มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 **ปีการศึกษา 2558**

วันที่ 3 ตุลาคม 2558 **เวลา 9.00 – 12.00 น.**

วิชา 223-501 ADVANCED WASTEWATER TREATMENT AND ENGINEERING **ห้องสอบ S101**

คำชี้แจง

ข้อสอบทั้งหมดมี 7 ข้อ รวม 100 คะแนน ดังแสดงในตารางข้างล่าง

ข้อสอบมี 15 หน้า ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม

ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้ E ทุกกรณี

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา โทษสูงสุดให้ออก

ให้เขียนชื่อ-รหัส ที่หัวกระดาษทุกแผ่น

ห้ามหยิบหรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ

ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าคงที่ต่างๆ หรือข้อสมมุติฐานที่โจทย์กำหนดให้ไม่เพียงต่อการคิดคำนวณ ให้สมมุติขึ้นมาเองตามความเหมาะสม

ตารางแสดงคะแนนสอบกลางภาค

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	26	
2	12	
3	18	
4	8	
5	10	
6	16	
7	10	
รวม	100	

จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์

ตุลาคม 2558

<u>ข้อที่ 1</u> จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(25 คะแนน)**

1.1 การบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไปกับการบำบัดน้ำเสียขั้นสูงมีวัตถุประสงค์แตกต่างกันอย่างไร จงอธิบายโดยสังเขปโดยยกตัวอย่างกระบวนการบำบัดน้ำเสียขั้นสูงประกอบการตอบคำถาม **(3 คะแนน)**

1.2 Sedimentation เหมือนและแตกต่างกับ Clarification อย่างไร และในระบบบำบัดน้ำเสียมีการตกตะกอนประเภทใดบ้าง **(3 คะแนน)**

1.3 จากข้อมูลที่กำหนดให้กรณีที่ออกแบบให้ถังปฏิกรณ์มีประสิทธิภาพร้อยละ 90 ถังปฏิกรณ์แบบ CSTR หรือ Plug Flow แบบใดต้องใช้เวลาในการเก็บกักมากกว่ากัน โดยให้เลือกใช้ค่า reaction rate ที่กำหนดให้เพียง 1 ค่าตามความเหมาะสมในการคำนวณ จงแสดงการคำนวณและหาเวลาในการย่อยสลายสารตั้งต้นให้เหลือครึ่งหนึ่ง (half life time) **(3 คะแนน)**

กำหนดให้

$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{1+k\theta}$, $\frac{C}{C_0} = e^{-k\theta}$,

First order reaction rate = 0.05 h^{-1}, $\frac{A}{A_0} = e^{-kt}$, Second order reaction rate = 0.07 L mol^{-1} h^{-1} $\frac{1}{A} = \frac{1}{A_0} + kt$

1.4 จงจับคู่มลพิษที่เหลืออยู่ในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วกับ Unit operation process ที่สามารถใช้กำจัดมลพิษดังกล่าวได้ โดยพิจารณาจากความเหมาะสม ความเป็นพิษและความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ **(4 คะแนน)**

..... A Suspended and Colloids solids
.....B Total organic carbon
.....C Heavy metal
.....D Volatile organic compound (VOC)

1. Air striping
2. Activated carbon adsorption
3. Ion exchange
4. Surface filtration

1.5 จงเขียนกลไกในการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ในน้ำเสียทั้ง 4 กลไก พร้อมทั้งเขียนรูปแสดงการเปรียบเทียบปริมาณโคแอกกูเลนต์ที่ใช้ในกลไกทั้ง 4 กลไกเพื่อกำจัดความขุ่น **(4 คะแนน)**

1.6 โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบต้องออกแบบระบบบำบัดขั้นต้นเพื่อแยกน้ำมันและตะกอนออกจากน้ำเสีย โดยผู้จัดการโรงงานเลือกใช้ระบบ dissolved air flotation (DAF)

<u>กำหนดให้</u>

- Wastewater flow rate มีค่าเท่ากับ 1,000 m^3/day
- Chemical oxygen demand มีค่าเท่ากับ 80,000 mg/L
- Biochemical oxygen demand มีค่าเท่ากับ 40,000 mg/L
- ไขมัน และน้ำมัน มีค่าเท่ากับ 5,000 mg/L
- Total suspended solids มีค่าเท่ากับ 1,000 g/m^3
- Optimum A/S ratio มีค่าเท่ากับ 0.01 mL/mg
- Temperature 30 ^{o}C, S_a มีค่าเท่ากับ 15.7 mL/L
- Recycle pressure มีค่าเท่ากับ 3.71 atm
- Fraction of saturation มีค่าเท่ากับ 0.5
- ค่า solid loading มีค่าเท่ากับ 5 kg/m^2-h
- ค่า safety factor สำหรับพื้นที่มีค่าเท่ากับ 2
- ค่า surface loading rate มีค่าอยู่ระหว่าง 20 – 150 L/m^2-min
- ระบบ Dissolved air flotation เป็นระบบที่มีการ recycle
- $\frac{A}{S} = \frac{1.3Sa(fp-1)R}{TSS(Q)}$
- ระบบทำงานวันละ 24 ชั่วโมง
- ประสิทธิภาพในการแยกสารอินทรีย์ สารแขวนลอย และ ไขมันและน้ำมัน ของ DAF เป็น 20, 80 และ 80%, ตามลำดับ

จงใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อหาค่าดังต่อไปนี้ (10 คะแนน)

1) อัตราการไหลรวมที่เข้าถัง DAF (Q + R) (m^3/h)
2) Surface area ของถัง DAF (m^2)
3) ให้ตรวจสอบว่า surface loading rate L/m^2-min อยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่ ในกรณีที่ไม่เหมาะสมให้หาขนาดที่เหมาะสม
4) ค่า COD, BOD, TSS และ ไขมันและน้ำมันที่แยกจาก DAF ได้
5) ให้เสนอแนะระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อบำบัดน้ำที่ออกจาก DAF

ข้อที่ 2 โรงงานต้องการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) เพื่อบำบัดน้ำเสียดังรายละเอียดที่กำหนดให้ จงตอบคำถามตอบคำถามต่อไปนี้ **(12 คะแนน)**

2.1 จงหา COD_{mix} และ ปริมาตรถังบำบัดน้ำเสีย (V_n และ V_L)

2.2 จงหาพื้นที่ของถังบำบัดน้ำเสีย เส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง (A, Ø, H_L และ H_T)

2.3 จงตรวจสอบว่าค่า alkalinity ของน้ำเสียว่าเพียงพอต่อความสมดุลของระบบหรือไม่ถ้าไม่เพียงพอต้องเติมสารเพิ่ม alkalinity ลงไปเท่าไรในหน่วยกิโลกรัมต่อวัน

2.4 กรณีที่ค่า COD ตามมาตรฐานน้ำทิ้งสำหรับโรงงานต้องมีค่าไม่เกิน 120 mg/L น้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบ UASB มีค่าผ่านมาตรฐานหรือไม่ ในกรณีที่ไม่ผ่านต้องดำเนินการอย่างไร

กำหนดให้

Wastewater from DAF

- Wastewater flow rate, m^3/day 1,500
- Soluble COD, mg/L 500
- Alkalinity, g/m^3 as $CaCO_3$ 300

Wastewater from washing

- Wastewater flow rate, m^3/day 500
- Soluble COD, g/m^3 5,000
- Alkalinity, g/m^3 as $CaCO_3$ 300

Process

- Organic loading rate, kg COD/m^3-day 8
- Upflow velocity, m/h 0.7
- Reactor volume effectiveness factor (E), percent 85
- Height for gas collection, m 2
- ความสูงของถังต้องมีค่าน้อยกว่า, เมตร 10 เมตร
- ค่าความเป็นด่างที่ระบบต้องการ, g/m^3 3,000
- เวลาเก็บกักตะกอน θc, วัน 32
- $V_n = \frac{QS_0}{L_{org}}$, $V_L = \frac{V_n}{E}$, $A = \frac{Q}{velocity}$, $H_L = \frac{V_L}{A}$, $H_T = H_L + H_G$
- K_s = 450 mg/L, k = 3.125 g COD/g VSS.d, Y = 0.08 g VSS/ g COD, k_d = 0.04 g VSS/g VSS.d
- $s = \frac{K_s[1+(k_d)\theta_c]}{\theta_c(Yk - k_d) - 1}$
- $COD_{mix} = \frac{Q_{DAF}COD_{DAF} + Q_{washing}COD_{Washing}}{Q_{DAF} + Q_{washing}}$

ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 จากข้อที่ 2 พบว่าทางโรงงานต้องการทางเลือกในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระบบบำบัดแบบใช้อากาศประเภท Sequencing Batch Reactor (SBR) ให้นักศึกษาใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้ **(8 คะแนน)**

1) จงหาจำนวนรอบการดำเนินการต่อถัง และ จำนวนรอบการดำเนินการทั้งหมด **(2 คะแนน)**
2) จงหาค่า fill volume ต่อ รอบ และ ปริมาตรถัง SBR **(3 คะแนน)**
3) Hydraulic retention time และ BOD volumetric loading เป็นไปตามเกณฑ์การออกแบบหรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ให้แสดงข้อเสนอแนะ **(3 คะแนน)**

กำหนดให้

- Wastewater flow rate, m^3/day 2,000
- Biodegradable BOD, g/m^3 1,000
- ถัง SBR, ถัง 2
- t_A, ชั่วโมง 3
- t_S, ชั่วโมง 2
- t_D, ชั่วโมง 1
- t_I, ชั่วโมง 0
- V_F/V_T 0.3
- Range of hydraulic retention time (HRT), h 15-40
- Range of BOD volumetric loading, kg BOD/m^3-day 0.1-0.3
- $t_F = t_A + t_S + t_D$
- $t_C = t_A + t_S + t_D + t_F$

3.2 โรงงานดังกล่าวต้องการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge

จงหาค่า **(10 คะแนน)**

1) Mass TSS (kg)
2) The reactor basin volume (m^3)
3) Determine the reactor detention time (θ)
4) ตรวจสอบค่า Volumetric loading (kg/m^3-day) ว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมหรือไม่
5) จงอธิบายว่า ในกรณีที่ต้องการออกแบบระบบให้เกิด Nitrification ต้องทำอย่างไร

<u>กำหนดให้</u>

-	Wastewater flow rate, m^3/day	2,000
-	Biodegradable BOD, g/m^3	1,000
-	SRT, d	8
-	$P_{X,\ TSS}$, kg/day	1,500
-	MLSS, g/m^3	3,000
-	ค่า volumetric loading, (kg/m^3-day) ที่เหมาะสม	0.3-1.6
-	$V \times MLSS = P_{X,\ TSS} \times SRT$	

<u>ข้อที่ 4</u> (8 คะแนน)

4.1 กำหนดให้สารอินทรีย์ที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสียในข้อ 4 มีสูตรเคมี $C_{12}H_{22}O_{11}$

1) จงหาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการทางทฤษฎี (theoretical oxygen demand) ในการย่อยสลาย $C_{12}H_{22}O_{11}$ 1.5 kg (ให้ตอบในหน่วยกิโลกรัม) และต้องการอากาศเท่าไร (ให้ตอบในหน่วยกิโลกรัม) เมื่อกำหนดให้อากาศมีออกซิเจนเป็นส่วนประกอบ 20 เปอร์เซ็นต์
2) การย่อยสลายสารอินทรีย์ทั้งหมดที่อัตราการไหล 2,000 m^3/day และ BOD 1,000 g/m^3 ต้องการปริมาณออกซิเจนทางทฤษฎีเท่าไร

ข้อที่ 5 น้ำเสียจากโรงงานแห่งหนึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

- Wastewater flow rate, m^3/day 1,000
- Total suspended solids (TSS), g/m^3 500
- Wastewater alkalinity, g/m^3 as $CaCO_3$ 50
- Alum Al_2SO_4 $18H_2O$ added for removing TSS only, kg/1000 m^3 10
- Phosphorus in wastewater, g P/m^3 15
- Raw sludge properties: Specific gravity 1.03
  Moisture content, percent 94
- Chemical sludge properties: Specific gravity 1.05
  Moisture content, percent 92.5

กำหนด

- 75 เปอร์เซ็นต์ของ Total suspended solids (TSS) ตกตะกอนได้ใน primary sedimentation tank โดยไม่ต้องใช้ alum
- 90 เปอร์เซ็นต์ของ Total suspended solids (TSS) ตกตะกอนได้ใน primary sedimentation tank โดยใช้ alum
- สมการการเติม alum เพื่อการ precipitation

  $3Ca(HCO_3)_2 + Al_2(SO_4)_3 18H_2O$ <--------> $2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6\ CO_2 + 18H_2O$

  (3 x 100 as $CaCO_3$) (666.5) (2 x 78) 3x136 6x44 18x18
- สมการการเติม alum กับ Lime

  $Al_2(SO_4)_3 18H_2O + 3Ca(OH)_2$ <--------> $2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 18H_2O$

  (666.5) (3 x56 as CaO) (2 x 78) 3x136 18x18
- จากการทดลองพบว่าการกำจัด Phosphorus (P) 1 kg ต้องการ 18 kg ของ $Al_2(SO_4)_3 18H_2O$
- $\rho_{น้ำ}$ = 1000 kg/m^3

จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)

5.1 จงหามวลของ TSS (kg/day) ที่ถูกกำจัดโดยไม่เติม alum และเติม alum

5.2 จงตรวจสอบว่า alkalinity ในน้ำเสียมีเพียงพอต่อการกำจัด TSS โดยการเติม alum หรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอต้องเติม $Ca(OH)_2$ ลงไปเท่าไร (kg/day)

5.3 จงหาค่า $Al(OH)_3$ ที่เกิดขึ้น (kg/day)

5.4 จงหาปริมาตรของตะกอน TSS ที่เกิดขึ้นจากการตกตะกอนโดย1) ไม่เติม alum 2) เติม alum เพื่อกำจัด TSS

5.5 จงหาปริมาณ alum ที่ต้องเติมเพิ่ม (kg/day) เพื่อใช้กำจัด phosphorus และปริมาตรของตะกอนที่เกิดขึ้นจากการตกตะกอนโดยการเติม alum เพื่อกำจัด TSS และ phosphorus

ข้อที่ 6 จงตอบคำถามต่อไปนี้

6.1 โรงงานต้องการใช้ระบบบำบัดแบบสระเติมอากาศ (aerated lagoon) เพื่อบำบัดน้ำเสียให้ได้ค่าน้ำทิ้งผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งโดยทั่วไป ให้นักศึกษาใช้ที่กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้ **(12 คะแนน)**

1 จงหาค่าเวลาในการเก็บกักตะกอน (solid retention time, SRT or θc)

2 จงหาปริมาตรของบ่อเติมอากาศ

3 จงหาปริมาณความต้องการออกซิเจนทางทฤษฎีต่อวัน และให้ประมาณความต้องการออกซิเจนที่ต้องใช้จริง

4 จงหาว่าค่า BOD ในน้ำทิ้งผ่านมาตรฐานหรือไม่

กำหนดให้

- Wastewater flow rate, m^3/day 2,000
- Soluble COD, g/m^3 300
- BOD_5/COD 0.5
- The plant permits standard BOD_5, mg/L 10
- Depth of Lagoon, m 3
- θ, day 5
- Water temperature in summer°C 35
- Water temperature in rainy season°C 25
- Y = 0.65 mg_{MLVSS}/mg_{BOD5}, Ks = 100 mg/L (g/m^3), k = 6.0 g/g, K_d = 0.07 day^{-1} for 25 °C
- First order observed soluble BOD removal-rate constant k_{20} = 2.5 d^{-1} at 20 °C
- $S = \frac{S_0}{[1+(k)\theta]}$
- $k_2 = k_1 1.06^{(T2-T1)}$
- Oxygen demand = 1.5 Q (S_0-S), โดยให้ใช้ค่า BOD เป็นค่า S
- SOTR = 2AOTR

6.2 โรงงานแห่งหนึ่งน้ำเสียออกจากระบบมีค่า COD และ BOD สูง ทางโรงงานประสงค์จะใช้ระบบบ่อปรับเสถียรในการบำบัดน้ำเสีย จงออกแบบบ่อปรับเสถียรว่าประกอบด้วยบ่ออะไรบ้างพร้อมทั้งให้อธิบายเหตุผลประกอบ **(4 คะแนน)**

ข้อที่ 7 จงตอบคำถามต่อไปนี้

7.1 ชุมชนแห่งหนึ่งมีประชากร 10,000 คน ประชากร 1 คนใช้น้ำประปาเท่ากับ 400 L/day โดยน้ำทิ้งจากบ้านเรือนได้ถูกรวบรวมเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย นักศึกษาถูกมอบหมายงานให้ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Tricking Filter จงใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ออกแบบหาเส้นผ่านศูนย์กลางของถัง Tricking Filter ที่จัดวางได้พอดีในพื้นที่ที่กำหนด

(10 คะแนน)

<u>กำหนดให้</u>

- ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบ, m^3/day	0.8 (น้ำประปาที่ใช้ไป)
- ค่า BOD, mg/L น้ำเสีย	500
- ค่า BOD น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว, mg/L	20
- ถังตกตะกอนขั้นต้นไม่กำจัด BOD	
- Filter depth (D), m	5-6
- Recycle ratio, m^3/d (R/Q)	1
- ค่า K	2.35
- n	0.5
- พื้นที่ที่ใช้ในการวางถัง, เมตร x เมตร	12 x 12

- $\frac{S_t}{S_0} = e^{-KDIQ_L^n}$

Prince of Songkla University

Faculty of Engineering

First semester, Midterm examination — Academic year 2015

October 3, 2015 — 9.00 – 12.00

Subject: 223-501 ADVANCED WASTEWATER TREATMENT AND ENGINEERING — ROOM S101

Midterm examination score

Item	Score	Student's score
1	26	
2	12	
3	18	
4	8	
5	10	
6	16	
7	10	
รวม	100	

Charongpun Musikavong
October, 2558

Item 1 (25 points)

1.1 Explain the difference between conventional wastewater treatment process and advanced wastewater treatment process. Provide examples of advanced wastewater treatment process. **(3 points)**

1.2 Describe the difference and similarity between "sedimentation" and "clarification". How many types of sedimentation those use in wastewater treatment plant? **(3 points)**

1.3 Use the following given information for designing the CSTR and Plug flow reactors. The efficiencies of CSTR and plug flow reactors are set at 90 percent. Determine the hydraulic detention times and haft time times by selecting only one reaction rate constant. **(3 points)**

Given information

$\frac{C}{C_0} = \frac{1}{1+k\theta}$, $\frac{C}{C_0} = e^{-k\theta}$,

First order reaction rate = 0.05 h^{-1}, $\frac{A}{A_0} = e^{-kt}$, Second order reaction rate = 0.07 L mol^{-1} h^{-1} $\frac{1}{A} = \frac{1}{A_0} + kt$

1.4 Based on the level of toxic and economics, select the unit operation process (1-4) for removing pollutants (A-D)

(4 points)

..... A Suspended and Colloids solids
..... B Total organic carbon
..... C Heavy metal
..... D Volatile organic compound (VOC)

1. Air striping
2. Activated carbon adsorption
3. Ion exchange
4. Surface filtration

1.5 Describe four mechanisms for destabilization of colloids. Draw the graph between turbidity and coagulant dosage for explaining four mechanisms for destabilization of colloids **(4 points)**

1.6 The palm oil mill manager want to use the dissolved air flotation (DAF) for removing oil & grease and total suspended solids (TSS) from the palm oil mill effluent (POME)

Given information

- Wastewater flow rate = 1,000 m^3/day
- Chemical oxygen demand = 80,000 mg/L
- Biochemical oxygen demand = 40,000 mg/L
- Grease & oil = 5,000 mg/L
- Total suspended solids =1,000 g/m^3
- Optimum A/S ratio = 0.01 mL/mg
- Temperature 30 ^{o}C, S_a = 15.7 mL/L
- Recycle pressure = 3.71 atm
- Fraction of saturation = 0.5
- Solid loading = 5 kg/m^2-h
- Safety factor for area = 2
- The recommendation value of surface loading rate is between 20 and 150 L/m^2-min
- Dissolved air flotation **with recycle**
- $\frac{A}{S} = \frac{1.3Sa(fp-1)R}{TSS(Q)}$
- Operation time = 24 hour per day
- DAF can remove organic matter, TSS, and oil & grease by 20, 80, and 80%, respectively.

Determine

1) Total flow rate to DAF (Q + R) (m^3/h)
2) Surface area of DAF (m^2)
3) Surface loading rate (L/m^2-min), is surface loading rate in the recommendations range?
4) The amount of COD, BOD, TSS and oil & grease removed.
5) The wastewater treatment process for treating effluent water from DAF

Item 2 (12 points)

The manager of factory prefers to use the Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) for treating the wastewater. Use the given information below to determine

2.1 COD_{mix} and volume of UASB tank (V_n and V_L)

2.2 Area, diameter and heights of UASB tank (A, Ø, H_L and H_T)

2.3 Check the amount of alkalinity for reaction. In the case of insufficient alkalinity, determine the additional alkalinity requirement (kg/day)

2.4 The COD of treated wastewater must lower than 120 mg/L. Determine, whether COD of effluent water from UASB is lower or higher than that of standard. Provide the suggestion.

Given information

Wastewater from DAF

- Wastewater flow rate, m^3/day 1,500
- Soluble COD, mg/L 500
- Alkalinity, g/m^3as $CaCO_3$ 300

Wastewater from washing

- Wastewater flow rate, m^3/day 500
- Soluble COD, g/m^3 5,000
- Alkalinity, g/m^3as $CaCO_3$ 300

Process

- Organic loading rate, kg COD/m^3-day 8
- Upflow velocity, m/h 0.7
- Reactor volume effectiveness factor (E), percent 85
- Height for gas collection, m 2
- Height of UASB tank much lower than 10 m
- Requirement alkalinity, g/m^3 3,000
- SRT (θc), days 32
- $V_n = \frac{QS_0}{L_{org}}$, $V_L = \frac{V_n}{E}$, $A = \frac{Q}{velocity}$, $H_L = \frac{V_L}{A}$, $H_T=H_L+H_G$
- K_s = 450 mg/L, k = 3.125 g COD/g VSS.d, Y = 0.08 g VSS/ g COD, k_d = 0.04 g VSS/g VSS.d
- $s = \frac{K_s[1+(k_d)\theta_c]}{\theta_c(Yk-k_d)-1}$
- $COD_{mix} = \frac{Q_{DAF}COD_{DAF} + Q_{washing}COD_{Washing}}{Q_{DAF}+Q_{washing}}$

Item 3 (12 points)

3.1 From Item 2, the manager of factory would like to consider the Sequencing Batch Reactor (SBR) for treating the wastewater. Using the given information to determine **(8 points)**

1) Number of cycle per tank and total cycle **(2 points)**
2) Fill volume per cycle and volume of SBR tank **(3 points)**
3) Hydraulic retention time and BOD volumetric loading. Are these values fall into the recommendation ranges? Provide the suggestion **(3 points)**

Given information

- Wastewater flow rate, m^3/day 2,000
- Biodegradable BOD, g/m^3 1,000
- Number of SBR tank, tanks 2
- t_A, hours 3
- t_S, hours 2
- t_D, hours 1
- t_I, hours 0
- V_F/V_T 0.3
- Range of hydraulic retention time (HRT), h 15-40
- Range of BOD volumetric loading, kg BOD/m^3-day 0.1-0.3
- $t_F = t_A + t_S + t_D$
- $t_C = t_A + t_S + t_D + t_F$

3.2 From Item 3.1, the manager of factory would like to consider the Activated Sludge (AS), determine **(10 points)**

1) Mass TSS (kg)
2) The reactor basin volume (m^3)
3) Determine the reactor detention time (θ)
4) Volumetric loading (kg/m^3-day), is this value fall into the recommendation range?
5) When the nitrification is considered in the design, please explain how to develop nitrification the tank.

Given information

- Wastewater flow rate, m^3/day 2,000
- Biodegradable BOD, g/m^3 1,000
- SRT, d 8
- $P_{X,\ TSS}$, kg/day 1,500
- MLSS, g/m^3 3,000
- ค่า volumetric loading, (kg/m^3-day) ที่เหมาะสม 0.3-1.6
- $V \times MLSS = P_{X,\ TSS} \times SRT$

Item 4 (8 points)

4.1 The major organic compound in the wastewater is $C_{12}H_{22}O_{11}$. Determine

1) Theoretical oxygen demand for degradation of 1.5 kg of $C_{12}H_{22}O_{11}$ and air requirement (kg) (the oxygen content in air is 20 percent)
2) For degradation of organic matter in term of BOD 1,000 g/m^3 and flow rate of 2,000 m^3/day, determine the theoretical oxygen demand.

Item 5 The characteristic of wastewater from factory is presented below.

- Wastewater flow rate, m^3/day 1,000
- Total suspended solids (TSS), g/m^3 500
- Wastewater alkalinity, g/m^3 as $CaCO_3$ 50
- Alum Al_2SO_4 $18H_2O$ added for removing TSS only, kg/1000 m^3 10
- Phosphorus in wastewater, g P/m^3 15
- Raw sludge properties: Specific gravity 1.03
  Moisture content, percent 94
- Chemical sludge properties: Specific gravity 1.05
  Moisture content, percent 92.5

กำหนด

- 75 percent of total suspended solids (TSS) settle in primary sedimentation tank without using alum
- 90 percent of total suspended solids (TSS) settle in primary sedimentation tank by using alum
- Using alum for precipitation

  $3Ca(HCO_3)_2 + Al_2(SO_4)_3 18H_2O$ <--------> $2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6\ CO_2 + 18H_2O$

  (3 x 100 as $CaCO_3$) (666.5) (2 x 78) 3x136 6x44 18x18
- Alum and lime

  $Al_2(SO_4)_3 18H_2O + 3Ca(OH)_2$ <--------> $2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 18H_2O$

  (666.5) (3 x56 as CaO) (2 x 78) 3x136 18x18
- For the removal of 1 kg of phosphorus (P), 18 kg of $Al_2(SO_4)_3 18H_2O$ is required.
- $\rho_{water} = 1000$ kg/m^3

Determine (**10 points**)

5.1 Amount of TSS (kg/day) removed by using alum and without alum

5.2 Alkalinity requirement for removed TSS by using alum and the amount of additional of $Ca(OH)_2$ (kg/day)

5.3 Amount of $Al(OH)_3$ (kg/day)

5.4 Volume of sludge from the precipitation of TSS 1) without alum 2) with alum

5.5 Amount of additional alum (kg/day) for removing phosphorus and volume of sludge from the precipitation of TSS and removal of phosphorus by using alum

Item 6 (12 points)

The factory manager proposes to use the aerated lagoon for treating the wastewater. The treated wastewater must have the quality below the standard. The characteristic of wastewater is tabulated below. Determine

1 Solid retention time(SRT or θc)

2 Volume of lagoon (m^3)

3 Theoretical oxygen demand per day and the actual oxygen demand per day

4 BOD in treated wastewater, is it meet the standard?

Given Information

- Wastewater flow rate, m^3/day 2,000
- Soluble COD, g/m^3 300
- BOD_5/COD 0.5
- The plant permits standard BOD_5, mg/L 10
- Depth of Lagoon, m 3
- θ, day 5
- Water temperature in summer°C 35
- Water temperature in rainy season°C 25
- Y = 0.65 mg_{MLVSS}/mg_{BOD5}, Ks = 100 mg/L (g/m^3), k = 6.0 g/g, K_d = 0.07 day^{-1} for 25 °C
- First order observed soluble BOD removal–rate constant k_{20} = 2.5 d^{-1} at 20 °C
- $S = \frac{S_0}{[1+(k)\theta]}$
- $k_2 = k_1 1.06^{(T2-T1)}$
- Theoretical oxygen demand = 1.5 Q (S_0-S), please use BOD as substrate (S)
- SOTR = 2AOTR

7.2 The stabilization ponds are used to treat the high COD and BOD wastewater. Describe types of ponds that can be used for treating this water. Provide the reason. **(4 points)**

Item 7 (10 points)

7.1 One community has a population of 10,000 persons. The water supply utilization rate is 400 L/day. The trickling filter is proposed to be used for treating this wastewater. Use the given information to determine the diameter of the trickling filter tank. This tank must be installed in the available area.

Given information

- Wastewater flow, m^3/day — 0.8 x water supply usage
- BOD of wastewater, mg/L — 500
- BOD of treated wastewater, mg/L — 20
- The primary sedimentation tank did not remove BOD
- Filter depth (D), m — 5-6
- Recycle ratio, m^3/d (R/Q) — 1
- *K* — 2.35
- n — 0.5
- Available area, m x m — 12 x 12

$$\frac{S_t}{S_0} = e^{-KD/Q_L^n}$$