงานของวัสดุ สมบัติทางไฟฟ้าของโมเลกุลและโครงสร้างระดับนาโนของคาร์บอน ทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าใน ลวดควอนตัม

Introduction to Nanoelectronics, Introduction to the principles of quantum mechanics, Schrödinger's equation, The quantum limit of conductance, Density of states in 0-d to 3-d structures, Energy band formation and the origin of metals, insulators and semiconductors, the Energy Structure of Materials, the electrical properties of molecules, carbon based nanostructure, Ballistic quantum wire field effect transistors

**ผลลัพธ์การเรียนรู้**

บัณฑิตสามารถเข้าใจและอธิบายสมบัติทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เปลี่ยนไปของวัสดุนาโนเมื่อขนาดในมิติต่างลดลง

NST 621      ชีวลอกเลียน      3(3-0-9)

**Biomimicry**

วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

กระบวนวิชาชีวลอกเลียนเป็นสหสาขาวิชาที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในภาพกว้างเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวลอกเลียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสอภิปรายเชิงวิฤตและศึกษาเชิงอิสระเกี่ยวกับงานในสาขา กระบวนวิชานี้ไม่บังคับวิชาเรียนก่อนหน้า แต่ผู้ลงเรียนควรมีความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ ในช่วงแรกจะเป็นการทบทวนและวิจารณ์ประวัติศาสตร์ของเทคโนโลยีชีวลอกเลียน พื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพที่เป็นรากฐานของชีวลอกเลียน เช่น ชีววิทยาระดับเซลล์ ชีวพลังงาน การเปลี่ยนรูปและถ่ายทอดพลังงานในระบบชีวภาพ การประกอบร่างด้วยตัวเองระดับโมเลกุล และวิวัฒนาการ เนื้อหาวิชา

ครอบคลุมการอภิปรายนิยามของชีวลอกเลียน แนวคิดของชีวลอกเลียน และการใช้และกรณีศึกษาชีวลอกเลียนในเทคโนโลยีระดับนาโน นอกจากนี้วิชายังมุ่งให้ความสำคัญกับการอภิปรายเชิงวิฤตในประเด็นวิจัยด้านวิศวกรรมระดับเซลล์ รวมไปถึงวิธีการและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการศึกษาด้านชีวลอกเลียน

This interdisciplinary course aims to give students an overview of Biomimicry and opportunity for student to have a critical discussion and independent study in the area. There are no prerequisites to attend this course however students should be familiar with basic biology, chemistry and physics. History, and biological foundation underlying the concept Biomimicry such as cellular biology, bioenergetics, energy transformation, molecular self-assembly and evolution are revised. Definition, perspective and implementation of biomimicry in Nanotechnology as well as the case studies are discussed. The subject also focuses on critical discussion over the research in Cell Engineering and other modern scientific method and tools that are essential for the study of biomimicry.

#### **ผลลัพธ์การเรียนรู้**

บัณฑิตสามารถอธิบายและอภิปรายศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนาโนซึ่งเกิดจากการลอกเลียนแบบธรรมชาติ

**NST 622                    การประยุกต์ใช้อ่อนภาคนาโนในวิทยาศาสตร์ชีวภาพ                    3(3-0-9)**

#### **Applications of Nanoparticles in Life Sciences**

**วิชาบังคับก่อน: ไม่มี**

อนุภาคระดับนาโนเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ชีวภาพยุคใหม่ วิชาขั้นสูงนี้เปิดโอกาสให้นักศึกษาเกิดความคิดวิพากษ์วิจารณ์ในการใช้อ่อนภาคนาโนในงานวิจัยทางด้านชีววิทยา หัวข้อในการเรียนการสอนประกอบไปด้วย การสร้าง การปรับแต่งและการตรวจลักษณะเฉพาะของอนุภาคนาโน เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในระบบชีวภาพ การเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อในร่างกาย และการประยุกต์ใช้อ่อนภาคนาโนที่หลากหลาย

Nanoparticles are powerful tools in the studies of modern life sciences. This advanced course provides students an opportunity to explore and have a critical discussion over the uses of nanoparticles in biological researches. The topic includes the history of uses of the nanoparticles in the field; fabrication, modification and characterization of nanoparticles to be used with biological system; biocompatibility; and different applications of nanoparticle in the research fields.

#### **ผลลัพธ์การเรียนรู้**

บัณฑิตสามารถวางแผนประยุกต์นำนาโนเทคโนโลยีไปใช้ในการศึกษาสิ่งมีชีวิต

**NST 623                    เทคโนโลยีนาโนในการเกษตร                    3(3-0-9)**

## Nanotechnology in Agriculture

### วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

กระบวนการวิชานี้มุ่งเน้นให้นักศึกษาเกิดความรู้ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีระดับนาโนในเกษตรกรรมและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ผ่านการบรรยาย การอภิปรายเชิงวิฤต และการค้นคว้าอิสระ กระบวนการวิชานี้ไม่บังคับวิชาเรียนก่อนหน้า แต่ผู้ลงทะเบียนควรมีความรู้พื้นฐานทางชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ ในช่วงแรกจะเป็นการอภิปรายความหมาย แนวคิด มุมมอง และการนำเทคโนโลยีระดับนาโนไปใช้ในทางเกษตรกรรม รวมไปถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เนื้อหาวิชามุ่งเน้นการอภิปรายเชิงวิฤตและการค้นคว้างานวิจัยในปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีระดับนาโนในงานทางด้านเกษตรกรรม รวมไปถึงการอภิปรายถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้ทางเศรษฐศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้งในระดับชาติและระดับโลก

This course aims to introduce students to uses of Nanotechnology in agriculture and its consequence through lectures, discussion and independent studies. There are no prerequisites to attend this course however students should be familiar with basic biology, chemistry and physics. Definition, perspective, implementation of Nanotechnology in agriculture and the principle behind are discussed. The subject also focuses on critical review on current research related to Nanotechnology in agriculture. Impact of use of Nanotechnology in agriculture to economics, society and environment both locally and globally are also debated.

### ผลลัพธ์การเรียนรู้

บัณฑิตสามารถวางแผนประยุกต์นำนาโนเทคโนโลยีไปใช้ในการเกษตรและรู้ถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

NST 624

นาโนเทคโนโลยีชีวภาพ

3(3-0-9)

### Bionanotechnology

### วิชาบังคับก่อน: ไม่มี

วิชานี้มุ่งเน้นเกี่ยวกับการใช้สารชีวโมเลกุล เช่น ดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ และ โปรตีน เพื่อการใช้งานทาง วิทยาศาสตร์นาโน เทคโนโลยีนาโน ในขั้นต้นของรายวิชานำเสนอการสร้างโครงสร้างนาโนจากสารชีวโมเลกุลจนถึง การสร้างโครงสร้างนาโนของสารชีวโมเลกุลให้เกิดฟังก์ชัน นอกจากนี้วิชาได้รวบรวมการนำไปใช้ประโยชน์ของโครงสร้างนาโนจากสารชีวโมเลกุล ในด้านต่างๆ อาทิ นาโนไบโอเซนเซอร์ การส่งยาเฉพาะจุด การผลิตระดับนาโน อุปกรณ์นาโน การเคลื่อนที่ระดับโมเลกุล และการคำนวณด้วยดีเอ็นเอ

This course aims to introduce self-assembled biomolecules (DNA, RNA and protein) for using in nanoscience and nanotechnology. In this course, it is described in self-assembly of biomolecules in order to create biomolecular nanostructures and also functional nanostructures. Additionally, this course provides examples and discuss how to apply bio-nanostructures for various applications including nanobiosensor, drug delivery, nanofabrication, nanodevices, molecular walker and DNA computing.



**NST 641      เวชศาสตร์นาโน      3(3-0-9)**

**Nanomedicine**

**วิชาบังคับก่อน: ไม่มี**

นักศึกษาจะมีการเรียนรู้และเข้าใจหลักการของการนำนาโนศาสตร์และเทคโนโลยีนาโนมาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์ เนื้อหาวิชารวมไปถึงการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุนาโน การสังเคราะห์วัสดุนาโน และการปรับปรุงวัสดุนาโนเพื่อการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์และการสร้างเทคโนโลยีใหม่สำหรับการแพทย์ ทั้งในด้านการรักษาและการตรวจสอบ นอกจากนี้ประโยชน์ของเวชศาสตร์นาโนในกระบวนการทางชีววิทยาการแพทย์ ได้ถูกบรรจุอยู่ในเนื้อหาวิชา

This course provides the broad basic understanding of using nanoscience and nanotechnology in biomedical applications and medical technology (both for treatment and diagnosis). The general views of the development of materials for using as nanomedicine will be included. The benefit of using nanomedicine in biological processes and in therapeutic applications will be also provided.

**ผลลัพธ์การเรียนรู้**

บัณฑิตมีความเข้าใจเทคโนโลยีนาโนที่มีผลต่อเทคโนโลยีการแพทย์

**NST 642      เทคโนโลยีนาโนในการนำส่งยาและบำบัดทางชีวภาพ      3(3-0-9)**

**Nanotechnology in Drug Delivery and Biological Therapies**

**วิชาบังคับก่อน: ไม่มี**

วิชานี้สอนให้นักศึกษาได้เรียนรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีทางด้านนาโนมาใช้ในการพัฒนาระบบขนส่งยาและในกระบวนการบำบัดทางชีวภาพเพื่อใช้ในการรักษาโรคต่างๆ เช่น มะเร็ง โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน เนื้อหาการสอนรวมถึงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีนาโน รูปแบบและกระบวนการของการนำส่งยา ด้วยเทคโนโลยีนาโน

This course introduces students to have general ideas of using nanotechnology to improve drug delivery system and biological therapies for the treatment of diseases such as cancer, immune diseases. The effectiveness of drug-based nanotechnology, nanodrug formulation, and drug delivery system using nanotechnology will be included.

**ผลลัพธ์การเรียนรู้**

บัณฑิตมีความเข้าใจเทคโนโลยีนาโนที่มีผลต่อเทคโนโลยีการแพทย์ เพื่อการส่งยาและการบำบัดรักษา

**NST 691      สัมมนา 2      1(0-2-3)**

**Seminar II**

**วิชาบังคับก่อน: ไม่มี**

วิชานี้มีจุดประสงค์เพื่อฝึกฝนทักษะของนักศึกษาในด้านการศึกษาหาข้อมูลด้านงานวิจัยที่ตัวเองสนใจ และด้านการนำเสนอข้อมูลในที่สาธารณะ ในวิชานี้ นักศึกษาจะเลือกหัวข้อที่ตัวเองสนใจซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับสาขาเทคโนโลยีนาโน โดยหัวข้อที่นักศึกษาเลือกจะต้องผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาล่วงหน้า หลังจากนั้นนักศึกษาทำการศึกษา และรวบรวมข้อมูล จัดลำดับความสำคัญเพื่อบรรยายให้กับอาจารย์และนักศึกษาคณะอื่น ๆ หลังจากการบรรยาย นักศึกษา และอาจารย์ผู้เข้าร่วมฟังจะทำการซักถาม และเสนอข้อแนะนำเพื่อให้นักศึกษาปรับปรุง และพัฒนาต่อไป

This course aims to practice students in both scientific exploring and public speaking skill. Students will research and study topics of their own interest and organize presentations for faculty and other students. The topics may be any aspect of the nanotechnology-related field and must be approved by the assigned supervisors in advance. To help students improve as a good public speaker, during/after presentation, each student will receive feedback from the fellow students, the assessors, and the instructor.

### **ผลลัพธ์การเรียนรู้**

บัณฑิตสามารถสืบค้นข้อมูลงานวิจัยอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกิดขึ้นล่าสุดในสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน และนำมานำเสนอเป็นภาษาอังกฤษอย่างมีประสิทธิภาพ

**NST 692**

**สัมมนา 3**

**1(0-2-3)**

### **Seminar III**

**วิชาบังคับก่อน: ไม่มี**

วิชานี้มีจุดประสงค์เพื่อฝึกฝนทักษะของนักศึกษาในด้านการศึกษาหาข้อมูลด้านงานวิจัยที่ตัวเองสนใจ และด้านการนำเสนอข้อมูลในที่สาธารณะ ในวิชานี้ นักศึกษาจะเลือกหัวข้อที่ตัวเองสนใจซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับสาขาเทคโนโลยีนาโน โดยหัวข้อที่นักศึกษาเลือกจะต้องผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาล่วงหน้า หลังจากนั้นนักศึกษาทำการศึกษา และรวบรวมข้อมูล จัดลำดับความสำคัญเพื่อบรรยายให้กับอาจารย์และนักศึกษาคณะอื่น ๆ หลังจากการบรรยาย นักศึกษา และอาจารย์ผู้เข้าร่วมฟังจะทำการซักถาม และเสนอข้อแนะนำเพื่อให้นักศึกษาปรับปรุง และพัฒนาต่อไป

This course aims to practice students in both scientific exploring and public speaking skill. Students will research and study topics of their own interest and organize presentations for faculty and other students. The topics may be any aspect of the nanotechnology-related field and must be approved by the assigned supervisors in advance. To help students improve as a good public speaker, during/after presentation, each student will receive feedback from the fellow students, the assessors, and the instructor.

**NST 693**

**สัมมนา 4**

**1(0-2-3)**

### **Seminar IV**

**วิชาบังคับก่อน: ไม่มี**

วิชานี้มีจุดประสงค์เพื่อฝึกฝนทักษะของนักศึกษาในด้านการศึกษาหาข้อมูลด้านงานวิจัยที่ตัวเองสนใจ และด้านการนำเสนอข้อมูลในที่สาธารณะ ในวิชานี้ นักศึกษาจะเลือกหัวข้อที่ตัวเองสนใจซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับสาขาเทคโนโลยีนาโน โดยหัวข้อที่นักศึกษาเลือกจะต้องผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาล่วงหน้า หลังจากนั้นนักศึกษาทำการศึกษา และรวบรวมข้อมูล จัดลำดับความสำคัญเพื่อบรรยายให้กับอาจารย์และนักศึกษาคนอื่น ๆ หลังจากการบรรยาย นักศึกษา และอาจารย์ผู้เข้าร่วมฟังจะทำการซักถาม และเสนอข้อแนะนำเพื่อให้นักศึกษาปรับปรุง และพัฒนาต่อไป

This course aims to practice students in both scientific exploring and public speaking skill. Students will research and study topics of their own interest and organize presentations for faculty and other students. The topics may be any aspect of the nanotechnology-related field and must be approved by the assigned supervisors in advance. To help students improve as a good public speaker, during/after presentation, each student will receive feedback from the fellow students, the assessors, and the instructor.

**NST 694      หัวข้อพิเศษ 1      3(3-0-9)**  
**Special Topic I**

**วิชาบังคับก่อน: ตามความเห็นชอบของอาจารย์ประจำวิชา**

ศึกษาในหัวข้อพิเศษทางด้านเทคโนโลยีนาโนที่แตกต่างจากวิชาที่เปิดสอนตามปกติ เพื่อให้เหมาะสมต่อการทำงานวิจัยในหัวข้อเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีนาโนหรือทันต่อการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีนาโนในขณะนั้น

To study special topics in nanotechnology that has not offered by regular courses. The course is suitable for doing research work in specific topic and for keeping up-to-date information in nanotechnology.

**ผลลัพธ์การเรียนรู้**

บัณฑิตมีความเข้าใจในเนื้อหาทางเทคโนโลยีนาโนอุบัติใหม่ตามหัวที่นักศึกษาสนใจ

**NST 695      หัวข้อพิเศษ 2      3(3-0-9)**  
**Special Topic II**

**วิชาบังคับก่อน: ตามความเห็นชอบของอาจารย์ประจำวิชา**

ศึกษาในหัวข้อพิเศษทางด้านเทคโนโลยีนาโนที่แตกต่างจากวิชาที่เปิดสอนตามปกติ เพื่อให้เหมาะสมต่อการทำงานวิจัยในหัวข้อเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีนาโนหรือทันต่อการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีนาโนในขณะนั้น

To study special topics in nanotechnology that has not offered by regular courses. The course is suitable for doing research work in specific topic and for keeping up-to-date information in nanotechnology.

**ผลลัพธ์การเรียนรู้**

บัณฑิตมีความเข้าใจในเนื้อหาทางเทคโนโลยีนาโนอุบัติใหม่ตามหัวที่นักศึกษาสนใจ

NST 793

วิทยานิพนธ์

36 หน่วยกิต

**Dissertation**

วิชาวิทยานิพนธ์ เป็นวิชาที่ฝึกให้นักเรียนศึกษา วิจัย ในเรื่องที่ตนเองสนใจ โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาช่วยดูแล ทักษะที่นักเรียนจะได้จากการทำวิทยานิพนธ์คือ รู้จักการค้นคว้าหาข้อมูลจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ให้รู้ถึงที่มาที่ไป เพื่อสามารถกำหนดปัญหาที่สำคัญของงานวิจัยในสาขานั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังฝึกให้นักศึกษาสามารถทำวิจัย และจัดการ บริหารข้อมูลที่เกิดขึ้นจากงานวิจัย ซึ่งจะส่งผลต่อทักษะการนำเสนอทั้งด้านการพูดและการเขียน

This course is an independent study in which a student conducts the dissertation project, under the supervision of the supervisor(s). This course aims to train students to perform a literature review, to identify important issues in a specific field and understand the scientific approach to research questions, to appropriately carry out a scientific study and managing data, and to express oneself clearly in science when speaking and writing.

NST 794

วิทยานิพนธ์

48 หน่วยกิต

**Dissertation**

วิชาวิทยานิพนธ์ เป็นวิชาที่ฝึกให้นักเรียนศึกษา วิจัย ในเรื่องที่ตนเองสนใจ โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาช่วยดูแล ทักษะที่นักเรียนจะได้จากการทำวิทยานิพนธ์คือ รู้จักการค้นคว้าหาข้อมูลจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ให้รู้ถึงที่มาที่ไป เพื่อสามารถกำหนดปัญหาที่สำคัญของงานวิจัยในสาขานั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังฝึกให้นักศึกษาสามารถทำวิจัย และจัดการ บริหารข้อมูลที่เกิดขึ้นจากงานวิจัย ซึ่งจะส่งผลต่อทักษะการนำเสนอทั้งด้านการพูดและการเขียน

This course is an independent study in which a student conducts the dissertation project, under the supervision of the supervisor(s). This course aims to train students to perform a literature review, to identify important issues in a specific field and understand the scientific approach to research questions, to appropriately carry out a scientific study and managing data, and to express oneself clearly in science when speaking and writing.

