มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 **ปีการศึกษา 2555**

วันที่ 5 สิงหาคม 2555 **เวลา 9.00 -12.00 น**

วิชา 223-421 Water Pollution and Water Quality Management **ห้องสอบ S203**

คำชี้แจง
1. ข้อสอบมี 8 ข้อ 16 หน้า คะแนนรวม 100 คะแนน
2. ให้เขียนคำตอบทั้งหมดลงในตัวข้อสอบนี้
3. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้ทุกรุ่น
4. ไม่อนุญาตให้นำเอกสาร หนังสือ หรือตำราใดๆ เข้าห้องสอบ

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ส่วนที่ 1		
1	10	
2	18	
3	27	
4	10	
ส่วนที่ 2	35	
รวม	**100**	

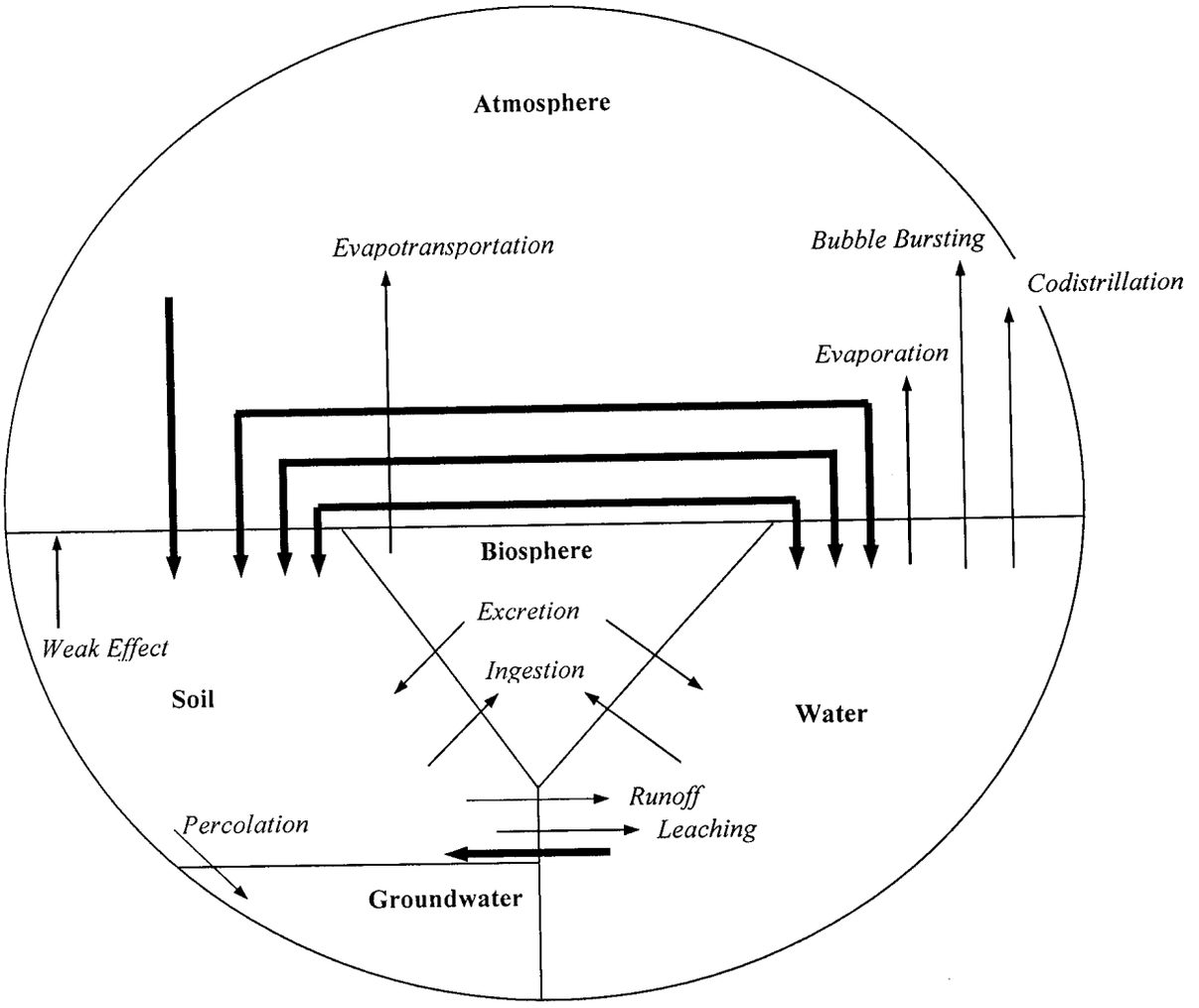
จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์
อุดมผล พืชน์ไพบูลย์
สิงหาคม 2555

ข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 **คะแนน**)

1.1 จงอธิบายความหมายของคำว่า Sustainability และจะนำมาใช้ในการจัดการทรัพยากรน้ำได้อย่างไร **(2 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

ข้อที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (20 **คะแนน**)

2.1 การจำแนกระหว่างสารแขวนลอยและสารละลายในน้ำทำได้อย่างไร มลพิษน้ำที่อยู่ในรูปสารแขวนลอยและสารละลายมีผลอย่างไรต่อการจัดการคุณภาพน้ำ **(2 คะแนน)**

2.2 เมื่อตรวจพบมลพิษทางด้าน กายภาพ เคมี และ ชีวภาพ ในน้ำดิบประปา นักศึกษาคิดว่ามลพิษประเภทใดส่งผลต่อผู้บริโภคน้ำดิบประปาได้รุนแรงที่สุด ส่งผลกระทบอย่างไร และจะต้องดำเนินการอย่างไรเพื่อกำจัดมลพิษดังกล่าว **(2 คะแนน)**

2.3 สารกลุ่มไตรฮาโลมีเทน และไนโตรซามีนในน้ำประปาเกิดขึ้นได้อย่างไร ส่งผลกระทบอย่างไร สารใดมีค่าความเป็นพิษสูงกว่ากัน และการลดการก่อตัวของสารทั้งสองกลุ่มทำได้อย่างไร **(2 คะแนน)**

2.4 จากการทดลองพบว่า ค่าความกระด้างทั้งหมด (total hardness) ของน้ำจากแหล่งน้ำแห่งหนึ่งมีค่าเท่ากับ 250 mg/L as $CaCO_3$ ส่วนค่าความเป็นด่างทั้งหมด (total alkalinity) ของน้ำดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 150 mg/L as $CaCO_3$ จงหาค่า **(2 คะแนน)**

1) Carbonate hardness (mg/L as $CaCO_3$)
2) Non-carbonate hardness (mg/L as $CaCO_3$)

2.5 น้ำดื่มสำหรับอุปโภคและบริโภคไม่ควรมีค่า TON ซึ่งเป็นการวิเคราะห์กลิ่นมากกว่า 3 ในการทดลองใช้ปริมาตรน้ำตัวอย่างมากที่สุดซึ่งเจือจากแล้วดมไม่ได้กลิ่นเท่ากับ 150 มิลลิลิตร ส่วนปริมาตรน้ำที่ปราศจากกลิ่นที่นำมาเจือจางน้ำตัวอย่างให้มีปริมาตร 200 มิลลิลิตรมีค่าเท่ากับ 50 มิลลิลิตร จงหาว่าน้ำที่นำมาทำการทดลองสามารถใช้สำหรับอุปโภคและบริโภคได้หรือไม่จงอธิบาย **(2 คะแนน)**

2.6 ให้จับคู่คำ (1-8) กับความหมายหรือความเกี่ยวข้อง (A-H) ต่อไปนี้ **(8 คะแนน)**

.....1. Denitrification

.....2. Eutrophication

.....3. Fluoride

.....4. Dioxin

.....5. Cryptosporidium and Giardia

.....6. Biomanicifications

.....7. Trihalomethanes, haloacetic acids, haloacetronitrile and cyanogen-halodes

.....8. E.coli

A. ถ้ารับในปริมาณมากจะทำให้ฟันมีสีซีดลง และเกิดความผิดปกติของกระดูก
B. เชื้อโรคที่ทำให้เกิดท้องร่วงอย่างรุนแรง
C. การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของพืชน้ำเนื่องจากมีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากเกินไป
D. NO_3^--------> NO_2^--------> NH_3/N_2
E. การสะสมของสารพิษเนื่องจากการบริโภคอาหารที่มีสารพิษดังกล่าว
F. สารที่เกิดจากการเผาไหม้ในกระบวนการอุตสาหกรรม และเป็นสารก่อมะเร็ง
G. สารก่อมะเร็งที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างสารอินทรีย์กับคลอรีน
H. แบคทีเรียที่อยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น

ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(27 คะแนน)**

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

3.2 จงอธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ **(8 คะแนน)**

1) Oxygen Demand Waste
2) Toxic Tides
3) Maximum Contaminant Level (MCL) และ Maximum Contaminant Level Goal (MCLG)
4) Best Management Practice

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

<u>กำหนดให้</u>

- อ่างเก็บน้ำมีปริมาตร 30×10^6 m^3
- ความเข้มข้นของ NO_3^--N ในอ่างเก็บน้ำมีค่าเท่ากับ 0.003 kg/m^3- d
- กระบวนการทางชีวภาพในอ่างเก็บน้ำลด NO_3^--N ได้ 0.00001 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

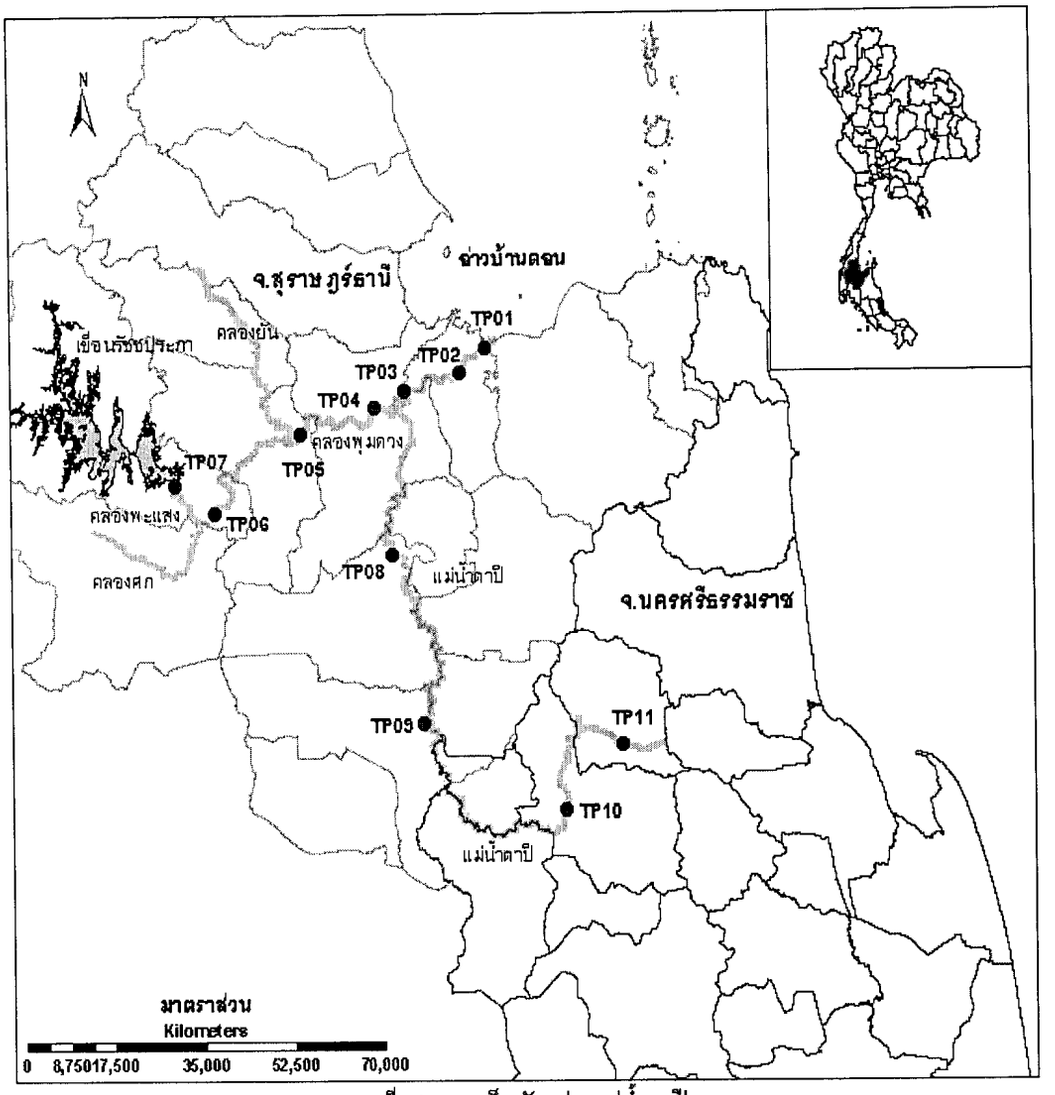
(1) จงหามวลของ NO_3^- -N ที่เหลืออยู่ในอ่างเก็บน้ำต่อวันในสภาวะปัจจุบัน

(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 3.4 (5 คะแนน) การประเมินวอเตอร์ฟุตพรินท์ คืออะไร จงอธิบายการประเมินวอเตอร์ฟุตพรินท์ของผลิตภัณฑ์น้ำมันปาล์มดิบ โดยนักศึกษาต้องแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการปลูกปาล์มน้ำมันมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ประเภทใด และขั้นตอนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นประเภทใด

ข้อที่ 4 (10 คะแนน) จากข้อมูลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำตาปี-พุมดวง จากสถานีตรวจสอบคุณภาพน้ำ 11 สถานีดังรูปและได้ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำดังตาราง



แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างแม่น้ำตาปี

สัญลักษณ์

- ● **จุดเก็บตัวอย่างน้ำ**
- **แม่น้ำ,คลอง**
- □ **ขอบเขตอำเภอจังหวัดสุราษฎร์ธานี**
- □ **ขอบเขตอำเภอจังหวัดนครศรีธรรมราช**

TP01 ท่าเรือท่าทอง อ.เมือง (X = 540983 , Y = 1014992)

TP02 ท่าเรือบ้านตอน อ.เมือง (X = 535777 , Y = 1010418)

TP03 สะพานจุดจอมเกล้า อ.พุนพิน (X = 524946 , Y = 1007081)

TP04 สะพานพุมดวง(หน้าโรงงานสุรา) อ.พุนพิน (X = 518990 , Y = 1004081)

TP05 วัดถ้ำสิงขร อ.คีรีรัฐนิคม (X = 504479 , Y = 999149)

TP06 สะพานพุมดวง อ.บ้านตาขุน (X = 487778 , Y = 985249)

TP07 คลองพะแสง อ.บ้านตาขุน (X = 479981 , Y = 990408)

TP08 สะพานข้ามแม่น้ำตาปี อ.เคียนซา (X = 522195 , Y = 977684)

TP09 สะพานบ้านโคกจำปา อ.เวียงสระ (X = 528293 , Y = 947142)

TP10 สะพานกรมโยธา อ.ฉวาง (X = 556290 , Y = 931500)

TP11 สะพานบ้านขุนพิปูน อ.พิปูน (X = 567482 , Y = 943270)

แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ณ. สถานีตรวจสอบคุณภาพน้ำ 11 สถานี

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

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำ ณ สถานีตรวจสอบคุณภาพน้ำทั้งหมด 11 สถานี

สถานี	พารามิเตอร์			**ประเภทคุณภาพน้ำ**
	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	Total Coliform Bacteria (MPN/100ml)	
TP01 (ปลายน้ำ)	4.8	8.0	มากกว่าเท่ากับ 16,000	
TP02 (ปลายน้ำ)	4.2	2.5	5,000	
TP03 (ปลายน้ำ)	4.6	2.2	800	
TP04 (กลางน้ำ)	4.4	0.7	1,400	
TP05 (กลางน้ำ)	5.6	0.5	300	
TP06 (กลางน้ำ)	6.0	0.6	300	
TP07 (ต้นน้ำ)	6.2	0.4	40	
TP08 (กลางน้ำ)	6.6	1.9	1,300	
TP09 (กลางน้ำ)	6.2	1.9	800	
TP10(ต้นน้ำ)	7.7	1.3	3000	
TP11(ต้นน้ำ)	8.5	1.2	500	

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

จากตารางมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินดังตารางที่ 3 จงหาว่าคุณภาพน้ำที่แต่ละสถานีจัดอยู่ในประเภทใด และ คุณภาพน้ำ ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ของแม่น้ำจัดอยู่ในประเภทใด (ให้นักศึกษาเขียนคำตอบลงในตารางที่ 2)

ตารางที่ 3 เกณฑ์กำหนดสูงสุดของค่า DO, BOD และ Total Coliform Bacteria 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	-
Total Coliform Bacteria (MPN/100ml)	เป็นไปตามธรรมชาติ	5000	20,000	-	-

<u>ส่วนที่ 2</u> (35 คะแนน) รศ. ดร. อุดมผล พืชน์ไพบูลย์

1) จาก Thomas' Graphical Method จงคำนวณหาค่า BOD rate constant, k และ Ultimate BOD, L_0 จากข้อมูลการวิเคราะห์หาค่า BOD ที่เวลาต่าง ๆ ดังนี้ (15 คะแนน)

วันที่	BOD_t (mg/l)
2	130
5	225
10	250
20	265
35	280

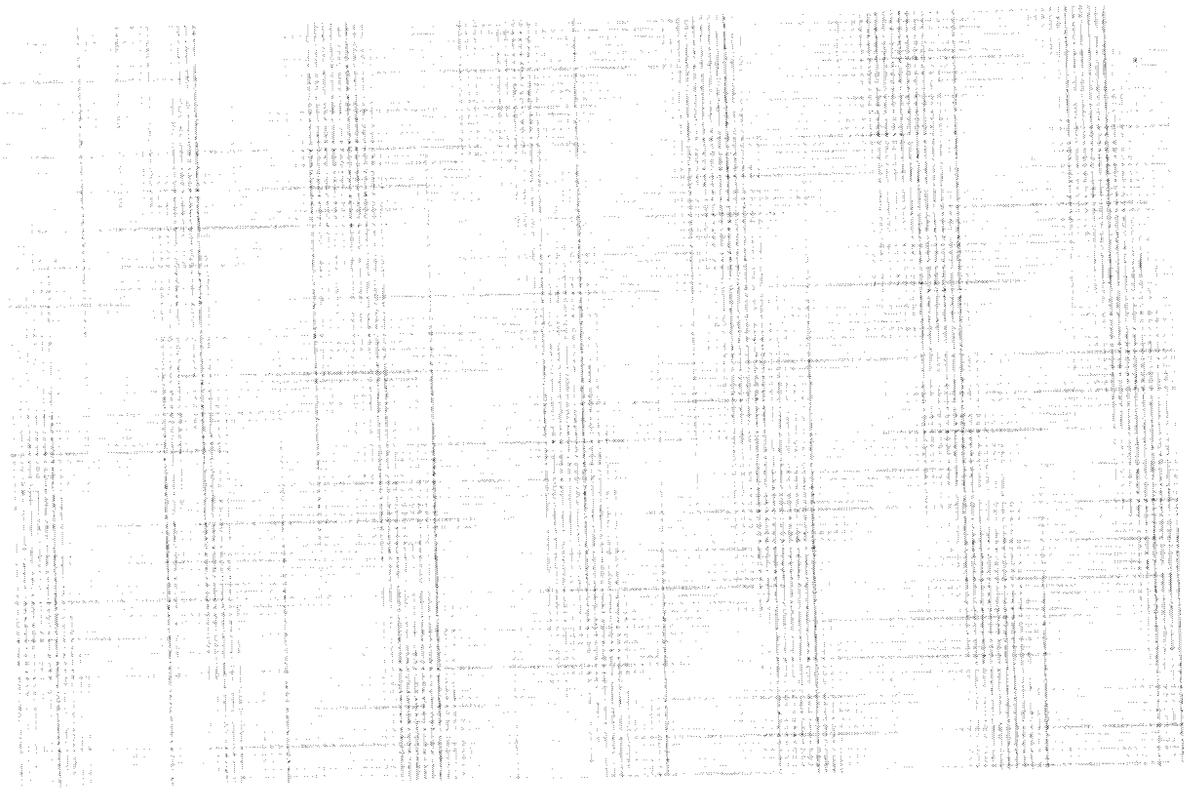
สูตร $$\left(\frac{t}{BOD_t}\right)^{\frac{1}{3}} = \frac{1}{(kL_0)^{\frac{1}{3}}} + \frac{k^{\frac{2}{3}}}{6(L_0)^{\frac{1}{3}}} .t$$

โดยที่ t = ระยะเวลาที่ทำการวิเคราะห์หาค่า BOD (วัน)

BOD_t = ค่า BOD ที่ระยะเวลา t (มิลลิกรัม/ลิตร)

L_0 = Ultimate BOD (มิลลิกรัม/ลิตร)

k = BOD rate constant ($วัน^{-1}$)



2) อ่างเก็บน้ำ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่มีข้อมูลดังนี้

พื้นที่รับน้ำ	=	2.05	ตารางกิโลเมตร
ปริมาณฝนตกเฉลี่ย	=	1,900	มิลลิเมตรต่อปี
อัตราการระเหยเฉลี่ย	=	1,250	มิลลิเมตรต่อปี

จงคำนวณหาปริมาณน้ำฝนที่ตกทั้งหมดในลุ่มน้ำต่อปี และจะมีปริมาณน้ำใต้ดินและน้ำผิวดินรวมกันเฉลี่ยประมาณเท่าไหร่ ในหน่วย ลบ.ม. ต่อปี

สมมติปริมาณน้ำผิวดินหรือน้ำท่าที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีปริมาณ 500,000 ลบ.ม./ปี และค่าเฉลี่ยของของแข็งแขวนลอยในน้ำท่ามีค่าเท่ากับ 100 มิลลิกรัม/ลิตร จงคำนวณหาปริมาตรของตะกอนดินที่ไหลลงสู่อ่างน้ำจากน้ำท่าของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ในระยะเวลา 1 ปี โดยสมมติว่าตะกอนดินมีความชื้น 98% และความหนาแน่น 1,600 กก/ลบ.ม.

(10 คะแนน)

3) หากต้องการกำหนดดัชนีคุณภาพน้ำ (Water Quality Index, WQI) สำหรับทะเลสาบสงขลา ควรจะกำหนดโดยใช้ตัวแปรคุณภาพน้ำอะไรบ้าง อธิบายเหตุผลประกอบของการเลือกตัวแปรแต่ละตัวมาใช้ในการคำนวณดัชนีคุณภาพน้ำ (10 คะแนน)