



มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 1

วันที่ 30 กรกฎาคม 2554

วิชา 223-421 Water Pollution and Water Quality Management

ปีการศึกษา 2554

เวลา 9.00 -12.00 น

ห้องสอบ S817

คำชี้แจง

1. ข้อสอบ 5 ข้อมี 13 หน้า คะแนนรวม 100 คะแนน
2. ให้เขียนคำตอบทั้งหมดลงในตัวข้อสอบนี้
3. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้ทุกรุ่น
4. ไม่อนุญาตให้นำเอกสาร หนังสือ หรือตำราใดๆ เข้าห้องสอบ

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ.....สกุล.....รหัสนักศึกษา.....

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	15	
2	25	
3	25	
4	25	
5	10	
รวม	100	

จรงค์พันธ์ มุสิกวงค์

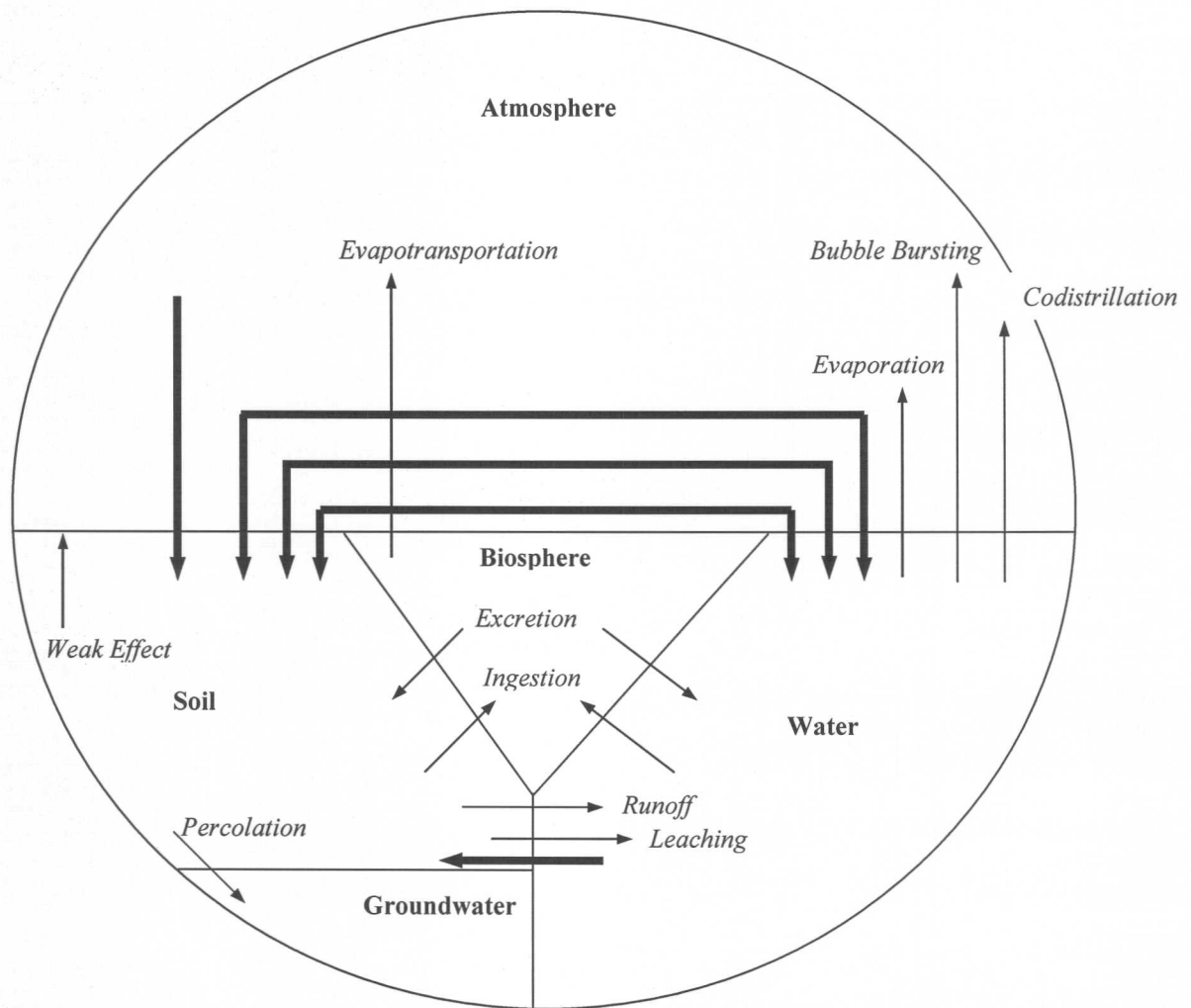
กรกฎาคม 2554

ข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

1.1 แนวคิดต่อสภาวะแวดล้อมหรือทรัพยากรธรรมชาติมีทั้งหมด 4 ขั้นตอนอะไรบ้าง และในปัจจุบันได้มีการนำแนวคิดแบบใดมาใช้ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติน้ำ จงอธิบายแนวคิดดังกล่าวโดยสังเขป (4 คะแนน)

1.2 จงอธิบายความหมายของกระบวนการต่อไปนี้และแสดงให้เห็นว่าทั้ง 4 กระบวนการมีส่วนอย่างไรในการเกิดมลพิษน้ำ และให้เติม 4 คำที่กำหนดให้ลงในแผนภูมิ System and Component ให้สมบูรณ์ (8 คะแนน)

- 1) Rainout
- 2) Washout
- 3) Dry Deposition
- 4) Infiltration



System and Component

1.3 แหล่งน้ำบาดาลแบ่งออกได้เป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง จงอธิบาย และ แหล่งน้ำบาดลประเภทใด มีโอกาสปนเปื้อนมลพิษมากกว่ากัน (3 คะแนน)

ข้อที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (25 คะแนน)

2.1 การจำแนกมลพิษน้ำที่อยู่ในรูปของสารแขวนลอยและมลพิษน้ำที่อยู่ในรูปของสารละลายทำได้อย่างไรและมลพิษทั้งสองดังกล่าวมีผลต่อการบำบัดอย่างไร (5 คะแนน)

2.2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (12 คะแนน)

1) จงแสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าสารอินทรีย์ในน้ำดิบประปาและน้ำเสีย และอธิบายโดยสังเขปถึงข้อจำกัดในแต่ละพารามิเตอร์ (3 คะแนน)

2) สีของน้ำในธรรมชาติมีกี่ประเภทและเกิดจากอะไร จากการประเมินในเบื้องต้นน้ำซึ่งมีสีประเภทใดในปริมาณสูงเมื่อนำไปผลิตน้ำประปาจะเกิดปัญหาของการก่อตัวของสารก่อมะเร็งในน้ำประปา (3 คะแนน)

3) จากการทดลองพบว่า ค่าความกระด้างทั้งหมด (total hardness) ของน้ำจากแหล่งน้ำแห่งหนึ่งมีค่าเท่ากับ 300 mg/L as CaCO₃ ส่วนค่าความเป็นด่างทั้งหมด (total alkalinity) ของน้ำดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 200 mg/L as CaCO₃ จงหาค่า (3 คะแนน)

1. Carbonate hardness (mg/L as CaCO₃)
2. Non-carbonate hardness (mg/L as CaCO₃)

4) น้ำดื่มสำหรับอุปโภคและบริโภคไม่ควรมียค่า TON ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หักลิ้นมากกว่า 3 ในการทดลองใช้ปริมาณน้ำตัวอย่างมากที่สุดซึ่งเจือจางแล้วดื่มไม่ได้ลิ้นเท่ากับ 175 มิลลิลิตร ส่วนปริมาณน้ำที่ปราศจากกลิ่นที่นำมาเจือจางน้ำตัวอย่างให้มีปริมาตรรวม 200 มิลลิลิตรมีค่าเท่ากับ 25 มิลลิลิตร จงหาว่าน้ำที่นำมาทำการทดลองสามารถใช้สำหรับอุปโภคและบริโภคได้หรือไม่ (3 คะแนน)

2.3 ให้จับคู่คำ (1-6) กับความหมายหรือความเกี่ยวข้อง (A-F) ต่อไปนี้ (8 คะแนน)

-1. Denitrification
-2. Eutrophication
-3. Fluoride
-4. Dioxin
-5. Cryptosporidium and Giardia
-6. Biomanifications
-7. Trihalomethanes, haloacetic acids, haloacetonitrile and cyanogen-halodes
-8. E.coli

- A. ถ้ารับในปริมาณมากจะทำให้ฟันมีสีซีดลง และเกิดความผิดปกติของกระดูก
- B. เชื้อโรคที่ทำให้เกิดท้องร่วงอย่างรุนแรง
- C. การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของพืชน้ำเนื่องจากมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากเกินไป
- D. $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_3/\text{N}_2$
- E. การสะสมของสารพิษเนื่องจากการบริโภคอาหารที่มีสารพิษดังกล่าว
- F. สารที่เกิดจากการเผาไหม้ในกระบวนการอุตสาหกรรม และเป็นสารก่อมะเร็ง
- G. สารก่อมะเร็งที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างสารอินทรีย์กับคลอรีน
- H. แบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ของสัตว์เลื้อยคลาน

ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (25 คะแนน)

3.1 มลพิษน้ำก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านสุขภาพของมนุษย์และระบบนิเวศน์ จงแสดงประเภทของมลพิษน้ำและแหล่งกำเนิดที่ส่งผลกระทบต่อด้านสุขภาพ 2 ประเภท และ ด้านระบบนิเวศน์ 2 ประเภท (5 คะแนน)

3.2 จงอธิบายความหมายของคำที่เกี่ยวข้องกับมลพิษน้ำต่อไปนี้ (8 คะแนน)

- 1) Oxygen Demand Waste
- 2) Heavy Metal
- 3) Maximum Contaminant Level (MCL) และ Maximum Contaminant Level (MCLG)
- 4) Best Management Practice

3.3 จากผลการประเมิน Total Maximum Daily Load (TMDL) ของ NO_3^- -N Loading ของอ่างเก็บน้ำแห่งหนึ่งดังแสดงในตารางที่ 1 (12 คะแนน)

กำหนดให้

- อ่างเก็บน้ำมีปริมาตร $30 \times 10^6 \text{ m}^3$
- ความเข้มข้นของ NO_3^- -N ในอ่างเก็บน้ำมีค่าเท่ากับ $0.003 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$
- กระบวนการทางชีวภาพในอ่างเก็บน้ำลด NO_3^- -N ได้ $0.0001 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$
- มาตรฐานค่าความเข้มข้นของ NO_3^- -N ในน้ำจากทะเลสาบมีค่าเท่ากับ 0.005 kg/m^3

ตารางที่ 1 TMDL for Total NO_3^- -N Loading

Scenarios	Percent Reduction of NO_3^- -N (%)	Point Source (kg/day)	Non-point Source (kg/day)	Total (kg/d)
1.สภาวะปัจจุบัน (Base Case)	0	2,500	1,100	3,600
2.การลดการปล่อย NO_3^- -N โดยเพิ่มการบังคับใช้กฎหมายกับแหล่งกำเนิดแบบ Point Source	10	2,250	1,100	3,350
3.การรณรงค์ให้ดำเนินการ Best Management Practice (BMP) กับแหล่งกำเนิดแบบ Non-point Source	10	2,500	990	3,490
4.ดำเนินการทั้งข้อที่ 2 และข้อที่ 3	10 for Point Source และ 10 for Non-point source)	2,250	990	3,240

จงตอบคำถามต่อไปนี้

- (1) จงหามวลของ NO_3^- -N ที่เหลืออยู่ในอ่างเก็บน้ำต่อวันในสภาวะปัจจุบัน
- (2) ถ้าไม่ดำเนินการลดการทิ้ง NO_3^- -N ลงสู่อ่างเก็บน้ำภายในระยะเวลาที่วันค่าความเข้มข้นของ NO_3^- -N ในอ่างเก็บน้ำนี้จะสูงกว่าค่ามาตรฐาน
- (3) การดำเนินการลดมลพิษทั้ง 3 วิธีทำให้ค่า NO_3^- -N ไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ในแต่ละวิธีมีระยะเวลาที่วันค่า NO_3^- -N จึงจะสูงกว่าค่ามาตรฐาน (ให้แสดงวิธีการคำนวณทั้ง 3 วิธี) และจงแสดงให้เห็นว่าต้องลดมลพิษอย่างน้อยกี่เปอร์เซ็นต์ของค่า Total NO_3^- -N จึงจะทำให้ค่า NO_3^- -N ในน้ำต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

ข้อที่ 4 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (25 คะแนน)

4.1 จาก Thomas' Graphical Method จงคำนวณหาค่า BOD rate constant (k) และ Ultimate BOD (L_0) จากข้อมูลการวิเคราะห์หาค่า BOD ที่เวลาต่าง ๆ ดังนี้ (10 คะแนน)

วันที่	BOD _t (mg/l)
2	110
5	220
10	240
25	260
35	280

$$\text{สูตร} \quad \left(\frac{t}{BOD_t} \right)^{\frac{1}{3}} = \frac{1}{(2.3kL_0)^{\frac{1}{3}}} + \frac{(2.3k)^{\frac{2}{3}}}{6(L_0)^{\frac{1}{3}}} t$$

โดยที่ t = ระยะเวลาที่ทำการวิเคราะห์หาค่า BOD (วัน)

BOD_t = ค่า BOD ที่ระยะเวลา t (มิลลิกรัม/ลิตร)

$$\text{Slope} = B = \frac{(2.3k)^{\frac{2}{3}}}{6(L_0)^{\frac{1}{3}}}$$

$$\text{Intercept} = A = \frac{1}{(2.3kL_0)^{\frac{1}{3}}}$$

L_0 = Ultimate BOD (มิลลิกรัม/ลิตร) = $1/(2.3kA^3)$

k = BOD rate constant (วัน⁻¹) = $2.61 (B/A)$

4.2 โรงงานสร้างใหม่แห่งหนึ่ง (Factory A) มีที่ตั้งอยู่บริเวณแม่น้ำ B โดยคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วและคุณภาพน้ำในแม่น้ำ (River B) มีค่าดังแสดง จากข้อมูลที่กำหนดให้จงหาค่า L_a , D_a , D_c และ t_c และแสดงให้เห็นว่า ค่าออกซิเจนละลายน้ำมีโอกาสต่ำกว่า 2 mg/L หรือไม่ (13 คะแนน)

กำหนดให้

Factory A

Flow, m ³ /s	0.05
Ultimate BOD at 25 °C, mg/L	30
DO, mg/L	1.0
Temperature, °C	25
K at 20 °C	0.05

River B

Flow, m ³ /s	0.5
Ultimate BOD at 25 °C, mg/L	15
DO, mg/L	6.0
Temperature, °C	25
DO _s , mg/L	8.5
k_d , day ⁻¹	0.055

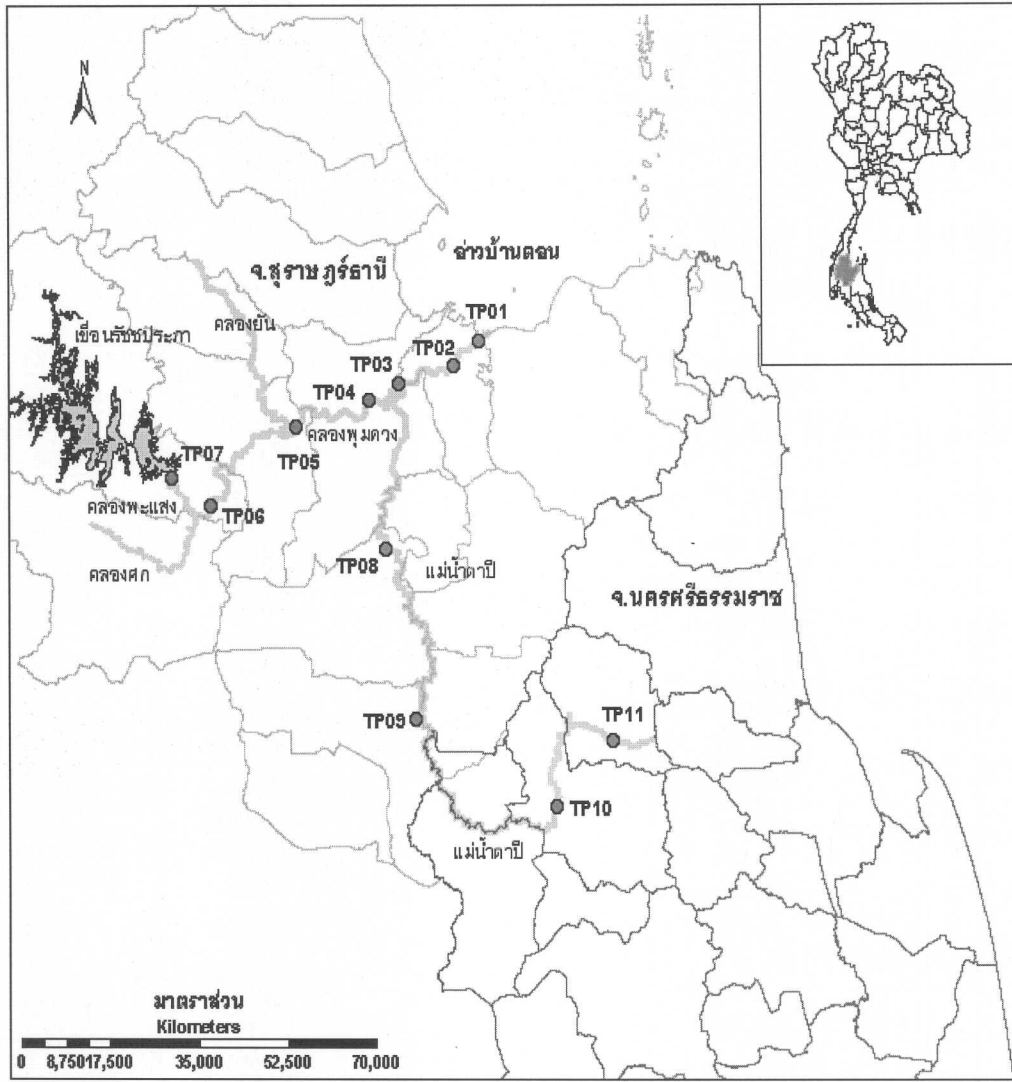
$$L_a = \frac{Q_w L_w + Q_r L_r}{Q_w + Q_r}$$

$$D_a = DO_s - \frac{Q_w DO_w + Q_r DO_r}{Q_w + Q_r}$$

$$t_c = \frac{1}{k_d} \left(1 - \frac{D_a}{L_a}\right)$$

$$D = (k_d t L_a + D_a)(e^{-k_d t})$$

ข้อที่ 5 (10 คะแนน) จากข้อมูลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำตาปี-พุมดวง จากสถานีตรวจสอบคุณภาพน้ำ 11 สถานีดังรูปและได้ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำดังตาราง



แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างแม่น้ำตาปี

สัญลักษณ์		
● จุดเก็บตัวอย่างน้ำ		แม่น้ำ, คลอง
TP01 ท่าเรือท่าทอง อ.เมือง (X = 540983 , Y = 1014992)	TP07 คลองพะแสง อ.บ้านตาขุน (X = 479981 , Y = 990408)	▭ ขอบเขตอำเภอจังหวัด สุราษฎร์ธานี
TP02 ท่าเรือบ้านดอน อ.เมือง (X = 535777 , Y = 1010418)	TP08 สะพานข้ามแม่น้ำตาปี อ.เคียนซา (X = 522195 , Y = 977684)	▭ ขอบเขตอำเภอจังหวัด นครศรีธรรมราช
TP03 สะพานจุดจอมเกล้า อ.พุนพิน (X = 524946 , Y = 1007081)	TP09 สะพานบ้านโคกจำปา อ.เวียงสระ (X = 528293 , Y = 947142)	
TP04 สะพานพุมดวง(น้ำโรงงานสุรา) อ.พุนพิน (X = 518990 , Y = 1004081)	TP10 สะพานกรมโยธา อ.ฉวาง (X = 556290 , Y = 931500)	
TP05 วัดตำลึงสร อ.คีรีรัฐนิคม (X = 504479 , Y = 999149)	TP11 สะพานบ้านขุนพิปูน อ.พิปูน (X = 567482 , Y = 943270)	
TP06 สะพานพุมดวง อ.บ้านตาขุน (X = 487778 , Y = 986249)		

แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ณ. สถานีตรวจสอบคุณภาพน้ำ 11 สถานี
(ที่มา;www.reo14.go.th/download/reo14_go_th/tapee2.doc)

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำ ณ สถานีตรวจสอบคุณภาพน้ำทั้งหมด 11 สถานี

สถานี	พารามิเตอร์			ประเภท คุณภาพน้ำ
	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	Total Coliform Bacteria (MPN/100ml)	
TP01 (ต้นน้ำ)	4.8	1.2	มากกว่าเท่ากับ 16,000	
TP02 (ต้นน้ำ)	4.2	1.3	5,000	
TP03 (ต้นน้ำ)	4.6	0.9	800	
TP04 (ต้นน้ำ)	4.4	0.7	1,400	
TP05 (ต้นน้ำ)	5.6	0.5	300	
TP06 (ต้นน้ำ)	6.0	0.6	300	
TP07 (ต้นน้ำ)	4.9	0.4	40	
TP08 (กลางน้ำ)	6.6	2.8	1,300	
TP09 (กลางน้ำ)	6.2	5.5	800	
TP10(ปลายน้ำ)	7.7	2.8	3,000	
TP11(ปลายน้ำ)	8.5	2.8	500	

(ที่มา: www.reo14.go.th/download/reo14_go_th/tapee2.doc)

จากตารางมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตั้งตารางที่ 2 จงหาว่าคุณภาพน้ำที่แต่ละสถานีจัดอยู่ในประเภทใด และ คุณภาพน้ำ ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของแม่น้ำจัดอยู่ในประเภทใด (ให้นักศึกษาเขียนคำตอบลงในตารางที่ 1)

ตารางที่ 2 เกณฑ์กำหนดสูงสุดของค่า DO, BOD และ Total Coliform Bacteria ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์

พารามิเตอร์	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
	ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
DO (mg/L)	เป็นไปตาม ธรรมชาติ	6.0	4.0	2.0	-
BOD (mg/L)	เป็นไปตาม ธรรมชาติ	1.5	2.0	4.0	-
Total Coliform Bacteria (MPN/100ml)	เป็นไปตาม ธรรมชาติ	5000	20,000	-	-