# มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
## คณะวิศวกรรมศาสตร์

**การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1** **ปีการศึกษา 2553**

**วันที่ 31 กรกฎาคม 2553** **เวลา 9.00 -12.00 น**

**วิชา 223-421 Water Pollution and Water Quality Management** **ห้องสอบ S102**

---

คำชี้แจง
1. ข้อสอบมี 6 ข้อ 14 หน้า แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คะแนนรวม 100 คะแนน
2. ข้อสอบส่วนที่ 1 มี 4 ข้อ คะแนนรวม 65 คะแนน
3. ข้อสอบส่วนที่ 2 มี 2 ข้อ คะแนนรวม 35 คะแนน
4. ให้เขียนคำตอบทั้งหมดลงในตัวข้อสอบนี้
5. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้ทุกรุ่น
6. ไม่อนุญาตให้นำเอกสาร หนังสือ หรือตำราใดๆ เข้าห้องสอบ

***ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา***

---

**ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....**

| ข้อ | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ |
|---|---|---|
| **Part A** | | |
| 1 | 15 | |
| 2 | 20 | |
| 3 | 22 | |
| 4 | 8 | |
| **Part B** | | |
| 1 | 25 | |
| 2 | 10 | |
| **รวม** | **100** | |

จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์
อุดมผล พืชน์ไพบูลย์
กรกฎาคม 2553

**Part A <u>ส่วนที่ 1</u>** ผู้ออกข้อสอบ ดร.จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์ **(65 คะแนน)**

**ข้อที่ 1** จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(15 คะแนน)**

**1.1** จงอธิบายความหมายของคำว่า Sustainability และจะนำมาใช้ในการจัดการทรัพยากรน้ำได้อย่างไร **(3 คะแนน)**

**1.2** จงอธิบายความหมายของคำว่า Rainout และ Washout ตลอดจนอธิบายถึงความแตกต่างและการพามลพิษลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ **(4 คะแนน)**

- Rainout
- Washout
- Dry Deposition
- Evapostransportation

**1.3** จงเรียงลำดับจากมากไปน้อยตามปริมาณน้ำจืดที่เก็บกักไว้ในแหล่งน้ำต่อไปนี้ **(3 คะแนน)**

ทะเลสาบน้ำจืด, น้ำใต้ดิน, น้ำผิวดินในแม่น้ำ

**1.4** แหล่งน้ำบาดาลแบ่งออกได้เป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง จงอธิบาย **(5 คะแนน)**

**ข้อที่ 2** จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(20 คะแนน)**

**2.1** นักศึกษาได้รับมอบหมายให้ทำการวิเคราะห์น้ำในแหล่งน้ำต่อไปนี้ 1) น้ำบาดาล 2) น้ำดิบประปาจากแม่น้ำ 3) น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการทางชีวภาพ และ 4) น้ำดื่มบรรจุขวด ในการดำเนินการนั้นมีงบประมาณจำกัด นักศึกษาต้องตัดสินใจเลือกตัวแปรที่ต้องวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นตัวแทนของ 1) ลักษณะทางกายภาพ 2) ลักษณะทางเคมี 3) ลักษณะทางชีวภาพ 4) สารอินทรีย์ 5) สารอนินทรีย์ โดยในแต่ละลักษณะตัวแทน เลือกวิเคราะห์ได้ไม่เกิน 2 พารามิเตอร์

จงเลือกพารามิเตอร์ที่จะใช้วิเคราะห์น้ำจากทั้ง 4 แห่ง ให้ครอบคลุมประเภทสิ่งปนเปื้อนทั้ง 5 ประเภท **(10 คะแนน)**

1) น้ำบาดาล

ลักษณะทางกายภาพ:

ลักษณะทางเคมี:

ลักษณะทางชีวภาพ:

สารอินทรีย์:

สารอนินทรีย์:

2) น้ำดิบประปาจากแม่น้ำ

ลักษณะทางกายภาพ:

ลักษณะทางเคมี:

ลักษณะทางชีวภาพ:

สารอินทรีย์:

สารอนินทรีย์:

3) น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการทางชีวภาพ

ลักษณะทางกายภาพ:

ลักษณะทางเคมี:

ลักษณะทางชีวภาพ:

สารอินทรีย์:

สารอนินทรีย์:

4) น้ำดื่มบรรจุขวด

ลักษณะทางกายภาพ:

ลักษณะทางเคมี:

ลักษณะทางชีวภาพ:

สารอินทรีย์:

สารอนินทรีย์:

**2.2** น้ำดื่มสำหรับอุปโภคและบริโภคไม่ควรมีค่า TON ซึ่งเป็นการวิเคราะห์กลิ่นมากกว่า 3 ในการทดลองใช้ปริมาตรน้ำตัวอย่างมากที่สุดซึ่งเจือจางแล้วดมไม่ได้กลิ่น (A) เท่ากับ 175 มิลลิลิตร ส่วนปริมาตรน้ำที่ปราศจากกลิ่นที่นำมาเจือจางน้ำตัวอย่างให้มีปริมาตร 200 มิลลิลิตร (B) มีค่าเท่ากับ 25 มิลลิลิตร จงหาว่าน้ำที่นำมาทำการทดลองสามารถใช้สำหรับอุปโภคและบริโภคได้หรือไม่จงอธิบาย **(4 คะแนน)**

**<u>กำหนดให้</u>** $TON = \frac{A+B}{A}$

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

.....1. Denitrification

.....2. Eutrophication

.....3. Fluoride

.....4. Dioxin

.....5. Cryptosporidium and Giardia

.....6. Biomanicifications

A. ถ้ารับในปริมาณมากจะทำให้ฟันมีสีซีดลง และเกิดความผิดปกติของกระดูก

B. เชื้อโรคที่ทำให้เกิดท้องร่วงอย่างรุนแรง

C. การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของพืชน้ำเนื่องจากมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากเกินไป

D. $NO_3^-$ -----> $NO_2^-$ -------> $NH_3/N_2$

E. การสะสมของสารพิษเนื่องจากการบริโภคอาหารที่มีสารพิษดังกล่าว

F. สารที่เกิดจากการเผาไหม้ในกระบวนการอุตสาหกรรม และเป็นสารก่อมะเร็ง

**ข้อที่ 3** จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(22 คะแนน)**

**3.1** มลพิษน้ำแบ่งตามแหล่งกำเนิดได้กี่ประเภท และจงยกตัวอย่างแหล่งกำเนิดในแต่ละประเภทมาอย่างละ 3 ตัวอย่าง แหล่งกำเนิดประเภทใดควบคุมได้ยากกว่ากันจงอธิบาย **(4 คะแนน)**

**3.2** จงอธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ **(8 คะแนน)**

- Oxygen Demand Waste
- Toxic Tides
- Maximum Contaminant Level (MCL) และ Maximum Contaminant Level (MCLG)
- Best Management Practice

**3.3** จากผลการประเมิน Total Maximum Daily Load (TMDL) ของ $NO_3^-$-N Loading ของอ่างเก็บน้ำแห่งหนึ่งดังแสดงในตารางที่ 1 (10 คะแนน)

**กำหนดให้**

- อ่างเก็บน้ำมีปริมาตร $30 \times 10^6$ $m^3$
- ความเข้มข้นของ $NO_3^-$ -N ในอ่างเก็บน้ำมีค่าเท่ากับ 0.0025 $kg/m^3$
- กระบวนการทางชีวภาพในอ่างเก็บน้ำลด $NO_3^-$-N ได้ 0.0001 $kg/m^3$-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 และ10 for Non-point source) | 2,250 | 990 | 3,240 |

**จงตอบคำถามต่อไปนี้**

(1) จงหามวลของ $NO_3^-$ -N ที่เหลืออยู่ในอ่างเก็บน้ำต่อวันในสภาวะปัจจุบัน

(2) ถ้าไม่ดำเนินการลดการทิ้ง $NO_3^-$ -N ลงสู่อ่างเก็บน้ำภายในระยะเวลากี่วันค่าความเข้มข้นของ $NO_3^-$ -N .ในอ่างเก็บน้ำจึงจะสูงกว่าค่ามาตรฐาน

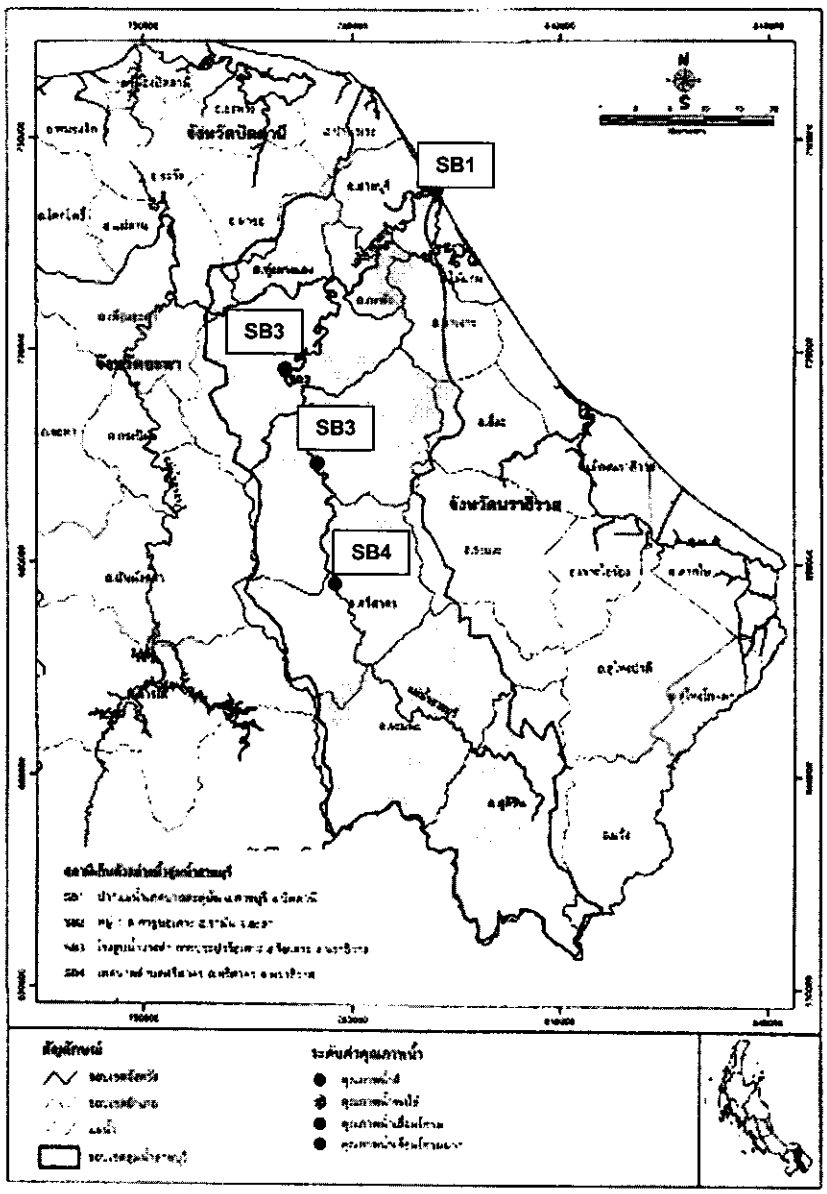
(3) การดำเนินการลดมลพิษทั้ง 3 วิธีทำให้ค่า $NO_3^-$ -N ไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ในแต่ละวิธีมีระยะเวลากี่วันค่า $NO_3^-$ -N จึงจะสูงกว่าค่ามาตรฐาน (ให้แสดงวิธีการคำนวณทั้ง 3 วิธี) และจงแสดงให้เห็นว่าต้องลดมลพิษอย่างน้อยกี่เปอร์เซ็นต์ของค่า Total $NO_3^-$ -N จึงจะทำให้ค่า $NO_3^-$ -N ในน้ำต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

**ข้อที่ 4** จากข้อมูลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำสายบุรีโดยมีจุดเก็บตัวอย่าง 4 จุดดังรูปที่ 1 โดยทิศทางการไหลของน้ำไหลจากต้นน้ำลงสู่ทะเลอ่าวไทยทางทิศเหนือ ส่วนผลการวิเคราะห์น้ำแสดงดังตารางที่ 2

จากตารางมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินจงหาว่า **(8 คะแนน)**

(1) คุณภาพน้ำที่แต่ละสถานีจัดอยู่ในประเภทใด (ให้นักศึกษาเขียนคำตอบลงในตารางที่ 1) **( 4 คะแนน)**

(2) จงอธิบายความแตกต่างของคุณภาพน้ำบริเวณต้นน้ำและท้ายน้ำตลอดจนให้ใช้วิธีการที่เรียนในห้องเรียนเสนอแนวทางปรับปรุงคุณภาพน้ำ **(4 คะแนน)**




**รูปที่ 1** สถานีเก็บตัวอย่างน้ำแม่น้ำสายบุรี

**ตารางที่ 2** ผลการวิเคราะห์น้ำ

| พารามิเตอร์ | SB1 | SB2 | SB3 | SB4 |
|---|---|---|---|---|
| DO (mg/L) | 4.7 | 4.4 | 4.5 | 5.2 |
| BOD (mg/L) | 2.9 | 2.4 | 2.1 | 1.6 |

**ตารางที่ 3** เกณฑ์กำหนดสูงสุดของค่า DO และ BOD ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์

| พารามิเตอร์ | เกณฑ์กำหนดสูงสุด ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ประเภท 1 | ประเภท 2 | ประเภท 3 | ประเภท 4 | ประเภท 5 |
| DO (mg/L) | เป็นไปตามธรรมชาติ | 6.0 | 4.0 | 2.0 | - |
| BOD (mg/L) | เป็นไปตามธรรมชาติ | 1.5 | 2.0 | 4.0 | - |

**ตารางที่ 4** คุณภาพน้ำ ณ สถานีตรวจสอบคุณภาพน้ำทั้งหมด 4 สถานี

| สถานี | **ประเภทคุณภาพน้ำ** |
|---|---|
| SB 1 ปากน้ำเทศบาลตะลุบัน อ.สายบุรี จ.ปัตตานี | |
| SB 2 หมู่ 1 ต.กายูบอเกาะ อ.รามัน จ.ยะลา | |
| SB 3 โรงสูบน้ำแรงต่ำ การประปารือเสาะ อ.รือเสาะ จ.นราธิวาส | |
| SB 4 เทศบาลตำบลศรีสาคร อ.ศรีสาคร จ.นราธิวาส | |

**Part B (35 คะแนน) รศ. ดร. อุดมผล พืชน์ไพบูลย์**

1) แม่น้ำ "ก" มีลักษณะสมบัติดังต่อไปนี้ ความเร็วเฉลี่ย 0.30 เมตร/วินาที ความลึกเฉลี่ย 4.5 เมตร อัตราการไหลเฉลี่ย 5.0 ลูกบาศก์เมตร/วินาที $BOD_5$ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ออกซิเจนละลายน้ำ 6.5 มิลลิกรัม/ลิตร และอุณหภูมิเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส แม่น้ำ "ก" ไหลผ่านแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ที่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวม ที่มีตัวเลขปริมาณการใช้น้ำประมาณ 35,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน และทำการปล่อยน้ำเสียที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ $BOD_5$ 10 มิลลิกรัม/ลิตร ออกซิเจนละลายน้ำ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร และ อุณหภูมิเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส หลังจากที่แม่น้ำ "ก" ไหลผ่านจุดที่ทำการปล่อยน้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมจากชุมชนไปเป็นระยะทาง 100 กิโลเมตร แม่น้ำ "ก" ได้ไหลไปบรรจบกับแม่น้ำ "ข" ภายหลังการรวมตัวของแม่น้ำทั้ง 2 สาย เป็นแม่น้ำ "ค" จงคำนวณหาระยะเวลาวิกฤต ระยะทางที่ออกซิเจนละลายมีค่าต่ำสุด และค่าออกซิเจนละลายต่ำสุดของแม่น้ำ "ค" โดยใช้ Oxygen Sag Curve Equation โดยสมมติว่าค่า $BOD_5$ ของน้ำในแม่น้ำ "ก" ที่บริเวณบรรจบกับแม่น้ำ "ข" มีค่าเท่ากับ 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร **(25 คะแนน)**

<u>ข้อมูลคุณภาพน้ำ แม่น้ำ "ข" ก่อนไหลมาบรรจบกับแม่น้ำ " ก "</u>

1. อัตราการไหลต่ำสุดเฉลี่ย 3.5 ลูกบาศก์เมตร/วินาที
2. $BOD_5$ 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร
3. ออกซิเจนละลายน้ำ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร
4. อุณหภูมิเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส

<u>ข้อมูล แม่น้ำ "ค"</u>

1. ความเร็วเฉลี่ย 0.15 เมตร/วินาที
2. ความลึกเฉลี่ย 3.0 เมตร

<u>กำหนด</u>

<u>กำหนด</u> $K_1$ = 0.3 $d^{-1}$ ที่ 20 องศาเซลเซียส

$DO_{sat}$ = 7.63 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ 25 องศาเซลเซียส

และสมมติค่าตัวแปรอื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสม

<u>สูตร</u>

$$D = \frac{K_1 L_0}{K_2 - K_1}\left(10^{-K_1 t} - 10^{-K_2 t}\right) + D_0\left(10^{-K_2 t}\right)$$

$$t_C = \frac{1}{K_2 - K_1}\log\left[\frac{K_2}{K_1}\left(1 - D_0\frac{K_2 - K_1}{K_1 L_0}\right)\right]$$

โดยที่

| | | | |
|---|---|---|---|
| D | = | DO deficit ที่เวลา t | = $DO_{sat}$-$DO_t$ (mg/L) |
| $DO_{sat}$ | = | ออกซิเจนละลายอิ่มตัวที่อุณหภูมิจริงของน้ำ | (mg/L) |
| $DO_t$ | = | ออกซิเจนละลายที่เวลา t | (mg/L) |
| t | = | ระยะเวลาที่น้ำในแม่น้ำเคลื่อนที่ไปทางท้ายน้ำ | (d) |
| $t_C$ | = | ระยะเวลาวิกฤต (Critical time) | |

| | | |
|---|---|---|
| | = | เวลาที่ค่าออกซิเจนละลายมีค่าต่ำสุด (d) |
| $D_0$ | = | DO deficit เริ่มต้น (mg/L) |
| $L_0$ | = | Ultimate BOD ของน้ำในแม่น้ำ (mg/L) = $\frac{BOD_5}{\left(1-10^{-5K_1}\right)}$ |
| $K_1$ | = | Deoxygenation rate constant ($d^{-1}$) |
| $K_2$ | = | Reaeration rate constant ($d^{-1}$) = $\frac{CV^{n}}{H^{m}}$ |
| V | = | ความเร็วเฉลี่ยของน้ำ (m/s) |
| H | = | ความลึกเฉลี่ยของน้ำ (m) |
| C | = | ค่าคงที่ = 2.2 |
| n | = | ค่าคงที่ = 1 |
| m | = | ค่าคงที่ = 1.33 |

ค่า $K_1$ และ $K_2$ จะแปรเปลี่ยนตามอุณหภูมิของน้ำ ตามความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

$$K_T = K_{20}\theta^{T-20}$$

โดยที่

| | | |
|---|---|---|
| T | = | อุณหภูมิของน้ำ ($^0$C) |
| $K_T$ | = | Rate constant at actual temperature ($d^{-1}$) |
| $K_{20}$ | = | Rate constant at 20 $^0$C ($d^{-1}$) |
| $\theta$ | = | ค่าสัมประสิทธิ์ของการปรับแก้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ |
| | = | 1.047 |

2) ปัจจุบันเทศบาลนครหาดใหญ่ได้ดำเนินการปรับสภาพการไหลของน้ำในคลองเตยให้มีน้ำไหลในคลองตลอดเวลา เพื่อรักษาทัศนียภาพของคลอง จงอธิบายผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในคลองเตยจากการดำเนินการดังกล่าวที่เกิดขึ้นจากน้ำเสียชุมชนที่เกิดขึ้นในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ และเสนอแนะแนวทางการแก้ไข **(10 คะแนน)**