เอกสารอ้างอิง

กนก บุญยะรัตเวช. 2524. พิษของผงซักฟอกต่อมนุษย์. รายงานการสัมมนาวิชาการ เรื่อง ผงซักฟอกกับปัญหาสิ่งแวดล้อม. หน้า 46-49. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2528. รางานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมผงซักฟอก. กระทรวงอุตสาหกรรม. (โรเนียว)

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2530. น้ำเสียชุมชนและปัญหามลภาวะทางน้ำในเขต กทม.และปริมณฑล. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน.

ชาญยุทธ คงภิรมย์ชื่น. 2528. อิทธิพลของผงซักฟอกที่มีต่อปลานิล (Tilapia nilotica Linn.). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ซีเท็ค และธรณีเท็ค, บริษัท. 2527. การประเมินผลและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ผงซักฟอกชนิดอนุมูลประจุลบในประเทศไทย. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

ผกา อุดมนิธิกุล. 2527. การสลายตัวทางชีวภาพของผงซักฟอกในน้ำแม่น้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.

ทองทิพย์ คำมา. 2530. ผลกระทบจากรูปแบบการใช้ที่ดินต่อปริมาณสารลดแรงตึงผิวในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนาภรณ์ จิตตปาลพงศ์. 2526. พิษเฉียบพลันของผงซักฟอกที่มีต่อไรแดง (Moina macrocopa Strans.). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มาลงี เรืองไรรัตนรังจน์. 2529. การสลายตัวของผงซักฟอกในแหล่งน้ำธรรมชาติและในระบบบำบัดน้ำทิ้งบางประเภท. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กอง. 2533. รายงานสรุปคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา พ.ศ. 2528-2531. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2526. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผงซักฟอก. กรุงเทพฯ : พี เอ็น เซ็นเตอร์เพรส.

——— . 2528. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผงซักฟอก. กรุงเทพฯ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2524. พิษของผงซักฟอกที่มีต่อสัตว์น้ำ. รายงานสัมมนาทางวิชาการเรื่องผงซักฟอกกับปัญหาสิ่งแวดล้อม. หน้า 34-43. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

ภาควิชาวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2527. การศึกษาและสำรวจปริมาณและการแพร่กระจายของผงซักฟอกในแหล่งน้ำ. เสนอต่อ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

เรวัติ วัฒนานุกูลกิจ. 2531. ความเป็นพิษของสารลดแรงตึงผิวประเภทแอนไอออนิก และนอนไอออนิกต่อไรแดง (Monina macrocopa straus). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลิศชัย เจริญธัญรักษ์. 2528. การเปรียบเทียบผลทางไซโตจินินิดของผงซักฟอกชนิดฮาร์ดและซอฟท์ดีเทอเจนท์ต่อเซลเม็ดเลือดขาวของคนในอาหารเลี้ยงเซล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วสันต์ ต้นไหม. 2532. ฮิทธิพลของผงซักฟอกต่อปริมาณจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรพล สุดดารา. 2524. ผงซักฟอกกับปัญหาสิ่งแวดล้อม. รายงานสัมมนาทางวิชาการเรื่อง ผงซักฟอกกับปัญหาสิ่งแวดล้อม. หน้า 27-33. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม แห่งชาติ.

สุวนิตย์ จุลวัจน์. 2528. อิทธิพลของผงซักฟอกที่มีต่อสาหร่ายสีเขียว (S. acutus). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวัฒน์ ทรัพย์ประภา. 2524. เคมีของผงซักฟอก. รายงานการสัมมนาวิชาการเรื่องผงซักฟอก กับปัญหาสิ่งแวดล้อม. หน้า 13-26. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

สุทธิกฤษณ์ พึ่งน้อย. 2528. การศึกษาอิทธิพลของผงซักฟอกบางชนิดที่มีต่อการเจริญเติบโตของ ปลานิล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิทธิชัย บุตรน้ำเพชร. 2528. อิทธิพลของผงซักฟอกต่อปริมาณจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมโภชน์ อิ่มเอิบ. 2528. ทฤษฎีความตึงผิวกับการทำงานของผงซักฟอก วารสารวิทยาศาสตร์ 39 (5) 233-226.

อัจฉราภรณ์ อุดมกิจ. 2529. ผลกระทบของสารตั้งต้นของสารลดแรงตึงผิว ABS และ LAS ต่อลูกปลานิล (Tilapia nilotica) ในระดับความเค็มต่าง ๆ . วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหา-วิทยาลัย.

อัจฉรีย์วรรณ เชาว์วาทิน. 2528. ผลของผงซักฟอกต่อการเจริญเติบโตของผักตบชวา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

APHA-AWWA-WPCF. 1989. Surfactants. Standard Method for The Examination of Water and Wastewater. 17 th. ed. Washington DC. : American Public Health Association.

Bardach, J.E., M. Fujiya and A.Holl. 1965. Detergents : Effects on the chemical senses of the fish Ictalurus natalis (Le Sueur). Science 148 : 1605-1607.

Bornmann, G. and A. Loeser. 1961. Acute alkylarylsulfonate action. Fetti, Seifen, Anstrichmittel. 63 : 938-940.

Canter, W. 1985. River Water Quality Monitoring. Michigan : Lewis Publishers, Inc.

Czok, G., G.Kaizer and G. Taiber. 1968. Interaction of anionic surfactants with enzymes. Surf. Cong. 3 : 337-347.

Davis, M. and E.F. Gloyna. 1969. The role of algae in degrading detergent surface active agents. Journal WPCF 41(81) : 1494-1503.

EPA. 1972. Water Quality Criteria 1972. Washington, D.C. : The Environmental Protection Agency.

Fischler, W.K. 1958. Action of high concentrations of anionic surfactants on bacteria. Arch. Microbiol. 31 : 33-49.

Fuhrman, R.,J. Van Peppen and W. Ford. 1964. Role of external variable in degradation of striaghtchain ABS. Soap and Chemical Specialities 40(2) : 51-53.

Halvorson, H. and M. Ishaque. 1969. Microbiology of domestic wastes III metabolism of LAS-type detergents by bacteria from a sewage lagoon. Canadian Journal of Microbiology 15:571-576.

Harwinta F. Eyomoer R. 1984. The effects of water hardness and temperature on the toxicity of detergents to the freshwater fish, Puntius goinonotus (Bleeker). Master of Thesis Environmental Biology, Mahidol University.

Hicks, N. 1985. ABS effects on stream algae community. Bull. of Environ. Con. Toxicol. 6 : 225-236.

Hokanson, K.E.F. and L.L. Smith. 1971. Some factors influencing toxicity of linear alkylate sulfonate (LAS) to the bluegill. Transactions of the American Fisheries Society. 100(1) : 1-12.

Hon-nami, H. and T. Hanga. 1979. Linear alkylbenzene sulfonate in river, estuary and bay water. Water Research. 14(9) : 1251-1256.

Imandel, K., N. Razeghi and P.samar. 1977. Tehran ground water pollution by detergents. Water, Air and Soil Pollution. 9(1):119-122.

Kikuchi, M., A. Tokai and T. Yoshida. 1986. Determination of trace levels of Linear Alkylbenzene sulfonates in the marine environment by High-Performance Liquid Chromatography. Water Research 20(5) : 643-650.

Klein, L. 1966. Thoughts on River Pollution. River Board Association Year Book 5 : 53-58.

Klein, S.A. and P.H. Mcgauhey. 1965. Degradation of biologically soft detergents by wastewater treatment processes. Journal WPCF 37(6) : 857-866.

Kopp, R. and K.J. Mueller. 1965. Effects of related anionic detergents on flagellation, motility, swarming and growth of Proteus. Applied Microbiology 13(6) : 950-955.

Lopez, A.Z. 1975. The effects of ABS, LAS and AOS detergents on fish, domestic animals and plants. Progress in Water Technology 7(2) : 73-82.

Marchetti, R. 1965. Critical review of the effect of synthetic detergent on aquatic life. General Fisheries council of the Mediteranean. Studies and Review No. 26 Rome : FAO.

Mckim, J.M., J.W. Aurther and T.W. Thorslund. 1975. Toxicity of linear alkylate sulfonate detergent to larvae of four species of freshwater fish. Bull. of Environ. Con. Toxicol. 14 : 1-6.

Nelson, E.D. 1980. Foam control in aeration tanks. Water Engineering and Management. 128(4) : 63-64.

Paluch, A.M. and D.P. Nogai. 1968. Agricultural. Chemicals and Fresh-Water Ecological System. New York : Academic Press, Inc.

Pickering, Q.H. and T.O. Thatcher. 1970. The chronic toxicity of linear alkylate sulfonate (LAS) to Pimphales promelas. Rafinesque. Journal WPCF 42(2) : 243-254.

Onedera, A. 1985. A Case Study on Water Quality Evaluation of the Lower Chao Phraya River and Klongs along the River. Office of National Environment Board, Bangkok.

Orathai Leelphaphunt 1986. Effects of water hardness and water temperature on toxicity of detergents to Giant Freshwater Prawns, Macrobrachium rosenbergii. Master of Thesis Environmental Biology, Mahidol University.

Sachi, R.S.P. Singh and K. Gangulu. 1977. Role of synthetic detergent on the growth of Spirodela palyrhiza Schleid. Current Science 46(19) : 476-477.

Somchit Suknunta. 1986. Toxic effects of salinity and surfactant on the growth of algae (Chlorella sp.). Master of Thesis Environmental Biology, Mahidol University.

Swedmark, D.P., J.C. Chander and G.W. Kidder. 1964. The effects of nonionic detergents on the growth of marine animals. Science 146(2) : 923-924.

Swisher, R.D. 1963. The chemistry of surfactant biodegradation. JAOCS 40 : 648-656.

———— J.T. O'Rourke and H.D. Tomlinson. 1964. Fish bioassays of linear alkylate sulfonates (LAS) and intermediate biodegradation products. JAOCS 41 : 746-752.

———— 1966. Surfactant effects on humans and other mammals. New York : The Soap and Detergent Association.

———— 1987. Surfactant Biodegradation. Surfactant science series (Vol. 18). 2 nd. ed. New York : Marcel Dekker, Inc.

Tchnobanoglous, G. and F.L. Burton. 1991. WasteWater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse. 3 rd ed. Metcalf. & Eddy, Inc. McGraw-Hill New York.

TDRI. 1988. Development of a Framework for Water Quality Management of Chao Phraya and Thachin Rivers.

Theodore, E.B. 1968. The impact of biodegradable surfactants on water quality. JAOCS 45 : 433-436.

Urano, K. and Saito, M. 1985. Biodegradability of surfactants and inhibition of surfactants to biodegradation of other pollutants. chemosphere 14(9) : 1342-1533.

Wayman, C.H. and J.B. Robertson. 1963. Biodegradation of anionic and nonionic surfactants under aerobic and anerobic conditions. Biotechnology and Bioengineering 5 : 367-384.

Weil, J.K. and A.J. Stirton. 1964. Biodegradation of some Tallow-Based surface active agents in river water. JAOCS 41 : 355-358.

Weaver, P.J. and F.J Coughlin. 1964. Measurement of Biodegradability. JAOCS 41 : 738-741.

WHO. 1971. International Standards for Drinking-Water. 3 rd ed. Geneva.

ภาคผนวก

การทดสอบทางสถิติ

สูตรและการคำนวณของการใช้ค่า T-Value แบบ paired test

สมมุติฐาน $H_0 = \mu_1 = \mu_2$

$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2$

ทดสอบสมมุติฐานโดยใช้สูตร

$$t = \frac{(\bar{D} - U_D)}{S_{\bar{D}}}$$

$$\bar{D} = \frac{\Sigma (x_1 - x_2)}{n}$$

$$S_{\bar{D}} = \frac{S_D}{\sqrt{n}}$$

$$S_D = \sqrt{\frac{(D_i - \bar{D})^2}{n-1}}$$

ค่า T-value จากตาราง $t_{0.05,\ 14} = 2.145$

ถ้า t คำนวณน้อยกว่า t จากตาราง แสดงว่ายอมรับ H_0 หมายความว่า ปริมาณสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอสในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างในฤดูน้ำมากกับฤดูน้ำน้อย มีปริมาณไม่แตกต่างกัน

ถ้า t คำนวณมากกว่า t จากตาราง แสดงว่ายอมรับ H_1 หมายความว่า ปริมาณสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอสในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างในฤดูน้ำมากกับฤดูน้ำน้อย มีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างเดือนตุลาคม 2534

สถานี	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm)	ความเค็ม (ppt)	ออกซิเจนในน้ำ (mg/L)	บีโอดี (mg/L)	ฟอสเฟต (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)	ความกระด้าง (mg/L)
1	27.6	7.5	16,400	8.9	3.1	2.2	0.12	0.16	1,901
2	27.1	7.4	12,700	7.0	1.9	1.2	0.11	0.28	1,382
3	30.3	7.3	7,100	3.4	1.8	1.6	0.13	0.30	975
4	26.9	7.3	3,700	1.5	1.2	1.4	0.12	0.48	500
5	26.6	7.3	544	0	0.6	1.7	0.12	0.42	128
6	26.3	7.3	363	0	0.8	1.7	0.09	0.56	97
7	26.1	7.3	291	0	1.4	1.8	0.10	0.50	93

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สถานี	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm)	ความเค็ม (ppt)	ออกซิเจนในน้ำ (mg/L)	บีโอดี (mg/L)	ฟอสเฟต (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)	ความกระด้าง (mg/L)
8	26.1	7.3	264	0	2.0	1.6	0.07	0.47	90
9	25.8	7.4	254	0	2.8	1.8	0.05	0.40	87
10	25.7	7.3	251	0	3.3	1.5	0.04	0.32	94
11	25.7	7.0	251	0	3.4	1.5	0.04	0.38	87
12	25.7	7.0	251	0	3.6	1.2	0.02	0.43	87
13	27.1	7.4	246	0	3.7	0.5	0.02	0.22	87
14	25.9	7.1	241	0	3.8	1.0	0.02	0.20	87
15	25.8	6.9	238	0	3.6	1.2	0.01	0.15	87

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างเดือนเดือนเมษายน 2535

สถานี	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm)	ความเค็ม (ppt)	ออกซิเจนในน้ำ (mg/L)	บีโอดี (mg/L)	ฟอสเฟต (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)	ความกระด้าง (mg/L)
1	33.0	7.5	34,000	19.2	1.6	4.1	0.37	0.20	4,019
2	34.4	7.5	30,000	16.8	1.2	3.5	0.40	0.35	3,500
3	33.1	7.4	28,600	15.8	0.9	4.7	0.40	0.65	3,385
4	33.1	7.5	25,700	14.3	0.8	5.2	0.46	1.00	2,923
5	32.9	7.4	21,000	11.2	0.6	6.9	0.50	0.92	2,221
6	32.8	7.4	19,700	10.3	0.4	6.0	0.54	1.08	2,154
7	32.7	7.4	15,700	8.2	0.7	7.4	0.56	1.24	1,696

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สถานี	อุณหภูมิ (°C)	พีเอช	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm)	ความเค็ม (ppt)	ออกซิเจนในน้ำ (mg/L)	บีโอดี (mg/L)	ฟอสเฟต (mg/L)	ไนเตรท (mg/L)	ความกระด้าง (mg/L)
8	32.3	7.3	10,400	5.2	1.0	7.2	0.51	1.34	1,215
9	32.5	7.4	8,200	3.8	1.1	7.5	0.47	1.46	861
10	32.4	7.4	5,500	2.2	1.5	6.8	0.45	1.90	592
11	32.6	7.3	3,700	1.5	1.6	5.9	0.35	1.48	442
12	32.0	7.4	1,247	0.5	1.8	2.9	0.24	0.81	179
13	32.0	7.4	459	0	3.5	1.1	0.15	0.45	131
14	31.7	7.3	252	0	4.4	1.3	0.06	0.32	92
15	31.3	7.6	238	0	5.0	1.1	0.05	0.24	88

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ลักษณะสมบัติของน้ำในน้ำเสียชุมชนหมู่บ้านสัมมากรชุมชนที่ 1 ระบบ Bioreel

วัน	พีเอช		ออกซิเจนละลายในน้ำ (mg/L)		บีโอดี (mg/L)	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
จันทร์	8.2	8.2	0.2	4.8	34.0	11.5
อังคาร	8.0	8.1	0.2	3.1	38.0	31.0
พุธ	8.3	8.2	0.2	5.7	38.0	17.0
พฤหัสบดี	8.3	8.2	0.2	5.3	33.0	16.5
ศุกร์	8.3	8.2	0.2	5.0	27.0	14.0
เสาร์	8.3	8.3	0.2	5.0	29.0	13.0
อาทิตย์	8.3	8.3	0.2	4.8	33.0	13.5
ค่าเฉลี่ย	8.2	8.2	0.2	4.8	33.1	14.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ลักษณะสมบัติของน้ำในน้ำเสียชุมชนหมู่บ้านสัมมากรชุมชนที่ 2 ระบบ Biodrum

วัน	พีเอช		ออกซิเจนละลายในน้ำ (mg/L)		บีโอดี (mg/L)	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
จันทร์	8.1	8.0	0.2	0.7	28.0	13.7
อังคาร	8.1	8.1	0.2	2.7	29.3	13.7
พุธ	8.1	8.1	0.3	2.4	29.3	13.4
พฤหัสบดี	8.1	8.1	0.2	2.6	24.0	13.1
ศุกร์	8.2	8.1	0.3	2.5	21.3	14.1
เสาร์	8.2	8.1	0.3	2.6	22.0	15.7
อาทิตย์	8.2	8.1	0.2	2.5	22.7	16.4
ค่าเฉลี่ย	8.1	8.1	0.2	2.6	25.2	14.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ลักษณะสมบัติของน้ำในน้ำเสียชุมชนการเคหะห้วยขวาง

วัน	พีเอช		ออกซิเจนละลายในน้ำ (mg/L)		บีโอดี (mg/L)	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
จันทร์	7.5	7.4	0.4	2.1	124.1	8.6
อังคาร	7.5	7.5	0.4	2.0	117.5	2.6
พุธ	7.5	7.4	0.2	2.2	107.5	7.8
พฤหัสบดี	7.4	7.1	0.3	2.2	127.5	13.0
ศุกร์	7.5	7.4	0.3	2.1	90.8	3.8
เสาร์	7.4	7.4	0.2	2.0	110.8	1.8
อาทิตย์	7.3	7.4	0.2	1.8	174.1	5.4
ค่าเฉลี่ย	7.4	7.4	0.3	2.0	121.8	6.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมู่บ้านสัมมากร

หมู่บ้านสัมมากรตั้งอยู่ในเขตบางกะปิ เป็นหมู่บ้านจัดสรรที่มีขนาดใหญ่ พื้นที่ทั้งหมดประมาณ 3,000 ไร่ และมีจำนวนหลังคาเรือนทั้งหมดประมาณ 2,000 หลังคาเรือน ลักษณะของชุมชนเป็นชุมชนที่มีความหนาแน่นค่อนข้างน้อย ลักษณะบ้านมีหลายรูปแบบ เป็นทาวน์เฮ้าส์ บ้านแฝด บ้านเดี่ยวชั้นเดียว บ้านเดี่ยวสองชั้น นอกจากนี้ยังมีสวนหย่อม สนามเด็กเล่น บึงทะเลสาบ และร้านค้า ร้านอาหาร โรงเรียนอนุบาล ภายในหมู่บ้าน น้ำใช้ในหมู่บ้าน ทางหมู่บ้านได้ทำการสูบน้ำบาดาลแล้วจ่ายน้ำไปตามบ้านเรือน โดยทางสำนักงานของหมู่บ้านเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบ สำหรับการกำจัดน้ำเสียของหมู่บ้าน ได้จัดแบ่งเป็นกลุ่มบ้านเพื่อระบายน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนในกลุ่มนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกทำการศึกษาเฉพาะ 2 ชุมชน ซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสียแตกต่างกัน คือ ชุมชนที่ 1 ระบบบำบัดน้ำเสียเป็น Bioreel ส่วนชุมชนที่ 2 มีระบบบำบัดน้ำเสียเป็น Biodrum (รูปที่ 1)

ลักษณะและการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย

1. ระบบ Bioreel

ระบบ Bioreel เป็นระบบบำบัดน้ำเสียชนิดใหม่ โดยมีหลักการบำบัดน้ำเสียประเภททางชีวภาพ (Bio-disc) ลักษณะของอุปกรณ์ที่สำคัญของระบบคือ เป็นหลอดเกลียวพันซ้อน ๆ กันหลายชั้นไปตามแนวแกน หลอดเกลียวทั้งหมดจะถูกตรึงยึดแน่นกับโครงสร้างวงล้อที่หมุนได้ และอุปกรณ์นี้จมอยู่ในน้ำเสียประมาณร้อยละ 95 ของตัวเอง ซึ่งการหมุนตัวแต่ละรอบปากท่อหลอดเกลียวจะนำอากาศเข้าไปในหลอด แล้วหมุนลงในน้ำ แรงลอยตัวของอากาศและลักษณะการซ้อนเป็นขดจะทำให้มวลอากาศเคลื่อนผ่านตลอดความยาวของหลอดที่ขดเป็นวงก้นหอย เมื่ออุปกรณ์หมุนตัวจนฟองอากาศมาถึงขดหลอดชั้นสุดท้ายซึ่งอยู่ชั้นในสุด มวลอากาศจะถูกปล่อยออกและลอยขึ้นสู่พื้นน้ำ ลักษณะที่มวลฟองอากาศพยายามลอยตัวอยู่ที่จุดสูงสุดของขดหลอดแต่ละวงจะทำให้กลายเป็นลูกสูบที่จะดูดและดันมวลน้ำเสียเข้า-ออกขดหลอดอยู่ตลอดเวลา (รูปที่ 2) ก๊าซออกซิเจนที่อยู่ในมวลฟองอากาศจะละลายเข้าไปอยู่ในน้ำเสีย เท่ากับเป็นการเพิ่มออกซิเจนในน้ำเสีย และจากลักษณะที่เป็นหลอดเกลียวจะทำหน้าที่เป็นที่เกาะของตัวจุลินทรีย์ ซึ่งย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสีย มีพื้นผิวทั้งภายในและภายนอก ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย (รูปที่ 3) ดังนี้คือ

1) น้ำเสียเข้าระบบ น้ำเสียจากแต่ละบ้านจะไหลมาตามท่อระบายน้ำเสียเข้าสู่บ่อรวมน้ำเสีย

2) บ่อดักขยะ (Bar screen และ Grit chamber) น้ำเสียเข้าสู่บ่อดักขยะซึ่งจะมีตะแกรงกั้นเพื่อกันเอาขยะที่ลอยมากับน้ำ และตะกอนกรวดทรายตกลงก่อน

3) ถังปรับสภาพ (Equalization tank) น้ำเสียจะรับน้ำเสียเพื่อปรับสภาพน้ำเสียให้มีความเหมาะสมในการบำบัดขั้นต่อไป โดยการเติมอากาศเบื้องต้น (Pre-air)

4) บ่อ Bioreel น้ำเสียจะถูกสูบน้ำบ่อ Bioreel ซึ่งมี Bioreel จำนวน 2 ตัว จะทำงานโดยการเติมอากาศและจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่จะทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

5) ถังตกตะกอน น้ำเสียที่ผ่านมาจากบ่อ Bioreel ซึ่งถูกบำบัดแล้วมาตกตะกอน ส่วนที่เป็นน้ำใสก็จะล้นลงรางรับน้ำรอบถังลงสู่ท่อน้ำทิ้ง

6) บ่อพักตะกอน บ่อนี้จะรับตะกอนจากถังตกตะกอน ตะกอนจะเกิดการตกและสะสมไว้ที่ก้นบ่อ และน้ำใสจะไหลล้นออกจากบ่อกลับมายังถังปรับสภาพเพื่อเข้าขบวนการบำบัดน้ำเสียต่อไป เมื่อตะกอนมีสะสมมากขึ้นก็จะสูบทิ้ง

2. ระบบ Biodrum

ระบบ Biodrum เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีหลักการทำงานคล้ายกับระบบ Bioreel คือเป็นประเภทจานชีวภาพ แต่เป็นรุ่นแรก ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียประเภทนี้ ลักษณะของอุปกรณ์ที่สำคัญของระบบคือเป็นวงล้อท่อ (Pipe-wheel) โดยท่อจะถูกประกอบติดไว้ที่ผิวของวงล้อเป็นท่อกลวงมีช่องเพื่อให้น้ำเสียเข้าได้ อุปกรณ์จะหมุนด้วยระบบกล มีฟันเฟืองเป็นตัวขับเคลื่อน เมื่อมีการหมุนแต่ละรอบ ภายในท่อจะมีอากาศและรับน้ำเสียเข้าไปด้วย ซึ่งเท่ากับเป็นการเพิ่มออกซิเจนในน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียไปพร้อมกัน (รูปที่ 4) มีขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย (รูปที่ 5) ดังนี้คือ

1) น้ำเสียเข้าระบบ จะถูกสูบส่งโดยเครื่องสูบน้ำเสียเข้าสู่ระบบที่บ่อเติมอากาศ โดยเครื่องสูบน้ำเสียจะทำงานและหยุดตามระดับน้ำที่สูงและต่ำ โดยการควบคุมการทำงานของสวิทลูกลอย

2. เครื่องบำบัดน้ำเสีย ตัว Biodrum จะทำงานโดยการเติมอากาศ ทำให้เกิดการบำบัดน้ำเสียโดย Activated sludge and Biodisc system พร้อมกัน ในขณะที่เครื่องบำบัดน้ำเสียหมุน อุปกรณ์ตักตะกอนส่วนเกินจะตักตะกอนส่วนเกินเทใส่รางระบายน้ำตะกอนส่วนเกินไปเก็บกักไว้ในถังเก็บตะกอน

3. ถังตกตะกอน จะรับน้ำเสียที่บำบัดแล้วมาตกตะกอนแยกน้ำใสออก เครื่องสูบตะกอนส่วนเกินในถังสูบกากตะกอนจะสูบตะกอนย้อนกลับมายังถังบำบัดน้ำเสีย โดยเครื่องสูบตะกอนจะทำงานสลับกันเป็นระยะ

4. ถังเก็บตะกอน ถังเก็บตะกอนเมื่อรับน้ำตะกอนส่วนเกินจากบ่อบำบัดแล้ว ตะกอนส่วนเกินจะตกตะกอนสะสมไว้ที่ก้นถัง และน้ำใสจะไหลล้นออกจากถังเก็บตะกอน กลับมายังถังบำบัดเพื่อเข้าขบวนการบำบัดน้ำเสียต่อไป เมื่อระดับตะกอนส่วนเกินมีสะสมขึ้นมากพอสมควรแล้วจะถูกสูบทิ้งโดยรถสูบสิ่งปฏิกูลของเทศบาล หรือนำไปใช้เป็นปุ๋ยในการทำสวนต่อไป

การเคหะชุมชนห้วยขวาง

ชุมชนการเคหะห้วยขวางเป็นชุมชนที่ประกอบด้วยอาคารแฟลต 4 - 5 ชั้น จำนวน 38 หลัง ซึ่งจะปล่อยน้ำเสียในปริมาณและความสกปรกสูง จึงได้มีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ การบำบัดน้ำเสียของโรงงานบำบัดน้ำเสียห้วยขวางเป็นระบบบำบัดทางชีวภาพชนิดตะกอนเร่ง (Activated sludge) มีกลไกการบำบัดโดยอาศัยจุลินทรีย์ย่อยสลายของเสียหรือสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสีย ทำให้ของเสียในน้ำลดลงเปลี่ยนเป็นจุลินทรีย์ตัวใหม่ เมื่อมีจุลินทรีย์มากขึ้นก็เรียกว่าฟลอค (Floc) หรือตะกอนเร่ง (Activated sludge) แล้วแยกออกจากน้ำโดยวิธีการตกตะกอน น้ำใสที่ได้จะมีของเสียลดน้อยลงและถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ การบำบัดน้ำเสียมีขั้นตอนการบำบัด (รูปที่ 6) ดังนี้คือ

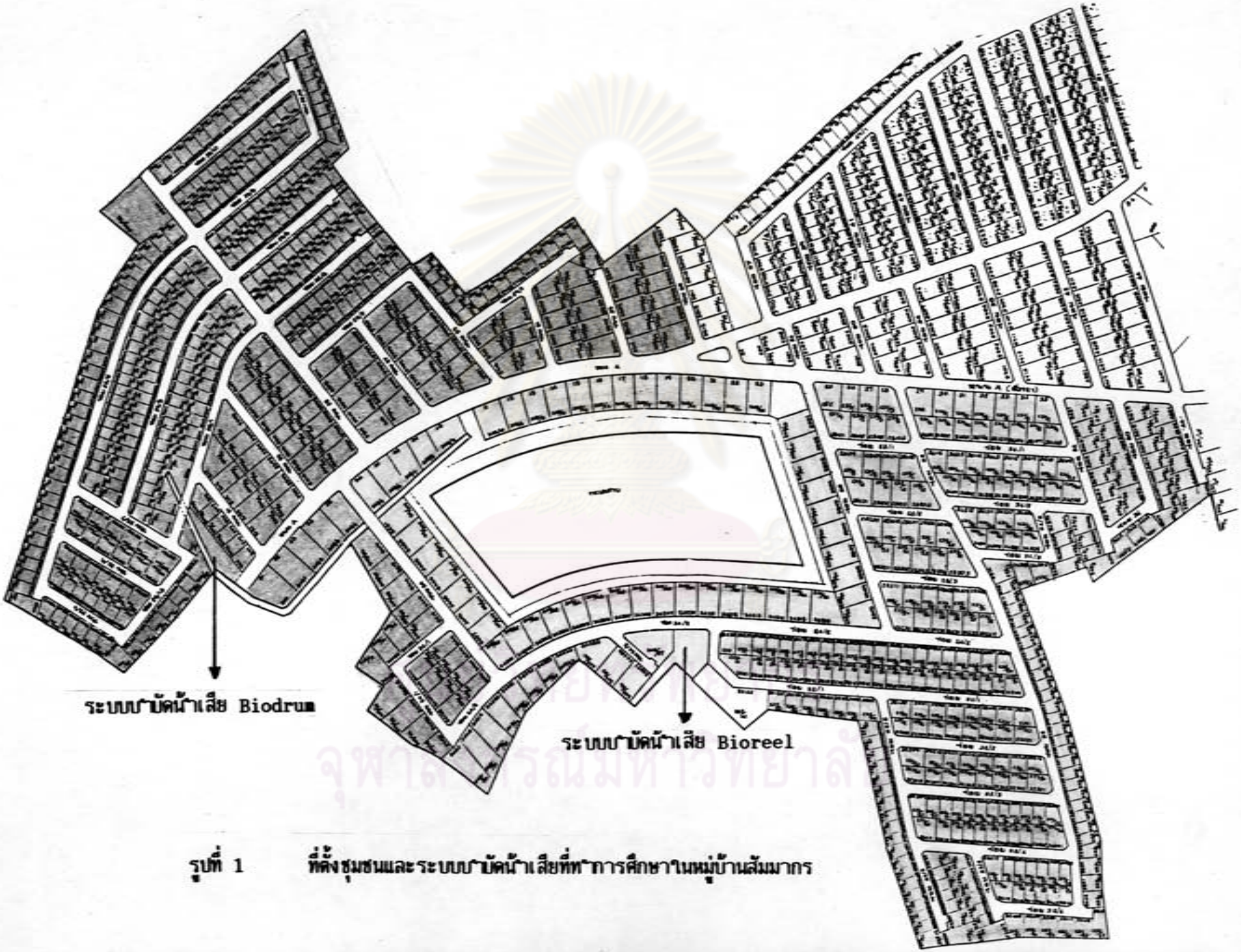
1. บ่อสูบน้ำเสีย (Pump sump) น้ำเสียจากแฟลตไหลมาตามท่อระบายน้ำเสียซึ่งออกแบบไว้เป็นท่อแยกจากท่อน้ำฝนผ่านเข้าโรงงานสู่บ่อสูบ ซึ่งจะมีตะแกรงหยาบ (Coarse screen) กั้นขยะขนาดใหญ่ที่ลอยน้ำมา เช่น ถุงพลาสติค ท่อนไม้ เป็นต้น จากนั้นก็สูบขึ้นสู่รางตกตะกอนกรวดทราย โดยเครื่องสูบน้ำชนิดเกลียว (Screw pump)

2. รางตกตะกอนกรวดทราย (Grit chamber) ก่อนที่น้ำเสียจะถูกสูบส่งเข้าสู่ราง จะมีตะแกรงละเอียด (Fine screen) กั้นก่อนเพื่อกันเอาขยะลอยที่เล็ดรอดผ่านตะแกรงหยาบเข้ามา จากนั้นน้ำจะไหลไปตามราง ซึ่งออกแบบให้มีระยะทางเพียงพอให้ของที่เล็กและกรวดทรายสามารถตกตะกอนได้ กรวดทรายจะถูกตักขึ้นและนำไปทิ้งต่อไป จากนั้นน้ำจะไหลเข้าสู่บ่อตกตะกอนชั้นแรก

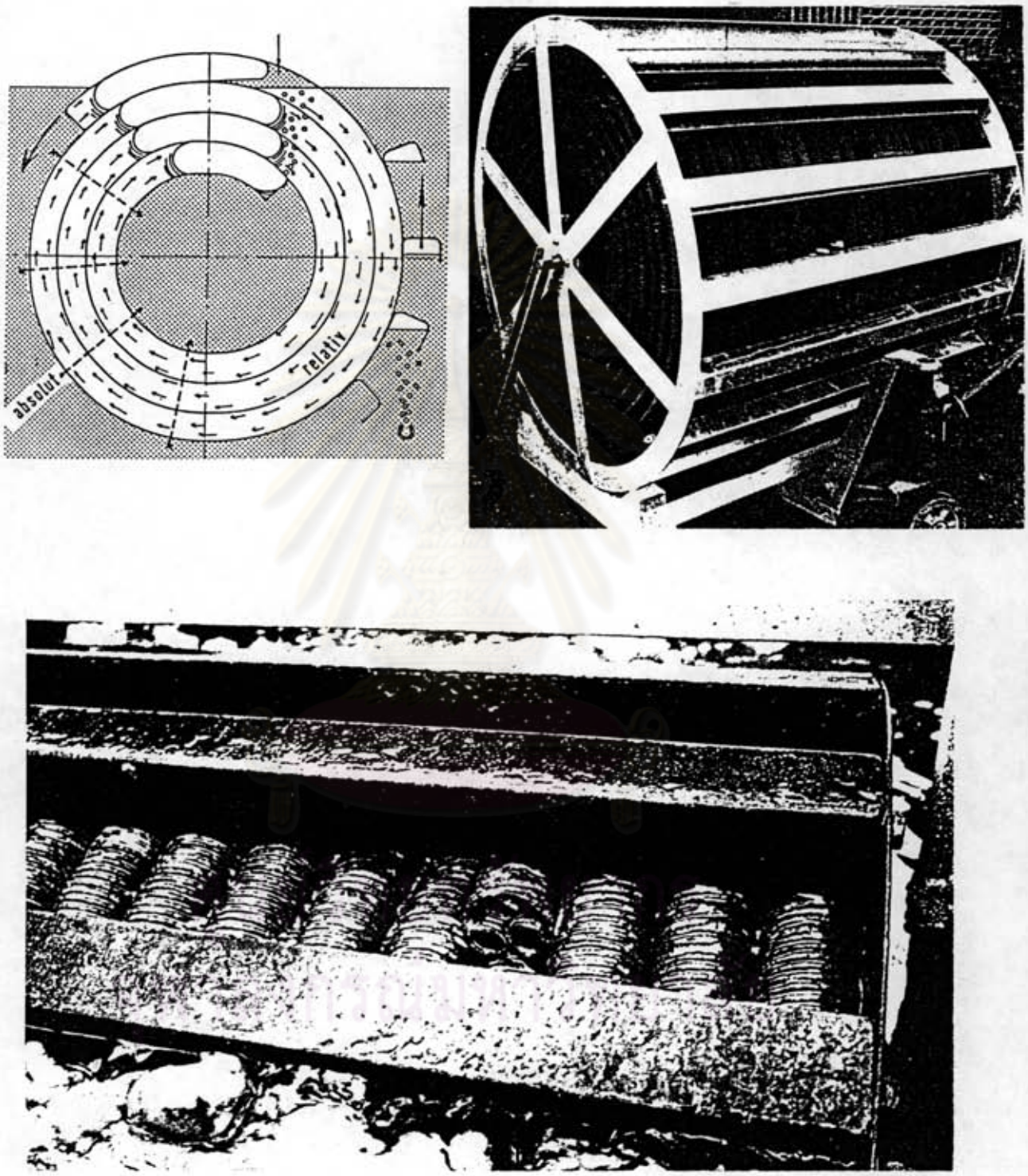
3. บ่อตกตะกอนชั้นแรก (Primary sedimentation tanks) ในบ่อนี้ออกแบบให้ตะกอนเบาที่ผ่านรางตกตะกอนกรวดทรายตกอีกชั้นหนึ่ง และรับตะกอนเร่งจากถังตกตะกอนชั้นที่สองที่เหลือจากการส่งเข้าบ่อเติมอากาศประมาณ 25-50% ทำให้มีการจับกันเป็นก้อนฟลอค (Floc) ระหว่างตะกอนเร่งหรือตะกอนจุลินทรีย์ และของเสียที่อยู่ในลักษณะเป็นก้อนขนาดเล็กมากซึ่งไม่ละลายน้ำ ทำให้การตกตะกอนในบ่อนี้มีน้ำใสจะไหลล้นออกลงรางรับน้ำไหลเข้าสู่ถังเติมอากาศ ส่วนที่ตกตะกอนจะถูกสูบส่งไปยังบ่อเก็บตะกอนเพื่อสูบส่งขึ้นถังหมักตะกอน (Digestor) ต่อไป

4. บ่อเติมอากาศ (Aeration tanks) รับน้ำล้นจากบ่อตกตะกอนชั้นแรกมาบำบัดโดยมีเครื่องเติมอากาศทำงานอยู่ตลอดเวลา เพื่อเติมอากาศให้จุลินทรีย์นำไปใช้ในการเผาผลาญสารอินทรีย์ในน้ำซึ่งอยู่ในรูปสารแขวนลอย และอนุภาคคอลลอยด์ ในบ่อนี้ปฏิกิริยาทางชีวเคมีเกิดขึ้น จุลินทรีย์ซึ่งเป็นตะกอนเร่งได้มาจากบ่อตกตะกอนชั้นที่สอง หรือบ่อตกตะกอนสุดท้าย (Secondary sedimentation tank) ซึ่งจะใช้เครื่องสูบตะกอนชนิด Screw pump (ขนาดเล็กกว่า Screw pump น้ำเข้า) สูบตะกอนในปริมาณ 50-75% ของปริมาณน้ำเสียทั้งหมดเข้าสู่บ่อเติมอากาศ เพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์รวมกับน้ำเสียให้มีจำนวนคงที่และเพียงพอแก่การบำบัดน้ำเสีย

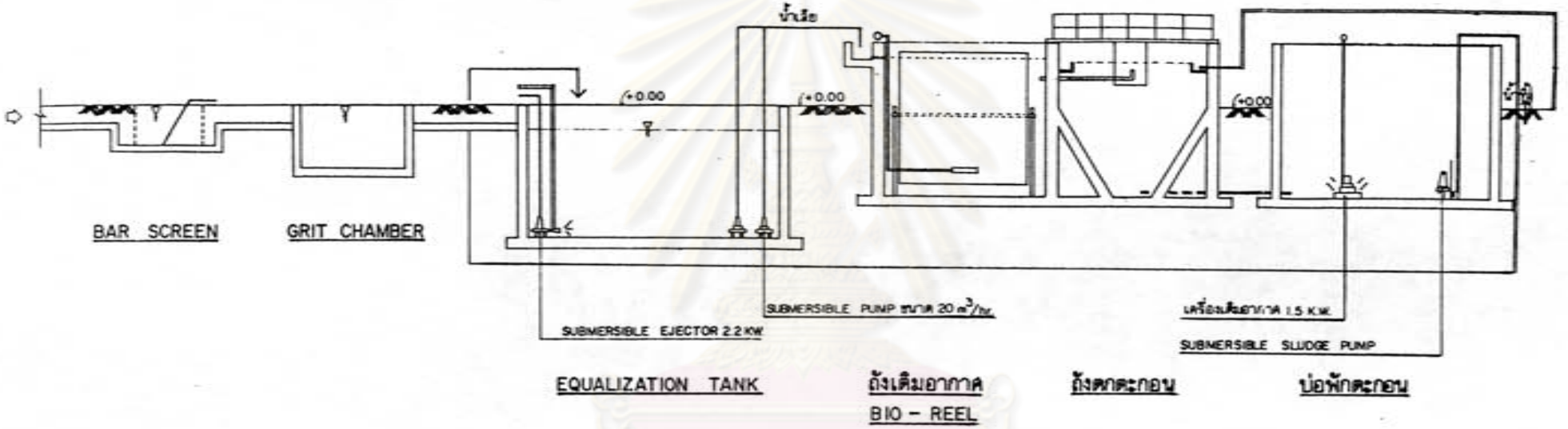
5. บ่อตกตะกอนชั้นที่สองหรือชั้นสุดท้าย (Secondary sedimentation tanks) จะแยกตะกอนซึ่งมีลักษณะเป็นฟลอค (Floc) ถ้าตะกอนที่ตกลงก้นถังจะถูกสูบกลับโดยเครื่องสูบ (Screw pump) เข้าสู่บ่อเติมอากาศ เรียกว่า Return sludge ส่วนที่เหลือเป็นส่วนน้อยเรียก Access sludge จะถูกแยกเข้ารางตกตะกอนกรวดทรายเพื่อส่งไปตกตะกอนที่บ่อตกตะกอนชั้นแรกเพื่อสูบเข้าบำบัดที่ถังหมักตะกอน (Digestor) ต่อไป น้ำใสจะไหลล้นลงรางรับน้ำริมบ่อลงสู่ท่อน้ำทิ้ง (Effluent)



รูปที่ 1 ที่ตั้งชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสียที่ทำการศึกษาในหมู่บ้านส้มมากร

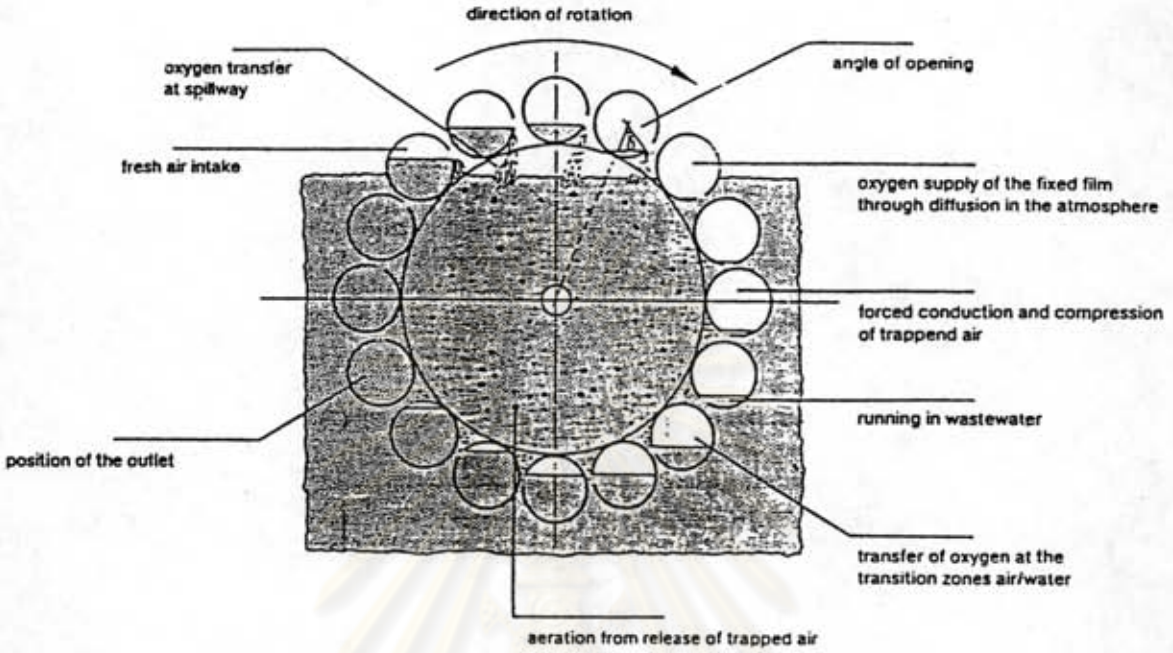


รูปที่ 2 ลักษณะของระบบบำบัดน้ำเสีย Bioreel

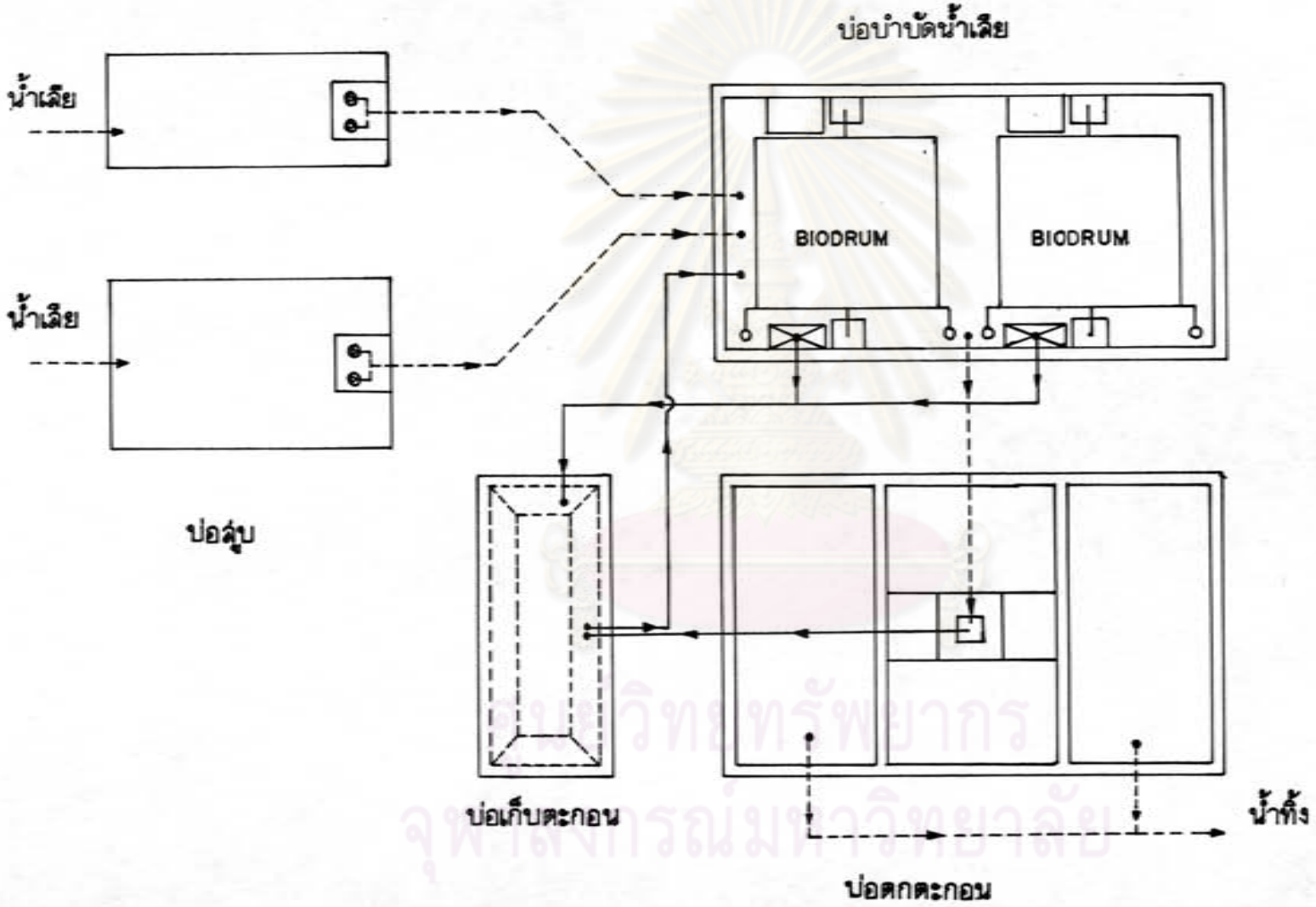


รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย Bioreel

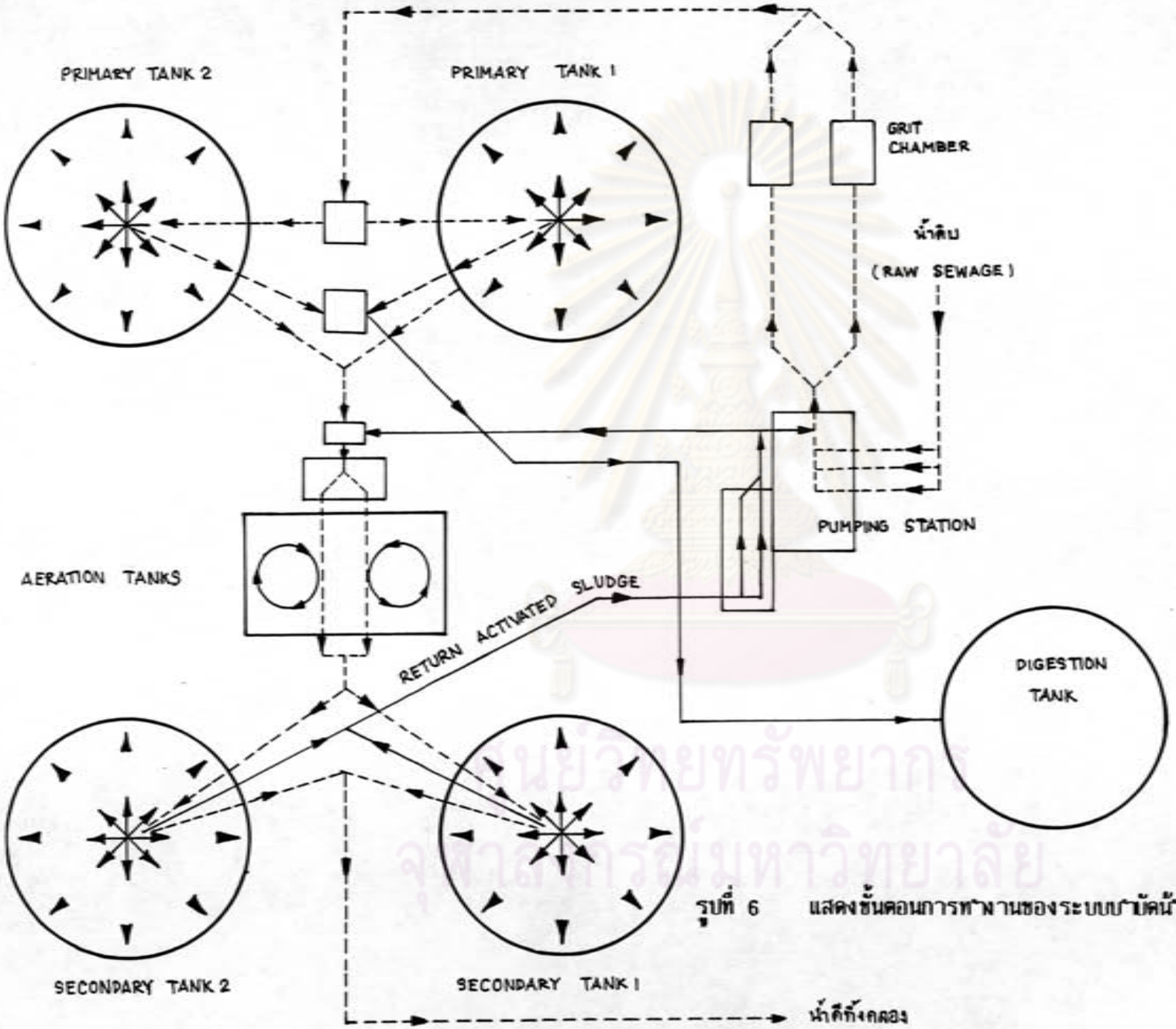
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4 ลักษณะของระบบบำบัดน้ำเสีย Biodrum



รูปที่ 5 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย Biodrum



รูปที่ 6 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย Activated Sludge

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำใช้ของชุมชนที่ 1 Bioreel หมู่บ้านสัมมากร

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
1	245/5	3,073.7	21-23	245/84-86	10,936.8
2	245/6	105.3	24	255	1,052.6
3	245/8	2,368.4	25	255/1	1,568.4
4	245/17	2,905.3	26	255/2	1,357.9
5	245/22	1,221.1	27	255/3	1,347.4
6	245/25	5,947.4	28	255/5	1,621.1
7	245/27	1,578.9	29	255/6	1,715.8
8	245/28	2,284.2	30	255/7	1,178.9
9	245/29	3,863.2	31	255/8	1,210.5
10	245/34	2,284.2	32	255/9	821.1
11	245/40	5,505.3	33	255/10	1,494.7
12	245/41	3,463.2	34	255/11	2,031.6
13	245/42	2,873.7	35	255/12	905.3
14	245/43	1,442.1	36	255/13	1,126.3
15-16	245/49-50	4,410.5	37	255/14	747.4
17	245/52	2,989.5	38	255/15	2,010.5
18	245/53	2,368.4	39	255/16	1,326.3
19	245/76	6,726.3	40	255/17	652.6
20	245/81	1,252.6	41	255/18	2,073.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
42	255/19	1,705.3	61	255/38	757.9
43	255/20	3,115.8	62	255/39	452.6
44	255/21	905.3	63	255/40	1,105.3
45	255/22	1,052.6	64	255/43	547.4
46	255/23	1,094.7	65	255/44	1,484.2
47	255/24	1,589.5	66	255/45	1,000
48	255/25	2,494.7	67	255/46	1,231.6
49	255/26	1,063.2	68	255/47	2,757.9
50	255/27	1,147.4	69	255/48	1,168.4
51	255/28	505.3	70	255/49	1,863.2
52	255/29	789.5	71	255/50	789.5
53	255/30	242.1	72	255/51	547.4
54	255/31	652.6	73	255/53	621.1
55	255/32	621.1	74	255/54	852.6
56	255/33	452.6	75	255/55	1,052.6
57	255/34	1,063.2	76	255/56	821.1
58	255/35	652.6	77	255/57	421.1
59	255/36	1,063.2	78	255/58	484.2
60	255/37	1,052.6	79	255/59	168.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
80	255/60	789.5	99	256/12	189.5
81	255/61	1,063.2	100	256/13	2,010.5
82	255/62	694.7	101	256/14	715.8
83	255/63	1,031.6	102	256/15	1,442.1
84	255/64	968.4	103	256/16	1,284.2
85	255/65	1,526.3	104	256/17	2,010.5
86	255/66	663.2	105	256/18	589.5
87	255/67	2,305.3	106	256/19	1,105.3
88	255/68	1,873.7	107	256/20	1,526.3
89	256	1,189.5	108	256/21	663.2
90	256/1	1,294.7	109	256/22	1,284.2
91	256/3	410.5	110	256/23	2,542.9
92	256/4	1,610.5	111	256/25	852.6
93	256/5	515.8	112	256/26	2,294.7
94	256/6	1,484.2	113	256/27	1,010.5
95	256/7	905.3	114	256/28	947.4
96	256/8	1,105.3	115	256/29	473.7
97	256/10	1,905.3	116	256/30	410.5
98	256/11	389.5	117	256/31	568.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
118	256/32	336.8	137	256/53	631.6
119	256/33	905.3	138	256/54	1,905.3
120	256/34	2,284.2	139	256/55	810.5
121	256/35	315.9	140	256/56	957.9
122	256/36	231.6	141	256/57	810.5
123	256/37	210.5	142	256/58	673.7
124	256/38	1,578.9	143	256/59	442.1
125	256/39	389.5	144	256/60	157.9
126	256/40	852.6	145	256/61	1,368.4
127	256/41	684.2	146	256/62	884.2
128	256/42	515.8	147	256/63	263.2
129	256/43	221.1	148	256/64	757.9
130	256/44	810.5	149	256/65	1,894.7
131	256/45	1,094.7	150	256/66	463.2
132	256/46	547.4	151	252	1,610.5
133	256/47	378.9	152	252/1	1,115.8
134	256/49	125.0	153	252/2	2,242.1
135	256/50	1,105.3	154	252/3	2,894.7
136	256/51	557.9	155	252/4	1,726.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
156	252/5	1,021.1	175	252/25	2,515.9
157	252/6	747.4	176	252/26	1,491.9
158	252/7	2,147.4	177	252/27	1,978.9
159	252/8	2,147.4	178	252/28	1,305.3
160	252/9	1,463.2	179	252/29	431.6
161	252/10	1,463.2	180	252/30	789.5
162	252/11	1,842.1	181	252/31	2,821.1
163	252/12	936.8	182	252/32	2,431.6
164	252/13	1,926.3	183	252/33	1,452.6
165	252/14	1,800	184	252/34	2,473.7
166	252/15	1,915.9	185	252/35	1,600
167	252/16	1,578.9	186	252/36	1,684.2
168	252/17	2,421.1	187	246/37	2,610.5
169	252/18	726.3	188	253/1	1,285.7
170	252/19	557.9	189	253/2	189.5
171	252/20	1,010.5	190	253/4	214.3
172	252/21	505.3	191	253/5	128.6
173	252/23	63.2	192	253/6	1,200
174	252/24	821.1	193	253/7	1,547.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
194	253/8	1,905.3	213	253/29	621.1
195	253/9	1,200	214	253/30	852.6
196	253/10	728.6	215	253/31	505.3
197	253/11	1,128.6	216	253/33	631.6
198	253/12	1,357.1	217	253/34	1,063.2
199	253/13	1,968.4	218	253/35	315.8
200	253/15	2,789.5	219	253/36	1,105.3
201	253/16	842.1	220	253/37	884.2
202	253/17	221.1	221	253/39	336.8
203	253/18	715.8	222	253/40	200
204	253/20	1,894.7	223	253/41	2,136.8
205	253/21	294.7	224	253/42	1,547.4
206	253/22	747.4	225	253/43	831.6
207	253/23	2,736.8	226	253/44	1,010.5
208	253/24	852.6	227	253/45	957.9
209	253/25	1,328.6	228	253/46	536.8
210	253/26	978.9	229	253/47	821.1
211	253/27	368.4	230	253/49	778.9
212	253/28	473.7	231	253/50	1,400

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
232	253/51	1,042.1	251	254/12	937.7
233	253/52	694.7	252	254/13	2,228.6
234	253/53	915.8	253	254/16	3,157.1
235	253/54	1,894.7	254	254/18	242.9
236	253/56	1,526.3	255	254/19	1,814.3
237	253/57	557.9	256	254/20	3,600
238	253/58	652.6	257	254/21	1,471.4
239	253/59	389.5	258	254/22	1,228.6
240	253/60	400	259	254/23	642.9
241	253/61	305.3	260	254/25	985.7
242	254/1	1,178.9	261	254/26	2,000
243	254/2	252.6	262	254/27	2,185.7
244	254/4	1,694.7	263	254/28	1,357.1
245	254/5	2,671.4	264	254/29	1,042.9
246	254/6	1,971.4	265	254/30	781.3
247	254/7	1,742.9	266	254/31	757.1
248	254/9	242.9	267	254/32	1,971.4
249	254/10	3,271.4	268	254/33	1,271.4
250	254/11	1,500	269	254/34	1,885.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
270	254/35	1,728.6	285	254/52	1,757.1
271	254/36	1,771.4	286	254/53	1,128.6
272	254/37	3,328.6	287	254/54	685.7
273	254/38	1,374.4	288	254/55	557.1
274	254/39	1,857.1	289	254/56	1,642.9
275	254/40	2,957.1	290	254/57	785.7
276	254/41	1,028.6	291	254/58	1,357.1
277	254/42	185.7	292	254/59	2,328.6
278	254/43	1,242.9	293	254/60	1,785.7
279	254/44	114.3	294	254/61	1,128.6
280	254/45	371.4	295	254/62	2,342.9
281	254/46	371.4	296	254/63	1,257.1
282	254/47	1,428.6	297	254/64	1,057.1
283	254/48	1,600	298	254/65	1,342.9
284	254/49	800			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำใช้ของชุมชนที่ 2 Biodrum หมู่บ้านสัมมากร

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
1	244	789.5	20	244/24	1,842.1
2	244/1	378.9	21	244/25	1,978.9
3	244/2	900	22	244/26	1,663.2
4	244/3	1,063.2	23	244/28	1,315.8
5	244/4	1,442.1	24-25	244/29-30	5,484.2
6	244/5	442.1	26	244/31	1,200
7	244/6	2,410.5	27	244/32	863.2
8	244/7	1,431.6	28	244/34	947.4
9	244/8	673.7	29	244/35	684.2
10	244/9	3,210.5	30	244/36	778.9
11	244/10	1,842.1	31	244/37	1,315.8
12	244/11	2,073.7	32	244/38	2,094.7
13	244/13	1,684.2	33	244/39	778.9
14	244/14	3,284.2	34	244/41	915.8
15	244/15	1,800	35	244/42	3,368.4
16	244/16	1,442.1	36	244/43	926.3
17	244/18	294.7	37	244/44	484.2
18	244/19	10,242.1	38	244/45	421.1
19	244/23	2,368.4	39	244/47	2,652.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
40	244/48	1,147.4	59	244/69	1,442.1
41	244/49	778.9	60	244/70	357.9
42	244/50	1,315.8	61	244/71	1,063.2
43	244/52	347.4	62	244/72	1,968.4
44	244/53	1,126.3	63	244/73	347.4
45	244/54	547.4	64	244/74	492.1
46	244/55	1,357.9	65	244/75	1,684.2
47	244/56	1,231.6	66	244/76	221.1
48	244/57	1,431.6	67	244/77	642.1
49	244/58	178.9	68	244/78	726.3
50	244/59	273.7	69	244/79	1,305.3
51	244/60	442.1	70	244/80	473.7
52	244/61	1,284.2	71	244/81	526.3
53	244/62	1,147.4	72	244/82	1,505.3
54	244/63	1,926.3	73	244/83	747.4
55	244/64	873.7	74	244/84	315.8
56	244/65	463.2	75	244/85	1,063.2
57	244/66	2,326.3	76	244/86	578.9
58	244/67	621.1	77	244/87	1,273.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
78	244/88	663.2	97	244/109	715.8
79	244/89	1,378.9	98	244/110	1,863.2
80	244/90	1,147.4	99	244/111	578.9
81	244/91	1,168.4	100	244/117	2,284.2
82	244/92	1,284.2	101	244/121	1,684.2
83	244/93	621.1	102	244/122	4,326.3
84	244/94	552.3	103	244/125	1,673.7
85	244/95	1,010.5	104	244/128	1,031.6
86	244/96	757.9	105	244/129	1,052.6
87	244/97	231.6	106	244/130	273.7
88	244/98	978.9	107	244/131	1,336.8
89	244/99	1,084.2	108	244/132	189.5
90	244/100	989.5	109	244/133	652.6
91	244/101	442.1	110	244/136	1,284.2
92	244/103	368.4	111	244/145	2,126.3
93	244/104	1,063.2	112	244/146	673.7
94	244/105	642.1	113	244/147	1,147.4
95	244/106	484.2	114	244/148	1,157.9
96	244/107	526.3	115	244/149	1,568.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
116	244/150	1,115.8	135	244/169	1,115.8
117	244/151	1,800	136	244/170	652.6
118	244/152	978.9	137	244/171	463.2
119	244/153	294.7	138	244/172	505.3
120	244/154	652.6	139	244/173	368.4
121	244/155	515.8	140	244/174	505.3
122	244/156	2,168.4	141	244/175	1,484.2
123	244/157	1,652.6	142	245	7,757.9
124	244/158	1,073.7	143	245/1	1,968.4
125	244/159	357.9	144	245/2	2,147.4
126	244/160	842.1	145	245/3	3,831.6
127	244/161	800	146	245/4	3,252.6
128	244/162	4,410.5	147	245/58	3,031.6
129	244/163	884.2	148	245/59	1,968.4
130	244/164	463.2	149-150	245/67-68	4,284.2
131	244/165	1,800	151-152	245/69-70	4,000
132	244/166	831.6	153	245/71	5,052.6
133	244/167	547.4	154-155	245/72-73	5,842.1
134	244/168	1,252.6	156	246/1	778.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
157	246/2	810.5	176	246/22	2,568.4
158	246/3	1,400	177	246/23	1,431.6
159	246/4	1,263.2	178	246/26	2,589.5
160	246/6	1,263.2	179	246/27	378.9
161	246/7	2,200	180	246/28	1,673.7
162	246/8	1,789.5	181	246/29	663.2
163	246/9	1,536.8	182	246/30	526.3
164	246/10	1,936.8	183	246/31	863.2
165	246/11	873.7	184	246/32	694.2
166	246/12	1,884.2	185	246/33	1,873.7
167	246/13	2,768.4	186	246/34	747.4
168	246/14	1,336.8	187	246/35	1,842.1
169	246/15	1,600	188	246/36	736.8
170	246/16	1,863.2	189	246/37	1,378.9
171	246/17	3,168.4	190	246/38	894.7
172	246/18	1,863.2	191	246/39	1,936.8
173	246/19	1,073.7	192	246/40	1,631.6
174	246/20	1,273.7	193	246/41	3,147.4
175	246/21	1,747.4	194	246/42	1,936.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
195	246/43	1,115.8	214	246/62	1,957
196	246/44	4,231.6	215	246/63	1,585.7
197	246/45	1,147.4	216	246/64	1,571.4
198	246/46	1,294.7	217	246/65	2,928.6
199	246/47	1,589.5	218	246	1,184.2
200	246/48	1,884.2	219	247	515.8
201	246/49	1,178.9	220	247/1	1,294.7
202	246/50	842.1	221	247/2	1,073.7
203	246/51	1,600	222	247/3	315.8
204	246/52	673.7	223	247/4	884.2
205	246/53	2,947.4	224	247/5	231.6
206	246/54	842.1	225	247/6	652.6
207	246/55	2,726.3	226	247/7	873.7
208	246/56	1,600	227	247/8	526.3
209	246/57	2,052.6	228	247/9	1,284.2
210	246/58	342.9	229	247/10	1,315.8
211	246/59	2,100	230	247/11	926.3
212	246/60	1,228.6	231	247/12	1,673.7
213	246/61	2,200	232	247/13	1,621.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
233	247/14	147.7	252	247/38	1,410.5
234	247/15	652.6	253	247/39	842.1
235	247/16	2,768.4	254	247/40	452.6
236	247/17	1,094.7	255-256	247/41-42	1,284.2
237	247/18	1,800	257	247/43	1,284.2
238	247/20	936.8	258	247/46	200
239	247/21	1,442.1	259	247/47	894.7
240	247/22	747.4	260	247/48	684.2
241	247/23	842.1	261	247/49	694.7
242	247/24	1,789.5	262	247/50	947.4
243	247/25	1,284.2	263	247/51	568.4
244	247/26	2,010.5	264	247/52	1,252.6
245	247/28	894.7	265	247/53	1,315.8
246	247/30	1,010.5	266	247/54	1,642.1
247	247/31	252.6	267	247/55	863.2
248	247/32	2,157.9	268	247/56	1,947.4
249	247/35	1,084.2	269	247/57	431.6
250	247/36	1,442.1	270	247/58	368.41
251	247/37	178.9	271	247/59	789.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
272	247/60	589.5	291	247/79	1,726.3
273	247/61	947.4	292	247/80	1,084.2
274	247/62	1,084.2	293	247/81	936.8
275	247/63	494.7	294	247/83	936.8
276	247/64	778.9	295	247/84	557.9
277	247/65	684.2	296	247/85	263.2
278	247/66	557.9	297	247/86	484.2
279	247/67	463.2	298	247/87	757.9
280	247/68	136.8	299	247/88	1,673.7
281	247/69	1,557.9	300	247/89	2,894.7
282	247/70	1,505.3	301	247/90	1,284.2
283	247/71	463.2	302	247/91	3,705.3
284	247/72	336.8	303	247/92	821.1
285	247/73	747.4	304	247/93	852.6
286	247/74	3,031.6	305	247/94	4,084.2
287	247/75	2,200	306	247/95	1,042.1
288	247/76	747.4	307	247/96	578.9
289	247/77	1,621.1	308	247/97	1,789.5
290	247/78	1,252.6	309	247/98	926.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)	ลำดับที่	บ้านเลขที่	ปริมาณน้ำใช้เฉลี่ย 3 เดือน (ลิตรต่อวัน)
310	247/99	684.2	322	247/112	1,178.9
311	247/100	757.9	323	247/113	1,042.1
312	247/101	842.1	324	247/114	684.2
313	247/102	768.4	325	247/115	1,673.7
314	247/103	600	326	247/116	2,505.3
315	247/104	1,000	327	247/117	1,021.1
316	247/105	1,389.5	328	247/118	1,126.3
317	247/106	1,557.9	329	247/119	1,073.7
318	247/107	168.4	330	247/120	4,463.2
319	247/108	1,357.9	331	247/121	431.6
320	247/110	663.2	332	247/122	2,200
321	247/111	873.7	333	247/123	1,884.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 ประเภทและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ 2/	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ 1/				
			แหล่งน้ำประเภทที่				
			1	2	3	4	5
ก. คุณสมบัติทางกายภาพและชีววิทยา							
1. อุณหภูมิ (Temperature)	-	ซ	ธ	ธ	ธ	ธ	-
2. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	-	-	ธ	5-9	5-9	5-9	-
3. ออกซิเจนละลาย (DO)	20%-ile	มก./ล.	ธ	6	4	2	-
4. บีโอดี (BOD)	80%-ile	มก./ล.	ธ	1.5	2.0	4.0	-
5. โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย	80%-ile	MPN/100 มล.					
- Total Coliform	80%-ile	MPN/100 มล.	ธ	5,000	20,000	-	-
- Fecal Coliform	80%-ile	MPN/100 มล.	ธ	1,000	4,000	-	-
ข. สารประกอบอินทรีย์ (Organic Compounds)							
6. ไนเตรทในรูปไนโตรเจน (NO_3-N)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 0.5				
7. แอมโมเนียในรูปของไนโตรเจน (NH_3-N)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 0.5				
ค. สารเป็นพิษ (Toxic Substances)							
8. ฟีนอล (Phenols)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 0.005				
9. สารหนู (As)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 0.01				
10. ไซยาไนด์ (CN)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 0.005				

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ[2/]	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์[1/]				
			แหล่งน้ำประเภทที่				
			1	2	3	4	5
จ. โลหะหนัก (Heavy Metal)							
11. ทองแดง (Cu)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 0.1				
12. นิเกิล (Ni)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 0.1				
13. แมงกานีส (Mn)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 1.0				
14. สังกะสี (Zn)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 1.0				
15. ปรอทหั้งหมด (Total Hg)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 0.002				
16. แคดเมียม (Cd)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 0.005*,0.05**				
17. โครเมียม (Cr Hexavalent)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 0.05				
18. ตะกั่ว (Pb)		มก./ล.	สูงสุดไม่เกิน 0.05				
ฉ. กัมมันตภาพรังสี (Radioactvity)							
19. ความแรงรังสีรวม :		เบคเคอเรล/ลิตร	สูงสุดไม่เกิน 0.1				
20. ความแรงรังสีรวม :		เบคเคอเรล/ลิตร	สูงสุดไม่เกิน 1.0				
ช. สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช		มก./ลิตร	สูงสุดไม่เกิน 0.05				
รวม (Pesticdes)							
21. DDT		ไมโครกรัม/ลิตร	สูงสุดไม่เกิน 1.0				
22. :-BHC		ไมโครกรัม/ลิตร	สูงสุดไม่เกิน 0.02				
23. Dieldrin		ไมโครกรัม/ลิตร	สูงสุดไม่เกิน 0.1				
24. Aldrin		ไมโครกรัม/ลิตร	สูงสุดไม่เกิน 0.1				
25. Heptachlor & Heptachlor epoxide		ไมโครกรัม/ลิตร	สูงสุดไม่เกิน 0.2				
26. Endrin		ไมโครกรัม/ลิตร	ต้องตรวจไม่พบ				

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1/ การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเล

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์วิทยาของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- การประมง
- การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพทั่วไปก่อน
- การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำไปก่อน
- การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- การคมนาคม

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ แต่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 3 ซ

2/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่ 5 ไม่กำหนด

* ในน้ำที่มีความกระด้างไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร ในรูป $CaCO_3$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**	ในน้ำที่มีความกระด้างไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร ในรูป $CaCO_3$ ไม่ได้กำหนด
ซ	องศาเซลเซียส
-%-ile	ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ - จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง (จำนวนและระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างให้เป็นไปตามที่สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนด)
มล.	มิลลิลิตร
มก.	มิลลิกรัม
MPN	เอ็ม พี เอ็น หมายถึง Most Probable Number

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 จำนวนและความหนาแน่นของประชากรของกรุงเทพมหานคร ปทุมธานี นนทบุรี และสมุทรปราการ ปี 2535

เขตการปกครอง	พื้นที่ (ตร.กม.)	จำนวนประชากร (คน)	ความหนาแน่น (คน/ตร.กม.)
กรุงเทพมหานคร	1,568.74	5,562,142	3,545.6
1. เขตพระนคร	5.54	91,590	16,532.5
2. เขตป้อมปราบฯ	1.93	85,941	44,529.0
3. เขตสัมพันธวงศ์	1.42	44,349	31,231.7
4. เขตปทุมวัน	8.37	123,371	14,739.7
5. เขตบางรัก	5.54	73,276	13,226.7
6. เขตยานนาวา	16.66	102,962	6,180.2
7. เขตสาธร	9.33	131,702	14,116.0
8. เขตบางคอแหลม	10.92	136,339	12,485.3
9. เขตดุสิต	10.67	178,525	16,731.5
10. เขตบางซื่อ	11.55	176,540	15,284.8
11. เขตพญาไท	10.27	212,035	20,646.1
12. เขตราชเทวี	7.16	112,203	15,670.8
13. เขตห้วยขวาง	22.68	252,605	11,137.8
14. เขตพระโขนง	33.89	200,835	5,926.1
15. เขตคลองเตย	27.19	256,951	9,450.2
16. เขตประเวศ	82.48	205,127	2,487.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เขตการปกครอง	พื้นที่ (ตร.กม.)	จำนวนประชากร (คน)	ความหนาแน่น (คน/ตร.กม.)
17. เขตบางเขน	76.61	235,100	3,068.8
18. เขตดอนเมือง	59.79	218,437	3,653.4
19. เขตจัตุจักร	32.91	183,637	5,580.0
20. เขตบางกะปิ	48.90	232,506	4,754.7
21. เขตลาดพร้าว	30.48	128,761	4,224.4
22. เขตบึงกุ่ม	69.90	204,662	2,928.0
23. เขตหนองจอก	236.26	64,139	271.5
24. เขตมีนบุรี	174.33	109,509	628.2
25. เขตลาดกระบัง	123.86	76,605	618.5
26. เขตธนบุรี	8.63	227,980	26,417.1
27. เขตคลองสาน	6.05	136,118	22,498.8
28. เขตบางกอกน้อย	11.94	176,281	14,763.9
29. เขตบางพลัด	11.36	138,208	12,166.2
30. เขตบางกอกใหญ่	6.18	102,975	16,662.6
31. เขตภาษีเจริญ	53.95	262,991	4,874.7
32. เขตบางขุนเทียน	155.43	126,932	816.7
33. เขตจอมทอง	25.72	166,380	6,468.9
34. เขตดสิ่งชัน	79.70	124,937	1,567.6
35. เขตราษฎร์บูรณะ	42.87	165,001	3,848.9
36. เขตหนองแขม	48.28	96,632	2,001.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เขตการปกครอง	พื้นที่ (ตร.กม.)	จำนวนประชากร (คน)	ความหนาแน่น (คน/ตร.กม.)
จังหวัดปทุมธานี	1,528.56	468,889	306.8
1.อำเภอเมือง	119.89	84,545	705.2
2.อำเภอสามโคก	94.76	38,872	410.2
3.อำเภอลาดหลุมแก้ว	190.98	37,118	194.4
4.อำเภอธัญบุรี	111.88	89,280	798.0
5.อำเภอลำลูกกา	299.87	93,508	311.8
6.อำเภอคลองหลวง	298.45	84,292	282.4
7.อำเภอหนองเสือ	412.73	41,274	100.0
จังหวัดนนทบุรี	624.38	698,704	1,119.0
1.อำเภอเมือง	77.87	351,937	4,519.5
2.อำเภอปากเกร็ด	88.84	126,055	1,418.9
3.อำเภอบางกรวย	61.27	78,116	1,274.9
4.อำเภอบางใหญ่	96.18	40,851	424.7
5.อำเภอบางบัวทอง	114.59	66,147	577.2
6.อำเภอไทรน้อย	185.63	35,598	191.8
จังหวัดสมุทรปราการ	1,004.1	905,489	901.8
1.อำเภอเมือง	190.56	366,937	1,925.6
2.อำเภอพระประแดง	73.37	207,691	2,830.7
3.อำเภอบางพลี	374.78	163,457	436.1
4.อำเภอบางบ่อ	245.01	86,861	354.5
5.อำเภอบางบัวทอง	114.59	66,147	577.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบค่าสหสัมพันธ์

สมมุติฐาน $H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho \neq 0$

ทดสอบสมมุติฐานโดยใช้สูตร

$$t = r\sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$ ที่ระดับความเชื่อมั่น x 100%, n-2 df

$$r = \frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x-x)2 \ \Sigma(y-y)^2}}$$

ค่า t จากตาราง $t_{0.05,13} = 2.160$

ถ้า t คำนวณน้อยกว่า t จากตาราง แสดงว่ายอมรับ H_0 หมายความว่าตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงต่อกัน

ถ้า t คำนวณมากกว่า t จากตาราง แสดงว่ายอมรับ H_1 หมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงต่อกัน

ตัวแปรทั้งสองคือ ปริมาณสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอสกับค่าออกซิเจนในน้ำ หรือปริมาณสารลดแรงตึงผิวแอลเอเอสกับค่าบีโอดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	:	นางสาวดรุณี ฉันทวิทยา
วัน/เดือน/ปีเกิด	:	9 พฤษภาคม 2511
สถานที่เกิด	:	กรุงเทพมหานคร
การศึกษา	:	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย