รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา วิทยาเขตกาญจนบุรี

หมวดที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

๑. รหัสและชื่อรายวิชา

ภาษาไทย	กญสภ ๓๑๒	หน่วยกระบวนการทางสิ่งแวดล้อม
ภาษาอังกฤษ	KAED 312	Environmental Unit Operations

๒. จำนวนหน่วยกิต ๓(๓-๐-๖) หน่วยกิต (ทฤษฎี-ปฏิบัติ-ค้นคว้า)

๓. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา

๓.๑ หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและการจัดการภัยพิบัติ
๓.๒ ประเภทของรายวิชา กลุ่มวิชาเฉพาะบังคับ

๔. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา อาจารย์เพ็ญศิริ ประชากิตติกุล
อาจารย์ผู้สอน อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์

๕. ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน

๕.๑ ภาคการศึกษาที่ ๑ / ชั้นปีที่ ๓
๕.๒ จำนวนผู้เรียนที่รับได้ ไม่เกิน ๖๐ คน

๖. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) กญสภ ๒๐๕ เคมีสำหรับวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
กญสภ ๒๐๖ ปฏิบัติการน้ำและน้ำเสีย
กญสภ ๒๑๐ ชลศาสตร์

๗. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) ไม่มี

๘. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี
(เรียนออนไลน์ผ่าน Cisco Webex Meeting และ
Google classroom: Classcode: ej4ou7e)

๙. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด วันที่ ๒๒ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๓

หมวดที่ ๒ จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

๑. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

เพื่อให้นักศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและการจัดการภัยพิบัติมีความรู้ความสามารถดังนี้

๑.๑ นักศึกษาเรียนรู้การทำงานของหน่วยบำบัดน้ำทิ้งทางฟิสิกส์ และทางเคมีแบบต่างๆ

๑.๒ นักศึกษาเข้าใจถึงคุณสมบัติของน้ำเสีย และความสัมพันธ์ของการใช้งานหน่วยบำบัดแต่ละชนิด

๑.๓ นักศึกษารู้จักพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินงานของหน่วยบำบัด

๑.๔ นักศึกษาทราบถึงสมการในการออกแบบ และที่มาของสมการที่ใช้

๒. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ การออกแบบ และการประยุกต์ของหน่วยปฏิบัติการทางฟิสิกส์และทางเคมีในการบำบัดน้ำและน้ำเสีย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางวิชาชีพ

หมวดที่ ๓ ลักษณะและการดำเนินการ

๑. คำอธิบายรายวิชา

หลักการ การออกแบบ และการประยุกต์ของหน่วยปฏิบัติการทางฟิสิกส์และทางเคมีในการบำบัดน้ำและน้ำเสีย การกวนผสม การตกตะกอน การลอยตะกอน การกรอง การปรับสมดุล การสร้างและรวมตะกอน การตกตะกอนทางเคมี การแลกเปลี่ยนประจุ การดูดซับและการดูดติดผิว การเติมอากาศและการถ่ายเทมวล

Fundamentals, designs and applications of physical and chemical unit operations in water and wastewater treatment, mixing, sedimentation, floatation, equalization, coagulation and flocculation, chemical precipitation, ion-exchange, absorption and adsorption, aeration and mass transfer operations.

๒. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

บรรยาย (ชั่วโมง)	สอนเสริม (ชั่วโมง)	การฝึกปฏิบัติ/งานภาคสนาม/การฝึกงาน (ชั่วโมง)	การศึกษาด้วยตนเอง (ชั่วโมง)
๔๕ ชั่วโมง (๓ ชั่วโมง / สัปดาห์)	-	-	๙๐ ชั่วโมง (๖ ชั่วโมง / สัปดาห์)

๓. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

๑ ชั่วโมง / สัปดาห์

หมวดที่ ๔ การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

๑. สรุปสั้นๆ เกี่ยวกับความรู้ หรือทักษะที่รายวิชามุ่งหวังที่จะพัฒนานักศึกษา

เพื่อพัฒนานักศึกษาให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ การออกแบบ พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการของระบบบำบัดน้ำและน้ำเสีย ตลอดจนที่มาของสมการที่ใช้ในการออกแบบ และการประยุกต์ของหน่วยปฏิบัติการทางฟิสิกส์และทางเคมีในการบำบัดน้ำและน้ำเสีย

๒. คำอธิบายเกี่ยวกับวิธีการสอนที่จะใช้ในรายวิชาเพื่อพัฒนาความรู้ หรือทักษะในข้อ ๑

รูปแบบการสอนและพัฒนาความรู้ มุ่งเน้นการบรรยาย อภิปราย การทำงานกลุ่ม การนำเสนอรายงาน การวิเคราะห์กรณีศึกษา และมอบหมายให้ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยนำมาสรุปและนำเสนอ

๓. วิธีการที่จะใช้วัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษาในรายวิชานี้เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ในมาตรฐานการเรียนรู้แต่ละด้านที่เกี่ยวข้อง

๑. คุณธรรม จริยธรรม

คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

	๑.๑	เข้าใจและซาบซึ้งในวัฒนธรรมไทย ตระหนักในคุณค่าของระบบคุณธรรม จริยธรรม เสียสละและซื่อสัตย์สุจริต
	๑.๒	วินัย ตรงต่อเวลา รับผิดชอบต่อตนเองและสังคม เคารพกฎระเบียบและข้อบังคับต่าง ๆ ขององค์กรและ สังคม
O	๑.๓	มีภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม สามารถทำงานเป็นหมู่คณะ สามารถแก้ไขข้อขัดแย้งตามลำดับความสำคัญเคารพสิทธิและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รวมทั้งเคารพในคุณค่าและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์
●	๑.๔	สามารถวิเคราะห์และประเมินผลกระทบจากการใช้ความรู้ทางวิศวกรรมต่อบุคคล องค์กร สังคมและสิ่งแวดล้อม
●	๑.๕	มีจรรยาบรรณทางวิชาการและวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในฐานะผู้ประกอบวิชาชีพ รวมถึงเข้าใจถึงบริบททางสังคมของวิชาชีพวิศวกรรมในแต่ละสาขา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

วิธีการสอน

√	(๑)	บรรยาย(แบบปฏิสัมพันธ์ : ให้ตอบคำถามสั้นๆ, ระดมความคิด,สอดแทรกคุณธรรมและจริยธรรมในการสอน)
√	(๒)	มอบหมายงานรายบุคคล (การบ้าน / ตอบคำถาม / แบบทดสอบ / ค้นคว้า)
	(๓)	มอบหมายงานกลุ่ม (อภิปรายเพื่อตอบคำถาม / วิเคราะห์ปัญหาและกรณีศึกษา /ทำรายงาน)

(๔) ให้นำเสนอข้อมูล / ผลงาน (ด้วยวาจาและสื่อ)
(๕) สาธิต / ดูงาน
(๖) ให้ฝึกงาน
(๗) ให้ฝึกปฏิบัติการแสดงออกซึ่งพฤติกรรม

วิธีการประเมินผล

√ (๑) ประเมินจากการเข้าเรียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
√ (๒) ประเมินจากการส่งงานตามเวลาที่กำหนด
√ (๓) ประเมินจากผลงานรายบุคคล (การบ้าน / เอกสาร / รายงาน)
(๔) ประเมินจากผลงานกลุ่ม (เอกสาร / รายงาน)
(๕) ประเมินจากการนำเสนอ (ด้วยวาจาและสื่อ)
(๖) ประเมินจากการสอบข้อเขียน
(๗) ประเมินจากการสอบปากเปล่า
(๘) ประเมินจากการสอบภาคปฏิบัติ
(๙) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลอง
(๑๐) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง
(๑๑) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง (โดยเพื่อนนักศึกษา / ผู้ร่วมงาน)
√ (๑๒) ประเมินจากปริมาณการกระทำทุจริตในการสอบกลางภาค และปลายภาค

๒. ความรู้

ความรู้ที่ต้องได้รับ

○ ๒.๑ มีความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน วิศวกรรมพื้นฐาน เพื่อการประยุกต์ใช้กับงานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และการสร้างนวัตกรรมทางเทคโนโลยี
● ๒.๒ มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีที่สำคัญในเนื้อหาของสาขาวิชาเฉพาะด้านทางวิศวกรรม
๒.๓ สามารถบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาที่ศึกษากับความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
๒.๔ สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่เหมาะสม รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น
๒.๕ สามารถใช้ความรู้และทักษะในสาขาวิชาของตน ในการประยุกต์แก้ไขปัญหาในงานจริงได้

วิธีการสอน

√ (๑) บรรยาย (แบบปฏิสัมพันธ์ : ให้ตอบคำถามสั้นๆ, ระดมความคิด)
√ (๒) มอบหมายงานรายบุคคล (การบ้าน / ตอบคำถาม / แบบทดสอบ / ค้นคว้า)
(๓) มอบหมายงานกลุ่ม (อภิปรายเพื่อตอบคำถาม / วิเคราะห์ปัญหาและกรณีศึกษา /ทำรายงาน)
(๔) ให้นำเสนอข้อมูล / ผลงาน (ด้วยวาจาและสื่อ)

(๕) สาธิต / ดูงาน
(๖) ให้ฝึกงาน/ฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ
(๗) ให้ฝึกปฏิบัติการแสดงออกซึ่งพฤติกรรม

วิธีการประเมินผล

(๑) ประเมินจากการเข้าเรียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
(๒) ประเมินจากการส่งงานตามเวลาที่กำหนด
√ (๓) ประเมินจากผลงานรายบุคคล (การบ้าน / เอกสาร / รายงาน)
(๔) ประเมินจากผลงานกลุ่ม (เอกสาร / รายงาน)
(๕) ประเมินจากการนำเสนอ (ด้วยวาจาและสื่อ)
√ (๖) ประเมินจากการสอบข้อเขียน
(๗) ประเมินจากการสอบปากเปล่า
(๘) ประเมินจากการสอบภาคปฏิบัติ
(๙) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลอง
(๑๐) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง
(๑๑) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง (โดยเพื่อนนักศึกษา / ผู้ร่วมงาน)

๓. ทักษะทางปัญญา

ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

○ ๓.๑ มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ดี
● ๓.๒ สามารถรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์ และสรุปประเด็นปัญหาและความต้องการ
○ ๓.๓ สามารถคิด วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาด้านวิศวกรรมได้อย่างมีระบบ รวมถึงการใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการทำงานได้
๓.๔ มีจินตนาการและความยืดหยุ่นในการปรับใช้องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม ในการพัฒนานวัตกรรมหรือต่อยอดองค์ความรู้จากเดิมได้อย่างสร้างสรรค์
๓.๕ สามารถสืบค้นข้อมูลและค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตและทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางองค์ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ

วิธีการสอน

√ (๑) บรรยาย (แบบปฏิสัมพันธ์ : ให้ตอบคำถามสั้นๆ, ระดมความคิด)
√ (๒) มอบหมายงานรายบุคคล (การบ้าน / ตอบคำถาม / แบบทดสอบ / ค้นคว้า)
(๓) มอบหมายงานกลุ่ม (อภิปรายเพื่อตอบคำถาม / วิเคราะห์ปัญหาและกรณีศึกษา /ทำรายงาน)
(๔) ให้นำเสนอข้อมูล / ผลงาน (ด้วยวาจาและสื่อ)
(๕) สาธิต / ดูงาน
(๖) ให้ฝึกงาน/ ฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ
(๗) ให้ฝึกปฏิบัติการแสดงออกซึ่งพฤติกรรม

วิธีการประเมินผล

(๑) ประเมินจากการเข้าเรียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
(๒) ประเมินจากการส่งงานตามเวลาที่กำหนด
√ (๓) ประเมินจากผลงานรายบุคคล (การบ้าน / เอกสาร / รายงาน)
√ (๔) ประเมินจากผลงานกลุ่ม (เอกสาร / รายงาน)
(๕) ประเมินจากการนำเสนอ (ด้วยวาจาและสื่อ)
√ (๖) ประเมินจากการสอบข้อเขียน
(๗) ประเมินจากการสอบปากเปล่า
(๘) ประเมินจากการสอบภาคปฏิบัติ
(๙) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลอง
(๑๐) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง
(๑๑) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง (โดยเพื่อนนักศึกษา / ผู้ร่วมงาน)

๔. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

๔.๑ สามารถสื่อสารกับกลุ่มคนที่หลากหลาย และสามารถสนทนาทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ
๔.๒ สามารถเป็นผู้ริเริ่มแสดงประเด็นในการแก้ไขสถานการณ์เชิงสร้างสรรค์ทั้งส่วนตัวและส่วนรวม พร้อมทั้ง แสดงจุดยืนอย่างพอเหมาะทั้งของตนเองและของกลุ่ม
○ ๔.๓ สามารถวางแผนและรับผิดชอบในการพัฒนาการเรียนรู้ทั้งของตนเอง
● ๔.๔ รู้จักบทบาท หน้าที่ และมีความรับผิดชอบในการทำงานตามที่มอบหมาย
๔.๕ มีจิตสำนึกความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยในการทำงาน

วิธีการสอน

√ (๑) บรรยาย (แบบปฏิสัมพันธ์ : ให้ตอบคำถามสั้นๆ, ระดมความคิด)
√ (๒) มอบหมายงานรายบุคคล (การบ้าน / ตอบคำถาม / แบบทดสอบ / ค้นคว้า)
(๓) มอบหมายงานกลุ่ม (อภิปรายเพื่อตอบคำถาม / วิเคราะห์ปัญหาและกรณีศึกษา / ทำรายงาน)
(๔) ให้นำเสนอข้อมูล / ผลงาน (ด้วยวาจาและสื่อ)
(๕) สาธิต / ดูงาน
(๖) ให้ฝึกงาน/ ฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ
(๗) ให้ฝึกปฏิบัติการแสดงออกซึ่งพฤติกรรม

วิธีการประเมินผล

√	(๑)	ประเมินจากการเข้าเรียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
√	(๒)	ประเมินจากการส่งงานตามเวลาที่กำหนด
√	(๓)	ประเมินจากผลงานรายบุคคล (การบ้าน / เอกสาร / รายงาน)
	(๔)	ประเมินจากผลงานกลุ่ม (เอกสาร / รายงาน)
	(๕)	ประเมินจากการนำเสนอ (ด้วยวาจาและสื่อ)
	(๖)	ประเมินจากการสอบข้อเขียน
	(๗)	ประเมินจากการสอบปากเปล่า
	(๘)	ประเมินจากการสอบภาคปฏิบัติ
	(๙)	ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลอง
	(๑๐)	ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง
	(๑๑)	ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง (โดยเพื่อนนักศึกษา / ผู้ร่วมงาน)

๕. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ต้องพัฒนา

	๕.๑	มีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ สำหรับการทำงานที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพได้เป็นอย่างดี
	๕.๒	มีทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงสถิติประยุกต์ต่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้อย่างสร้างสรรค์
O	๕.๓	สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ทันสมัยได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
	๕.๔	มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลทั้งทางการพูด การเขียน และการสื่อความหมายโดยใช้สัญลักษณ์
●	๕.๕	สามารถใช้เครื่องมือการคำนวณและเครื่องมือทางวิศวกรรมเพื่อประกอบวิชาชีพ

วิธีการสอน

√	(๑)	บรรยาย (แบบปฏิสัมพันธ์ : ให้ตอบคำถามสั้นๆ, ระดมความคิด)
√	(๒)	มอบหมายงานรายบุคคล (การบ้าน / ตอบคำถาม / แบบทดสอบ / ค้นคว้า)
	(๓)	มอบหมายงานกลุ่ม (อภิปรายเพื่อตอบคำถาม / วิเคราะห์ปัญหาและกรณีศึกษา /ทำรายงาน)
	(๔)	ให้นำเสนอข้อมูล / ผลงาน (ด้วยวาจาและสื่อ)
	(๕)	สาธิต / ดูงาน
	(๖)	ให้ฝึกงาน/ ฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ
	(๗)	ให้ฝึกปฏิบัติการแสดงออกซึ่งพฤติกรรม

วิธีการประเมินผล

	(๑)	ประเมินจากการเข้าเรียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
	(๒)	ประเมินจากการส่งงานตามเวลาที่กำหนด
√	(๓)	ประเมินจากผลงานรายบุคคล (การบ้าน / เอกสาร / รายงาน)

	(๔)	ประเมินจากผลงานกลุ่ม (เอกสาร / รายงาน)
	(๕)	ประเมินจากการนำเสนอ (ด้วยวาจาและสื่อ)
√	(๖)	ประเมินจากการสอบข้อเขียน
	(๗)	ประเมินจากการสอบปากเปล่า
	(๘)	ประเมินจากการสอบภาคปฏิบัติ
	(๙)	ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จำลอง
	(๑๐)	ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง
	(๑๑)	ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงานในสถานการณ์จริง (โดยเพื่อนนักศึกษา / ผู้ร่วมงาน)

สัญลักษณ์ ● หมายถึง ความรับผิดชอบหลัก / สัญลักษณ์ O หมายถึง ความรับผิดชอบรอง / เว้นว่างหมายถึงไม่ได้รับผิดชอบ จะปรากฏอยู่ในแผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping)

หมวดที่ ๕ แผนการสอนและการประเมินผล

๑. แผนการสอน (ออนไลน์)

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน (ชม.)	กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
๑	- Introduction to the principles of physical and chemical unit operations แนะนำหลักการของหน่วยปฏิบัติการทางเคมีกายภาพ - Review of fluid flow, flow classification and measurement ทบทวนเรื่องการไหลของของไหล ชนิดและการวัดการไหล	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
๒	Primary Treatment - Screening, Grit Removal and Equalization (EQ) Tank I. : การบำบัดน้ำเสีย	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) การบ้าน **สื่อ**	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน (ชม.)	กิจกรรมการเรียน การสอน/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
	ขั้นต้น ตะแกรง และบ่อปรับสมดุล		(๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
๓	Primary Treatment - Screening, Grit Removal and Equalization (EQ) Tank II.: การบำบัดน้ำเสียขั้นต้น ตะแกรง และบ่อปรับสมดุล (ต่อ)	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) การบ้าน **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	
๔	Agitation and Mixing I.: ระบบการกวนผสมในถังปฏิกรณ์ ได้แก่ การกวนเร็ว กวนช้า และพารามิเตอร์ในการออกถังกวน หลักการเติมอากาศ	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) การบ้าน **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
๕	Agitation and Mixing II.: ระบบการกวนผสมในถังปฏิกรณ์ ได้แก่ การกวนเร็ว กวนช้า และพารามิเตอร์ในการออกถังกวน หลักการเติมอากาศ (ต่อ)	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) แบบทดสอบ (๓) การบ้าน **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
๖	Sedimentation I.: Free Settling (Coagulation and Flocculation) ระบบของถังตกตะกอน ประเภทของถังตกตะกอน หลักการทำงาน การออกแบบถังตกตะกอนและพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการตกตะกอน	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) การบ้าน **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน (ชม.)	กิจกรรมการเรียน การสอน/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
๗	Sedimentation II. : Hindered and Compression Settling ระบบของถังตกตะกอน ประเภทของถังตกตะกอน หลักการทำงาน การออกแบบถังตกตะกอนและพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการตกตะกอน (ต่อ)	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) แบบทดสอบ (๓) การบ้าน **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์ อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์ อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
๘	Sedimentation III.: Flotation หลักการลอยตัว การออกแบบถังลอย และถังดักไขมัน		**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) ทบทวนเนื้อหาทั้งหมด **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	
๙	**สอบกลางภาค**			อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
๑๐	Filtration I. – Depth filtration หลักการกรอง ประเภทของตัวกลางในการกรอง คุณสมบัติของตัวกรอง พารามิเตอร์ในการออกแบบถังกรอง	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) การบ้าน **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
๑๑	Filtration II. – Surface filtration กระบวนการรีดน้ำออกจากตะกอน หลักการรีดน้ำออกจากตะกอน พารามิเตอร์ในการออกแบบ	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) การบ้าน **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน (ชม.)	กิจกรรมการเรียน การสอน/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
๑๒	Adsorption หลักการดูดซับสิ่งปนเปื้อนในถังปฏิกรณ์ ประเภทของตัวดูดซับ พารามิเตอร์ในการดูดซับ และการออกแบบระบบการดูดซับ	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) การบ้าน **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
๑๓	Ion exchange หลักการแลกเปลี่ยนประจุ ประเภทของสารเคมีในการแลกเปลี่ยนประจุ การพารามิเตอร์ในการออกแบบ	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) แบบทดสอบ (๓) การบ้าน **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
๑๔	Membrane Filtration Processes (Electrodialysis and Reverse Osmosis) เทคโนโลยีการกรองผ่านเนื้อเยื่อเบื้องต้น เช่น อิเล็กโตรไดอะไลซิส และการออสโมซิสแบบผันกลับ		**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) การบ้าน **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
๑๕	Chemical precipitation	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน** (๑) บรรยาย (๒) แบบทดสอบ (๓) การบ้าน **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
๑๖	Chemical Oxidation	๓	**กิจกรรมการเรียน การสอน**	

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน (ชม.)	กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
			(๑) บรรยาย (๒) ทบทวนเนื้อหาทั้งหมด **สื่อ** (๑) PowerPoint slides (๒) เอกสารประกอบการสอน	อาจารย์วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
๑๗	**สอบปลายภาค**			

๒. แผนการประเมินผลการเรียนรู้ (ออนไลน์)

ผลการเรียนรู้	กิจกรรม	สัปดาห์ที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
๑.๑	ประเมินจากการเข้าเรียน/การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน	๑-๘ และ ๑๐-๑๖	๕ %
๑.๔, ๑.๕, ๒.๑, ๒.๒, ๓.๑, ๓.๒, ๓.๓, ๔.๓, ๔.๔	ประเมินจากผลงานรายบุคคล (การบ้าน)	๒-๗ และ ๑๑-๑๕	๕ %
๑.๔, ๑.๕, ๒.๑, ๒.๒, ๓.๑, ๓.๒, ๓.๓, ๔.๓, ๔.๔	ประเมินจากผลงานรายกลุ่ม โดยการนำเสนอโปสเตอร์การออกแบบหน่วยปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม และเอกสารแนบวิธีการคำนวณ	๑๙	๑๕%
๒.๑, ๒.๒, ๓.๑, ๓.๒, ๓.๓, ๕.๕	ประเมินจากการทดสอบย่อย จำนวน ๕ ครั้ง	๔, ๖, ๘, ๑๒ และ ๑๕	๑๕%
๒.๑, ๒.๒, ๓.๑, ๓.๒, ๓.๓, ๕.๕	ประเมินจากการสอบข้อเขียน (สอบกลางภาค และสอบปลายภาค)	๙ และ๑๗-๑๘	๖๐%

หมวดที่ ๖ ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

๑. ตำราและเอกสารหลัก

(๑) McCabe WL, Smith JC, and Harriott P, Unit Operation for Chemical Engineering. New York : McGraw-Hill; 1993.

(๒) Reynolds and Richards, Unit Operations and Processes in Environmental Engineering. 2nd ed. PWS Publishing Company; 2002.

(๓) Metcalf & Eddy / Aecom, Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery, Fifth edition (Volume 1 and 2), McGraw-Hill Education, International Edition; 2014.

(๔) Theodore L, Dupont RR, and Ganeson K, Unit Operations in Environmental Engineering. John Wiley & Sons, Inc.; 2017.

๒. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

(๑) กรมโรงงานอุตสาหกรรม. ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ ๒. กรุงเทพมหานคร : สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน; ๒๕๔๘.

(๒) เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. การบำบัดน้ำเสีย. กรุงเทพมหานคร : มิตรนราการพิมพ์; ๒๕๓๙.

๓. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

เว็บไซต์ที่เกี่ยวกับหัวข้อในประมวลรายวิชา เช่น คำอธิบายศัพท์ เว็บไซต์ของกรมควบคุมมลพิษ เว็บไซต์ US.EPA

หมวดที่ ๗ การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

๑. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

แนวทางการประเมินประสิทธิผลในรายวิชานี้ ที่จัดทำโดยนักศึกษา ได้จัดกิจกรรมในการนำแนวคิดและความเห็นจากนักศึกษาได้ดังนี้

- การสนทนากลุ่มระหว่างอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษา
- แบบประเมินอาจารย์ผู้สอน และแบบประเมินรายวิชา

๒. กลยุทธ์การประเมินการสอน

แนวทางในการเก็บข้อมูลเพื่อประเมินการสอน ได้มีกลยุทธ์ ดังนี้

- ผลการเรียนของนักศึกษา
- การทวนสอบผลประเมินการเรียนรู้
- ผลการประเมินอาจารย์ผู้สอน

๓. การปรับปรุงการสอน

หลังจากผลการประเมินการสอนในข้อ ๒ จึงมีการปรับปรุงการสอน โดยการจัดกิจกรรมในการระดมสมอง และสรรหาข้อมูลเพิ่มเติมในการปรับปรุงการสอนดังนี้

- สัมมนาการจัดการเรียนการสอน

๔. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

ในระหว่างกระบวนการสอนรายวิชา มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์ในรายหัวข้อ ตามที่คาดหวังจากการเรียนรู้ในรายวิชา ได้จากการสอบถามนักศึกษา หรือการสุ่มตรวจผลงานของนักศึกษา รวมถึงพิจารณาจากผลการทดสอบย่อย และหลังการออกผลการเรียนรายวิชา มีการทวนสอบผลสัมฤทธิ์โดยรวมในวิชาได้ดังนี้

- การทวนสอบการให้คะแนนจากการสุ่มตรวจผลงานของนักศึกษาโดยอาจารย์อื่น หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ไม่ใช่อาจารย์ประจำหลักสูตร
- มีการตั้งคณะกรรมการในสาขาวิชา ตรวจสอบผลการประเมินการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยตรวจสอบข้อสอบ รายงาน วิธีการให้คะแนนสอบ และการให้คะแนนพฤติกรรม

๕. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมิน และทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอนและรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดคุณภาพมากขึ้น ดังนี้

- ปรับปรุงรายวิชาทุก ๕ ปี หรือตามข้อเสนอแนะและผลการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ตามข้อ ๔
- เปลี่ยนหรือสลับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้นักศึกษามีมุมมองในเรื่องการประยุกต์ความรู้นี้กับปัญหาที่ได้มาจากงานวิจัยของอาจารย์หรืออุตสาหกรรมต่างๆ

****

แผนที่แสดงการกระจายความรับผิดชอบมาตรฐานผลการเรียนรู้จากหลักสูตรสู่รายวิชา (Curriculum Mapping)

● ความรับผิดชอบหลัก ○ ความรับผิดชอบรอง

รายวิชา	**๑.คุณธรรมจริยธรรม**					**๒.ความรู้**					**๓.ทักษะทางปัญญา**					**๔.ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ**					**๕.ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ**				
หมวดวิชาเฉพาะ	๑.๑	๑.๒	๑.๓	๑.๔	๑.๕	๒.๑	๒.๒	๒.๓	๒.๔	๒.๕	๓.๑	๓.๒	๓.๓	๓.๔	๓.๕	๔.๑	๔.๒	๔.๓	๔.๔	๔.๕	๕.๑	๕.๒	๕.๓	๕.๔	๕.๕
กญสภ ๓๒๐ หน่วยกระบวนการทางสิ่งแวดล้อม		○		●	●	○	●			●	○	●	○					○	●				○		●