บทที่ 1
รายละเอียดของระบบบำบัดน้ำเสีย (ของโรงงานตัวอย่าง)

วิธีการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตมีด้วยกันหลายวิธี แต่ละวิธีที่นิยมใช้กันมากและเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงระบบหนึ่งก็คือ ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งนี้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันพืชก็จัดเป็นโรงงานอุตสาหกรรมอาหารประเภทหนึ่ง

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่างที่ใช้อยู่ปัจจุบันนี้ คือ ระบบตะกอนเร่งโดยระบบตะกอนเร่งนี้เป็นวิธีการทางชีววิทยาเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยจะมีการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอาหาร หรือความสกปรกในน้ำเสียแล้วเปลี่ยนค่าสารอาหารเหล่านี้เป็นเชื้อจุลินทรีย์เพื่อขยายพันธุ์ต่อไป โดยเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้จะได้รับการกระตุ้นให้เกิดความต้องการอาหาร และให้เกิดการเจริญเติบโตอยู่ตลอดเวลาทำให้เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถทำการย่อยสลายสารอาหารต่าง ๆ ที่ติดมากับน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพจนทำให้สิ่งสกปรกที่ติดปนมากับน้ำเสียมีปริมาณลดลงจนถึงระดับที่สามารถปล่อยออกสู่ลำรางสาธารณะได้ โดยก่อนจะปล่อยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดเหล่านี้ลงสู่ลำรางสาธารณะจะต้องทำการตกตะกอนเชื้อจุลินทรีย์ออกจากน้ำที่ผ่านการบำบัดก่อน ให้เหลือเพียงน้ำส่วนใสเท่านั้นจึงจะปล่อยออกสู่ลำรางสาธารณะได้

สำหรับตะกอนจุลินทรีย์ที่ตกตะกอนได้จะนำกลับเข้าสู่ระบบอีกครั้ง หรือจะนำไปทิ้งจะต้องพิจารณาจากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในระบบขณะนั้น เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้เป็นสิ่งที่มีชีวิต ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ก็จะมีการเจริญพันธุ์ไปด้วย ขณะที่มีการย่อยสลายความสกปรกของน้ำเสีย ซึ่งความสกปรกของน้ำเสียเหล่านี้ก็คืออาหารของเชื้อจุลินทรีย์นั่นเอง ดังนั้นเมื่อมีการเจริญพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์แล้วจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในระบบให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม เนื่องจากในบ่อเติมอากาศซึ่งเป็นบ่อสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์นี้มีปริมาตรจำกัด ดังนั้นหากมีจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์มากเกินไปแล้วจะมีผลทำให้อาหาร หรือความสกปรกของน้ำเสียที่จะเป็นอาหารของจุลินทรีย์มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ จะทำให้เกิดการขาดอาหารของเชื้อจุลินทรีย์แล้วก็จะทำให้จุลินทรีย์เกิดการย่อยตัวเอง หรือเกิดการกินกันเอง ซึ่งจะมีผลทำให้ระบบทำงานไม่ได้ประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมเสมอ โดยการนำตะกอนไปทิ้งหากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในระบบมีจำนวนมากกว่าจำนวนที่ต้องการ และนำตะกอนกลับสู่ระบบหากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในระบบน้อยกว่าปริมาณที่ต้องการ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งนี้มีข้อดีและข้อเสียดังต่อไปนี้

ข้อดีของระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง

1. เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูงมาก ดังนั้นจึงใช้เนื้อที่สำหรับการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียค่อนข้างน้อย
2. หากมีการออกแบบระบบได้อย่างสมบูรณ์แบบแล้ว ระบบสามารถเดินได้ด้วยตัวของมันเอง เนื่องจากระบบนี้เป็นระบบทางชีววิทยา ดังนั้นจะมีการปรับสภาพสมดุลย์ต่าง ๆ ได้เองตามธรรมชาติ
3. เหมาะสมกับกระบวนการผลิตที่มีอินทรีย์สารปนมากับน้ำเสียจำนวนมาก ๆ
4. สามารถติดตั้งระบบร่วมกับระบบบำบัดแบบอื่น ๆ ได้ เช่นสามารถติดตั้งระบบนี้ต่อจากระบบการบำบัดน้ำเสียโดยใช้สารเคมีได้ เป็นต้น

5. หากมีการควบคุมระบบอย่างเหมาะสมแล้ว ต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียจะต่ำกว่าวิธีอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย

6. กากตะกอนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากตะกอนส่วนเกินหากมีปริมาณมากพอ สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ย หรืออาหารปลาได้

อย่างไรก็ดีระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งนี้ก็ยังคงมีข้อเสียดังนี้

1. ไม่เหมาะกับกระบวนการผลิตที่มีก่อให้เกิดสารอนินทรีย์มาก ๆ เพราะเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายสารอนินทรีย์ได้

2. เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับสภาพน้ำเสียให้เหมาะสมกับสภาพความเป็นอยู่ของเชื้อจุลิทรีย์ด้วย รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงการใช้สารเคมีบางชนิดในกระบวนการผลิต อาจมีผลกระทบต่อการเป็นอยู่ของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย

3. ต้องมีการเติมอากาศเพื่อช่วยให้จุลินทรีย์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือหากเครื่องเติมอากาศเสียหรือเกิดไฟฟ้าดับ จะต้องเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าให้ระบบบำบัดน้ำเสียตลอดเวลา (จะต้องเดินเครื่องเติมอากาศให้กับระบบบำบัดน้ำเสียตลอด 24 ชั่วโมง)

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่างนี้เป็นตัวอย่างของระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งแบบหนึ่งที่มีการประยุกต์ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งร่วมกับระบบบำบัดน้ำเสียอื่นๆ คือมีการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้สารเคมีเข้าช่วยกำจัดสิ่งสกปรกออกขั้นหนึ่งก่อน คือในขั้นการกำจัดไขมันและน้ำมันโดยใช้ระบบกำจัดไขมันและน้ำมันโดยเฉพาะ (Dissolved Air Floatation Unit) ซึ่งการทำงานของระบบกำจัดไขมันและน้ำมันนี้จะมีการเติมสารส้มเพื่อให้เกิดการรวมตัวของตะกอนไขมันและน้ำมันกับสารแขวนลอยอื่น ๆ เมื่อตะกอนดังกล่าวนี้รวมตัวกันเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ขึ้นแล้ว จากนั้นจะเติมอากาศเข้าไปในน้ำเสียเพื่อให้อากาศเป็นตัวพาเอาตะกอนไขมันและน้ำมันที่เกาะอยู่กับสารแขวนลอยอื่น ๆ ให้แยกออกจากน้ำเสียก่อน แล้วจึงปล่อยน้ำเสียดังกล่าวลงสู่บ่อเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่อไป

ซึ่งก่อนที่จะกล่าวถึงรายละเอียดของการทำงานและหน้าที่ของแต่ละหน่วยบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยใครขอศึกษาเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งนี้ในแบบทั่วไปก่อน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระบำบัดน้ำเสียแบบระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) (เกษมสันต์ สุวรรณรัต, 2525)

ระบบตะกอนเร่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักชีววิทยาแบบหนึ่ง ซึ่งได้รับความนิยมอย่างมากในประเทศไทยและเกือบทั่วโลก หลักการของระบบนี้เป็นการบำบัดน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ และเป็นวิธีที่เลียนแบบธรรมชาติ ทั้งนี้เพราะการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติก็อาศัยการย่อยสลายของจุลินทรีย์เช่นกัน อย่างไรก็ตามถ้าปล่อยให้เกิดการบำบัดน้ำเสียเป็นไปเองตามธรรมชาติจะต้องเสียเวลานานมากกว่าที่จุลินทรีย์จะทำการย่อยสลายสารต่าง ๆ ในน้ำได้ และอาจก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งนี้จำเป็นต้องมีการเติมออกซิเจนสำหรับให้จุลินทรีย์ (ซึ่งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นพวกแบคทีเรีย) ไว้ใช้สันดาปอาหาร ซึ่งอาหารของจุลินทรีย์เหล่านี้ก็คือสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เป็นต้น เหตุของความสกปรกในน้ำเสีย ความต้องการออกซิเจนของแบคทีเรีย เป็นไปในลักษณะเดียวกับความต้องการออกซิเจนของมนุษย์ ขอให้ดูสมการแสดงการเจริญเติบโตของมนุษย์และแบคทีเรีย ได้ดังนี้

$$\text{คน} + \text{อาหาร} + \text{ออกซิเจน} + \text{น้ำสะอาด} \xrightarrow[\text{สืบพันธุ์}]{\text{เจริญเติบโต}} \text{คน} + \text{กากอาหาร} + \text{น้ำสกปรก} \quad \text{---- (1)}$$

$$\text{แบคทีเรีย} + \text{อาหาร (ในน้ำเสีย)} + \text{ออกซิเจน} \xrightarrow[\text{สืบพันธุ์}]{\text{เจริญเติบโต}} \text{แบคทีเรีย} + \text{กากอาหาร} + \text{น้ำสะอาด} \quad \text{--- (2)}$$

จะเห็นได้ว่าแบคทีเรียต้องการออกซิเจนเช่นเดียวกับมนุษย์ อาหารของคนเป็นของดี ส่วนอาหารของแบคทีเรียเป็นของเสียที่อยู่ในน้ำเสีย ซึ่งหลังจากการสันดาปแล้วผลที่เกิดขึ้นคือ จำนวนคนและแบคทีเรียเพิ่มขึ้น (หรือมีการเจริญพันธุ์) ส่วนอาหารหรือความสกปรกในน้ำเสียถูกใช้ไปจนเหลือเป็นกากอาหาร

สมการที่ (2) ใช้แทนการกำจัดสารอาหารหรือความสกปรกในน้ำเสียโดยจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน ซึ่งเป็นหลักการของระบบตะกอนเร่ง สมการนี้บอกให้เราทราบว่า การกำจัดน้ำเสียแบบนี้ต้องอาศัยปัจจัยดังต่อไปนี้

1. ต้องมีแบคทีเรียให้พอเพียงกับปริมาณความสกปรกในน้ำเสีย มิฉะนั้นก็จะไม่อาจกำจัดความสกปรกในน้ำเสียได้หมด
2. ต้องมีออกซิเจนในน้ำให้เพียงพอกับความต้องการของแบคทีเรียเพื่อใช้ในการสันดาป
3. ต้องแยกแบคทีเรียออกจากน้ำที่ผ่านการบำบัดก่อนปล่อยน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วลงสู่แหล่งน้ำ มิฉะนั้นก็ยังมีความสกปรกหรือสารอาหารในน้ำเสียอยู่เท่าเดิม (ซึ่งอยู่ในรูปของเซลแบคทีเรีย) แม้ว่าความเข้มข้นหรือความสกปรกในน้ำจะลดลงไปบ้างแล้วก็ตาม

ส่วนประกอบของระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 4 อย่างด้วยกัน (ดังแสดงในรูปที่ 1.1) คือ ถังเติมอากาศ ถังตกตะกอน ระบบหมุนเวียนตะกอน และระบบระบายตะกอนทิ้ง ในบางครั้งน้ำเสียที่ส่งเข้ามาสู่ระบบอาจมีตะกอนของสารแขวนลอยสูง อาจจำเป็นต้องมีถังตกตะกอนอีก 1 ใบ วางไว้ก่อนหน้าถังเติมอากาศ (ดังแสดงในภาพที่ 1.1) เพื่อกำจัดตะกอนของสารแขวนลอยออกขั้นหนึ่งก่อนที่จะส่งน้ำเสียเข้าสู่บ่อเติมอากาศ ซึ่งถังตกตะกอนใบที่ 1 นี้จะเรียกว่าถังตกตะกอนขั้นที่ 1 (Pre-Treatment Tank หรือ Primary Sedimentation Tank)

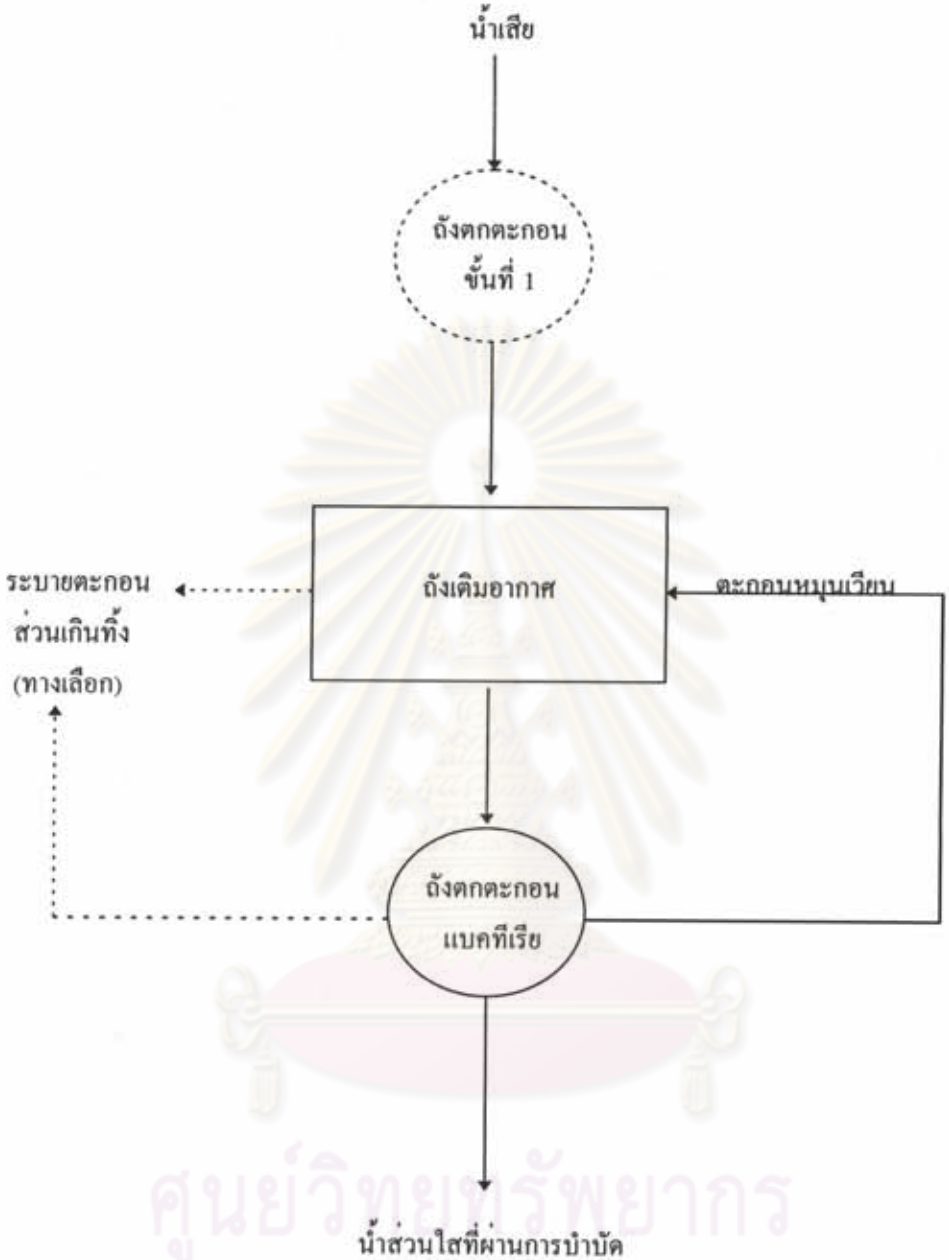
ถังเติมอากาศมีหน้าที่เป็นถังเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียเพื่อให้กินความสกปรกในน้ำเสีย ทำให้ความสกปรกถูกทำลายไป อย่างไรก็ตามน้ำที่มีแบคทีเรียผสมอยู่ยังไม่สามารถนำไปทิ้งได้เลย เพราะแบคทีเรียก็ถือเป็นสิ่งสกปรกสิ่งหนึ่งด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแยกแบคทีเรียเหล่านี้ออกจากน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว จึงจะส่งน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วทิ้งลงสู่แหล่งน้ำได้ วิธีการที่จะสามารถแยกแบคทีเรียเหล่านี้ออกจากน้ำได้โดยใช้ถังตกตะกอนนั่นเอง โดยปรกติของแบคทีเรียแล้วมักจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อน หรือที่เราเรียกกันว่า "ฟล็อค" (floc)

ซึ่งการที่แบคทีเรียเหล่านี้อยู่รวมกันเป็นอนุภาคขนาดใหญ่นี่เองจึงทำให้มีน้ำหนัก หรือความหนาแน่นสูงกว่าน้ำ ทำให้ฟล็อคเหล่านี้สามารถตกตะกอนได้ค่อนข้างเร็วในสภาวะปรกติของแบคทีเรีย

สำหรับอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากต่อระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งนี้ก็คือ เครื่องเติมอากาศที่ใช้เติมอากาศให้แก่แบคทีเรียในถังเติมอากาศมีหน้าที่ที่สำคัญอยู่ 2 ประการคือ 1. ใช้เป็นเครื่องเติมอากาศให้แก่แบคทีเรียใช้ในขบวนการสันดาปเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกในน้ำเสีย และประการที่ 2 คือ เป็นเครื่องมือที่ช่วยทำให้อนุภาคของแบคทีเรีย (floc) แขวนลอยอยู่ในน้ำได้โดยไม่ตกตะกอนลงที่ด้านล่างของถังเติมอากาศ นอกจากนี้แล้วเครื่องเติมอากาศยังทำหน้าที่เป็นตัวกวนผสมให้น้ำเสียกับแบคทีเรียผสมกันได้อย่างดีอีกด้วย ทำให้แบคทีเรียสัมผัสกับน้ำเสียได้ดีซึ่งมีผลทำให้แบคทีเรียสามารถย่อยสลายความสกปรกในน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย จะสังเกตได้จากน้ำในถังเติมอากาศจะมีตะกอนสีน้ำตาลของแบคทีเรียลอยอยู่เต็มไปหมด ถ้าหยุดเครื่องเติมอากาศนี้ภายในเวลาไม่นาน ตะกอนแบคทีเรียจะจมลงก้นถังเติมอากาศและด้านบนของถังเติมอากาศจะเห็นเป็นน้ำส่วนใส

ที่ถังตกตะกอนเมื่อตะกอนของแบคทีเรียถูกแยกออกจากน้ำที่ผ่านการบำบัดโดยการตกตะกอนแล้ว ตะกอนของแบคทีเรียจะถูกส่งกลับถังเติมอากาศ เพื่อเป็นการรักษาความเข้มข้นของแบคทีเรียให้มีระดับพอเพียงสำหรับย่อยสลายความสกปรกในน้ำเสีย และเนื่องจากแบคทีเรียเหล่านี้จะมีการขยายพันธุ์อยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อความเข้มข้นของตะกอนแบคทีเรียเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งแล้วจำเป็นต้องระบายตะกอนแบคทีเรียออกจากระบบบ้าง เพื่อมิให้เกิดการสะสมของตะกอนมากเกินไปจนเป็นอุปสรรคต่อการใช้ถังตกตะกอน หรือเกิดปัญหาอื่นๆ ซึ่งตะกอนแบคทีเรียอาจถูกระบายทิ้งจากก้นถังตกตะกอนหรือระบายจากถังเติมอากาศก็ได้ สำหรับน้ำส่วนใสที่แยกเอาตะกอนแบคทีเรียออกแล้วจะไหลล้นออกทางด้านบนของถังตกตะกอนเข้าสู่ถังพักน้ำ หรือไหลลงสู่แหล่งน้ำต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบทั่วไปของระบบตะกอนเร่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเภทของระบบตะกอนเร่ง

ในบรรดาระบบบำบัดน้ำเสียทั้งหมดที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป ระบบที่ได้รับการพัฒนามากที่สุดจนเป็นที่รู้จักกันเกือบทุกแง่ทุกมุม ก็คือระบบตะกอนเร่ง(แอ็คติเว้ดเด็ดสลัดจ์) วิวัฒนาการของระบบนี้ทำให้เกิดเป็นระบบใหม่ ๆ อีกหลายชนิด ในปัจจุบันระบบตะกอนเร่งอาจจำแนกออกได้เป็น 7 ชนิด ดังนี้

1. ระบบตะกอนเร่งแบบทั่วไป (Conventional Activated Sludge (CAS))
2. ระบบตะกอนเร่งแบบเป็นลำดับขั้น (Step Aeration Activated Sludge (SAAS))
3. ระบบตะกอนเร่งแบบแทปเปอร์เร็ด (Tapered Aeration Activated Sludge (TAAS))
4. ระบบตะกอนเร่งแบบหมักในตัว (Extended Aeration Activated Sludge (EAAS))
5. ระบบตะกอนเร่งแบบคอนแทคท์-สแต็ปบิไลเซชั่น (Contact Stabilization Activated Sludge (CSAS))
6. ระบบตะกอนเร่งแบบใช้ออกซิเจนบริสุทธิ์ (Pure Oxygen Activated Sludge (POAS))
7. ระบบตะกอนเร่งแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge (CMAS))

โดยระบบตะกอนเร่งทุกแบบจะมีส่วนประกอบหลักเหมือนกัน ทั้งนี้โดยมีความแตกต่างกันอยู่ที่วิธีการสร้างสิ่งแวดล้อมให้กับแบคทีเรียในถังเติมอากาศ เช่น วิธีกระจายน้ำเสียและออกซิเจน ระยะเวลาที่แบคทีเรียถูกกักอยู่ในระบบ เป็นต้น ซึ่งภาพที่ 1.1 อาจถือเป็นแบบแปลนร่วมของระบบตะกอนเร่งทุกแบบก็ว่าได้

จากระบบตะกอนเร่งแบบต่าง ๆ ทั้งหมดนี้ ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างและกล่าวถึงเฉพาะชนิดที่น่าสนใจและที่เกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่างที่ศึกษานี้เท่านั้น โดยจะไม่ขอกล่าวถึงระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆ

ระบบตะกอนเร่งที่กล่าวมานี้แบบที่น่าสนใจได้แก่

1. ระบบตะกอนเร่งแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge ; CMAS)

ระบบตะกอนเร่งแบบกวนสมบูรณ์ หมายถึงระบบตะกอนเร่งแบบธรรมดาที่มีการกวนอย่างสมบูรณ์ภายในถังเติมอากาศ การกวนนี้อาจใช้เครื่องเติมอากาศที่มีขนาดใหญ่พอสมควรเพื่อให้เกิดการกวนอย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อต้องให้พลังงานการกวนแก่น้ำอย่างเพียงพอ เช่น ถ้าใช้เครื่องเติมอากาศในการกวนผสมน้ำในบ่อเติมอากาศจะต้องใช้พลังงานไม่น้อยกว่า 1 แรงม้าต่อน้ำ 50 ลูกบาศก์เมตร หรือถ้าใช้ลมในการกวนต้องใช้ลมในอัตราไม่น้อยกว่า 1 ลูกบาศก์เมตรต่อน้ำ 50 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่างที่ศึกษาอยู่นี้ก็จัดอยู่ในระบบตะกอนเร่งแบบกวนสมบูรณ์ได้ด้วย เนื่องจากที่บ่อเติมอากาศของระบบของโรงงานตัวอย่างนี้มีปริมาตรน้ำเท่ากับ 900 ลูกบาศก์เมตร (การเดินในระบบปัจจุบัน) ในขณะที่มีเดินเครื่องเติมอากาศอยู่ 2 เครื่อง ซึ่งมีแรงม้ารวมกันเท่ากับ 30 แรงม้า ซึ่งคิดเป็นอัตราพลังงานเท่ากับ 1.6 แรงม้าต่อน้ำ 50 ลูกบาศก์เมตร

เนื่องจากมีการกวนอย่างสมบูรณ์เกิดขึ้นภายในถังเติมอากาศ น้ำเสียและตะกอนจุลินทรีย์ที่หมุนเวียนกลับมาเข้าถังเติมอากาศจะถูกกระจายไปทั่วทุกแห่งของถังเติมอากาศทันที ทำให้จุลินทรีย์ได้รับอาหารและออกซิเจนอย่างทั่วถึง ลักษณะการกวนอย่างสมบูรณ์แบบนี้จะทำให้ระบบนี้สามารถใช้ได้ดีกับน้ำเสียจากโรงงาน

อุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งอาจมีสารพิษติดมาด้วย ทั้งนี้เป็นเพราะการเจือจางจะเกิดขึ้นทันทีที่น้ำเสียถูกส่งเข้าถังเติมอากาศทำให้พิษมีความเข้มข้นลดน้อยลงเป็นอันมาก

ระบบตะกอนเร่งแบบกวนสมบูรณ์นี้ถือว่าเป็นระบบตะกอนเร่งแบบธรรมดา ซึ่งมีเวลากักตะกอนให้อยู่ในถังเติมอากาศประมาณ 5-10 วัน ทำให้ต้องมีการกำจัดสลัดจ์ (sludge) ที่ระบายทิ้งด้วยวิธีหมักก่อนนำไปตากแห้งหรือดึงน้ำออกด้วยวิธีอื่น ถ้านำสลัดจ์ที่ระบายทิ้งจากระบบไปตากแห้งโดยตรงจะเกิดการเน่าเหม็นเกิดขึ้นเนื่องจากสลัดจ์ยังไม่คงตัว

ในปัจจุบันถังเติมอากาศของระบบตะกอนเร่งแบบอื่นๆ ก็อาจเป็นแบบถังกวนสมบูรณ์ได้ ดังนั้นจึงไม่น่าประหลาดใจว่า ระบบตะกอนเร่งหลาย ๆ แบบอาจมีถังเติมอากาศเป็นแบบกวนสมบูรณ์

2. ระบบตะกอนเร่งแบบหมักในตัว (Extended Aeration Activated Sludge; EAAS)

จากภาพที่ 1.1 จะเห็นได้ว่าระบบตะกอนเร่งจะต้องมีการกำจัดตะกอนส่วนเกินออกจากระบบเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ทำให้จำเป็นต้องมีถังหมักสำหรับย่อยสลายสลัดจ์ต่อไปอีก ถังหมักนี้มีหน้าที่ย่อยสลายสลัดจ์ซึ่งเป็นตะกอนจุลินทรีย์รวมกับสารอินทรีย์อื่น ๆ ที่เน่าเหม็นได้ง่าย ให้กลายเป็นสลัดจ์ที่มีความคงตัวไม่เน่าเหม็นได้ง่าย ทำให้สามารถนำตะกอนไปทิ้งได้โดยไม่มีปัญหากลิ่นเหม็น

เพื่อให้ระบบบำบัดน้ำเสียเป็นแบบที่ง่ายและใช้ได้สะดวกขึ้นจึงมีการพัฒนาระบบตะกอนเร่งแบบหมักในตัวโดยตัดถังหมักออกจากระบบ และออกแบบให้ถังเติมอากาศทำหน้าที่เป็นถังหมักไปในตัว ดังนั้นในการควบคุมระบบตะกอนเร่งแบบนี้จึงมีจุดประสงค์ให้แบคทีเรียอยู่ในถังเติมอากาศนาน ๆ และได้รับอาหารในปริมาณน้อย ๆ เพื่อให้เกิดการย่อยสลายตัวเอง เป็นผลให้มีสลัดจ์ส่วนเกินเกิดขึ้นน้อยและอยู่ในสภาพที่คงตัวไม่เน่าเหม็นได้ง่าย ทำให้สามารถนำสลัดจ์ส่วนเกินนี้ไปตากแห้งหรือทิ้งได้โดยไม่มีปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็น

ข้อแตกต่างระหว่างระบบตะกอนเร่งแบบกวนสมบูรณ์และแบบหมักในตัวแสดงได้ดังตารางที่ 1.1

หัวข้อเปรียบเทียบ	CMAS	EAAS	โรงงานตัวอย่าง
ปริมาณตะกอนแบคทีเรียในระบบ (mg / lit)	< 3,000	3,000-5,000	3,000-5,000
เวลาที่แบคทีเรียอยู่ในถังเติมอากาศ (hr)	4-10	>24	98
อัตราส่วนของอาหารต่อแบคทีเรีย	0.30-0.50	0.05-0.10	0.02-0.15

ตารางที่ 1.1 แสดงข้อแตกต่างระหว่างระบบตะกอนเร่งแบบกวนสมบูรณ์และแบบหมักในตัว และเปรียบเทียบกับระบบตะกอนเร่งที่โรงงานตัวอย่างใช้อยู่ในปัจจุบัน

จะเห็นได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียโรงงานตัวอย่างนี้สามารถจัดเข้าได้กับทั้ง 2 ชนิดที่กล่าวมานี้ แต่เมื่อพิจารณาถึงอัตราส่วนของอาหารต่อแบคทีเรีย ประกอบกับตะกอนสลัดจ์ส่วนเกินที่ระบายลงสู่ลานตากตะกอนซึ่งไม่มีกลิ่นเหม็นเลย ดังนั้นจึงพอจะสรุปได้ว่าระบบตะกอนเร่งที่โรงงานตัวอย่างนี้ใช้อยู่เป็นแบบหมักในตัว (Extended Aeration Activated Sludge)

อย่างไรก็ดียังมีระบบตะกอนเร่งอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนในสำหรับผู้ประกอบการกำลังจะตัดสินใจออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานควรที่จะได้พิจารณาด้วยคือ ระบบตะกอนเร่งแบบคอนแทคท์-สแต็ปบิไลเซชั่น(Contact Stabilization Activated Sludge) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3. ระบบแบบคอนแทคท์-สแต็ปบิไลเซชั่น (Contact Stabilization Activated Sludge ; CSAS)

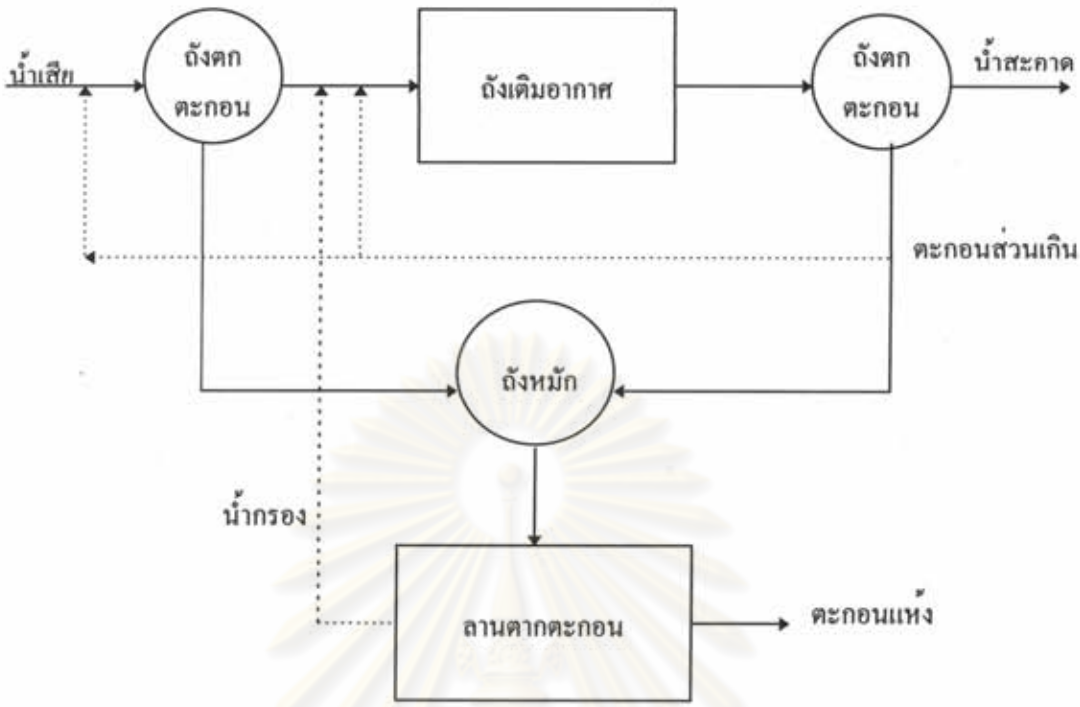
ระบบตะกอนเร่งแบบนี้จะให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้สูงกว่าระบบอื่นๆ ที่มีขนาดถังเท่ากัน ดังนั้นระบบแบบนี้จึงใช้เนื้อที่น้อยในการติดตั้ง ระบบตะกอนเร่งแบบคอนแทคท์สแต็ปบิลไลเซชั่นนี้มักเป็นระบบที่ได้รับการดัดแปลงมาจากระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆ ที่ใช้ไม่ได้ผลเนื่องจากระบบเดิมมีขนาดเล็กเกินไป หรือเพื่อต้องการประหยัดเนื้อที่ติดตั้ง รูปที่ 1.2 เป็นแผนผังแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบนี้ ระบบนี้มักไม่ต้องการถังตกตะกอนขั้นที่ 1 (ก่อนเข้าถังเติมอากาศ) แต่อาจต้องการถังปรับความสม่ำเสมอของน้ำเสีย (Equalization Tank) เพื่อลดความแปรปรวนของน้ำเสียที่สูบเข้าระบบ จะเห็นได้ว่ามีถังเติมอากาศ 2 ใบ ซึ่งเป็นถังกวนแบบสมบูรณ์ทั้งคู่ ถังเติมอากาศใบแรกเรียกถังคอนแทคท์ (Contact Tank) และถังเติมอากาศใบที่ 2 เรียกถังสแต็ปบิลไลเซชั่น (Stabilization Tank) น้ำเสียและตะกอนสลัดจ์หมุนเวียนจะถูกส่งเข้าถังคอนแทคท์ ซึ่งมีเวลากักน้ำประมาณ 1-2 ชั่วโมง ความสกปรกจะถูกกำจัดออกจากน้ำเสียทันทีภายในถังคอนแทคท์มีผลทำให้มีการเพิ่มปริมาณของแบคทีเรียเกิดขึ้น น้ำตะกอนจะถูกส่งไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกเอาแบคทีเรียออก น้ำส่วนใสจะล้นออกจากขอบบนของถังตกตะกอน ส่วนตะกอนแบคทีเรียที่ก้นถังตกตะกอนจะถูกสะสมไว้ที่ก้นถังตกตะกอนและส่งไปยังถังสแต็ปบิลไลเซชั่น เพื่อทำการย่อยสลายตะกอนจุลินทรีย์ที่อยู่ในสลัดจ์เป็นเวลาประมาณ 4-8 ชั่วโมง สำหรับระบบ CSAS ขนาดเล็กเวลากักน้ำของถังสแต็ปบิลไลเซชั่นนี้จะออกแบบให้สูงถึง 24 ชั่วโมงก็ได้ ถ้าต้องการให้มีการหมักเกิดขึ้นในระดับสูง ตะกอนแบคทีเรียที่ออกจากถังสแต็ปบิลไลเซชั่นจะถูกส่งไปอยู่ในถังคอนแทคท์ ตะกอนแบคทีเรียที่ถูกส่งเข้าถังคอนแทคท์นี้จะอยู่ในสภาพที่หิวโหย ดังนั้นเมื่อเข้าไปอยู่ในถังคอนแทคท์แบคทีเรียเหล่านี้ก็จะทำการย่อยสลายความสกปรกได้อย่างรวดเร็ว

โดยทั่วไปแล้วในการบำบัดน้ำเสียจำนวนเดียวกัน ปริมาตรของถังเติมอากาศของระบบตะกอนเร่งแบบคอนแทคท์-สแต็ปบิลไลเซชั่นทั้งสองใบนี้จะมีขนาดเพียง 50-80% ของปริมาตรของถังของระบบตะกอนเร่งแบบอื่น ๆ เท่านั้น

อย่างไรก็ดีผู้วิจัยเคยได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบฟลูอิดไดเซชั่น (Fluidization) มาบ้าง ซึ่งจากหลักการของระบบฟลูอิดไดเซชั่นแล้วจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบตะกอนเร่งได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด รวมทั้งจะยังสามารถลดเนื้อที่ในการติดตั้งระบบให้ลดน้อยลงกว่าแบบคอนแทคท์-สแต็ปบิลไลเซชั่นได้อีกด้วย

ซึ่งการที่จะประยุกต์ใช้เทคนิคฟลูอิดไดเซชั่นกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีถังลดความแปรปรวนของน้ำเสีย และถังตกตะกอนน้ำเสียขั้นที่ 1 ก่อนสูบน้ำเสียเข้าสู่ถังเติมอากาศแบบฟลูอิดไดเซชั่นด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

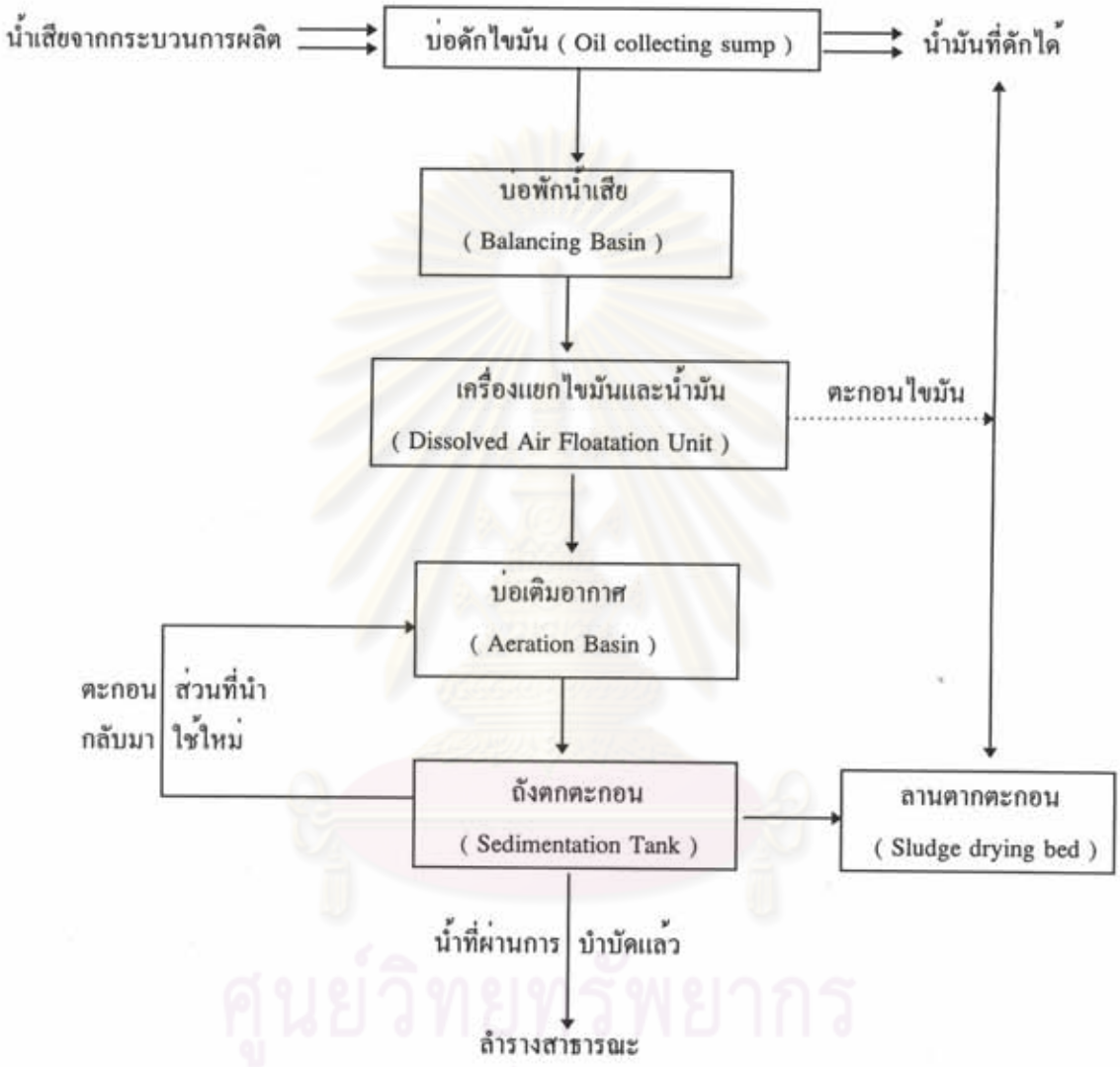


รูปที่ 1.2 แสดงระบบตะกอนเร่งแบบธรรมดาที่มีถังตกตะกอนใบที่ 1 (ก่อนถังเติมอากาศ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่าง

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่งที่โรงงานตัวอย่างใช้อยู่นี้มีขั้นตอนในการบำบัดน้ำเสียดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 แสดงขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียก่อนการนำระบบใหม่มาใช้ (ก่อนปรับปรุง)

จากรูปที่ 1.3 นี้ระบบบำบัดน้ำเสียจะมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่าง

เริ่มต้นจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตจะไหลมารวมกันที่บ่อดักไขมัน บ่อดักไขมันนี้จะทำหน้าที่ในการดักไขมันและน้ำมันที่ปนมากับน้ำเสีย โดยการทำงานของบ่อดักไขมันนี้จะเป็นการพักน้ำเสียให้อยู่ในบ่อนี้ประมาณ 3 ชั่วโมง โดยให้ไขมันและน้ำมันที่ปนมากับน้ำเสียแยกตัวออกมาจากน้ำเสีย โดยไขมันและน้ำมันจะมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำเสียก็จะลอยตัวอยู่ที่ผิวหน้าของน้ำ ส่วนน้ำเสียซึ่งหนักกว่าก็จะอยู่ด้านล่าง จากนั้นไขมันและน้ำมันก็จะถูกตักขึ้นใส่ถังเก็บ ส่วนน้ำเสียจะมีการไหลลอดด้านล่างของบ่อ (under flow) เข้าสู่บ่อพักน้ำเสียต่อไป

บ่อพักน้ำเสีย (Balancing Basin) จะแบ่งเป็น 3 ส่วน แต่ละส่วนจะมีแผ่นกั้นเพื่อให้น้ำเสียไหลลอดทางด้านล่างจากส่วนที่ 1 ไปยังส่วนที่ 2 และจากส่วนที่ 2 ไปยังส่วนที่ 3 ต่อไป โดยในแต่ละส่วนจะมีแผ่นกั้นเพื่อไม่ให้ไขมันหรือน้ำมันที่ติดมากับน้ำเสียไหลปนไปกับน้ำเสียด้วย ซึ่งไขมันและน้ำมันส่วนนี้จะถูกตักออกเป็นระยะ ๆ แล้วนำไปรวมกับไขมันและน้ำมันที่ได้จากบ่อดักไขมัน โดยที่น้ำเสียจะถูกกักไว้ในบ่อพักน้ำเสียนี้เป็นเวลาประมาณ 3-4 วัน เพื่อให้เกิดการแยกตัวของไขมันและน้ำมันออกมาให้มากที่สุด หลังจากนั้นจะไหลลอดจากส่วนที่ 3 ของบ่อพักน้ำเสียนี้เข้าสู่ระบบต่อไป เมื่อน้ำเสียไหลลอดจากบ่อพักน้ำเสียส่วนที่ 3 นี้แล้วจะถูกปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ให้มีสภาพเป็นกลาง (pH ประมาณ 6.0-7.0 โดยถ้าน้ำมีสภาพเป็นกรด จะมีค่า pH <7.0 และถ้าน้ำมีสภาพเป็นด่าง จะมีค่า pH > 7.0) ซึ่งน้ำเสียจากกระบวนการผลิตจะมีทั้งน้ำที่มีสภาพเป็นกรด และน้ำที่มีสภาพเป็นด่าง แต่น้ำทั้ง 2 ประเภทนี้เกิดขึ้นในปริมาณและเวลาที่ต่างกัน

ดังนั้นเมื่อมีน้ำเสียที่มีสภาพเป็นด่างมาจากกระบวนการผลิตหนึ่ง เมื่อผ่านบ่อพักน้ำเสียส่วนที่ 3 นี้ก็จะต้องถูกปรับสภาพให้เป็นกลางโดยใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นกรด (กรดซัลฟูริก) เติมเข้าไปเพื่อปรับสภาพน้ำเสียให้เป็นกลาง และเมื่อมีน้ำเสียที่มีสภาพเป็นกรดมาจากอีกกระบวนการผลิตหนึ่ง เมื่อผ่านมาถึงบ่อพักน้ำเสียส่วนนี้ก็จะต้องถูกปรับสภาพให้เป็นกลางโดยใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นด่าง (โซดาไฟ) เติมเข้าไปเพื่อปรับสภาพน้ำเสียให้เป็นกลาง จากนั้นจึงมีการเติมสารส้มเพื่อทำให้น้ำเสียเกิดการรวมตัวของตะกอน จากนั้นจึงผ่านเข้าสู่เครื่องแยกไขมันและน้ำมันต่อไป

เครื่องแยกไขมันและน้ำมันนี้จะทำหน้าที่แยกไขมันและน้ำมันที่ติดมากับน้ำเสียในรูปของอีมัลชั่น โดยจะมีการเติมอากาศเข้าไปในน้ำเสีย จากนั้นจะนำน้ำเสียและอากาศนี้เข้าสู่ถังอัดความดัน(ความดันประมาณ 2-3 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร) เพื่ออัดให้อากาศที่เติมเข้าไปในน้ำเสียละลาย และรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกับน้ำเสีย จากนั้นจึงปล่อยน้ำเสียที่มีอากาศละลายอยู่จากถังอัดความดันออกสู่ถังแยกไขมันและน้ำมันซึ่งอยู่ในบรรยากาศปกติ เมื่อถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศปกติแล้วอากาศซึ่งละลายอยู่ในน้ำเสียจะแยกตัวออกจากน้ำเสียอย่างรวดเร็ว และเกิดเป็นฟองอากาศขนาดเล็กลอยตัวขึ้นสู่ผิวหน้าน้ำเสียอย่างรวดเร็ว ในขณะเดียวกันก็จะพาเอาตะกอนและคราบไขมันต่าง ๆ ที่ปนมากับน้ำเสียขึ้นมาสู่ผิวหน้าน้ำด้วย จากนั้นก็จะมีใบกวาดตะกอนที่ผิวหน้ากวาดเอาตะกอนส่วนที่ลอยขึ้นมานี้ออกจากน้ำเสีย แล้วนำไปรวมกับไขมันและน้ำมันที่ดักได้จากบ่อดักไขมัน และบ่อพักน้ำเสียเพื่อนำเข้ากระบวนการต่อไป ส่วนน้ำเสียก็จะไหลลอดด้านล่างของถังแยกไขมันนี้ออกสู่บ่อเติมอากาศต่อไป

บ่อเติมอากาศเป็นบ่อที่ใช้สำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อใช้ย่อยสลายสารต่าง ๆ (ความสกปรก) ที่อยู่ในน้ำเสียโดยน้ำเสียที่ผ่านเครื่องแยกไขมันและน้ำมันแล้วจะไหลลงสู่บ่อเติมอากาศนี้เพื่อให้จุลินทรีย์ทำการย่อยสารอาหารและความสกปรกต่าง ๆ ให้มากที่สุด ดังนั้นเพื่อให้จุลินทรีย์ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องมีการเติมอากาศเพื่อให้จุลินทรีย์ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำเสีย นอก

จากนั้นแล้วยังต้องมีการเติมอาหารเสริม คือไนโตรเจนในปริมาณที่พอเพียงต่อความต้องการของจุลินทรีย์อีกด้วย โดยมีสูตรการเติมอาหารเสริม (ไนโตรเจน) ดังนี้

ความต้องการไนโตรเจนของจุลินทรีย์ = อัตราส่วนของ BOD : N = 100 : 5 โดยน้ำหนัก

เมื่อ BOD (Biological oxygen demand) คือค่าความต้องการออกซิเจนของน้ำเสียในเชิงชีววิทยา

N (Nitrogen) คือค่าของสารไนโตรเจนที่ต้องการ

เมื่อน้ำเสียถูกส่งเข้าบำบัดในบ่อเติมอากาศแล้วจุลินทรีย์เหล่านี้ก็จะทำการย่อยสลายความสกปรกต่าง ๆ ในน้ำเสีย โดยมีเวลาที่น้ำเสียอยู่ในบ่อเติมอากาศนี้นานถึง 7 วัน จึงจะถูกส่งเข้าสู่ถังตกตะกอนต่อไป

ถังตกตะกอนทำหน้าที่แยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำที่ผ่านการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์แล้ว โดยน้ำเสียที่ถูกย่อยสลายโดยเชื้อจุลินทรีย์ในบ่อเติมอากาศจะถูกส่งเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อให้ตะกอนจุลินทรีย์ตกตะกอนแยกตัวออกจากน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ตะกอนจุลินทรีย์จะตกลงสู่ก้นถังตกตะกอนและจะถูกส่งกลับบ่อเติมอากาศเพื่อนำกลับไปใช้ย่อยสลายความสกปรกในน้ำเสียอีกครั้ง และหากมีปริมาณตะกอนจุลินทรีย์เกินความต้องการ ก็จะมีการนำตะกอนจุลินทรีย์จากก้นถังตกตะกอน (เพื่อกำจัดตะกอนส่วนเกินออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย) โดยปล่อยตะกอนจุลินทรีย์เหล่านี้ออกสู่ลานตากตะกอนเพื่อตากตะกอนจุลินทรีย์ให้แห้ง ส่วนน้ำใสที่ปราศจากตะกอนจุลินทรีย์จะไหลล้นออกจากถังตกตะกอนทางด้านบนลงสู่สำรางสาธารณะต่อไป

ลานตากตะกอนมีเนื้อที่ประมาณ 300 ตารางเมตร ประกอบไปด้วยชั้นต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ชั้นบนสุดเป็นทรายละเอียด, ชั้นรองลงมาเป็นทรายหยาบ, กรวด และหิน เพื่อกรองน้ำตะกอนจุลินทรีย์ที่ส่งมาจากถังตกตะกอน และหน่วยบำบัดอื่น ๆ ที่ต้องการตากตะกอนให้แห้งโดยอาศัยพลังงานจากแสงอาทิตย์ช่วยในการทำตะกอนเหล่านี้ให้แห้ง เมื่อตะกอนแห้งดีแล้วก็จะมีการตักตะกอนเหล่านี้ไปทำเป็นปุ๋ย หรือใช้ถมที่ต่อไป

โดยแต่ละขั้นตอนของระบบบำบัดน้ำเสียมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. บ่อดักไขมันและน้ำมัน (Oil Collecting Sump)

หน้าที่และการทำงาน ใช้เป็นบ่อพักน้ำเสียที่มาจากกระบวนการผลิต เพื่อดักไขมันและน้ำมันที่ติดปนมากับน้ำเสียแล้วดักน้ำมันดังกล่าวลงบ่อดักน้ำมัน (Recovery Oil Sump)

ปริมาตร/ความจุ 30 ลูกบาศก์เมตร

2. บ่อเก็บกักน้ำเสีย หรือ (Balancing Basin)

(แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ BB1, BB2 และ BB3)

หน้าที่และการทำงาน ใช้เป็นบ่อพักน้ำเสีย น้ำเสียที่ผ่านการดักไขมันมาครั้งหนึ่งแล้วจะผ่านมายังบ่อกักเก็บน้ำเสียนี้ การไหลของน้ำเสียออกจากบ่อดักไขมันและน้ำมัน เข้าสู่บ่อกักเก็บน้ำเสียนี้จะเป็นแบบลอดข้างใต้ (under flow) และในบ่อกักน้ำเสียนี้จะมีแผ่นกั้นเพื่อแบ่งส่วนของบ่อกักเก็บน้ำเสียนี้ออกเป็น 3 ส่วน โดยด้านล่างยังคงต่อถึงกันอยู่ โดยน้ำเสียจะไหลเข้าสู่บ่อเก็บกักน้ำเสียในส่วนที่ 1 แล้วจะไหลถูกสูบออกจากบ่อเก็บกักน้ำเสียนี้ที่ส่วนที่ 3 ซึ่งการไหลของน้ำจากส่วนที่ 1 (BB1) ไปยังส่วนที่ 2 (BB2) และจากส่วนที่ 2 (BB2) ไปยังส่วนที่ 3 (BB3) จะเป็นการไหลแบบลอดข้างใต้ ทั้งนี้เพื่อต้องการดักไขมันและน้ำมันที่ลอยอยู่เหนือผิวน้ำเสีย พร้อมทั้งลดค่าความสกปรกลงขั้นหนึ่งก่อนปล่อนเข้ากระบวนการขั้นต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัจจุบัน ใช้เป็นบ่อปรับสภาพน้ำเสีย (Equalizing Basin) เพื่อปรับสภาพน้ำให้มีลักษณะสมบัติต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน และเพื่อลดความแปรปรวนของลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนส่งเข้าระบบบำบัดในขั้นตอนต่อไป ดังนั้นในบ่อปรับสภาพน้ำเสียนี้จะมีการติดตั้งเครื่องกวนผสม (Mixer) เป็นตัวช่วยกวนผสมอยู่ 2 เครื่อง

ปริมาตร/ความจุ 350 ลูกบาศก์เมตร (ปริมาตรบรรจุสูงสุด 450 ลูกบาศก์เมตร)

ลักษณะของบ่อเก็บกักน้ำเสีย (หรือบ่อปรับสภาพน้ำเสีย) แสดงไว้ดังรูปที่ 1.4

3. หน่วยกำจัดไขมันและน้ำมัน (Dissolved Air Floatation Unit หรือ DAF UNIT)

ส่วนประกอบ 3.1 ถังอัดความดัน (Pressure Tank)

3.2 ถังผสมสารเคมี (Mixing Tank)

3.3 ถังแยกตะกอนลอย (Floatation Tank)

หน้าที่และการทำงาน ทำหน้าที่ลดปริมาณไขมัน , ค่าความสกปรก และสารแขวนลอยในน้ำเสียลงก่อน ส่งน้ำเสียเข้าสู่บ่อเติมอากาศ (Aeration Basin) น้ำเสียจะถูกปั๊มจากบ่อกักเก็บน้ำเสียเข้ามายัง บ่อเติมสารเคมีเพื่อปรับสภาพ น้ำเสียให้เหมาะสมกับระบบการบำบัด จากนั้นน้ำเสียที่เติมสารเคมีแล้วจะถูกปั๊มเข้าถังอัดความดัน ที่ถังอัดความดันนี้จะมีการเติมลมเพื่อให้เข้าไปละลายรวมตัวกับน้ำเสียในถังอัดความดัน จากนั้นจะปล่อยน้ำเสียที่มีอากาศละลายอยู่ออกมาสู่บรรยากาศปรกติจะทำให้อากาศที่ละลายอยู่แยกตัวออกจากน้ำเสียและพาเอาตะกอนไขมัน หรือตะกอนต่าง ๆ ออกมาและลอยขึ้นสู่เหนือน้ำ จากนั้นก็จะถูกใบกวาดฟองตะกอนไขมันและน้ำมันกวาดฟองที่ผิวหน้าออกไปทิ้ง

ปริมาตร/ความจุ 3.1 ถังอัดความดัน มีปริมาตรบรรจุ 0.4 ลูกบาศก์เมตร

3.2 ถังผสมสารเคมี มีปริมาตรบรรจุ 6.0 ลูกบาศก์เมตร

3.3 ถังแยกตะกอนลอย มีปริมาตรบรรจุ 20.0 ลูกบาศก์เมตร

ลักษณะของหน่วยกำจัดไขมันและน้ำมัน แสดงไว้ดังรูปที่ 1.5

4. บ่อเติมอากาศ (Aeration Basin)

หน้าที่และการทำงาน เป็นบ่อเติมอากาศ เพื่อเลี้ยงจุลินทรีย์ซึ่งใช้เป็นตัวย่อยสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ป้อนเข้าระบบ น้ำเสียที่ออกจากถังแยกไขมันจะผ่านเข้ามายังบ่อเติมอากาศเพื่อเป็นอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ โดยต้องมีการเติมสารอาหารให้ด้วย คือไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะสมด้วยเพื่อเลี้ยงให้จุลินทรีย์มีสภาพที่แข็งแรงที่สุดสามารถที่จะย่อยสลายความสกปรกต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปริมาตร/ความจุ ระดับใช้งานจริง (ปัจจุบัน) 900 ลูกบาศก์เมตร

(ความจุสูงสุด 1250 ลูกบาศก์เมตร)

ลักษณะของบ่อเติมอากาศ แสดงไว้ดังรูปที่ 1.6

5. บ่อตกตะกอน (Sedimentation Tank)

หน้าที่และการทำงาน เป็นถังตกตะกอนจุลินทรีย์ มีจุดประสงค์เพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำที่ได้รับการบำบัดแล้ว เพื่อแยกเอาตะกอนจุลินทรีย์กลับสู่ บ่อเติมอากาศ และปล่อยให้น้ำส่วนใสที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลล้นออกทางด้านบนของถังตกตะกอนแล้วปล่อยลงสู่ลำรางสาธารณะต่อไป

ปริมาตร/ความจุ 90 ลูกบาศก์เมตร (ปัจจุบันเป็นถังกลมทรงกระบอก และมีใบกวาดตะกอนจุลินทรีย์)

ลักษณะของบ่อดักไขมันและน้ำมัน แสดงได้ดังรูปที่ 1.7

6. ลานตากตะกอน (Sludge Drying Bed)

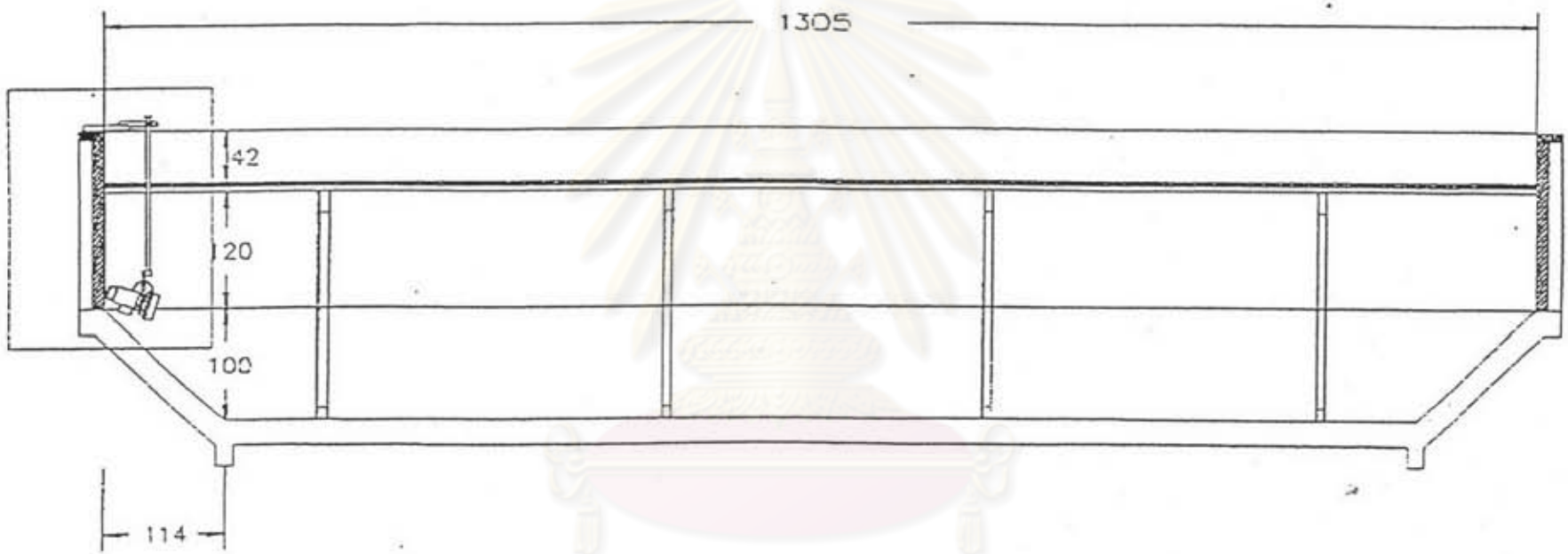
หน้าที่และการทำงาน เป็นลานตากตะกอนจุลินทรีย์ส่วนที่มีมากเกินความต้องการ โดยรับน้ำตะกอนจุลินทรีย์จากถังตกตะกอนจุลินทรีย์ ซึ่งปล่อยออกทางก้นถังตกตะกอน ซึ่งการกำจัดตะกอนจุลินทรีย์ส่วนเกินนี้เป็นการควบคุมปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ไม่ให้มีมากเกินความจำเป็น ซึ่งจริง ๆ แล้วเป็นการควบคุมสภาวะสมดุลย์ของระบบนั่นเอง ซึ่งเมื่อรับน้ำตะกอนจากถังตกตะกอนแล้วส่วนที่เป็นน้ำที่ได้รับการบำบัดแล้วก็จะไหลซึมลงพื้นผิวชั้นล่างของลานตากตะกอนปล่อยให้ส่วนที่เป็นตะกอนจุลินทรีย์หลงเหลือและตกค้างอยู่ที่พื้นผิวด้านบนของลานตากตะกอน ซึ่งจะโดนความร้อนจากแสงอาทิตย์เผาผลาญและแห้งไปในที่สุด

เนื่องจากในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์นั้น จำเป็นต้องมีการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในระบบให้อยู่ในปริมาณที่พอเหมาะ มิฉะนั้นแล้วจะเกิดภาวะขาดแคลนอาหารทำให้จุลินทรีย์กินกันเอง และตายลงซึ่งจะมีผลทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียไม่สามารถกำจัดความสกปรกในน้ำเสียได้หมด ดังนั้นเมื่อปริมาณของจุลินทรีย์เริ่มมาก เกินความต้องการจึงต้องมีการนำจุลินทรีย์เหล่านี้ออกจากระบบโดยการนำไปตาก แล้วจึงนำตะกอนที่แห้งแล้วมาทำปุ๋ยต่อไป

ปริมาตร/ความจุ 300 ตารางเมตร

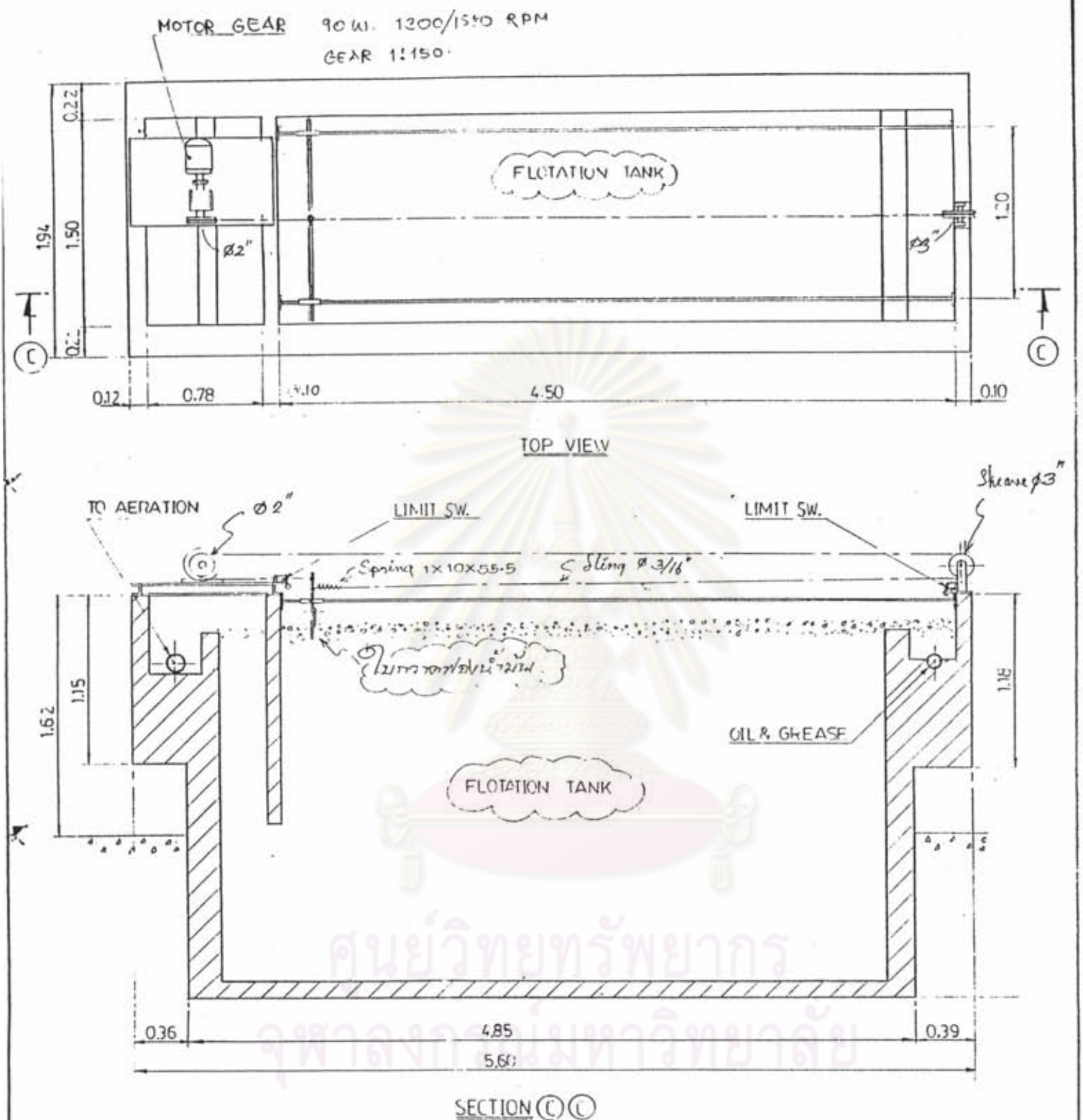
และจากการศึกษาถึงที่มาของน้ำเสียแต่ละแหล่งกำเนิดแล้ว พบว่าน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตหลักของโรงงานสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ 1. น้ำเสียที่มีสภาพเป็นด่าง และ 2. น้ำเสียที่มีสภาพเป็นกรด ซึ่งน้ำเสียส่วนใหญ่ที่เกิดจากกระบวนการผลิตจะมีสภาพเป็นด่าง โดยมีปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียแต่ละแหล่ง และลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียแต่ละแหล่งกำเนิดได้ดังตารางที่ 1.2 และตารางที่ 1.3 ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

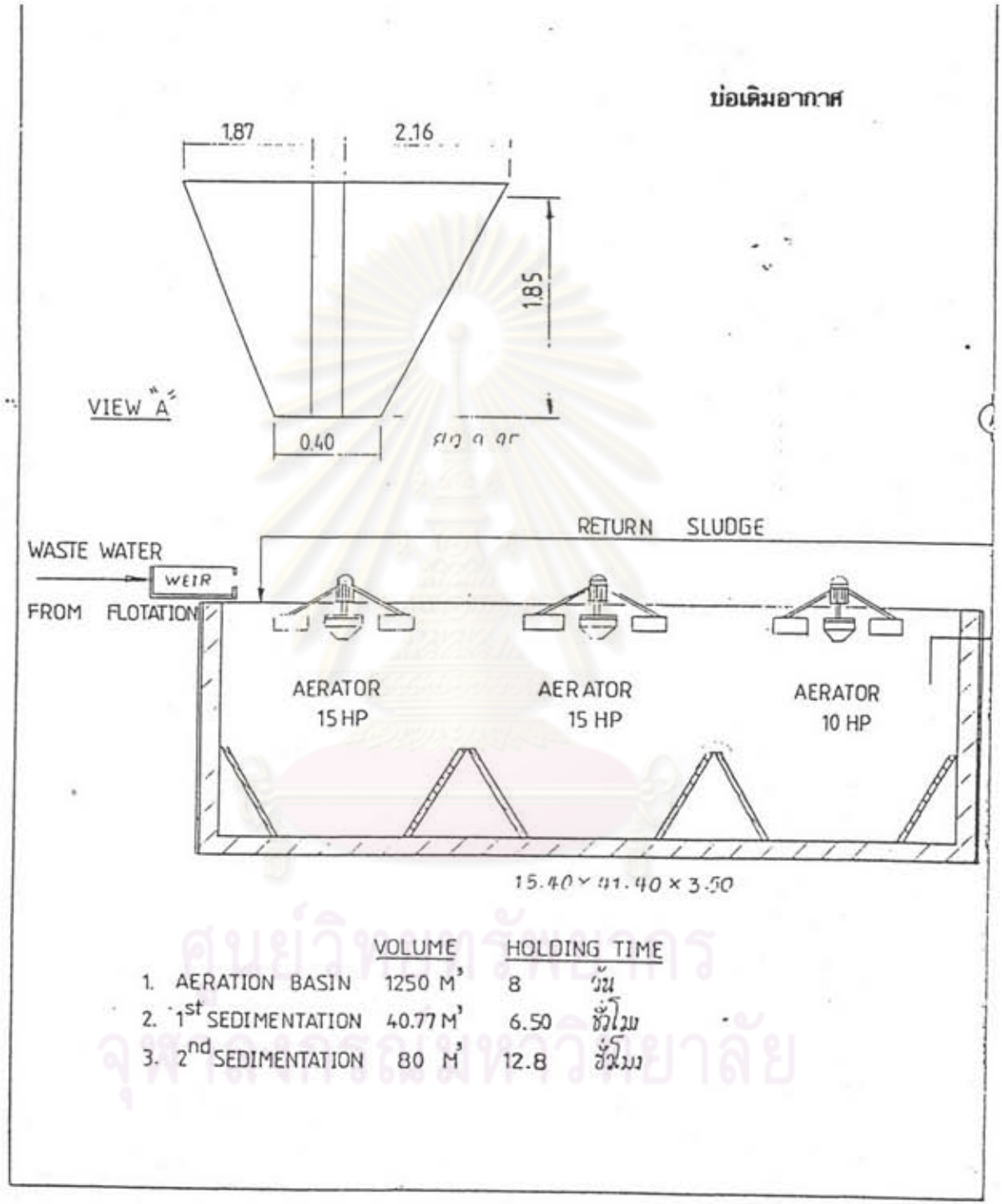


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1.4 แสดงบ่อปรับสภาพน้ำเสีย (Balancing Basin)



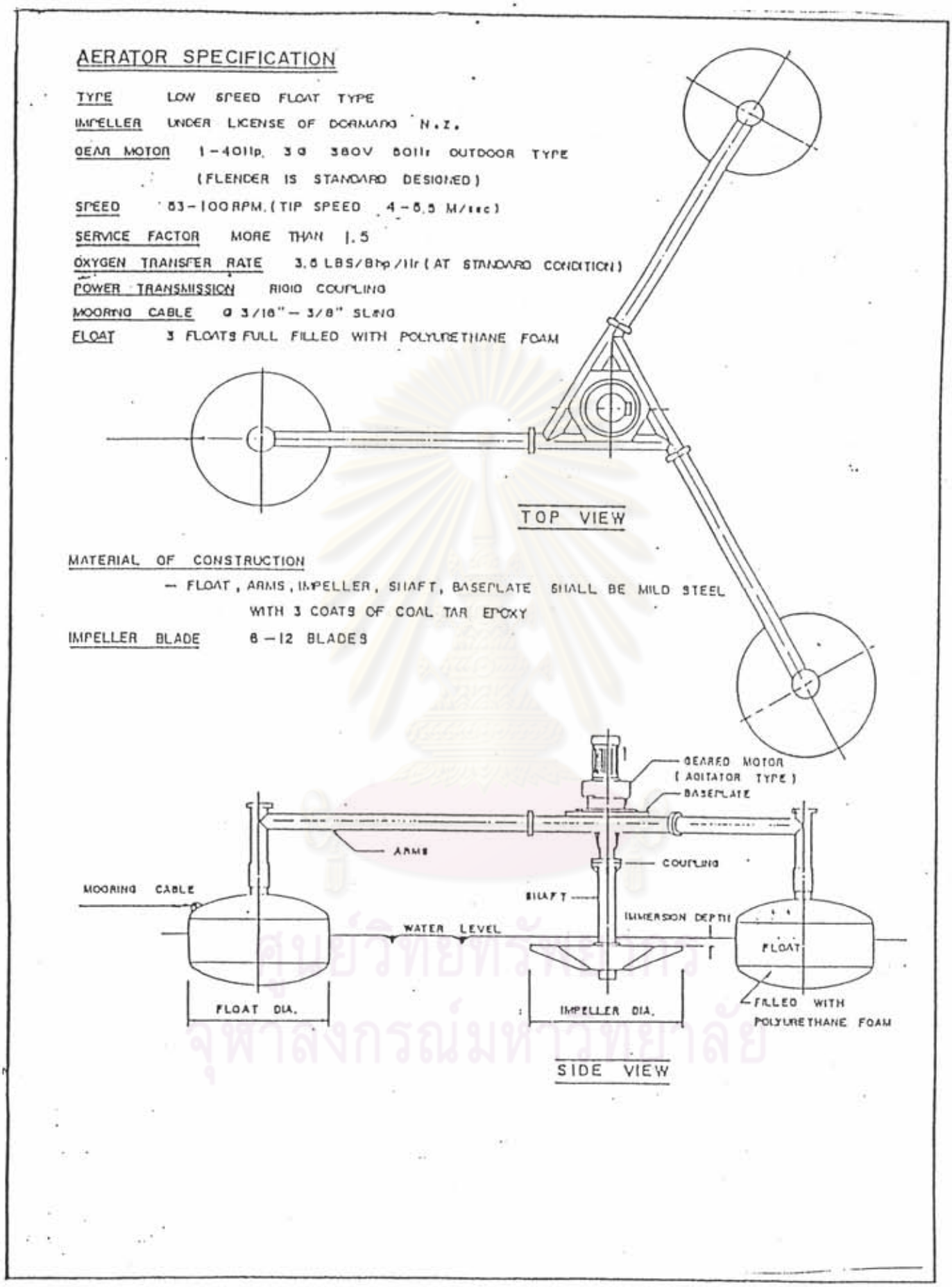
รูปที่ 1.5 แสดงส่วนประกอบของระบบกำจัดไขมันและน้ำมัน (DAF Uint)



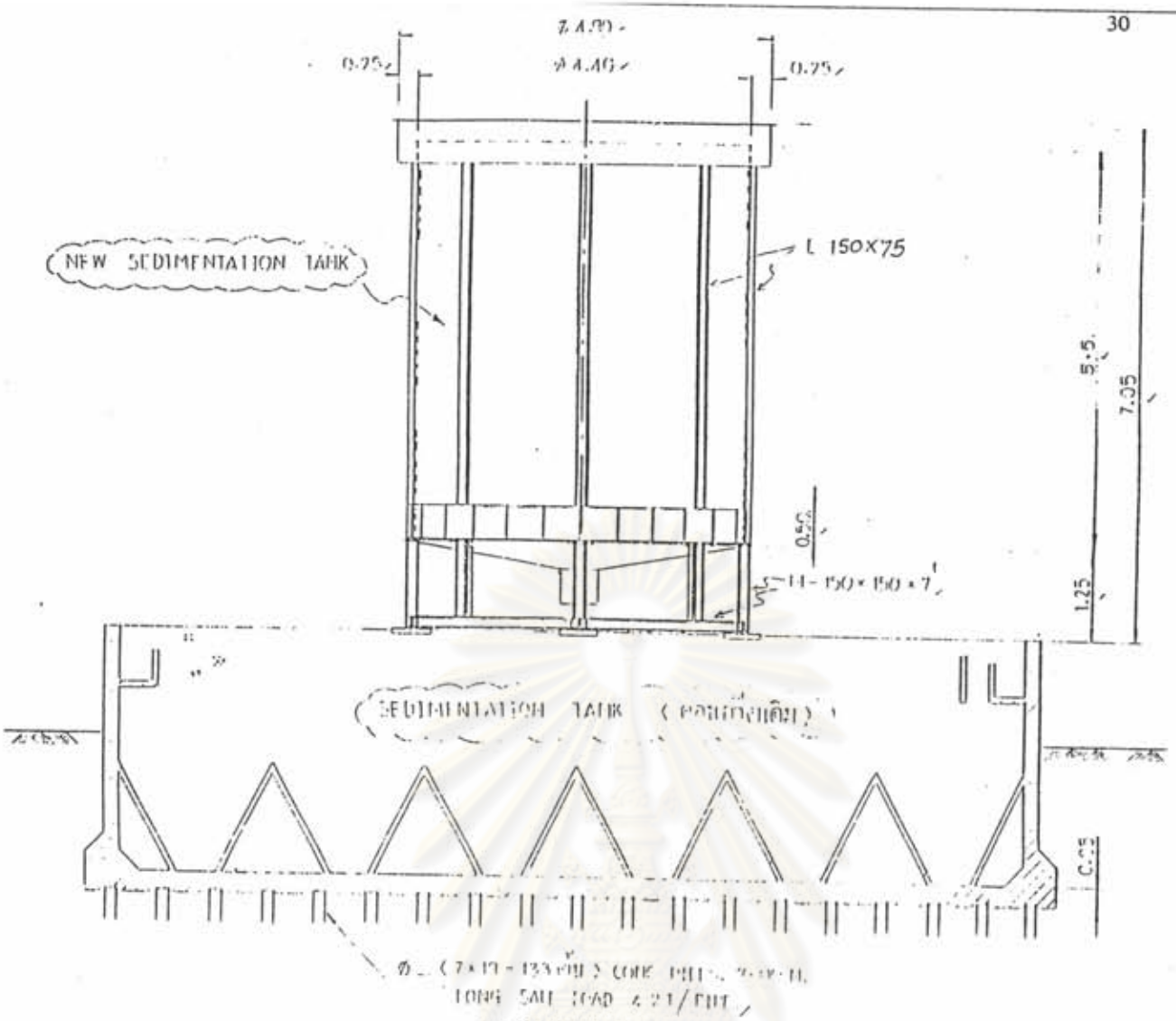
	VOLUME	HOLDING TIME	
1. AERATION BASIN	1250 M³	8	วัน
2. 1st SEDIMENTATION	40.77 M³	6.50	ชั่วโมง
3. 2nd SEDIMENTATION	80 M³	12.8	ชั่วโมง

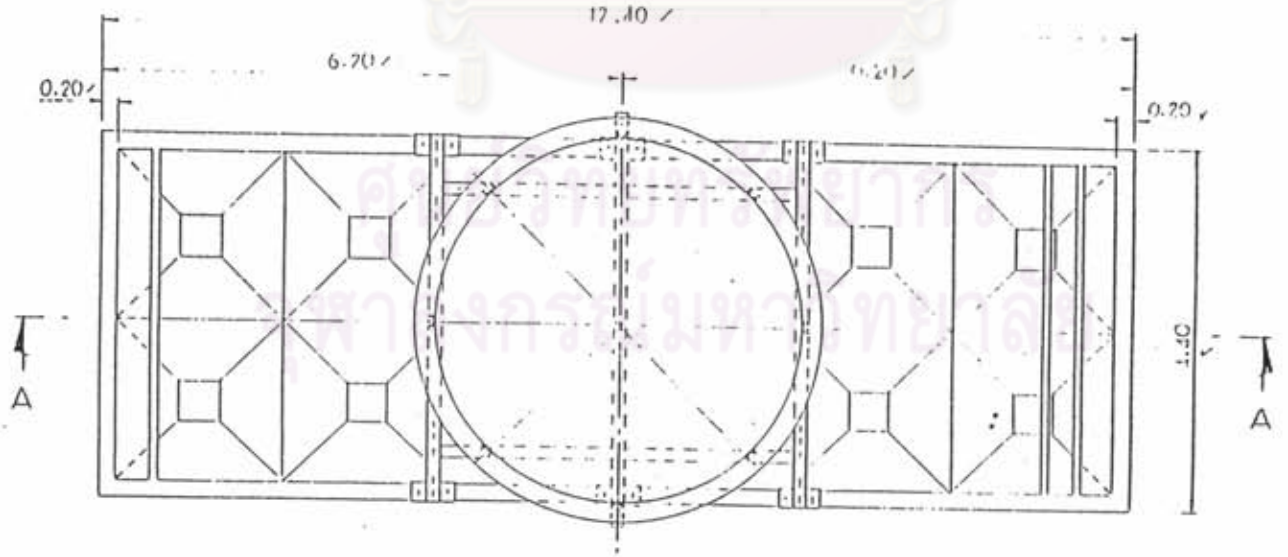
รูปที่ 1.6 แสดงบ่อเติมอากาศ (Aeration Basin)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.7 แสดงเครื่องเติมอากาศแบบลอยบนผิวหน้า (Surface Aerator)





ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 1.8 แสดงถังตกตะกอนจุลินทรีย์ (Sedimentation Tank)

ตารางที่ 1.2 แสดงปริมาณของน้ำเสียที่เกิดจากแต่ละแผนก
ที่ได้จากการวัดจริงก่อนส่งเข้าบ่อพักน้ำเสีย

แหล่งกำเนิดน้ำเสีย	ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณน้ำเสียที่วัดได้จริง		หมายเหตุ
		ลิตร/นาที	ลูกบาศก์เมตร/วัน	
1. แผนกสกัดน้ำมันพืช				
1.1 โรงผลิต 1	ด่าง	3.5	5	วัดที่ท่อน้ำเข้า
1.2 โรงผลิต 2	ด่าง	24.4	35	วัดที่ท่อน้ำทิ้ง
2. แผนกกลั่นน้ำมันพืช				
2.1 โรงผลิต 1	ด่าง	17.4	25	วัดที่ท่อน้ำทิ้ง
2.2 โรงผลิต 2	ด่าง	3.5	5	วัดที่ท่อน้ำทิ้ง
2.3 โรงผลิต 3	ด่าง	3.5	5	วัดที่ท่อน้ำทิ้ง
2.4 โรงผลิต 4	ด่าง	3.5	5	วัดที่ท่อน้ำทิ้ง
2.5 โรงผลิต 5	ด่าง	3.5	5	วัดที่ท่อน้ำทิ้ง
2.6 โรงผลิต 6	กรด	20.8	30	วัดที่ท่อน้ำทิ้ง
2.7 ระบบทำน้ำเย็น	ด่าง	55.6	80	วัดที่ท่อน้ำทิ้ง
3. แผนกบรรจุน้ำมันพืช	ด่าง	3.5	5	วัดที่บ่อน้ำทิ้งก่อนส่งเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย
4. แผนกประกันคุณภาพ	ด่าง	10.4	15	วัดที่ท่อน้ำทิ้ง
5. แผนกไฟฟ้า-ไอน้ำ	ด่าง	3.5	5	วัดจากปริมาณน้ำที่ใช้
ปริมาณน้ำเสียทั้งหมดต่อวัน			220	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

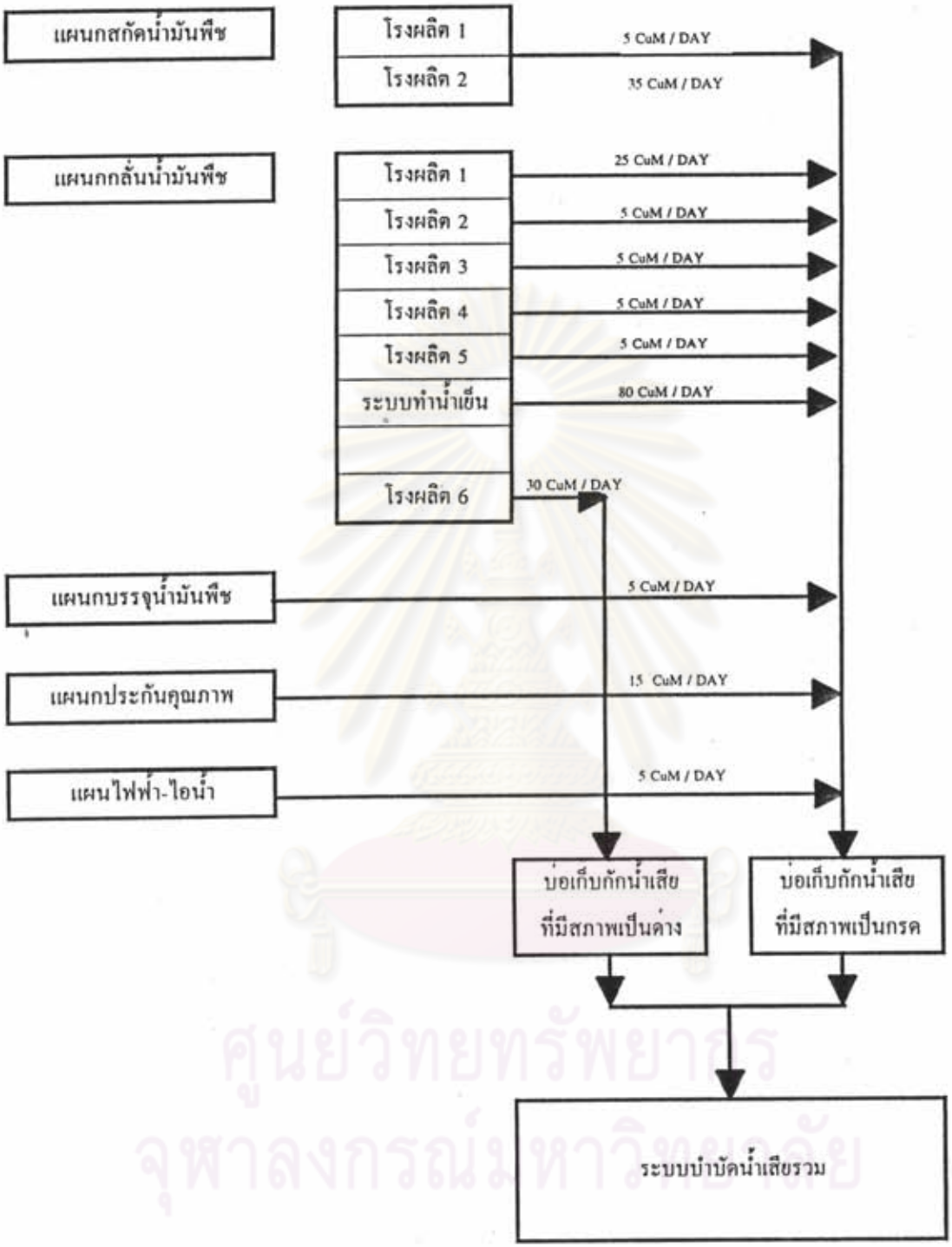
ตารางที่ 1.3 แสดงลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากแต่ละแหล่งกำเนิด

แหล่งที่มา	ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย (มก./ล.)				
	พีเอช	ไขมันและน้ำมัน	ของแข็งละลายน้ำ	สารแขวนลอยในน้ำ	ซีโอดี
1. แผนกสกัดน้ำมันพืช					
1.1 โรงผลิต 1	7.50	1,117	3,075	2,840	13,856
1.2 โรงผลิต 2	7.50	1,117	3,075	2,840	13,856
2. แผนกกลั่นน้ำมันพืช					
2.1 โรงผลิต 1	10.52	11,635	13,995	800	######
2.2 โรงผลิต 2	7.45	250	1,105	455	250
2.3 โรงผลิต 3	7.45	250	1,105	455	250
2.4 โรงผลิต 4	7.45	250	1,105	455	250
2.5 โรงผลิต 5	7.45	250	1,105	455	250
2.6 โรงผลิต 6	1.97	100	11,120	-	3,997
2.7 ระบบทำน้ำเย็น	7.30	104	635	435	770
3. แผนกบรรจุน้ำมันพืช	8.45	953	1,105	455	354
4. แผนกประกันคุณภาพ	7.51	200	410	530	323

หมายเหตุ (-) หมายถึง ตรวจสอบไม่ได้

(##) หมายถึง มีค่ามากเกินกว่าจะวิเคราะห์ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.9 แสดงแหล่งที่มา และปริมาณน้ำเสียแต่ละประเภท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการศึกษารายละเอียดการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่างแต่ละขั้นตอนแล้วพบว่าปัญหาที่ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่างมีต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียสูงเนื่องจาก

1. ปัญหาทางด้านการทำงานของระบบ

เนื่องจากลักษณะน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีทั้งชนิดที่มีสภาพเป็นกรด และน้ำเสียที่มีสภาพเป็นด่าง ซึ่งน้ำเสียแต่ละประเภทมักจะเกิดขึ้นในปริมาณที่ไม่สมดุลย์กัน รวมทั้งยังเกิดคนละช่วงเวลาการผลิตอีกด้วย ประกอบกับน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันพืชจุมีลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งสามารถจำแนกปัญหาออกได้ดังนี้ คือ

1.1 มีลักษณะเป็นของผสมที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำเสีย คือมีน้ำมันพืชผสมอยู่ในน้ำเสียในรูปของอีมัลชั่น

1.2 น้ำเสียที่มาจากกระบวนการผลิตหลัก ๆ แล้วสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.2.1 น้ำเสียที่มีสภาพเป็นกรด $pH < 6.0$

1.2.2 น้ำเสียที่มีสภาพเป็นด่าง $pH > 6.0$

1.3 น้ำเสียทั้ง 2 ประเภท มาจากกระบวนการผลิตที่ต่างกันซึ่งอาจผลิตในช่วงเดียวกัน หรือคนละช่วงก็ได้ ซึ่งปริมาณที่เกิดมักจะไม่สมดุลย์กัน

จากลักษณะของน้ำเสียดังกล่าวทำให้เกิดปัญหากับระบบบำบัดน้ำเสีย คือ ทำให้ต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียสูง เนื่องจาก

1. ก่อนนำน้ำเสียเข้าระบบบำบัดนั้น จะต้องมีการปรับสภาพน้ำเสียให้เหมาะสมกับสภาพของจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ให้อยู่ในสภาพที่เป็นกลาง (pH=6.0-7.0) แต่เนื่องจากน้ำเสียมี 2 ประเภท คือน้ำเสียที่มีสภาพเป็นกรดและน้ำเสียที่สภาพเป็นด่าง และการผลิตก็ขึ้นกับวัตถุดิบ ดังนั้นน้ำเสียทั้ง 2 ประเภทจึงมาไม่พร้อมกัน เมื่อมีน้ำเสียที่เป็นด่างมาก็จำเป็นต้องใช้กรดในการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียให้เป็นกลาง ก่อนเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ครั้งใดที่น้ำเสียที่เป็นกรดมาก็จะใช้ด่างในการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียให้เป็นกลางเช่นกัน ทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้สูง

2. การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพต่ำ เนื่องจากลักษณะน้ำเสียที่ไม่แน่นอน ทำให้ไม่สามารถควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพสูงได้ น้ำที่ส่งเข้ากระบวนการบำบัดในขั้นต่อ ๆ ไปจึงมีความสกปรกอยู่สูงทำให้ต้องใช้สารเคมีเพิ่มขึ้น อีกทั้งต้องมีการเติมอากาศให้จุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้นเพื่อให้เกิดการย่อยสลายมากขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้สูง

3. เนื่องจากน้ำเสียรวมที่เกิดจากกระบวนการผลิตมีค่าความสกปรกสูงมาก (ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของน้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันพืช) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการใช้สารเคมีต่าง ๆ ในปริมาณมากรวมทั้งค่าออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการก็มาก จึงทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการปั่นเครื่องเติมอากาศเพื่อเติมอากาศให้กับเชื้อจุลินทรีย์ในบ่อเติมอากาศสูงไปด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียสูง

2. ปัญหาทางด้านการควบคุมการทำงานของระบบ

จากการศึกษาการทำงานและการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่าง พบว่า

2.1 พนักงานที่ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียโดยตรงยังไม่มีความเข้าใจในการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละจุด ประกอบกับยังไม่มีคู่มือ หรือวิธีการควบคุมที่แน่นอน ทำให้การควบคุมปริมาณสารเคมีต่าง ๆ ที่

ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพทำให้เกิดการสิ้นเปลืองสารเคมีโดยไม่ทราบสาเหตุ ทำให้ต้นทุนค่าสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียสูง

2.2 การติดต่อสื่อสารกันระหว่างพนักงานระดับล่างขึ้นมา และการติดต่อสื่อสารระหว่างพนักงานระดับสูงขึ้นมาลงไปสู่ระดับล่าง ยังไม่มีรูปแบบที่แน่นอน พบว่าส่วนใหญ่แล้วจะมีการสั่งงานและรายงานผลกันข้ามลำดับขั้นการบังคับบัญชา

2.3 พนักงานที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียยังไม่รู้ถึงบทบาทหน้าที่ของตนเองดีพอ ประกอบกับไม่รู้ถึงความสำคัญของระบบบำบัดน้ำเสียว่ามีผลต่อส่วนรวมอย่างไรบ้าง

จากสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้นนี้จึงทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันพืชมีต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 17113702