



หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม
(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2565)

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม
(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2565)

ผ่านความเห็นชอบ สภามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

ครั้งที่ 9/2564 วันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ.2564

ผ่านความเห็นชอบ กระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2564

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม
(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565)

ชื่อสถาบันการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม
Bachelor of Science Program in Environment
2. ชื่อปริญญาและสาขาวิชา
ชื่อเต็ม : วิทยาศาสตรบัณฑิต (สิ่งแวดล้อม)
Bachelor of Science (Environment)
ชื่อย่อ : วท.บ. (สิ่งแวดล้อม)
B.S. (Environment)
3. วิชาเอก -
4. จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร 140 หน่วยกิต
5. รูปแบบของหลักสูตร
 - 5.1 รูปแบบ
หลักสูตรระดับปริญญาตรี 4 ปี
 - 5.2 ประเภทของหลักสูตร
หลักสูตรปริญญาตรีทางวิชาการ
 - 5.3 ภาษาที่ใช้
จัดการเรียนการสอนเป็นภาษาไทย
 - 5.4 การรับเข้าศึกษา
รับนักศึกษาไทยและนักศึกษาต่างชาติที่สามารถฟัง พูด อ่าน เขียนและเข้าใจภาษาไทยได้ดี

5.5 ความร่วมมือกับสถาบันอื่น

เป็นหลักสูตรของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

5.6 การให้ปริญญาแก่ผู้สำเร็จการศึกษา

ให้ปริญญาเพียงสาขาวิชาเดียว

5.7 องค์กวิชาซีพีที่เกี่ยวข้อง

-

6. สถานภาพของหลักสูตรและการพิจารณาอนุมัติ/เห็นชอบหลักสูตร

6.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565) ปรับปรุง มาจากหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2559)

6.2 คณะกรรมการประจำคณะให้ความเห็นชอบหลักสูตรในการประชุมครั้งที่ 4/2564 วันที่ 18 มิถุนายน พ.ศ.2564

6.3 คณะกรรมการบริหารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ให้ความเห็นชอบเมื่อการประชุม ครั้งที่ 7 /2564 วันที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ.2564

6.4 คณะกรรมการสภาวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ให้ความเห็นชอบเมื่อการประชุม ครั้งที่ 8/2564 วันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ.2564

6.5 คณะกรรมการสภามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ให้ความเห็นชอบเมื่อการประชุม ครั้งที่ 9/2564 วันที่ 6 สิงหาคม พ.ศ.2564

6.6 เปิดสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

7. ความพร้อมในการเผยแพร่หลักสูตรที่มีคุณภาพและมาตรฐาน

หลักสูตรจะได้รับการเผยแพร่เป็นหลักสูตรที่มีคุณภาพและมาตรฐานตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2559 ในปีการศึกษา 2567

8. อาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา ให้ระบุอาชีพที่สามารถประกอบได้หลังสำเร็จการศึกษา

- 8.1 นักวิชาการสิ่งแวดล้อม
- 8.2 เจ้าหน้าที่ภาคสนาม
- 8.3 ผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษ
- 8.4 ผู้ประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม
- 8.5 เจ้าหน้าที่การตลาดทางสิ่งแวดล้อม
- 8.6 ที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม
- 8.7 นักประชาสัมพันธ์ทางด้านสิ่งแวดล้อม
- 8.8 เจ้าหน้าที่มูลนิธิทางด้านสิ่งแวดล้อม
- 8.9 เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
- 8.10 นักวิเคราะห์นโยบายและแผนทางสิ่งแวดล้อม

9. ชื่อ-นามสกุล เลขประจำตัวบัตรประชาชน ตำแหน่ง และคุณวุฒิการศึกษาของอาจารย์
ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ที่	ตำแหน่ง ทางวิชาการ	(นาย/นาง/นางสาว) ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ-สาขา-สถานศึกษา (ป.เอก ป.โท ป.ตรี)	ปีการศึกษา ที่สำเร็จ
1	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	นางสาว สุภาพร พงศธรพฤษ	วท.ด. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ) มหาวิทยาลัยนเรศวร วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยนเรศวร วท.บ. (สาธารณสุขศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล	2552 2545 2539
2	อาจารย์	นาย กฤษณะ คำฟอง	ปร.ด. (สิ่งแวดล้อมศึกษา) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วท.ม. (การจัดการ ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยนเรศวร ส.บ. (สาธารณสุขศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2556 2546 2544
3	อาจารย์	นาย ชาทิพนง โพธิ์ดง	ปร.ด. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยนเรศวร วท.บ. (อุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยนเรศวร	2559 2548 2542
4	อาจารย์	นางสาว พุทธิ อุลลสุข	ปร.ด. (การจัดการพลังงานและ สมาร์ตกริดเทคโนโลยี) มหาวิทยาลัยพะเยา วท.ม. (พลังงานทดแทน) มหาวิทยาลัยนเรศวร วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	2564 2548 2545

ที่	ตำแหน่ง ทางวิชาการ	(นาย/นาง/นางสาว) ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ-สาขา-สถานศึกษา (ป.เอก ป.โท ป.ตรี)	ปีการศึกษา ที่สำเร็จ
5	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	นาย ปริญญา ไกรฤตินันท์	วท.ม. (จุลชีววิทยา) มหาวิทยาลัยนเรศวร วท.บ. (จุลชีววิทยา) มหาวิทยาลัยนเรศวร	2550 2547

10. สถานที่จัดการเรียนการสอน

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

11. สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนหลักสูตร

11.1 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางเศรษฐกิจ

จากแผนพัฒนายุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561 – 2580) ด้านสิ่งแวดล้อมได้มีการวางยุทธศาสตร์ด้านสิ่งแวดล้อมไว้ 6 ประเด็น คือ 1. การอนุรักษ์ คุ่มครอง พื้นฟู ส่งเสริมและพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน 2. บริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินแบบมีส่วนร่วม เป็นธรรม และเพียงพอ 3. ป้องกัน รักษา และฟื้นฟู คุณภาพสิ่งแวดล้อม 4. ขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในการพัฒนาและจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพ 5. ลดก๊าซเรือนกระจกและลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยพิบัติทางธรรมชาติ และ 6. พัฒนากลไก ระบบบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ และการจัดการองค์กรอย่างมีธรรมาภิบาล และทันต่อการเปลี่ยนแปลง นอกเหนือจากนั้นยังมีการวางแผนเศรษฐกิจแบบใหม่คือ เศรษฐกิจชีวภาพ หรือ Bio Economy หรือ เศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy) เป็นต้น

11.2 สถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรม

ปัจจุบันสังคมมีแนวโน้ม และโครงสร้างประชากรไปสู่สังคมผู้สูงอายุ และจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นจากอดีต จากการเพิ่มขึ้นของประชากรส่งผลให้เกิดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ตลอดจนคุณภาพชีวิตของประชาชนโดยตรง ดังนั้นการพัฒนาสังคมที่เน้นการพัฒนาคนเป็นหลักจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึงมิติทางด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งมีความสำคัญมากขึ้นในอนาคต

12. ผลกระทบจากข้อ 11.1 และ 11.2 ต่อการพัฒนาหลักสูตรและความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

12.1 การพัฒนาหลักสูตร

ผลกระทบจากสถานการณ์ภายนอกในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จึงจำเป็นต้องพัฒนาหลักสูตรในเชิงรุกที่มีศักยภาพและสามารถปรับเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยการผลิตบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมให้มีความรู้และทักษะที่สามารถดำเนินงานการจัดกิจกรรมทางด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพพร้อมที่จะปฏิบัติงานได้ทันทีและมีศักยภาพสูงในการพัฒนาตนเองให้เข้ากับลักษณะงานทั้งทางด้านวิชาการและวิชาชีพ โดยต้องปฏิบัติตนอย่างมีอาชีพ มีคุณธรรม จริยธรรม มีจิตสำนึกในการสืบสานขนบธรรมเนียมประเพณี และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นไปตามนโยบายและวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ซึ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่คุณภาพมาตรฐานผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ คู่คุณธรรม นำชุมชนพัฒนาให้เข้มแข็งอย่างยั่งยืนตามแนวทางปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและการศึกษาตามรูปเรื่องการเรียนรู้ตลอดชีวิตในศตวรรษที่ 21

12.2 ความเกี่ยวข้องกับพันธกิจของสถาบัน

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมเป็นหลักสูตรที่ผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ มีความตระหนัก และเห็นคุณค่าของสิ่งแวดล้อมต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และคุณภาพชีวิต สามารถประยุกต์ใช้งานทางด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณทางวิชาชีพ ผลกระทบจากสถานการณ์หรือการพัฒนาทางสังคมและวัฒนธรรมมีต่อพันธกิจของมหาวิทยาลัยที่มุ่งเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจในคุณค่าความสำคัญและความภาคภูมิใจในวัฒนธรรมท้องถิ่น ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของชาติ การพัฒนาหลักสูตรจึงต้องเน้นให้มีความรู้ความสามารถและทักษะในการนำหลักวิชาการทางด้านสิ่งแวดล้อมไปประยุกต์ใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ด้านมลพิษสิ่งแวดล้อม โดยคำนึงถึงคุณธรรม จริยธรรมทางวิชาชีพ ตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่อสังคมโดยส่วนร่วมซึ่งเป็นไปตามนโยบายและวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ซึ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษาที่มีคุณภาพมาตรฐานผลิตบัณฑิตให้มีความรู้

13. ความสัมพันธ์ (ถ้ามี) กับหลักสูตรอื่นที่เปิดสอนในคณะ/ภาควิชาอื่นของสถาบัน

13.1 รายวิชาในหลักสูตรที่เปิดสอนโดยคณะ/ภาควิชาอื่นของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ มีดังนี้

13.1.1 รายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป รับผิดชอบโดยสำนักวิชาศึกษาทั่วไป

13.1.2 รายวิชาฝึกประสบการณ์/สหกิจศึกษา โดยความรับผิดชอบของคณะกรรมการบริหารหลักสูตรและศูนย์พัฒนาคุณภาพการศึกษาบูรณาการกับการทำงาน

13.1.3 รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับภาษาอังกฤษ รับผิดชอบโดยคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์และวิทยาลัยนานาชาติ

13.2 รายวิชาในหลักสูตรที่เปิดสอนให้ภาควิชา/หลักสูตรอื่นต้องมาเรียน

ทุกรายวิชาที่เปิดสอนในหลักสูตร นักศึกษาในหลักสูตรอื่นสามารถเลือกเรียนเป็นวิชาเลือกเสรีได้

13.3 การบริหารจัดการ

อาจารย์ ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตรดำเนินการบริหารหลักสูตรเพื่อการจัดการเรียนการสอน การวัดผล และประเมินผล รวมถึงประสานงานกับอาจารย์จากสาขาวิชาอื่น และ/หรือจากคณะที่เกี่ยวข้องเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยกำหนดให้มีการประชุมอย่างน้อยภาคการศึกษาละ 2 ครั้ง

14. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ชั้นปีที่ 1 มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

นักศึกษามีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และปฏิบัติการ สามารถปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มีกระบวนการคิดและวางแผนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีระเบียบวินัย และความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ชั้นปีที่ 2 มีความรู้ทางปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

นักศึกษามีความรู้ความสามารถพื้นฐานทางด้านสิ่งแวดล้อม สามารถเก็บตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อม ใช้เครื่องมือทางสิ่งแวดล้อม และทำปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมพื้นฐานได้

ชั้นปีที่ 3 สามารถบำบัดมลพิษสิ่งแวดล้อม

นักศึกษามีความรู้ความสามารถในการบำบัดมลพิษสิ่งแวดล้อม มีความรู้ในการจัดการมลพิษทางดิน ทางอากาศและเสียง และมีความรู้ในการเลือกใช้เทคโนโลยีในการบำบัดมลพิษ รวมทั้งทราบถึงข้อกฎหมายและนโยบายที่มีความเกี่ยวข้อง

ชั้นปีที่ 4 สามารถประเมินและจัดการสิ่งแวดล้อม

นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในการประเมินและจัดการสิ่งแวดล้อม สามารถแก้ไขปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม มีความรู้ในการทำวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม และสามารถปฏิบัติงานในสถานประกอบการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หมวดที่ 2 ข้อมูลเฉพาะของหลักสูตร

1. ปรัชญา ความสำคัญ และวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

1.1 ปรัชญา

ผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม สามารถประยุกต์ความรู้ในการบำบัดมลพิษ ประเมินและจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาท้องถิ่นและประเทศ

1.2 ความสำคัญ

ผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ในการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม มีความสามารถในการบำบัดมลพิษ การจัดการและการประเมิน เพื่อแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศ เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง ไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านขยะ มลพิษทางสิ่งแวดล้อม การกำจัดของเสีย จึงมีความต้องการใช้ผู้ที่มีความรู้และสามารถบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน

1.3 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีคุณลักษณะและความรู้ความสามารถดังนี้

1.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม มีความซื่อสัตย์สุจริต มีความรับผิดชอบ มีจิตสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมสิ่งแวดล้อมและสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณค่า

1.3.2 มีความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ไข ป้องกัน และจัดการปัญหาด้านมลพิษและสิ่งแวดล้อมได้

1.3.3 มีความรู้และสามารถด้านสิ่งแวดล้อมการตรวจวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม การปฏิบัติการภาคสนามทางด้านสิ่งแวดล้อม และมีความเข้าใจในมาตรฐานคุณภาพทางสิ่งแวดล้อมด้านต่าง ๆ รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม การควบคุมและป้องกันมลพิษเพื่อตอบสนองความต้องการขององค์กรในท้องถิ่นและประเทศได้

1.3.4 มีความสามารถในการสืบค้นข้อมูลและการวางแผนการวิจัย เพื่อสามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ในการแก้ไขปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมได้

2. แผนพัฒนาปรับปรุง

แผนการพัฒนา/เปลี่ยนแปลง	กลยุทธ์	หลักฐาน/ตัวบ่งชี้
1. พัฒนา/ปรับปรุงหลักสูตร	ติดตามประเมินการใช้หลักสูตรอย่างสม่ำเสมอ	รายงานผลการติดตามและประเมินหลักสูตร
2. วางแผนการดำเนินหลักสูตร	1. แต่งตั้งประธานอาจารย์ประจำหลักสูตร 2. ดำเนินงานหลักสูตรให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ในหลักสูตรและการประกันคุณภาพการศึกษา 3. พัฒนาศักยภาพของอาจารย์และนักศึกษา	1. ผลการประเมินหลักสูตร 2. แผนปฏิบัติการ 3. ผลงานทางวิชาการของอาจารย์และนักศึกษา
3. ดำเนินการตามแผนและการจัดทำผลการดำเนินการ	1. จัดสรรทรัพยากร 2. จัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร	1. ผลการประเมินสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ของนักศึกษา 2. สรุปผลการดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการ
4. พัฒนา/ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน กลยุทธ์การสอน หรือการประเมินผลการเรียนรู้	1. ประเมินการสอนของอาจารย์ 2. สนับสนุน ส่งเสริมให้อาจารย์พัฒนาตนเอง	1. ผลการประเมินการสอนของอาจารย์ทุกรายวิชา 2. รายงานผลการพัฒนาตนเอง
5. พัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บัณฑิต	1. สสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต 2. ปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บัณฑิต	1. ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต 2. หลักสูตรที่พัฒนาสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน

หมวดที่ 3 ระบบการจัดการศึกษา การดำเนินการ และโครงสร้างของหลักสูตร

1. ระบบการจัดการศึกษา

1.1 ระบบ

1.1.1 การจัดการศึกษาเป็นแบบทวิภาค โดย 1 ปีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ภาคการศึกษา
ปกติ 1 ภาคการศึกษาปกติมีระยะเวลาในการเรียนไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ ส่วนข้อกำหนดต่าง ๆ ให้
เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2561
(ภาคผนวก ก)

1.2 การจัดการศึกษาฤดูร้อน

การลงทะเบียนเรียนภาคการศึกษาฤดูร้อนให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏ
อุดรดิตถ์ ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2561 (ภาคผนวก ก) และให้จัดการเรียนการสอนไม่
น้อยกว่า 8 สัปดาห์

1.3 การเทียบเคียงหน่วยกิตในระบบทวิภาค

ไม่มี

2. การดำเนินการหลักสูตร

2.1 วัน-เวลา ในการดำเนินการเรียนการสอน

ภาคการศึกษาที่ 1	เดือนมิถุนายน	ถึง เดือนตุลาคม
ภาคการศึกษาที่ 2	เดือนพฤศจิกายน	ถึง เดือนมีนาคม
ภาคการศึกษาฤดูร้อน	เดือนเมษายน	ถึง เดือนพฤษภาคม

2.2 คุณสมบัติของผู้เข้าศึกษา

2.2.1 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือเทียบเท่า

2.2.2 คุณสมบัติอื่น ๆ ให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ว่าด้วย
การศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ.2561 (ภาคผนวก ก)

2.3 ปัญหาของนักศึกษาแรกเข้า

(1) การปรับตัวจากการเรียนในระดับมัธยมศึกษามาเป็นการเรียนในระดับอุดมศึกษาที่มี
รูปแบบและสังคมที่แตกต่างไปจากเดิม ทำให้มีปัญหาในการจัดแบ่งเวลาและต้องมีความรับผิดชอบต่อ
ตนเองมากขึ้น

(2) ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษของนักศึกษาไม่เท่ากัน

2.4 กลยุทธ์ในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา/ข้อจำกัดของนักศึกษาในข้อ 2.3

- (1) จัดการปฐมนิเทศนักศึกษาใหม่ แนะนำการวางแผนรายวิชาชีวิต เทคนิคการเรียนในมหาวิทยาลัยและการแบ่งเวลา
- (2) มอบหมายหน้าที่อาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่อาจารย์ ให้ทำหน้าที่ดูแล ตักเตือน ให้คำแนะนำแก่นักศึกษา
- (3) จัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร เพื่อปรับพื้นฐานความรู้และการจัดกิจกรรมสอนเสริมให้นักศึกษา

2.5 แผนการรับนักศึกษาและผู้สำเร็จการศึกษาในระยะเวลา 5 ปี

ระดับชั้นปี	จำนวนนักศึกษาแต่ละปีการศึกษา				
	2565	2566	2567	2568	2569
ชั้นปีที่ 1	30	30	30	30	30
ชั้นปีที่ 2	-	30	30	30	30
ชั้นปีที่ 3	-	-	30	30	30
ชั้นปีที่ 4	-	-	-	30	30
รวม	30	60	90	120	120
จำนวนที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา	-	-	-	30	30

2.6 งบประมาณ

หมวดเงิน	ปีงบประมาณ				
	2565	2566	2567	2568	2569
รายรับ (ค่าลงทะเบียน)	900,000	1,800,000	2,700,000	3,600,000	3,600,000
รายจ่าย					
ค่าตอบแทน (เงินเดือน)	1,400,000	1,500,000	1,600,000	1,700,000	1,800,000
ค่าใช้สอย	160,000	160,000	160,000	660,000	660,000
ค่าวัสดุและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000
รวมงบดำเนินการ	1,600,000	1,700,000	1,800,000	2,400,000	2,500,000
ค่าครุภัณฑ์	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
ค่าสิ่งก่อสร้าง	-	-	-	-	-
รวมงบลงทุน	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000
รวมทั้งสิ้น	1,750,000	1,850,000	1,950,000	2,550,000	2,650,000

ประมาณการค่าใช้จ่ายต่อหัวในการผลิตนักศึกษาตามหลักสูตร 22,083 บาท ต่อคนต่อปี

2.7 ระบบการศึกษา

2.7.1 ระบบการศึกษาเป็นแบบชั้นเรียน

2.7.2 ระบบการศึกษาเป็นแบบการจัดสหกิจศึกษาและการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงาน (CWIE)

2.8 การเทียบโอนหน่วยกิตรายวิชา และการลงทะเบียนเรียนข้ามมหาวิทยาลัย

2.8.1 ระเบียบมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ว่าด้วยการโอนผลการเรียนและการเทียบโอนรายวิชาจากการศึกษาในระบบระดับปริญญาตรี พ.ศ.2549 (ภาคผนวก ก)

2.8.2 ระเบียบมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ว่าด้วยการเทียบโอนรายวิชาจากการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย ระดับปริญญาตรี พ.ศ.2549 (ภาคผนวก ก)

3. หลักสูตรและอาจารย์ผู้สอน

3.1 หลักสูตร

3.1.1 จำนวนหน่วยกิต รวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า	140	หน่วยกิต
3.1.2 โครงสร้างหลักสูตร		
ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	30	หน่วยกิต
บังคับเรียน	24	หน่วยกิต
(1) กลุ่มภาษา บังคับเรียน	9	หน่วยกิต
(2) กลุ่มมนุษยศาสตร์ กลุ่มสังคมศาสตร์ บังคับเรียน	15	หน่วยกิต
และกลุ่มวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์		
เลือกเรียน ไม่น้อยกว่า	6	หน่วยกิต
(1) กลุ่มภาษา เลือกเรียนไม่น้อยกว่า	3	หน่วยกิต
(2) กลุ่มมนุษยศาสตร์ หรือ กลุ่มสังคมศาสตร์ หรือ		
กลุ่มวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 3		หน่วยกิต
ข. หมวดวิชาเฉพาะ เรียนไม่น้อยกว่า	104	หน่วยกิต
(1) วิชาแกน	38	หน่วยกิต
(1.1) วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	25	หน่วยกิต
(1.2) วิชาวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน	13	หน่วยกิต
(2) วิชาเฉพาะด้านบังคับ	44	หน่วยกิต
(3) วิชาเฉพาะด้านเลือก เลือกเรียนไม่น้อยกว่า	15	หน่วยกิต
(4) วิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ	7	หน่วยกิต
ค. หมวดวิชาเลือกเสรี เรียนไม่น้อยกว่า	6	หน่วยกิต

3.1.3 ความหมายของรหัสรายวิชา

รูปแบบรหัสรายวิชาของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์เป็นตัวเลขระบบ 7 หลัก แต่ละหลักมีความหมายเพื่อจำแนกรายวิชาออกเป็นสาขาวิชาและกลุ่มวิชา ในการจำแนกสาขาวิชาได้ยึดหลักการจำแนกของ ISCED (International Standard Classification of Education) มีความหมายดังนี้

1	2	3	4	5	6	7
X	X	X	X	X	X	X

ตัวเลขลำดับที่ 1-3 หมายถึง กลุ่มสาขาวิชา

ตัวเลขลำดับที่ 4 หมายถึง ความยากที่ควรจัดให้เรียนในชั้นปี

ตัวเลขลำดับที่ 5 หมายถึง กลุ่มวิชาในสาขาวิชา

ตัวเลขลำดับที่ 6-7 หมายถึง ลำดับที่ของรายวิชา

สำหรับหลักสูตรสิ่งแวดล้อม

ตัวเลขลำดับที่ 1-3

406 หมายถึงกลุ่มสาขาวิชาสิ่งแวดล้อม ตัวเลข ลำดับที่ 4 ความรู้ที่ควรจัดให้เรียนในชั้นปี หมายถึง

4061 หมายถึงรายวิชาที่มีความรู้ควรจัดให้เรียนในชั้นปีที่ 1

4062 หมายถึงรายวิชาที่มีความรู้ควรจัดให้เรียนในชั้นปีที่ 2

4063 หมายถึงรายวิชาที่มีความรู้ควรจัดให้เรียนในชั้นปีที่ 3

4064 หมายถึงรายวิชาที่มีความรู้ควรจัดให้เรียนในชั้นปีที่ 4

ตัวเลขลำดับที่ 5 กลุ่มสาขาสิ่งแวดล้อม แบ่งกลุ่มวิชาไว้ดังนี้

406 _1 หมายถึงกลุ่มวิชาพื้นฐานทางสิ่งแวดล้อม

406 _2 หมายถึงกลุ่มวิชาเกี่ยวกับมลพิษและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

406 _3 หมายถึงกลุ่มวิชาการศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อม

406 _4 หมายถึงกลุ่มวิชาการควบคุมและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

406 _5 หมายถึงกลุ่มวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ

406 _6 หมายถึงกลุ่มวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

406 _7 หมายถึงกลุ่มวิชากลุ่มวิชาปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

406 _8 หมายถึงกลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

406 _9 หมายถึงกลุ่มวิชาการศึกษาเอกเทศ วิจัย หัวข้อพิเศษและสัมมนา

ตัวอย่าง

4061104 พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 3 (3-0-6)

หมายถึง วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เป็นรายวิชาในกลุ่มวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ระดับความยากควรจัดให้เรียนในชั้นปีที่ 1 อยู่ในกลุ่มวิชาสาขาพื้นฐานทางสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 หน่วยกิต แบ่งเป็นทฤษฎี 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ปฏิบัติ 0 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และศึกษาค้นคว้า ด้วยตนเอง 6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์ต่อ 1 ภาคเรียน

สำหรับการกำหนดรหัสวิชาให้เป็นไปตามประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
เรื่องระบบรหัสรายวิชามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ (ภาคผนวก ก)

3.1.4 รายวิชา

ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป เรียนไม่น้อยกว่า		30 หน่วยกิต
(1) บัณฑิตเรียน		24 หน่วยกิต
(1.1) กลุ่มภาษา บัณฑิตเรียน		9 หน่วยกิต
0001102	ทักษะการฟังและการพูดภาษาอังกฤษ English Listening and Speaking Skills	3(2-2-5)
0001103	การใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร English Usage for Communication	3(2-2-5)
0001104	ภาษาอังกฤษเพื่อวิชาชีพ English for Professional Purposes	3(2-2-5)
(1.2) กลุ่มมนุษยศาสตร์ กลุ่มสังคมศาสตร์ และกลุ่ม วิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์บัณฑิตเรียน		15 หน่วยกิต
0001209	ผู้ประกอบการยุคใหม่ Modern Entrepreneurs	3(3-0-6)
0001106	ความเป็นพลเมืองไทย Thai Citizenship	3(3-0-6)
0001109	ศาสตร์พระราชาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น The King's Wisdom for Local Development	3(3-0-6)
0001108	การสร้างเสริมและดูแลสุขภาพ Health Promotion and Care	3(3-0-6)
0001210	ชีวิตชาญฉลาดในยุคดิจิทัล Smart Life in the Digital Age	3(2-2-5)
(2) เลือกเรียน รายวิชาในกลุ่มต่อไปนี้ ไม่น้อยกว่า		6 หน่วยกิต
(2.1) เลือกเรียนกลุ่มภาษา ไม่น้อยกว่า		3 หน่วยกิต
0001101	ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร Thai for Communication	3(3-0-6)
0001201	ภาษาญี่ปุ่นเพื่อการสื่อสาร Japanese for Communication	3(3-0-6)
0001202	ภาษาจีนเพื่อการสื่อสาร Chinese for Communication	3(3-0-6)

0001203	ภาษาเกาหลีเพื่อการสื่อสาร Korean for Communication	3(3-0-6)
---------	---	----------

(2.2) เลือกเรียน กลุ่มมนุษยศาสตร์ หรือ กลุ่มสังคมศาสตร์ หรือ กลุ่ม

วิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ ไม่น้อยกว่า		3 หน่วยกิต
0001105	สุนทรียศาสตร์ Aesthetics	3(3-0-6)
0001107	ทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อชีวิตและอาชีพ 21 st Century Skills for Living and Occupations	3(2-2-5)
0001110	การคิดและการตัดสินใจ Thinking and Decision-Making	3(3-0-6)
0001204	ปรัชญาและศาสนาเพื่อการดำเนินชีวิต Philosophy and Religion for Life	3(3-0-6)
0001205	นวัตกรรมและสุนทรียศาสตร์ทางการท่องเที่ยว Tourism Innovation and Aesthetics	3(3-0-6)
0001206	ประวัติศาสตร์และพัฒนาการของโลกสมัยใหม่ History and Development of the Modern World	3(3-0-6)
0001207	กฎหมายในชีวิตประจำวัน Laws in Daily Life	3(3-0-6)
0001208	ชีวิตออกแบบได้ด้วยวิทยาศาสตร์ Designing Your Life with Science	3(3-0-6)
0001211	นวัตกรรมสำหรับคนรุ่นใหม่ Innovation for New Generation	3(3-0-6)
0001212	ฮวงจุ้ยในชีวิตประจำวัน Feng Shui in Daily Life	3(3-0-6)
0001213	การพัฒนาบุคลิกภาพด้วยแฟชั่น Fashion Personality Development	3(3-0-6)
0001214	พลเมืองยุคดิจิทัล Digital Citizenship	3(3-0-6)

0001215	การคิดต่างอย่างสร้างสรรค์ Creative Thinking	3(3-0-6)
ข. หมวดวิชาเฉพาะ เรียนไม่น้อยกว่า		104 หน่วยกิต
(1) วิชาแกน บัณฑิตเรียน		38 หน่วยกิต
(1.1) คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์		25 หน่วยกิต
4011101	ฟิสิกส์เบื้องต้น Introduction to Physics	3(3-0-6)
4011102	ปฏิบัติการฟิสิกส์เบื้องต้น Introduction to Physics Laboratory	1(0-2-1)
4021109	หลักเคมี 1 Principles of Chemistry I	3(3-0-6)
4021110	ปฏิบัติการหลักเคมี 1 Principles of Chemistry Laboratory I	1(0-2-1)
4021111	หลักเคมี 2 Principles of Chemistry II	3(3-0-6)
4021112	ปฏิบัติการหลักเคมี 2 Principles of Chemistry Laboratory II	1(0-2-1)
4031109	ชีววิทยาเบื้องต้น Introduction to Biology	3(3-0-6)
4031110	ปฏิบัติการชีววิทยาเบื้องต้น Introduction to Biology Laboratory	1(0-2-1)
4062110	นิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Ecology	3(2-2-5)
4063902	สถิติเพื่อการวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม Statistics for Environmental Research	3(2-2-5)
4091106	แคลคูลัสเบื้องต้น Introduction to Calculus	3(3-0-6)

(1.2) วิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน		13 หน่วยกิต
4022307	เคมีอินทรีย์ 1 Organic Chemistry I	3(3-0-6)
4022308	ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1 Organic Chemistry Laboratory I	1(0-2-1)
4062102	ชีวเคมี และพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม Biochemistry and Environmental Toxicology	3(2-2-5)
4062209	เคมีวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อม Environmental Analytical Chemistry	3(2-2-5)
4064201	จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Microbiology	3(2-2-5)
(2) วิชาเฉพาะด้านบังคับ บัณฑิตเรียน		44 หน่วยกิต
4061104	พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Fundamentals of Environmental Sciences	3(2-2-5)
4061105	จริยธรรมวิชาชีพทางสิ่งแวดล้อม Professional Ethics in Environmental Science	1(0-2-1)
4062103	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกายภาพ Physical Environmental Science	3(3-0-6)
4062401	การสำรวจและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม Environmental Monitoring	3(2-2-5)
4062410	กฎหมายและนโยบายสิ่งแวดล้อม Environmental Law and Policy	3(3-0-6)
4062901	สัมมนาสิ่งแวดล้อม Seminar in Environment	1(0-2-1)
4063209	มลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์ Water Pollution and Analysis	3(2-2-5)
4063210	มลพิษทางดินและการจัดการ Soil Pollution and Management	3(2-2-5)

4063213	มลพิษทางอากาศและเสียง Air and Noise Pollution	3(2-2-5)
4063407	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment	3(2-2-5)
4063423	เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย Waste Water Treatment Technology	3(2-2-5)
4063425	เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ Pollution Control Technology	3(3-0-6)
4063606	เทคโนโลยีสะอาด Clean Technology	3(3-0-6)
4063607	แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Modeling in Environmental Science	3(3-0-6)
4064501	การจัดการสิ่งแวดล้อม Environmental Management	3(3-0-6)
4064902	โครงการวิจัยทางสิ่งแวดล้อม Environmental Research Project	3(0-6-3)

(3) วิชาเฉพาะด้านเลือก ให้เลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้ไม่น้อยกว่า 15 หน่วยกิต

4062408	พลังงาน สิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ Energy, Environment and Conservation	3(3-0-6)
4062409	การอนุรักษ์ดินและน้ำ Soil and Water Conservation	3(3-0-6)
4063108	นิเวศวิทยาแหล่งน้ำ Aquatic Ecology	3(2-2-5)
4063211	วิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม Environmental Health Science	3(3-0-6)
4063214	เทคโนโลยีการกำจัดบำบัดขยะมูลฝอย Solid Waste Treatment Technology	3(3-0-6)
4063215	พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม Energy and Environmental Impact	3(2-2-5)

4063302	ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย Environmental Management System and Safety	3(3-0-6)
4063303	เศรษฐศาสตร์พลังงานและสิ่งแวดล้อม Energy and Environmental Economics	3(3-0-6)
4063304	สถานการณ์สิ่งแวดล้อมปัจจุบัน Current Environmental Status	3(3-0-6)
4063401	การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ Biodiversity Conservation	3(3-0-6)
4063417	การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม Watershed and Environmental Management	3(3-0-6)
4063424	การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน Land Use Planning	3(3-0-6)
4063426	เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม Environmental Remediation Technology	3(3-0-6)
4063427	การอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน Energy Conservation in Industry	3(3-0-6)
4063506	การอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า Conservation and Management of Forest and Wildlife Resource	3(3-0-6)
4063507	การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและการจัดการภัยพิบัติ Global Climate Change and Disaster Management	3(3-0-6)
4063508	นิเวศวิทยาการเกษตร Agricultural Ecology	3(3-0-6)
4063509	นิเวศจุลินทรีย์ทางสิ่งแวดล้อม Environmental Microbial Ecology	3(2-2-5)

4063510	การจัดการพลังงานในภาคเกษตรกรรม Energy Management in Agriculture	3(3-0-6)
4063603	แผนที่และภูมิสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อ สิ่งแวดล้อม Geographic Information System and Map for the Environment	3(2-2-5)
4063604	พลังงานทางเลือก Alternative Energy	3(3-0-6)
4063605	พลังงานทดแทน Renewable Energy	3(3-0-6)
4063608	พื้นฐานวิทยาศาสตร์พลังงาน Fundamental Science of Energy	3(3-0-6)
4063701	เครื่องมือวัดทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม Measure Instrumentation of Energy and Environment	3(2-2-5)
4063702	เครื่องมือทางสิ่งแวดล้อม Environmental Instruments	3(2-2-5)
4064505	การจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม Man and Environmental Management	3(3-0-6)
4064506	หลักการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาโรงเรียน สิ่งแวดล้อมศึกษาที่ยั่งยืน Principles of Environmental Management for School of Environmental Studies Sustainable Development	3(3-0-6)
4064507	การจัดการพลังงานในสถานศึกษาเพื่อการพัฒนา ที่ยั่งยืน Energy Management in Academy for Sustainable Development	3(3-0-6)
4064508	การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ Life Cycle Assessment	3(3-0-6)

4064509	สิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาการท่องเที่ยว Environmental Science and Tourism Development	3(3-0-6)
4064510	การจัดการระบบสิ่งแวดล้อมสำหรับการเกษตร Environmental System Management for Agriculture	3(3-0-6)
4064603	แผนผังและแบบพื้นฐานเพื่อการประเมินผลกระทบ สิ่งแวดล้อม Basic Schematic and Design for Environmental Impact Assessment	3(3-0-6)

(4) วิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ**7 หน่วยกิต****3.1 บัณฑิตเรียน****1 หน่วยกิต**

4063802	การเตรียมประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อม Preparation for Field Experience Training in Environment	1(0-2-1)
---------	---	----------

3.2 เลือกเรียนรายวิชาใดวิชาหนึ่งดังต่อไปนี้**6 หน่วยกิต**

4064801	การฝึกประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อม Field Experience in Environment หรือ	6 (0-36-0)
4064802	สหกิจศึกษาทางสิ่งแวดล้อม Cooperative Education in Environment	6 (0-36-0)

ค. หมวดวิชาเลือกเสรี ไม่น้อยกว่า**6 หน่วยกิต**

ให้เลือกเรียนรายวิชาใด ๆ ในหลักสูตรที่มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์เปิดสอนโดย
ไม่ซ้ำกับรายวิชาที่เคยเรียนมาแล้ว และต้องไม่เป็นรายวิชาที่กำหนดให้เรียนโดยไม่นับหน่วยกิตรวมใน
เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาของหลักสูตรนี้

3.1.5 แผนการศึกษา

พื้นฐานวิทยาศาสตร์
ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)	กลุ่มวิชา	วิชาบังคับ ก่อน/รายวิชา CWIE
xxxxxxx	รายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป	3(3-0-6)	ศึกษาทั่วไป	
xxxxxxx	รายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป	3(3-0-6)	ศึกษาทั่วไป	
4011101	ฟิสิกส์เบื้องต้น	3(3-0-6)	วิชาแกน	
4011102	ปฏิบัติการฟิสิกส์เบื้องต้น	1(0-3-1)	วิชาแกน	
4021109	หลักเคมี 1	3(3-0-6)	วิชาแกน	
4021110	ปฏิบัติการหลักเคมี 1	1(0-2-1)	วิชาแกน	
4091106	แคลคูลัสเบื้องต้น	3(3-0-6)	วิชาแกน	
4061105	จริยธรรมวิชาชีพทางสิ่งแวดล้อม	1(0-2-1)	เฉพาะด้านบังคับ	
รวม		18		

ปีที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)	กลุ่มวิชา	วิชาบังคับ ก่อน/ รายวิชา CWIE
xxxxxxx	รายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป	3(3-0-6)	ศึกษาทั่วไป	
xxxxxxx	รายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป	3(3-0-6)	ศึกษาทั่วไป	
4021111	หลักเคมี 2	3(3-0-6)	วิชาแกน	4021109
4021112	ปฏิบัติการหลักเคมี 2	1(0-2-1)	วิชาแกน	4021110
4031109	ชีววิทยาเบื้องต้น	3(3-0-6)	วิชาแกน	
4031110	ปฏิบัติการชีววิทยาเบื้องต้น	1(0-2-1)	วิชาแกน	
4062110	นิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม	3(2-2-2)	วิชาแกน	
4061104	พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	3(2-2-6)	วิชาเฉพาะด้านบังคับ	
รวม		20		

การปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)	กลุ่มวิชา	วิชาบังคับ ก่อน/รายวิชา CWIE
xxxxxxx	รายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป	3(3-0-6)	ศึกษาทั่วไป	
xxxxxxx	รายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป	3(3-0-6)	ศึกษาทั่วไป	
4062101	เคมีวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)	วิชาแกน	
4063606	เทคโนโลยีสะอาด	3(3-0-6)	วิชาเฉพาะด้านบังคับ	
4022307	เคมีอินทรีย์ 1	3(3-0-6)	วิชาแกน	
4022308	ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1	1(0-2-1)	วิชาแกน	
4062103	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกายภาพ	3(3-0-6)	วิชาเฉพาะด้านบังคับ	
รวม		19		

ปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ - ศึกษาด้วย ตนเอง)	กลุ่มวิชา	วิชาบังคับ ก่อน/รายวิชา CWIE
xxxxxxx	รายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป	3(3-0-6)	ศึกษาทั่วไป	
xxxxxxx	รายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป	3(3-0-6)	ศึกษาทั่วไป	
4062102	ชีวเคมี และพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)	วิชาแกน	
4064201	จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)	วิชาแกน	
4063210	มลพิษทางดินและการจัดการ	3(2-2-5)	วิชาเฉพาะด้านบังคับ	
4063607	แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)	วิชาเฉพาะด้านบังคับ	
xxxxxxx	วิชาเลือกเสรี	3(x-x-x)	เลือกเสรี	
รวม		21		

ชั้นปีที่ 3 การบำบัดมลพิษสิ่งแวดล้อม

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)	กลุ่มวิชา	วิชาบังคับ ก่อน/รายวิชา CWIE
xxxxxxx	รายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป	3(3-0-6)	ศึกษาทั่วไป	
xxxxxxx	รายวิชาหมวดศึกษาทั่วไป	3(3-0-6)	ศึกษาทั่วไป	
4063209	มลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์	3(2-2-5)	วิชาเฉพาะด้านบังคับ	
4062401	การสำรวจและติดตามตรวจสอบคุณภาพ สิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)	วิชาเฉพาะด้านบังคับ	
4063425	เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ	3(3-0-6)	วิชาเฉพาะด้านบังคับ	
4062901	สัมมนาสิ่งแวดล้อม	1(0-2-1)	วิชาเฉพาะด้านบังคับ	
xxxxxxx	วิชาเลือกเสรี	3(x-x-x)	เลือกเสรี	
รวม		19		

ปีที่ 3 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ - ศึกษาด้วยตนเอง)	กลุ่มวิชา	วิชาบังคับ ก่อน/ รายวิชา CWIE
4063213	มลพิษทางอากาศและเสียง	3(2-2-5)	วิชาเฉพาะ	
4063423	เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	3(2-2-5)	วิชาเฉพาะ	
4062410	กฎหมายและนโยบายสิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)	วิชาเฉพาะ	
xxxxxxx	วิชาเฉพาะด้านเลือก	3(x-x-x)	วิชาเฉพาะด้านเลือก	
xxxxxxx	วิชาเฉพาะด้านเลือก	3(x-x-x)	วิชาเฉพาะด้านเลือก	
xxxxxxx	วิชาเฉพาะด้านเลือก	3(x-x-x)	วิชาเฉพาะด้านเลือก	
4063802	การเตรียมประสบการณ์ภาคสนามทาง สิ่งแวดล้อม	1(0-2-1)	ฝึกประสบการณ์	
รวม		19		

การประเมินและจัดการสิ่งแวดล้อม

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 1

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ - ศึกษด้วยตนเอง)	กลุ่มวิชา	วิชาบังคับ ก่อน/ รายวิชา CWIE
4063407	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)	วิชาเฉพาะด้านบังคับ	
4063902	สถิติเพื่อการวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)	วิชาแกน	
4064902	โครงการวิจัยทางสิ่งแวดล้อม	3(0-6-3)	วิชาเฉพาะด้านบังคับ	
4064501	การจัดการสิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)	วิชาเฉพาะด้านบังคับ	
xxxxxxx	วิชาเฉพาะด้านเลือก	3(x-x-x)	วิชาเฉพาะด้านเลือก	
xxxxxxx	วิชาเฉพาะด้านเลือก	3(x-x-x)	วิชาเฉพาะด้านเลือก	
รวม		18		

ปีที่ 4 ภาคการศึกษาที่ 2

รหัสวิชา	ชื่อรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ - ศึกษด้วยตนเอง)	กลุ่มวิชา	วิชาบังคับ ก่อน/ รายวิชา CWIE
4064801	การฝึกประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อม	6 (0-36-0)	ฝึกประสบการณ์	4063802
หรือ				
4064802	สหกิจศึกษาทางสิ่งแวดล้อม	6 (0-36-0)	ฝึกประสบการณ์	4063802
รวม		6		

หมายเหตุ : ด้วยการจัดสหกิจศึกษาและการบูรณาการเรียนกับการทำงาน (Cooperative and Work Integrated Education: CWIE) สถานประกอบการ หน่วยงาน และองค์กรผู้ใช้บัณฑิต ดังนี้

1. สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดอุดรธานี
2. สำนักงานพลังงานจังหวัดอุดรธานี

3.1.6 คำอธิบายรายวิชา

ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
----------	------------------------	--

0001101	ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร	3(3-0-6)
---------	------------------------	----------

Thai for Communication

ความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะในการใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้เหมาะสมตามสถานการณ์ การวิเคราะห์และสรุปประเด็นหลักจากเรื่องที่ฟัง ดูอย่างมีวิจารณญาณ พูดสื่อสารเชิงบวกในโอกาสต่าง ๆ ระดับของภาษา การใช้สำเนียงในการพูดสื่อสาร อ่านออกเสียงตามอักขรวิธี การอ่านจับใจความจากงานเขียนประเภทต่าง ๆ การเขียนผลงานประเภทต่าง ๆ ตามหลักการเขียนมารยาทในการฟัง พูด อ่าน และเขียน

0001102	ทักษะการฟังและการพูดภาษาอังกฤษ	3(2-2-5)
---------	--------------------------------	----------

English Listening and Speaking Skills

ความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะในการฟังบทสนทนาและข้อความสั้นๆ การจับใจความโดยใช้ประโยคและสำนวนเกี่ยวกับสิ่งรอบตัว การใช้ภาษาอังกฤษในการพูด บอกรายละเอียดและสรุปประเด็นสำคัญ การสื่อสารเรื่องที่ง่ายและเป็นกิจวัตรที่ต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยตรง ไม่ยุ่งยากเกี่ยวกับสิ่งที่คุ้นเคยหรือทำเป็นประจำ โครงสร้างทางไวยากรณ์ในการพูด การใช้ภาษาสำเนียง กิริยาท่าทางที่เหมาะสมในพูดโต้ตอบในสถานการณ์ที่แตกต่างหลากหลาย การรู้ถึงวัฒนธรรมของเจ้าของภาษา ฝึกปฏิบัติทักษะการสื่อสารตามสถานการณ์ต่าง ๆ

0001103	การใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร	3(2-2-5)
---------	---------------------------------	----------

English Usage for Communication

ความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะในการใช้ภาษาอังกฤษในการสื่อสารข้อมูลที่ได้จากการฟังเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน การศึกษา การสนทนา คำบรรยาย บันทึกข้อเท็จจริง โดยใช้ภาษาตามมาตรฐาน การสนทนาจากหัวข้อที่คุ้นเคยและสนใจ การให้คำแนะนำ กล่าวร้องทุกข์ การสนทนาในเหตุการณ์เฉพาะหน้า การแสดงความรู้สึก การเล่าประสบการณ์ของตนเอง การโต้แย้งและให้เหตุผลได้ การนำเสนอผลงานโดยเชื่อมโยงหัวข้อที่คุ้นเคย สรุปข้อมูล การอ่านเพื่อหาใจความสำคัญและจับประเด็นอย่างรวดเร็ว ระบุข้อมูลจากสิ่งที่อ่าน การเขียนรายงานในหัวข้อที่คุ้นเคย ประสบการณ์ เหตุการณ์ ความคิด ความฝัน การเขียนจดหมายที่เป็นรูปแบบมาตรฐานเกี่ยวข้องกับเรื่องที่สนใจ เพื่อพัฒนาทักษะฟัง พูด อ่าน เขียนภาษาอังกฤษที่จำเป็นต่อการสื่อสาร

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
0001104	ภาษาอังกฤษเพื่อวิชาชีพ English for Professional Purposes ความรู้ ความเข้าใจและมีทักษะในการใช้ภาษาอังกฤษในการพูดและสนทนาเชิงเทคนิคในเรื่องที่มีความเชี่ยวชาญ ได้ตอบอย่างคล่องแคล่ว เป็นธรรมชาติ การโต้ตอบกับผู้พูดที่เป็นเจ้าของภาษาได้โดยใช้ถ้อยคำที่ชัดเจน มีความละเอียดในหัวข้อที่หลากหลาย ความเข้าใจจุดประสงค์ของประเด็นที่มีความซับซ้อนทั้งรูปธรรมและนามธรรม ฝึกปฏิบัติทักษะภาษาอังกฤษผ่านกิจกรรมค่ายภาษาอังกฤษ	3(2-2-5)
0001105	สุนทรียศาสตร์ Aesthetics ความรู้ ความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคุณค่าและความงาม การรับรู้คุณค่าและการสัมผัสความงาม การแสดงออกทางอารมณ์ของมนุษย์ การรับรู้และเรียนรู้เกี่ยวกับคุณค่าความงามในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตมนุษย์ การขับร้องเพลงตามจังหวะ ทำนอง และเนื้อหาของเพลงแต่ละประเภท และเพลงร่ำวงมาตรฐาน ออกแบบการแสดง จัดการแสดง การเล่นเครื่องดนตรีประกอบจังหวะ การจัดการแสดง การวิเคราะห์หลักทางสุนทรียศาสตร์ในงานทัศนศิลป์ หลักการทางทัศนธาตุ หลักการจัดองค์ประกอบศิลป์ หลักการออกแบบป้ายนิเทศ ออกแบบฉาก เวที สื่อการเรียนรู้ แฟ้มผลงาน จัดทำผลงานทางศิลปะ นำเสนอผลงาน การวิพากษ์ผลงานศิลปะ	3(3-0-6)
0001106	ความเป็นพลเมืองไทย Thai Citizenship ความรู้และความเข้าใจและการปฏิบัติตนที่แสดงออกถึงการเคารพศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ ยอมรับความแตกต่างของบุคคล ความเสมอภาคและความเท่าเทียม เคารพสิทธิเสรีภาพ และการอยู่ร่วมกันในสังคมไทยและประชาคมโลกอย่างสันติตามหลักขั้นดีธรรม การสร้างและปฏิบัติตาม กฎ กติกาของสังคม กฎหมายเบื้องต้นที่เกี่ยวข้อง รูปแบบการปกครอง อุดมการณ์วิถีชีวิตประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข หน้าที่ของตนเองในฐานะของพลเมืองไทย ในระบอบประชาธิปไตย มีความเป็นพลเมืองที่เข้มแข็ง เคารพสิทธิผู้อื่นอย่างมีเหตุผล มีจิตสำนึก มีจิตอาสา จิตสาธารณะรับผิดชอบหน้าที่ของตนเอง ฝึกการวิเคราะห์ จัดทำโครงการ ออกแบบการปฏิบัติจิตอาสา และ จิตสาธารณะ	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
0001107	ทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อชีวิตและอาชีพ 21 st Century Skills for Living and Occupations สืบค้น วิเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับทักษะ 3R7C โดยบูรณาการการประยุกต์เพื่อพัฒนาทักษะที่สำคัญต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพอย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21	3(2-2-5)
0001108	การสร้างเสริมและดูแลสุขภาพ Health Promotion and Care ความรู้ ความเข้าใจในการสร้างเสริมและดูแลสุขภาพ การพัฒนาทักษะทางสมอง ภาวะทางอารมณ์ การบริหารจัดการชีวิต การเสริมสร้างกระบวนการวางรากฐานภูมิคุ้มกันและป้องกันปัญหาพฤติกรรมต่าง ๆ ของเด็กในระยะยาว ความสำคัญของกีฬาและนันทนาการ นโยบายสาธารณะเพื่อการส่งเสริมสุขภาพ การออกแบบและจัดกิจกรรมการสร้างเสริมและดูแลสุขภาพทางกาย จิต อารมณ์ สังคมและสติปัญญา การออกแบบกีฬาและนันทนาการในการจัดการเรียนรู้ ความพร้อมในสร้างเสริมและดูแลสุขภาพในด้านที่สำคัญ	3(3-0-6)
0001109	ศาสตร์พระราชาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น The King's Wisdom for Local Development แนวคิดและหลักการของโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ การประยุกต์ใช้หลักการทรงงาน หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง แนวคิดการพัฒนาแบบยั่งยืนในชีวิตประจำวันได้ การวิเคราะห์ยุทธศาสตร์ลำดับขั้นเพื่อการพัฒนาชุมชนต้นแบบตามศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาอย่างเป็นรูปธรรม ความร่วมมือกันทำงานโดยบูรณาการแบบองค์รวมกับทีมภาคีเครือข่าย	3(3-0-6)
0001110	การคิดและการตัดสินใจ Thinking and Decision-Making การวิเคราะห์ ออกแบบ แสดงวิธีการคำนวณตามลำดับขั้นการดำเนินการตัวเลข สัดส่วน ร้อยละ การแก้โจทย์ปัญหา การให้เหตุผล การให้เงื่อนไขเชิงภาษา เชิงสัญลักษณ์ และแบบรูป ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ทักษะการคิดเชิงคำนวณ การวิเคราะห์ และการเลือกใช้แนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม วิเคราะห์และอธิบายข้อมูลข่าวสารในโลกปัจจุบัน การตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลได้	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
0001201	ภาษาญี่ปุ่นเพื่อการสื่อสาร Japanese for Communication การฝึกทักษะ ฟัง พูด อ่าน เขียนภาษาญี่ปุ่น ตัวอักษรฮิรางานะ คาตากานะ ปรโยคและไวยากรณ์พื้นฐาน ฝึกบทสนทนาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การเขียนเป็นประโยค อ่านเนื้อหา หรือข้อความสั้น การตอบคำถาม และศึกษาประเพณี วัฒนธรรม รวมถึงสถานการณ์ต่าง ๆ ของญี่ปุ่น ในปัจจุบัน	3(3-0-6)
0001202	ภาษาจีนเพื่อการสื่อสาร Chinese for Communication ศึกษาระบบเสียงภาษาจีนกลาง อ่านพินอินได้ถูกต้องตามมาตรฐาน คำศัพท์ วลี โครงสร้างประโยคอย่างง่าย หลักการเขียนอักษรจีน การพูดโต้ตอบ พูดสนทนา พูดสื่อสาร สถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ศึกษาประเพณี วัฒนธรรม ความเชื่อ เทศกาลที่สำคัญของชาวจีน การเลือกใช้สื่อและเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาทักษะการพูด การสื่อสารภาษาจีนของตนเอง	3(3-0-6)
0001203	ภาษาเกาหลีเพื่อการสื่อสาร Korean for Communication อ่าน เขียนพยัญชนะ และสระในภาษาเกาหลี ประสมคำแล้วอ่านออกเสียง และเขียนคำศัพท์ได้ถูกต้อง นำคำศัพท์มาสร้างเป็นวลีแล้วสร้างเป็นประโยค โดยเลือกใช้ไวยากรณ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สื่อสารด้วยบทสนทนาภาษาเกาหลีขั้นพื้นฐานได้ และมีทัศนคติที่ดีต่อภาษาและวัฒนธรรมเกาหลี	3(3-0-6)
0001204	ปรัชญาและศาสนาเพื่อการดำเนินชีวิต Philosophy and Religion for Life เรียนรู้ แนวคิดทางปรัชญาและศาสนาทั้งตะวันตกและตะวันออก ความหมายของชีวิต สังคม โลก นักคิดและศาสนาของโลก เพื่อการดำรงชีวิตให้นักศึกษารู้จักคิด วิเคราะห์ และวิจารณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ และสามารถประยุกต์ความรู้ ความเข้าใจคุณค่าและความหมายของชีวิต ดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
0001205	นวัตกรรมและสุนทรียศาสตร์ทางการท่องเที่ยว Tourism Innovation and Aesthetics ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการท่องเที่ยว สินค้าและทรัพยากรการท่องเที่ยวรูปแบบต่าง ๆ ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างสรรค์ อนุรักษ์และพัฒนาอย่างยั่งยืน มีทักษะการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี นวัตกรรม และมารยาทการเข้าสังคม วัฒนธรรม เพื่อเพิ่มสุนทรียศาสตร์ทางการท่องเที่ยว มีทัศนคติ สำนึกสาธารณะและความภาคภูมิใจกับทรัพยากรการท่องเที่ยวของประเทศไทย	3(3-0-6)
0001206	ประวัติศาสตร์และพัฒนาการของโลกสมัยใหม่ History and Development of the Modern World เรียนรู้ประวัติความเป็นมาของอารยธรรมและวิวัฒนาการของมนุษยชาติโดยทั้ง ตะวันตกและตะวันออกและผลพวงที่เกิดขึ้นในโลกยุคปัจจุบัน การเมือง เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดมุมมองต่อความหลากหลายและเข้าใจความซับซ้อนที่สัมพันธ์กันทั้งโลก มีจิตสำนึกสาธารณะ เปิดโลกทัศน์ใหม่ให้กว้างขวางขึ้น เพื่อปรับตัวอยู่ในโลกปัจจุบันและรับมือกับอนาคตอันใกล้	3(3-0-6)
0001207	กฎหมายในชีวิตประจำวัน Laws in Daily Life ศึกษากฎหมายพื้นฐานที่จำเป็นในการดำเนินชีวิต นิติกรรมสัญญา เอกเทศสัญญา ได้แก่ สัญญาซื้อขาย สัญญาเช่าทรัพย์สิน เช่าซื้อ สัญญาเืม สัญญาจ้างแรงงาน สัญญาค้ำประกัน จำนอง จำนำ ครอบครัว มรดก กฎหมายอาญา กฎหมายทะเบียนราษฎร กฎหมายเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องหมายการค้า ลิขสิทธิ์ และสิทธิบัตร	3(3-0-6)
0001208	ชีวิตออกแบบได้ด้วยวิทยาศาสตร์ Designing Your Life with Science บทบาทของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมนุษย์และเอกภพ พลังงาน สิ่งแวดล้อม ปัญหา สิ่งแวดล้อม เคมีและเทคโนโลยีชีวภาพในชีวิตประจำวัน กระบวนการเรียนรู้และแก้ปัญหาของมนุษย์ ด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อภูมิปัญญาท้องถิ่น ระบบเศรษฐกิจ สังคม และการบูรณาการ	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
0001209	ผู้ประกอบการยุคใหม่ Modern Entrepreneurs สร้างแรงบันดาลใจและจุดประกายความคิดในการประกอบธุรกิจ การพัฒนาแนวคิดในการทำธุรกิจ นวัตกรรมและเทคโนโลยีในการประกอบธุรกิจ การแสวงหาโอกาสทางการตลาดและช่องทางการทำธุรกิจ การจัดทำแผนธุรกิจ การจัดการกระบวนการผลิต การวิเคราะห์ทางการเงิน การทำงบประมาณการลงทุน การบริหารการตลาด การวิเคราะห์ความเสี่ยงและจริยธรรมในการประกอบธุรกิจ	3(3-0-6)
0001210	ชีวิตชาญฉลาดในยุคดิจิทัล Smart Life in the Digital Age หลักการของอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง และวิวัฒนาการของการนำเสนอองค์ความรู้และตรรกะ เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งรับรู้ข้อมูลบริบทแวดล้อม เทคโนโลยีที่ช่วยให้สรรพสิ่งประมวลผลข้อมูลของตนเองได้ กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้ เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งที่มีอยู่ในปัจจุบัน การประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์	3(2-2-5)
0001211	นวัตกรรมสำหรับคนรุ่นใหม่ Innovation for New Generation ทฤษฎีความต้องการของมนุษย์ การบูรณาการสาระความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ ทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ แนวคิดการออกแบบและการประยุกต์ใช้ทฤษฎี การศึกษาเกี่ยวกับตัวเลขเพื่อวิเคราะห์หาเหตุผลและช่วยตัดสินใจ การตั้งคำถาม การหาข้อมูล การวิเคราะห์หาเหตุผล ข้อค้นพบใหม่ การสร้างนวัตกรรมใหม่เพื่อแก้ปัญหาหรือเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ	3(3-0-6)
0001212	ฮวงจุ้ยในชีวิตประจำวัน Feng Shui in Daily Life ทฤษฎีฮวงจุ้ยเบื้องต้น วิวัฒนาการฮวงจุ้ยตามวิถีชีวิตรูปแบบต่าง ๆ การประยุกต์หลักฮวงจุ้ยให้เข้ากับสมัยนิยมในชีวิตประจำวัน ธาตุ สี ฤกษ์ แนวโน้ม รสนิยม การตัดสินใจจากหลักฮวงจุ้ยเพื่อนำมาปรับใช้เสริมสร้างความเชื่อมั่น	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
0001213	การพัฒนาบุคลิกภาพด้วยแฟชั่น Fashion Personality Development การพัฒนาบุคลิกภาพทั้งภายในและบุคลิกภาพภายนอก การแสดงความเป็นตัวตนมาประยุกต์กับเทรนด์แฟชั่นให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ สังคม ในยุคปัจจุบัน ผู้บุคลิกภาพใหม่ ที่เป็นต้นทุนด้านบุคลิกภาพเพื่อนำไปต่อยอดในการใช้ชีวิตจริง	3(3-0-6)
0001214	พลเมืองยุคดิจิทัล Digital Citizenship หลักการ แนวคิดของ พลเมืองในยุคดิจิทัล สื่อสารสนเทศและดิจิทัล การรู้เท่าทันสื่อสารสนเทศและดิจิทัล ทักษะทางดิจิทัล การนำเสนอด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ จริยธรรมและกฎหมายการใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ บุคลากรการใช้และการสร้างสรรค์สื่อสารสนเทศและดิจิทัลที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิตประจำวันสู่ความเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบ พลเมืองที่มีส่วนร่วมและพลเมืองมุ่งเน้นความเป็นธรรมในสังคมในยุคดิจิทัล	3(3-0-6)
0001215	การคิดต่างอย่างสร้างสรรค์ Creative Thinking ความรู้ความเข้าใจเรื่องความคิดเชิงสร้างสรรค์ผ่านความคิดด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ได้แก่ คิดดี ชีวิตดี สังคมดี งานดีหรืออาชีพดี เรียนรู้การใช้เทคโนโลยี สามารถนำเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมเปลี่ยนความคิดมาสร้างสรรค์สิ่งตอบสนองโจทย์การใช้ชีวิตให้เท่าทันยุค 5.0 เพื่อต่อยอดเป็นอาชีพได้	3(3-0-6)

หมวดวิชาเฉพาะ

วิชาแกน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

รหัสวิชา ชื่อและคำอธิบายรายวิชา หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

4011101 ฟิสิกส์เบื้องต้น 3(3-0-6)

Introduction to Physics

คณิตศาสตร์ที่ใช้ในฟิสิกส์ กฎการเคลื่อนที่และแรงงานแลพลังงาน โมเมนตัมและการชน การเคลื่อนที่แบบหมุน สถิติศาสตร์ของไหล พลศาสตร์ของไหล ปฏิกิริยาการเคลื่อนที่และเคออส อุณหพลศาสตร์จักรความร้อน ไฟฟ้าสถิต แม่เหล็กสถิต การเหนี่ยวนำมาเหล็กไฟฟ้า สมการแมกซ์เวลล์วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ฟิสิกส์แผนใหม่เบื้องต้น

4011102 ปฏิบัติการฟิสิกส์เบื้องต้น 1(0-2-1)

Introduction to Physics Laboratory

ปฏิบัติการเกี่ยวกับการวัด การเคลื่อนที่และแรง งานและพลังงาน โมเมนตัมและการชน อุณหพลศาสตร์ไฟฟ้าสถิต แม่เหล็กสถิต การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้า วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ไม่น้อยกว่า 10 ปฏิบัติการ

4021109 หลักเคมี 1 3(3-0-6)

Principles of Chemistry I

สสารและการวัด โครงสร้างอะตอม ตารางธาตุและสมบัติตามตารางธาตุ พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ ก๊าซ ของแข็ง ของเหลว และละลาย

4021110 ปฏิบัติการหลักเคมี 1 1(0-2-1)

Principles of Chemistry Laboratory I

หลักปฏิบัติทั่วไปและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี การใช้อุปกรณ์พื้นฐานทางเคมี การจัดสารเคมีเกรดของสารและการใช้สารเคมี และปฏิบัติการที่สอดคล้องกับหัวข้อในรายวิชา 4021109 หลักเคมี 1

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4021111	หลักเคมี 2 Principles of Chemistry II อุณหพลศาสตร์ จลนพลศาสตร์ สมดุลเคมี กรด-เบส เคมีไฟฟ้า เคมีนิวเคลียร์ เคมีอินทรีย์ สารชีวโมเลกุล และเคมีสิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)
4021112	ปฏิบัติการหลักเคมี 2 Principles of Chemistry Laboratory II ปฏิบัติการเกี่ยวกับจลนศาสตร์ สมดุลเคมี pH ค่าคงที่ของการแตกตัวของกรดและเบส ความร้อนของปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาอินทรีย์ของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน สมบัติและปฏิกิริยาของสารชีวโมเลกุล เคมีสภาวะแวดล้อม	1(0-2-1)
4031109	ชีววิทยาเบื้องต้น Introduction to Biology บทนำเกี่ยวกับชีววิทยา เซลล์ของสิ่งมีชีวิต การแบ่งเซลล์ พันธุศาสตร์ การสืบพันธุ์ การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจระดับเซลล์ การลำเลียง วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต นิเวศวิทยา	3(3-0-6)
4031110	ปฏิบัติการชีววิทยาเบื้องต้น Introduction to Biology Laboratory ปฏิบัติการเกี่ยวกับกล้องจุลทรรศน์ เซลล์ของสิ่งมีชีวิต การแบ่งเซลล์ พันธุศาสตร์ การสืบพันธุ์ การสังเคราะห์ด้วยแสง การหายใจระดับเซลล์ การลำเลียง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต นิเวศวิทยา	1(0-2-1)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4062110	นิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม Environmental Ecology ความรู้พื้นฐานทางนิเวศวิทยา ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ห่วงโซ่อาหาร พีระมิดอาหาร และวัฏจักรของสารที่เกี่ยวข้อง ประชากร การจำแนกระบบนิเวศวิทยา โครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศแต่ละระบบ ความสัมพันธ์ระหว่างระบบนิเวศแต่ละระบบ ผลการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อมต่อโครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศ การประยุกต์ใช้ความรู้ ทฤษฎีทางนิเวศวิทยาเพื่อป้องกันแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน	3(2-2-5)
4063902	สถิติเพื่อการวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม Statistics for Environmental Research ความหมายของสถิติ ขอบเขตและประโยชน์ของสถิติ สถิติที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ขั้นตอนในการใช้สถิติเพื่อการตัดสินใจ หลักเบื้องต้นของความน่าจะเป็นตัวแปรสุ่ม การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบทวินาม แบบปัวซอง และแบบปกติโมเมนต์ การแจกแจงค่าที่ได้จากตัวอย่าง หลักการประมาณค่าการทดสอบสมมติฐาน การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการพยากรณ์ การใช้โปรแกรมทางสถิติ และการประยุกต์ใช้สถิติทางด้านสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)
4091106	แคลคูลัสเบื้องต้น Introduction to Calculus ลำดับ และอนุกรม ลิมิต ความต่อเนื่อง อนุพันธ์และอินทิกรัล	3(3-0-6)

รหัสวิชา ชื่อและคำอธิบายรายวิชา หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

วิชาแกน วิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน

4022307 เคมีอินทรีย์ 1 3(3-0-6)

Organic Chemistry I

วิชาบังคับก่อน : 4021111 หลักเคมี 2 และ 4021112 ปฏิบัติการหลักเคมี 2

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเคมีอินทรีย์ ไฮบริดเซชันของคาร์บอน พันธะเคมี สเตอริโอเคมี ชนิดและกลไกของปฏิกิริยาของเคมีอินทรีย์ ผลของโครงสร้างของสารต่อความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา การเรียกชื่อ สมบัติ การเตรียมและปฏิกิริยาทางเคมีของสารประกอบแอลเคน แอลคีน แอลไคน์ และสารประกอบอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันชนิดต่าง ๆ แอลคิลแฮไลด์ แอลกอฮอล์ เอมีน อีเธอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก และ เอไมด์

4022308 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1 1(0-2-1)

Organic Chemistry Laboratory I

วิชาบังคับก่อน : 4021111 หลักเคมี 2 และ 4021112 ปฏิบัติการหลักเคมี 2

ปฏิบัติการที่ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพ ปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน แอลคิลแฮไลด์ แอลกอฮอล์ เอมีน อีเธอร์ แอลดีไฮด์ คีโตน กรดคาร์บอกซิลิก และเอไมด์ เทคนิคการแยกและการทำสารอินทรีย์ให้บริสุทธิ์ โดยการสกัด การกลั่น การกรอง การตกผลึก และโครมาโตกราฟี

4062102 ชีวเคมี และพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5)

Biochemistry and Environmental Toxicology

พื้นฐานทางชีวเคมี พิษวิทยา และปฏิบัติการเพื่อการประยุกต์ใช้ในด้านสิ่งแวดล้อม แนวคิดทางชีววิทยาและพิษวิทยา การดูดซึมของสารพิษ การกระจายและการสะสมของสารพิษ การขับสารพิษออกจากร่างกาย การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารพิษ พิษวิทยาด้านอาหาร มลพิษทางอากาศ พิษวิทยาในน้ำ พิษวิทยาของดิน มลพิษในสิ่งแวดล้อม การตรวจสอบและการควบคุมสารพิษในสิ่งแวดล้อม

รหัสวิชา ชื่อและคำอธิบายรายวิชา หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

4062209 เคมีวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5)

Environmental Analytical Chemistry

ความรู้พื้นฐานทางเคมีวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อมและปฏิบัติการ ความหมายและขอบเขตของเคมีสิ่งแวดล้อม การคำนวณ การเตรียมสารละลาย เคมีของแหล่งน้ำ เคมีดิน เคมีบรรยากาศ อันตรกิริยาระหว่างดิน น้ำและอากาศ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์และเฝ้าระวังมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม

4064201 จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5)

Environmental Microbiology

ชนิดและบทบาทของจุลินทรีย์ด้านสิ่งแวดล้อม จุลินทรีย์ในอาหาร น้ำ ดิน และอากาศ อิทธิพลของจุลินทรีย์ต่อสิ่งแวดล้อมและการควบคุมแก้ไข จุลินทรีย์กับอุตสาหกรรม ประโยชน์และโทษของจุลินทรีย์ การใช้จุลินทรีย์เพื่อการบำบัดสารมลพิษ

วิชาเฉพาะด้านบังคับ

4061104 พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม 3(2-2-5)

Fundamentals of Environmental Sciences

ความสำคัญและขอบเขตของสิ่งแวดล้อม กระบวนการเกิดปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ระบบนิเวศ สมดุลในธรรมชาติ วิทยาการอนุรักษ์ หลักการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมกับการแก้ไขและป้องกัน สิ่งแวดล้อมมิติดินุษย์ การพัฒนาเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิต ความรู้พื้นฐานทางทรัพยากรศาสตร์และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

4061105 จริยธรรมวิชาชีพทางสิ่งแวดล้อม 1(0-2-1)

Professional Ethics in Environmental Science

หลักจริยธรรม การใช้ความรู้ตามหลักจริยธรรมทางสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน ความสมดุลของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การมีส่วนร่วมในการส่งเสริม ป้องกัน และการรักษาสิ่งแวดล้อม และการพัฒนาที่ยั่งยืน องค์การกับความรับผิดชอบต่อสังคมในการจัดการสิ่งแวดล้อม

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4062103	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกายภาพ Physical Environmental Science ความรู้ทางธรณีวิทยาเกี่ยวกับสสารที่เป็นองค์ประกอบโลก แร่ หิน ดิน และน้ำ รวมทั้งกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในโลก ธรณีพิบัติภัย การคาดคะเน การเตือนภัย แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด คลื่นใต้น้ำ แผ่นดินถล่ม การเคลื่อนที่ของมวล การยุบตัวของพื้นโลก น้ำท่วม อันตรายจากมหาสมุทร การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การใช้และดูแลทรัพยากรธรรมชาติ ผลกระทบจากมนุษย์ต่อสภาพแวดล้อมการปนเปื้อนของเสียในสภาพแวดล้อมทางธรณีวิทยา	3(3-0-6)
4062401	การสำรวจและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม Environmental Monitoring วิธีการและเครื่องมือในการสำรวจคุณภาพสิ่งแวดล้อม คุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ คุณภาพดิน มลพิษทางเสียง การวางแผนสำรวจข้อมูล การเก็บตัวอย่าง การรักษาตัวอย่าง การวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อมในภาคสนาม การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลจากการสำรวจ	3(2-2-5)
4063210	มลพิษทางดินและการจัดการ Soil Pollution and Management ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับดิน กำเนิดและโครงสร้างของดิน สมบัติของดินทางกายภาพ และเคมี การแลกเปลี่ยนประจุของดิน อินทรีย์วัตถุในดิน ธาตุอาหารในดิน ความสัมพันธ์ระหว่างดิน และพืช ความหมายของมลพิษทางดิน สาเหตุและปัญหาต่าง ๆ ที่ทำให้ดินเกิดมลพิษ ผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม บทบาทมลพิษของดินต่อระบบนิเวศ การตรวจสอบ วิเคราะห์ การป้องกันควบคุมและการแก้ไขมลพิษของดิน รวมทั้งการจัดการการใช้ทรัพยากรดินอย่างยั่งยืน	3(2-2-5)
4063606	เทคโนโลยีสะอาด Clean Technology การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยใช้เทคโนโลยีสะอาด การจัดการกระบวนการผลิต การเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในหน่วยการผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีที่สุด และมีปริมาณสารมลพิษน้อยที่สุด โดยส่งเสริมให้มีการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน มีการศึกษาดูงานนอกสถานที่	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4063209	มลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์ Water Pollution and Analysis แหล่งน้ำและความสำคัญของน้ำ ลักษณะที่สำคัญทางกายภาพและทางเคมีของน้ำ สารมลพิษ หน่วยที่ใช้ระบุความเข้มข้นของสารพิษ สารมลพิษทางกายภาพ เคมี และทางชีววิทยาของน้ำ แหล่งกำเนิดมลภาวะเป็นพิษทางน้ำ สาเหตุและผลกระทบของมลพิษทางน้ำ กลไกการเปลี่ยนแปลงของสารมลพิษทางน้ำ มาตรการป้องกันความควบคุมและแก้ไขมลพิษในแหล่งน้ำ มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม น้ำใช้ มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรมและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	3(2-2-5)
4063213	มลพิษทางอากาศและเสียง Air and Noise Pollution หลักการทางด้านมลพิษทางอากาศ แหล่งกำเนิด การแพร่กระจาย ผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม ระบบการป้องกันและควบคุมมลพิษทางอากาศ การเฝ้าระวังและติดตาม ตรวจสอบคุณภาพ อากาศ การเก็บตัวอย่างและการตรวจวัดมลพิษทางอากาศ กฎระเบียบและ ข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม สารมลพิษจากอุตสาหกรรม สมบัติทางกายภาพของเสียงและความสั่นสะเทือน การรับสัมผัส การจำแนกประเภท แหล่งกำเนิด ผลกระทบ การวัด แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การประเมินผล ข้อมูลการวัด การป้องกันและการควบคุม นโยบาย กฎระเบียบ และข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเสียงและความสั่นสะเทือน	3(2-2-5)
4062410	กฎหมายและนโยบายสิ่งแวดล้อม Environmental Law and Policy ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกฎหมาย ความเป็นมาและวิวัฒนาการของกฎหมาย สิ่งแวดล้อมโครงสร้างของกฎหมายและนโยบายสิ่งแวดล้อม กฎหมายว่าด้วยการใช้ การส่งเสริม การอนุรักษ์ การป้องกัน และการคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4063423	เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย Waste Water Treatment Technology ความสำคัญ แหล่งกำเนิด องค์ประกอบของน้ำเสีย ประเภทของระบบบำบัดน้ำเสีย การรวบรวมน้ำเสียเข้าระบบ การเก็บตัวอย่างน้ำเสีย การวิเคราะห์น้ำในระบบบำบัด การประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัด การดูแลและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่าง ๆ และมาตรฐานน้ำทิ้ง	3(2-2-5)
4063425	เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ Pollution Control Technology แหล่งกำเนิด ประเภทและการแพร่กระจายของสารมลพิษทางน้ำ ดิน อากาศ เสี่ยงขยะมูลฝอย และของเสียอันตราย ผลกระทบของมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม การตรวจวัดมลพิษ นโยบายและเทคโนโลยีในการ ป้องกัน ควบคุมและการจัดการมลพิษ	3(3-0-6)
4063607	แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม Modeling in Environmental Science ชนิดของแบบจำลองทางสิ่งแวดล้อม แนวความคิดสำคัญ กระบวนการและ เทคนิคในการสร้างแบบจำลองทางสิ่งแวดล้อม การจำลองแบบ ชนิดของแบบจำลองทางสิ่งแวดล้อม กลยุทธ์สำหรับการวิเคราะห์และการใช้แบบจำลองทางสิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)
4062901	สัมมนาสิ่งแวดล้อม Seminar in Environment การนำเสนอรายงานและการอภิปรายในหัวข้อเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในประเด็นสำคัญ สถานการณ์ปัจจุบันระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก	1(0-2-1)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4063407	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม Environmental Impact Assessment หลักการ การศึกษาขนาดของโครงการ แนวคิด การอ้างอิง ศึกษาสภาพการณ์และการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม กระบวนการประเมินและการพยากรณ์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การสำรวจรวบรวมข้อมูลและศึกษาผลกระทบเพื่อการวางแผนแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม หลักการเขียนและนำเสนอโครงการ แนวทางในการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพและสังคม (HIA) ดัชนีและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ผลกระทบ	3(2-2-5)
4064501	การจัดการสิ่งแวดล้อม Environmental Management ปรัชญาการจัดการสิ่งแวดล้อม วิสัยทัศน์ของการจัดการ หลักการวิเคราะห์ และการจัดการระบบสิ่งแวดล้อม กลไกการจัดการสิ่งแวดล้อม สมรรถนะและแนวทางการวางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อม การสร้างนโยบายการจัดการสิ่งแวดล้อมโดยมุ่งเน้นการจัดการและพัฒนาแบบยั่งยืน	3(3-0-6)
4064902	โครงการวิจัยทางสิ่งแวดล้อม Environmental Research Project การวิจัยขั้นพื้นฐานทางด้านสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองในปัญหาพิเศษ ที่นักศึกษาสนใจ การเขียนข้อเสนอโครงการและการวางแผนการทำงาน การตรวจเอกสาร การทดลองปฏิบัติการ การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลการศึกษา ภายใต้การแนะนำ ควบคุมดูแลโดยอาจารย์ผู้รับผิดชอบ การนำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปแบบของการเสนอผลงานแบบปากเปล่าและรูปเล่มรายงาน	3(0-6-3)

รหัสวิชา ชื่อและคำอธิบายรายวิชา หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

วิชาเฉพาะด้านเลือก

4063108 นิเวศวิทยาแหล่งน้ำ 3(2-2-5)

Aquatic Ecology

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ และระบบนิเวศหน้าดิน วัฏจักรของสาร ประชากร ชุมชน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต การจัดการทรัพยากรในแหล่งน้ำ

4063304 สถานการณ์สิ่งแวดล้อมปัจจุบัน 3(3-0-6)

Current Environmental Status

สถานการณ์สิ่งแวดล้อมปัจจุบันทั้งในระดับท้องถิ่น ประเทศ ภูมิภาค และโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มลพิษทางอากาศ ปัญหาเรื่องขยะ เป็นต้น รวมถึงวิธีการ นโยบาย ข้อตกลงและนวัตกรรมใหม่ๆ ที่ถูกนำมาแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัจจุบัน ทันสมัย รวบรวมมาจากทั่วโลก

4063214 เทคโนโลยีการกำจัดบำบัดขยะมูลฝอย 3(3-0-6)

Solid Waste Treatment Technology

การออกแบบ ควบคุม และบำรุงรักษา ระบบเก็บกัก รวบรวมและเก็บขนขยะมูลฝอยและสิ่ง ปฏิกูล การเลือกระบบการบำบัดและกำจัดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล การลดปริมาณขยะมูลฝอยและสิ่ง ปฏิกูลที่แหล่งกำเนิด การนำกลับมาใช้ประโยชน์ เทคโนโลยีในการกำจัดขยะมูลฝอย การบำบัดและกำจัดสิ่ง ปฏิกูลในเขตเมืองและชนบท

4063215 พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 3(2-2-5)

Energy and Environmental Impact

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพลังงานและสิ่งแวดล้อม ความหมายและประเภทของพลังงานและมลพิษชนิดต่าง ๆ จากการผลิตพลังงานด้วยเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ แนวทางบรรเทาแก้ไขและควบคุมปัญหามลพิษเหล่านั้น กฎหมายเกี่ยวกับมลพิษ ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้พลังงานในระดับชุมชนและ/หรือระดับประเทศ หลักการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับชุมชนและ/หรือระดับประเทศ

รหัสวิชา ชื่อและคำอธิบายรายวิชา หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

4063401 การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ 3(3-0-6)
Biodiversity Conservation

องค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ ประโยชน์และความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ สาเหตุที่ต้องมีการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ชนิดของความหลากหลายทางชีวภาพ ประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพ สาเหตุและผลกระทบจากการเสื่อมโทรมของความหลากหลายทางชีวภาพ ทิศทางและนโยบายของการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการวิจัยในอนาคต

4063302 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย 3(3-0-6)
Environmental Management System and Safety

วิวัฒนาการ แนวคิดพื้นฐานการบริหาร และการจัดการในยุคปัจจุบัน แนวคิดองค์กรแบบดั้งเดิม องค์กรเชิงมนุษย์สัมพันธ์ แนวคิดเชิงระบบ การผสมผสานแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและพลังงานของหน่วยงานรัฐและเอกชน การจัดการที่มุ่งผลสัมฤทธิ์ หลักการบริหารจัดการที่ดี การจัดการความรู้ องค์กรแห่งการเรียนรู้ การปรับปรุงคุณภาพเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและพลังงานในเชิงปฏิบัติที่ใช้แนวคิดเชิงระบบ การใช้แนวคิดวงจรควบคุมคุณภาพการบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์กร การมีส่วนร่วมและการใช้อำนาจมาตรฐานสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและพลังงาน การสร้างวิสัยทัศน์ และการนำวิสัยทัศน์สิ่งแวดล้อมสู่การปฏิบัติ

4062408 พลังงาน สิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ 3(3-0-6)
Energy, Environment and Conservation

ความสำคัญของพลังงานต่อชีวิต ต่อระบบนิเวศและต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม แหล่งที่มา ประเภทและการใช้ประโยชน์ของพลังงานประเภทต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน สถานการณ์และวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงานของโลกและประเทศไทย ผลกระทบของการใช้พลังงานต่อสิ่งแวดล้อม นโยบายพลังงานของประเทศ

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4062409	การอนุรักษ์ดินและน้ำ Soil and Water Conservation สาเหตุ และชนิดของการชะล้างพังทลายดิน ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ปัญหาการกัดกร่อนพังทลายของดิน สมการสูญเสียดินสากล การประยุกต์ใช้สมการสูญเสียดินสากลเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ การบริหารทรัพยากรน้ำตลอดจนการวางแผนการอนุรักษ์ดินและน้ำ	3(3-0-6)
4063211	วิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม Environmental Health Science ความหมาย ขอบเขตและแนวคิดทางอนามัยสิ่งแวดล้อม พฤติกรรมอนามัย ทฤษฎีและวิธีการพัฒนาชุมชนทั่วไป ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ การจัดการน้ำสะอาด การจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล การบำบัดน้ำเสีย การสุขาภิบาลอาหาร การควบคุมป้องกันแมลงและสัตว์นำโรค การสุขาภิบาลที่พักอาศัย การควบคุมเหตุรำคาญจากมลพิษสิ่งแวดล้อม การประเมินผลกระทบทางอนามัยสิ่งแวดล้อมรวมถึงกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)
4063417	การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม Watershed and Environmental Management ลุ่มน้ำและความคิดเกี่ยวกับลุ่มน้ำ โครงสร้างของทรัพยากรลุ่มน้ำและสมดุลทางนิเวศวิทยา หลักการจัดการลุ่มน้ำเพื่อการควบคุมปริมาณ คุณภาพและอัตราการไหลของน้ำ การควบคุมและป้องกันการพังทลายของดิน อุทกภัย ความแห้งแล้ง และมลพิษในพื้นที่ลุ่มน้ำ การพัฒนาแหล่งเสื่อมโทรมของพื้นที่ลุ่มน้ำ ความรู้เบื้องต้นในการสำรวจและวิเคราะห์ลุ่มน้ำ เพื่อวางแผนจัดการลุ่มน้ำ	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4063424	การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน Land Use Planning ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับที่ดินและทรัพยากรที่ดิน ความหมาย ความสำคัญของการใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพการใช้ที่ดินในประเทศไทย การจำแนกและหลักการจำแนกสมรรถนะที่ดิน หลักการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและผลกระทบของการใช้ที่ดิน การประเมินความเหมาะสมของการใช้ที่ดิน การวางแผนการใช้ที่ดินเพื่อสิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)
4063426	เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม Environmental Remediation Technology หลักการและเทคนิคในการบำบัดและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อน โดยใช้กระบวนการ ทางด้านชีวภาพ เช่น การใช้จุลินทรีย์ พืช ในการกำจัดและย่อยสลายมลสารต่าง ๆ การใช้ปืงประดิษฐ์ตัวกรองทางชีวภาพ และการทำปุ๋ยหมัก	3(3-0-6)
4063427	การอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน Energy Conservation in Industry การใช้พลังงานในโรงงาน การตรวจวิเคราะห์พลังงานในโรงงาน หลักการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมในโรงงาน การอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่างในโรงงาน การอนุรักษ์พลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้า ปั๊ม และพัดลมในโรงงาน การอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็น ระบบปรับอากาศใน โรงงาน การอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัดในโรงงาน การอนุรักษ์พลังงานในระบบไอน้ำและหม้อต้มน้ำในโรงงาน การอนุรักษ์พลังงานในระบบอื่นๆ การประยุกต์ใช้งานในโรงงาน อุตสาหกรรมควบคุมประเภทต่าง ๆ เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม แผนการและนโยบายการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมในโรงงาน	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4063603	แผนที่และภูมิสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อม Geographic Information System and Map for the Environment การรวบรวมข้อมูล จัดเก็บ วิเคราะห์และจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ การแสดงผลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ปฏิบัติการซอฟต์แวร์ทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อประยุกต์ใช้ในงานสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)
4063506	การอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า Conservation and Management of Forest and Wildlife Resource ประเภทป่าไม้ความสำคัญต่อเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม กฎหมายเกี่ยวกับป่าไม้ การสำรวจ และประเมินการทำไม้ ความอุดมสมบูรณ์ของป่า การฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรม การปลูกป่า ป่าชุมชน วนเกษตร การจัดการป่าไม้แบบผสม	3(3-0-6)
4063508	นิเวศวิทยาการเกษตร Agricultural Ecology ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในระบบเกษตร ระบบนิเวศพื้นที่เกษตรกรรมรูปแบบต่าง ๆ วัฏจักรของสาร ประชากร ชุมชน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต การจัดการทรัพยากรในระบบเกษตร	3(3-0-6)
4063509	นิเวศจุลินทรีย์ทางสิ่งแวดล้อม Environmental Microbial Ecology ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมของจุลินทรีย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศของจุลินทรีย์แบบต่าง ๆ วัฏจักรของสาร ประชากร ชุมชน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ การแพร่กระจายของจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมรูปแบบต่าง ๆ	3(2-2-5)

รหัสวิชา ชื่อและคำอธิบายรายวิชา หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

4063303 เศรษฐศาสตร์พลังงานและสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6)

Energy and Environmental Economics

หลักการและทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารสิ่งแวดล้อม

ความสัมพันธ์ระหว่างเศรษฐกิจกับสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ต้นทุนทางสิ่งแวดล้อม ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจและสังคมและค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการพัฒนาโครงการ การผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม และการบริการเทคนิคสำหรับการประเมินต้นทุนรวม การประเมินต้นทุนหน่วยสุดท้าย วัฏจักรราคาค่าต้นทุน การเปรียบเทียบเทคโนโลยีพลังงานเชิงเศรษฐศาสตร์ ระบบราคาพลังงานและรวมถึงการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการพลังงานทดแทน วิธีพิจารณาเลือกเทคโนโลยีพลังงานที่ดีที่สุดในเชิงเศรษฐศาสตร์ ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีพลังงานตามรูปแบบและเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เทคนิคในการพิจารณาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและสังคมที่มีผลต่อระบบเศรษฐกิจ

4063510 การจัดการพลังงานในภาคเกษตรกรรม 3(3-0-6)

Energy Management in Agriculture

รู้จักใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนต่าง ๆ มาใช้ในงานเกษตรกรรม โดยใช้ระบบอบแห้งผลผลิตทางการเกษตร เซลล์แสงอาทิตย์ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ พลังงานน้ำ การลดต้นทุน การเพิ่มกำลังการผลิต ปฏิบัติออกแบบระบบพลังงานในภาคเกษตร การแก้ปัญหาและการลดต้นทุนทางการเกษตรจากการจัดการพลังงานโดยประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับชุมชน

4063608 พื้นฐานวิทยาศาสตร์พลังงาน 3(3-0-6)

Fundamental Science of Energy

วิฤตการณ์พลังงานในสภาพการณ์ปัจจุบัน ศักยภาพและปัญหาของแหล่งพลังงานต่าง ๆ แหล่งพลังงานที่สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้และเกิดขึ้นใหม่ไม่ได้ เชื้อเพลิงฟอสซิล ถ่านหิน ปิโตรเลียม และก๊าซธรรมชาติ พลังงานจากไต้พิภพ พลังงานทดแทน ไบโอดีเซล พลังงานจากน้ำ ลม ชีวมวล แสงอาทิตย์ และพลังงานนิวเคลียร์

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4063604	พลังงานทางเลือก Alternative Energy พลังงานรูปแบบของ ไฮโดรเจน ไบโอดีเซล ไบโogas เอทานอล นิวเคลียร์ แหล่งพลังงานใต้พิภพ ความหมาย จุดกำเนิด ประโยชน์และโทษ ผลกระทบ ข้อดี ข้อเสียของเทคโนโลยีทางเลือก พลังงานชีวภาพที่สามารถนำมาใช้ในครัวเรือนหรือชุมชน การนำพลังงานทางเลือกมาประยุกต์ใช้ในระดับประเทศ ทั้งในส่วนของภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรม	3(3-0-6)
4063605	พลังงานทดแทน Renewable Energy ความหมายและประเภทของพลังงานทดแทน พลังงานจากธรรมชาติ การเลือกใช้พลังงานทดแทน ทรัพยากรพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีพลังงานจากแสงอาทิตย์ ชีวมวล ลม คลื่นและความร้อน การเก็บพลังงาน การพัฒนาพลังงานทดแทน ตัวอย่างปัญหาการใช้พลังงานทดแทนในชุมชน การส่งเสริมชุมชนให้ใช้พลังงานทดแทนจากขยะและมูลสัตว์ แผนพลังงานทดแทนในประเทศไทย กลยุทธ์และยุทธศาสตร์พลังงานทดแทนในอนาคต	3(3-0-6)
4063701	เครื่องมือวัดทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม Measure Instrumentation of Energy and Environment ความรู้ทางด้านเครื่องมือวัด ชนิดของเครื่องมือวัดพลังงานและสิ่งแวดล้อมในแต่ละรูปแบบ เทคนิคการวัดทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม เครื่องมือวัดในเทคโนโลยีรีโมทเซนซิง เครื่องมือที่วัดพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การเลือกชนิดและเครื่องมือได้เหมาะสมกับพลังงานรูปแบบต่าง ๆ ฝึกปฏิบัติ การใช้เครื่องมือวัดทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบต่าง ๆ ทางด้านไฟฟ้า แสง เสียง ความร้อน ลม การตรวจวัดและการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า เครื่องมือวัดการใช้พลังงานชนิดต่าง ๆ ประสิทธิภาพทางด้านพลังงาน	3(2-2-5)
4063702	เครื่องมือทางสิ่งแวดล้อม Environmental Instruments กลไกการทำงานของเครื่องมือตรวจวัดมลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำ มลพิษทางเสียง มลพิษทางความร้อน และมลทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง การออกแบบและการวางแผนการติดตั้ง รวมทั้งระบบตรวจวัดการตรวจสอบ การประเมินผลและการบำรุงรักษา	3(2-2-5)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4063507	การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและการจัดการภัยพิบัติ Global Climate Change and Disaster Management ปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินรวมถึงการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศ ปัญหาและเหตุของการเกิดโลกร้อน อุทกภัย ความแห้งแล้งการขึ้นของระดับน้ำทะเลและการเกิดภัยพิบัติธรรมชาติอื่น ๆ รวมทั้งการปรับตัว	3(3-0-6)
4064505	การจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม Man and Environmental Management ศึกษาแนวคิดพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ความสัมพันธ์ระหว่างวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยาธรรมชาติ นิเวศวิทยาเมือง ปัญหาประชากร การตั้งถิ่นฐาน และการขยายตัวของเมือง คุณภาพชีวิตในเมือง ปัญหาสิ่งแวดล้อมธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเมือง การมีส่วนร่วมในการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม แนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในเขตเมือง เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน	3(3-0-6)
4064506	หลักการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาโรงเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษาที่ยั่งยืน Principles of Environmental Management for School of Environmental Studies Sustainable Development ความหมาย ความสำคัญ ปัญหาสิ่งแวดล้อม หลักและวิธีการจัดการสิ่งแวดล้อม การจัดกระบวนการเรียนรู้ แนวคิด เป้าหมายของโรงเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษา การมีส่วนร่วมและเครือข่ายของสิ่งแวดล้อมศึกษา บทบาทของผู้บริหารและบุคลากรเพื่อการส่งเสริมและจัดการสิ่งแวดล้อมในสถานศึกษา การพัฒนาสิ่งแวดล้อมศึกษาในโรงเรียนที่ยั่งยืน	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4064507	การจัดการพลังงานในสถานศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน Energy Management in Academy for Sustainable Development จัดการพลังงาน 8 ขั้นตอน หลักการอนุรักษ์พลังงานในสถานศึกษา พลังงานทดแทน การสร้างแนวคิดเกี่ยวกับพลังงานและความยั่งยืนของสถานศึกษา หลักการสร้างสถาบันการศึกษาสีเขียว การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์พลังงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่าย แนวทางการลดการสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการจัดการพลังงาน	3(3-0-6)
4064508	การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ Life Cycle Assessment ความรู้พื้นฐานอนุกรมมาตรฐานสิ่งแวดล้อม ISO 14000 กระบวนการวิเคราะห์และประเมินค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 4 ขั้นตอน หลักการและแนวคิดเกี่ยวกับระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม และการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์และบริการ วิธีการและแนวทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดและมีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ	3(3-0-6)
4064509	สิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาการท่องเที่ยว Environmental Science and Tourism Development ปรัชญาการท่องเที่ยว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับการท่องเที่ยว ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการท่องเที่ยว การพัฒนาการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน การพัฒนาการท่องเที่ยวตามหลักการสิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)
4064510	การจัดการระบบสิ่งแวดล้อมสำหรับการเกษตร Environmental System Management for Agriculture การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการสำหรับการเกษตร การบูรณาการวิธีการทางธรรมชาติและทางวิทยาศาสตร์สำหรับการแก้ไขปัญหาการเกษตร การใช้เทคโนโลยีและแนวคิดทางสิ่งแวดล้อมเพื่อลดของเสียจากการทำการเกษตร	3(3-0-6)

รหัสวิชา	ชื่อและคำอธิบายรายวิชา	หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
4064603	แผนผังและแบบพื้นฐานเพื่อการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม 3(3-0-6) Basic Schematic and Design for Environmental Impact Assessment การอ่านแผนผังและแบบพื้นฐานของโครงการ สัญลักษณ์แผนผัง การวางแบบพื้นฐาน การเขียนแบบพื้นฐาน ความรู้พื้นฐานกระบวนการศึกษาและประเมินผลที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ ขั้นตอนการจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น	
4063802	การเตรียมประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อม 1(0-2-1) Preparation for Field Experience Training in Environment การเตรียมตัวเพื่อการปฏิบัติงานในสถานประกอบการ หลักการและแนวคิดเกี่ยวกับสหกิจศึกษา การเลือกสถานประกอบการและตำแหน่งงาน การสมัครงาน การสัมภาษณ์งาน การพัฒนาบุคลิกภาพ วัฒนธรรมองค์กร จรรยาบรรณวิชาชีพ ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงาน ทักษะวิชาชีพ การเขียนโครงการหรือผลการปฏิบัติงาน การเขียนรายงานทางวิชาการ และการนำเสนองาน โดยมีกระบวนการอบรมสหกิจ 30 ชั่วโมง/การเตรียมประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 30 ชั่วโมง	
4064801	การฝึกประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อม 6(0-36-0) Field Experience in Environment วิชาบังคับก่อน : 4063802 การเตรียมประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อม จัดให้นักศึกษาได้บูรณาการความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์กับการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการไม่น้อยกว่า 16 สัปดาห์ การจัดทำรายงานผลการปฏิบัติงานในรูปแบบโครงการหรือรายงานการปฏิบัติงาน นำเสนอผลการปฏิบัติงานต่ออาจารย์ประจำหลักสูตร มีการประเมินผลการปฏิบัติงานโดยอาจารย์นิเทศและสถานประกอบการ	
4064802	สหกิจศึกษาทางสิ่งแวดล้อม 6(0-36-0) Cooperative Education in Environment วิชาบังคับก่อน : 4063802 การเตรียมประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อม จัดให้นักศึกษาปฏิบัติงานในสถานประกอบการเสมือนพนักงานชั่วคราวตามกระบวนการสหกิจศึกษา ในสถานประกอบการไม่น้อยกว่า 16 สัปดาห์ จัดทำรายงานเพื่อพัฒนาวิชาชีพตามที่ได้รับมอบหมายในรูปแบบโครงการ หรือรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา นำเสนองานและประเมินผลโดยผู้นิเทศและอาจารย์นิเทศ	

3.2 ชื่อ สกุล เลขประจำตัวประชาชน ตำแหน่งและคุณวุฒิของอาจารย์

3.2.1 อาจารย์ประจำหลักสูตร

ที่	ตำแหน่ง ทางวิชาการ	(นาย/นาง/นางสาว) ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ-สาขา-สถานศึกษา -ปีที่สำเร็จการศึกษา (ป.เอก ป.โท ป.ตรี)	ผลงาน ทางวิชาการ	ภาระงานสอน (ชั่วโมง/ สัปดาห์)	
					เดิม	ใหม่
1	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	นางสาว สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์	วท.ด. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ) มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2552 วท.ม. (วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2545 วท.บ. (สาธารณสุขศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล, 2539	ภาคผนวก ง	12	16
2	อาจารย์	นาย ชาทิพนธ์ โพธิ์ดง	ปร.ด. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559 วท.ม. (วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2548 วท.บ. (อุตสาหกรรมเกษตร) มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2542	ภาคผนวก ง	13	16
3	อาจารย์	นาย กฤษณะ คำฟอง	ปร.ด. (สิ่งแวดล้อมศึกษา) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2556 วท.ม. (การจัดการทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม), มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2546 ส.บ. (สาธารณสุขศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2544	ภาคผนวก ง	12	16

ที่	ตำแหน่ง ทางวิชาการ	(นาย/นาง/นางสาว) ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ-สาขา-สถานศึกษา -ปีที่สำเร็จการศึกษา (ป.เอก ป.โท ป.ตรี)	ผลงาน ทางวิชาการ	ภาระงานสอน (ชั่วโมง/ สัปดาห์)	
					เดิม	ใหม่
4	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	นาย ปริญญา ไกรวุฒินันท์	วท.ม. (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2550 วท.บ. (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2547	ภาคผนวก ง	12	16
5	อาจารย์	นางสาว พุทธดี อุบลสุข	ปร.ด. (การจัดการพลังงาน และสมรรถนะเทคโนโลยี) มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564 วท.ม. (พลังงานทดแทน) มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2548 วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 2545	ภาคผนวก ง	12	16

3.2.2 อาจารย์ประจำ

ที่	ตำแหน่ง ทางวิชาการ	(นาย/นาง/นางสาว) ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ-สาขา-สถานศึกษา -ปีที่สำเร็จการศึกษา (ป.เอก ป.โท ป.ตรี)	ภาระงานสอน (ชั่วโมง/สัปดาห์)	
				เดิม	ใหม่
1	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	นางพรทิพา พิณญาพงษ์	วท.ด. (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549 วท.ม. (เคมี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2539 วท.บ. (ชีวเคมีและชีวเคมี เทคโนโลยี) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2534	10	12

ที่	ตำแหน่ง ทางวิชาการ	(นาย/นาง/นางสาว) ชื่อ-สกุล	คุณวุฒิ-สาขา-สถานศึกษา -ปีที่สำเร็จการศึกษา (ป.เอก ป.โท ป.ตรี)	ภาระงานสอน (ชั่วโมง/สัปดาห์)	
2	อาจารย์	นางสาวจิราพร เกตุวราภรณ์	ปร.ด. (เคมีประยุกต์) มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2558 วท.ม. (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2553 วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2547	10	12
3	ผู้ช่วย ศาสตราจารย์	นายพงศ์เทพ จันทรสันเทียะ	ปร.ด. (เคมีประยุกต์) มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2558 วท.ม. (เคมีประยุกต์) มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2551 วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2545	10	12
4	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	นางสาว จันทรเพ็ญ ชุมแสง	ปร.ด. (ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552 วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2545 วท.บ. (วิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2535	10	12

3.2.3 อาจารย์พิเศษ

ที่	(นาย/นาง/นางสาว) ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง/ ประสบการณ์การ ทำงาน/ระยะเวลา	คุณวุฒิ-สาขา- สถานศึกษา -ปีที่สำเร็จการศึกษา (ป.เอก ป.โท ป.ตรี)	ภาระงานสอน (ชั่วโมง/สัปดาห์)	
				เดิม	ใหม่
1	นางสาว ธันยธร ชัยศิริ	บริษัท อินฟินิตี้ โซลูชั่น แอนด์เทคโนโลยี จำกัด		-	1.5

4. องค์ประกอบเกี่ยวกับประสบการณ์ภาคสนาม (การฝึกงานหรือสหกิจศึกษา)

เพื่อให้นักศึกษาที่มีประสบการณ์ในวิชาชีพก่อนเข้าสู่การทำงานจริงในสถานประกอบการ จึงให้มีกลุ่มวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพในโครงสร้างรายวิชาของหลักสูตร เพื่อให้นักศึกษาได้ประยุกต์ใช้ทักษะความรู้ กับการทำงานในสถานประกอบการ โดยกำหนดให้ทุกคนต้องเรียนรายวิชาการเตรียมฝึกประสบการณ์ภาคสนาม เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนที่จะให้มีการเลือกเรียนรายวิชาในรูปแบบการฝึกประสบการณ์ภาคสนามหรือสหกิจศึกษา ซึ่งรายวิชาในกลุ่มฝึกประสบการณ์นี้ได้แก่

4063801 การเตรียมประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อม	1(0-2-1)
4064803 การฝึกประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อม	6(0-36-0)
4064802 สหกิจศึกษาทางสิ่งแวดล้อม	6(0-36-0)

4.1 มาตรฐานผลการเรียนรู้ของประสบการณ์ภาคสนาม

- 4.1.1 ทักษะในการปฏิบัติงานจากสถานประกอบการ
- 4.1.2 บูรณาการความรู้ที่เรียนมาเพื่อนำไปแก้ปัญหาในการประกอบอาชีพ
- 4.1.3 มีมนุษยสัมพันธ์และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี
- 4.1.4 มีระเบียบวินัยตรงต่อเวลา เข้าใจวัฒนธรรมองค์กร และสามารถปรับตัวได้
- 4.1.5 มีความกล้าแสดงออกและนำความคิดสร้างสรรค์ไปใช้ประโยชน์ในงานได้
- 4.1.6 มีทักษะการสื่อสารด้านการพูด เขียน คิดวิเคราะห์และประมวลผล

4.2 ช่วงเวลา

- 4.2.1 รายวิชาการเตรียมประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อม เรียนในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษาที่ 3
- 4.2.2 รายวิชาฝึกประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อมและสหกิจศึกษา เรียนในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 4

4.3 การจัดเวลาและตารางสอน

จัดเต็มเวลาใน 1 ภาคการศึกษา

5 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำโครงงานหรืองานวิจัย

ต้องเป็นหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม และมีรายงานที่ต้องนำเสนอตามรูปแบบ และระยะเวลาที่หลักสูตรกำหนด อย่างเคร่งครัด หรือเป็นโครงงานที่มุ่งเน้นการสร้างผลงานวิจัยเพื่อพัฒนางานด้านสิ่งแวดล้อม

5.1 คำอธิบายโดยย่อ

โครงการานเคมีที่นักศึกษาสนใจ สามารถอธิบายทฤษฎีที่นำมาใช้ในการทำโครงการาน ประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำโครงการาน มีขอบเขตโครงการานที่สามารถทำเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด

5.2 มาตรฐานผลการเรียนรู้

นักศึกษาสามารถทำงานเป็นทีม สามารถปรับตัวทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีความสามารถในการสื่อสารทั้งภาษาเขียน และภาษาพูด มีความเชี่ยวชาญในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำโครงการาน โครงการานสามารถเป็นต้นแบบในการพัฒนาต่อยอดได้

5.3 ช่วงเวลา

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษาที่ 4

5.4 จำนวนหน่วยกิต

3 หน่วยกิต

5.5 การเตรียมการ

มีการกำหนดชั่วโมงการให้คำปรึกษา จัดทำบันทึกการให้คำปรึกษา ให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับโครงการาน และปรับปรุงให้ทันต่อสถานการณ์ของโลก มีตัวอย่างโครงการานให้ศึกษา พร้อมทั้งให้นักศึกษารายงานความก้าวหน้าของโครงการานเป็นระยะ และรายงานปัญหาอุปสรรคอย่างต่อเนื่อง ตลอดภาคการศึกษา

5.6 กระบวนการประเมินผล

ประเมินผลโดยอาจารย์ที่ปรึกษา จากรายงานความก้าวหน้าในการทำโครงการาน จากรายงานฉบับสมบูรณ์ที่เป็นไปตามรูปแบบที่กำหนดไว้ และจากรูปแบบการนำเสนอตามกรอบระยะเวลาที่กำหนด ประเมินผลความสำเร็จของโครงการานวิจัยโดยให้นักศึกษานำเสนอผลงานวิจัยต่อกรรมการที่เป็นอาจารย์สอบไม่น้อยกว่า 3 คน

หมวดที่ 4 ผลการเรียนรู้ กลยุทธ์การสอนและการประเมินผล

1. การพัฒนาคุณลักษณะพิเศษของนักศึกษา

คุณลักษณะพิเศษ	กลยุทธ์หรือกิจกรรมของนักศึกษา
(1) มีทักษะในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบเหมาะสม มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมการทำงาน	หลักสูตรเน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการฝึกการแก้ไขปัญหาในรายวิชาด้วยรูปแบบโครงงาน มีการบูรณาการเรียนการสอนกับพันธกิจอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งงานบริการวิชาการกับสังคม ท้องถิ่น ทำให้นักศึกษาเกิดกระบวนการเรียนรู้นอกห้องเรียนและสามารถแก้ไขปัญหาในสภาพการทำงานจริงได้ สามารถพัฒนาโครงงานแก้ไขปัญหาให้กับชุมชน ท้องถิ่น และสถานประกอบการได้
(2) มีความพร้อมในการทำงานสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและมีทักษะการนำเสนอผลงาน	หลักสูตรเน้นการจัดการเรียนการสอนบูรณาการกับการทำงาน โดยมีการเตรียมความพร้อมการทำงานให้กับนักศึกษา ส่งเสริมนักศึกษาได้ศึกษาดูงานทุกชั้นปีในสถานประกอบการ มีการฝึกอบรมเตรียมความพร้อมในการทำงานโดยผู้ทรงคุณวุฒิจากสถานประกอบการ และเน้นกระบวนการเรียนรู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ส่งเสริมการนำเสนอผลงานของนักศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย ระดับเครือข่ายภาคเหนือ และระดับชาติ
(3) มีทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ ด้านปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม การบำบัดมลพิษสิ่งแวดล้อม การประเมินและการจัดการสิ่งแวดล้อม	หลักสูตรมีการฝึกอบรมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเพิ่มพูนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการบำบัดมลพิษ การประเมินและการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยมีกระบวนการส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกับสถานประกอบการ หน่วยงานราชการ และเรียนรู้จากการเป็นผู้ช่วยวิจัยให้กับอาจารย์ในสาขาวิชา

2. การพัฒนาการเรียนรู้ในแต่ละด้าน

2.1 ผลพัฒนาการเรียนรู้หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

1. ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1.1 ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. มีสติในการดำเนินชีวิตประจำวัน และสามารถจัดการกับปัญหาบนฐาน

คุณธรรมจริยธรรม

2. มีคุณค่าภายในตามหลักของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และสามารถประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตและแก้ปัญหา

3. มีคุณธรรม รับผิดชอบต่อสังคมในการประกอบการ

4. มีความภาคภูมิใจในความเป็นไทย วัฒนธรรมไทย มีความตรงต่อเวลา ระเบียบวินัย ความรับผิดชอบ

1.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาผู้เรียนด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. สอดแทรกสาระและกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักในคุณค่าของความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ ทั้งต่อตนเองและผู้อื่น

2. สร้างวัฒนธรรมในองค์กรที่ปลูกฝังความมีระเบียบวินัย เคารพในกฎระเบียบของมหาวิทยาลัย เช่น การเข้าชั้นเรียนตรงเวลา การแต่งกายตามระเบียบของมหาวิทยาลัย

3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในคุณธรรมที่ต้องปลูกฝัง

1.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. ประเมินจากพฤติกรรมของผู้เรียน เช่น การเข้าชั้นเรียนตรงเวลา ส่งงานตรงเวลาครบถ้วน เข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนอย่างมีความรับผิดชอบ

2. ประเมินจากการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย

3. ประเมินจากการเข้าร่วมกิจกรรมที่แสดงถึงความมีวินัย ความพร้อมเพียง ความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี ความรักความสามัคคี

2. ด้านความรู้

2.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

1. มีความรู้ความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน

2. มีความรู้ความเข้าใจด้านสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ เพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิตอย่างรู้เท่าทัน

3. มีความรู้และความสามารถในการใช้ภาษาและศิลปะในการสื่อสาร

4. มีความรู้ความเข้าใจ และเห็นคุณค่า เคารพในสิทธิมนุษยชนจากความแตกต่างของวัฒนธรรม

2.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาผู้เรียนด้านความรู้

1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ในลักษณะบูรณาการความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเข้ากับความรู้และประสบการณ์ใหม่ในรายวิชาที่สอนได้อย่างกลมกลืน

2. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้อย่างแท้จริง

2.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้

1. ประเมินด้วยการทดสอบย่อย สอบปลายภาคการศึกษา
2. ประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ของรายวิชาที่เรียน
3. ประเมินจากการนำเสนองานทั้งที่เป็นรายกลุ่มและรายบุคคล

3. ด้านทักษะทางปัญญา

3.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

1. มีความสามารถและทักษะการคิดในเชิงเหตุผล สร้างสรรค์ นวัตกรรมและเชื่อมโยงความคิดอย่างองค์รวม
2. มีความสามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล เพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
3. มีความเข้าใจเรื่องของสิทธิและความรับผิดชอบ เพื่อสร้างความสมดุลให้เกิดความยั่งยืนในฐานะพลเมือง ทั้งในระดับประเทศและระดับโลก
4. มีความตระหนักถึงความสำคัญของวิถีชุมชน มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ความเป็นไทย

3.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิด เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา
2. จัดการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริง

3.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

1. ประเมินจากพฤติกรรมทางปัญญาของผู้เรียน ตั้งแต่ขั้นสังเกต คำถาม สืบค้น คิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา
2. ประเมินจากการนำเสนอผลงานในห้องเรียน
3. ประเมินด้วยการให้ผู้เรียนฝึกตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล โดยผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินผลงาน

4. ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

4.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

1. มีจิตอาสา สำนึกสาธารณะ และเห็นคุณค่าของการให้

2. มีทักษะความเป็นผู้นำ ผู้ตาม ในการสร้างความเป็นทีม
3. มีการปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกในการบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อชุมชนและสังคม
4. มีความสัมพันธ์ร่วมกับชุมชน เห็นถึงคุณค่าและเอกลักษณ์ที่ดึงดูดใจของไทย
- ภูมิปัญญาท้องถิ่น ประวัติศาสตร์

4.2 กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาผู้เรียนด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงจากการทำงานเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม

2. จัดกิจกรรมที่เสริมสร้างมนุษยสัมพันธ์ การปรับตัว และการยอมรับของคนในสังคม

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เช่น การทำงานเป็นกลุ่ม การแสดงบทบาทสมมติ การทำงานเป็นทีม เป็นต้น

4.3 วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียน
2. ประเมินผลจากการประเมินตนเองและกิจกรรมกลุ่ม

5. ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

5.1 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะและการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1. มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ตัวเลข มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นคว้า รวบรวมข้อมูล ประมวลผล แปลความหมาย และนำเสนอข้อมูลสารสนเทศ

2. มีความสามารถรู้เท่าทันสื่อ เพื่อใช้ในการเรียนรู้ ประเมินคุณค่าสื่ออย่างมีวิจารณญาณ

3. มีความสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างเหมาะสมกับชีวิตประจำวัน

4. มีความสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์

5. มีความสามารถเลือกรูปแบบของการนำเสนอที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มบุคคลที่แตกต่างกันได้

5.2 กลยุทธ์การสอนที่สร้างทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1. ส่งเสริมให้เห็นความสำคัญและฝึกให้มีการตัดสินใจบนฐานข้อมูลและข้อมูลเชิงตัวเลข
2. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการจัดประสบการณ์ตรงทางภาษาในการสื่อสาร
3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสืบค้นข้อมูลด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ

ที่เหมาะสม ตลอดจนการนำเสนอข้อมูลด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม

5.3 กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี

1. ประเมินผลจากการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้สะท้อนความรู้ ความคิด ความเข้าใจ ผ่านสื่อเทคโนโลยีแบบต่าง ๆ

2. ประเมินจากการจัดกิจกรรมเสริมประสบการณ์ตรงทางภาษา

3. ประเมินทักษะการใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชา และการใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรม

2.2 ผลพัฒนาการเรียนรู้หมวดวิชาเฉพาะด้าน

2.2.1 ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. มีความซื่อสัตย์สุจริต
2. มีระเบียบวินัย
3. มีจิตสำนึกและตระหนักในการปฏิบัติตามจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ
4. เคารพสิทธิ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งเคารพและตระหนักใน

คุณค่าของสิ่งแวดล้อม

(2) กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1. สอดแทรกสาระและกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักในคุณค่าของความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ ทั้งต่อตนเองและผู้อื่น

2. สร้างวัฒนธรรมในองค์กรที่ปลูกฝังความมีระเบียบวินัย เคารพในกฎระเบียบของมหาวิทยาลัย เช่น การเข้าชั้นเรียนตรงเวลา การแต่งกายตามระเบียบของมหาวิทยาลัย

3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในคุณธรรมที่ต้องปลูกฝัง

(3) กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรมจริยธรรม

1. ประเมินจากพฤติกรรมของผู้เรียน เช่น การเข้าชั้นเรียนตรงเวลา ส่งงานตรงเวลา ครบถ้วน เข้าร่วมกิจกรรมในชั้นอย่างมีความรับผิดชอบ
2. ประเมินจากการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมาย
3. ประเมินจากการเข้าร่วมกิจกรรมที่แสดงถึงควมมีวินัย ความพร้อมเพียง ความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี ความรักความสามัคคี

2.2.2 ด้านความรู้

(1) ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

1. มีความรู้หลักการและทฤษฎีที่สัมพันธ์กัน ในศาสตร์สิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวางและ เป็นระบบ ได้แก่ หลักการทางสิ่งแวดล้อม มลพิษสิ่งแวดล้อมและการควบคุม การวิเคราะห์ผลกระทบ สิ่งแวดล้อม การจัดการสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม การวิจัยทางสิ่งแวดล้อมและจริยธรรม
2. มีความรู้ความเข้าใจในศาสตร์อื่น เช่น มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์และสามารถ นำมาบูรณาการกับความรู้ในวิชาชีพได้อย่างเหมาะสม
3. มีความรอบรู้และสามารถติดตามสถานการณ์และความก้าวหน้าทางวิชาการใน สาขาวิชา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. มีความรู้ใน กฎระเบียบ และข้อบังคับ รวมทั้งข้อกำหนดทางวิชาการ ซึ่งมีการปรับเปลี่ยน ตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป

(2) กลยุทธ์การสอนที่ใช้พัฒนาการเรียนรู้ด้านความรู้

1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ในลักษณะบูรณาการความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเข้ากับความรู้และประสบการณ์ใหม่ในรายวิชาที่สอนได้อย่างกลมกลืน
2. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้อย่างแท้จริง

(3) กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้

1. ประเมินด้วยการทดสอบย่อย สอบปลายภาคการศึกษา
2. ประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ของรายวิชาที่เรียน
3. ประเมินจากการนำเสนองานทั้งที่เป็นรายกลุ่มและรายบุคคล

2.2.3 ด้านทักษะทางปัญญา

(1) ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

1. มีความสามารถในการค้นหาข้อเท็จจริง ทำความเข้าใจและประเมินข้อมูลสารสนเทศ แนวคิดและหลักฐานใหม่ ๆ จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และใช้ข้อมูลที่ได้ในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม

2. สามารถศึกษาวิเคราะห์ปัญหาและเสนอแนวทางการแก้ไขได้อย่างสร้างสรรค์ โดยคำนึงถึง ความรู้ทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ประสบการณ์ในภาคปฏิบัติ และผลกระทบที่ตามมาจากการตัดสินใจนั้น

3. สามารถประยุกต์ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ การป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสม

(2) กลยุทธ์การสอนที่ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยกระบวนการคิด เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และสามารถค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ ได้

2. จัดการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริง

(3) กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

1. ประเมินจากพฤติกรรมทางปัญญาของผู้เรียน ตั้งแต่ขั้นสังเกต คำถาม สืบค้น คิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา

2. ประเมินจากการนำเสนอผลงานในห้องเรียน

3. ประเมินด้วยการให้ผู้เรียนฝึกตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล โดยผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินผลงานร่วมกัน

2.2.4 ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

(1) ผลการเรียนรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

1. มีความรับผิดชอบต่อทั้งงานในหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย สามารถแสดงความคิดเห็น ได้เหมาะสมกับบทบาท หน้าที่ และความรับผิดชอบ

2. สามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและสมาชิกกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. สามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ วัฒนธรรมองค์กรและจรรยาบรรณวิชาชีพได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

4. มีความสามารถในการปรับตัวเชิงวิชาชีพและมีปฏิสัมพันธ์อย่างสร้างสรรค์กับบุคคลอื่น

(2) กลยุทธ์การสอนที่สร้างทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงจากการทำงานเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม
2. จัดกิจกรรมที่เสริมสร้างมนุษยสัมพันธ์ การปรับตัว และการยอมรับของคนในสังคม
3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เช่น การทำงานเป็นกลุ่ม การแสดงบทบาทสมมติ การทำงานเป็นทีม เป็นต้น

(3) วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียน
2. ประเมินผลจากการประเมินตนเองและกิจกรรมกลุ่ม

2.2.5 ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

(1) ผลการเรียนรู้ด้านทักษะและการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี

1. สามารถระบุและนำเทคนิคทางสถิติหรือคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการวิเคราะห์แปล ความหมายและเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์
2. สามารถสรุปประเด็นและสามารถสื่อสารรวมทั้งเลือกใช้รูปแบบของการนำเสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. สามารถระบุ เข้าถึง และคัดเลือกแหล่งข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม จากแหล่งข้อมูลสารสนเทศทั้งในระดับชาติและนานาชาติ
4. สามารถติดตามความก้าวหน้าและมีวิจรณ์ญาณในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศตลอดจน การสื่อสารที่เหมาะสม
5. มีทักษะในการใช้ภาษาไทยอย่างถูกต้อง และสามารถใช้อังกฤษได้อย่างเหมาะสม

(2) กลยุทธ์การสอนที่สร้างทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1. ส่งเสริมให้เห็นความสำคัญและฝึกให้มีการตัดสินใจบนฐานข้อมูลและข้อมูลเชิงตัวเลข
2. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการจัดประสบการณ์ตรงทางภาษาในการสื่อสาร
3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสืบค้นข้อมูลด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม ตลอดจนการนำเสนอข้อมูลด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสม

(3) กลยุทธ์การประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยี

1. ประเมินผลจากการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้สะท้อนความรู้ ความคิด ความเข้าใจผ่านสื่อเทคโนโลยีแบบต่าง ๆ
2. ประเมินจากการจัดกิจกรรมเสริมประสบการณ์ตรงทางภาษา
3. ประเมินทักษะการใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชา และการใช้เทคโนโลยีในการจัดกิจกรรม

3 แผนที่แสดงความกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา
(Curriculum Mapping) ผลการเรียนรู้ในตารางมีความหมายดังนี้

- 3.1 หมวดวิชาศึกษาทั่วไป รายละเอียดแสดงไว้หน้าที่ 76 - 77
- 3.2 หมวดวิชาเฉพาะด้าน รายละเอียดแสดงไว้หน้าที่ 78 - 83

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

รายวิชา	1.คุณธรรม จริยธรรม				2. ความรู้				3. ทักษะทาง ปัญญา				4.ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล				5.ทักษะการวิเคราะห์ เชิง ตัวเลขการสื่อสาร และการ ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5
วิชาศึกษาทั่วไป																					
กลุ่มภาษา																					
0001101 ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร	○	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○
0001102 ทักษะการฟังและการพูดภาษาอังกฤษ	●	○	○	○	○	○	●	●	○	●	○	○	●	●	○	○	●	○	○	○	●
0001103 การใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร	●	○	○	○	○	○	●	●	○	●	○	○	●	●	○	○	●	○	○	○	●
0001104 ภาษาอังกฤษเพื่อวิชาชีพ	●	○	○	○	○	○	●	●	○	●	○	○	●	●	○	○	●	○	○	○	●
0001201 ภาษาญี่ปุ่นเพื่อการสื่อสาร	○	○	●	○	○	●	○	○	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○
0001202 ภาษาจีนเพื่อการสื่อสาร	○	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○
0001203 ภาษาเกาหลีเพื่อการสื่อสาร	○	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○
กลุ่มมนุษยศาสตร์ กลุ่มสังคมศาสตร์ กลุ่มวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์																					
0001105 สุนทรียศาสตร์	○	○	○	●	○	●	○	●	●	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	●	●
0001106 ความเป็นพลเมืองไทย	●	○	●	●	○	○	●	●	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●	●	○
0001107 ทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อชีวิตและอาชีพ	●	○	○	●	●	●	●	○	○	●	●	○	○	●	○	○	●	○	●	○	○
0001108 การสร้างเสริมและดูแลสุขภาพ	○	○	●	○	○	●	○	○	○	●	●	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○

รายวิชา	1.คุณธรรม จริยธรรม				2. ความรู้				3. ทักษะทาง ปัญญา				4.ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล				5.ทักษะการวิเคราะห์ เชิง ตัวเลขการสื่อสาร และการ ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5
วิชาศึกษาทั่วไป																					
กลุ่มมนุษยศาสตร์ กลุ่มสังคมศาสตร์ กลุ่มวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์																					
0001109 ศาสตร์พระราชาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น	●	●	○	○	●	●	○	○	●	○	○	●	○	○	●	●	●	●	○	○	○
0001110 การคิดและการตัดสินใจ	●	○	○	○	●	○	○	●	○	●	○	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○
0001204 ปรัชญาและศาสนาเพื่อการดำเนินชีวิต	●	○	○	○	○	○	○	●	○	○	●	○	○	○	●	○	○	○	○	○	●
0001205 นวัตกรรมและสุนทรียศาสตร์ทางการท่องเที่ยว	○	○	○	●	○	●	●	○	●	○	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	●
0001206 ประวัติศาสตร์และพัฒนาการของโลกสมัยใหม่	●	○	○	○	○	●	○	●	●	○	●	○	○	○	○	●	○	○	●	○	○
0001207 กฎหมายในชีวิตประจำวัน	●	○	○	●	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●	○	○	●	○	○
0001208 ชีวิตออกแบบได้ด้วยวิทยาศาสตร์	●	○	○	●	●	○	●	○	●	○	○	●	●	●	○	○	●	○	○	●	●
0001209 ผู้ประกอบการยุคใหม่	○	●	○	○	○	●	○	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○	○	○	●	○
0001210 ชีวิตชาญฉลาดในยุคดิจิทัล	●	○	○	○	○	●	○	●	●	○	●	○	○	○	○	●	○	○	●	○	○
0001211 นวัตกรรมสำหรับคนรุ่นใหม่	○	●	●	○	●	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	●	●	○	○	○
0001212 ฮวงจุ้ยในชีวิตประจำวัน	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●
0001213 การพัฒนาบุคลิกภาพด้วยแฟชั่น	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	○	●	●	○	●	○	●
0001214 พลเมืองยุคดิจิทัล	●	○	●	●	○	○	●	●	○	●	●	○	●	●	●	○	○	●	●	●	○
0001215 การคิดต่างอย่างสร้างสรรค์	●	●	●	○	○	●	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	●	●	○	○	○

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

รายวิชา	1.คุณธรรม จริยธรรม				2. ความรู้				3. ทักษะทาง ปัญญา			4.ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล				5.ทักษะการวิเคราะห์ เชิง ตัวเลขการสื่อสาร และการ ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
วิชาแกน																				
4091106 แคลคูลัสเบื้องต้น	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063902 สถิติเพื่อการวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม	●	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	●	○	○	○
4021109 หลักเคมี 1	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4021110 ปฏิบัติการหลักเคมี 1	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4031109 ชีววิทยาเบื้องต้น	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4031110 ปฏิบัติการชีววิทยาเบื้องต้น	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4062110 นิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4011101 ฟิสิกส์เบื้องต้น	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4011102 ปฏิบัติการฟิสิกส์เบื้องต้น	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4021111 หลักเคมี 2	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4021112 ปฏิบัติการหลักเคมี 2	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○

รายวิชา	1.คุณธรรม จริยธรรม				2. ความรู้				3. ทักษะทาง ปัญญา			4.ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล				5.ทักษะการวิเคราะห์ เชิง ตัวเลขการสื่อสาร และการ ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
4062101 เคมีวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อม	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○
4062103 ชีวเคมี และพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม	○	●	○	○	●	○	○	○	○	○	●	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4062201 จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4022307 เคมีอินทรีย์ 1	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4022308 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
วิชาเฉพาะด้านบังคับ																				
4061104 พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	●	○
4062111 วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกายภาพ	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4062210 มลพิษทางดินและการจัดการ	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	●	○
4062627 เทคโนโลยีสะอาด	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063213 มลพิษทางอากาศและเสียง	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○
4063209 มลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063423 เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●	○	○	○	●	○	○	○	○

รายวิชา	1.คุณธรรม จริยธรรม				2. ความรู้				3. ทักษะทาง ปัญญา			4.ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล				5.ทักษะการวิเคราะห์ เชิง ตัวเลขการสื่อสาร และการ ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
4063425 เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063401 การสำรวจและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม	○	●	○	○	○	○	○	●	○	○	●	●	●	○	○	○	●	○	○	○
4063410 กฎหมายและนโยบายสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063629 แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	●	○
4064407 การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4064501 การจัดการสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4061105 จริยธรรมวิชาชีพทางสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063903 สัมมนาสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	●	○	○
4064904 โครงการวิจัยทางสิ่งแวดล้อม	●	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	●	○	○
วิชาเอกเลือก																				
4063109 สถานการณ์สิ่งแวดล้อมปัจจุบัน	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063214 เทคโนโลยีการกำจัดบำบัดขยะมูลฝอย	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	●	○
4063403 ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	●	○

รายวิชา	1.คุณธรรม จริยธรรม				2. ความรู้				3. ทักษะทาง ปัญญา			4.ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล				5.ทักษะการวิเคราะห์ เชิง ตัวเลขการสื่อสาร และการ ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
4063411 วิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม	○	●	○	○	○	○	●	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○	●	○
4063426 เทคโนโลยีการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063704 เครื่องมือทางสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4064502 การจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4064503 หลักการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาโรงเรียน สิ่งแวดล้อมศึกษาที่ยั่งยืน	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4064504 การจัดการพลังงานในสถานศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4064506 การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	●	○	○	○
4064507 สิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาการท่องเที่ยว	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4064508 การจัดการระบบสิ่งแวดล้อมสำหรับการเกษตร	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4064601 แผนผังและแบบพื้นฐานเพื่อการประเมินผลกระทบ สิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063108 นิเวศวิทยาแหล่งน้ำ	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063401 การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○

รายวิชา	1.คุณธรรม จริยธรรม				2. ความรู้				3. ทักษะทาง ปัญญา			4.ทักษะ ความสัมพันธ์ ระหว่างบุคคล				5.ทักษะการวิเคราะห์ เชิง ตัวเลขการสื่อสาร และการ ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
4063409 การอนุรักษ์ดินและน้ำ	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063418 การจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063424 การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063501 ระบบข้อมูลภูมิสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแผนที่เพื่อ สิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	●	○
4063506 การอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063508 นิเวศวิทยาการเกษตร	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063509 นิเวศจุลินทรีย์ทางสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4064502 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและการจัดการภัยพิบัติ	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063215 พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063408 พลังงาน สิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063431 การอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063510 เศรษฐศาสตร์พลังงานและสิ่งแวดล้อม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063511 การจัดการพลังงานในภาคเกษตรกรรม	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○
4063610 พื้นฐานวิทยาศาสตร์พลังงาน	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	●	●	○	○	●	○	○	○	○

หมวดที่ 5 หลักเกณฑ์ในการประเมินผลนักศึกษา

1. กฎระเบียบหรือหลักเกณฑ์ในการให้ระดับคะแนน (เกรด)

การวัดและประเมินผลการศึกษาเป็นไปตามข้อบังคับของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2561 (ภาคผนวก ก)

2. กระบวนการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษา

2.1 การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนักศึกษายังไม่สำเร็จการศึกษา

การทวนสอบในระดับรายวิชา มีการประเมินทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ และมีคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความเหมาะสมของข้อสอบให้เป็นไปตามแผนการสอน ส่วนการทวนสอบในหลักสูตรมีระบบการประกันคุณภาพภายในมหาวิทยาลัย เพื่อดำเนินการทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

2.2 การทวนสอบมาตรฐานผลการเรียนรู้หลังจากนักศึกษาสำเร็จการศึกษา

2.2.1 ภาวะการดำเนินงานของบัณฑิต ประเมินจากบัณฑิตแต่ละรุ่นที่สำเร็จการศึกษา ในด้านของระยะเวลาในการหางานทำ ความคิดเห็นต่อความรู้ ความสามารถ ความมั่นใจของบัณฑิตในการประกอบกิจการอาชีพ

2.2.2 การทวนสอบจากผู้ประกอบการ โดยการขอเข้าสัมภาษณ์หรือการส่งแบบสอบถาม เพื่อประเมินความพึงพอใจบัณฑิตที่จบการศึกษาและเข้าทำงานในสถานประกอบการนั้น ๆ

2.2.3 การประเมินจากบัณฑิตที่ไปประกอบอาชีพ ในส่วนของความพร้อมและความรู้จากสาขาที่เรียนตามหลักสูตร เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรให้ดีขึ้นรวมทั้งเปิดโอกาสให้เสนอข้อคิดเห็นในการปรับปรุงหลักสูตร

2.2.4 ผู้ใช้บัณฑิตมีส่วนร่วมในการทวนสอบผลการเรียนรู้

3. เกณฑ์การสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร

นักศึกษาจะสำเร็จการศึกษาต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้

1. ต้องเรียนครบตามรายวิชาและจำนวนหน่วยกิตที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

2. ต้องได้รับคะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 2.00 และเป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2561 (ภาคผนวก ก)

หมวดที่ 6 การพัฒนาอาจารย์

1. การเตรียมการสำหรับอาจารย์ใหม่

1.1 การปฐมนิเทศ

1.2 การฝึกอบรมคณาจารย์ใหม่ด้านการจัดการเรียนการสอน กลยุทธ์การสอนและการประเมินผล

1.3 การพัฒนาด้านการวิจัย การจัดเงินทุนสำหรับนักวิจัยรุ่นใหม่เพื่อผลิตผลงานวิจัย และการเข้าร่วมเป็นคณะผู้วิจัยร่วมกับนักวิจัยอาวุโส

1.4 จัดให้มีการเข้าพูดคุยกับสถานประกอบการที่ให้ความร่วมมือ เพื่อสร้างความเข้าใจและสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการจัดการเรียนการสอนระหว่างอาจารย์กับพี่เลี้ยงในสถานประกอบการ และสร้างความร่วมมือระหว่างอาจารย์ทั้งในสถานศึกษาและสถานประกอบการ

2. การพัฒนาความรู้และทักษะให้แก่อาจารย์

2.1 การพัฒนาทักษะการจัดการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล

2.1.1 ส่งเสริมให้อาจารย์ได้ศึกษาดูงานทางวิชาการ

2.1.2 ส่งเสริมให้อาจารย์ทำผลงานวิชาการและทำงานวิจัยสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยจัดสรรเงินทุนเพื่อผลิตผลงานและตีพิมพ์เผยแพร่

2.1.3 เพิ่มพูนทักษะเทคนิคการจัดการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผลที่ทันสมัย

2.1.4 พัฒนาวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ การใช้สื่อการสอน การใช้คอมพิวเตอร์ ในการจัดการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผล

2.2 การพัฒนาวิชาการและวิชาชีพด้านอื่น ๆ

2.2.1 พัฒนาอาจารย์ด้านวิชาการ วิชาชีพ และการเข้าสู่ตำแหน่งทางวิชาการ

2.2.2 ส่งเสริมการทำผลงานวิชาการและงานวิจัย

2.2.3 จัดให้อาจารย์เข้าร่วมกิจกรรมและโครงการบริการวิชาการต่าง ๆ ของคณะ มหาวิทยาลัย รวมทั้งสถานประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ

หมวดที่ 7 การประกันคุณภาพหลักสูตร

1. การกำกับมาตรฐาน

มีการกำกับมาตรฐานหลักสูตรตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ และระบบกลไกเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษาดังนี้

1.1 อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร ดำเนินการบริหารหลักสูตรให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยดำเนินการตามกระบวนการการประกันคุณภาพดังนี้

1.1.1 วางแผนและควบคุมการดำเนินงานของหลักสูตรให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

1.1.2 มอบหมายผู้รับผิดชอบรายวิชา จัดทำรายละเอียดรายวิชา การจัดการเรียนการสอน การประเมินผล การจัดทำรายงานผลการดำเนินงานของรายวิชา

1.1.3 ดำเนินการประเมินผลการดำเนินงานของหลักสูตร

1.1.4 จัดให้มีการประชุมอย่างน้อยปีละ 4 ครั้ง เพื่อทบทวนประเมินผลการดำเนินงานของหลักสูตร และปรับปรุงแก้ไขตามความเหมาะสม

1.2 คณะกรรมการประจำคณะ ทำหน้าที่ควบคุมการดำเนินงานของหลักสูตรให้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานการศึกษาที่กำหนด

2. บัณฑิต

มีการทบทวนผลสัมฤทธิ์ผลการเรียนรู้ต้องผ่านเกณฑ์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ ประเมินจากความต้องการของตลาดแรงงาน สังคม และความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต ดำเนินการสำรวจความต้องการแรงงานและความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิต เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการประกอบการปรับปรุงหลักสูตรและวางแผนการรับนักศึกษา ดังนี้

2.1 สำรวจความต้องการของตลาดแรงงานและความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตก่อนการปรับปรุงหลักสูตร

2.2 สำรวจประมาณการความต้องการแรงงานประจำปี จากภาวะการได้งานทำบัณฑิต และจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความต้องการแรงงาน

2.3 ให้มีแผนการจัดการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตเมื่อครบรอบของหลักสูตร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงหลักสูตรครั้งต่อไป

3. นักศึกษา

3.1 กระบวนการรับนักศึกษา

มีคณะกรรมการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในหลักสูตรตามข้อกำหนดของหลักสูตรและเป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ในการรับสมัครนักศึกษาเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของแต่ละสาขา/วิชาเอก

3.2 ความพร้อมก่อนเข้าศึกษา ระหว่างและจบการศึกษา การให้คำปรึกษา และแนะแนวแก่นักศึกษา

3.2.1 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์มีการจัดปฐมนิเทศนักศึกษาแรกเข้าทั้งหมดเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษา

3.3.2 คณะมีการปฐมนิเทศนักศึกษาเข้าใหม่ที่สังกัดคณะ ซึ่งคณะมีการแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการให้นักศึกษาทุกคน โดยนักศึกษาที่มีปัญหาในการเรียนสามารถปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการได้ โดยอาจารย์ของคณะทุกคนจะต้องทำหน้าที่อาจารย์ที่ปรึกษาทางวิชาการให้นักศึกษา และทุกคนต้องกำหนดชั่วโมงว่าง (Office Hours) เพื่อให้นักศึกษาเข้าปรึกษาได้ นอกจากนี้ต้องมีที่ปรึกษากิจการณเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำกิจกรรมแก่นักศึกษา

3.3.3 มหาวิทยาลัย/คณะได้กำหนดให้มีการปัจฉิมนิเทศนักศึกษาก่อนสำเร็จการศึกษา

3.3 ความพึงพอใจและผลการจัดการข้อเรียกร้องของนักศึกษา

3.3.1 มีการสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาในด้านแหล่งข้อมูลทางวิชาการ ตำรา ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์การเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอน การประเมินผล สิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน

3.3.2 นักศึกษาสามารถอุทธรณ์ในเรื่องต่าง ๆ โดยเฉพาะเกี่ยวกับเรื่องวิชาการ ทั้งนี้ภายใต้กระบวนการในการพิจารณาคำอุทธรณ์ของคณะกรรมการคณะหรือมหาวิทยาลัย

4. อาจารย์

4.1 ระบบการรับอาจารย์ใหม่

4.1.1 มีการคัดเลือกอาจารย์ใหม่ตามระเบียบและหลักเกณฑ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ โดยกำหนดคุณวุฒิและคุณสมบัติของอาจารย์ที่รับใหม่ต้องครบถ้วนตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตร โดยมีคณะกรรมการรับผิดชอบในการสอบคัดเลือกอาจารย์ใหม่ในแต่ละอัตรา และกำหนดคุณสมบัติของอาจารย์ที่จะรับในอัตรานั้น ๆ

4.1.2 การสอบคัดเลือกโดยการพิจารณาจากประวัติและผลงานทางวิชาการของผู้สมัคร การสอบข้อเขียน การสอบสัมภาษณ์ และการสอบสอน หรือเป็นไปตามประกาศของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

4.1.3 มีการจัดอบรมอาจารย์ใหม่ การจัดระบบอาจารย์พี่เลี้ยงเพื่อให้คำแนะนำปรึกษากับอาจารย์ใหม่ ในด้านการจัดการเรียนการสอนและด้านวิชาการ

4.1.4 มีคู่มือการให้คำปรึกษากับอาจารย์ใหม่เพื่อเป็นแนวทางการทำงานกับนักศึกษา และให้อาจารย์ใหม่จัดทำตารางเวลาการให้นักศึกษาเข้าพบ เพื่อขอคำปรึกษาด้านวิชาการ

4.1.5 มหาวิทยาลัยจะมีคณะกรรมการประเมินผลการปฏิบัติงานของอาจารย์ใหม่เป็นระยะๆ เพื่อต่อสัญญาจ้าง

4.2 การแต่งตั้งอาจารย์พิเศษ

กำหนดให้มีอาจารย์พิเศษมาร่วมสอนและถ่ายทอดประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติมาให้แก่นักศึกษาในบางรายวิชาที่ต้องการความเชี่ยวชาญหรือมีความสำคัญกับการนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริง โดยเชิญมาบรรยายบางชั่วโมง โดยผ่านกระบวนการเลือกสรรจากผู้รับผิดชอบหลักสูตรผ่านกระบวนการกลั่นกรองจากคณะและมหาวิทยาลัยตามลำดับ

5. หลักสูตร การเรียนการสอน การประเมินผู้เรียน

5.1 การบริหารหลักสูตร

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและอาจารย์ประจำหลักสูตรต้องมีส่วนร่วมในการวางแผน การติดตาม และทบทวนหลักสูตร มีการประชุมร่วมกันในการออกแบบหลักสูตร กำกับกับการจัดทำรายวิชา จัดผู้สอนให้เหมาะสมกับรายวิชา วางแผนในกระบวนการจัดการเรียนการสอน การจัดกิจกรรม และการประเมินผล และให้ความเห็นชอบการประเมินผู้เรียนในทุกรายวิชาของหลักสูตร เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเตรียมไว้สำหรับการปรับปรุง/พัฒนาหลักสูตร ตลอดจนปรึกษาหารือแนวทางที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายตามหลักสูตร และได้บัณฑิตตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์

5.2 การเรียนการสอนและการประเมินผู้เรียน

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร กำกับกับการเรียนการสอนและการประเมินผลให้ดำเนินไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติและมาตรฐานการเรียนการสอนตามมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์วางแผนไว้

5.3 การอุทธรณ์ของนักศึกษา

กรณีที่นักศึกษามีความสงสัยเกี่ยวกับผลการประเมินในรายวิชาใด สามารถที่จะยื่นคำร้องขออุทธรณ์คำตอบในการสอบของตนเอง ในแต่ละรายวิชาได้ ทั้งนี้ให้เป็นไปตามขั้นตอนของมหาวิทยาลัย

6. สิ่งสนับสนุนการเรียนรู้

6.1 การบริหารงบประมาณ

มีการประมาณการรายจ่ายของนักศึกษาหนึ่งคนต่อปี และมีการคำนวณรายรับจากงบประมาณแผ่นดินและรายได้จากค่าลงทะเบียนเรียนของนักศึกษา ให้เพียงพอต่อการดำเนินงานของหลักสูตร

6.2 ทรัพยากรการเรียนการสอนที่มีอยู่เดิม

คณะมีความพร้อมด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนการสอน อาคารสถานที่ ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ สื่อการสอน เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ห้องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้นักศึกษาได้สืบค้นข้อมูลทางระบบอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มีบริการหนังสือด้านการบริหารจัดการและด้านอื่นๆ รวมถึงฐานข้อมูลเพื่อการสืบค้น

6.3 การจัดหาทรัพยากรการเรียนการสอนเพิ่มเติม

ประสานงานกับสำนักวิทยบริการในการจัดซื้อหนังสือและตำราที่เกี่ยวข้อง เพื่อบริการให้อาจารย์และนักศึกษาได้ค้นคว้าและใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยอาจารย์ผู้สอนแต่ละรายวิชาจะมีส่วนร่วมในการเสนอแนะรายชื่อนี้หนังสือ ตลอดจนสื่อต่าง ๆ ที่จำเป็น เพื่อให้สำนักวิทยบริการจัดซื้อ รวมทั้งมีการเสนอเพื่อจัดซื้อครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมในแต่ละปีงบประมาณ

6.4 การประเมินความเพียงพอของทรัพยากร

ผู้ประสานงานหลักสูตรทำการประเมินจากความต้องการของอาจารย์ และนักศึกษาในกระบวนการเรียนการสอน และแผนพัฒนาหลักสูตรภายในระยะเวลา 5 ปี ข้างหน้าเพื่อทำการจัดซื้อทรัพยากรที่มีความเหมาะสมและทันสมัยต่อการใช้งาน

เป้าหมาย	การดำเนินการ	การประเมินผล
1. มีห้องเรียน สื่อ อุปกรณ์ที่พร้อมต่อการใช้งาน 2. มีแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนที่เพียงพอต่อการพัฒนาศักยภาพนักศึกษา	1. จัดให้มีห้องเรียนที่มีความพร้อมใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ในการเรียนการสอน 2. จัดเตรียมห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ นักศึกษาสามารถฝึกปฏิบัติงานวิชาชีพ 3. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ตลอดจนสถานที่ใช้ในการฝึกภาคปฏิบัติ 4. สร้างเครือข่ายแหล่งเรียนรู้นอกมหาวิทยาลัย	1. สังเกตความพร้อมของห้องเรียนและอุปกรณ์ 2. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ 3. จำนวนเครือข่ายและแหล่งเรียนรู้ ภายนอก

6.5 บุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน

พัฒนาบุคลากรโดยการเพิ่มพูนความรู้ความสามารถ และสร้างเสริมประสบการณ์ในสาขาอาชีพ โดยการสนับสนุนให้มีการพัฒนาตนเองโดยการศึกษาเพิ่มเติม เข้ารับการอบรมสัมมนาและการศึกษาดูงานด้านการจัดการเรียนการสอน

7. ตัวบ่งชี้ผลการดำเนินงาน (Key Performance Indicators)

ตัวบ่งชี้และเป้าหมาย	ปีการศึกษา				
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
1. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรอย่างน้อยร้อยละ 80 มีส่วนร่วมในการประชุมเพื่อวางแผน ติดตามและทบทวนการดำเนินงานของหลักสูตร	✓	✓	✓	✓	✓
2. มีรายละเอียดของหลักสูตร ตามแบบ มคอ. 2 ที่สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2559	✓	✓	✓	✓	✓
3. มีรายละเอียดของรายวิชาและรายละเอียดของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ตามแบบ มคอ. 3 และ มคอ. อย่างน้อยก่อนการเปิดสอนครบทุกรายวิชา	✓	✓	✓	✓	✓
4. จัดทำรายงานผลการดำเนินการของรายวิชาและรายงานผลการดำเนินการของประสบการณ์ภาคสนาม (ถ้ามี) ตามแบบ มคอ. 5 และ มคอ. 6 ภายใน 30 วัน หลังสิ้นสุดภาคการศึกษาที่เปิดสอนให้ครบทุกรายวิชา	✓	✓	✓	✓	✓
5. จัดทำรายงานผลการดำเนินงานของหลักสูตร ตามแบบ มคอ. 7 ภายใน 60 วัน หลังสิ้นสุดปีการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓
6. มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดใน มคอ. 3 และ มคอ.4 (ถ้ามี) อย่างน้อยร้อยละ 25 ของรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละปีการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓
7. มีการพัฒนา/ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน กลยุทธ์การสอน หรือการประเมินผลการเรียนรู้ จากผลการประเมินการดำเนินงาน ที่รายงานใน มคอ.7 เมื่อปีที่แล้ว		✓	✓	✓	✓
8. อาจารย์ใหม่ (ถ้ามี) ทุกคนได้รับการปฐมนิเทศหรือคำแนะนำด้านการจัดการเรียนการสอน	✓	✓	✓	✓	✓
9. อาจารย์ประจำหลักสูตรทุกคนได้รับการพัฒนาทางวิชาการและ/หรือวิชาชีพ อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง	✓	✓	✓	✓	✓
10. จำนวนบุคลากรสนับสนุนการเรียนการสอน (ถ้ามี) ได้รับการพัฒนาทางวิชาการและ/หรือวิชาชีพ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ต่อปี	✓	✓	✓	✓	✓
11. ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาปีสุดท้าย/บัณฑิตใหม่ ที่มีต่อคุณภาพหลักสูตรเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5				✓	✓
12. ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตที่มีต่อบัณฑิตใหม่ เฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 จากคะแนนเต็ม 5					✓
13. ในรายวิชาโครงการวิจัยทางสิ่งแวดล้อมมีจำนวนนักศึกษาทำวิจัยทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับชุมชนหรือท้องถิ่น ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50				✓	✓
รวมตัวบ่งชี้บังคับที่ต้องดำเนินการ (ข้อ 1-5) ในแต่ละปี	5	5	5	5	5
รวมตัวบ่งชี้ในแต่ละปี	9	10	10	12	13

หมวดที่ 8 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของหลักสูตร

1. การประเมินประสิทธิผลของการสอน

1.1 การประเมินกลยุทธ์การสอน

1.1.1 อาจารย์ในหลักสูตรและอาจารย์ผู้สอนประชุมร่วมกัน เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แนะนำวิธีการ จากประสบการณ์ในการใช้กลยุทธ์การสอนที่แตกต่างกัน

1.1.2 สอบถามจากนักศึกษาถึงประสิทธิผลของการเรียนรู้ จากการใช้แบบสอบถาม และการสนทนากับกลุ่มนักศึกษาระหว่างภาคการศึกษาโดยอาจารย์ผู้สอน ตลอดจนดูผลการประเมินอาจารย์ผู้สอนในแต่ละรายวิชาของนักศึกษาผ่านระบบการประเมินออนไลน์ของมหาวิทยาลัย

1.1.3 ประเมินจากการเรียนรู้ของนักศึกษา จากพฤติกรรม การแสดงออก การทำกิจกรรม และผล การสอบเพื่อนำผลการประเมินที่ได้มาปรับปรุงแผนกลยุทธ์การสอน

1.2 การประเมินทักษะของอาจารย์ในการใช้แผนกลยุทธ์การสอน

1.2.1 การประเมินการสอนโดยนักศึกษาทุกรายวิชา ทุกภาคการศึกษา โดยกองบริการการศึกษา

1.2.2 การประเมินการสอนของอาจารย์จากการสังเกตการณ์สอนในชั้นเรียนถึงวิธีการสอน กิจกรรม งานที่ได้รับมอบหมาย การประเมินผลการเรียน โดยอาจารย์ประจำหลักสูตร

2. การประเมินหลักสูตรในภาพรวม

2.1 การประเมินในระดับรายวิชา โดยการทวนสอบผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ของแต่ละรายวิชา ที่กำหนดไว้ในรายละเอียดของหลักสูตร เช่น การสอบข้อเขียน การสอบสัมภาษณ์ การสอบปฏิบัติ การสังเกต พฤติกรรม การให้คะแนนโดยผู้ร่วมงาน รายงานกิจกรรม แฟ้มผลงาน การประเมินตนเองของผู้เรียน เป็นต้น

2.2 การประเมินภาพรวมของหลักสูตร โดยคณาจารย์และผู้บริหารหลักสูตร เช่น การประเมินข้อสอบ การสอบ ด้วยข้อสอบกลาง การเทียบเคียงข้อสอบกับสถาบันการศึกษาอื่น การประเมินของผู้จ้างงาน เป็นต้น

2.3 การประเมินคุณภาพของหลักสูตร โดยผู้เกี่ยวข้องหรือผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียต่อคุณภาพของบัณฑิต เช่น การ สอบถามนักศึกษาปีที่ 4 ที่จะสำเร็จการศึกษา การประชุมทบทวนหลักสูตรโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้ใช้บัณฑิต เป็นต้น

3. การประเมินผลการดำเนินงานตามรายละเอียดหลักสูตร

การประเมินคุณภาพการศึกษาประจำปี ตามดัชนีบ่งชี้ผลการดำเนินงานที่ระบุในหมวดที่ 7 ข้อ 7 โดย คณะกรรมการประเมินที่ได้รับการแต่งตั้งจากมหาวิทยาลัย

4. การทบทวนผลการประเมินและการวางแผนปรับปรุง

มีการรวบรวมข้อมูลจากผลการดำเนินงานของรายวิชาที่นำเสนอต่อผู้รับผิดชอบหลักสูตร จะทำให้ทราบปัญหาของการบริหารหลักสูตร กรณีที่พบปัญหาจะดำเนินการปรับปรุงรายวิชานั้นๆ ทั้งนี้ ส่วนข้อมูลจากผลการดำเนินงานของหลักสูตรจะมีการทบทวนเพื่อปรับปรุงทุก 5 ปี ทั้งนี้ เพื่อให้หลักสูตรทันสมัยและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บัณฑิต

โครงสร้างหลักสูตร ตาม มคอ.1

โครงสร้างหลักสูตรของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

โครงสร้างหลักสูตรสอดคล้องกับประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี ฉบับที่มีผลบังคับใช้ในปัจจุบัน โดยมีองค์ประกอบและหน่วยกิตรวม ไม่น้อยกว่า ๑๒๔ หน่วยกิต แบ่งเป็น

๑. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	ไม่น้อยกว่า ๓๐ หน่วยกิต
กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์	
กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์	
กลุ่มวิชาภาษาศาสตร์	(ไม่น้อยกว่า ๑๒ หน่วยกิต)
กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	
๒. หมวดวิชาเฉพาะด้าน	ไม่น้อยกว่า ๔๔ หน่วยกิต
๒.๑ วิทยาศาสตร์พื้นฐาน	ไม่น้อยกว่า ๓๙ หน่วยกิต
๒.๑.๑ กลุ่มวิชาแกน* (วิชาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์)	
	ไม่น้อยกว่า ๒๔ หน่วยกิต
- วิชาคณิตศาสตร์	ไม่น้อยกว่า ๖ หน่วยกิต
- วิชาเคมีรวมปฏิบัติการ	ไม่น้อยกว่า ๗ หน่วยกิต
- วิชาชีววิทยารวมปฏิบัติการ	ไม่น้อยกว่า ๗ หน่วยกิต
- วิชาฟิสิกส์รวมปฏิบัติการ	ไม่น้อยกว่า ๔ หน่วยกิต
๒.๑.๒ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน	ไม่น้อยกว่า ๑๕ หน่วยกิต
ประกอบด้วย - วิชาเคมีวิเคราะห์ รวมปฏิบัติการ	
- วิชาเคมีอินทรีย์ รวมปฏิบัติการ	
- วิชาชีวเคมี รวมปฏิบัติการ	
- วิชาสถิติ	
๒.๒ วิชาเฉพาะด้านบังคับ	ไม่น้อยกว่า ๓๗ หน่วยกิต
กลุ่มวิชาพื้นฐานทางสิ่งแวดล้อม	ไม่น้อยกว่า ๖ หน่วยกิต
กลุ่มวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม	ไม่น้อยกว่า ๑๕ หน่วยกิต
- วิชาด้านมลพิษสิ่งแวดล้อมและการควบคุม	(ไม่น้อยกว่า ๙ หน่วยกิต)
- วิชาด้านเทคโนโลยี	(ไม่น้อยกว่า ๖ หน่วยกิต)
กลุ่มวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม	ไม่น้อยกว่า ๑๒ หน่วยกิต
กลุ่มวิชาการวิจัยและจริยธรรม	ไม่น้อยกว่า ๔ หน่วยกิต
๒.๓ วิชาเลือกเฉพาะด้าน	ไม่น้อยกว่า ๑๒ หน่วยกิต
๓. หมวดวิชาเลือกเสรี	ไม่น้อยกว่า ๖ หน่วยกิต
๔. หมวดวิชาประสบการณ์ภาคสนาม	
การฝึกงานไม่น้อยกว่า ๑๕๐ ชั่วโมง หรือ สหกิจศึกษาไม่น้อยกว่า ๖ หน่วยกิต	

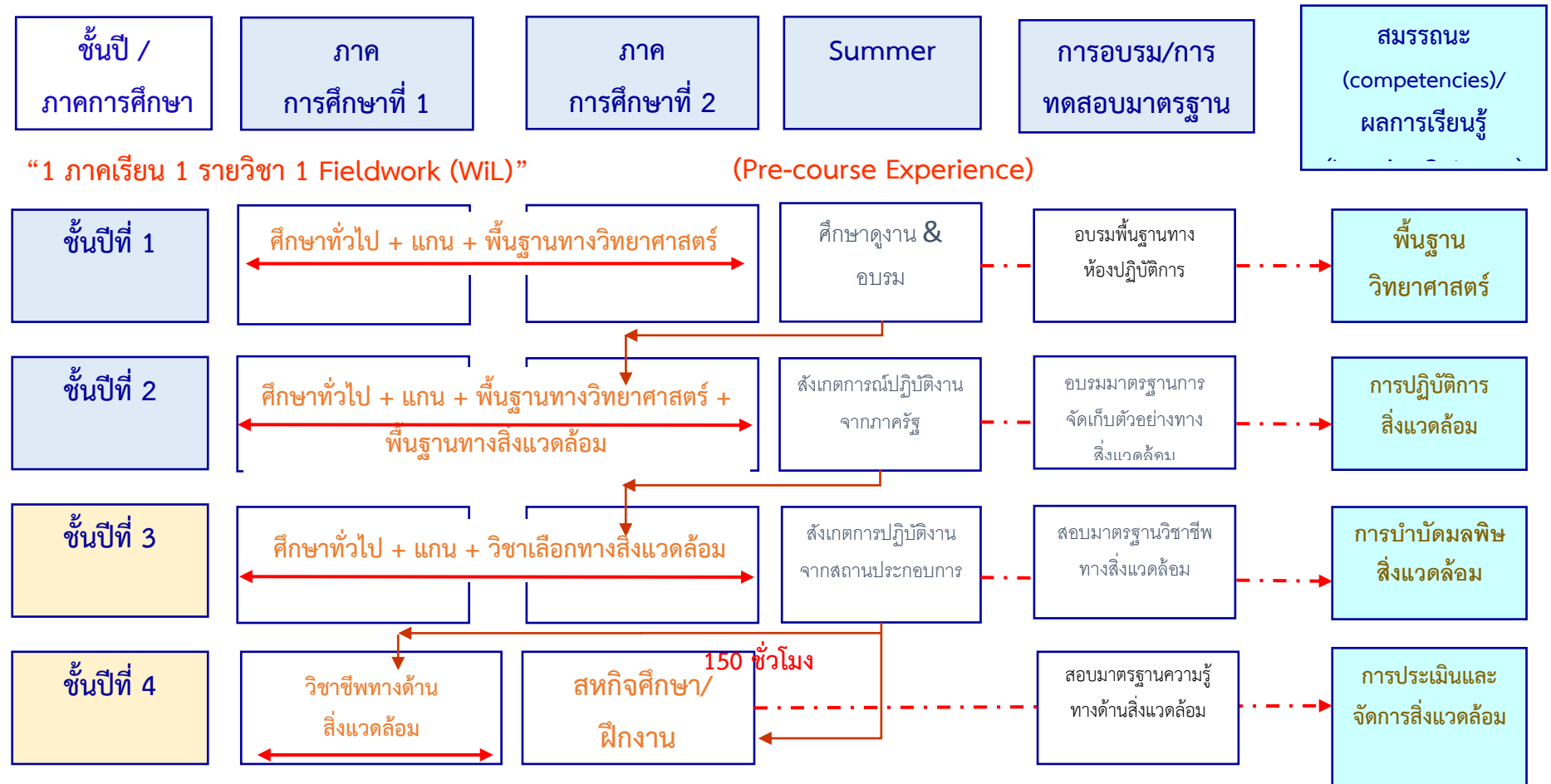
ตารางเปรียบเทียบโครงสร้างหลักสูตร มคอ.1 กับ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2565

มคอ.1	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2565
1. หมวดศึกษาทั่วไป 30 หน่วยกิต	1. หมวดศึกษาทั่วไป 30 หน่วยกิต
2. กลุ่มวิชาเฉพาะด้าน	2. กลุ่มวิชาเฉพาะด้าน
(1) วิชาแกน ไม่น้อยกว่า 39 หน่วยกิต	(1) วิชาแกน 38 หน่วยกิต
(1.1) พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์	(1.1) พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
ไม่น้อยกว่า 24 หน่วยกิต	25 หน่วยกิต
- วิชาคณิตศาสตร์ 6 หน่วยกิต	- วิชาคณิตศาสตร์ 6 หน่วยกิต
- วิชาเคมีรวมปฏิบัติการ 7 หน่วยกิต	- วิชาเคมีรวมปฏิบัติการ 8 หน่วยกิต
- วิชาชีววิทยารวมปฏิบัติการ 7 หน่วยกิต	- วิชาชีววิทยารวมปฏิบัติการ 7 หน่วยกิต
- วิชาฟิสิกส์รวมปฏิบัติการ 4 หน่วยกิต	- วิชาฟิสิกส์รวมปฏิบัติการ 4 หน่วยกิต
(1.2) วิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน ไม่น้อยกว่า 15 หน่วยกิต	(1.2) วิทยาศาสตร์เฉพาะด้าน 13 หน่วยกิต
- วิชาเคมีวิเคราะห์ รวมปฏิบัติการ	- วิชาเคมีวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อม รวมปฏิบัติการ 3 หน่วยกิต
- วิชาเคมีอินทรีย์ รวมปฏิบัติการ	- วิชาเคมีอินทรีย์ รวมปฏิบัติการ 4 หน่วยกิต
- วิชาชีวเคมี รวมปฏิบัติการ	- ชีวเคมีและพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม 3 หน่วยกิต
- พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม	
- วิชาสถิติ	- สถิติเพื่อการวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม 3 หน่วยกิต (อยู่ในรายวิชาคณิตศาสตร์)
(2) วิชาเฉพาะด้านบังคับ ไม่น้อยกว่า 37 หน่วยกิต	(2) วิชาเฉพาะด้านบังคับ 44 หน่วยกิต
(1) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางสิ่งแวดล้อม 6 หน่วยกิต	(1) กลุ่มวิชาพื้นฐานทางสิ่งแวดล้อม 6 หน่วยกิต
	- วิชา พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
	- วิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกายภาพ
(2) กลุ่มเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม 15 หน่วยกิต	(2) กลุ่มเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม 18 หน่วยกิต
(2.1) วิชาด้านมลพิษสิ่งแวดล้อมและการควบคุม 9 หน่วยกิต	(2.1) วิชาด้านมลพิษสิ่งแวดล้อมและการควบคุม 9 หน่วยกิต
	วิชา มลพิษทางดินและการจัดการ
	วิชา มลพิษทางอากาศและเสียง
	วิชา มลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์

ตารางเปรียบเทียบโครงสร้างหลักสูตร มคอ.1 กับ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2565 (ต่อ)

มคอ.1	หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2565
(2.2) วิชาด้านเทคโนโลยี 6 หน่วยกิต	(2.2) วิชาด้านเทคโนโลยี 9 หน่วยกิต
	วิชา เทคโนโลยีสะอาด
	วิชา เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย
	วิชา เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ
(3) กลุ่มวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม 12 หน่วยกิต	(3) กลุ่มวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม 15 หน่วยกิต
	วิชา การสำรวจและการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม
	วิชา กฎหมายและนโยบายสิ่งแวดล้อม
	วิชา การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
	วิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม
	วิชา แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
(4) กลุ่มวิชาการวิจัยและจริยธรรม 4 หน่วยกิต	(4) กลุ่มวิชาการวิจัยและจริยธรรม 5 หน่วยกิต
	วิชา จริยธรรมวิชาชีพสิ่งแวดล้อม
	วิชา สัมมนาสิ่งแวดล้อม
	วิชา โครงการงานวิจัยสิ่งแวดล้อม
2.3 วิชาเฉพาะด้านเลือก ไม่น้อยกว่า 12 หน่วยกิต	2.3 วิชาเฉพาะด้านเลือก ไม่น้อยกว่า 15 หน่วยกิต

โมเดลรูปแบบการจัดการเรียนการสอน (CWIE Study Plan)



สมรรถนะ (Competencies) / ผลการเรียนรู้ (Learning Outcome)

ชั้นปี
ที่
1

พื้นฐานวิทยาศาสตร์

ความรู้ - นักศึกษามีความรู้ทางด้าน
พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

ทักษะ - สามารถปฏิบัติงานและมีทักษะ
ทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

คุณลักษณะ - มีระเบียบ วินัย และความ
รับผิดชอบในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มี
ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นปี
ที่
2

พื้นฐานปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

ความรู้ - นักศึกษามีความรู้ทางด้าน
ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และพื้นฐาน
ทางด้านปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

ทักษะ - สามารถปฏิบัติงานวิเคราะห์
พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และมีความรู้
ความเข้าใจในพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อม

คุณลักษณะ - มีความละเอียดรอบคอบใน
การทำงาน และสามารถทำงานเป็นทีมได้
และสามารถปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์
พื้นฐานได้

ชั้นปี
ที่
3

การบำบัดมลพิษสิ่งแวดล้อม

ความรู้ - นักศึกษามีความรู้ทางด้าน
ทางการแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม
และสามารถควบคุมมลพิษที่เกิดขึ้นได้

ทักษะ - สามารถปฏิบัติงานทางด้าน
สิ่งแวดล้อม เก็บตัวอย่าง และประเมิน
การเกิดปัญหาและมลพิษทางสิ่งแวดล้อม
ได้

คุณลักษณะ - มีทักษะการคิดวิเคราะห์
ประเมิน การเก็บตัวอย่าง และการแก้ไข
ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

ชั้นปี
ที่
4

การประเมินและจัดการ สิ่งแวดล้อม

ความรู้ - นักศึกษามีความรู้ในการวางแผน
การประเมินและจัดการสิ่งแวดล้อม

ทักษะ - สามารถปฏิบัติงานด้านการ
ประเมินและการจัดการปัญหาทางด้าน
สิ่งแวดล้อมได้

คุณลักษณะ - เป็นผู้มีความสามารถในการ
กระบวนการทำวิจัย การพัฒนา
เทคโนโลยีทางด้านสิ่งแวดล้อม การตรวจ
วิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม และมีความ
สามารถในการประเมินและจัดการ
สิ่งแวดล้อม

ประวัติและผลงานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร (คนที่ 1)

1. ชื่อ นางสาว สุภาพร นามสกุล พงศ์ธรพฤกษ์

2. ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

3. ประวัติการศึกษา

ระดับ	คุณวุฒิ/สาขาวิชา - วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาเอก	(วท.ด.) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2552
ปริญญาโท	(วท.ม.) วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2545
ปริญญาตรี	(วท.บ.) สาธารณสุขศาสตร์	มหาวิทยาลัยมหิดล	2539

4. รายวิชาที่รับผิดชอบ

4062101	เคมีวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)
4062102	ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ทางสิ่งแวดล้อม	1(0-2-1)
4061104	พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	3(2-2-6)
4063209	มลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์	3(2-2-5)
4063213	มลพิษทางอากาศและเสียง	3(2-2-5)

5. ผลงานทางวิชาการ/งานวิจัย (ที่ตรงกับสาขาวิชาของหลักสูตร)

สุภาพร พงศ์ธรพฤกษ์. (2562). การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อการหมักปุ๋ยชีวมูลเหลือทิ้ง
ในสวนวนเกษตร. วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม
2562, หน้า 78-87

เกณฑ์มาตรฐานผลงานทางวิชาการ (แสดงเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงตามผลงานที่แนบมา)

✓	เกณฑ์มาตรฐานตามระบบ CHECO
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับความร่วมมือระหว่างประเทศ
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับชาติ
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ระดับนานาชาติ
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับภูมิภาคอาเซียน
✓	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับสถาบัน
	งานสร้างสรรค์มีการเผยแพร่สู่สาธารณะในลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ Online
	ตำราหรือหนังสือที่ได้รับการประเมินผ่านเกณฑ์การขอรับตำแหน่งทางวิชาการแล้ว
	ตำราหรือหนังสือที่ผ่านการพิจารณาตามหลักเกณฑ์การประเมินตำแหน่งทางวิชาการแต่ไม่ได้นำมาขอรับการประเมินตำแหน่งทางวิชาการ
	บทความวิจัย หรือ บทความทางวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่ปรากฏในฐานข้อมูลกลุ่มที่ 2
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ
✓	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ หรือในวารสารวิชาการระดับชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ หรือในวารสารวิชาการระดับชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556
✓	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556 แต่สถาบันนำเสนอสถาบันอนุมัติและจัดทำเป็นประกาศให้ทราบเป็นการทั่วไป และแจ้งให้ กพอ./กกอ. ทราบภายใน 30 วันนับแต่วันที่ออกประกาศ(ซึ่งไม่อยู่ใน Beall's list) หรือตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่ปรากฏในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 1
	ประสบการณ์จากสถานประกอบการ
	ผลงานค้นพบพันธุ์พืช ที่ค้นพบใหม่และได้รับการจดทะเบียน
	ผลงานที่ได้รับการจดสิทธิบัตร
	ผลงานวิจัยที่ได้รับการจดอนุสิทธิบัตร
	ผลงานวิจัยที่หน่วยงานหรือองค์กรระดับชาติว่าจ้างให้ดำเนินการ
	ผลงานวิชาการรับใช้สังคมที่ได้รับเกณฑ์การประเมินการขอรับตำแหน่งทางวิชาการแล้ว

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลดังกล่าวข้างต้นถูกต้อง ครบถ้วน

(ลงชื่อ).....

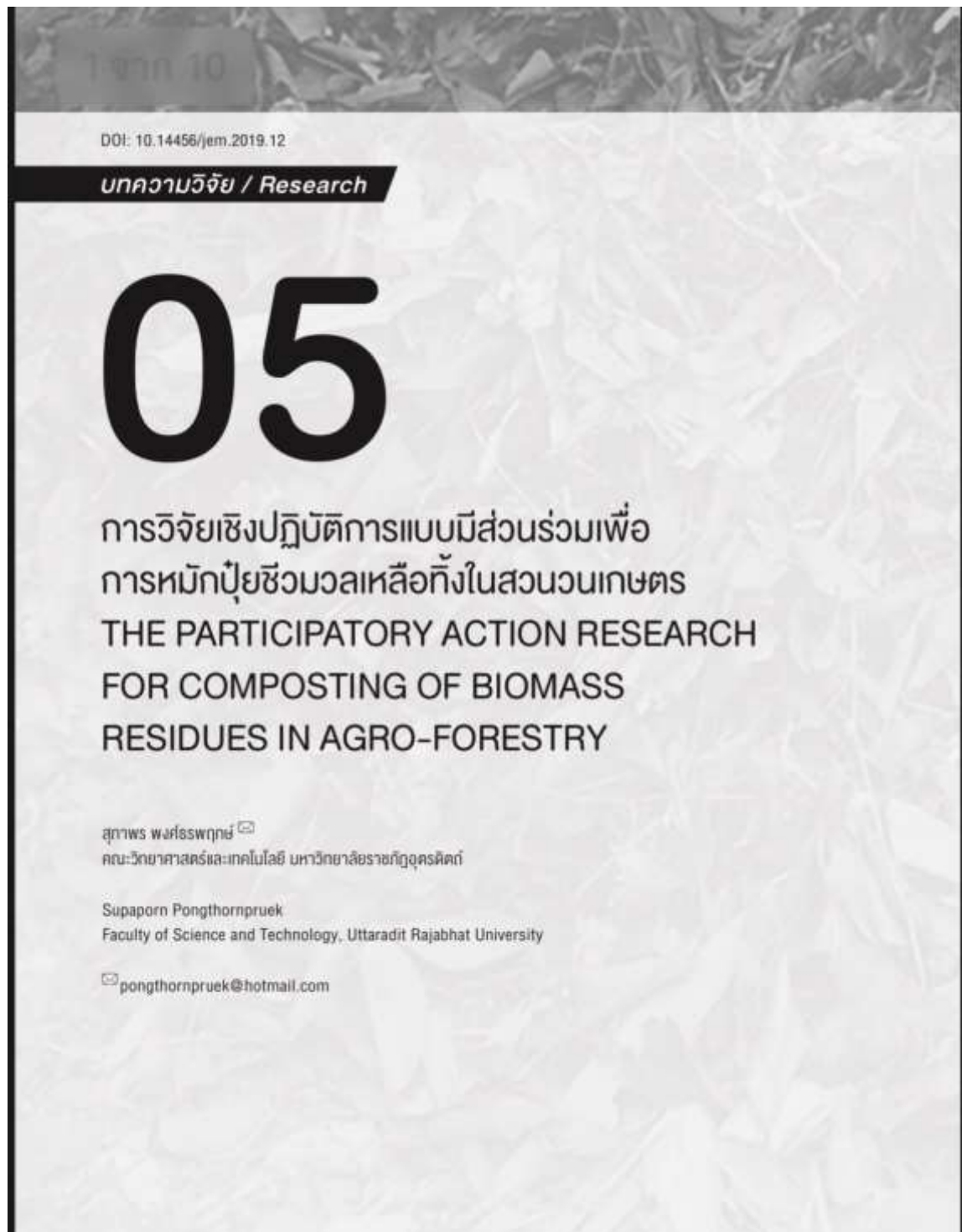
(นางสาว สุภาพร พงศ์ธรรพฤกษ์)

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ตรวจสอบแล้วถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ฯ

(ลงชื่อ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมคิด หุ่นใจ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยแบบผสมผสานทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยหมักและหารูปแบบการหมักที่เหมาะสมกับพื้นที่ โดยดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการในภาคสนามแบบมีส่วนร่วมกับกลุ่มเกษตรกรในเขตพื้นที่บ้านผามอบ อำเภอสิบลำเจียง จังหวัดอุตรดิตถ์ เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยแบบผสมผสานประกอบด้วยการสำรวจ ทดลอง การสอบถาม สัมภาษณ์และการอภิปรายกลุ่ม เพื่อศึกษาถึงสถานการณ์ทั่วไป บริบทชุมชน ประเมินความเหมาะสมของเทคโนโลยีและการนำไปใช้ประโยชน์ โดยทดลองหมักปุ๋ยในพื้นที่จากส่วนผสมของวัสดุ 4 สูตรในระยะเวลา 45 วันและ 60 วัน ผลการศึกษาพบว่า ปุ๋ยหมักที่มีเศษพืชและใบไม้ : มูลสัตว์ : น้ำหมักชีวภาพในอัตราส่วน 1:1:1 สามารถให้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีที่สุดในแง่ของค่าความชื้น ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน(C/N ratio) ร้อยละ 1.313 ร้อยละ 1.787 ร้อยละ 0.827 ร้อยละ 26.000 7.965 ร้อยละ 14.167 และ 6.258 ตามลำดับ รูปแบบการหมักที่เหมาะสมพบว่า แบบเทกองพื้น เนื่องจากประหยัดค่าแรงงาน

Abstract

This research is a mixed research; qualitative and quantitative research. The study aimed to study characteristics of compost and find suitable compost formula for study area. The study was done by action research in cooperated with local farmers in Ban Pa Moob, Laplae District, Uttaradit Province. Data collection included surveying, questionnaires, interviewing and focus group in order to discover general situation, community context, and local technology and utilization. The experiment compost were divided into 4 formulas and were collected to examine at 45th and 60th of composting process. Compost with weeds and leaves : manure : bio-fermented liquid at a ratio of 1 : 1 : 1 provided the best quality compost features. The main features; nitrogen, phosphorus, potassium, moisture, pH, organic matter and the ratio of carbon to nitrogen (C/N ratio), were 1.313 percent, 1.787 percent, 0.827 percent, 26.000 percent, 7.965, 14.167 percent and 6.258, respectively. The suitable compost production method was dumping on the floor as it was labor saving.

Keywords : Agroforestry; compost, grass weed and leaves

คำสำคัญ : วนเกษตร; ปุ๋ยหมัก; เศษพืชและใบไม้

บทนำ

พื้นที่ตำบลผามูน อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ มีการเพาะปลูกแบบวนเกษตร โดยปลูกทุเรียน กล้วยและลองกอง ซึ่งมีหนุ่ยที่เกิดจากการตัดแต่งสวนและเศษใบไม้ร่วงหล่นเป็นจำนวนมาก ปกติเกษตรกรจะปล่อยให้เกิดการย่อยสลายไปเองตามธรรมชาติ แต่หากว่าสวนผลไม้หรือบ้านที่มีต้นไม้มาก มักมีปัญหาในการกำจัดเศษใบไม้ เกษตรกรในชุมชนหรือชาวบ้านต้องทิ้งให้กลายเป็นขยะหรือนำมาเผาทิ้ง การเผาไหม้ของชีวมวลจากไฟฟ้าและเกษตรกรรมก่อให้เกิดปัญหาหมอกควันที่ลอยตัวอยู่ในชั้นบรรยากาศซึ่งมักเกิดในช่วงปลายฤดูหนาวและต้นฤดูร้อนส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนในชุมชนรวมถึงการเกิดปัญหาภาวะโลกร้อน (Pochanart, 2016) รูปแบบทำการสวนวนเกษตรยังไม่ได้ยึดหลักเศรษฐกิจพอเพียงเน้นการใช้ปุ๋ยเคมีและสารฆ่าแมลงเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต ชาวสวนให้ความสำคัญกับราคาและรายได้ที่ได้จากการทำสวนมากกว่าคุณภาพของสิ่งแวดล้อม สำหรับต้นทุนการผลิตทางการเกษตรในครัวเรือนที่มีค่าใช้จ่ายมากที่สุ่มมาจากต้นทุนค่าแรง รองลงมาคือค่าปุ๋ยและสารฆ่าแมลง โดยค่าใช้จ่ายจากการตัดหญ้าเฉลี่ยวันละ 600-800 บาท/คน/ไร่ ค่าใช้จ่ายจากการใส่ปุ๋ยประเภทต่าง ๆ เพื่อเร่งการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืชประมาณ 1,000-1,500 บาท/ไร่

การย่อยสลายเป็นกระบวนการที่สิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์และจุลินทรีย์ เมื่อตายลงจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนสภาพเป็นอินทรีย์สารซึ่งพืชสามารถนำกลับไปใช้ได้หรือทำให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหาร (Kiriratnikom et al., 2016) กระบวนการสลายของซากพืชจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ สารประกอบเคมีในซากพืชและกิจกรรมของจุลินทรีย์ต่างๆ (Gonzalez and Seastedt, 2000) กระบวนการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมักเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้ออกซิเจนและกลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งทั้งสองกลุ่มจะทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง จนกระทั่งเกิดการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ได้สารอินทรีย์วัตถุที่มีลักษณะสีน้ำตาล มีลักษณะเป็นผงละเอียดเหมาะสำหรับการปรับปรุงดินและให้อาหารแก่พืชที่เรียกว่า ปุ๋ยหมัก (Compost) มีการศึกษาเกี่ยวกับปุ๋ยหมักโดยกำหนดแนวทางการทำปุ๋ยหมักไว้ว่าปุ๋ยหมักที่ดีต้องให้เศษพืชกับมูลสัตว์ในอัตราส่วน 3:1 และควรนำวัสดุมากองรวมกันเป็นชั้นๆ พร้อมให้คลุมกองปุ๋ยหมักอย่างสม่ำเสมอ ต่อมาสถาบัน Indian Council of Agricultural Research (ICAR) ประเทศอินเดียได้พัฒนาวิธีการทำปุ๋ยหมักด้วยการนำดินมากลบกองปุ๋ยหมักเพื่อทำให้เกิดสภาพไร้อากาศ แต่วิธีนี้จะมีกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ช้ากว่าแบบมีอากาศ แต่จะมีข้อดีที่ไม่ต้องดูแลมาก เรียกวิธีนี้ว่า Bangalore Method

วัสดุอินทรีย์ที่ใช้สำหรับการหมักอาจเป็นเศษพืชสด วัสดุอินทรีย์เฒ่า ซากของสัตว์หรือมูลสัตว์ หากนำมากองรวมกันและรตน้ำจะเกิดกระบวนการย่อยสลายขึ้น การนำใบไม้และเศษหญ้าที่ตัดแล้วลอคจนมูลสัตว์ทั้งหลายสามารถนำมารวมในการทำปุ๋ยหมักได้ ปุ๋ยหมักนั้นจะมีประโยชน์ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของดินเพาะปลูกให้ดีขึ้น เมื่อทำเป็นจำนวนมากก็สามารถนำไปจำหน่ายได้ งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาหาแนวทางในการใช้ประโยชน์จากเศษพืชในสวนวนเกษตรบ้านผามูน อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ เพื่อศึกษาคุณสมบัติและหารูปแบบการผลิตปุ๋ยหมักจากวัชพืชและเศษใบไม้ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วม เป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ไขปัญหาด้านทุนการผลิตของเกษตรกร ทั้งยังสามารถสร้างรายได้ลดภาระค่าใช้จ่ายในการใช้ปุ๋ยเคมีได้อีกด้วย สามารถพัฒนาต่อไปเป็นเกษตรอินทรีย์ในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยแบบผสมผสาน(mixed research)ประกอบด้วยการวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยมีกรอบประเด็นของการวิจัยดังภาพที่ 1 จุดประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของปุ๋ยหมักและหาแบบการหมักปุ๋ย โดยดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการในภาคสนามแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) กับกลุ่มเกษตรกรในเขตพื้นที่บ้านผามูบ อำเภอทับแล จังหวัดอุดรธานี ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. สำรวจและเก็บข้อมูลบริบทชุมชน ต้นทุนการผลิตพืช สภาพปัญหาและสถานการณ์ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์เชิงลึกกับตัวแทนเกษตรกรในพื้นที่

2. จัดเวทีประชุมชี้แจงกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย เพื่อร่วมกันกำหนดแผนกิจกรรม สูตรและวิธีการหมักปุ๋ย ด้วยการสนทนากลุ่มกับกลุ่มแกนนำเกษตรกรในหมู่บ้าน

3. ทดลองผลิตปุ๋ยหมักร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่ เพื่อศึกษาด้านแบบของปุ๋ยหมักที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรและพื้นที่เพาะปลูก ผู้วิจัยได้คัดเลือกแกนนำเกษตรกรจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนทำปุ๋ยหมักในการศึกษาทดลองร่วมกับนักวิจัยเพื่อหาอัตราส่วนและวิธีการที่เหมาะสมกับการผลิตปุ๋ยหมักในพื้นที่ ด้วยวิธีการฝังกลบประยุกต์โดยใช้ปุ๋ยหมัก วัสดุคอกที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักเป็นวัสดุคอกที่หาได้ในพื้นที่ ได้แก่ เศษวัชพืชและใบไม้ มูลสัตว์ น้ำหมักชีวภาพ การหมักทดลองทำในบ่อซีเมนต์ขนาด 1x2x1 เมตร (กว้างxยาวxลึก) ซึ่งจะนำเศษวัชพืชและใบไม้ที่ได้จากการตัดและล้างแล้ว มาเทกองให้หนาประมาณ 20 - 40 เซนติเมตร ใส่มูลสัตว์หรือดินลงไปให้หนาประมาณ 5 - 10 เซนติเมตร แล้วรดน้ำหรือน้ำหมักให้ชุ่ม เพื่อรักษาความชื้นให้อยู่ในช่วง 50 - 60 เปอร์เซ็นต์ ทำจนครบประมาณ 2-3 ชั้น และคลุมปิดทับด้วยผ้าขาว ทำการหมักทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 45 - 60 วัน ซึ่งสูตรทดลองนั้นได้คัดเลือก 4 สูตรทดลองที่เกษตรกรสามารถทำขึ้นเองได้ เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตร ปุ๋ยหมักทั้ง 4 สูตรมีองค์ประกอบดังนี้

สูตรที่ 1 เศษวัชพืชและใบไม้หนา 20 เซนติเมตร (10 กิโลกรัม) ใส่ดินลงไปให้หนาประมาณ 10 เซนติเมตร (80 กิโลกรัม) แล้วรดน้ำ 20 ลิตร

สูตรที่ 2 เศษวัชพืชและใบไม้หนา 20 เซนติเมตร (10 กิโลกรัม) ใส่ดินลงไปให้หนาประมาณ 10 เซนติเมตร (80 กิโลกรัม) แล้วรดน้ำหมักชีวภาพ 10 ลิตรและน้ำ 10 ลิตร

สูตรที่ 3 เศษวัชพืชและใบไม้หนา 20 เซนติเมตร (10 กิโลกรัม) ใส่มูลวัวลงไปให้หนาประมาณ 10 เซนติเมตร (40 กิโลกรัม) แล้วรดน้ำ 20 ลิตร

สูตรที่ 4 เศษวัชพืชและใบไม้หนา 40 เซนติเมตร (20 กิโลกรัม) ใส่มูลวัวลงไปให้หนาประมาณ 5 เซนติเมตร (20 กิโลกรัม) แล้วรดน้ำหมักชีวภาพ 20 ลิตร

ทั้ง 4 สูตรจะมีปริมาณเศษวัชพืชและใบไม้ รวมถึงปริมาณมูลสัตว์และดินซึ่งที่แตกต่างกัน โดยทั้ง 4 สูตรจะหมักในภาชนะที่เหมือนกัน ทำการกลับปุ๋ยหมักในบ่อสัปดาห์ละครั้ง บันทึกข้อมูลภาคสนามด้วยการสังเกตแบบมีส่วนร่วมและการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมเพื่อให้ได้ข้อมูล เมื่อครบกำหนดระยะเวลาหมักนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยตามหลักการวิเคราะห์ของกรมวิชาการเกษตร

4. เมื่อหมักปุ๋ยได้ 45 วันและ 60 วัน จึงเก็บตัวอย่างปุ๋ยแต่ละสูตรทั้งในวันที่ 45 และวันที่ 60 เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ยหมักในห้องปฏิบัติการ และเปรียบเทียบคุณภาพปุ๋ยทั้ง 4 สูตรตามด้านบน ซึ่งคุณสมบัติของปุ๋ยที่นำไปทดสอบประกอบด้วย 8 คุณสมบัติ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าความนำไฟฟ้า (electrical conductivity: EC) ความชื้น อินทรีย์วัตถุ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม โดยวิเคราะห์ค่าแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน

ประวัติและผลงานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร (คนที่ 2)

1. ชื่อ นาย ชาทิพนง นามสกุล โพธิ์แดง

2. ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

3. ประวัติการศึกษา

ระดับ	คุณวุฒิ/สาขาวิชา - วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาเอก	(ปร.ด.) วนศาสตร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2559
ปริญญาโท	(วท.ม.) วิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2548
ปริญญาตรี	(วท.บ.) อุตสาหกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2542

4. รายวิชาที่รับผิดชอบ

4062103	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกายภาพ	3(3-0-6)
4063210	มลพิษทางดินและการจัดการ	3(2-2-5)
4062401	การสำรวจและติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)
4063407	การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)

5. ผลงานทางวิชาการ/งานวิจัย (ที่ตรงกับสาขาวิชาของหลักสูตร)

Chattanon Podong and Saisunee Junta. (2020) .Change in the status of secondary macronutrient levels in soil with the long-term application of chemical fertilizers in *Allium ascalonicum* L. plots in Lablare District, Uttaradit Province. Naresuan University Journal: Science and Technology Volume 28 No. 2 (April - June 2020). P.94-110.

เกณฑ์มาตรฐานผลงานทางวิชาการ (แสดงเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงตามผลงานที่แนบมา)

✓	เกณฑ์มาตรฐานตามระบบ CHECO
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับความร่วมมือระหว่างประเทศ
✓	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับชาติ
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ระดับนานาชาติ
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับภูมิภาคอาเซียน
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับสถาบัน
	งานสร้างสรรค์ที่มีการเผยแพร่สู่สาธารณะในลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ Online
	ตำราหรือหนังสือที่ได้รับการประเมินผ่านเกณฑ์การขอรับตำแหน่งทางวิชาการแล้ว
	ตำราหรือหนังสือที่ผ่านการพิจารณาตามหลักเกณฑ์การประเมินตำแหน่งทางวิชาการแต่ไม่ได้นำมาขอรับการประเมินตำแหน่งทางวิชาการ
	บทความวิจัย หรือ บทความทางวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่ปรากฏในฐานข้อมูลกลุ่มที่ 2
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ หรือใน
	วารสารวิชาการระดับชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ หรือในวารสารวิชาการระดับชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556 แต่สถาบันนำเสนอสภาสถาบันอนุมัติและจัดทำเป็นประกาศให้ทราบเป็นการทั่วไป และแจ้งให้ กพอ./กกอ. ทราบภายใน 30 วันนับแต่วันที่ออกประกาศ(ซึ่งไม่อยู่ใน Beall's list) หรือตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่ปรากฏในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 1
	ประสบการณ์จากสถานประกอบการ
	ผลงานค้นพบพันธุ์พืช ที่ค้นพบใหม่และได้รับการจดทะเบียน
	ผลงานที่ได้รับการจดสิทธิบัตร
	ผลงานวิจัยที่ได้รับการจดอนุสิทธิบัตร
	ผลงานวิจัยที่หน่วยงานหรือองค์กรระดับชาติว่าจ้างให้ดำเนินการ
	ผลงานวิชาการที่ใช้สังคมที่ได้รับเกณฑ์การประเมินการขอตำแหน่งทางวิชาการแล้ว

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลดังกล่าวข้างต้นถูกต้อง ครบถ้วน

(ลงชื่อ).....

(นาย ขาติทง โพธิ์ดง)

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ตรวจสอบแล้วถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ฯ

(ลงชื่อ).....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมคิด หุ่นใจ)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



มหาวิทยาลัยนเรศวร
Naresuan University

Print ISSN: 0858-7418
EISSN: 2539-553X

วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
Naresuan University Journal

Science and Technology

Volume 28 No.2, April-June 2020



Editor-In-Chief
Prof. Paisarn Muneesawang Ph. D.

NUJST

Published by Naresuan University Graduate School

www.journal.nu.ac.th



Research Articles

Comparison of Electrocoagulation Using Iron and Aluminium Electrodes with Chemical Coagulation for removal of Vat Dye Solution

Surangkha Ainchu, Jareeya Yimrattanabovorn, Onin Panomasak, Thanatporn Toduang, Sakawduan Klingthale and Boonchai Wichitsathian.....

1

Arching Patterns in Three Dimensions of Sand Under Vertically Vibrated

Panupat Chaiworn and Panutta Thepha.....

14

The Strategies Reducing the Negative Externalities of Semi-trailer Truck Transportation in Eastern Economic Corridor Area

Chalermpong Senarak.....

21

Bayesian Unit-Lindley Model: Applications to Gasoline Yield and Risk Assessment Data

Weerinrada Wongrin, Sakuna Srianomai and Yuwadee Klomwises.....

41

Assessment of Genetic Diversity among *Musa* Cultivars based on Sequence-Related Amplified Polymorphism Technique

Thanita Boonsrangsom, Busaraporn Phetnin, Kumrop Ratanasut and Kawee Sujipuli.....

52

A WebGIS Base Information System for Monitoring Wildfire Using Suomi -NPP (VIIRS) Satellite in Phare Province, Thailand

Phaisarn Jeefoo.....

62

Microplastics: Origin, Environmental impact, Food and Beverage contamination and Management methods

Sukrita Punyauppa-path and Prasongsom Punyauppa-path.....

72

The Performance Comparison of Models for Predicting the Risk of Losing Student Loan by Fuzzy Neural Network Method and Multiple Linear Regression Analysis Method

Tawin Tanawong, Sanya Khrubhong and Adirek Roongrunsi.....

81

Change in the Status of Secondary Macronutrient Levels in Soil with the Long-term Application of Chemical Fertilizers in *Allium ascalonicum* L. Plots in Lablare District, Uttaradit Province

Chattanong Podong and Saisunee Junta.....

94

Comparison of Lead Zirconate Titanate Properties between the Pressing Process and the Gel Casting Process by using Ethylene Glycol Diglycidyl Ether (BGDGE) Epoxy Resin as a Gelling Agent

Tanikan Thongchai.....

111



Change in the Status of Secondary Macronutrient Levels in Soil with the Long-term Application of Chemical Fertilizers in *Allium ascalonicum* L. Plots in Lablare District, Uttaradit Province

Chattanong Podong* and Saisunee Junta

Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Muang, Uttaradit 53000, Thailand

* Corresponding author. E-mail address: Chattanong@hotmail.com

Received: 27 August 2019; Revised: 25 December 2019; Accepted: 16 January 2020

Abstract

The long-term use of chemical fertilizers has impacted the levels of secondary macronutrients in agricultural soils in which scallion (*Allium ascalonicum* L.) crop is grown in Fai Luang sub-district, Lablare District, Uttaradit Province. Accordingly, the objective of this study was to investigate the effects of chemical fertilizer and insecticide use on the content of secondary macronutrients – including calcium (Ca), magnesium (Mg), and sulfur (S) – in the soils from regional scallion plots. The investigation was conducted in 5 villages within the sub-district: Moo 1. Baan Chaing-Saen (Control), Moo 2. Baan Nam-Tum (T1, 50% NPK), Moo 5. Ban Thung-Eang (T2, 100% NPK), Moo 6 Ban Na-Pong (T3, 100% FYK), and Moo 9 Ban Wat Pa (T4, 50 % NPK + 50% FYM). For each of the villages, soil samples from 3 scallion plots were tested for the levels of secondary macronutrients. The total average for each secondary macronutrient levels represented the results. The results are concluded as follows: for the status of change for exchangeable Ca⁺ average level, it was found that the exchangeable Ca⁺ average level decreased after every post-harvest period, with the highest control treatment of 45.10% followed by T2 (15.21%), T1 (12.72%), T4 (3.15%) and T3 (2.25%); for the status of change for exchangeable Mg⁺ average level, it was found that the exchangeable Mg⁺ average level decreased after every post-harvest period, with the highest control treatment of 19.37%, followed by T2 (13.29%), T1 (7.41%) and T3 (0.38%), but T3 treatment not change status; and for the status of change for exchangeable S average level, it was found that the exchangeable S average level decreased after every post-harvest period, with the highest T3 treatment of 166.67%, followed by T4 (112.50%), T1 (16.67%), but S average level increased in T2 (53.33%) and control (14.29%).

Keywords: Chemical fertilizer, Long-term, *Allium ascalonicum* L., Secondary macronutrients, Uttaradit Province

Introduction

A large portion of the Thai population earns a living through agricultural practices. One of the economically significant crops in Thailand is the scallion (*Allium ascalonicum* L.). According to reviews on the production and export of the plant in Thailand, approximately 192,308 tons of scallions entered the market in 2014. In Uttaradit Province, scallion is intercropped with rice in an annual cycle; rice is grown once and scallion twice per year. Similarly, besides scallion, of which the whole plant is consumed, farmers might also cultivate shallots for their bulbs. The first cycle of scallion production begins early in the dry winter in January through February. In the rainy season, the cultivation cycle takes place in July and August. The process typically takes one month and 20 days from transplanting to harvest. Lablare District covers 4,595 rai (rai: A Thai measurement unit equivalent to 1,600 m²) of total scallion planting area, with nearly 9,408-ton scallion exports in 2014 (Strategic Information Center, 2018). With continuous economic growth in the agriculture sector, farmers have adopted yield-enhancing methods to meet consumers' demands. One such approach



involves chemical pesticides – some of which have been in use for many decades – to control weeds, insects, and diseases. Heavy metals are included in the ingredients in some chemical pesticides and fertilizers. Lablare District has been a large production base of scallion, serving rural families as one of the mainstays for their livelihood. Every year, scallion yields had been high and profitable. However, the situation deteriorated with the emergence of stunted growth in scallions, the symptoms of which included yellowed leaves, small bulbs and a high density of pests. The local farmers responded by applying agricultural chemicals in an attempt to revert poor performance to initial fertility rates. The consequential drawback of such practice involves an accumulation of excess chemicals, following their delivery, in soils and scallion crops. Particular regions might be more thoroughly affected due to the chemicals' diffusivity. Therefore, the application of agricultural chemicals leads to secondary macronutrient deficiency, impacting scallion lots and soil throughout the area.

These practices significantly contribute to the degradation of soil, an important source of support for all living creatures. Farmers adopt chemical fertilizers, composed almost entirely of primary macronutrients that can be immediately released for plant uptake. With abundant nutrients, the crops grow rapidly and high yield becomes common. Nevertheless, the prolonged application of agricultural chemicals causes an imbalance in the nutrient content of the soil. Always receiving additional primary macronutrients through fertilizers, the soil is gradually exhausted of its secondary macronutrients via harvested products and different mechanisms of soil erosion. Therefore, in the case of excessive use, chemical fertilizers lead to secondary macronutrient deficiency. The solution of directly adding depleted secondary macronutrients to the soil is not entirely effective, since the nutrients may be fixed or converted into forms unavailable for plant metabolic activities. Coupled with certain environmental limitations, soil-directed addition of secondary macronutrients is generally unsuccessful. Secondary macronutrients are important. Plants require less secondary macronutrients (Ca-Mg-S) than primary counterparts (N-P-K). In the past, the roles of secondary macronutrients were less obvious since many of these nutrients were naturally available. Nowadays, secondary macronutrient deficiency has become increasingly relevant, especially in areas with extensive supplementation of primary macronutrients. Secondary macronutrients are crucial for the physiological development of plants. Too much of added primary macronutrients in the soil causes macronutrient imbalance. Certain types of soil are particularly susceptible to macronutrient imbalance, including soil with high sand content, soil with high clay content, compacted soil, overly acidic or alkaline soil, and soil that is extensively employed for mono-cropping. Without replenishing the secondary macronutrients depleted through plant uptake, the effects will be manifested in successive crops. Some of the symptoms include slow growth, stunted shoots, undeveloped flowers and fruits, the premature dropping of fruits, and stunted roots. Obviously, secondary macronutrients play a crucial role in proper plant growth and crop yield. This leads us to study the content of secondary macronutrients – that is, calcium (Ca), magnesium (Mg), and sulfur (S) – in the sample of soils from regional scallion-growing areas. We aim to investigate both the direct and indirect effects of chemical fertilizers on the content of secondary macronutrients in soil. The results will be useful for identifying solutions to the problems related to the use of agricultural chemicals.

ประวัติและผลงานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร (คนที่ 3)

1. ชื่อ นาย กฤษณะ นามสกุล คำฟอง

2. ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

3. ประวัติการศึกษา

ระดับ	คุณวุฒิ/สาขาวิชา - วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาเอก	(ปร.ด.) สิ่งแวดล้อมศึกษา	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	2556
ปริญญาโท	(วท.ม). การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2546
ปริญญาตรี	(ส.บ.) สาธารณสุขศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2544

4. รายวิชาที่รับผิดชอบ

4062410	กฎหมายและนโยบายสิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)
4064501	การจัดการสิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)
4061105	จริยธรรมวิชาชีพทางสิ่งแวดล้อม	1(0-2-1)
4064803	การฝึกประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อม	6 (0-36-0)

5. ผลงานทางวิชาการ/งานวิจัย (ที่ตรงกับสาขาวิชาของหลักสูตร)

Wathit Wongdocmai, Eakphisit Banjongklian, Prinya Deerasmee, Krissana Khamfong, Pornpat Rittichai (2018) “THE ADOPTION OF APPROPRIATE TECHNOLOGY MODEL FOR HARVESTING THE ORGANIC RICE IN THE NEW THEORY FARMING” in The 6th Asian Academic Society International Conference (AASIC) “A Transformative Community : Asia in Dynamism, Innovation, and Globalization” 8 – 10 November 2018 Mae Fah Luang University, Chiang Rai, Thailand. P.839 – 842.

เกณฑ์มาตรฐานผลงานทางวิชาการ (แสดงเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงตามผลงานที่แนบมา)

✓	เกณฑ์มาตรฐานตามระบบ CHECO
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับความร่วมมือระหว่างประเทศ
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับชาติ
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ระดับนานาชาติ
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับภูมิภาคอาเซียน
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับสถาบัน
	งานสร้างสรรค์มีการเผยแพร่สู่สาธารณะในลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ Online
	ตำราหรือหนังสือที่ได้รับการประเมินผ่านเกณฑ์การขอรับตำแหน่งทางวิชาการแล้ว
	ตำราหรือหนังสือที่ผ่านการพิจารณาตามหลักเกณฑ์การประเมินตำแหน่งทางวิชาการแต่ไม่นำมาขอรับการประเมินตำแหน่งทางวิชาการ
	บทความวิจัย หรือ บทความทางวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่ปรากฏในฐานข้อมูลกลุ่มที่ 2
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ หรือใน
	วารสารวิชาการระดับชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์ การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ หรือใน วารสารวิชาการระดับชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์ การพิจารณาวารสารวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556
✓	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556 แต่สถาบันนำเสนอสถาบัน อนุมัติและจัดทำเป็นประกาศให้ทราบเป็นการทั่วไป และแจ้งให้ กพอ./กกอ. ทราบภายใน 30 วันนับแต่วันที่ออกประกาศ(ซึ่งไม่อยู่ใน Beall's list) หรือตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่ปรากฏในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 1
	ประสบการณ์จากสถานประกอบการ
	ผลงานค้นพบพันธุ์พืช ที่ค้นพบใหม่และได้รับการจดทะเบียน
	ผลงานที่ได้รับการจดสิทธิบัตร
	ผลงานวิจัยที่ได้รับการจดอนุสิทธิบัตร
	ผลงานวิจัยที่หน่วยงานหรือองค์กรระดับชาติว่าจ้างให้ดำเนินการ
	ผลงานวิชาการที่ใช้สังคมที่ได้รับเกณฑ์การประเมินการขอตำแหน่งทางวิชาการแล้ว

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลดังกล่าวข้างต้นถูกต้อง ครบถ้วน

(ลงชื่อ).....

(นายกฤษณะ คำฟอง)

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ตรวจสอบแล้วถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ฯ

(ลงชื่อ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมคิด พุ่มใจ)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



6th Asian Academic Society International Conference (AASIC)
A Transformative Community:
Asia in Dynamism, Innovation, and Globalization



THE ADOPTION OF APPROPRIATE TECHNOLOGY MODEL FOR HARVESTING THE ORGANIC RICE IN THE NEW THEORY FARMING

Wathit, Wongdocmai¹, Eakphisit, Banjongklian¹, Prinya, Deerasmee¹,
Krissana, Khamfong², Pompat, Rittichai³

¹Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit, Thailand

²Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit, Thailand

³Faculty of Education, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit, Thailand

Corresponding author's email: wathito@hotmail.com

ABSTRACT

The purpose of research is to study and design the adoption of appropriate technology for harvesting the organic rice in the new theory farming. This paper focuses on methods of participatory action research (PAR). It involved researchers of Uttaradit Rajabhat University and 19 members of organic rice farmer group in Raiooy subdistrict, Pichai, Uttaradit province which is the part of university engagement strategic. Research instruments were an interview form and a questionnaire designed to collect the relevant data of the organic rice harvesting. The result of the study were as follows: (1) the total rice field is about 449 rai and the organic rice field is about 164 rai; (2) the maximum of organic rice field is about 25 rai and the minimum of organic rice field is about 2 rai; (3) the average size of the organic rice field is about 8.63 rai per member; and (4) there are three technology forms can be utilized: harvesting by labor, harvesting by lawn mover, and harvesting by rice combine harvester. The resolution from the meeting between researchers and farmers group was using the used rice combine harvester from Japan is the appropriate way due to low budget, effectiveness and convenience.

Keywords: Organic rice, Harvesting Technology, Appropriate Technology

1. INTRODUCTION

Organic Rice is rice that is grown and processed by organic agriculture or organic farming. There is choosing not to use synthetic or artificial chemical pesticides, fertilizers, genetically modified organisms, antibiotics and growth hormones in the overall rice production and storage duration. This is replaced with site-specific management practices that maintain and increase long-term soil fertility and prevent pest and diseases. Simultaneously, organic rice farming is an alternative that preserves the environment, produces good quality rice, and protects the health of farmer and consumer. Although Thai farmer still use the fertilizers and chemical pesticides in the organic rice farming, the present use is very low. Each region of Thailand has appropriate technology for the organic rice production that is urgently policy in the process of research and development. Besides the production for domestic consumption, they can also expand their production for export markets (Organic rice research institute, 2005).

Currently, organic rice farmer group in Raiooy subdistrict, Pichai, Uttaradit province has changed from traditional to organic farming, especially organic rice. Monoculture is one of most traditional farming, such as rice, corn, etc. The major problems with monoculture are Price falls as the same product to the market simultaneously, soil structure and quality is so poor, and huge amounts of water use. These are the causes of poverty. Subsequently, there is promotion with a new theory on land and water management. The "New Theory" introduced by His Majesty King Bhumibol of Thailand. The implementation of the New Theory will help farmers achieve to sustain their lives and bring them prosperity (The Chaipattana Foundation, 2016). To adopt the New Theory, farmers are advised to divide the land into four parts with a ratio of 30:30:30:10. The first 30% is designated for a pond to store rainwater during the rainy season while during the dry season it serves to supply water to grow crops and raise aquatic animals and plants. The second 30% is set aside for rice cultivation during the rainy season for the family's daily consumption throughout the year to cut down on expenses and allow the farmers to be self-reliant. The third 30% is used for growing fruit and perennial trees,

©Copyright 2018 proceeding of the 6th AASIC



6th Asian Academic Society International Conference (AASIC)
A Transformative Community:
Asia in Dynamism, Innovation, and Globalization



vegetables, field crops and herbs for daily consumption. If there is any surplus, it will be sold. The last 10% is set aside for accommodation, animal husbandry, roads and other structures.

According to pre-survey in the organic rice production of farmer group in Raiwoy subdistrict, it has been found that harvesting process facing labor shortage. Even though there are using the combine harvester in harvesting, they still have some restriction. The service providers of combine harvesters also serve in rice fields with chemicals. Therefore, the machine must clean the contaminants before harvest. This process wastes a lot of time and money. Then, operators often neglect cleaning to save time for serving other farmers. Consequently, organic farmers must solve the problem of contamination by sorting out the first harvested paddy or by mixing it with the normal paddy. The cost of harvesting increased. In addition, the purchase of harvesters to use only organic rice farmers to prevent chemical contamination can not be achieved because the machine is very expensive.

From this problem, the researchers have the idea to develop the appropriate technology for organic rice harvesting in the new theory farming. To improve the efficiency of organic rice harvest. And keep up the quality standards of organic rice next.

2. METHODOLOGY

The purpose of research is to study and design the adoption of appropriate technology for harvesting the organic rice in the new theory farming. This paper focuses on methods of participatory action research (PAR) (MacDonald, 2012). It involved researchers of Uttaradit Rajabhat University and 19 members of organic rice farmer group in Raiwoy subdistrict, Pichai, Uttaradit province using a purposive method (Phrae rice seed center, 2017) which is the part of university engagement strategic (Uttaradit Rajabhat University, 2017). Research instruments were an interview form and a questionnaire designed to collect the relevant data of the organic rice harvesting. Moreover, the data collection technique used by collecting various journal articles, documents, books that related to adopt appropriate technology model for harvesting. The data from interview forms and questionnaires was analyzed using descriptive statistics to represent the entire population or sample.

The most important content of the PAR method is that people involved in problem solving together (Boonsri 2009). The authors divided the study into four stages. The first stage involved collection of data covering general information of the sample, knowledge and understanding of organic rice harvesting process. The second stage involved analysis of the relationship between factors with the different technologies of harvesting, harvesting process, necessary facilities, and costs of organic rice harvesting. The third stage involved conclusion the proper methods for organic rice harvesting in the new theory farming. And the fourth stage involved comparison of the costs of each form of organic rice harvesting technology in the in the new theory farming.

3. RESULTS AND DISCUSSION

From the literature review, it was found that there were five major stages of the rice production process: soil preparation, planting, care and maintenance, harvesting, and threshing. Harvesting is an important step that affects quality and yield of paddy. (Chadavath 2006).

The results from the questionnaires were as followed. There were 19 organic rice farmers completed structured questionnaires. Majority of samplings were female (58%), age between 41-60 years old (53%), primary and secondary education (64%). The farmers have an average of 19 years of experience in non-organic rice farming (2 years min. and 40 years max.) and an average of 4.3 years of experience in organic rice farming (1 year min. and 10 years max.). The cultivated area of each farmer used are shown in the table 1 below.

Table 1: The cultivated area of each farmer used

Field (rai*)	Plot No.																		Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	al
										0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ประวัติและผลงานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร (คนที่ 4)

1. ชื่อ นางสาว พุทธิดี นามสกุล อุบลสุข

2. ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

3. ประวัติการศึกษา

ระดับ	คุณวุฒิ/สาขาวิชา - วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาเอก	ปร.ด. การจัดการพลังงานและ สมาร์ทกริดเทคโนโลยี	มหาวิทยาลัยพะเยา	2564
ปริญญาโท	วท.ม. พลังงานทดแทน	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2548
ปริญญาตรี	วศ.บ. วิศวกรรมโยธา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	2545

4. รายวิชาที่รับผิดชอบ

4063606	เทคโนโลยีสะอาด	3(3-0-6)
4062901	สัมมนาสิ่งแวดล้อม	1(0-2-1)
4064902	โครงการวิจัยทางสิ่งแวดล้อม	3(0-6-3)
4063802	การเตรียมประสบการณ์ภาคสนามทางสิ่งแวดล้อม	1(0-2-1)

5. ผลงานทางวิชาการ/งานวิจัย (ที่ตรงกับสาขาวิชาของหลักสูตร)

การุณย์ ชัยวณิชย์ พุทธิดี อุบลสุข และมนตรี สังข์ทอง. (2561). การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินภายในโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. ปีที่ 10 ฉบับที่ 12 กรกฎาคม-ธันวาคม 2561. หน้า 35-46

เกณฑ์มาตรฐานผลงานทางวิชาการ (แสดงเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงตามผลงานที่แนบมา)

✓	เกณฑ์มาตรฐานตามระบบ CHECO
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับความร่วมมือระหว่างประเทศ
✓	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับชาติ
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ระดับนานาชาติ
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับภูมิภาคอาเซียน
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับสถาบัน
	งานสร้างสรรค์มีการเผยแพร่สู่สาธารณะในลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ Online
	ตำราหรือหนังสือที่ได้รับการประเมินผ่านเกณฑ์การขอรับตำแหน่งทางวิชาการแล้ว
	ตำราหรือหนังสือที่ผ่านการพิจารณาตามหลักเกณฑ์การประเมินตำแหน่งทางวิชาการแต่ไม่ได้นำมาขอรับการประเมินตำแหน่งทางวิชาการ
	บทความวิจัย หรือ บทความทางวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่ปรากฏในฐานข้อมูลกลุ่มที่ 2
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ หรือใน
	วารสารวิชาการระดับชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์ การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ หรือใน วารสารวิชาการระดับชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์ การพิจารณาวารสารวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556
✓	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการ การอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556 แต่สถาบันนำเสนอสถาบัน อนุมัติและจัดทำเป็นประกาศให้ทราบเป็นการทั่วไป และแจ้งให้ กพอ./กกอ. ทราบภายใน 30 วันนับแต่วันที่ออกประกาศ(ซึ่งไม่อยู่ใน Beall's list) หรือตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่ปรากฏในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 1
	ประสบการณ์จากสถานประกอบการ
	ผลงานค้นพบพันธุ์พืช ที่ค้นพบใหม่และได้รับการจดทะเบียน
	ผลงานที่ได้รับการจดสิทธิบัตร
	ผลงานวิจัยที่ได้รับการจดอนุสิทธิบัตร
	ผลงานวิจัยที่หน่วยงานหรือองค์กรระดับชาติว่าจ้างให้ดำเนินการ
	ผลงานวิชาการรับใช้สังคมที่ได้รับเกณฑ์การประเมินการขอตำแหน่งทางวิชาการแล้ว

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลดังกล่าวข้างต้นถูกต้อง ครบถ้วน

(ลงชื่อ).....

(นางสาวพุทธิ อุลลศุข)

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ตรวจสอบแล้วถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ฯ

(ลงชื่อ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมคิด หุ่นใจ)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จาก
การผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินภายใน
โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า
The Assessment in Reducing Greenhouse Gas Emission and Economical
Worthiness of Solar Farm in Chulachomklao Royal Military Academy

การณย์ ชัยวานิชย์^{1*}, พุทธิ อุบลสุข², และมนตรี สังข์ทอง³

¹กองวิชาวิศวกรรมสรรพาวุธ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

²วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

³สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

* E-mail: kchaivanich@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดิน และประเมินทางความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีขนาด 1500 กิโลวัตต์ภายในโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ผลการศึกษาสรุปได้ว่า สามารถผลิตไฟฟ้าได้ทั้งหมดประมาณ 2.73 GWh/ปี และสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 1549 tCO₂e /ปี เมื่อพิจารณาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า มีอัตรามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ที่อัตราดอกเบี้ย 5% ต่อปีเท่ากับ 6,646,610.37 บาทและมีค่าอัตราส่วนของผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-cost ratio: B/C Ratio) เท่ากับ 1.05 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 โครงการนี้มีความคุ้มค่าที่ลงทุนและมีระยะเวลาคืนทุนของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินประมาณ 12.3 ปี

คำสำคัญ: เซลล์แสงอาทิตย์ ก๊าซเรือนกระจก ติดตั้งบนพื้นดิน กรณีฐาน

Abstract

This research aims to assessment in reducing greenhouse gas emission by solar farm and in economical worthiness of 1500 kilowatts solar farm of Chulachomklao Royal Military Academy. The result summarized that, electric was generated totally 2.73 GWh/year approximately and reduced greenhouse gas emission about 1549 tCO₂e/year. If considering in economical, found that, there was Net Present Value (NPV) at 5% a year or 6,646,610.37 Baht, and Benefit-

cost ratio: B/C Ratio value was 1.05, which larger than 1, indicated that this project was worthwhile and payback period of this solar farm project was 12.3 years

Keywords: Solar Call, Green House Gas, Solar Farm, Baseline Emission

บทนำ

ในสภาวะปัจจุบันทั่วโลกได้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากในหลายทวีปทั่วโลก และพลังงานไฟฟ้าที่นำมาใช้ตั้งแต่อดีตก็เป็นพลังงานที่มาจากวัตถุดิบที่นำมาใช้แล้วหมดไปและทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (IPCC The National Greenhouse Gas Inventories Programme, 2006) พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตประชากรมีจำนวนมากขึ้นความต้องการพลังงานก็เพิ่มขึ้น ภาครัฐได้มีนโยบายในการลดและประหยัดการใช้พลังงานในทุกภาคส่วนซึ่งจะช่วยลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศและสนับสนุนการผลิตพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ โดยเฉพาะพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม ไบโอดีเซล แก๊สโซฮอล์ และก๊าซชีวภาพ (จารินี ม้าแก้ว, 2552) จากสถานการณ์การใช้พลังงานทดแทนเพื่อการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบันมีแนวโน้มการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยพลังงานทดแทนต่าง ๆ ถือเป็นทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิตกระแสไฟฟ้า พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่ใช้ทดแทนพลังงานจากฟอสซิล เช่น ถ่านหิน น้ำมัน เชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งนับวันมีแต่จะลดปริมาณลงเรื่อย ๆ โดยในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้ากว่าร้อยละ 90 ใช้พลังงานต่าง ๆ เหล่านี้ และถือเป็นตัวการหนึ่งของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมากมหาศาลซึ่งเป็นสภาวะหนึ่งของโลกร้อน (เกริกฤทธิ์ ตั้งวงษ์อุทัย, 2559)

กองทัพบกมีหน่วยงานขึ้นตรงต่อสายการบังคับบัญชาอยู่เป็นจำนวนมาก สามารถแบ่งแยกออกตามพื้นที่ความรับผิดชอบทั่วประเทศ ทำให้มีอัตราการใช้ไฟฟ้าค่อนข้างสูง ซึ่งในปัจจุบันการใช้ไฟฟ้า ได้คิดค่าบริการการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนเป็นแบบอัตราตามช่วงเวลาการใช้ (Time of Use :TOU) ซึ่งปรับเปลี่ยนส่วนราชการและหน่วยงานไม่แสวงหากำไร ให้จัดเข้าอยู่ในกลุ่มประเภทธุรกิจและกิจการขนาดเล็กแทนซึ่งจะแบ่งการคิดค่าไฟฟ้าตามอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าตามแบบการทำงานของหน่วยงานภาคเอกชนได้ จึงมุ่งเน้นทางด้านการใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดค่าพลังงานไฟฟ้ารายวันในช่วงที่ระบบมีความต้องการของการใช้ไฟฟ้ามาก (On peak) และที่สำคัญต้องเป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้า ที่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับสำนักงานและอุปกรณ์ที่มีความสำคัญได้โดยไม่ต้องพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากหน่วยงานภาครัฐ หรือเอกชนอื่น ๆ ในกรณีเกิดความไม่มั่นคงภายในประเทศหรือยามสงคราม (วิรัตน์ พิธิตญูธร และกิริติ ชยะกุลศิริ, 2561)

โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า เป็นหน่วยบังคับบัญชาขึ้นตรงกับกองทัพบก มีภารกิจหลักในการให้การศึกษา อบรม และดำเนินการฝึกนักเรียนนายร้อย ซึ่งโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าเป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในกิจกรรมการเรียนการสอนค่อนข้างสูง และโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในหน่วยงานด้านความมั่นคงมีขนาดกำลังการติดตั้งรวม 1500 กิโลวัตต์ต่อเข้าสู่ระบบจำหน่ายสายส่งของโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าเพื่อใช้เองภายในหน่วยงาน โดยทำการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์

วารสารวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
ปีที่ 10 ฉบับที่ 12 กรกฎาคม - ธันวาคม 2561

37

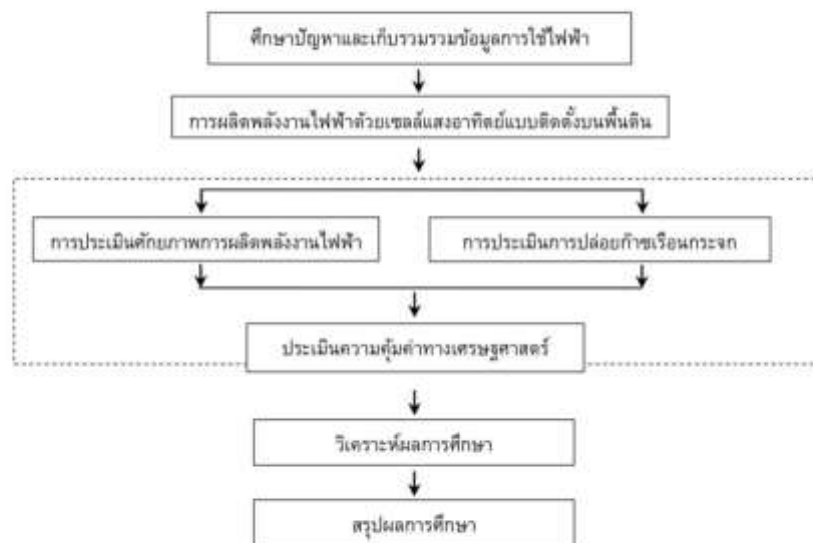
แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดิน (Solar Farm) โดยการผลิตไฟฟ้าได้ถูกใช้ภายในโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าทั้งหมด (ไม่มีการไหลย้อนออกไปภายนอก) ซึ่งหมายถึงโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าเอง ได้มีส่วนช่วยในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาโลกร้อนได้เช่นกัน โดยระบบพลังงานทดแทนที่จะนำมาดำเนินการติดตั้งนั้น กำลังพลประจำหน่วยจะต้องสามารถใช้งานได้ง่ายไม่ยุ่งยาก และสามารถตรวจสอบซ่อมแซมอุปกรณ์เบื้องต้นได้ ซึ่งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ นับเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นระบบการผลิตไฟฟ้าแบบพลังงานหมุนเวียนซึ่งเป็นการสอดคล้องกับนโยบายพลังงานทดแทนของกองทัพบก

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดิน โดยประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าและวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมด้านก๊าซเรือนกระจกและประเมินทางความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่มีขนาด 1500 กิโลวัตต์ ภายในโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนวิธีการศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินภายในโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โดยมีรายละเอียดของการศึกษาดำเนินการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนดำเนินการศึกษาวิจัย

การผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดิน เป็นการเชื่อมโยงแบบระบบสายส่ง ของการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดิน มีองค์ประกอบหลัก ดังนี้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Poly Crystalline Silicon) และเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อกับสายส่งจะต้องมีคุณสมบัติในการสร้างไฟฟ้ากระแสสลับที่มีลักษณะรูปคลื่นที่ออกมาแบบ sine wave และเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายสามเฟส (Grid-connected or Grid tied inverter) ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV array) ระบบจำหน่าย (grid) และภาระไฟฟ้า (AC loads) โดยรับไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ซึ่งมีความถี่ และแรงดันเดียวกับระบบจำหน่าย และมีส่วนประกอบอื่น ๆ ตามมาตรฐานไฟฟ้า ได้แก่ ก่อสร้างฟิวส์ อุปกรณ์จับยึดแผง ตัวรวมสาย ระบบป้องกันฟ้าผ่า เบรกเกอร์ สายส่งไฟฟ้า

การเชื่อมต่อเข้ากับระบบจำหน่ายสามารถเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายหลักโดยตรง ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินของโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้านี้ สามารถใช้ได้กับระบบ 3 เฟส เพื่อให้บ่อนกำลังไฟฟ้าเข้าสู่ระบบจำหน่ายได้สูงสุดเสมอ โดยระบบนี้มีลักษณะการทำงานตามหน้าที่ ดังนี้

- 1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งบนโครงสร้างรองรับแผงผลิตไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อได้รับแสงจากดวงอาทิตย์
- 2) กระแสไฟฟ้าที่ถูกผลิตออกมาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกรวบรวมไว้ที่อินเวอร์เตอร์
- 3) อินเวอร์เตอร์จะทำการแปลงไฟฟ้ากระแสตรง ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งจะ synchronize กับแรงดันไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า 230 โวลต์ / 400 โวลต์ และสามารถบันทึกข้อมูลการทำงานได้
- 4) เมื่อเกิดเหตุขัดข้องกับระบบพลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ หรือระบบใช้งานที่เกี่ยวข้อง การเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าจะถูกตัดลงโดยอุปกรณ์ป้องกันของระบบไฟฟ้า (รีเลย์ป้องกันของอินเวอร์เตอร์) โดยเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในโครงการได้ผ่านการพิจารณาตามข้อกำหนดสำหรับอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าประเภทเชื่อมต่อกับโครงข่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดิน

ประวัติและผลงานอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร (คนที่ 5)

1. ชื่อ นาย ปริญญา นามสกุล ไกรวณินันท์

2. ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

3. ประวัติการศึกษา

ระดับ	คุณวุฒิ/สาขาวิชา - วิชาเอก	สถานศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาโท	(วท.ม.) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2550
ปริญญาตรี	(วท.บ.) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยนเรศวร	2547

4. รายวิชาที่รับผิดชอบ

4063902	สถิติเพื่อการวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม	3(3-0-6)
4062110	นิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)
4064201	จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม	3(2-2-5)
4063423	เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย	3(2-2-5)
4063425	เทคโนโลยีการควบคุมมลพิษ	3(3-0-6)

5. ผลงานทางวิชาการ/งานวิจัย (ที่ตรงกับสาขาวิชาของหลักสูตร)

Pongthep Jansanthea, Jaratpong Kanthabangharn, Weerasak Chomkitichai, Jiraporn Ketwaraporn, Chaluay Saovakon, Chaowarit Wansao, Aimon Wanaek, Parinya Kraivuttinun, Pusit Pookmanee and Sukon Phanichphant. (2021). **Temperature-controlled synthesis and photocatalytic properties of ZnO-SnO₂ nanocomposites**. Journal of the Australian Ceramic Society. 57, p. 579–588.

เกณฑ์มาตรฐานผลงานทางวิชาการ (แสดงเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงตามผลงานที่แนบมา)

✓	เกณฑ์มาตรฐานตามระบบ CHECO
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับความร่วมมือระหว่างประเทศ
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับชาติ
✓	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ระดับนานาชาติ
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับภูมิภาคอาเซียน
	งานสร้างสรรค์ที่ได้รับการเผยแพร่ในระดับสถาบัน
	งานสร้างสรรค์มีการเผยแพร่สู่สาธารณะในลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ Online
	ตำราหรือหนังสือที่ได้รับการประเมินผ่านเกณฑ์การขอรับตำแหน่งทางวิชาการแล้ว
	ตำราหรือหนังสือที่ผ่านการพิจารณาตามหลักเกณฑ์การประเมินตำแหน่งทางวิชาการแต่ไม่ได้นำมาขอรับการประเมินตำแหน่งทางวิชาการ
	บทความวิจัย หรือ บทความทางวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่ปรากฏในฐานข้อมูลกลุ่มที่ 2
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ หรือใน
	วารสารวิชาการระดับชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์
	การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการฉบับสมบูรณ์ที่ตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ หรือใน
	วารสารวิชาการระดับชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการการอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์
	การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556
	บทความวิจัยหรือบทความวิชาการที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการ
	การอุดมศึกษาว่าด้วย หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ.2556 แต่สถาบันนำเสนอสถาบัน
	อนุมัติและจัดทำเป็นประกาศให้ทราบเป็นการทั่วไป และแจ้งให้ กพอ./กกอ. ทราบภายใน 30 วันนับแต่วันที่ออกประกาศ(ซึ่งไม่อยู่ใน Beall's list)
	หรือตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่ปรากฏในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 1
	ประสบการณ์จากสถานประกอบการ
	ผลงานค้นพบพันธุ์พืช ที่ค้นพบใหม่และได้รับการจดทะเบียน
	ผลงานที่ได้รับการจดสิทธิบัตร
	ผลงานวิจัยที่ได้รับการจดอนุสิทธิบัตร
	ผลงานวิจัยที่หน่วยงานหรือองค์กรระดับชาติว่าจ้างให้ดำเนินการ
	ผลงานวิชาการรับใช้สังคมที่ได้รับเกณฑ์การประเมินการขอตำแหน่งทางวิชาการแล้ว

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลดังกล่าวข้างต้นถูกต้อง ครบถ้วน

(ลงชื่อ).....

(นายปริญญ์ ไกรวณินันท์)

อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตร

ตรวจสอบแล้วถูกต้องเป็นไปตามเกณฑ์ฯ

(ลงชื่อ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมคิด หุ่นใจ)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



Temperature-controlled synthesis and photocatalytic properties of ZnO–SnO₂ nanocomposites

Pongthep Jansanthea¹ · Jaratpong Kanthabangharn¹ · Weerasak Chomkitichai¹ · Jiraporn Ketwaraporn¹ · Chaluy Saovakon¹ · Chaowarit Wansao² · Aimon Wanaek² · Parinya Kraivuttinun³ · Pusit Pookmanee^{4,5} · Sukon Phanichphant⁶

Received: 21 July 2020 / Revised: 27 October 2020 / Accepted: 14 January 2021
 © Australian Ceramic Society 2021

Abstract

The objective of this work was the synthesis of a zinc oxide–tin oxide (ZnO–SnO₂; ZT) nanocomposite while controlling the growth structure with the calcination temperature and the photocatalytic degradation of a rhodamine B (RhB) dye solution. Zinc acetate, tin chloride, and sodium hydroxide were used as the precursor. In the study of the effect of the reaction temperature on the synthesis, the synthesis of the ZT nanocomposite had a temperature change in the range of 300–800 °C when the mole ratio of the precursors and other factors were held constant. The effect of the synthesis reaction temperature on the photocatalytic activity was examined. The synthesized samples were characterized by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), energy-dispersive spectroscopy (EDS), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), UV–vis diffuse reflectance spectroscopy (UV–DRS), and photoluminescence (PL) spectroscopy. Results showed that the synthesized ZT nanocomposites consisted of hexagonal ZnO and tetragonal SnO₂. The content of SnO₂ in the sample increased evidently with increasing reaction temperature. The experimental findings showed that increasing the reaction temperature resulted in favorable chemical and physical properties for the ZT nanocomposite photocatalytic reactions, such as high-purity phases, high crystallinity, and lower rates of electron–hole pair recombination. RhB was used as the representative pollutant for evaluating the photocatalytic activity under UV illumination. The ZT nanocomposite synthesized at 800 °C showed the highest photodegradation efficiency of 79.53% and a first-order kinetic rate constant of 0.0139 min^{−1} in 120 min. The most influential factors affecting the photocatalytic activity were the phase proportions and the phase purity of the ZT nanocomposite, which were controlled via the calcination temperature.

Keywords ZnO–SnO₂ · Temperature control · Photocatalytic · Rhodamine B

Introduction

In the past several decades, many semiconductor metal oxides have attracted increasing attention in the wide variety of applications, such as environmental monitoring, air quality control, gas sensors, and photocatalysis in air and water purification treatments [1, 2]. Zinc oxide (ZnO) and tin oxide (SnO₂) are *n*-type wide band gap semiconductors ($E_g = 3.37$ and 3.6 eV, respectively), making them interesting candidates for the development of future materials due to their wide range of applications [3, 4]. Among the nanomaterials used for photocatalysis, those materials synthesized of ZnO and SnO₂ are important semiconductor materials with large direct band gaps and high exciton binding energies. They also have good stability and are low cost and non-toxic [5, 6]. However, the disadvantage of a pure semiconductor photocatalyst is that the rapid recombination of photo-produced electrons and holes in

✉ Pongthep Jansanthea
 pongthep.jan@ur.ac.th

¹ Program in Chemistry, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000, Thailand

² Program in Physics, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000, Thailand

³ Program in Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000, Thailand

⁴ Program in Applied Chemistry, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand

⁵ Nanoscience and Nanotechnology Research Laboratory (NNRL), Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand

⁶ Materials Science Research Center, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

the semiconductors significantly reduces the efficiency of photocatalytic reaction, resulting in the decreased efficiency of the photocatalytic reactions. A solution to this problem is the coupling of two semiconductors, which results in good chemical and physical properties [7].

In the last decades, some complex oxides, including ZnO-SnO₂, have attracted wide interest with due to the possibility of optimizing the physical and chemical properties of the photocatalyst. A ZnO-SnO₂ nanocomposite exhibits a higher photo response than pure ZnO or SnO₂ [8]. Accordingly, the addition of ZnO to SnO₂ will generate useful composite nanostructures [9]. In the case of coupled semiconductors, the photocatalytic efficiency depends largely upon the location of the valence band (VB) and conduction band (CB) edges. The CB edge of ZnO is more negative than that of SnO₂, which makes SnO₂ the better candidate for accepting electrons from the CB of ZnO, whereas the VB edge of ZnO is less positive than that of SnO₂, which favors the transfer of holes from the VB of SnO₂ to the VB of ZnO. This whatever is most suitable as a descriptor result in better charge separation, which leads to an increase in photocatalytic efficiency [10]. The ratio between ZnO and SnO₂ is also important to the photocatalytic reaction efficiency. Most researches were conducted by setting the concentrations of precursors in different proportions [3, 11].

In the present study, we report on a ZT nanocomposite synthesized via chemical precipitation and control the proportion of ZnO:SnO₂ by using calcination processes at different temperatures. The synthesized samples will be investigated in terms of their chemical, physical, and optical properties. The photocatalytic degradation of RhB dye solution over the ZT nanocomposite is investigated to demonstrate potential applications. In addition, a possible growth mechanism for the ZT nanocomposite is proposed. Finally, the photodegradation mechanism of the ZT nanocomposite is discussed.

Materials and methods

Materials

All chemicals were analytical reagent grade and used without any further purification. The deionized (DI) water was used for solution preparation. The reagents consisted of zinc acetate dihydrate (99.5%, LOBA Chemie, India), tin(II) chloride (98.0%, Kemats, Australia), sodium hydroxide (98.0%, LOBA Chemie, India), hydrochloric acid (35.4%, LOBA Chemie, India), and rhodamine B (99.5%, LOBA Chemie, India).

Synthesis and characterization

Nanocrystalline stoichiometric ZT samples were synthesized from 0.05 M aqueous solution of zinc acetate dihydrate ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and tin(II) chloride dihydrate

($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ was dissolved in 100 mL of DI water, while $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ was dissolved in 20 mL of conc. HCl and diluted to 100 mL with DI water. Next, these two mixtures were mixed together using a 1:1 mol ratio and stirred for about 30 min. Afterwards, 0.1 M NaOH solution was slowly added dropwise to the homogeneous mixture with constant stirring to complete precipitation. The precipitate was obtained, filtered, and then dried at 80 °C for 24 h. Finally, the powder was calcined at 300, 600, and 800 °C for 12 h. The synthesized samples were labeled according to their calcination temperatures as ZT-300, ZT-600, and ZT-800, respectively. For pure ZnO and SnO₂, separate precipitates were obtained via the same process and finally calcined at 600 °C for 12 h.

The phase transitions of the final samples were studied via X-ray diffractometer (JEOL, JDX-3530, Japan). The morphologies and chemical compositions of the synthesized samples were investigated by scanning electron microscope (JEOL, JSM 5410LV, Japan) and energy-dispersive spectrometer (Oxford, Inca 6647, England). The functional groups of sample powder were identified via a Fourier transform infrared spectrometer (Perkin Elmer, Spectrum RX I, England). The band gap energy was recorded using a UV-vis diffuse reflectance spectrophotometer (Shimadzu, UV-3101PC, Japan). The electronic structures of the samples were investigated via photoluminescence spectrometer (AVANTES, AvaSpec-2048TECH, Netherlands).

Photocatalytic studies

The photocatalytic activities of the final samples were studied under UV irradiation. Rhodamine B (RhB) was chosen as the representative dye pollutant with which to evaluate the photocatalytic activity of the synthesized sample. The evolution of the initial concentration of 2×10^{-6} M RhB was followed through the evolution of the characteristic wavelength at 554 nm. The photocatalytic experiments were carried out in 100-mL glass reactors containing 50 mL of RhB solution and 0.050 g of ZT photocatalyst. The reactor was covered by a black wall box to prevent external radiation. Similar UV irradiation was provided by two 6-W UV tube lamps with short waves of 254 nm UV-C (Sylvania, G6W, Japan) from vertical positions on both sides of the reactor. The schematic diagram of the photocatalytic set-up is shown in Fig. 1. In each test, the reaction had to reach chemical adsorption-desorption equilibrium via continuous stirring for 60 min in the black wall box without external illumination. Afterwards, each solution was irradiated under UV light with continuous magnetic stirring. A fixed quantity of the solution (3 mL) was removed at preset time intervals of about 0, 15, 30, 45, 60, 90, and 120 min. Then, the sample was filtered through a 0.22- μm syringe filter (MS® MCE Syringe filter, Membrane Solution, USA). The concentration of RhB solution was determined by UV-vis spectrophotometer (T90+, PG Instruments, UK).

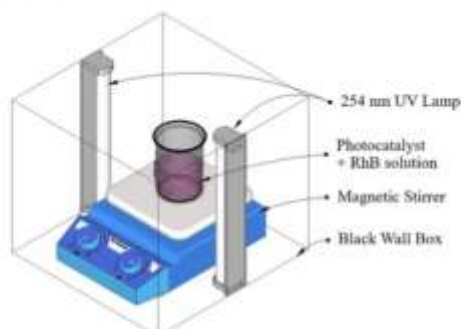


Fig. 1 Schematic diagram of the photocatalytic set-up

Results and discussion

Characterizations of the ZT nanocomposites

XRD analysis

The X-ray diffraction patterns of the ZT nanocomposite samples are shown in Fig. 2. As can be seen, all reflections correspond to crystalline ZnO and SnO₂, in accordance with the Joint Committee on Powder Diffraction Standards (JCPDS) file no. 01-079-0205 and file no. 00-002-1337, respectively. The main characteristic peaks at 2θ values of 31.98°, 34.66°, 36.48°, 47.75°, and 56.81° correspond to the (100), (002), (101), (102), and (110) diffraction planes of hexagonal ZnO, respectively. The diffraction peaks at 26.92°, 34.11°, 38.17°, 52.11°, 54.94°, and 58.21° belong to the (110), (101), (200), (211), (220), and (002) diffraction planes of tetragonal SnO₂,

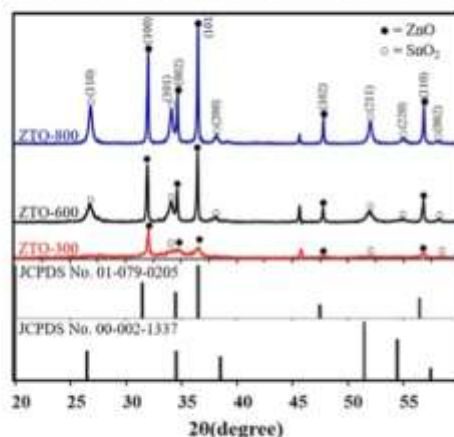


Fig. 2 XRD patterns for the ZT nanocomposite

respectively. No peaks corresponding to other phases, such as SnO, Sn(OH)₂, or ZnSn(OH)₆, were found. Additional peaks at 46.13° could not be identified as the phases of any possible compounds, consistent with previous reports [12]. For ZT-300, the intensities of the diffraction peaks assigned to tetragonal SnO₂ were very small. As the temperature increased to 600 °C, the characteristic peaks of the SnO₂ phase became more evident and had greater intensity. Peak intensities corresponding to the ZnO and SnO₂ phases also increased with increases in the calcination temperature. The approximate trend ratio can be obtained from the relative intensity ratio method [13]. The percentage of the SnO₂ phase was calculated based on the normalized ratio of the relative intensity for the (211) peak of SnO₂ to that for the (101) peak of ZnO. The calculated percentages for the SnO₂ phase were 6.55, 11.83, and 24.50% for ZT-300, ZT-600, and ZT-800, respectively. The average nano-crystallite sizes (*D*) were calculated using the Debye-Scherrer's equation [14]. The average crystallite sizes of the synthesized ZnO and SnO₂ were calculated using the most intense peak (101) and (110) planes of ZnO and SnO₂, respectively. The average crystallite sizes of ZnO were found to be 13.18, 79.47, and 94.07 nm for ZT-300, ZT-600, and ZT-800, respectively. The average crystallite sizes of SnO₂ were found to be 18.44 and 33.58 nm for ZT-600 and ZT-800, respectively. It was not possible to calculate the crystallite sizes of SnO₂ for the ZT-300 sample due to a very low signal. These results indicate that an increase in the calcination temperature increases the average crystallite sizes and crystallinities of the ZnO and SnO₂ phases.

SEM and EDS analyses

The SEM micrographs of the ZT nanocomposite samples are shown in Fig. 3. In terms of morphology, ZT-300 consists of spherical-like, needle-like, and agglomerate particles. In the case of ZT-600, the particles are granular, uniform, and better distributed than those of ZT-300. Furthermore, the ZT-800 particles are irregular in shape and have a high degree of agglomeration. The EDS spectra and elemental contents of the ZT nanocomposites are shown in Fig. 4. They confirm the presence of Zn, Sn, and O on the ZT nanocomposite samples. From the table in Fig. 4, it was found that the weight percentage of Sn increases with increasing calcination temperature. This result was consistent in an increase in SnO₂ phase from the XRD results, and similar to the synthesis results obtained by preparing with a higher Sn ratio [15].

FTIR analysis

The functional groups of the synthesized ZT nanocomposites were examined using FTIR spectroscopy in the range of 400–4000 cm⁻¹ at room temperature, and the results are presented in Fig. 5. The observed FTIR spectrums exhibit various well-

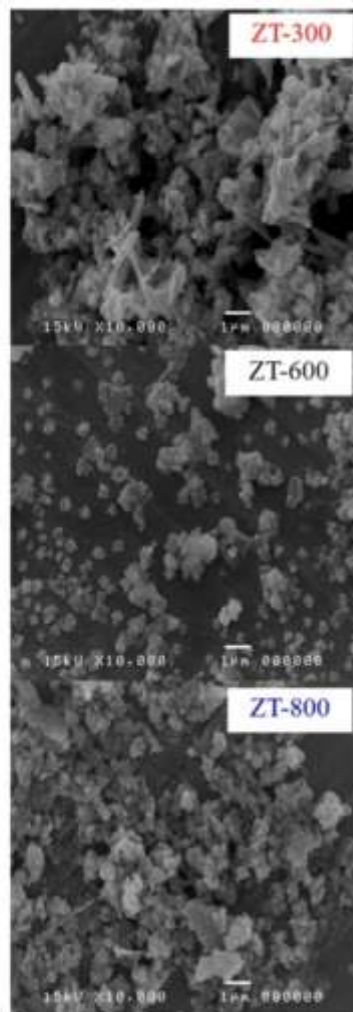


Fig. 3 SEM images of the ZT nanocomposites

defined absorption bands at 490, 670, 912, 1044, 3452, and 3494 cm^{-1} . As can be seen, the appearance of a peak at 490 cm^{-1} clearly indicates the formation of ZnO nanoparticles, which is corroborated by Nagaraju [16]. Absorbance bands around 620–670 cm^{-1} could be attributed to the framework vibrations of tin oxide [17]. It is clear that absorbance bands at 490 and 670 cm^{-1} that contribute to Zn–O and O–Sn–O appear in the IR spectrum of synthesized ZT samples,

confirming the presence of the ZnO and SnO₂ nanocomposites. The observed broad peaks at 530 cm^{-1} are due to possible vibrations of Sn–O modes [18]. The bonds in the wavelength ranging from 912 to 1044 cm^{-1} are ascribed to the bending of the Sn–OH bonds, and the peaks at 3452–3494 cm^{-1} come from the stretching mode vibrations of OH [11, 19]. Thus, the FTIR spectra confirmed that the Sn–O bonds and OH groups resulting from the phase transformation of Sn(OH)₂ to SnO₂ are not yet completely present in all cases [20, 21]. No significant peak corresponding to the Sn–OH bonds is observed in the ZT nanocomposite calcined at 800 °C. The ZT-800 sample showed that higher purity ZnO–SnO₂ phases are possible when the ZT nanocomposite is calcined at higher temperatures.

Optical analyses

The optical absorption properties of the synthesized ZT nanocomposites were studied by employing UV–vis diffusion reflectance analysis, as shown in Fig. 6. Figure 6 shows the broad absorption spectra of the ZT nanocomposite samples synthesized at different calcination temperatures. The characteristic peak of pure ZnO at 375 nm is where a sharp decrease in absorption, i.e., the absorption band edge, appears [22, 23]. This peak reveals the formation of ZnO and can be explained by the transition of electrons from the VB to the CB, thus leading to the intrinsic band gap absorption of ZnO [24]. The UV–vis absorption spectrum of pure SnO₂ showed a peak at around 270 nm. All the ZT nanocomposite samples showed strong absorptions in the UV region around 270 and 375 nm. An exciton absorption at 375 nm was observed in the absorption spectrum for ZnO. In a direct band gap semiconductor where the wave vector is conserved, there is a relationship between the adsorption coefficient (α) near the absorption edge and the optical band gap (E_g). When the two oxides, for example, ZnO and SnO₂, are direct band gap semiconductors, the energy band gap of, for example, ZnO–SnO₂, can be determined. As such, the optical band gaps of the ZT nanocomposites were calculated using the following relation [25, 26]:

$$(\alpha h\nu)^2 = A(h\nu - E_g) \quad (1)$$

where A relates to the effective masses associated with the valence and conduction bands, α is the optical absorption coefficient, h is the Planck's constant, ν is the frequency of the photons, and E_g is the band gap energy. The optical band gap for the absorption edge can, therefore, be obtained by extrapolating the linear portion of $(\alpha h\nu)^2 - h\nu$ to $\alpha = 0$, as shown in Fig. 7. The energy band gaps of ZT-300, ZT-600, and ZT-800 are 3.30, 3.48, and 3.41 eV, respectively. The energy band gaps of the ZT nanocomposites were lower than those for pure ZnO and pure SnO₂. For the case of the ZT-300, it has the lowest band gap which does not follow the trend due to the presence of SnO phase in the composite materials. The presence of the SnO phase in the composite materials results