บทที่ 2
การศึกษาต้นทุนในการบำบัดน้ำเสีย

สำหรับต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันพืช ที่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีววิทยา(หรือแบบ Biological Treatment หรือ Activated Sludge) แล้วสามารถแบ่งที่มาของต้นทุนได้ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ต้นทุนคงที่ ประกอบไปด้วย

1.1 ค่าใช้จ่ายในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย (Factory Overhead) เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการดูแลและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอย่างนั้น เป็นค่าใช้จ่ายที่รวมอยู่กับงานการผลิต เนื่องจากมีการใช้แรงงานต่าง ๆ ในการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียนี้ร่วมกับงานการผลิตหลักของบริษัททำให้ต้นทุนในส่วนนี้จึงไม่สามารถแยกออกมาให้เห็นได้อย่างชัดเจนได้ ดังได้กล่าวไว้ในตอนต้น (ในหัวข้อรายละเอียดการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย) แล้วว่า สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง แล้วหากมีการออกแบบระบบที่ดีและสมบูรณ์แล้ว ระบบจะสามารถเดินได้ด้วยตัวของระบบเอง เนื่องจากจะมีการปรับความสมดุลย์ตามธรรมชาติอยู่แล้วเพียงแต่ใช้แรงงานช่วยตรวจสอบความผิดปรกติและควบคุมปริมาณสารอาหารและปริมาณจุลินทรีย์ให้เหมาะสมกับความต้องการของเชื้อจุลินทรีย์เท่านั้น ดังนั้นแรงงานที่ใช้ในการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียก็สามารถใช้ร่วมกับแรงงานของหน่วยงานการผลิต หรือหน่วยงานอื่นๆ ได้ ซึ่งต้นทุนในเรื่องค่าใช้จ่ายในการควบคุมดูแลระบบจะไม่ได้กล่าวถึงในการวิจัยนี้

1.2 ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานตัวอย่างนี้ยังคงต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาระบบไปอีก เพื่อให้เกิดการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพอยู่เสมอ รวมทั้งการปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียอีกด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการสร้างอุปกรณ์ต่าง ๆ และเครื่องจักรต่าง ๆ ขึ้นมาใช้กับระบบบำบัดน้ำเสียเพิ่มเติม ดังนั้นจึงยังคงมีค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรรวมอยู่ในต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียด้วย (ซึ่งหลักในการคิดค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่างนี้จะตัดค่าเสื่อมราคาในอัตรา 20% ต่อปี)

1.3 ดอกเบี้ยการลงทุน เนื่องจากมีการลงทุนสร้างอุปกรณ์และถังตกตะกอน รวมทั้งสร้างบ่อเก็บกักน้ำเสียเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการคิดดอกเบี้ยของการลงทุนด้วย ซึ่งอัตราดอกเบี้ยนี้คิดที่ 14.0%

2. ต้นทุนแปรผัน ประกอบไปด้วย

2.1 ค่าสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งได้แก่

2.1.1 สารส้ม : ใช้ผสมกับน้ำเสียก่อนเข้าหน่วยกำจัดไขมัน และน้ำมันออกจากน้ำเสีย (DAF UNIT, Dissolved Air Floatation Unit) เพื่อทำให้ตะกอนน้ำมันและตะกอนน้ำเสียที่มีขนาดเล็ก ๆ รวมตัวกันเป็นตะกอนขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งจะถูกฟองอากาศขนาดเล็กดันให้ลอยขึ้นมาบนผิวน้ำที่หน่วยกำจัดไขมันและน้ำมันออกจากน้ำเสีย รวมทั้งยังเป็นตัวทำให้ตะกอนที่มีน้ำหนักมากที่ฟองอากาศขนาดเล็กที่หน่วยกำจัดไขมันและน้ำมันไม่สามารถดันให้ลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำที่หน่วยกำจัดไขมันและน้ำมันได้ เกิดการตกตะกอนได้ง่ายขึ้นที่ถังตกตะกอนน้ำเสียขั้นที่ 1 อีกด้วย

2.1.2 โซดาไฟ (โซเดียมไฮดรอกไซด์ : NaOH) : ใช้เป็นตัวปรับค่าความเป็นกรดของน้ำเสียให้เป็นด่าง หรือเป็นกลางก่อนส่งเข้าระบบต่อไป เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเสียมีฤทธิ์กัดกร่อนโครงสร้างของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละหน่วยบำบัด นอกจากนี้แล้วโซดาไฟยังถูกใช้เป็นตัวปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียให้พอเหมาะกับความต้องการของจุลินทรีย์ ก่อนที่จะสูบน้ำเสียป้อนเข้าสู่บ่อเติมอากาศอีกด้วย

2.1.3 กรดกำมะถัน (กรดซัลฟุริก : H_2SO_4) : ใช้เป็นตัวปรับค่าความเป็นด่างของน้ำเสียให้เป็นกลางก่อนส่งเข้าระบบต่อไป นอกจากนี้แล้วกรดกำมะถันยังถูกใช้เป็นตัวปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียให้พอเหมาะกับความต้องการของจุลินทรีย์ ก่อนที่จะสูบน้ำเสียป้อนเข้าสู่บ่อเติมอากาศอีกด้วย

2.1.4 ยูเรีย : เนื่องจากในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์เองจำเป็นต้องใช้สารอาหารจำพวกไนโตรเจน ซึ่งปรกติแล้วในน้ำเสียจากชุมชนทั่วไปมักจะมีปริมาณไนโตรเจนมากเพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ แต่เนื่องจากระบบน้ำสุขาภิบาลของโรงงานตัวอย่างจะถูกแยกไว้ต่างหากไม่ได้นำน้ำดังกล่าวมารวมกับระบบบำบัดน้ำเสีย จึงทำให้สารไนโตรเจนในระบบมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ ดังนั้นในระบบบำบัดน้ำเสียจึงจำเป็นต้องมีการเติมสารไนโตรเจนนี้เพิ่มเติมเข้าไปกับน้ำเสีย โดยปริมาณ ความต้องการสารไนโตรเจนนี้จะแปรผันตามค่าความสกปรกของน้ำเสียที่สูบเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งสารไนโตรเจนที่ใช้เติมโดยทั่วไปก็คือ ปุ๋ยยูเรีย

2.2 ค่าไฟฟ้า เนื่องจากต้นทุนหลัก ๆ ตัวหนึ่งในการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระบบตะกอนเร่ง ซึ่งจำเป็นต้องมีการเติมอากาศให้เชื้อจุลินทรีย์ที่เลี้ยงไว้ในอัตราที่เหมาะสมและพอเพียงกับความต้องการออกซิเจนของเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นต้นทุนในส่วนนี้จึงเป็นต้นทุนหลัก ๆ และสามารถแยกคิดต่างหากได้ เนื่องจากมีการติดมิเตอร์ไฟฟ้าสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแยกไว้ต่างหาก ต้นทุนค่าไฟฟ้านี้จะรวมถึงปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดในระบบบำบัดน้ำเสีย

3. ต้นทุนอื่น ๆ เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียจัดเป็นกระบวนการผลิตอย่างหนึ่ง ซึ่งจะประกอบไปด้วยเครื่องจักรจำนวนไม่มากนัก แต่อย่างไรก็ดีก็ยังมีความจำเป็นต้องทำการซ่อมบำรุง และดูแลรักษาเครื่องจักรดังกล่าวให้อยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะใช้งานอยู่เสมอ

อีกทั้งจะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้น้ำเสียที่ได้รับการบำบัดแล้วมีคุณภาพได้มาตรฐานตลอดเวลา หรือปรับปรุงให้น้ำเสียที่ได้รับการบำบัดแล้วมีคุณภาพที่ดีกว่ามาตรฐานที่กำหนด เพื่อที่จะสามารถนำน้ำที่ได้รับการบำบัดแล้วนี้มาใช้ประโยชน์ต่อไปได้อีก เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำซึ่งนับวันจะยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้นเป็นลำดับ

ดังนั้นนอกจากต้นทุนในสองส่วนที่กล่าวมาแล้ว จึงยังมีต้นทุนอีกประเภทหนึ่งที่จะต้องนำมาคิดด้วย ซึ่งต้นทุนดังกล่าวนี้ได้แก่

3.1 ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและระบบ

3.2 ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงและพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสีย

จากข้อมูลที่ได้จากฝ่ายบัญชีในปี 2535 และข้อมูลที่ได้ติดตามจากการใช้เบิกสารเคมี พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง รวมทั้งจำนวนเงินลงทุนในปี 2536 และ 2537 (ยกเว้นค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งได้รับข้อมูลมาจากฝ่ายบัญชี) ได้นำมาคิดเป็นต้นทุนรวม และทำเป็นโครงสร้างต้นทุน (Cost Structure) ของต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสียดังแสดงในตารางที่ 2.1 (โดยมีรายละเอียดของการคิดต้นทุนแต่ละปี ดังแสดงในภาคผนวก ค. : ตารางแสดงปริมาณสารเคมีที่ใช้และต้นทุนรวมของระบบบำบัดน้ำเสียของปี 2535 - 2539)

เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างต้นทุน (จากตารางที่ 2.1) ของต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียในปี 2535, 2536 และปี 2537 แล้วจะเห็นได้ว่า

1. ค่าสารเคมี

1.1 โซดาไฟ (NaOH) มีค่าเป็น 70.38 %, 62.20 % และ 20.14% ในปี 2535, 2536 และ 2537 ตามลำดับ

1.2 สารส้ม (ALUM) มีค่าเป็น 1.15 %, 2.74 % และ 4.96% ในปี 2535, 2536 และ 2537 ตามลำดับ

1.3 ยูเรีย (UREA) มีค่าเป็น 0.63 %, 0.88 % และ 1.60 % ในปี 2535, 2536 และ 2537 ตามลำดับ

1.4 ปูนขาว (LIME) มีค่าเป็น 2.52 % ในปี 2535

2. ค่าไฟฟ้า มีค่าเป็น 9.92 % , 10.64 % และ 11.84 % ในปี 2535, 2536 และ 2537 ตามลำดับ

3. ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ มีค่าเป็น 17.92 % , 23.58 % และ 41.95 % ในปี 2535, 2536 และ 2537 ตามลำดับ ซึ่งค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์นี้ประกอบไปด้วย

3.1 ค่าแรงในการนำตะกอนตากแห้งไปทิ้ง

3.2 ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ของระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 แสดงโครงสร้างต้นทุนของระบบบำบัดน้ำเสีย

ของปี พ.ศ. 2535 - 2537

หัวเรื่อง	2535			2536			2537		
ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร)	37,957.0			47,191.0			54,240.0		
ปริมาณที่ใช้	กก.	บาท	เปอร์เซ็นต์	กก.	บาท	เปอร์เซ็นต์	กก.	บาท	เปอร์เซ็นต์
1. สารเคมี									
-สารส้ม	7,775	36,465	1.12	23,641	110,876	2.74	44,412	208,292	4.96
-โซดาไฟ (NaOH)	323,383	2,228,109	68.66	365,781	2,520,231	62.20	122,833	846,319	20.14
-ปูนคลอรีน	4,063	19,949	0.61	7,246	35,578	0.88	13,697	67,252	1.60
-ปูนขาว	39843	79,686	2.46	0	0	0.00	0	0	0.00
ต้นทุนสารเคมีต่อหน่วยน้ำเสีย		2,364,209	72.85		2,666,685	65.82		1,121,864	26.70
2. พลังงานไฟฟ้า	171,540	313,918	9.67	235,614	431,174	10.64	271,860	497,504	11.84
ต้นทุนค่าพลังงานไฟฟ้า		313,918	9.67		431,174	10.64		497,504	11.84
3. ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร	567,230	567,230	17.48	953,667	953,667	23.54	1,763,701	1,763,701	41.97
4. เงินลงทุนสะสม	0		0.00	0		0.00	1,594,600		0.00
ค่าเสื่อมราคา 20 %	0		0.00	0		0.00	318,920		0.00
ดอกเบี้ย 14%	0		0.00	0		0.00	223,244		0.00
รวมเงินลงทุน		0	0.00		0	0.00	542,164	542,164	12.90
5. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	0	0	0.00	0	0	0.00	277130	277,130	6.59
ต้นทุนรวม (บาท)		3,245,357	100.00		4,051,526	100.00		4,202,363	100.00

ราคาต่อหน่วยของสารเคมีและพลังงานไฟฟ้า

-สารส้ม	4.69	4.69	4.69
-โซดาไฟ (NaOH)	6.89	6.89	6.89
-ปูนคลอรีน	4.91	4.91	4.91
-ปูนขาว	2.00	2.00	2.00
-พลังงานไฟฟ้า	1.83	1.83	1.83

ลักษณะสมบัติ (Characteristics) ของน้ำที่ผ่านการบำบัด

pH	7.08	6.2	6.2
SS	670	96	96
COD	291	121	121
BOD	72	30	30
OIL & GREASE	64	23	23
DS	7753	4231	4231

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย