

## หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

## สาขาวิชาวิศวกรรมชีวภาพ

## หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2555

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา คณะวิศวกรรมศาสตร์

## หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

## 1. รหัสและชื่อหลักสูตร

1.1 ระบุนรหัสหลักสูตร : -

1.2 ชื่อหลักสูตร (ภาษาไทย) : หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวภาพ  
(ภาษาอังกฤษ) : Doctor of Philosophy Program in Biological Engineering

## 2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา

2.1 ชื่อเต็ม (ภาษาไทย) : ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมชีวภาพ)  
(ภาษาอังกฤษ) : Doctor of Philosophy (Biological Engineering)

2.2 ชื่อย่อ (ภาษาไทย) : ปร.ด. (วิศวกรรมชีวภาพ)  
(ภาษาอังกฤษ) : Ph.D. (Biological Engineering)

## 1. วิชาเอก (ถ้ามี)

ไม่มี

## 4. จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร

แบบ 1.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท 48 หน่วยกิต

แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี 75 หน่วยกิต

## 5. รูปแบบของหลักสูตร

## 5.1 รูปแบบ

เป็นหลักสูตรปริญญาเอก

## 5.2 ภาษาที่ใช้

หลักสูตรจัดการศึกษาเป็นภาษาไทย ยกเว้นกรณีที่มีนักศึกษาต่างชาติ แต่เอกสารและตำราเป็น ภาษาอังกฤษ รวมทั้งการเขียนและนำเสนอผลงานของนักศึกษา

## 5.3 การรับเข้าศึกษา

รับนักศึกษาไทยและนักศึกษาต่างชาติที่สามารถพูด ฟัง อ่าน เขียน และเข้าใจภาษาอังกฤษ

## 5.4 ความร่วมมือกับสถาบันอื่น

เป็นหลักสูตรของสถาบันโดยเฉพาะ

## 5.5 การให้ปริญญาแก่ผู้สำเร็จการศึกษา

ให้ปริญญาเพียงสาขาวิชาเดียว

## 6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

หลักสูตรปรับปรุง ⇨ กำหนดเปิดสอนเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2555

ได้พิจารณาถ่วงดุลโดยสภาวิชาการ ในการประชุมครั้งที่ 2/2555

เมื่อวันที่ 27 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555

ได้รับอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตรจากสภามหาวิทยาลัยฯ ในการประชุมครั้งที่ 155

เมื่อวันที่ 9 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2555

## 7. ความพร้อมในการเผยแพร่หลักสูตรที่มีคุณภาพและมาตรฐาน

หลักสูตรมีความพร้อมเผยแพร่คุณภาพและมาตรฐานตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2557

## 8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา

- (1) นักวิจัย/นักวิชาการด้านวิศวกรรมชีวภาพ
- (2) ผู้ประกอบการ/เจ้าของธุรกิจทางวิศวกรรมชีวภาพ
- (3) ที่ปรึกษาโครงการหรือธุรกิจด้านวิศวกรรมชีวภาพ
- (4) นักวิเคราะห์โครงการวิจัยด้านวิศวกรรมชีวภาพ
- (5) วิศวกรด้านการขาย การบริการและเทคนิค ในธุรกิจด้านวิศวกรรมชีวภาพ

## 9. ชื่อ สกุล เลขประจำตัวบัตรประชาชน ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ชื่อ-สกุล (ระบุตำแหน่งทางวิชาการ)	คุณวุฒิการศึกษา (สาขาวิชา)	สถาบันที่สำเร็จการศึกษา, ประเทศที่สำเร็จการศึกษา (ปีที่สำเร็จการศึกษา)
1. ดร. รุ่งทิวา พลังสันติกุล	Dr.rer.nat. (Physical Chemistry) วท.ม. (เคมี) วท.บ. (เคมี)	Christian-Albrecht University of Kiel, Germany (2548) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ประเทศไทย (2545) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ประเทศไทย (2542)
2. ดร. พันธุ์วงศ์ คุณชนะวัฒน์	Ph.D. (Cell Engineering) วท.บ. (จุลชีววิทยา)	University of Glasgow, Scotland, UK (2553) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ประเทศไทย (2548)
3. ดร. สิริพันธ์รัตน์ ศิริวิสูตร	Ph.D. (Engineering) M.Sc. (Engineering) วศ.บ. (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และไฟฟ้า)	Brown University, RI, U.S.A. (2552) Brown University, RI, U.S.A. (2550) มหาวิทยาลัยมหิดล, ประเทศไทย (2546)

## 10. สถานที่จัดการเรียนการสอน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

## 11. สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนหลักสูตร

### 11.1 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

เป็นที่ทราบกันดีว่าตั้งแต่เริ่มสหัสวรรษใหม่มานั้น โลกได้มีการเปลี่ยนแปลงจากยุคเทคโนโลยีสารสนเทศมาเป็นยุคของชีววิทยา ประชากรทั่วโลกโดยเฉพาะทางโลกตะวันตกได้ให้ความสนใจมากเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม(Environment) ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (Ecology) และวิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต (Life Sciences) เพื่อการมีชีวิตที่ยืนยาว มีสุขภาพพลานามัยสมบูรณ์ และอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ดี ในช่วงปลายศตวรรษที่ 20 และต้นศตวรรษที่ 21 ความก้าวหน้าด้านงานวิจัย พัฒนาและเทคโนโลยีด้านชีววิทยาได้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ เป็นทวีคูณ โดยเฉพาะวิทยาการด้านชีววิทยาระดับโมเลกุลและทางด้านอนุพันธุศาสตร์ในระดับจีโนมของมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ซึ่งเป็นสาเหตุของการก่อโรค และมีความสำคัญในการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการแพทย์ การเกษตรกรรม และเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งองค์ความรู้และข้อมูลใหม่ๆ เหล่านี้เกิดจากการศึกษาองค์ประกอบและแบบจำลองสิ่งมีชีวิต ที่ได้จากการศึกษาหลักการทางวิศวกรรม (Engineering Principles) ในการออกแบบสร้างระบบจำลองในการศึกษา การสร้างเครื่องมือวัด ตลอดจนการนำผลการศึกษาที่ได้มาสร้างเป็นชิ้นงานหรือเทคโนโลยีพื้นฐานสำหรับการพัฒนาขั้นสูงต่อไป การศึกษาโดยใช้หลักการวิศวกรรมเพื่อเข้าใจชีววิทยา และเพื่อประยุกต์ใช้ชีววิทยาในการประดิษฐ์ชิ้นงานใหม่ๆ เพื่อทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ดีขึ้นเป็นศาสตร์ที่เรียกว่าวิศวกรรมชีวภาพ (Biological Engineering) การศึกษาวิจัยในศาสตร์ดังกล่าวทำให้เกิดความเข้าใจ เกิดความรู้ใหม่ทางด้านชีววิทยา มีการตั้งสมมุติฐานและทฤษฎีใหม่ที่ต่างไปจากการศึกษาชีววิทยาแบบดั้งเดิมโดยสิ้นเชิง ข้อมูลและความรู้ที่ได้มีการค้นพบใหม่นี้ ได้ส่งผลกระทบต่อให้เกิดการปฏิวัติการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์และวิทยาศาสตร์ชีวภาพอย่างมากมาย ทั้งการศึกษาค้นคว้าใหม่ การออกแบบยา กระบวนการนำส่งยาไปยังอวัยวะ/บริเวณเป้าหมาย และการรักษาโรคที่เฉพาะเจาะจงและแม่นยำ การวินิจฉัยด้วยเทคโนโลยีภาพถ่าย ผ่านเทคโนโลยีคลื่นเสียง /คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน รวมทั้งการพัฒนาวัสดุและเครื่องมือขนาดนาโน หรือด้วยเทคโนโลยี นาโน เพื่อใช้ทางการแพทย์ การเกษตร อุตสาหกรรม การรักษาและทะนุบำรุงสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความจำเป็นต้องมีบุคลากรด้านวิศวกรรมชีวภาพ ที่มีทั้งองค์ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางด้านวิศวกรรม และ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ/ชีวการแพทย์/เภสัชกรรม ในการวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูล สังเคราะห์ และ/หรือพัฒนานวัตกรรมทั้งองค์ความรู้ ผลิตภัณฑ์ และ/หรือเทคโนโลยีด้านวิศวกรรมชีวภาพ

ด้วยเหตุนี้ทำให้สหวิทยาการด้านวิศวกรรมชีวภาพจึงกลายเป็นปัจจัยหลักของนวัตกรรม และวิวัฒนาการต่างๆ ขององค์ความรู้ที่เป็นที่ต้องการของโลกในอนาคต

## 11.2 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม

ในประเทศไทยองค์ความรู้รวมถึงบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมชีวภาพยังมีจำกัด บุคลากรที่มีทักษะทางด้านวิศวกรรมชีวภาพในประเทศไทย ยังคงขาดแคลน และเป็นที่ต้องการของหน่วยงานต่าง ๆ เช่น สถาบันการศึกษา สถาบันการวิจัยทางการแพทย์ เกษตรกรรม และวิทยาศาสตร์ รวมถึงอุตสาหกรรมการผลิตยา อุตสาหกรรมทางเทคโนโลยีชีวภาพและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ส่งผลให้การวิจัยพัฒนา ด้านดังกล่าวของประเทศไทยยังคงอยู่ในวงที่แคบไม่สามารถสร้างสรรค์ผลงานที่มาใช้งานได้ จึงยังคงต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศเป็นหลัก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) ซึ่งมีหน่วยงานที่ความพร้อมและความเข้มแข็งทั้งทางด้านวิศวกรรมและด้านเทคโนโลยีชีวภาพ มีคณาจารย์ที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชีวภาพที่สามารถทำงานแบบสหสาขา (multidisciplinary) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของศาสตร์ด้านวิศวกรรมชีวภาพต่อการพัฒนาประเทศในสังคมโลกยุคปัจจุบัน โดยในปี พ.ศ. 2550 ได้เปิดหลักสูตรวิศวกรรมชีวภาพ (Biological Engineering) ในระดับปริญญาตรีบัณฑิต โดยมีปรัชญาของหลักสูตรเพื่อผลิตวิศวกรชีวภาพที่มีความสามารถบูรณาการหลักการทางวิศวกรรม วิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต และ/หรือการแพทย์ สำหรับการศึกษา วิเคราะห์ สร้างความเข้าใจ และพัฒนาองค์ความรู้ของระบบชีววิทยาขั้นสูงทั้งในระดับโมเลกุล (Molecular) เซลล์ (Cellular) และเนื้อเยื่อ (Tissue) โดยมีเป้าหมายสร้างความเข้มแข็งแก่ประเทศไทยด้านการรักษาสุขภาพ (Health Care) และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม พลังงานและการเกษตร เพื่อชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และเพื่อการผลิตนักวิจัยสาขาวิศวกรรมชีวภาพที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญ ในเชิงลึกขั้นสูงทันต่อความต้องการของประเทศ

## 12. ผลกระทบจาก ข้อ 11.1 และ 11.2 ต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

### 12.1 การพัฒนาหลักสูตร

ผลกระทบจากสถานการณ์ภายนอกจึงจำเป็นต้องพัฒนาหลักสูตรในเชิงรุกที่มีศักยภาพและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามวิวัฒนาการของวิศวกรรมชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตระหนักถึงความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องผลิตและพัฒนาบุคลากรที่มีทักษะและความชำนาญทางด้านวิศวกรรมชีวภาพ จึงมีความประสงค์ที่จะผลิตและพัฒนาบุคลากรทางด้านนี้โดยผ่านหลักสูตรวิศวกรรมชีวภาพ ระดับปริญญาตรีบัณฑิต หลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรระยะเวลา 3 ปีสำหรับนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท และ 5 ปี สำหรับนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี นับเป็นหลักสูตรที่จะตอบสนองความต้องการเร่งด่วนของประเทศไทย และของนานาประเทศ ในการนำความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ผสมผสานกับทางชีววิทยา เพื่อแก้ปัญหาที่ต้องการแก้ไขทางการแพทย์ เกษตรกรรม อาหาร สิ่งแวดล้อม และด้านอื่นๆที่เป็นที่ต้องการอย่างเร่งด่วน และใช้เป็นเครื่องมือในกลยุทธ์ของการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยให้ยั่งยืน ส่งผลให้มีความสามารถแข่งขันทางเศรษฐกิจกับนานาชาติได้

### 12.2 ความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

การพัฒนาหลักสูตรได้สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยที่เน้นการเป็นสถาบันการเรียนรู้ พลวัตระดับแนวหน้าในการผลิตคณาจารย์บัณฑิต และพัฒนาบุคลากรที่มีมาตรฐานคุณภาพการอุดมศึกษา และการสร้างความเป็นเลิศในการประยุกต์เทคโนโลยี และพัฒนานวัตกรรม อีกทั้งยังเป็นภาระหนึ่งของพันธกิจของมหาวิทยาลัยที่มีไว้ดังนี้

- ผลิตบัณฑิตและพัฒนาบุคลากรเพื่อศึกษาวิจัยและพัฒนาความรู้และนวัตกรรมทางวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะด้านวิศวกรรมชีวภาพ
- ผลิตบัณฑิตและพัฒนาบุคลากรที่เป็นคนเก่ง คนดี และมีความสุข ใฝ่รู้ และเรียนรู้วิธีการแสวงหาความรู้ เป็นผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- บริการวิชาการแก่สังคม
- เพิ่มขีดความสามารถของระบบและกลไกการประกันคุณภาพและการจัดการความรู้ ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม

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

### 13.1 กลุ่มวิชา/รายวิชาในหลักสูตรนี้ที่เปิดสอนโดยคณะ/ภาควิชา/หลักสูตรอื่น

หมวดวิชาเลือก

1. หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ
2. หลักสูตรชีวสารสนเทศและชีววิทยาระบบ
3. หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

### 13.2 กลุ่มวิชา/รายวิชาในหลักสูตรที่เปิดสอนให้ภาควิชา/หลักสูตรอื่นต้องมาเรียน ไม่มี

#### 13.3 การบริหารจัดการ

ดำเนินการ โดยคณะกรรมการบริหารหลักสูตรซึ่งมีประธานหลักสูตรเป็นผู้รับผิดชอบหลักทำงานประสานกับ คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ ดำเนินงานด้านวิชาการอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์ของมหาวิทยาลัย

#### หมวดที่ 2 ข้อมูลเฉพาะของหลักสูตร

### 1. ปรัชญา ความสำคัญ และวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

#### 1.1 ปรัชญา

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวภาพ (Biological Engineering) พัฒนาขึ้นเพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความรู้และความสามารถเชิงวิจัยขั้นสูง ด้านการบูรณาการหลักการพื้นฐานด้านวิศวกรรม (Engineering) เข้ากับวิทยาการสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต (Life Sciences) และ/หรือการแพทย์ (Medicine) สำหรับศึกษา วิเคราะห์ สร้างความเข้าใจ สังเคราะห์วิทยาการที่เป็นประโยชน์ และพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ของระบบชีววิทยาขั้นสูงทั้งในระดับโมเลกุล (Molecular) และเซลล์ (Cellular) โดยมีเป้าหมายในการพัฒนาบุคลากรด้านการศึกษาและวิจัยด้านวิศวกรรมชีวภาพของประเทศ ให้สามารถเรียนรู้และพัฒนาองค์ความรู้ที่จะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาในระบบทางชีวภาพได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการสร้างความเข้มแข็งแก่ประเทศไทยด้านการรักษาสุขภาพ (Health Care) และความสัมพันธระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (Ecology) เพื่อชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นได้อย่างแท้จริง

หลักสูตรนี้พัฒนาขึ้นโดยการผสมผสานความรู้ ความสามารถ ความเชี่ยวชาญ ประสบการณ์ และทักษะที่แข็งแกร่งของคณาจารย์และนักวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน เพื่อจัดทำหลักสูตรวิศวกรรมชีวภาพ ให้เป็นหลักสูตรที่มีความสมดุลระหว่างชีววิทยา และวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อใช้ทักษะในการศึกษาลักษณะต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ นำมาแก้ไขปัญหาทางด้านชีววิทยา การแพทย์ เกษษกรรม พลังงาน สิ่งแวดล้อม เกษตรกรรม และอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากวิศวกรรมชีวภาพเป็นสหศาสตร์ (Interdisciplinary) ที่ผสมผสานความรู้ด้านวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ชีวิต เพื่อศึกษาทำความเข้าใจถึงสิ่งมีชีวิตที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบ และพัฒนาเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสำหรับประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ทางชีวภาพ การจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรจึงมุ่งเน้นกระตุ้นการเรียนรู้ผ่านการเรียนการสอนแบบ Problem-Based Learning (PBL) ซึ่งจะมีการบรรยายไม่เกินร้อยละ 40 ของชั่วโมงเรียนทั้งหมด โดยนักศึกษาได้รับการฝึกทักษะและสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงจากผู้เชี่ยวชาญในห้องปฏิบัติการหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องในด้านวิศวกรรมชีวภาพโดยหลักสูตรเน้นการผลิตบัณฑิตที่มีคุณลักษณะบัณฑิตดังต่อไปนี้

1. รู้วิธีการเรียนรู้ (Know How to Learn) และมีทักษะด้านการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Learning Competency)
2. มีความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) การคิดเชิงวิเคราะห์ (Critical Thinking) และคิดเป็นระบบ(System Thinking) และสามารถบูรณาการ (Integrate) ความรู้จากวิทยาการหลายสาขาวิชา
3. มีความสามารถในการพัฒนาองค์ความรู้ อีกทั้งถ่ายทอดองค์ความรู้นั้นให้ผู้อื่นเข้าใจได้ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมอย่างแท้จริง
4. มีทักษะด้านภาษาอังกฤษที่ดี ในการนำเสนอผลงานทั้งด้านการเขียน และการพูด
5. มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม และ/หรือวัฒนธรรมต่าง ๆ รวมทั้งวิทยาการหลายสาขา เพื่อการทำงานร่วมกันเป็นทีม

ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้อย่างลึกซึ้ง และสามารถเรียนรู้ความรู้และวิทยาการใหม่ ๆ ที่มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องได้ด้วยตนเอง สามารถสังเคราะห์ความรู้วิทยาการที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมได้ ตลอดจนสามารถพัฒนาองค์ความรู้และวิทยาการที่ตอบโจทย์ปัญหาทางชีวภาพให้เกิดประโยชน์ได้อย่างแท้จริง นอกจากนี้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นในระดับสากลได้ การเรียนการสอนของหลักสูตรนี้จึงเน้นและใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาหลักในการสื่อสาร

## 1.2 ความสำคัญ

ในสหัฐวรรษใหม่ประชากรโลกให้ความสนใจมากเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม และวิทยาศาสตร์สิ่งมีชีวิต เพื่อการมีชีวิตรที่ยืนยาว มีสุขภาพพลานามัยสมบูรณ์ และอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ดี การประยุกต์หลักการทางวิศวกรรม (Engineering Principles) ในการออกแบบสร้างระบบจำลองในการศึกษา การสร้างเครื่องมือวัด ตลอดจนการนำผลการศึกษาที่ได้มาสร้างเป็นชิ้นงานหรือเทคโนโลยีพื้นฐานสำหรับการพัฒนาขั้นสูงต่อไป ด้วยเหตุนี้ทำให้สหวิทยาการด้านวิศวกรรมชีวเวช (Biomedical Engineering) และ/หรือ วิศวกรรมชีวภาพ (Biological Engineering) กลายเป็นปัจจัยหลักของนวัตกรรม และวิวัฒนาการต่าง ๆ ขององค์ความรู้ที่เป็นที่ต้องการของโลกในอนาคต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) ได้ตระหนักถึงความสำคัญดังกล่าวจึงจัดตั้งหลักสูตรวิศวกรรมชีวภาพ (Biological Engineering) ในระดับปริญญาตรีบัณฑิตขึ้นในปี พ.ศ. 2550 เพื่อตอบสนองต่อความต้องการบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชีวภาพให้สอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนางานวิจัยและองค์ความรู้ของโลกในยุคหลังจีโนมที่มีมากยิ่งขึ้น คณะวิศวกรรมศาสตร์โดยกรรมการหลักสูตรวิศวกรรมชีวภาพ จึงได้ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมชีวภาพเดิมให้สอดคล้องกับความต้องการในปัจจุบัน

## 1.3 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

- 1) เพื่อผลิตบัณฑิตและส่งเสริมการพัฒนาบุคลากรทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ที่มีความรู้ และความเชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมชีวภาพ สามารถวิจัยพัฒนาองค์ความรู้และวิทยาการใหม่ เพื่อออกแบบและประยุกต์ในการแก้ไขปัญหาด้าน วิศวกรรมชีวภาพ องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังส่งเสริมการผลิตบัณฑิตที่สามารถถ่ายทอดองค์ความรู้และวิทยาการที่พัฒนาขึ้นให้ผู้อื่นเข้าใจและนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) เพื่อสนับสนุนการผลิตงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรมด้านวิศวกรรมชีวภาพ โดยเฉพาะด้านวิศวกรรมชีวภาพ ที่มีคุณภาพมาตรฐาน สอดคล้อง และตรงตามความต้องการอย่างเร่งด่วนของประเทศ และระดับสากล
- 3) เพื่อสร้างฐานด้านงานวิจัยที่มีคุณภาพ โดยการสร้างความร่วมมือทางวิชาการกับหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกประเทศ

## 2. แผนพัฒนาปรับปรุง

แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
- ปรับปรุงหลักสูตรวิศวกรรมชีวภาพให้มีมาตรฐานตามที่ สกอ. กำหนด	- พัฒนาหลักสูตร โดยเปรียบเทียบกับหลักสูตรเดียวกันหรือใกล้เคียงของมหาวิทยาลัยชั้นนำในระดับสากลที่ทันสมัย - ติดตามประเมินหลักสูตรอย่างต่อเนื่อง - เชิญผู้เชี่ยวชาญทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศให้มีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร	- สัดส่วนจำนวนผลงานวิจัยต่อจำนวนนักศึกษา - รายงานผลการประเมินคุณภาพบัณฑิตของผู้ใช้บัณฑิต - นักศึกษาของหลักสูตรได้รับทุนเพื่อเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยชั้นนำของโลก
- ปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการ และการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมชีวภาพ	- ติดตามความเปลี่ยนแปลงในความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตด้านวิศวกรรมชีวภาพ	- รายงานผลการประเมินคุณภาพบัณฑิตของผู้ใช้บัณฑิต
- ปรับปรุงหลักสูตรให้สามารถเสริมสร้างทักษะตามคุณลักษณะบัณฑิตที่กำหนด	- พัฒนาการเรียนการสอนของหลักสูตรให้สอดคล้องกับคุณลักษณะบัณฑิต โดยศึกษาจากงานวิจัยด้านการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นสำคัญ - ปรับปรุงเนื้อหารายวิชา และหัวข้อ โครงงานของแต่ละวิชาให้ทันสมัยอยู่เสมอ - ติดตามความก้าวหน้าในการศึกษาของนักศึกษาในหลักสูตรในแต่ละภาคการศึกษา	- รายงานผลการประเมินการสอนในแต่ละรายวิชา - รายงานผลการประเมินความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนและการบริหารจัดการของนักศึกษาในแต่ละภาคการศึกษา - ประสิทธิภาพในการดำเนินงานวิจัยสำหรับวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสำเร็จการศึกษา - รายงานผลการประเมินความสามารถในการปฏิบัติงานของบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตร

แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
- พัฒนาบุคลากรด้านการเรียนการสอน ให้มีประสิทธิภาพจําการนำความรู้ทางวิศวกรรมชีวภาพไปปฏิบัติงานจริง	- สนับสนุนบุคลากรด้านการเรียนการสอนให้ทำงานวิจัยร่วมกับนักวิจัยในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ สถาบันวิจัยระดับชาติ และ/หรือนานาชาติ	- สัดส่วนจำนวนผลงานวิจัยร่วมต่อจำนวนอาจารย์ในหลักสูตร - คุณภาพของงานวิจัยซึ่งวัดได้จาก impact factor ของงานวิจัยชิ้นนั้น

### หมวดที่ 3 ระบบการจัดการศึกษา การดำเนินการ และโครงสร้างของหลักสูตร

#### 1. ระบบการจัดการศึกษา

##### 1.1 ระบบ

ระบบการจัดการศึกษาใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรเป็นระบบทวิภาค

##### 1.2 การจัดการศึกษาภาคฤดูร้อน

ไม่มี การจัดการเรียนการสอนในภาคฤดูร้อน

##### 1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

ไม่มี

#### 2. การดำเนินการหลักสูตร

##### 2.1 วัน – เวลาในการดำเนินการเรียนการสอน

วัน – เวลาราชการปกติ

##### 2.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

- ตามเกณฑ์มาตรฐาน คือ เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือเทียบเท่า
- ตามเกณฑ์มาตรฐาน คือ เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ที่มีผลการเรียนดีมาก  
⇒ “ดีมาก” หมายถึง เกรดเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.5
- มีเกณฑ์คุณสมบัติเพิ่มเติม (ระบุ).....
- มีเกณฑ์คุณสมบัติเฉพาะ (เช่น เฉพาะนักบริหาร เฉพาะข้าราชการ) (ระบุ).....

##### 2.3 ปัญหาของนักศึกษาแรกเข้า

- นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่อยู่ในกลุ่มสาขาชีววิทยา ขาดทักษะและความรู้พื้นฐานด้านระบบทางชีววิทยา
- นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่อยู่ในกลุ่มสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ขาดความรู้พื้นฐานด้านวิศวกรรม
- นักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีขาดทักษะในการเรียนรู้แบบ Problem-Based Learning
- นักศึกษาขาดทักษะการใช้ภาษาอังกฤษ

##### 2.4 กลยุทธ์ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา / ข้อจำกัดของนักศึกษาในข้อ 2.3

จัดสอนความรู้พื้นฐานเพิ่มเติมเพื่อปรับพื้นฐาน ไว้ดังนี้

- จัดให้มีการเรียนการสอนพิเศษความรู้พื้นฐานให้แก่นักศึกษาในด้านที่ยังขาด
- จัดให้มีกิจกรรมส่งเสริมและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการต่าง ๆ
- จัดให้มีกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มทักษะการใช้ภาษาอังกฤษ

##### 2.5 แผนการรับนักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาในระยะ 5 ปี

จำนวนนักศึกษา		จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา				
		2555	2556	2557	2558	2559
นักศึกษาที่สำเร็จปริญญาโท	จำนวนรับ	3	3	3	3	3
	จำนวนที่สำเร็จการศึกษา	-	-	3	3	3
นักศึกษาที่สำเร็จปริญญาตรี	จำนวนรับ	2	2	2	2	2
	จำนวนที่สำเร็จการศึกษา	-	-	-	-	2

## 2.6 งบประมาณตามแผน

### 2.6.1 งบประมาณรายรับ

ค่าหมาจ่าย	38,000	บาท/คน/ภาคการศึกษา	76,000	บาท/คน/ปี
เงินอุดหนุนวิจัยภายนอก	54,000	บาท/คน/ปี		
เงินอุดหนุนจากรัฐ	70,000	บาท/คน/ปี		
รวม	200,000	บาท/คน/ปี		

ประมาณการรายรับ	หน่วยนับ	2555	2556	2557	2558	2559
ค่าบำรุงการศึกษา	บาท/ปี	380,000	760,000	1,140,000	1,292,000	1,444,000
เงินอุดหนุนวิจัยภายนอก	บาท/คน/ปี	270,000	540,000	810,000	918,000	1,026,000
เงินอุดหนุนจากรัฐ	บาท/คน/ปี	350,000	700,000	1,050,000	1,190,000	1,330,000
รวม		1,000,000	2,000,000	3,000,000	3,400,000	3,800,000

### 2.6.2 งบประมาณรายจ่าย

	2555	2556	2557	2558	2559
<b>1. ค่าใช้จ่ายบุคลากร</b>	<b>1,323,000</b>	<b>1,389,150</b>	<b>1,458,608</b>	<b>1,531,538</b>	<b>1,608,115</b>
- เงินเดือน	1,050,000	1,102,500	1,157,625	1,215,506	1,276,282
- สวัสดิการ 26%	273,000	286,650	300,983	316,032	331,833
<b>2. ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน</b>	<b>139,500</b>	<b>207,000</b>	<b>274,500</b>	<b>301,500</b>	<b>328,500</b>
2.1 ค่าตอบแทน	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
2.2 ค่าวัสดุ	22,500	45,000	67,500	76,500	85,500
2.3 ค่าใช้สอย	20,000	40,000	60,000	68,000	76,000
2.4 ค่าสาธารณูปโภค	25,000	50,000	75,000	85,000	95,000
<b>3. รายจ่ายให้มหาวิทยาลัย</b>	<b>150,000</b>	<b>300,000</b>	<b>450,000</b>	<b>510,000</b>	<b>570,000</b>
<b>4. ทุนการศึกษา</b>	<b>138,000</b>	<b>276,000</b>	<b>414,000</b>	<b>552,000</b>	<b>690,000</b>
<b>5. ครุภัณฑ์</b>	<b>35,000</b>	<b>70,000</b>	<b>105,000</b>	<b>119,000</b>	<b>133,000</b>
<b>รวมประมาณการรายจ่ายทั้งหมด</b>	<b>1,785,500</b>	<b>2,242,150</b>	<b>2,702,108</b>	<b>3,014,038</b>	<b>3,329,615</b>
<b>ค่าใช้จ่ายต่อหัวนักศึกษา</b>	<b>357,100</b>	<b>224,215</b>	<b>180,141</b>	<b>177,296</b>	<b>175,243</b>
			198,082		

## 2.7 ระบบการศึกษา

- แบบชั้นเรียน
- แบบทางไกลผ่านสื่อสิ่งพิมพ์เป็นหลัก
- แบบทางไกลผ่านสื่อแพร่ภาพและเสียงเป็นสื่อหลัก
- แบบทางไกลทางอิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อหลัก (E-learning)
- แบบทางไกลทางอินเทอร์เน็ต
- อื่นๆ (ระบุ) .....

## 2.8 การเทียบโอนหน่วยกิต รายวิชาและการลงทะเบียนเรียนข้ามมหาวิทยาลัย (ถ้ามี)

เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (ภาคผนวก จ.)

### 3. หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน

#### 3.1 หลักสูตร

##### 3.1.1 จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร

แบบ 1.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท 48 หน่วยกิต

แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี 75 หน่วยกิต

##### 3.1.2 โครงสร้างหลักสูตร

แบบ 1.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท

ก. หมวดวิชาสัมมนา 6 หน่วยกิต (ไม่นับหน่วยกิต)

ข. วิทยานิพนธ์ 48 หน่วยกิต

แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี

ก. หมวดวิชาบังคับ 12 หน่วยกิต

ข. หมวดวิชาเลือก 15 หน่วยกิต

ค. หมวดวิชาสัมมนา 6 หน่วยกิต (ไม่นับหน่วยกิต)

ง. วิทยานิพนธ์ 48 หน่วยกิต

##### 3.1.3 รายวิชา

###### - ความหมายของรหัสวิชา

รหัสวิชาประกอบด้วยตัวอักษรและตัวเลขสามหลัก

รหัสตัวอักษร มีความหมายดังต่อไปนี้

BIE หมายถึง วิชาเรียนประจำหลักสูตรวิศวกรรมชีวภาพ

รหัสตัวเลข มีความหมายดังต่อไปนี้

รหัสตัวเลขหลักร้อย หมายถึง ระดับของวิชา

เลข 1-4 หมายถึง วิชาระดับปริญญาตรี

เลข 5 หมายถึง วิชาระดับบัณฑิตศึกษา แต่นักศึกษาระดับปริญญาตรีสามารถเลือกเรียนได้

เลข 6 ขึ้นไป หมายถึง วิชาระดับบัณฑิตศึกษา

รหัสตัวเลขหลักสิบ หมายถึง วิชาในแต่ละกลุ่มวิชา

เลข 0 หมายถึง กลุ่มวิชาบังคับพื้นฐาน

เลข 1 หมายถึง กลุ่มวิชาเลือกพื้นฐาน

เลข 2 หมายถึง กลุ่มวิชา ภาพชีวภาพ (Bioimaging)

เลข 3 หมายถึง กลุ่มวิชาวัสดุชีวภาพ (Biomaterials) และ วิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Tissue Engineering)

เลข 4 หมายถึง กลุ่มวิชากลศาสตร์ชีวภาพ (Biomechanics)

เลข 5 หมายถึง กลุ่มวิชาชีววิทยาระบบและชีววิทยาสังเคราะห์ (Systems and Synthetic Biology)

เลข 6 หมายถึง กลุ่มวิชาวิศวกรรมชีวภาพระดับไมโครและนาโน (Micro- and Nano-bioengineering)

เลข 7 หมายถึง กลุ่มวิชาจริยธรรม (Ethics) กฎหมาย (Laws)

เลข 8 หมายถึง กลุ่มวิชาอื่นๆ

เลข 9 หมายถึง กลุ่มวิชาสัมมนาหัวข้อเฉพาะด้านวิศวกรรมชีวภาพ การศึกษาปัญหาพิเศษ และหรือวิทยานิพนธ์

รหัสตัวเลขหน่วย หมายถึง ลำดับที่ของวิชาในกลุ่มต่าง ๆ

###### - รายวิชา

ก. หมวดวิชาบังคับ 12 หน่วยกิต

BIE 600 วิศวกรรมชีวภาพเบื้องต้น 3 (3-0-9)

(Introduction to Biological Engineering)



BIE 601	วิศวกรรมชีวภาพขั้นสูง (Advanced Biological Engineering)	3 (3-0-9)
BIE 602	เทคนิคการทดลองทางวิศวกรรมชีวภาพ (Experimental Techniques in Biological Engineering)	3 (0-6-12)
BIE 603	การสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ด้านวิศวกรรมชีวภาพ (Mathematical Modeling in Biological Engineering)	3 (3-0-9)

**ข. หมวดวิชาเลือก****15****หน่วยกิต**

**หมายเหตุ** แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สามารถเลือกเรียนข้ามกลุ่มวิชาได้ โดยลงทะเบียนเรียนไม่น้อยกว่า 15 หน่วยกิต

**ภาพชีวภาพ (Bioimaging)**

BIE 620	ภาพทางชีวการแพทย์ (Medical Imaging)	3 (3-0-9)
BIE 621	สารสนเทศของภาพทางชีวภาพ (Bioimage Informatics)	3(3-0-9)

**กลศาสตร์ชีวภาพ วัสดุชีวภาพ และวิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Biomechanics, Biomaterials and Tissue Engineering)**

BIE 630	วัสดุชีวภาพ (Biomaterials)	3 (3-0-9)
BIE 631	การเลี้ยงเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม: พื้นฐานและเทคนิค (Mammalian Cell Culture: Basic and Techniques)	3 (0-6-12)
BIE 632	วิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Tissue Engineering)	3 (3-0-9)
BIE 640/MEE 646	ปรากฏการณ์ขนส่งในระบบชีววิทยา (Transport Phenomena in Biological Systems)	3 (3-0-9)
BIE 641	กลศาสตร์ชีวภาพ (Biomechanics)	3 (3-0-9)
BIE 642/MEE543	พลศาสตร์ของไหลและการคำนวณ (Computation Fluid Dynamics)	3 (3-0-9)
BIE 643	กลศาสตร์ชีวภาพขั้นสูง (Advanced Biomechanics)	3 (3-0-9)
BIE 644	กลศาสตร์ระดับนาโนของวัสดุชีวภาพ (Nanomechanics of Biomaterials)	3 (3-0-9)
BIE 645	กลศาสตร์ของวัสดุที่มีความต่อเนื่อง (Continuum Mechanics)	3 (3-0-9)

**ชีววิทยาระบบและชีววิทยาสังเคราะห์ (Systems and Synthetic Biology)**

BIE 650	ชีววิทยาสังเคราะห์ (Synthetic Biology)	3 (3-0-9)
BIF 612	ชีวเคมีโมเลกุล (Molecular Biochemistry)	3 (3-0-9)
BIF 622	เทคนิคการทดลองในชีววิทยาโมเลกุล (Experimental Techniques in Molecular Biology)	3 (2-2-9)

BIF 632	การออกแบบและการค้นหาใหม่ (Drug Design and Discovery)	3 (3-0-9)
BIF 652	วิธีการทางสถิติสำหรับชีวสารสนเทศและชีววิทยาระบบ (Statistical Methods for Bioinformatics and Systems Biology)	3 (3-0-9)
BIF 772	ชีววิทยาระบบและวิศวกรรมเมตาบอลิก (Systems Biology and Metabolic Engineering)	3 (3-0-9)

#### วิศวกรรมชีวภาพระดับไมโครและนาโน (Micro- and Nanobioengineering)

BIE 660	เซนเซอร์ชีวภาพ (Biosensors)	3 (3-0-9)
BIT 661	เทคโนโลยีชีวภาพระดับนาโน (Nanobiotechnology)	3 (3-0-9)
BIT 664	เคมีไฟฟ้าเชิงวิเคราะห์ (Electroanalytical Chemistry)	3 (3-0-9)

#### วิชาเลือกทั่วไป

BIE 610/CHE 651	สมการอนุพันธ์ระดับสูง (Diferrent equation intermediate level)	3 (3-0-9)
BIE 611/CPE 632	การประมวลผลสัญญาณดิจิทัลและภาพ (Digital Signal and Image Processing)	3 (3-0-9)
BIE 612	ปัญญาเชิงคอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมชีวภาพ (Computational Intelligence for Biological Engineering)	3 (3-0-9)
BIE 626	การออกแบบเครื่องมือทางชีวภาพ (Biological Instrumentation Design)	3(3-0-9)
BIE 696	การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (Individual Study)	3 (3-0-9)
BIE 697	หัวข้อพิเศษ 1 (Special Topic I)	3 (3-0-9)
BIE 698	หัวข้อพิเศษ 2 (Special Topic II)	3 (3-0-9)
BIE 699	หัวข้อพิเศษ 3 (Special Topic III)	3 (3-0-9)
XXX xxx	รายวิชาเลือกที่เปิดสอนโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรีและได้รับการอนุมัติจากกรรมการหลักสูตร	3 (3-0-9)

**หมายเหตุ:** วิชาเลือกเหล่านี้เป็นแค่ตัวอย่างของวิชาเลือกที่นักศึกษาควรจะต้องเลือกตามแผนงานของงานวิจัย นักศึกษาสามารถเลือกวิชาเลือกนอกสาขางานวิจัยได้โดยต้องได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำหลักสูตรก่อน

#### ก. หมวดวิชาสัมมนา

6 หน่วยกิต

**หมายเหตุ** แบบ 1.1 และแบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาทั้งระดับปริญญาตรีและโท ต้องลงทะเบียนเรียน 6 หน่วยกิต โดยไม่นับหน่วยกิต ให้ผลการเรียนเป็น S หรือ U

BIE 690	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 1 (Seminar in Biological Engineering I)	1 (0-2-4)
---------	---------------------------------------------------------------------	-----------

BIE 691	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 2 (Seminar in Biological Engineering II)	1 (0-2-4)	
BIE 692	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 3 (Seminar in Biological Engineering III)	1 (0-2-4)	
BIE 693	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 4 (Seminar in Biological Engineering IV)	1 (0-2-4)	
BIE 694	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 5 (Seminar in Biological Engineering V)	1 (0-2-4)	
BIE 695	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 6 (Seminar in Biological Engineering VI)	1 (0-2-4)	
<b>ง. วิทยานิพนธ์</b>		<b>48</b>	<b>หน่วยกิต</b>
BIE 792	วิทยานิพนธ์ (Dissertation)		48 หน่วยกิต
<b>จ. หมวดวิชาพื้นฐานภาษาอังกฤษ</b>			<b>ไม่นับหน่วยกิต</b>
LNG 550	วิชาปรับปรุงพื้นฐานภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (Remedial English Course for Post Graduate Students)	2 (1-2-6) (S/U)	
LNG 600	วิชาภาษาอังกฤษระหว่างการเรียนในหลักสูตรสำหรับ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (Insessional English Course for Post Graduate Students)	3 (2-2-9) (S/U)	

### 3.1.4 แผนการศึกษา

#### แบบ 1.1 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท

##### ชั้นปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

BIE 690	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 1 (Seminar in Biological Engineering I)	1 (0-2-4) (S/U)	
BIE 792	วิทยานิพนธ์ (Dissertation)	6 (0-12-24)	
<b>รวม</b>			<b><u>6 (0-14-28)</u></b>

**ชั่วโมง / สัปดาห์ = 42**

##### ชั้นปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

BIE 691	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 2 (Seminar in Biological Engineering II)	1 (0-2-4) (S/U)	
BIE 792	วิทยานิพนธ์ (Dissertation)	9 (0-18-36)	
<b>รวม</b>			<b><u>9 (0-20-40)</u></b>

**ชั่วโมง / สัปดาห์ = 60**

##### ชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

BIE 692	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 3 (Seminar in Biological Engineering III)	1 (0-2-4) (S/U)	
BIE 792	วิทยานิพนธ์ (Dissertation)	9 (0-18-36)	

	<b>รวม</b>	<b><u>9 (0-20-40)</u></b>
		<b>ชั่วโมง / สัปดาห์ = 60</b>
<b><u>ชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2</u></b>		
BIE 693	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 4 (Seminar in Biological Engineering IV)	1 (0-2-4) (S/U)
BIE 792	วิทยานิพนธ์ (Dissertation)	<u>9 (0-18-36)</u>
	<b>รวม</b>	<b><u>9 (0-20-40)</u></b>
		<b>ชั่วโมง / สัปดาห์ = 60</b>
<b><u>ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1</u></b>		
BIE 694	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 5 (Seminar in Biological Engineering V)	1 (0-2-4) (S/U)
BIE 792	วิทยานิพนธ์ (Dissertation)	<u>9 (0-18-36)</u>
	<b>รวม</b>	<b><u>9 (0-20-40)</u></b>
		<b>ชั่วโมง / สัปดาห์ = 60</b>
<b><u>ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2</u></b>		
BIE 695	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 6 (Seminar in Biological Engineering VI)	1 (0-2-4) (S/U)
BIE 792	วิทยานิพนธ์ (Dissertation)	<u>6 (0-12-24)</u>
	<b>รวม</b>	<b><u>6 (0-14-28)</u></b>
		<b>ชั่วโมง / สัปดาห์ = 42</b>
<b>แบบ 2.2 ผู้เข้าศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี</b>		
<b><u>ชั้นปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1</u></b>		
BIE 600	วิศวกรรมชีวภาพเบื้องต้น (Introduction to Biological Engineering)	3 (3-0-9)
BIE 601	วิศวกรรมชีวภาพขั้นสูง (Advances Biological Engineering)	3 (3-0-9)
BIE 602	เทคนิคการทดลองทางวิศวกรรมชีวภาพ (Experimental Techniques in Biological Engineering)	3 (0-6-12)
BIE 603	การสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ด้านวิศวกรรมชีวภาพ (Mathematical Modeling in Biological Engineering)	3 (3-0-9)
BIE 690	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 1 (Seminar in Biological Engineering I)	<u>1 (0-2-4) (S/U)</u>
	<b>รวม</b>	<b><u>12 (9-8-43)</u></b>
		<b>ชั่วโมง / สัปดาห์ = 60</b>

**ชั้นปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2**

BIE 691	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 2 (Seminar in Biological Engineering II)	1 (0-2-4) (S/U)
BIE XXX	วิชาเลือก 1	3 (3-0-9)
BIE XXX	วิชาเลือก 2	3 (3-0-9)
XXX xxx	วิชาเลือก 3	3 (3-0-9)
XXX xxx	วิชาเลือก 4	3 (3-0-9)
<b>รวม</b>		<b><u>12 (12-2-40)</u></b>

ชั่วโมง / สัปดาห์ = 54

**ชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1**

BIE 692	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 3 (Seminar in Biological Engineering III)	1 (0-2-4) (S/U)
XXX xxx	วิชาเลือก 5	3 (3-0-9)
BIE 792	วิทยานิพนธ์ (Dissertation)	6 (0-12-24)
<b>รวม</b>		<b><u>9 (3-14-37)</u></b>

ชั่วโมง / สัปดาห์ = 54

**ชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2**

BIE 693	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 4 (Seminar in Biological Engineering III)	1 (0-2-4) (S/U)
BIE 792	วิทยานิพนธ์ (Dissertation)	6 (0-12-24)
<b>รวม</b>		<b><u>6 (0-14-28)</u></b>

ชั่วโมง / สัปดาห์ = 42

**ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1**

BIE 694	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 5 (Seminar in Biological Engineering V)	1 (0-2-4) (S/U)
BIE 792	วิทยานิพนธ์ (Dissertation)	6 (0-12-24)
<b>รวม</b>		<b><u>6 (0-14-28)</u></b>

ชั่วโมง / สัปดาห์ = 42

**ชั้นปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2**

BIE 695	สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 6 (Seminar in Biological Engineering VI)	1 (0-2-4) (S/U)
BIE 792	วิทยานิพนธ์ (Dissertation)	6 (0-12-24)
<b>รวม</b>		<b><u>6 (0-14-28)</u></b>

ชั่วโมง / สัปดาห์ = 42

**ชั้นปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1**

BIE 792	วิทยานิพนธ์	6 (0-12-24)
	(Dissertation)	
<b>รวม</b>		<b>6 (0-12-24)</b>

ชั่วโมง / สัปดาห์ = 36

**ชั้นปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2**

BIE 792	วิทยานิพนธ์	6 (0-12-24)
	(Dissertation)	
<b>รวม</b>		<b>6 (0-12-24)</b>

ชั่วโมง / สัปดาห์ = 36

**ชั้นปีที่ 5 ภาคการศึกษาที่ 1**

BIE 792	วิทยานิพนธ์	6 (0-12-24)
	(Dissertation)	
<b>รวม</b>		<b>6 (0-12-24)</b>

ชั่วโมง / สัปดาห์ = 36

**ชั้นปีที่ 5 ภาคการศึกษาที่ 2**

BIE 792	วิทยานิพนธ์	6 (0-12-24)
	(Dissertation)	
<b>รวม</b>		<b>6 (0-12-24)</b>

ชั่วโมง / สัปดาห์ = 36

**3.1.5 คำอธิบายรายวิชา**

คำอธิบายรายวิชา (ภาคผนวก ก.)

**3.2 ชื่อ สกุล เลขประจำตัวบัตรประชาชน ตำแหน่งและคุณวุฒิของอาจารย์****3.2.1 อาจารย์ประจำหลักสูตร**

ที่	ชื่อ-สกุล (ระบุตำแหน่งทางวิชาการ)	คุณวุฒิการศึกษาสูงสุด (สาขาวิชา), สถาบันที่สำเร็จการศึกษา	ภาระงานสอน (ชม./สัปดาห์) (ปีการศึกษา)				
			2554	2555	2556	2557	2558
1	ศศ.ดร. ขวัญชนก พสุวัต	Ph.D. (Chemical Engineering), Cornell University, U.S.A. (2547)	10	10	10	10	10
		B.Sc. (Chemical Engineering), California Institute of Technology, U.S.A. (2541)					
2	ดร. รุ่งทิภา พลังสันติกุล	Dr.rer.nat. (Physical Chemistry), Christian-Albrecht University of Kiel, Germany (2548)	6	6	6	6	6
		วท.ม. (เคมี),มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ประเทศไทย (2545)					
		วท.บ. (เคมี),มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ประเทศไทย (2542)					
3	ดร. พันธุ์วงศ์ คุณธนะวัฒน์	Ph.D. (Cell Engineering), University of Glasgow, Scotland, UK (2553)	6	6	6	6	6

ที่	ชื่อ-สกุล (ระดับตำแหน่งทางวิชาการ)	คุณวุฒิการศึกษาสูงสุด (สาขาวิชา), สถาบันที่สำเร็จการศึกษา	ภาระงานสอน (ชม./สัปดาห์) (ปีการศึกษา)				
			2554	2555	2556	2557	2558
		วท.บ. (จุลชีววิทยา)มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ประเทศไทย (2548)					
4	ดร. คุณเดือน วราโห	Ph.D. (Chemical Engineering), Cornell University, U.S.A. (2552) B.Eng. (Chemical Engineering), RMIT University, Australia (2545)	6	6	6	6	6
5	ดร.สิรินทรรัตน์ ศิริวิสูตร	Ph.D. (Engineering), Brown University, RI, U.S.A. (2552) M.Sc. (Engineering), Brown University, RI, U.S.A. (2550) วศ.บ. (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และไฟฟ้า), มหาวิทยาลัย มหิดล,ประเทศไทย (2546)	6	6	6	6	6

### 3.2.2 อาจารย์ประจำ

ที่	ชื่อ-สกุล (ระดับตำแหน่งทางวิชาการ)	คุณวุฒิการศึกษาสูงสุด (สาขาวิชา), สถาบันที่สำเร็จการศึกษา	ภาระงานสอน (ชม./สัปดาห์) (ปีการศึกษา)				
			2554	2555	2556	2557	2558
1	รศ.ดร.วนิดา พวกุล	Ph.D. (Organic Chemistry), Mahidol University, Thailand	10	10	10	10	10
2	ผศ.ดร.บัณฑิต ทิพากร	Ph.D. (Electrical and Computer Engineering), Missouri- Columbia, U.S.A.	10	10	10	10	10
3	ผศ.ดร. มารศรี เรืองจิตชัชวาลย์	Ph.D. (Biotechnology), Osaka University, Japan	10	10	10	10	10
4	รศ.ดร. วีระศักดิ์ สุระเรืองชัย	Ph.D. (Electroanalysis), Cranfield University, UK	10	10	10	10	10
5	ผศ.ดร. อัครวิน มีชัย	Ph.D. (Biochemical Engineering), University of California, U.S.A.	10	10	10	10	10
6	ผศ.ดร. อนรรฆ ขันระฆณะ	Ph.D. (Materials Science and Engineering), University of Tsukuba, Japan	10	10	10	10	10
7	ผศ.ดร. เดี่ยว กุลพิทักษ์	Ph.D. (Systems Engineering), Brunel University, UK	10	10	10	10	10
8	ผศ.ดร. ชีรนุช จันทโสภิพันธ์	Ph.D. (Mechanical Engineering), Drexel University, U.S.A.	10	10	10	10	10
9	ดร.กฤษณพงศ์ กีรติกร	Ph.D. (Electrical Engineering), University of Glasgow, Scotland, UK	6	6	6	6	6
10	รศ.ดร.สุภาภรณ์ ชิวชนะรักษ์	Ph.D. (Microbiology), Mahidol University, Thailand	10	10	10	10	10
11	ดร. ไพบุลย์ ช่างทอง	Dr. Ing. (material science), Technical University of Munich, Germany	10	10	10	10	10
12	ดร. ศรวินทร์ วงษา	Ph.D. (Automatic Control and Systems Engineering), University of Sheffield, U.S.A.	10	10	10	10	10
13	ดร. ตรีนุช สายทอง	Ph.D. (System Biology and Bioinformatics), University of Edinburgh, UK	6	6	6	6	6

ที่	ชื่อ-สกุล (ระบุตำแหน่งทางวิชาการ)	คุณวุฒิการศึกษาสูงสุด (สาขาวิชา), สถาบันที่สำเร็จการศึกษา	ภาระงานสอน (ชม./สัปดาห์) (ปีการศึกษา)				
			2554	2555	2556	2557	2558
14	ดร. เสาวลักษณ์ กัลปญลักษณ์	Ph.D. (System Biology and Bioinformatics), University of Edinburgh, UK	6	6	6	6	6
15	ศศ.ดร.นุชธนา พูลทอง	Ph.D. (Materials Processing Engineering), Nagoya University, Japan	10	10	10	10	10
16	ศศ.ดร.ปรีชา เดิมสุขวัตดี	Ph.D. (Metallurgical Engineering), Colorado School of Mines, U.S.A.	10	10	10	10	10
17	ศศ. ดร.สิริพร โรจนนันต์	Ph.D. (Engineering Material), The University of Sheffield , UK	10	10	10	10	10
18	อ. ชาคร รัศมีเฟื่องฟู	M.Sc.(Bimolecular Technology), University of Leicester, UK	10	10	10	10	10
19	ดร. สันติธรรม พรหมอ่อน	Ph.D. (Computer Engineering), KMUTT, Thailand	-	-	10	10	10
20	ดร.พงศ์ศักดิ์ ขุนแร่	Ph.D. (Biochemistry), University of Cambridge, UK	10	10	10	10	10
21	ดร. บุญเสริม แก้วกำหนดพงษ์	Ph.D. (Computer Science), University College London, UK	6	6	6	6	6

### 3.2.3 อาจารย์พิเศษ

ที่	ชื่อ-สกุล (ระบุตำแหน่งทางวิชาการ)	คุณวุฒิการศึกษาสูงสุด (สาขาวิชา), สถาบันที่สำเร็จการศึกษา
1	Dr. Mithran Somasundrum	Ph.D. (Electrochemistry), Cranfield University, UK
2	ดร. พรพิมล ศรีทองคำ	Ph.D. (Electroanalysis Chemistry), Cranfield University, UK
3	ดร. พรทิพย์ ใควันภูมิตร	Ph.D. (Material Engineering), University of Fukui, Japan
4	ดร. สุกัญญา เอี้ยว	Ph.D. (Biomedical Engineering), Imperial College , UK
5	ดร. ชิน ชำมรงค์ธรรม	Ph.D. (Biotechnology), KMUTT, Thailand

นอกจากนี้ยังมีความร่วมมือกับมหาวิทยาลัย ศูนย์วิจัยและองค์กรต่างๆทั้งภายในและภายนอกประเทศอย่างมากมาย เช่น ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ห้องปฏิบัติการสสารยุคใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สาขาวิชาเหมืองแร่ ภาควิชาเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลภาคพายัพ ภาควิชาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Taipei Medical University, Taiwan. Osaka University, University of Vienna, Columbia University, University of Arizona, Kanazawa University, Nippon Institute of Technology เป็นต้น

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

ไม่มี

#### 5. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำโครงการหรืองานวิจัย (ถ้ามี)

1. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ เป็นไปตามเกณฑ์ของมหาวิทยาลัย
2. นักศึกษาจะต้องผ่านการสอบทดสอบวัดคุณสมบัติ (Qualifying Examination) เพื่อเป็นผู้ที่มีสิทธิ์เสนอวิทยานิพนธ์เพื่อขอรับปริญญาเอก เมื่อสิ้นสุดภาคการศึกษาแรกสำหรับนักศึกษาที่มีวุฒิปริญญาโท และไม่เกิน 3 ภาคการศึกษาแรกสำหรับนักศึกษาที่มีวุฒิปริญญาตรี นักศึกษามีสิทธิ์สอบวัดคุณสมบัติได้ไม่เกิน 2 ครั้ง และต้องสอบให้ผ่านภายในปีการศึกษาที่ 1 สำหรับนักศึกษาที่มีวุฒิปริญญาโท และปีการศึกษาที่ 2 สำหรับนักศึกษาที่มีวุฒิปริญญาตรี
3. นักศึกษาจะต้องสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ (Dissertation Proposal) ภายในปีการศึกษาที่ 2 สำหรับนักศึกษาที่มีวุฒิปริญญาโท และ ปีการศึกษาที่ 3 สำหรับนักศึกษาที่มีวุฒิปริญญาตรี





แสดงความคิดเห็น รวมถึงเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้นำเสนอเรื่องในหัวข้อที่ไปศึกษามาจากวารสารหรือบทปริทัศน์ ในการเรียนการสอนนี้มีการประเมินการมีส่วนร่วม การนำเสนอสัมมนาของนักศึกษาด้วย

สำหรับ BIE 691 Seminars in Biological Engineering II ซึ่งเป็นการสัมมนาครั้งที่ 2 ของนักศึกษา จะทำให้เกิดพัฒนาการที่ดีขึ้นในการนำเสนอสัมมนา มีการเตรียมความพร้อมที่ดี มีการนำเสนอในหัวข้อที่เป็นศาสตร์ทางวิศวกรรมชีวภาพมากขึ้น แสดงถึงการมีพัฒนาการด้านความรู้ในศาสตร์นี้ที่เพิ่มขึ้นของนักศึกษา ในด้านการมีส่วนร่วมในการเสนอความเห็น การซักถามประเด็นที่สงสัย หรือการเสริมเพิ่มเติมความรู้นอกจากที่ผู้นำเสนอได้รายงานนั้น และเป็นหน้าที่ของนักศึกษาที่ต้องมีส่วนร่วมในการอภิปรายในห้อง ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ดีในกระบวนการเรียนการสอนวิชาสัมมนานี้ นักศึกษาได้มีการศึกษาหัวข้อที่สนใจ และเตรียมตัวภายใต้การให้คำปรึกษาของอาจารย์ที่ปรึกษา นอกจากนี้ หลักสูตรยังได้รับความอนุเคราะห์จากคณาจารย์ นักวิจัย อย่างน้อย 3 ท่าน ในการประเมินผล

การสอน BIE 602 เทคนิคการทดลองทางวิศวกรรมชีวภาพ เป็นการเพิ่มความรู้ และทักษะในการปฏิบัติงานจริงให้แก่นักศึกษาโดยให้เป็นวิศวกรที่มีความรู้ความสามารถในการเลี้ยงเซลล์ให้เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่สามารถสร้างชิ้นงานขึ้นมาได้ ให้รู้จักคิดถึงเหตุในการกระทำและผลที่ได้จากการกระทำนั้น และถ้าไม่ทำอย่างนั้น จะทำอย่างอื่นได้อีกหรือไม่สร้างให้แตกแขนงทางความคิด และรู้จักการแก้ปัญหา เรียนรู้เทคนิคต่างๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการทำวิจัยต่อยอดได้

นอกจากนี้หลักสูตรยังมีการให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับงานวิจัยทางเว็บไซต์ และปรับปรุงให้ทันสมัยเสมอ อีกทั้งมีตัวอย่างงานวิจัยให้ศึกษา

## 5.6 กระบวนการประเมินผล

นักศึกษาต้องนำเสนอ โครงร่างวิทยานิพนธ์ (Dissertation proposal) ต่อกรรมการหลักสูตรเพื่อพิจารณาเบื้องต้นก่อนเสนอขออนุมัติจากกรรมการคณะวิศวกรรมศาสตร์ หลังจากนั้นจึงทำการสอบหรือนำเสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์ต่อคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ และมีการรายงานความก้าวหน้าของงานวิจัยอย่างน้อย 1 ครั้งในแต่ละภาคการศึกษา ก่อนสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ โดยการประเมินผลแต่ละครั้งรวมทั้งการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ใช้แบบประเมินของโครงการ ที่สอดคล้องกับเกณฑ์/ระเบียบของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และเมื่อวิทยานิพนธ์ดังกล่าวนี้เสร็จสิ้นลงนักศึกษาได้นำเสนอผลงานวิจัยต่อคณะกรรมการประเมินของหลักสูตรฯ ซึ่งประกอบด้วยคณาจารย์อย่างน้อย 3 ท่าน อีกทั้งนักศึกษายังต้องรวบรวมเนื้อหาในรูปแบบวิทยานิพนธ์ที่ได้รับความเห็นชอบแล้วจากคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ก่อนขออนุมัติสำเร็จการศึกษาตามระเบียบของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

### หมวดที่ 4 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผล

#### 1. การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนักศึกษา

คุณลักษณะพิเศษมีความรู้และทักษะในการทำวิจัยขั้นสูงและทางวิศวกรรมชีวภาพเป็นอย่างดี มีความคิดสร้างสรรค์ รู้จักการศึกษา ค้นคว้าได้ด้วยตนเองอย่างมีวิจารณญาณ สามารถสื่อสารได้ด้วยภาษาอังกฤษ มีทักษะในการทำงานเป็นทีมกับผู้อื่นทั้งที่อยู่ในสาขาความเชี่ยวชาญเดียวกันและต่างจากตน มีน้ำใจและจิตสาธารณะ

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์หรือกิจกรรมของนิสิต
1) มีความรู้ มีความเข้าใจพื้นฐานเชิงเชื่อมโยง ในศาสตร์หลากหลายแขนงซึ่งบูรณาการกันขึ้นเป็นวิศวกรรมชีวภาพ และมีความเชี่ยวชาญเป็นพิเศษในแขนงวิชาเฉพาะทางวิศวกรรมชีวภาพ อย่างน้อยหนึ่งด้าน และมีทัศนคติที่ดี ต่อสาขาวิชา	การเรียนปรับพื้นฐานความรู้ปริญญาตรีของนักศึกษาที่มาจากสาขาวิชาที่หลากหลาย และการเรียนการสอนซึ่งร้อยเรียงวิศวกรรมชีวภาพในแขนงต่าง ๆ ซึ่งขอบเขตกว้างขวางและมีความเป็นสหสาขาสูงมาก เป็นเรื่องราวต่อเนื่องกัน (แบบ module) เพื่อให้ให้นักศึกษาเข้าใจอย่างเชื่อมโยงแขนงวิชาที่หลากหลายในสาขาโดยภาพรวม และเน้นให้นักศึกษาเกิดความแข็งแกร่งและเชี่ยวชาญเฉพาะในแขนงย่อยที่สนใจ
2) มีกระบวนการความคิดที่เป็นระบบ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ วิจัย และประเมินคุณค่า อย่างมีประสิทธิภาพ มีความคิดสร้างสรรค์และเชื่อมโยง บนพื้นฐานทางวิชาการ บริบทของสังคม และคุณธรรม	การจำลองสภาพการเผชิญกับปัญหาทางวิศวกรรมชีวภาพในสังคมโลก ซึ่งทักษะดังกล่าวจะถูกนำมาใช้โดยธรรมชาติในการปฏิบัติจริง ผ่านระบบการเรียนการสอนเชิงแก้ปัญหา (problem-based learning) ที่อำนวยความสะดวกให้นักศึกษาที่มาจากพื้นฐานวิชาการที่แตกต่างกัน (เช่น วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิศวกรรมศาสตร์) ได้ระดมสมองตามความเชี่ยวชาญเฉพาะในการแก้ปัญหาาร่วมกันซึ่งอาจมีลักษณะเป็นโจทย์งานเชิงทฤษฎี เรียงความ การออกแบบการทดลอง หรือ โครงการ เป็นต้น โดยมีอาจารย์ในหลักสูตรเป็นผู้ให้คำแนะนำ

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์หรือกิจกรรมของนิสิต
3) มีความรู้ ความสามารถ และทักษะที่จำเป็นในการทำวิจัยสหสาขา	การทำวิจัยตามสาขาความเชี่ยวชาญของหลักสูตรวิศวกรรมชีวภาพ กับกลุ่มวิจัยทั้งภายในมหาวิทยาลัย และภายนอกมหาวิทยาลัย (ภายในประเทศ และ/หรือ ต่างประเทศ) โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือผู้เชี่ยวชาญในสาขาของงานวิจัย เป็นผู้ให้คำปรึกษา ในบริบทของสังคมไทยและ/หรือสังคมโลก
4) มีความสามารถและคุณธรรมการทำงานร่วมกับผู้อื่นเป็นหมู่คณะ มีทักษะการบริหารจัดการ	การทำโครงการ โจทย์ปัญหา หรือกิจกรรมกลุ่มอื่นในระบบการเรียนการสอนแบบ problem-based learning ที่กำหนดให้นักศึกษาที่มาจากพื้นฐานวิชาการ แนวคิด ประสบการณ์ที่แตกต่างกันหลากหลาย (เช่น วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิศวกรรมศาสตร์) แก้ไขปัญหาาร่วมกัน
5) เป็นผู้รู้จักการสืบค้นองค์ความรู้ อย่างมีวิจารณญาณ เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้อื่น	การเรียนวิชาสัมมนาในหลักสูตร ที่มอบหมายงานที่ต้องศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และการนำเสนอผลงานที่ได้ศึกษา
6) มีความสามารถในการสื่อสารด้วยภาษาอังกฤษ	การพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษของนักศึกษา ผ่านการสืบค้นข้อมูล การทำรายงาน การนำเสนอผลงาน ที่กำหนดให้ใช้ภาษาอังกฤษ
7) เป็นผู้รู้จักการเสียสละเพื่อส่วนรวม มีประสบการณ์การทำงานกับชุมชน	การร่วมจัดค่ายวิศวกรรมชีวภาพสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี (ค่าย BIE) ที่ทางสาขาจัดขึ้น

## 2. การพัฒนาผลการเรียนรู้ในแต่ละด้าน

### 2.1 คุณธรรม จริยธรรม

#### 2.1.1 ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

นักศึกษามีคุณธรรม จริยธรรมดังนี้

- 1) เป็นผู้ดำรงและเชิดชูคุณธรรม ค่านิยมและวัฒนธรรมอันดีงามของสังคมไทย รวมทั้งสนับสนุนอย่างจริงจังให้ผู้อื่นใช้คุณประโยชน์ทางด้านคุณธรรม จริยธรรมในการจัดการกับความขัดแย้งและปัญหาที่มีผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น
- 2) สามารถจัดการเกี่ยวกับปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมที่ซับซ้อนในบริบททางวิชาการหรือวิชาชีพ หรือสามารถใช้คุณประโยชน์แบบผู้รู้ ด้วยความยุติธรรม ด้วยหลักฐาน ด้วยหลักการที่มีเหตุผลและค่านิยมอันดีงาม
- 3) สามารถแสดงออกหรือสื่อสารข้อสรุปของปัญหาโดยคำนึงถึงความรู้สึกรู้สึกของผู้อื่นที่จะได้รับผลกระทบ
- 4) แสดงออกซึ่งภาวะผู้นำที่ดีและพร้อมเป็นผู้ตามที่มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา สามารถทำงานเป็นหมู่คณะและเกิดการส่งเสริมกัน (synergy) สามารถพัฒนาตนเองได้อย่างดี และต่อเนื่องทั้งในที่ทำงานและในชุมชนที่กว้างขวาง
- 5) ริเริ่มชี้ให้เห็นข้อบกพร่องของจรรยาบรรณที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเพื่อทบทวนและแก้ไข
- 6) ริเริ่มให้เคารพสิทธิหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีวิจารณญาณ

#### 2.1.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

สร้างภาวะการเรียนรู้ที่ทำให้คุณค่างับจริยธรรมและคุณธรรมเพื่อมุ่งเน้นให้เกิดทัศนคติดังกล่าว โดยการทำเป็นตัวอย่างและแทรกซึมไปในการเรียนการสอนแบบเน้นการแก้ปัญหา (problem-based learning) เช่น การตรงต่อเวลา การพูดคุยกับนักศึกษาทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ซึ่งอาจเป็นในรูปแบบการเรียนการสอน และการให้คำปรึกษา การจัดกิจกรรมเสริมประสบการณ์เช่น ให้นักศึกษาร่วมจัดค่าย BIE

#### 2.1.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

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

## 2.2 ความรู้

### 2.2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจและทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมชีวภาพดังนี้

- (1) สามารถพัฒนานวัตกรรมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่
- (2) มีความเข้าใจอย่างถ่องแท้และลึกซึ้งในองค์ความรู้ที่เป็นแก่นในสาขาวิชาวิศวกรรมชีวภาพ รวมทั้งข้อมูลเฉพาะทางทฤษฎี หลักการและแนวคิดที่เป็นรากฐาน
- (3) มีความรู้ที่เป็นปัจจุบันในสาขาวิชา รวมถึงประเด็นปัญหาสำคัญที่จะเกิดขึ้น และสามารถบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ในแขนงดังกล่าวเข้ากับความรู้ในสาขาอื่นการพัฒนาสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสาขาวิชาที่ศึกษาค้นคว้า
- (4) รู้เทคนิคการวิจัยและพัฒนาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับในสาขาวิชาได้อย่างชาญฉลาด สำหรับหลักสูตรในสาขาวิชาชีพ จะต้องมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและกว้างขวางเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่เปลี่ยนแปลงในวิชาชีพ ทั้งในระดับชาติและนานาชาติ
- (5) มีความรู้ความเข้าใจถึงผลกระทบของวิศวกรรมชีวภาพ ที่อาจมีต่อสังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี การทดสอบมาตรฐานนี้สามารถทำได้โดยการทดสอบในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทำงานที่มอบหมาย การตอบคำถามในห้องเรียน กิจกรรมกลุ่ม การนำเสนอผลงาน การทำมินิโศรงานและการทำวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงการพูดคุย นอกเวลาเรียนกับคณาจารย์ ตลอดระยะเวลาที่นักศึกษาอยู่ในหลักสูตร

### 2.2.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้

การเรียนการสอนในช่วงแรกเป็นการปูพื้นฐานวิศวกรรมชีวภาพในภาพรวม โดยการสอนแบบโมดูล ที่เอาเนื้อหาความรู้ทางวิศวกรรมชีวภาพมาร้อยเรียง เพื่อให้ให้นักศึกษาเห็นความเชื่อมโยงของวิชา และเน้นสอนแบบ problem based learning คือให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากการเผชิญโจทย์ปัญหาที่ผู้สอนกำหนดขึ้นซึ่งอาจจะเป็นในรูปแบบของ โครงการ เรียงความ หรือการบ้านเชิงค้นคว้า และการนำเสนอผลงานเป็นต้น ในช่วงแรกจะมีการปรับพื้นฐานความรู้ที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ในวิศวกรรมชีวภาพ นักศึกษาที่มาจากพื้นฐานวิชาการที่หลากหลาย เช่นการปูพื้นฐานวิทยาศาสตร์ชีวภาพให้กับนักศึกษาที่มาจากวิศวกรรม หรือการปูพื้นฐานโปรแกรมให้กับนักศึกษาที่มาจากชีววิทยา นักศึกษาสามารถเลือกเรียนวิชาเฉพาะที่เน้นพัฒนาให้นักศึกษาเชี่ยวชาญเฉพาะในสาขาวิจัยที่เลือกหลังจากการเรียนวิชาพื้นฐาน

### 2.2.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้

ประเมินจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการปฏิบัติของนักศึกษา ในด้านต่าง ๆ คือ

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

## 2.3 ทักษะทางปัญญา

### 2.3.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

นักศึกษาคควมีความสามารถดังนี้

- (1) สามารถใช้ความเข้าใจอันถ่องแท้ในทฤษฎีและเทคนิคการแสวงหาความรู้ในการวิเคราะห์ประเด็นและปัญหาสำคัญได้อย่างสร้างสรรค์ และพัฒนาแนวทางการแก้ไขปัญหาคด้วยวิธีการใหม่ๆ
- (2) สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ผลงานการวิจัยและทฤษฎีเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจใหม่ที่สร้างสรรค์ และไม่มียอคติ โดยบูรณาการแนวคิดต่างๆ ทั้งจากภายในและภายนอกสาขาวิชาที่ศึกษาในชั้นสูง
- (3) สามารถออกแบบและดำเนินการ โครงการวิจัยที่สำคัญในเรื่องที่ซับซ้อนที่เกี่ยวกับการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ หรือปรับปรุงแนวปฏิบัติในวิชาชีพอย่างมีนัยสำคัญ

- (4) มีศักยภาพในการสร้างความร่วมมือกับนักวิจัยหรือนักวิชาการทั้งในแขนงของตนและแขนงอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และได้รับการยอมรับ

### 2.3.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) การเรียนการสอนแบบ problem based learning ที่เน้นให้นักศึกษาเผชิญโจทย์ปัญหา และร่วมกันระดมความคิด จากมุมมองและพื้นฐานวิชาการของนักศึกษาที่ต่างกัน ผ่านการเรียนในชั้นเรียน โครงการ การนำเสนอผลงาน และงานกลุ่ม เป็นต้น
- (2) การอภิปรายกลุ่ม
- (3) การเอื้อให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ วิจารณ์งานทางวิชาการ เช่น การวิจารณ์งานในชั้นเรียน หรือในการนำเสนอในสัมมนา

### 2.3.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา นี้สามารถทำได้โดยการออกข้อสอบที่ให้นักศึกษาแก้ปัญหา อธิบายแนวคิดของการแก้ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาโดยการประยุกต์ความรู้ที่เรียนมา ประเมินตามสภาพจริงจากผลงาน และการปฏิบัติของนักศึกษา เช่น ประเมินจากการนำเสนอรายงานในชั้นเรียน การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบหรือสัมภาษณ์ เป็นต้น

## 2.4 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

### 2.4.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

นักศึกษาคควรมีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้

- (1) มีความสามารถสูงในการแสดงความเห็นทางวิชาการและวิชาชีพ และถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการให้บุคคลที่มีพื้นฐานความรู้วัย และทัศนคติที่ต่างกัน ในโอกาสที่แตกต่างกัน ด้วยวิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และน่าเชื่อถือเป็นที่ยอมรับ
- (2) สามารถวางแผนวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนสูงด้วยตนเอง รวมทั้งวางแผนในการปรับปรุงตนเองและองค์กร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (3) สร้างปฏิสัมพันธ์ในกิจกรรมกลุ่มอย่างสร้างสรรค์ และแสดงออกถึงความโดดเด่นในการเป็นผู้นำในทางวิชาการหรืออาชีพ และสังคมที่ซับซ้อน รวมทั้งเป็นผู้ตามที่ดีได้ในสถานการณ์ที่เหมาะสม

### 2.4.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

ใช้การสอนแบบ problem based learning ทำให้นักศึกษาที่มีความเชี่ยวชาญ ทัศนคติ ที่หลากหลายได้ร่วมระดมสมองทำงานกันเป็นกลุ่ม รู้จักการค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือจากผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงการทำกิจกรรมเสริม คือการจัดค่าย BIE และการทำวิทยานิพนธ์ โดยมีคณาจารย์ผู้มีความรู้ความสามารถในสายงานเป็นผู้ให้คำปรึกษา

### 2.4.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

ประเมินจากการแสดงออก และทัศนคติที่สะท้อนออกมาจากการทำงานที่ได้รับมอบหมาย การเรียนในชั้นเรียน การร่วมกิจกรรม การนำเสนอผลงาน

## 2.5 ทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

### 2.5.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ

นักศึกษาคควรมีทักษะดังต่อไปนี้

- (1) สามารถคัดกรองข้อมูลทางคณิตศาสตร์และสถิติเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าบนประเด็นปัญหาที่สำคัญและซับซ้อน
- (2) สรุบบัญญาและเสนอแนะแก้ไขปัญหาคในด้านต่างๆ โดยเจาะลึกในสาขาวิชาเฉพาะ
- (3) สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพด้วยภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับกลุ่มบุคคลต่างๆ ทั้งในวงการวิชาการและวิชาชีพ รวมถึงชุมชนทั่วไป โดยการนำเสนอรายงานทั้งในรูปแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการผ่านสิ่งตีพิมพ์ทางวิชาการและวิชาชีพ รวมทั้งวิทยานิพนธ์หรือโครงการค้นคว้าที่สำคัญ
- (4) สามารถใช้เครื่องมือสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ค้นคว้าเชิงวิชาการ และการจัดการข้อมูลเบื้องต้นในการทำวิจัยในสาขา

- 2.5.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ**  
ส่งเสริมให้เกิดการใช้ทักษะดังกล่าว ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบ problem based learning ที่ทำให้นักศึกษา ต้องเผชิญกับโจทย์ที่  
ต้องการทักษะดังกล่าวในการแก้ปัญหา และการนำเสนอผลงาน โดยมีอาจารย์ที่มีความรู้ความสามารถและผู้ร่วมเรียน ร่วมกัน  
วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนทัศนคติเกี่ยวข้องกับความเหมาะสมและความถูกต้องของทักษะกระบวนการดังกล่าว รวมไปถึงการ  
นำเสนอผลงานทางวิชาการในวิชาสัมมนาเป็นต้น
- 2.5.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และ**  
**การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ**
- 1) ประเมินจากความเข้าใจ และความเหมาะสมของวิธีการที่เลือกใช้ จากการทดสอบในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การสอบกลางและ  
ปลายภาค การทำงานกลุ่ม การทำโครงงาน 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. ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ					5. ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<b>LNG 550</b> วิชาปรับปรุงพื้นฐานภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา Remedial English Course For Post Graduate Students 2 (1-2-6)	○	○	○	○				●	○				○	○		●	●	○	●	●		○		●	●
<b>LNG 600</b> วิชาภาษาอังกฤษระหว่างการเรียนใน หลักสูตรสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา Insessional English Course for Post Graduate Students 3 (2-2-9)	○	○	○	○				●	○				○	○	○	●	●	○	●	●		○		●	●

### 1.ด้านคุณธรรม จริยธรรม

- (1) เข้าใจและซาบซึ้งในวัฒนธรรมไทย ตระหนักในคุณค่าของระบบคุณธรรม จริยธรรม เสียสละ และ ซื่อสัตย์สุจริต
- (2) มีวินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่างๆ ขององค์กรและสังคม
- (3) มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นหมู่คณะ สามารถแก้ไขข้อขัดแย้งตามลำดับความสำคัญ เคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์
- (4) สามารถวิเคราะห์และประเมินผลกระทบจากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ ต่อบุคคล องค์กร สังคมและสิ่งแวดล้อม
- (5) มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพวิทยาศาสตร์ในแต่ละสาขา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

### 2.ด้านความรู้

- (1) มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และ วิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
- (2) มีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับหลักการที่สำคัญ ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
- (3) สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
- (4) สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม
- (5) สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาของตน ในการประยุกต์แก้ไขปัญหาในงานจริงได้

### 3.ด้านทักษะทางปัญญา

- (1) มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี
- (2) สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ
- (3) สามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างมีระบบ รวมถึงการใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (4) มีจินตนาการและความยืดหยุ่นในการปรับใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม
- (5) สามารถสืบค้นข้อมูลและแสวงหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต และทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ๆ



#### 4. ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

- (1) สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนที่หลากหลาย และสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและ/หรือภาษาต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ความรู้ในวิชาที่ศึกษามาสื่อสารต่อสังคมได้ในประเด็นที่เหมาะสม
- (2) สามารถให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่การแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ ในกลุ่มทั้งในบทบาทของผู้นำ หรือในบทบาทของผู้ร่วมทีมทำงาน
- (3) สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง
- (4) รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย ทั้งงานบุคคลและงานกลุ่ม สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและผู้ตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถวางตัวได้อย่างเหมาะสมกับความรับผิดชอบ
- (5) มีจิตสำนึกความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยในการทำงาน

#### 5. ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

- (1) มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี
- (2) มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์
- (3) สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่ทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
- (4) มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์
- (5) สามารถใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่เกี่ยวข้องได้

### 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	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4
BIE 600 วิศวกรรมชีวภาพเบื้องต้น	○	●	●				●		●	●			●	○		○	●	●	●	○		
BIE 601 วิศวกรรมชีวภาพขั้นสูง	○	●	●				●		●	●			●	○		○	●	●	●	○		
BIE 602 เทคนิคการทดลองทางวิศวกรรมชีวภาพ		●	●				●						●	○	○		●	●	○	○		
BIE 603 การสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ด้านวิศวกรรมชีวภาพ		●	●				●						●	○			●	●	●	○		
BIE 620 ภาพทางชีวการแพทย์		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 621 สารสนเทศของภาพทางชีวภาพ		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 630 วัสดุชีวภาพ		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 631 การเลี้ยงเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม: พื้นฐานและเทคนิค		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 632 วิศวกรรมเนื้อเยื่อ		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 640/MEE 646 ปรากฏการณ์ขนส่งในระบบชีววิทยา		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 641 กลศาสตร์ชีวภาพ		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 642/MEE543 พลศาสตร์ของไหลและการคำนวณ		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม						2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ			5. ทักษะการวิเคราะห์เชิง ตัวเลข การสื่อสาร และ การใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ			
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4
BIE 643 กลศาสตร์ชีวภาพขั้นสูง		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 644 กลศาสตร์ระดับนาโนของวัสดุชีวภาพ		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 645 กลศาสตร์ของวัสดุที่มีความต่อเนื่อง		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 650 ชีววิทยาสังเคราะห์		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIF 612 ชีวเคมีโมเลกุล	○	●	○	●	●	●		●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	○		●
BIF 622 เทคนิคการทดลองในชีววิทยาโมเลกุล	○	●	○	●	●	●		●	○	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●		●
BIF 632 การออกแบบและการค้นหาใหม่		○	○	●	●	●	○	●	●	○		●	●	●	●	●	○	○	●	○		●
BIF 652 วิธีการทางสถิติสำหรับชีวสารสนเทศและชีววิทยาาระบบและชีววิทยาาระบบ		●	●	○	●	●		●				●	●	●	●	●	●	●	●	●		●
BIF 772 ชีววิทยาาระบบและวิศวกรรม เมตาบอลิซึม		●	●	●	●	●		●		○		●	●	●	●	●	●	●	●	○		●
BIE 660 เซนเซอร์ชีวภาพ		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIT 661 เทคโนโลยีชีวภาพระดับนาโน				○	○	○	○	○	○	●		○	○	○	●	●	○	○	○			
BIT 664 เคมีไฟฟ้าเชิงวิเคราะห์				○	●			●				○	○	○	○	○	○		○			
BIE 610/CHE 651 สมการอนุพันธ์ระดับสูง		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 611/CPE 632 การประมวลผลสัญญาณ		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○

รายวิชา	1. คุณธรรม จริยธรรม						2. ความรู้					3. ทักษะทางปัญญา				4. ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคลและ ความรับผิดชอบ			5. ทักษะการวิเคราะห์เชิง ตัวเลข การสื่อสาร และ การใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ			
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4
ดิจิทัลและภาพ																						
BIE 612 ปัญญาเชิงคอมพิวเตอร์สำหรับ วิศวกรรมชีวภาพ		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 626 การออกแบบแบบเครื่องมือทางชีวภาพ		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 696 การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง		●	●		○	○	●	●	○	○		○	●	○	○	○	●	●	●	○		○
BIE 697 หัวข้อพิเศษ 1	○	○	○	●		●	●	○	●			○	○	○	●	○	●	○	○	●	○	●
BIE 698 หัวข้อพิเศษ 2	○	○	○	●		●	●	○	●			○	○	○	●	○	●	○	○	●	○	●
BIE 699 หัวข้อพิเศษ 3	○	○	○	●		●	●	○	●			○	○	○	●	○	●	○	○	●	○	●
BIE 690 สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 1	○	○	●	●	●			●	●	○			●	●		●		●		●	●	●
BIE 691 สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 2	○	○	●	●	●			●	●	○			●	●		●		●		●	●	●
BIE 692 สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 3	○	○	●	●	●			●	●	○			●	●		●		●		●	●	●
BIE 693 สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 4	○	○	●	●	●			●	●	○			●	●		●		●		●	●	●
BIE 694 สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 5	○	○	●	●	●			●	●	○			●	●		●		●		●	●	●
BIE 695 สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 6	○	○	●	●	●			●	●	○			●	●		●		●		●	●	●
BIE 792 วิทยานิพนธ์	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●

<p><b>1. คุณธรรม จริยธรรม</b></p> <p>(1) เป็นผู้ดำรงและเชิดชูคุณธรรม ค่านิยมและวัฒนธรรมอันดีงามของสังคมไทย รวมทั้งสนับสนุนอย่างจริงจังให้ผู้อื่นใช้คุณยพินิจทางด้านคุณธรรม จริยธรรมในการจัดการกับความขัดแย้งและปัญหาที่มีผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น</p> <p>(2) สามารถจัดการเกี่ยวกับปัญหาทางคุณธรรม จริยธรรมที่ซับซ้อนในบริบททางวิชาการหรือวิชาชีพ หรือสามารถใช้คุณยพินิจแบบผู้รู้ ด้วยความยุติธรรม ด้วยหลักฐาน ด้วยหลักการที่มีเหตุผลและค่านิยมอันดีงาม</p> <p>(3) สามารถแสดงออกหรือสื่อสารข้อสรุปของปัญหาโดยคำนึงถึงความรู้สึกของผู้อื่นที่จะได้รับผลกระทบ</p> <p>(4) แสดงออกซึ่งภาวะผู้นำที่ดีและพร้อมเป็นผู้ตามที่มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา สามารถทำงานเป็นหมู่คณะและเกิดการส่งเสริมกัน (synergy) สามารถพัฒนาตนเองได้อย่างดี และต่อเนื่องทั้งในที่ทำงานและในชุมชนที่กว้างขวาง</p> <p>(5) ริเริ่มชี้ให้เห็นข้อบกพร่องของจรรยาบรรณที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเพื่อทบทวนและแก้ไข</p> <p>(6) ริเริ่มให้เคารพสิทธิหน้าที่ของตนเองและผู้อื่น รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีวิจารณญาณ</p>	<p><b>2. ความรู้</b></p> <p>(1) สามารถพัฒนานวัตกรรมหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่</p> <p>(2) มีความเข้าใจอย่างถ่องแท้และลึกซึ้งในองค์ความรู้ที่เป็นแก่นในสาขาวิชาชีพวิศวกรรมชีวภาพ รวมทั้งข้อมูลเฉพาะทาง ทฤษฎี หลักการและแนวคิดที่เป็นรากฐาน</p> <p>(3) มีความรู้ที่เป็นปัจจุบันในสาขาวิชา รวมถึงประเด็นปัญหาสำคัญที่จะเกิดขึ้น และสามารถบูรณาการเชื่อมโยงความรู้ในแขนงดังกล่าว เข้ากับความรู้ในสาขาอื่น การพัฒนาสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องซึ่งอาจมีผลกระทบต่อสาขาวิชาที่ศึกษาค้นคว้า</p> <p>(4) รู้เทคนิคการวิจัยและพัฒนาข้อสรุปซึ่งเป็นที่ยอมรับในสาขาวิชาได้อย่างชาญฉลาด สำหรับหลักสูตรในสาขาวิชาชีพ จะต้องมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและกว้างขวางเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่เปลี่ยนแปลงในวิชาชีพ ทั้งในระดับชาติและนานาชาติ</p> <p>(5) มีความรู้ความเข้าใจถึงผลกระทบของวิศวกรรมชีวภาพที่อาจมีต่อสังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี</p>	<p><b>3. ทักษะทางปัญญา</b></p> <p>(1) สามารถใช้ความเข้าใจอันถ่องแท้ในทฤษฎีและเทคนิคการแสวงหาความรู้ในการวิเคราะห์ประเด็นและปัญหาสำคัญได้อย่างสร้างสรรค์ และพัฒนาแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการใหม่ๆ</p> <p>(2) สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ผลงานการวิจัยและทฤษฎีเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจใหม่ที่สร้างสรรค์ และไม่มีอคติ โดยบูรณาการแนวคิดต่างๆ ทั้งจากภายในและภายนอกสาขาวิชาที่ศึกษาในชั้นสูง</p> <p>(3) สามารถออกแบบและดำเนินการ โครงการวิจัยที่สำคัญในเรื่องที่ซับซ้อนที่เกี่ยวกับการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ หรือปรับปรุงแนวปฏิบัติในวิชาชีพอย่างมีนัยสำคัญ</p> <p>(4) มีศักยภาพในการสร้างความร่วมมือกับนักวิจัยหรือนักวิชาการทั้งในแขนงของตนและแขนงอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และได้รับการยอมรับ</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><b>4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ</b></p> <p>(1) มีความสามารถสูงในการแสดงความคิดเห็นทางวิชาการและวิชาชีพ และถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการให้บุคคลที่มีพื้นฐานความรู้ วย และทัศนคติที่ต่างกัน ในโอกาสที่แตกต่างกัน ด้วยวิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และน่าเชื่อถือเป็นที่ยอมรับ</p> <p>(2) สามารถวางแผนวิเคราะห์และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนสูงด้วยตนเอง รวมทั้งวางแผนในการปรับปรุงตนเองและองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>(3) สร้างปฏิสัมพันธ์ในกิจกรรมกลุ่มอย่างสร้างสรรค์ และแสดงออกถึงความโดดเด่นในการเป็นผู้นำในทางวิชาการหรืออาชีพ และสังคมที่ซับซ้อน รวมทั้งเป็นผู้ตามที่ดีได้ในสถานการณ์ที่เหมาะสม</p>	<p><b>5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ</b></p> <p>(1) สามารถคัดกรองข้อมูลทางคณิตศาสตร์และสถิติเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าบนประเด็นปัญหาที่สำคัญและซับซ้อน</p> <p>(2) สรุปปัญหาและเสนอแนะแก้ไขปัญหในด้านต่างๆ โดยเฉพาะลึกในสาขาวิชาเฉพาะ</p> <p>(3) สามารถสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพด้วยภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับกลุ่มบุคคลต่างๆ ทั้งในวงการวิชาการและวิชาชีพ รวมถึงชุมชนทั่วไป โดยการนำเสนอรายงานทั้งในรูปแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการผ่านสิ่งตีพิมพ์ทางวิชาการและวิชาชีพ รวมทั้งวิทยานิพนธ์หรือโครงการค้นคว้าที่สำคัญ</p> <p>(4) สามารถใช้เครื่องมือสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ค้นคว้าเชิงวิชาการ และการจัดการข้อมูลเบื้องต้นในการทำวิจัยในสาขา</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## หมวดที่ 5 หลักเกณฑ์ในการประเมินผลนักศึกษา

### 1. กฎระเบียบหรือหลักเกณฑ์ในการให้ระดับคะแนน (เกรด)

เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (ภาคผนวก จ.)

### 2. กระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา

#### 2.1 การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนักศึกษายังไม่สำเร็จการศึกษา

การทวนสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของระบบการประกันคุณภาพภายในของสถาบันอุดมศึกษาที่จะต้องทำความเข้าใจตรงกันทั้งสถาบัน และนำไปดำเนินการจนบรรลุผลสัมฤทธิ์ ซึ่งผู้ประเมินภายนอกจะต้องสามารถตรวจสอบได้

การทวนสอบในระดับรายวิชาโดยจัดให้นักศึกษามีการประเมินการเรียนการสอนในระดับรายวิชา

การทวนสอบในระดับหลักสูตรสามารถทำได้โดยมีระบบประกันคุณภาพภายในสถาบันอุดมศึกษาดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้และรายงานผล

#### 2.2 การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้หลังจากนักศึกษาลำเร็จการศึกษา

การกำหนดกลวิธีการทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนักศึกษา ควรเน้นการทำวิจัยสัมฤทธิ์ผลของการประกอบอาชีพของบัณฑิต ที่ทำอย่างต่อเนื่องและนำผลวิจัยที่ได้ย้อนกลับมาปรับปรุงกระบวนการการเรียนการสอน และหลักสูตรแบบครบวงจร รวมทั้งการประเมินคุณภาพของหลักสูตรและหน่วยงานโดยองค์กรระดับสากล โดยการวิจัยอาจจะดำเนินการดังตัวอย่างต่อไปนี้

- (1) ภาวะการได้งานทำของคณาจารย์บัณฑิต ประเมินความเห็นต่อความรู้ ความสามารถ ความมั่นใจในการประกอบกรงานอาชีพ
- (2) การตรวจสอบจากผู้ประกอบการ โดยการส่งแบบสอบถาม เพื่อประเมินความพึงพอใจใน คณาจารย์บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาและเข้าทำงานในสถานประกอบการนั้น ๆ
- (3) การประเมินตำแหน่ง และ/หรือความก้าวหน้าในสายงานของคณาจารย์บัณฑิต
- (4) การประเมินจากสถานศึกษาอื่น โดยการส่งแบบสอบถาม หรือ สอบถามเมื่อมีโอกาสในระดับความพึงพอใจในด้านความรู้ ความพร้อม และคุณสมบัติด้านอื่น ๆ ของคณาจารย์บัณฑิตจะสำเร็จการศึกษา
- (5) การประเมินจากศิษย์เก่า ที่ไปประกอบอาชีพ ในแง่ของความพร้อมและความรู้จากสาขาวิชาที่เรียน รวมทั้งสาขาอื่น ๆ ที่กำหนดในหลักสูตร ที่เกี่ยวข้องกับการประกอบอาชีพของคณาจารย์บัณฑิต รวมทั้งเปิดโอกาสให้เสนอข้อคิดเห็นในการปรับหลักสูตรให้ดียิ่งขึ้นด้วย
- (6) ความเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่มาประเมินหลักสูตร หรือ เป็นอาจารย์พิเศษ ต่อความพร้อมของนักศึกษานักเรียน และคุณสมบัติอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ และการพัฒนาองค์ความรู้ของนักศึกษา
- (7) ผลงานของนักศึกษาที่วัดเป็นรูปธรรมได้ อาทิ (ก) จำนวนผลงานวิชาการที่เผยแพร่ในรูปแบบต่าง ๆ (ข) จำนวนรางวัลทางสังคมและวิชาชีพ

### 3. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา (ภาคผนวก จ.)

## หมวดที่ 6 การพัฒนาคณาจารย์

### 1. การเตรียมการสำหรับอาจารย์ใหม่

- (1) มีการปฐมนิเทศแนะแนวการเป็นครูแก่อาจารย์ใหม่ ให้มีความรู้และเข้าใจนโยบายของมหาวิทยาลัย/สถาบัน คณะตลอดจนในหลักสูตรที่สอน
- (2) มหาวิทยาลัยได้จัดทำโครงการในการพัฒนาอาจารย์ใหม่ก่อนเริ่มปฏิบัติงานจริง
- (3) ส่งเสริมอาจารย์ให้มีการเพิ่มพูนความรู้ สร้างเสริมประสบการณ์เพื่อส่งเสริมการสอนและการวิจัยอย่างต่อเนื่องโดยผ่านการทำวิจัยสายตรงในสาขาวิชา การสนับสนุนด้านการศึกษาต่อ ฝึกอบรม ดูงานทางวิชาการและวิชาชีพในองค์กรต่าง ๆ การประชุมทางวิชาการทั้งในประเทศและ/หรือต่างประเทศ

## 2. การพัฒนาความรู้และทักษะให้แก่คณาจารย์

### 2.1 การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล

- (1) ส่งเสริมให้มีการเพิ่มพูนความรู้ สร้างเสริมประสบการณ์เพื่อส่งเสริมการสอนและการวิจัยอย่างต่อเนื่องโดยผ่านการทำวิจัย การสนับสนุนด้านการศึกษาต่อ ฝึกอบรม ศึกษาดูงานทางวิชาการและวิชาชีพในองค์กรต่าง ๆ การประชุมทางวิชาการทั้งในประเทศและ/หรือต่างประเทศ หรือการลาเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์
- (2) ส่งเสริมให้มีการเพิ่มพูนทักษะการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลให้ทันสมัย

### 2.2 การพัฒนาวิชาการและวิชาชีพด้านอื่นๆ

- (1) ส่งเสริมอาจารย์ให้มีการเพิ่มพูนความรู้ สร้างเสริมประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมการสอนและการวิจัยอย่างต่อเนื่อง การสนับสนุนด้านการศึกษาต่อ ฝึกอบรม ศึกษาดูงานทางวิชาการและวิชาชีพในองค์กรต่าง ๆ การประชุมทางวิชาการทั้งในประเทศและ การลาเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์
- (2) การมีส่วนร่วมในกิจกรรมบริการวิชาการแก่ชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้และคุณธรรม
- (3) มีการกระตุ้นอาจารย์ทำผลงานทางวิชาการสายตรงในสาขา
- (4) ส่งเสริมการทำวิจัยสร้างองค์ความรู้ใหม่เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีความเชี่ยวชาญในสาขาวิชาชีพ
- (5) จัดให้อาจารย์เข้าร่วมกลุ่มวิจัยต่าง ๆ ของคณะ
- (6) จัดให้อาจารย์เข้าร่วมกิจกรรมบริการวิชาการต่าง ๆ ของคณะและ/หรือของมหาวิทยาลัย

### หมวดที่ 7 การประกันคุณภาพหลักสูตร

#### 1. การบริหารหลักสูตร

คณะกรรมการประจำหลักสูตรทำหน้าที่ในการวางแผนการจัดการเรียนการสอน ติดตามและรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรอย่างต่อเนื่อง

เป้าหมาย	การดำเนินการ	การประเมินผล
1. พัฒนาหลักสูตรให้ทันสมัย โดยอาจารย์และนักศึกษาสามารถก้าวทันหรือเป็นผู้นำในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ในสาขาวิชาวิศวกรรมชีวภาพ	1. พัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติและปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัยโดยมีการพิจารณาปรับปรุงหลักสูตรทุก 5 ปี	1. หลักสูตรที่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติที่ทันสมัย
2. กระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความใฝ่รู้ มีแนวทางการเรียนที่สร้างทั้งองค์ความรู้ทักษะทางวิชาการและวิชาชีพที่ทันสมัย	2. จัดแนวทางการเรียนการสอนให้มีทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ และมีแนวทางการเรียนรู้ที่ทันสมัยด้วยตนเอง	2. จำนวนวิชาที่มีการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง หรือมีผู้เรียนเป็นแกน
3. ตรวจสอบและปรับปรุงหลักสูตรให้มีคุณภาพมาตรฐาน	3. จัดให้นักศึกษามีการเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อเสริมศักยภาพการเรียนรู้	3. จำนวนรายชื่ออาจารย์ พร้อมประวัติ ประสบการณ์ ผลงานทางวิชาการ การพัฒนาและฝึกอบรม
	4. จัดให้มีผู้ช่วยสอนในบางวิชา เพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักศึกษา	4. จำนวนบุคลากรผู้สนับสนุนการเรียนรู้อาจารย์และบัณฑิตกิจกรรมในการสนับสนุนการเรียนรู้อาจารย์สอนโดยนักศึกษา
	5. กำหนดให้อาจารย์ที่สอนมีคุณวุฒิไม่ต่ำกว่าปริญญาเอก และ/หรือเป็นผู้มีตำแหน่งทางวิชาการ หรือ ความเชี่ยวชาญ เฉพาะด้าน	5. ผลการประเมินการเรียนการสอน
	6. สนับสนุนให้อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้นำในทางวิชาการ และ/หรือเป็นผู้เชี่ยวชาญทางวิชาชีพสาขา วิศวกรรมชีวภาพ และ/หรือในด้านการที่เกี่ยวข้อง	6. ผลการประเมินโดยคณะ กรรมการที่ประกอบด้วยอาจารย์ภายในหลักสูตรทุก 2 ปี
	7. ส่งเสริมอาจารย์ประจำหลักสูตรศึกษาดูงานและเข้าร่วมประชุมวิชาการทั้งในและต่างประเทศ	7. ผลการประเมินโดยคณะ กรรมการ
	8. มีการประเมินหลักสูตรโดยคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน	



	<p>ทุกปี และภายนอกอย่างน้อยทุก 5 ปี</p> <p>9. จัดทำฐานข้อมูลทางด้านนักศึกษา อาจารย์ ความร่วมมือกับต่างประเทศ ผลงานทางวิชาการทุกภาคการศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินของคณะ กรรมการ</p> <p>10. ประเมินความพึงพอใจของ หลักสูตรและการเรียนการสอน โดยผู้สำเร็จการศึกษา</p>	<p>ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ทุก ๆ 5 ปี</p> <p>8. ผลการประเมินโดยบัณฑิตผู้สำเร็จการศึกษาทุกปี</p> <p>9. ผลการประเมิน โดยผู้ว่าจ้าง บัณฑิตทุก 2 ปี</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2.การบริหารทรัพยากรการเรียนการสอน

### 2.1 การบริหารงบประมาณ

การหารายได้เสริมจากแหล่งทุนภายนอก และ/หรือ โดยการบริการวิชาการ นอกจากรายได้จากงบประมาณแผ่นดิน ในการสนับสนุนอุปกรณ์การเรียนการสอน

### 2.2 ทรัพยากรการเรียนการสอนที่มีอยู่เดิม

#### 2.2.1 สถานที่และอุปกรณ์การสอน

- ใช้สถานที่ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มจร. บางขุนเทียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เครื่องมือและอุปกรณ์สนับสนุนการเรียนการสอนตลอดจนการวิจัยที่มีอยู่แล้ว และใช้งานได้ มีดังต่อไปนี้

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	จำนวน
1	เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล	13 เครื่อง
2	เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook)	1 เครื่อง
3	เครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์	2 เครื่อง
4	เครื่องฉายภาพวีดีทัศน์	1 เครื่อง
5	อุปกรณ์ต่อพ่วง	8 ตัว
6	เก้าอี้ (ห้องเรียน)	35 ตัว
7	ระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (E-Document)	1 ระบบ
8	Access Point Wireless LAN	1 ชุด
9	เครื่อง server	1 เครื่อง
10	เครื่อง Fluorescence spectrometer	1 เครื่อง
11	ฐานรองตู้เพาะเชื้อ	1 ฐาน
12	เครื่องเหวี่ยงสารเคมี	1 เครื่อง
13	เครื่องมือตรวจสอบความเป็นพิษ	1 เครื่อง
14	ระบบกรองน้ำสำหรับห้องปฏิบัติการ	1 ชุด
15	เครื่องวิเคราะห์สมบัติพื้นผิวเชิงกายภาพระดับนาโน (AFM)	1 เครื่อง
16	เตาหลอมโลหะแบบสูญญากาศ	1 เครื่อง
17	เครื่องเคลือบฟิล์มบาง	1 เครื่อง
18	เครื่องวิเคราะห์ทางเคมีไฟฟ้า	4 เครื่อง
19	เครื่องวัดค่า pH	1 เครื่อง
20	เครื่องเขย่าโดยใช้คลื่นเสียง	1 เครื่อง
21	เครื่องปั่นแยกอนุภาคขนาดเล็ก	1 เครื่อง
22	เครื่องเขย่า	1 เครื่อง

ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	จำนวน
23	กล้องจุลทรรศน์	1 เครื่อง
24	เครื่องทำความเย็น	1 เครื่อง
25	กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดโดยเคมีไฟฟ้า (scanning electrochemical microscope)	1 เครื่อง
26	เครื่องมืออื่น ๆ จากหน่วยงานต่าง ๆ ใน มจร.	

### 2.2.2 ห้องสมุด

แหล่งความรู้ที่สนับสนุนวิชาการทางด้านวิศวกรรมชีวภาพ 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 และเพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้ใช้ได้วางแผนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามอัธยาศัย (Self Directed Learning) สำหรับดำรงชีวิตอยู่ในมหาวิทยาลัยอย่างมีความสุขตามอัตภาพ

### 2.3 การจัดหาทรัพยากรการเรียนการสอนเพิ่มเติม

สิ่งสนับสนุนการเรียนการสอนที่สำคัญของสาขาวิชาวิศวกรรมชีวภาพ คือ เครื่องมืออุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากเมื่อสำเร็จการศึกษาแล้วนักศึกษาจะมีความสามารถและความพร้อมทั้งด้านความรู้ในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติในงานของวิศวกรรมชีวภาพ ที่จะเข้าไปร่วมทำงานกับกลุ่มงานและกลุ่มวิจัยต่างๆ ที่ต้องการใช้เทคโนโลยีหรือความเชี่ยวชาญในทางวิศวกรรมชีวภาพเป็นเครื่องมือได้ทันที จึงมีความจำเป็นที่นักศึกษาต้องมีประสบการณ์การใช้เครื่องมือ อุปกรณ์และเทคโนโลยีต่างๆ ให้เกิดความเข้าใจหลักการ วิธีการใช้งานที่ถูกต้อง และมีทักษะในการใช้งานจริง รวมทั้งการเข้าถึงแหล่งข้อมูลงานวิจัยทั้งในห้องสมุดและอินเทอร์เน็ต และสามารถนำเสนอผลงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีสื่อประกอบการสอนที่จัดเตรียมโดยผู้สอน ดังนั้น ต้องมีทรัพยากรขั้นต่ำเพื่อจัดการเรียนการสอน ดังนี้

- (1) มีห้องเรียนที่มีสื่อการสอนและอุปกรณ์ที่ทันสมัยเอื้อให้คณาจารย์สามารถปฏิบัติงานสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (2) มีห้องปฏิบัติการที่มีความพร้อมทั้งวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่สอดคล้องกับสาขาวิชาที่เปิดสอนอย่างพอเพียงต่อการเรียนการสอน รวมถึงห้องปฏิบัติการสำหรับการทำโครงการ โดยมีการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ
- (3) ต้องมีเจ้าหน้าที่สนับสนุนดูแลสื่อการเรียนการสอน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ประกอบการสอนที่พร้อมใช้ปฏิบัติงาน
- (4) ต้องมีเจ้าหน้าที่สนับสนุนดูแลในห้องปฏิบัติการทดลอง เพื่อเตรียมความพร้อมในการเรียนการสอน และดูแลให้การเรียนการสอนเป็นไปโดยราบรื่น
- (5) มีเครื่องมืออุปกรณ์ประกอบการเรียนระหว่างการเรียนการสอน
- (6) มีเครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบการเรียนระหว่างการเรียนการสอน
- (7) มีโปรแกรมที่ถูกต้องตามกฎหมายติดตั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง เครื่องคอมพิวเตอร์มีการปรับเปลี่ยนรุ่นใหม่อย่างสม่ำเสมออย่างมากทุก 3 ปี
- (8) มีห้องสมุดหรือแหล่งความรู้และสิ่งอำนวยความสะดวกในการสืบค้นความรู้ผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนมีหนังสือ ตำราและวารสารในสาขาวิชาที่เปิดสอนทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศที่เกี่ยวข้องในจำนวนที่เหมาะสม โดยจำนวนตำราที่เกี่ยวข้องต้องมีมากกว่าจำนวนคู่มือ

## 2.4 การประเมินความเพียงพอของทรัพยากร

มีเจ้าหน้าที่ประจำห้องสมุดของมหาวิทยาลัย ซึ่งจะประสานงานการจัดซื้อจัดหาหนังสือเพื่อเข้าสำนักหอสมุด และทำหน้าที่ประเมินความพอเพียงของหนังสือ ตำรา นอกจากนี้มีเจ้าหน้าที่ ด้านโสตทัศนูปกรณ์ ซึ่งจะอำนวยความสะดวกในการใช้สื่อของอาจารย์แล้วยังต้องประเมินความพอเพียงและความต้องการใช้สื่อของอาจารย์ด้วย โดยมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

เป้าหมาย	การดำเนินการ	การประเมินผล
จัดให้มีห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ระบบเครือข่าย แม่ข่าย อุปกรณ์การทดลอง ทรัพยากร สื่อ และช่องทางการเรียนรู้ ที่เทียบพร้อม เพื่อสนับสนุนทั้งการศึกษาในห้องเรียน นอกห้องเรียน และเพื่อการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง อย่างเพียงพอ มีประสิทธิภาพ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. จัดให้มีห้องมัลติมีเดีย ที่มีความพร้อมใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในการสอน การบันทึกเพื่อเตรียมจัดสร้างสื่อสำหรับการทบทวนการเรียน</li> <li>2. จัดเตรียมห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือวิชาชีพที่ทันสมัยในระดับสากล เพื่อให้นักศึกษาสามารถฝึกปฏิบัติ สร้างความพร้อมในการปฏิบัติงานในวิชาชีพ</li> <li>3. จัดให้มีเครือข่ายและห้อง ปฏิบัติการทดลองเปิด ที่มีทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และพื้นที่ที่นักศึกษาสามารถศึกษา ทดลองหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเองด้วยจำนวนและประสิทธิภาพที่เหมาะสมเพียงพอ</li> <li>4. จัดให้มีห้องสมุดให้บริการทั้งหนังสือตำรา และสื่อดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ ทั้งห้องสมุดทางกายภาพและทางระบบเสมือน</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. รวบรวมจัดทำสถิติจำนวนเครื่องมือ อุปกรณ์ ต่อหัวนักศึกษา ชั่วโมงการใช้งาน ห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือ ความเร็วของระบบเครือข่ายต่อหัวนักศึกษา</li> <li>2. จำนวนนักศึกษาลงเรียนในวิชาเรียนที่มีการฝึกปฏิบัติด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ</li> <li>3. สถิติของจำนวนหนังสือตำรา และสื่อดิจิทัล ที่มีให้บริการ และสถิติการใช้งานหนังสือตำรา สื่อดิจิทัล</li> <li>4. ผลสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการให้บริการทรัพยากรเพื่อการเรียนรู้และการปฏิบัติการ</li> </ol>

## 3. การบริหารคณาจารย์

### 3.1 การรับอาจารย์ใหม่

มีการคัดเลือกอาจารย์ใหม่ตามระเบียบและหลักเกณฑ์ของมหาวิทยาลัย โดยอาจารย์ใหม่จะต้องมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอกในสาขาที่เกี่ยวข้อง

### 3.2 การมีส่วนร่วมของคณาจารย์ในการวางแผน การติดตามและทบทวนหลักสูตร

คณาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร และผู้สอน จะต้องประชุมร่วมกันในการวางแผนจัดการเรียนการสอน ประเมินผลและให้ความเห็นชอบการประเมินผลทุกรายวิชา เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเตรียมไว้สำหรับการปรับปรุงหลักสูตร ตลอดจนปรึกษาหารือแนวทางที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายตามหลักสูตร และได้บัณฑิตตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์

### 1.3 การแต่งตั้งคณาจารย์พิเศษ

พิจารณาจัดหาอาจารย์พิเศษที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน หรือมีวุฒิการศึกษาขั้นต่ำระดับปริญญาเอกหรือผู้เชี่ยวชาญ และเรียนเชิญเป็นอาจารย์พิเศษ

## 4. การบริหารบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน

### 4.1 การกำหนดคุณสมบัติเฉพาะสำหรับตำแหน่ง

บุคลากรสายสนับสนุนควรมีวุฒิปริญญาตรีขึ้นไปที่เกี่ยวข้องกับภาระงานที่รับผิดชอบ หรืออื่นๆที่เกี่ยวข้อง

### 4.2 การเพิ่มทักษะความรู้เพื่อการปฏิบัติงาน

บุคลากรต้องเข้าใจโครงสร้างของหลักสูตร และสามารถบริการให้อาจารย์สามารถใช้จัดการเรียนการสอนได้อย่างสะดวก ซึ่งจำเป็นต้องให้มีการฝึกอบรมเฉพาะทาง เช่น การเตรียมห้องปฏิบัติการในวิชาที่มีการฝึกปฏิบัติ

## 5. การสนับสนุนและการให้คำแนะนำนักศึกษา

### 1.1 การให้คำปรึกษาด้านวิชาการ และอื่นๆ แก่นักศึกษา

มีการแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการและนักพัฒนานักศึกษาให้แก่นักศึกษาทุกคน โดยนักศึกษาที่มีปัญหาในการเรียนสามารถปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการได้ โดยอาจารย์จะต้องทำหน้าที่อาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการให้แก่นักศึกษา และทุกคนต้องกำหนดชั่วโมงว่าง (Office Hours) เพื่อให้ให้นักศึกษาเข้าปรึกษาได้ นอกจากนี้นักพัฒนานักศึกษาจะเป็นที่ปรึกษากิจกรรมเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำ

## กิจกรรมแก่นักศึกษา

## 5.2 การอุทธรณ์ของนักศึกษา

เป็นไปตามระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ว่าด้วยการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา(ภาคผนวก จ.)

## 6. ความต้องการของตลาดแรงงาน สังคม และ/หรือความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต

จากผลการสำรวจ

- 1) ผู้ใช้บัณฑิตต้องการบุคลากรที่มีทักษะด้านภาษาต่างประเทศ และด้านการฝึกปฏิบัติด้านคอมพิวเตอร์ เพื่อสามารถปฏิบัติงานได้จริง
- 2) ผู้ใช้บัณฑิตต้องการบุคลากรที่มีความใฝ่รู้ เรียนรู้สิ่งใหม่ ความรู้ในวิชาหลัก และความชำนาญในการปฏิบัติงานจริง
- 3) ผู้ใช้บัณฑิตประสงค์ให้บุคลากรที่จะเข้ามาทำงานจริง มีไหวพริบ การตัดสินใจและวางแผนและทำงานอย่างเป็นขั้นตอน

## 7. ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน (Key Performance Indicators)

ตัวบ่งชี้และเป้าหมาย	ปีการศึกษา				
	2555	2556	2557	2558	2559
1. อาจารย์ประจำหลักสูตรอย่างน้อยร้อยละ 80 มีส่วนร่วมในการประชุมเพื่อวางแผนติดตาม และทบทวนการดำเนินงานหลักสูตร	X	X	X	X	X
2. มีรายละเอียดของหลักสูตร ตามแบบ มคอ.2 ที่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิแห่งชาติ หรือ มาตรฐานคุณวุฒิสาขา/สาขาวิชา (ถ้ามี)	X	X	X	X	X
3. มีรายละเอียดของรายวิชา และรายละเอียดของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ตามแบบ มคอ.3 และ มคอ.4 อย่างน้อยก่อนการเปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาให้ครบทุกรายวิชา	X	X	X	X	X
4. จัดทำรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา และรายงานผลการดำเนินการของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ตามแบบ มคอ.5 และ มคอ.6 ภายใน 30 วัน หลังสิ้นสุดภาคการศึกษาที่เปิดสอนให้ครบทุกรายวิชา	X	X	X	X	X
5. จัดทำรายงานผลการดำเนินการของหลักสูตร ตามแบบ มคอ.7 ภายใน 60 วัน หลังสิ้นสุดปีการศึกษา	X	X	X	X	X
6. มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ ที่กำหนดใน มคอ.3 และ มคอ.4 (ถ้ามี) อย่างน้อยร้อยละ 25 ของรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละปีการศึกษา	X	X	X	X	X
7. มีการพัฒนา/ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน กลยุทธ์การสอน หรือ การประเมินผล การเรียนรู้ จากผลการประเมินการดำเนินงานที่รายงานใน มคอ.7 ปีที่แล้ว		X	X	X	X
8. อาจารย์ใหม่ (ถ้ามี) ทุกคน ได้รับการปฐมนิเทศหรือแนะนำด้านการจัดการเรียนการสอน	X	X	X	X	X
9. อาจารย์ประจำทุกคนได้รับการพัฒนาทางวิชาการ และ/หรือวิชาชีพ อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง	X	X	X	X	X
10. จำนวนบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน (ถ้ามี) ได้รับการพัฒนาวิชาการ และ/หรือวิชาชีพ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ต่อปี	X	X	X	X	X
11. ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาปีสุดท้าย/บัณฑิตใหม่ที่มีต่อคุณภาพหลักสูตร เฉลี่ย ไม่น้อยกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5.0			X	X	X
12. ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตที่มีต่อบัณฑิตใหม่ เฉลี่ย ไม่น้อยกว่า 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/มหาบัณฑิตใหม่/ศิษย์เก่า
- (2) ผู้ใช้บัณฑิต
- (3) ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก รวมทั้งสำรวจสัมฤทธิ์ผลของคณาจารย์บัณฑิต

### 3. การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร

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

### 4. การทบทวนผลการประเมินและวางแผนปรับปรุง

- (1) มีการนำข้อมูลจากการรายงานผลการดำเนินการรายวิชาเสนออาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร
- (2) อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรสรุปผลการดำเนินการประจำปีเสนอประธานหลักสูตร
- (3) ประชุมอาจารย์ประจำหลักสูตรเพื่อพิจารณาทบทวนผลการดำเนินการหลักสูตร

#### ภาคผนวก

#### ก. คำอธิบายรายวิชา

LNG 550 วิชาปรับพื้นฐานภาษาอังกฤษสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา 2 (1-2-6)

#### Remedial English Course for Post Graduate Students

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

รายวิชานี้มุ่งเน้นปรับพื้นฐานภาษาอังกฤษและทักษะที่จำเป็นของนักศึกษาเพื่อให้อยู่ในระดับที่สามารถเข้าเรียน วิชา LNG 600 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดความมั่นใจในการใช้ภาษาอังกฤษ ในด้านเนื้อหาวิชา ไม่ได้กำหนดเนื้อหาที่แน่นอน แต่มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาการเรียนภาษาอังกฤษของนักศึกษา โดยเฉพาะประเด็นที่นักศึกษามีปัญหาหนักที่สุด นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้นักศึกษาเรียนรู้การจัดการเรียนด้วยตนเอง อันเป็นการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ โดยไม่ต้องพึ่งครูผู้สอน

This course aims to instill the background language and skills necessary for undertaking LNG 600 and to raise the students' confidence in using English. There will be no predetermined focus of the course, but instead it will concentrate on those areas where the students are weakest and need most improvement. The classroom teaching and learning will be supported by self-directed learning to allow the students to improve their language and skills autonomously.

**LNG 600**      วิชาภาษาอังกฤษระหว่างการเรียนในหลักสูตรสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา      **3 (2-2-9)**  
**Insessional English Course for Post Graduate Students**  
**วิชาบังคับก่อน : LNG 550 Remedial English Course for Post Graduate Students or Pass grade from placement**  
**procedure**

รายวิชานี้จัดสอนเพื่อพัฒนาให้นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สามารถใช้ภาษาอังกฤษในการเรียนในระดับของตนได้อย่างเหมาะสม โดยเน้นทักษะการฝึกปฏิบัติ แม้ไม่เน้นหนักที่เนื้อหาไวยากรณ์โดยตรง แต่วิชานี้มุ่งเน้นการใช้ภาษาอังกฤษที่ตรงกับความต้องการ โดยเฉพาะด้านการอ่านและการเขียนซึ่งนักศึกษาต้องใช้ในการทำโครงการ ในรายวิชานักศึกษาจะได้ฝึกปฏิบัติขั้นตอนการทำโครงการตั้งแต่การหาข้อมูลอ้างอิงจนถึงการเขียนรอบสุดท้าย นอกจากนี้ นักศึกษาจะได้เรียนรู้กลยุทธ์การเรียนเพื่อฝึกทักษะการเรียนรู้ภาษาอังกฤษด้วยตนเอง เพื่อนำไปใช้ในการสื่อสารที่แท้จริงนอกห้องเรียนต่อไป

This course aims to develop English language skills relevant to mature students in Graduate Degree Programmes in Engineering, Science and Technology. It will be based on practical skills, but will not be yet another grammar course. Rather its focus will be on the real language demands, particularly in reading and writing, faced by students in the course of their studies. It is project-focussed and simulates the stages in preparing and presenting research, from finding references to writing a final draft. The course will equip students with language learning strategies to facilitate ongoing autonomous learning and will emphasise language use not usage, real communication not classroom practice.

**BIE 600**      วิศวกรรมชีวภาพเบื้องต้น      **3 (3-0-9)**  
**Introduction to Biological Engineering**

**วิชาบังคับก่อน : ไม่มี**

ภาพรวมเบื้องต้นของ สาขาวิชาการวิศวกรรมชีวภาพ และการประยุกต์หลักการพื้นฐานด้าน วิศวกรรมศาสตร์กับการวิเคราะห์ระบบทางชีววิทยา รวมทั้งการกล่าวถึงการประยุกต์ใช้สาขาวิชาการวิศวกรรมชีวภาพในงานด้านต่างๆ

An overview of the multi-disciplinary field of biological engineering and application of engineering principles to the analysis of biological systems. Applications in biological engineering field will also be presented.

**BIE 601**      วิศวกรรมชีวภาพขั้นสูง      **3 (3-0-9)**  
**Advances Biological Engineering**

**วิชาบังคับก่อน : ไม่มี**

การศึกษาทางวิศวกรรมชีวภาพในเชิงลึก เน้นหัวข้อขั้นสูงในสาขาต่างๆของวิศวกรรมชีวภาพเช่น วัสดุชีวภาพ กลศาสตร์ชีวภาพ วิศวกรรมเนื้อเยื่อ ภาพชีวภาพ ไมโคร นาโนวิศวกรรมชีวภาพ ชีวระบบ ชีววิทยาสังเคราะห์ และอื่นๆ รวมทั้งเรียนรู้ถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี งานวิจัยและพัฒนาในปัจจุบันของสาขาต่าง ๆ ที่เลือกมา

In-depth studies in biological engineering. Focuses on advanced topics in various fields in biological engineering, such as biomaterials, biomechanics, tissue engineering, bioimaging, micro- and nano-bioengineering, systems biology, synthetic biology, etc. Learn about the knowledge and theory behind current technology and up-to-date research and development in the selected fields.

**BIE 602**      เทคนิคการทดลองทางวิศวกรรมชีวภาพ      **3 (0-6-12)**  
**Experimental Techniques in Biological Engineering**

**วิชาบังคับก่อน : ไม่มี**

เทคนิคในการทำการทดลองที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านวิศวกรรมชีวภาพ เน้นให้นักศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับความสามารถในการทำการทดลอง การออกแบบการทดลอง การอธิบายผลการทดลองและการเขียนรายงานผลการทดลอง รวมถึงการนำความรู้ที่เรียนมาในวิชาวิศวกรรมชีวภาพที่ผ่านมามาใช้กับโจทย์ปัญหาของวิชานี้

Experimental techniques in various aspects of biological engineering. Designed to teach students laboratory skills, experimental design, interpretation of data and technical writing of the laboratory report. Applying principles encountered in the previous biological engineering courses to the problems assigned in this course.

**BIE 603**      การสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ด้านวิศวกรรมชีวภาพ      **3 (3-0-9)**

**Mathematical Modeling in Biological Engineering**

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

บทนำเบื้องต้น ให้รู้จักการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รู้จักเทคนิคทางคณิตศาสตร์และวิธีการคิดทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับระบบหรือปัญหาทางชีววิทยา การประยุกต์ใช้เทคนิคคณิตศาสตร์และการสร้างแบบจำลองเพื่อให้เข้าใจถึงปัญหาทางวิศวกรรมชีวภาพ

An introduction course for students to be familiar with mathematical modeling. Mathematical techniques together with an engineering approach needed to solve problems in biological system. Applications of the mathematical techniques and modeling approaches to understand biological engineering problems.

**BIE 620**      ภาพทางชีวการแพทย์      **3 (3-0-9)**

**Medical Imaging**

วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน

หลักการของเทคนิคการทำให้เกิดภาพทางชีวการแพทย์ เช่น X-ray, ultrasound, radiography และ magnetic resonance imaging (MRI) โดยเน้นหลักการทางกายภาพ วิธีการทำงานของเครื่องมือ/อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งขั้นตอนและสูตรคำนวณในการแก้ปัญหาการทำให้เกิดภาพ การแปลผลภาพทางการแพทย์และพยาบาล งานวิจัยและประเด็นจริยธรรมเกี่ยวกับภาพทางชีวการแพทย์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจอย่างลึกซึ้งในพัฒนาการทำให้เกิดภาพทางชีวการแพทย์ และการประยุกต์

The principles of medical imaging techniques such as X-ray, ultrasound, radiography and magnetic resonance imaging (MRI). The primary focus is on the physical principles, instrumentation methods, and imaging algorithms. The medical interpretation of images and the clinical, research and ethical issues in medical imaging are also included to give students a deeper understanding of the development and application of medical imaging.

**BIE 621**      สารสนเทศของภาพทางชีวภาพ      **3 (3-0-9)**

**Bioimage Informatics**

วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน

การใช้เทคนิคเชิงคำนวณสำหรับการวิเคราะห์ภาพทางชีวภาพ การระบุลักษณะเด่นของภาพทางชีวภาพ การแยกส่วนภาพทางชีวภาพ การซ้อนทับภาพทางชีวภาพโดยกำหนดตำแหน่ง และอื่น ๆ การทำเหมืองข้อมูลภาพทางชีวภาพเพื่อค้นหาและระบุความรู้จากภาพทางชีวภาพ การสร้างภาพแสดงจากภาพประกอบทางชีวภาพ การประยุกต์ใช้สารสนเทศของภาพทางชีวภาพในด้านวิศวกรรมชีวภาพ

Using computational techniques for bioimage analysis, feature identification, segmentation, registration, etc. Data mining useful knowledge from bioimages. Visualization of bioimages. Applications of bioimage informatics in biological engineering.

**BIE 626**      การออกแบบเครื่องมือทางชีวภาพ      **3 (3-0-9)**

**Biological Instrumentation Design**

วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน

บทนำเกี่ยวกับกรอบความคิดพื้นฐานในการออกแบบเครื่องมือทางชีวภาพ ทฤษฎีเกี่ยวกับหัววัดชีวภาพ การดำเนินการส่งสัญญาณ ศักย์ไฟฟ้าทางชีวภาพ การวัดการไหลเวียนโลหิต และระบบทำให้เกิดภาพทางชีวการแพทย์

Introduction to basic concept and design of biological instrument, principles of bio-sensor and signal processing, biopotential, measurement of blood flow and medical imaging systems.





**BIE 641 กลศาสตร์ชีวภาพ 3 (3-0-9)****Biomechanics**

วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน

เพื่อศึกษาการทำงานและการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ โดยศึกษาและทำความเข้าใจทางกายภาพและการตอบสนองของกระดูก กล้ามเนื้อ เส้นเอ็น และศึกษากินเนมาติกส์ของวัตถุเกร็ง รวมถึงการวิเคราะห์เกี่ยวกับกลศาสตร์และจลนศาสตร์ของร่างกาย ผลลัพธ์ของระบบแรงที่ข้อต่อ การคล โมเมนต์ การกระแทก รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระดูกที่เชื่อมต่อกันในระบบข้อต่อของมนุษย์ วิชานี้ยังครอบคลุมการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบเกนท์ ระบบกายภาพบำบัด และศึกษาความแข็งแรงของวัสดุ ความเค้น ความเครียด และคุณสมบัติและการออกแบบของวัสดุทางชีววิทยา รวมถึงทฤษฎีความเสียหาย ในส่วนสุดท้ายของวิชานี้จะเน้นเกี่ยวกับการศึกษาเรื่อง โมเลกุลในเชิงกลซึ่งจะกล่าวถึงหลักการเพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

The primary objective of this course is to provide students with the basic knowledge to undertake a biomechanical approach to the analysis of human movement. To understand the physical actions of bone, muscle, tendon and ligament and become familiar with the kinematics of rigid bodies and their interaction at joints, students will be introduced to static and dynamics of human body: forces and joints reaction forces, impulse-momentum, angular kinetics, dynamics of limb rotation, kinematics and kinetics of linkage system. The course also includes gait analysis, rehabilitation engineering along with strength of materials of biomechanical systems stress, strain, properties of biological material, viscoelastic property, models of material behavior, and fracture mechanics. In addition, the last part of the course focuses on molecular mechanics, including the concepts of molecular modeling and simulation.

**BIE 642/MEE 543 พลศาสตร์ของไหลและการคำนวณ 3 (3-0-9)****Computation Fluid Dynamics**

วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน

ข้อสังเกตทั่วไปเกี่ยวกับกฎเกณฑ์และผลกระทบ และสรุปทั่วไปเกี่ยวกับการออกแบบ และวิเคราะห์งานทางด้านวิศวกรรม จากการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (CFD) สมการพาหะดิฟเฟอเรนซ์ (PDE) วิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์เบื้องต้น ทฤษฎีพื้นฐาน การประยุกต์วิธีการคำนวณกับแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการไหลของของไหล

Introduction: General remarks on the discipline and impact, and overview of CFD on engineering analysis and design, Partial Differential Equations (PDE), Basics of Finite-Difference methods, Theoretical Background, Application of numerical algorithms to selected model equations relevant to fluid flow.

**BIE 643 กลศาสตร์ชีวภาพขั้นสูง 3 (3-0-9)****Advanced Biomechanics**

วิชาบังคับก่อน : BIE 641 กลศาสตร์ชีวภาพ

การประยุกต์ของหลักกลศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายลักษณะของเนื้อเยื่ออ่อน เนื้อเยื่อแข็งและเซลล์ในเชิงกล นอกจากนี้ วิชานี้ยังครอบคลุมถึงการอธิบายเรื่องความเค้น ความเครียด และการยืดหยุ่นขั้นสูงของเนื้อเยื่อปกติและเนื้อเยื่อผิดปกติในระดับเซลล์และโมเลกุล

Application of the principles of continuum mechanics to characterization of the passive and active mechanical properties of soft and hard tissues and their constituent cells. Fundamentals of the description of stress and strain and advanced topics in viscoelasticity are considered to describe the normal and diseased state at the tissue, cellular and molecular level.

**BIE 644 กลศาสตร์ระดับนาโนของวัสดุชีวภาพ 3 (3-0-9)****Nanomechanics of Biomaterials**

วิชาบังคับก่อน : BIE 641 กลศาสตร์ชีวภาพ

การพัฒนาและการค้นคว้าล่าสุดที่เกี่ยวข้องกับกลศาสตร์ระดับนาโน ซึ่งเน้นในด้านการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุที่เป็นสารประกอบทางเคมีและวัสดุชีวภาพในระดับที่เล็กมาก ( $10^{-9}$  เมตร) ประเด็นที่ครอบคลุมในวิชานี้มีดังต่อไปนี้ การอธิบายถึงแรงกระทำต่างๆในระดับอะตอม การยึดเกาะของอะตอม การเกิดรอยในวัสดุที่มีขนาดนาโนเมตร รายละเอียดของโมเลกุลจากรอยหัก จุลทรรศน์แรงสัมผัส ความ

ยืดหยุ่นของสายโมเลกุลใหญ่ การกระทำระหว่างโมเลกุลในโพลิเมอร์ หลักการของ dynamic force spectroscopy การวัดความแข็งแรงของพันธะระหว่างโมเลกุลชีวภาพ และหลักการของเครื่องจักร โมเลกุล

Latest scientific developments and discoveries in the field of nanomechanics, i.e. the deformation of extremely tiny (10-9 meters) areas of synthetic and biological materials. Lectures include a description of normal and lateral forces at the atomic scale, atomistic aspects of adhesion, nanoindentation, molecular details of fracture, chemical force microscopy, elasticity of individual macromolecular chains, intermolecular interactions in polymers, dynamic force spectroscopy, biomolecular bond strength measurements, and molecular motors.

**BIE 645** กลศาสตร์ของวัสดุที่มีความต่อเนื่อง **3 (3-0-9)**

### Continuum Mechanics

วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน

แบบจำลองที่มีความต่อเนื่องนิยมใช้อธิบายกลศาสตร์ของของแข็งหรือวัสดุเหมือนของแข็ง ในแบบจำลองเหล่านี้ ปริมาณเชิงกลศาสตร์ที่เหมาะสม (เช่น เวกเตอร์ เทนเซอร์) ถูกใช้เป็นตัวบอกปริมาณการเสวยรูปของวัสดุที่สัมพันธ์กับสถานะอ้างอิงที่ไม่มีการเสวยรูป ในวิชานี้ให้นักศึกษาได้รู้จักหลักการพื้นฐานของกลศาสตร์ และเชิงกลทางความร้อน สมการการเปลี่ยนรูปของวัสดุที่ยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น และการประยุกต์ใช้ที่เน้นกลศาสตร์ที่มีความต่อเนื่องของวัสดุชีวภาพ

Continuum models have been widely employed in describing the mechanics of many solid and solid-like materials. In these models, appropriate kinematic quantities (vectors, tensors etc.) are introduced to quantify deformation in the material relative to an undeformed reference state. This course will introduce the student to general principles of mechanics and thermomechanics, constitutive equations of large-deformation elasticity and inelasticity. Applications will be included, with an emphasis on continuum modeling in biomechanics

**BIE 650** ชีววิทยาสังเคราะห์ **3 (3-0-9)**

### Synthetic Biology

วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน

หลักการเบื้องต้นของชีววิทยาสังเคราะห์ กระบวนการพื้นฐานทางชีววิทยาระดับโมเลกุลของการแสดงออกของยีน ทรานสคริปชัน และทรานสเลชัน กระบวนการควบคุม และกระบวนการเมตาบอลิซึม พื้นฐานของวงจรชีวภาพในเชิงการออกแบบตามธรรมชาติ ไปโอบริค-ชิ้นส่วนดีเอ็นเอมาตรฐาน และการออกแบบวงจรและการสร้างสิ่งมีชีวิตสังเคราะห์จากชิ้นไปโอบริค หลักการและซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เพื่อการสร้างแบบจำลองและการจำลองสิ่งมีชีวิตสังเคราะห์ การประยุกต์และตัวอย่างของชีววิทยาสังเคราะห์ ความเสี่ยง จริยธรรม และความท้าทายของชีววิทยาสังเคราะห์ ทบทวนวรรณกรรมด้านชีววิทยาสังเคราะห์

Synthetic biology principles. Basic molecular biological processes; transcription, translation, regulation, and metabolism. Design principles of biological circuits. Biobricks: standard biological parts-registry, parts, devices and systems. Designing and construction of biological systems from biobricks. Mathematical modeling of transcription, translation, regulation and metabolism in cell. Computer aided design methods for synthetic biology. Applications and examples of synthetic biology. The risks, ethics and challenges of synthetic biology. Review of recent literature in synthetic biology.

**BIE 660** เซนเซอร์ชีวภาพ **3 (3-0-9)**

### Biosensors

วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน

ศึกษาพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่ใช้ในการตรวจวัดโมเลกุลขนาดเล็กเช่น DNA โปรตีน เซลล์ โดยเข้าใจการประยุกต์ในการทดสอบการวินิจฉัย การวิจัยทางเภสัชกรรม และการเฝ้าสังเกตทางสิ่งแวดล้อม อธิบายวิธีทางไปโอเซ็นเซอร์ที่ประกอบด้วยเคมีไฟฟ้า การเรืองแสง การสะท้อนของเสียง และการมองเห็นภาพ และมีการสอนลักษณะของ selective surface chemistry รวมถึงกระบวนการสำหรับไปโอโมเลกุลที่เชื่อมติดกับ transducer surfaces โดยเรียนรู้การทำงานจากกรณีศึกษาของระบบไปโอเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการค้า ในหลักสูตรสอนกระบวนการดั้งเดิมสำหรับการตรวจวัดทางชีวภาพ รวมทั้งขยายไปสู่การวิจัยในปัจจุบันและเซ็นเซอร์แบบใหม่ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีระดับนาโน photonic crystals และเครื่องมือสมัยใหม่ที่ใช้ทางด้านของยีนและโปรตีน

Learn the underlying engineering principles used to detect small molecules, DNA, proteins, and cells in the context of applications in diagnostic testing, pharmaceutical research, and environmental monitoring. Biosensor approaches including electrochemistry, fluorescence, acoustics, and optics will be reviewed. The course also teaches aspects of selective surface chemistry, including methods for biomolecule attachment to transducer surfaces. By learning how biosensor performance is characterized and analyze case studies of commercial biosensor systems. The course teaches classical methods for biodetection, but also extends into current areas of research and novel sensors involving nanotechnology, photonic crystals, and new tools used in the fields of genomics and proteomics.

**BIE 610/CHE 651    สมการอนุพันธ์ระดับสูง    3 (3-0-9)**

**Differential equation intermediate level**

**วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน**

การสร้างสมการทางคณิตศาสตร์และการประยุกต์วิธีการทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาทางด้านวิศวกรรมชีวภาพเช่น ถ่ายเทมวลสารและพลังงานภายในเซลล์ กลศาสตร์ของไหลและจลนศาสตร์เคมีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์และอวัยวะในร่างกาย โดยใช้เทคนิคการแก้สมการเชิงอนุพันธ์สามัญ และเชิงอนุพันธ์ย่อย เพื่อให้ได้คำตอบแบบแน่แท้ และ คำตอบเชิงตัวเลข

This course focuses on the formulation of a mathematical model and the solution of problems in biological engineering, for example, heat and mass transfer inside cells, fluid mechanics and reaction kinetics. Several techniques to solve both exact solution and numerical solution of ordinary differential equations and partial differential equations are present.

**BIE 611/CPE 632    การประมวลผลสัญญาณดิจิทัลและภาพ    3 (3-0-9)**

**Digital Signal and Image Processing**

**วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน**

การแทน การวิเคราะห์ และการออกแบบสัญญาณระบบแบบไม่ต่อเนื่องทางเวลา การแปลงแบบ Z (Z-Transform) และการแปลงฟูริเยร์ (Fourier Transform) แบบไม่ต่อเนื่อง ขั้นตอนวิธีการแปลงแบบฟาสต์ฟูริเยร์ (Fast Fourier Transform) การออกแบบระบบกรองสัญญาณ แบบเรียกซ้ำ (IIR) และไม่เรียกซ้ำ (FIR) ทางเวลาและความถี่ การประมาณเพาเวอร์สเปกตรัม (Power Spectrum) และการประยุกต์การประมวลผลสัญญาณดิจิทัลกับการออกเสียง (Speech) และการประมวลผลภาพดิจิทัล (Image Processing)

Representation analysis and design of discrete time signals and systems are presented. Z-Transforms and the Discrete Fourier Transforms, the Fast Fourier Transform (FFT) algorithm, Time and frequency domain design techniques for recursive (IIR) and non recursive (FIR) systems are covered. Additional topics include parametric signal modeling power spectrum estimation, and applications to speech and image processing.

**BIE 612    ปัญญาเชิงคอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกรรมชีวภาพ    3 (3-0-9)**

**Computational Intelligence for Biological Engineering**

**วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน**

ปัญญาเชิงคอมพิวเตอร์เป็นการศึกษาและออกแบบเอเจนต์ปัญญาที่สามารถเรียนรู้ และสร้างการกระทำภายใต้เหตุผลและการรับรู้ที่ชาญฉลาด เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ เช่น การตัดสินใจ การค้นหา การค้นคืน การจัดกลุ่ม การหาค่าเหมาะสม เป็นต้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้เป็นปัญหาที่พบในด้านวิศวกรรมชีวภาพ วิชานี้จะครอบคลุมเอเจนต์ปัญญาที่เป็นที่รู้จักในปัจจุบันต่างๆ อาทิเช่น Artificial Neural Networks, Fuzzy Logics, Evolutionary Computation และ Swarm Intelligence

Computational intelligence is the study and design of intelligent agents that learn and make intelligent reasoning, perception, and action possible to solve problems such as decision making, searching, retrieving, clustering, and optimization. These problems are often found in biological engineering. This course will include actively well-known agents such as Artificial Neural Networks, Fuzzy Logics, Evolutionary Computation, and Swarm Intelligence.

- BIE 696** การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง **3 (3-0-9)**  
**Individual Study**  
 วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน  
 การวิจัย และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยใช้โจทย์หรือปัญหาจากภาคอุตสาหกรรม ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อนำไปสู่วิธีการหรือกระบวนการที่สามารถตอบคำถามปัญหาได้ / หรือการวิจัยเชิงนวัตกรรมโดยใช้แนวทางการเรียนรู้จากปัญหาจริง เพื่อนำไปสู่การพัฒนาธุรกิจใหม่ทางวิศวกรรมชีวภาพ หรือที่เกี่ยวข้องภายใต้การดูแลของคณะอาจารย์ที่ปรึกษา โดยใช้โจทย์จากงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ  
 Self-research and study of the short topics purposed by industry under supervision of an advisor(s) which lead to the solution for industry site or an innovative research project using a problem-based approach for commercialization of new technology or products in Biological Engineering or related industry. The project will be closely supervised by a project advisory committee.
- BIE 697** หัวข้อพิเศษ 1 **3 (3-0-9)**  
**Special Topic I**  
 วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน  
 ศึกษาหัวข้อใหม่ๆ ที่ทันสมัยและกำลังเป็นที่สนใจในวงการด้านวิศวกรรมชีวภาพ ซึ่งรายละเอียดของวิชาจะกำหนดขึ้นตามหัวข้อที่ศึกษา  
 Teach the updated and interesting topics in Biological Engineering or related areas
- BIE 698** หัวข้อพิเศษ 2 **3 (3-0-9)**  
**Special Topic II**  
 วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน  
 ศึกษาหัวข้อใหม่ๆ ที่ทันสมัยและกำลังเป็นที่สนใจในวงการด้านวิศวกรรมชีวภาพ ซึ่งรายละเอียดของวิชาจะกำหนดขึ้นตามหัวข้อที่ศึกษา  
 Teach the updated and interesting topics in Biological Engineering or related areas
- BIE 699** หัวข้อพิเศษ 3 **3 (3-0-9)**  
**Special Topic III**  
 วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน  
 ศึกษาหัวข้อใหม่ๆ ที่ทันสมัยและกำลังเป็นที่สนใจในวงการด้านวิศวกรรมชีวภาพ ซึ่งรายละเอียดของวิชาจะกำหนดขึ้นตามหัวข้อที่ศึกษา  
 Teach the updated and interesting topics in Biological Engineering or related areas
- BIF 612** ชีวเคมีโมเลกุล **3 (3-0-9)**  
**Molecular Biochemistry**  
 วิชาบังคับก่อน : BIF 512 ชีวโมเลกุล  
 จีโนม ทรานสคริปโตม โปรตีโอม พื้นฐานวิวัฒนาการระดับโมเลกุล และการนำไปประยุกต์ใช้ การส่งสัญญาณของเซลล์  
 Genome, transcriptome, proteome, basis of molecular evolution and their applications, cellular signaling
- BIF 622** เทคนิคการทดลองในชีววิทยาโมเลกุล **3 (2-2-9)**  
**Experimental Techniques in Molecular Biology**  
 วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน  
 การศึกษาเทคนิคทางชีววิทยาโมเลกุลทั้งระดับทฤษฎีและปฏิบัติ เทคนิคสำหรับการศึกษาโครงสร้างและการแสดงของยีน เช่น ปฏิกริยาห่วงลูกโซ่ (PCR) การวิเคราะห์ DNA ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ การแยก DNA และ โปรตีน ด้วยกระแสไฟฟ้า การโคลนยีน การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ การวิเคราะห์ DNA ด้วยเทคนิค Southern การสกัด RNA การศึกษาการแสดงออกของยีนด้วยเทคนิค RT-PCR เทคนิค Northern และ

DNA Microarray รวมทั้ง การวิเคราะห์การแสดงออกในระดับโปรตีนด้วยเทคนิค 2D Gel Electrophoresis และ โปรตีโอม (ภาคปฏิบัติเป็นส่วนสำคัญสำหรับนักคอมพิวเตอร์และนักคณิตศาสตร์ในการเข้าใจและรู้จักเทคนิคต่างๆในการศึกษาชีววิทยาโมเลกุล)

An intensive overview of molecular biological techniques with both theoretical background and “hands-on” experiences. The focus will be on techniques used to study gene structure and expression. Techniques such as polymerase chain reaction (PCR); restriction endonuclease analysis; agarose and polyacrylamide gel electrophoresis; molecular cloning; automated DNA sequencing; Southern blot analysis; mRNA extraction, RT-PCR, northern blot and DNA microarray analysis; and 2D gel electrophoresis and proteome analysis will be performed. (Practicals are important to enable computer scientists and mathematicians to get a feel for the techniques).

**BIF 632 การออกแบบและการค้นหายาใหม่ 3 (3-0-9)**

### **Drug Design and Discovery**

**วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน**

การออกแบบยา และการค้นพบตัวยาใหม่โดยการใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ การวิเคราะห์โครงสร้างและการทำงานของสารชีวโมเลกุล (Biological macromolecules) เช่น โปรตีน และกรดนิวคลีอิก เป็นต้น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างส่วนที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ และ โครงสร้างส่วนที่เกิดกิจกรรมการทำงานของสารออกฤทธิ์ กลไกระดับโมเลกุลของสาเหตุการเกิดโรค การออกแบบลิแกนด์ (ligand) และการจำลองปฏิกริยาระหว่างลิแกนด์กับสารชีวโมเลกุล การทำนายคุณสมบัติทางเภสัชของสารหรือตัวยาใหม่ รวมทั้งการทำนายรูปแบบโมเลกุลของยา และการออกแบบโมเลกุลตั้งแต่เริ่มแรก

Techniques in computer-aided drug design and discovery Using computer and information technologies in areas such as searching and analysis of structure and function analysis of biological macromolecules; analysis of structure function and structure activities relationships of physiologically active compounds; ligand designing and simulation of their interaction with biological macromolecules; predictions of pharmacological properties of new substances; molecular graphics and *de novo* drug design.

**BIF 652 วิธีการทางสถิติสำหรับชีวสารสนเทศและชีววิทยาระบบ 3 (3-0-9)**

### **Statistical Methods for Bioinformatics and Systems Biology**

**วิชาบังคับก่อน : ไม่มี**

การใช้วิธีการทางสถิติมาตรฐานและขั้นสูงและอัลกอริทึมในการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากจากการทดลองชีววิทยาในระดับจีโนม รวมทั้งการศึกษาคือความเป็นไปได้และทฤษฎีสถิติ การให้คะแนนและนัยสำคัญ การประมวลผลข้อมูล แบบจำลองและการพบคุณสมบัติใหม่ การเรียนการสอนเป็นแบบ Project-based เพื่อให้ให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์จริงจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางชีววิทยาในระดับจีโนม โดยเน้นการทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปรายและการมีส่วนร่วมในโครงการของนักศึกษา รวมทั้งการสำรวจเอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคทางสถิติ

The course covers standard and advanced statistical methods and algorithms used for analysis of the data from high-throughput experiments in genome biology. Topics include probability and statistics theory; scoring and statistical significance, data integration, models and emergent properties finding. The course is project-based, providing hands-on experiences with analysis of genome-wide biological data, group discussion and communication on results. Critical review and assessment of the current statistical techniques from literature are also provided.

**BIF 772 ชีววิทยาระบบและวิศวกรรมเมตาบอลิก 3 (3-0-9)**

### **Systems Biology and Metabolic Engineering**

**วิชาบังคับก่อน : ไม่มี**

การศึกษาหลักการและวิธีการของชีววิทยาระบบและวิศวกรรมเมตาบอลิก การศึกษาชีววิทยาระบบโดยการรวบรวมระบบด้วยวิธีทางชีววิทยา พันธุวิศวกรรม หรือ วิธีเคมี การติดตามการตอบสนองของเซลล์หลังการถูกรบกวนด้วยการรวบรวมข้อมูล และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบที่ถูกรบกวน การศึกษาวิศวกรรมเมตาบอลิก พื้นฐาน การสร้างและการวิเคราะห์เครือข่ายวิถีเมตาบอลิซึม การสร้างแบบจำลองของกระบวนการทางชีววิทยาด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์และการทดลอง เพื่อการควบคุมและทำนายกระบวนการทางชีววิทยา และการ

ออกแบบและปรับแต่งวิถีเมตาบอลิซึม การประยุกต์ใช้ชีววิทยาระบบและวิศวกรรมเมตาบอลิก ในการปรับปรุงสายพันธุ์สิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญทางเทคโนโลยีชีวภาพและทางเกษตรกรรม การค้นหาใหม่ การตรวจหาชิ้นก่อโรค รวมทั้งการตรวจวิเคราะห์และทำนายสาเหตุของการก่อโรค

Principles and methodology of systems biology and metabolic engineering. Studies of biological systems by systematically perturbing them biologically, genetically, or chemically. Monitoring gene, protein, and informational pathway responses; integrating these data; and ultimately, formulating mathematical models that describe the structure of the system and its response to individual perturbations. Introduction of metabolic engineering. Metabolic network reconstruction and analysis. Mathematical and experimental techniques for the quantitative description, modeling, control, prediction of biological processes, and design of metabolic pathways. Applications in strain improvements of biotechnological and agricultural importance, drug discovery, disease gene identification, diagnostic and prognosis.

**BIT 661 เทคโนโลยีชีวภาพระดับนาโน 3 (3-0-9)**

### Nanobiotechnology

วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน

พื้นฐานระบบชีววิทยาในระดับไมโครและนาโน เทคนิคทางด้าน microfabrication การวิเคราะห์ในระดับนาโน การนำความรู้ทางด้านโครงสร้างและกระบวนการต่างๆ ของชีวโมเลกุลมาใช้ในการสร้างเครื่องมือขนาดนาโนเพื่อการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์และเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น การสังเคราะห์วัสดุชีวภาพ เซนเซอร์ชีวภาพ ไบโอดีเล็คโทรนิคส์

Basics of biosystems at micro and nanoscales. Principles of microfabrication techniques. Nanoanalytics. Harnessing the structures and processes of biomolecules for designing new classes of nanofabricated devices, such as novel functional materials, biosensors, bioelectronics, for medical and biotechnological applications.

**BIT 664 เคมีไฟฟ้าเชิงวิเคราะห์ 3 (3-0-9)**

### Electroanalytical Chemistry

วิชาบังคับก่อน : ไม่มี

บริบทพื้นฐาน เซลล์ไฟฟ้าเคมี หลักการ โวลแทมเมตรี อินเทอร์เฟซระหว่างอิเล็กโทรดและสารละลาย ชนิดของอิเล็กโทรด การถ่ายโอนของอิเล็กตรอน กระบวนการถ่ายเทมวล ประเภทของโวลแทมเมตรี เมตรี โพเทนชิโอเมตรี โมดิไฟด์อิเล็กโทรด สเปคโตรอิเล็กโตรเคมี

Fundamental concepts, electrochemical cells, principles of voltammetry, electrode-solution interface, types of electrodes, electron transfer, mass transport, types of voltammetry, potentiometry, modified electrodes and spectroelectrochemistry.

**BIE 690 สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 1 1 (0-2-4)**

### Seminar in Biological Engineering I

วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน

นักศึกษาต้องนำเสนอสัมมนาเกี่ยวกับหัวข้อทางวิศวกรรมชีวภาพ หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง และต้องส่งรายงานเกี่ยวกับเรื่องที่น่าสนใจ รวมทั้งการเข้าฟังการบรรยายจากวิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิและมีประสบการณ์เกี่ยวกับวิศวกรรมชีวภาพ

Students are required to present seminars on advanced topics in Biological Engineering or related areas to their classmates and members of teaching staff. Reports of the seminars have to be submitted for grading afterwards. Participation in seminar given by invited experts is also required.

**BIE 691 สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 2 1 (0-2-4)**

### Seminar in Biological Engineering II

วิชาบังคับก่อน : BIE 690 สัมมนาด้านวิศวกรรมชีวภาพ 1

นักศึกษาต้องนำเสนอสัมมนาเกี่ยวกับหัวข้อทางวิศวกรรมชีวภาพ หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง และต้องส่งรายงานเกี่ยวกับเรื่องที่น่าสนใจ รวมทั้งการเข้าฟังการบรรยายจากวิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิและมีประสบการณ์เกี่ยวกับวิศวกรรมชีวภาพ



**BIE 792****วิทยานิพนธ์****48 หน่วยกิต****Dissertation****วิชาบังคับก่อน : ตามความเห็นของผู้สอน**

การวิจัย และค้นคว้าด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อนำไปสู่ความคิดใหม่ องค์กรความรู้ใหม่ หรือสิ่งที่ค้นพบใหม่ที่น่าสนใจ ที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมชีวภาพ หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยเน้นการใช้ประโยชน์ของการใช้ความรู้ทางด้านชีวภาพและวิศวกรรมศาสตร์ร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาจริง

Self-research and study under supervision of an advisor(s) which lead to new complicated concept(s) or new finding in Biological Engineering or related areas. Emphasis will be on utilizing integrated knowledge of the biological and engineering to solve specific and real problems.