

## ภาคผนวก

- I. แนวการสอนรายวิชาสารมลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์
- II. แบบประเมินความรู้ ความสามารถ ทักษะและ พัฒนาการการเรียนรู้ ของนักศึกษา ก่อนและหลังเรียน
- III. ค่าสถิติทดสอบที (t-test) ของคะแนนเฉลี่ยของ พัฒนาการการเรียนรู้ระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วม กิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดปัญหาเป็นหลัก

## I. แผนการสอนรายวิชาสารมลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์

ชื่อวิชา	สารมลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์ (Water Pollutants and Analysis)		
รหัสวิชา	4063208		หน่วยการเรียนรู้ 3 (2-2)
หลักสูตร	ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต		โปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
ผู้สอน	อาจารย์ชาญ ยอดละ		ห้อง 251 (โทรศัพท์ภายใน 3112)

### คำอธิบายรายวิชา

แหล่งน้ำและความสำคัญของน้ำ ลักษณะที่สำคัญทางกายภาพและทางเคมีของน้ำ สารมลพิษทางน้ำ หน่วยที่ใช้ระบุความเข้มข้นของสารมลพิษ สารมลพิษทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม น้ำใช้ มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางน้ำ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ตะกอน ความขุ่น สี ความเป็นกรดด่าง และความกระด้าง การหาปริมาณคลอรีนตกค้าง คลอไรด์ เหล็ก แมงกานีส ซัลเฟต ตะกั่ว ปรอท ฟอสฟอรัส และฟอสเฟต บีโอดี ซีโอดี และการวิเคราะห์แบคทีเรีย

### แนวคิด

ปัจจุบันเป็นที่รู้กันดีว่า ทรัพยากรน้ำเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต คน พืช และสัตว์ เดิมทีประเทศไทยมีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ และมีทรัพยากรน้ำใช้อย่างพอเพียง อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน สืบเนื่องด้วยการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ รวมถึง จำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการบริโภคทรัพยากรน้ำกันอย่างมากมาย จนบางพื้นที่ไม่มีดิบเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ทั้งนี้เนื่องมาจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติต่างๆ ได้ถูกขุ่นปนด้วยสารมลพิษต่างๆ ซึ่งเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญ ดังนั้น การศึกษาเพื่อมลพิษทางน้ำ จึงเป็นเรื่องที่จำเป็นและสำคัญ ซึ่งในการศึกษาดังกล่าว จำเป็นต้องศึกษาถึงกฎหมายที่เกี่ยวข้อง รวมถึงวิธีการวิเคราะห์ค่าความสกปรกที่อยู่ในรูปต่างๆ ตามแหล่งน้ำ การเรียนรู้ อย่างเดียวคงไม่ประสบผล ทั้งนี้ ผู้เรียนต้องเกิดความตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรน้ำ ที่มีคุณค่า เอนกอนันต์ต่อเราเป็นอย่างยิ่ง

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้และตระหนัก ถึงความสำคัญของทรัพยากรน้ำ มลพิษทางน้ำที่สำคัญ
2. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ถึงกฎหมายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางน้ำ
3. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ถึงวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ด้วยลักษณะทางกายภาพ
4. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ถึงวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ด้วยลักษณะทางเคมี
5. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ถึงวิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ด้วยลักษณะทางชีวภาพ
6. เพื่อให้นักศึกษาได้เกิดความตระหนักถึงความสำคัญของมลพิษทางน้ำ

## เนื้อหา

- หน่วยที่ 1 แหล่งน้ำและความสำคัญ และปัญหามลพิษทางน้ำที่สำคัญของเมืองไทย**
- แหล่งน้ำและความสำคัญของน้ำในเมืองไทย
  - ลักษณะที่สำคัญทางกายภาพและทางเคมีของน้ำ
  - ปัญหามลพิษที่สำคัญของเมืองไทยในอดีตและปัจจุบัน
  - แนวทางและกลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ
  - การจัดการด้านมลพิษทางน้ำในปัจจุบัน
- หน่วยที่ 2 สารมลพิษทางน้ำที่สำคัญ**
- ความสำคัญของสารมลพิษทางน้ำ
  - สารมลพิษทางน้ำทางกายภาพ
  - สารมลพิษทางน้ำทางเคมี
  - สารมลพิษทางน้ำทางชีวภาพ
- หน่วยที่ 3 มาตรฐานคุณภาพน้ำ**
- มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน
  - มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม น้ำใช้
  - มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา
  - มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งกรมโรงงานอุตสาหกรรม
  - มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งประเภทอื่น ๆ
- หน่วยที่ 4 แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางน้ำ**
- แหล่งที่เฉพาะเจาะจง
  - แหล่งที่ไม่เฉพาะเจาะจง
- หน่วยที่ 5 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ**
- สี กลิ่น อุณหภูมิ
  - ความเป็นกรด ด่าง
  - ความขุ่น
  - ปริมาณของแข็ง
  - ความกระด้าง
  - สภาพการนำไฟฟ้า

#### หน่วยที่ 6 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านเคมี

- การหาคลอรินตกค้าง
- การวิเคราะห์โลหะหนัก เช่น เหล็ก แมงกานีส ซัลเฟต ตะกั่ว ปรอท
- การวิเคราะห์ธาตุที่เป็นสารอาหาร เช่น ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน
- ซี โอ ดี

#### หน่วยที่ 7 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ

- บี โอ ดี
- การวิเคราะห์แบคทีเรีย

#### หน่วยที่ 8 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบง่าย

- ชุดวิเคราะห์คุณภาพน้ำ PACK TEST
- โครงการนักสืบสายน้ำ
- ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำโดยมีสิ่งมีชีวิตในน้ำ

#### กิจกรรมการเรียนรู้

- การปฏิบัติการ (Laboratory Practice)
- การเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น การแบ่งกลุ่มทำงานตามเรื่องที่สนใจ
- การระดมความคิดและกิจกรรมกลุ่ม
- การศึกษาเอกสาร / รายงานที่ได้รับมอบหมาย
- การศึกษาดูงานนอกสถานที่ (Site Survey)

#### การวัดผล

- ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ
- ทักษะห้องปฏิบัติการ เน้น การวิเคราะห์คุณภาพ
- รายงานผลบทปฏิบัติการ (Experimental Report)
- รายงานของใบงาน และงานที่ได้รับมอบหมาย
- การสอบระหว่างภาคเรียน และปลายภาคเรียน

#### เกณฑ์การประเมิน

ใช้การประเมินผลแบบอิงกลุ่ม (Z-Score) แต่นักศึกษาต้องมีผลการเรียนที่เป็นที่น่าพอใจ ซึ่งคะแนนรวมไม่ควรต่ำกว่า 50%

## การประเมินผล

### คะแนนเก็บระหว่างภาคเรียน

75%

จิตพิสัย	5%
การเข้าปฏิบัติในบทปฏิบัติการ	5%
กิจกรรมกลุ่ม / โครงการ	10%
รายงานบทปฏิบัติการ	25%
ทดสอบย่อย ทักษะห้องปฏิบัติการ	10%
คะแนนสอบระหว่างภาคเรียน	20%

### คะแนนสอบปลายภาคเรียน

25%

### บรรณานุกรม

Website กรมควบคุมมลพิษ [www.pcd.go.th](http://www.pcd.go.th)

กรรณิการ์ สิริสิงห์ เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2525

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และธนาคารโลก สถานการณ์ สิ่งแวดล้อมไทย 2000 กรุงเทพฯ 2543

กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (ก) มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ 2540

กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (ข) มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคาร กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ 2540

กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (ค) มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ 2540

กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (ง) มาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ 2540

จารุรัตน์ วนิสรากุล คู่มือปฏิบัติการสำหรับควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เทคนิคในการควบคุมดูแลระบบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย มหาวิทยาลัยนเรศวร และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 2544

ไพฑูริย์ หมายมั่นสมสุข สารมลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์ ศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมภาคเหนือ อุตสาหกรรมภาคเหนือ เชียงใหม่ มทป

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์ วิเคราะห์น้ำเสีย สมาคมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ 2540

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 2543

มันลิน ตันทุลเวศม์ คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 2538

ยพดี วัลย์คุณา การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพฯ 2542

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

## II. แบบประเมินความรู้ ความสามารถ ทักษะและพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักศึกษา ก่อนและหลังเรียน

### คำชี้แจง

แบบประเมินความรู้ ความสามารถ ทักษะและพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักศึกษาของนักศึกษา ก่อนและหลังเรียน รายวิชา สารมลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์ เป็นเครื่องมือส่วนหนึ่งในการวิจัยหัวข้อ "การใช้วิธีการสอน โดยอาศัยวิธีการเรียนรู้แบบยึดปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Learning รายวิชา สารมลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์"

ให้นักศึกษากรอกข้อมูลในแบบสอบถาม ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูล 5 ตอน ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของนักศึกษา
2. ความรู้ ความสามารถ ทักษะและพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักศึกษา
3. ของนักศึกษา ก่อนและหลังเรียน
4. ระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนแบบยึดปัญหาเป็นหลัก
5. ประสิทธิภาพของนักศึกษาที่ผ่านการเรียนการสอนแบบยึดปัญหาเป็นหลัก
6. ข้อเสนอแนะ

### ตอนที่ 1

#### ข้อมูลทั่วไปของนักศึกษา

โปรดเติมค่าในช่องว่าง หรือใช้เครื่องหมายถูก เพื่อเลือกคำตอบที่เหมาะสม

1. อายุของนักศึกษา ..... ปี
2. เพศ  ชาย  หญิง

### ตอนที่ 2

#### ความรู้ ความสามารถ ทักษะและพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักศึกษา ก่อนและหลังเรียน

ให้นักศึกษาประเมินระดับความรู้ ความสามารถ ทักษะและพัฒนาการทางการเรียนรู้ของ นักศึกษาของตนเอง ว่าแต่ละประเด็นหรือกิจกรรม มีความรู้ ความสามารถ หรือทักษะอยู่ในระดับต่างๆ ดังนี้

น้อยมาก	ให้คะแนน	1
น้อย	ให้คะแนน	2
ปานกลาง	ให้คะแนน	3
ดี	ให้คะแนน	4
ดีมาก	ให้คะแนน	5

ประเด็น / กิจกรรม	ความถี่ของคะแนนที่ประเมินก่อนเรียน					ความถี่ของคะแนนที่ประเมินหลังเรียน				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. ความรู้เกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ										
2. ความรู้เกี่ยวกับคุณภาพน้ำคลองแม่ข่า										
3. ทักษะการเตรียมสารเคมี										
4. เทคนิควิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบต่างๆ										
5. ทักษะการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการโดยรวม										
6. การวิเคราะห์ข้อมูล										
7. การจัดทำรายงาน										
8. การทำงานเป็นกลุ่ม										

**ตอนที่ 3 ระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนแบบยึดปัญหาเป็นหลัก**

ให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน แบบยึดปัญหาเป็นหลัก รายวิชาสารมลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์

ถ้าเลือกตอบ	พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้คะแนน	1
	พึงพอใจน้อย	ให้คะแนน	2
	พึงพอใจปานกลาง	ให้คะแนน	3
	พึงพอใจมาก	ให้คะแนน	4
	พึงพอใจมากที่สุด	ให้คะแนน	5

ระดับความพึงพอใจของประเด็น / กิจกรรม	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
1. ระยะเวลาของการดำเนินกิจกรรม					
2. การศึกษาแบบยึดปัญหาคลองแม่ข่า เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา สารมลพิษทางน้ำและการวิเคราะห์					
3. การทำงานแบบกลุ่ม					
4. อุปกรณ์ / สารเคมี / ห้องปฏิบัติการ					
5. ที่ปรึกษา อาจารย์ผู้สอนที่ให้คำปรึกษาระหว่างดำเนินการ					



III. ค่าสถิติทดสอบที (T-test) ของคะแนนเฉลี่ยของความรู้ ความสามารถ ทักษะและพัฒนาการ การเรียนรู้ระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดปัญหาเป็นหลัก

**t-Test: Paired Two Sample for Means**

	ก่อนเรียน	หลังเรียน
Mean	3.21	4.00
Variance	0.18	0.07
Observations	33	33
Pearson Correlation	0.3023	
Hypothesized Mean Difference	0	
df		32
t Stat	-10.4768	
P(T<=t) one-tail	3.5026E-12	
t Critical one-tail	1.69388841	
P(T<=t) two-tail	7.1653E-12	
Critical two-tail	2.03693162	

