

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- ธีระ เกรอด. 2535. “ วิศวกรรมน้ำเสีย : การบำบัดทางชีวภาพ.” ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มณฑล สุดประเสริฐ. 2535. “ การบำบัดน้ำเสียจากนิคมอุตสาหกรรมโดยใช้ระบบบ่อเติมอากาศแบบผสมอย่างสมบูรณ์ต่อแบบอนุกรม.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราเมศวร์ ปทุมมาสูตร. 2524. “ การศึกษากำจัดน้ำทิ้งจากชุมชนโดยวิธีคอนแทกสเตปป์ไลเซชั่น” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรพล สายพานิช. 2530. “ แนวทางในการออกแบบระบบตะกอนเร่งสำหรับบำบัดน้ำเสียในอาคารสูง.” วิศวกรรมสาร เล่มที่ 1 หน้า 97-104.
- สุรพล สายพานิช. 2531. “ การออกแบบและควบคุมการทำงานของกระบวนการตะกอนเร่ง.” เอกสารประกอบการฝึกอบรมทางวิชาการเรื่องน้ำเสีย จัดโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยร่วมกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม.
- อาวุธ ยิ้มแต่. 2534. “ การประยุกต์ระบบแอ็คติเวเต็ดสลัดจ์ ที่มีถึงปฏิกิริยาหลายใบในการกำจัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตยาและลูกกวาด.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Ali, I., Khararjian, H. and Ahmed, M., 1985. " Viability of Microbial Mass in Compartmentalised Single Activated Sludge Process." Wat. Res. Vol.19, No. 7, pp. 927-932.
- Busch, A.W.,1971 . " Aerobic Biological Treatment of Wastewater: Principle and Practice". Oligodynamics Press. Houston. Texas. pp. 317-328.
- Besik , F. , 1975. " Some Aspects of Renovation of Domestic Sewage." Wat. Res. Vol.9, pp. 111-117.
- Braha, A., and Hafner, F.,1985. " Use of Monod Kinetics on Multi-Stage Bioreactors." Water Res. Vol. 19, No. 10.,pp 1217-1227.
- Bunch , B. and Griffin Jr., D.M. , 1987. " Rapid Removal of Colloidal Substrate from Domestic Wastewater." Journal WPCE., Vol. 59 , No. 11 , pp. 957-963.
- ChanikaThijayung. 1974. " Study on design parameters of the Completely Mixed Activated Sludge process." Thesis for the degree of Master of Science, Environmental Engineering. A.I.T.
- Cech , J.S. , Chudoba ,J. and Grau ,P. , 1984. " Determination of Kinetic Constants of Activated Sludge Microorganisms." Wat.Sci.Tech. Vol. 17 , Amsterdam , pp. 259-272.
- Chudoba,J.,et al., 1989. " Determination of Kinetic constants of Activated Sludge Microorganisms Responsible for Degradation of Xenobiotics." Water Res. Vol.23 , No11, pp.1431-1438.
- Dold, P.L. , Ekama, G.A. and Marais, G. v. R. , 1980. " A General Model for The Activated Sludge Process." Prog.Wat.Tech. Vol.12 , Toronto , pp. 47-77.

- Daigger, G.T. and Grady Jr., C.P.L. , 1982. " The Dynamics of Microbial Growth on Soluble Substrates." Wat.Res. Vol. 16 , pp. 365-382.
- Dold, P.L. and Marais, G.v.R. , 1986. " Evaluation of The General Activated Sludge Model Proposed by The IAWPRC Task Group." Wat.Sci.Tech. Vol.18 , Copenhagen , pp. 63-89.
- Donath-Jobbagy, A.,and Hollo,J.,1986. " Kinetic Aspects of Planning and Operating Activated Sludge Systems." Wat.Sci.Tech. Vol. 18, Copenhagen, pp. 175-188.
- Ekama, G.A. , Dold, P.L. and Marais, G.v.R. , 1986. " Procedures for Determining Influent COD Fractions and The Maximum Specific Growth Rate of Heterotrophs in Activated Sludge System." Wat.Sci.Tech. Vol. 18 , pp. 91-114.
- Fujie,K. ,et al. ,1988. "A Simplified Kinetic Model to Simulate Soluble Organic Substances Removal in An Activated Sludge Aeration Tank." Water Res. Vol.22 , No 1, pp. 29-36.
- Grady, C.P.L. and Williams, D.R. , 1975. " Effect of The Influent Substrate Concentration on The Kinetics of Natural Microbial Populations in Continuous Culture." Wat.Res. Vol. 9 , pp. 171-180.
- Grau, P. , Dohanyos, M. and Chudoba, J. , 1975. " Kinetics of Multicomponent Substrate Removal by Activated Sludge." Wat.Res. Vol. 9 , pp. 637-642.
- Grady Jr.,C.P.L.and Lim,H.C.,1980." Biological Wastewater Treatment : Theory and Applications ." Marcel Dekker, Inc., N.Y.
- Gujer, W. , 1980. " The Effect of Particulate Organic Material on Activated Sludge Yield and Oxygen Requirement." Prog.Wat.Tech. (G.B.) Vol. 12 , Toronto , pp. 79-95.

- Green, M. and Shelef, G. , 1981. " Sludge Viability in A Biological Reactor." Wat.Res. Vol. 15 , pp. 953-959.
- Gaudy Jr., A.F. and Blachly, T.R. , 1985. " A Study of The Biodegradability of Residual COD." Journal WPCE. Vol. 57 , No. 4 , pp. 332-338.
- Grady Jr.,C.P.L. , et.al. ,1986. " A Model for Single-Sludge Wastewater Treatment Systems." Wat.Sci.Tech. Vol. 18 (G.B.) , No. 6 , Copenhagen , pp. 47-61.
- Germiri, F. , Orhon, D. and Artan, N. , 1991. " Assessment of The Initial Inert Soluble COD in Industrial Wastewater." Wat.Sci.Tech. Vol. 23 , Kyoto , pp. 1077-1086.
- Gujer, W. and Henze, M. , 1991. " Activated Sludge Modelling and Simulation." Wat.Sci.Tech. Vol. 23 ,Kyoto , pp. 1011-1023.
- Gujer, W. and Kappeler, J. ,1992. " Modelling Population Dynamics in Activated Sludge Systems." Wat.Sci.Tech. Vol. 25 , No. 6 , pp. 93-103.
- Hunter, J.V. and Heukelekian, H. , 1965. " The Composition of Domestic Sewage Fractions." Journal WPCE , Vol. 23 ,No. 8 , pp. 1142-1163.
- Harada, H. and Matsumoto, J. , 1981. " Combined Effects of Biological Solids Retention Time and Temperature on The Growth Parameters of Activated Sludge." Wat.Sci.Tech. Vol. 13, Munich, pp. 171-176.
- Hasan Ali San. 1989. " A Kinetic Model for Ideal Plug-Flow Reactors." Water Res. Vol. 23, No.5, pp. 647-654.

- Jones, G.L. and Paskins, A.R. , 1980. " Mathematical Model of Activated Sludge : A Comparison of Predictions and Experimental Results." Wat.Res.Centre , Technical Report TR 134.
- Jensen, B.K. , Eriksen, T. and Jorgensen, P.E. , 1988. " Determination of Active Biomass." Wat.Sci.Tech. Vol 20 , No. 11/12 , pp. 213-219.
- Kucnerowicz F., and Verstrate W., 1983.: " Evolution of Microbial Communities in The Activated Sludge Process." Water Res. Vol. 17, No 10, pp 1275-1279.
- Kappeler, J. and Gujer, W. , 1992. " Estimation of Kinetic Parameters of Heterotrophic Biomass Under Aerobic Conditions and Characterization of Wastewater for Activated Sludge Modelling." Wat.Sci.Tech. Vol. 25 , No. 6 , pp. 125-139.
- Lohmann J., and Schlegel S., 1981." Measurement and Control of The MLSS Concentration in Activated Sludge Plants." Wat. Sci.Tech. Vol. 13, Munich, pp. 217-224.
- Larry Benefield and Fred Molz , 1984. "A Model for The Activated Sludge Process which Considers Wastewater Characteristics,Floc Behavior and Microbial Population." Bio.Tech.Bio.Eng. vol. 26 , pp. 352-361.
- Levine, A.D. ,et.al., 1991. " Size Distributions of Particulate Contaminants in Wastewater and their Impact on Treatability." Wat.Res. Vol. 25 , No. 8 , pp. 911-922.
- Larrea, L. ,et.al. , 1992. " Designing Experiments to Determine The Coefficients of Activated Sludge Models by Identification Algorithms." Wat.Sci.Tech. Vol. 25 ,No. 6 ,pp. 149-165.
- Marcia, H.B. and Ali, T. , 1981. " The Effects of The COD:P Ratio on Laboratory Activated Sludge Systems." Wat.Res. Vol. 15 , pp. 999-1004.

- Mogen Henze , 1989. " The Influence of Raw Wastewater Biomass on Activated Sludge Oxygen Respiration Rates and Denitrification Rates." Wat.Sci.Tech. Vol. 21, pp. 603-607.
- Metcalf & Eddy, Inc., 1991. " Wastewater Engineering : Treatment/ Disposal/ Reuse." 3rd. Edition, Mc Graw- Hill Book Co., N.Y.
- Mogen Henze, 1992. " Characterization of Wastewater for The Modelling of Activated Sludge Process." Wat.Sci.Tech. Vol. 25 ,No. 6, pp. 1-15.
- Nelson, P.O. and Lawrence, A.Wm. , 1980. " Microbial Viability Measurements and Activated Sludge Kinetics." Wat.Res. Vol. 14, pp. 217-225.
- Orhon, D. and Artan, N. , 1994. " Modelling of Activated Sludge System." Technomic Inc. , Pennsylvania.
- Sykes, R.M. , 1981. " Limiting Nutrient Concept in Activated Sludge Models." Journal WPCE , Vol. 53, No. 7, pp. 1213-1218.
- Sollfrank, U. and Gujer, W. , 1991. " Characterization of Domestic Wastewater for Mathematical Modelling of The Activated Sludge Process." Wat.Sci.Tech. Vol.23 ,Kyoto, pp. 1057-1066.
- Siegrist, H. and Tschui, M. , 1992. " Interpretation of Experimental Data with Regard to The Activated Sludge Model No. 1 and Calibration of The Model for Municipal Wastewater Treatment Plant." Wat.Sci.Tech. Vol. 25,No. 6 ,pp. 167-183.
- Sollfrank, U. ,Kappeler, J. and Gujer, W. , 1992. " Temperature Effects on Wastewater Characterization and The Release of Soluble Inert Organic Material." Wat.Sci.Tech. Vol. 25, No. 6, pp. 33-41.

- Takahashi, S., et al., "Metabolism of Suspended Matter in Activated Sludge Treatment." Prog.Wat.Tech. pp. 341- 359.
- Takacs, I. , 1986. " Application of A Mathematical Model for Activated Sludge Treatment." Wat.Sci.Tech. Vol. 18, Copenhagen, pp. 163-174.
- Upadhyaya, A.K. and Eckenfelder Jr., W.W. , 1975. " Biodegradable Fraction as An Activity Parameter of Activated Sludge." Wat.Res. Vol. 9, pp. 691-694.
- Weddle, C.L. and Jenkins, D. , 1971. " The Viability and Activity of Activated Sludge." Wat.Res. Vol. 5, pp. 621-640.
- Wanner, J. and Novak, L. , 1990. " The Influence of A Particulate Substrate on Filamentous Bulking and Phosphorus Removal in Activated Sludge Systems." Wat.Res. Vol. 24, No. 5, pp. 573-581.
- Wanner, O., Kappeler, J. and Gujer, W. , 1992. " Calibration of An Activated Sludge Model Based on Human Expertise and on A Mathematical Optimization Technic-A Comparison." Wat.Sci.Tech. Vol. 25, No. 6, pp. 141-148.
- WEF and ASCE, Inc., 1992. " Design of Municipal Wastewater Treatment Plants: Volume 1." Book Press, Brattleboro, Vermont.
- Winkler, H.K. and Widmann, W. , 1994. " Comparison of Single - Stage and Two - Stage Activated Sludge Processes for The Expansion of The Innsbruck WWTP." Wat.Sci.Tech. Vol. 29, No. 12, pp. 69-79.



ภาคผนวก ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลจากการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างของน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองชุดที่ 1

DATE	pH	Total COD (mg/l)	Filtrate COD (mg/l)	TSS (mg/l)	TKN (mg/l)	Total-P (mg/l)
29/8/38	7.5	261	107	116	38	42
30/8/38	7.4	259	93	102	-	-
31/8/38	7.3	279	87	101	-	-
02/9/38	7.7	292	96	115	-	-
03/9/38	7.3	287	93	98	-	-
05/9/38	7.4	292	102	107	49	32
06/9/38	7.4	317	91	118	-	-
08/9/38	7.4	288	88	84	-	-
09/9/38	7.4	193	93	84	-	-
12/9/38	7.3	292	94	104	36	25
13/9/38	7.5	289	95	96	-	-
14/9/38	7.5	294	89	117	-	-
18/9/38	7.0	282	117	115	-	-
19/9/38	6.7	278	107	92	30	44
20/9/38	6.7	231	96	101	-	-
22/9/38	6.8	295	113	97	-	-
25/9/38	6.9	328	93	96	-	-
4/10/38	7.3	339	114	112	43	40
8/10/38	7.1	240	104	112	-	-
10/10/38	6.8	226	98	112	-	-
11/10/38	7.0	221	125	108	-	-
12/10/38	7.1	230	118	94	38	36
14/10/38	7.2	243	96	104	-	-
16/10/38	7.2	288	110	102	-	-
17/10/38	7.2	278	113	98	-	-
19/10/38	7.2	283	106	102	41	48

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

DATE	pH	Total COD (mg/l)	Filtrate COD (mg/l)	TSS (mg/l)	TKN (mg/l)	Total-P (mg/l)
21/10/38	6.9	264	115	114	-	-
23/10/38	6.9	303	100	100	-	-
25/10/38	7.2	277	110	96	-	-
26/10/38	6.9	289	102	94	41	33
28/10/38	7.0	292	93	100	-	-
30/10/38	7.0	286	100	97	40	45
ค่าเฉลี่ย	7.2	276	102	103	40	38

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลจากการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างในถังเติมอากาศช่วงสภาวะคงที่ของการทดลองชุดที่ 1
(เมื่อค่าอายุตะกอนของระบบเท่ากับ 3 วัน)

DATE	Flow (l/h)	pH	DO (mg/l)	Total COD (mg/l)	Filtrate COD (mg/l)	MLSS (mg/l)	TSS in eff. (mg/l)
31/8/38	1.00	7.4	4.2	388	31	192	1
02/9/38	0.80	7.8	4.4	401	40	225	1
03/9/38	0.80	7.6	4.0	386	33	198	0
05/9/38	0.73	7.5	6.2	363	33	210	26
06/9/38	0.79	7.3	6.0	412	28	193	0
08/9/38	0.80	7.1	6.2	408	44	195	24
12/9/38	0.84	7.2	6.2	388	45	203	0
13/9/38	0.73	7.6	6.3	414	26	196	14
14/9/38	0.79	7.4	6.2	370	45	220	21
18/9/38	0.72	7.3	6.0	376	55	213	0
22/9/38	0.81	7.3	6.2	363	39	256	7
ค่าเฉลี่ย	0.80	7.4	5.6	388	38	209	8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลจากการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างในถังเติมอากาศช่วงสภาวะคงที่ของการทดลองชุดที่ 1
(เมื่อค่าอายุตะกอนของระบบเท่ากับ 5 วัน)

DATE	Flow (l/h)	pH	DO (mg/l)	Total COD (mg/l)	Filtrate COD (mg/l)	MLSS (mg/l)	TSS in eff. (mg/l)
02/9/38	0.80	7.6	4.2	499	33	325	17
03/9/38	0.80	7.6	4.0	492	33	281	10
05/9/38	0.79	7.4	4.0	424	27	326	14
06/9/38	0.79	7.4	6.2	461	20	260	11
08/9/38	0.80	7.2	6.0	476	34	284	12
09/9/38	0.61	7.1	6.2	488	33	270	12
12/9/38	0.89	7.2	6.0	454	52	280	15
13/9/38	0.78	7.6	6.3	492	33	265	10
14/9/38	0.88	7.3	6.2	486	45	245	9
18/9/38	0.84	7.2	6.0	466	32	275	7
19/9/38	0.83	7.2	6.2	461	26	300	18
20/9/38	0.87	7.2	6.0	455	31	301	5
22/9/38	0.79	7.1	6.0	415	45	287	17
ค่าเฉลี่ย	0.81	7.3	5.6	467	34	284	12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลจากการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างในถังเติมอากาศช่วงสภาวะคงที่ของการทดลองชุดที่ 1
(เมื่อค่าอายุตะกอนของระบบเท่ากับ 9 วัน)

DATE	Flow (l/h)	pH	DO (mg/l)	Total COD (mg/l)	Filtrate COD (mg/l)	MLSS (mg/l)	TSS in eff. (mg/l)
4/10/38	0.73	6.8	6.4	982	30	720	12
5/10/38	0.72	7.0	6.4	952	37	775	18
8/10/38	0.86	6.7	6.2	1024	28	698	12
9/10/38	0.92	7.0	6.4	883	36	762	13
10/10/38	0.94	6.9	6.4	872	26	708	16
11/10/38	0.81	7.1	6.4	942	36	742	22
12/10/38	0.73	7.2	6.3	1060	28	720	16
14/10/38	0.87	6.9	6.4	1089	28	767	24
16/10/38	0.81	6.9	6.2	1053	30	710	18
17/10/38	0.82	6.6	6.6	902	37	700	18
19/10/38	0.87	7.2	6.5	993	30	703	10
21/10/38	0.90	6.2	6.4	932	36	706	15
23/10/38	0.61	6.5	6.3	960	28	787	12
25/10/38	0.94	6.5	6.3	961	28	750	11
26/10/38	0.91	6.4	6.4	961	36	780	9
28/10/38	0.90	6.6	6.4	948	35	696	16
30/10/38	0.78	7.0	6.5	970	32	721	18
ค่าเฉลี่ย	0.83	6.8	6.4	970	32	732	15

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลจากการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างในถังเติมอากาศช่วงสภาวะคงที่ของการทดลองชุดที่ 1
(เมื่อค่าอายุตะกอนของระบบเท่ากับ 15 วัน)

DATE	Flow (l/h)	pH	DO (mg/l)	Total COD (mg/l)	Filtrate COD (mg/l)	MLSS (mg/l)	TSS in eff. (mg/l)
4/10/38	0.85	7.2	6.4	1236	36	1075	18
5/10/38	0.89	7.1	6.3	1093	29	1050	10
8/10/38	0.84	6.7	6.6	1290	31	1031	14
9/10/38	0.83	6.7	6.3	1126	37	1026	17
10/10/38	0.81	6.5	6.4	1243	32	961	11
11/10/38	0.81	7.0	6.1	1253	37	1060	9
12/10/38	0.79	7.0	6.3	1354	36	1001	12
14/10/38	0.87	6.9	6.3	1443	30	1048	10
16/10/38	0.86	6.9	6.4	1354	30	989	18
17/10/38	0.82	6.2	6.6	1174	32	1044	9
19/10/38	0.87	7.6	6.5	1444	30	1045	14
21/10/38	0.80	7.2	6.4	1298	36	1191	12
23/10/38	0.73	6.4	6.2	1126	21	1159	10
25/10/38	0.83	6.3	6.2	1427	36	1052	14
26/10/38	0.81	6.1	6.3	1340	29	1080	11
28/10/38	0.87	7.5	6.3	1280	21	1071	9
30/10/38	0.78	6.4	6.2	1253	27	981	11
ค่าเฉลี่ย	0.83	6.8	6.3	1279	31	1051	12

ตารางที่ ก.6 คุณหมุมิของน้ำในถังเติมอากาศของการทดลองชุดที่ 1 เมื่อค่าอายุตะกอนของระบบเท่ากับ 3 วัน

วัน/เดือน/ปี	คุณหมุมิ (องศาเซลเซียส)
31 / 8 / 38	28.0
02 / 9 / 38	28.5
03 / 9 / 38	27.9
05 / 9 / 38	28.2
06 / 9 / 38	28.2
08 / 9 / 38	28.5
12 / 9 / 38	28.4
13 / 9 / 38	28.6
14 / 9 / 38	29.0
18 / 9 / 38	28.0
22 / 9 / 38	28.1
ค่าเฉลี่ย	28.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.7 คุณนภูมิของน้ำในถังเติมอากาศของการทดลองชุดที่ 1 เมื่อค่าอายุตะกอนของระบบเท่ากับ 5 วัน

วัน/เดือน/ปี	คุณนภูมิ (องศาเซลเซียส)
02 / 9 / 38	28.4
03 / 9 / 38	27.8
05 / 9 / 38	28.0
06 / 9 / 38	28.0
08 / 9 / 38	28.5
09 / 9 / 38	28.0
12 / 9 / 38	28.3
13 / 9 / 38	28.6
14 / 9 / 38	27.7
18 / 9 / 38	28.1
19 / 9 / 38	28.1
20 / 9 / 38	28.0
22 / 9 / 38	28.2
ค่าเฉลี่ย	28.1

คู่มือวิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.8 คุณหมุมิของน้ำในถังเติมอากาศของการทดลองชุดที่ 1 เมื่อค่าอายุตะกอนของระบบเท่ากับ 9 วัน

วัน/เดือน/ปี	คุณหมุมิ (องศาเซลเซียส)
04 / 10 / 38	28.6
05 / 10 / 38	28.0
08 / 10 / 38	28.2
09 / 10 / 38	27.6
10 / 10 / 38	27.5
11 / 10 / 38	27.8
12 / 10 / 38	29.3
14 / 10 / 38	28.0
16 / 10 / 38	27.7
17 / 10 / 38	28.3
19 / 10 / 38	27.9
21 / 10 / 38	27.6
23 / 10 / 38	27.0
25 / 10 / 38	28.1
26 / 10 / 38	28.1
28 / 10 / 38	28.4
30 / 10 / 38	28.5
ค่าเฉลี่ย	28.0

ตารางที่ ก.9 คุณหมึ้นงน้ำในถังเติมอากาศของการทดลองชุดที่ 1 เมื่อค่าอายุตะกอน
ของระบบเท่ากับ 15 วัน

วัน/เดือน/ปี	คุณหมึ้นง (องศาเซลเซียส)
04 / 10 / 38	27.3
05 / 10 / 38	28.4
08 / 10 / 38	28.1
09 / 10 / 38	27.8
10 / 10 / 38	29.4
11 / 10 / 38	27.9
12 / 10 / 38	27.8
14 / 10 / 38	28.4
16 / 10 / 38	28.0
17 / 10 / 38	27.5
19 / 10 / 38	27.2
21 / 10 / 38	28.0
23 / 10 / 38	28.2
25 / 10 / 38	28.5
26 / 10 / 38	28.4
28 / 10 / 38	28.0
30 / 10 / 38	28.0
ค่าเฉลี่ย	28.0

ตารางที่ ก.10 ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด และปริมาณรีโอดีทั้งหมด จากการทดลองแบบ
 แบบครึ่งระยะยาว เพื่อใช้ในการหาค่า f และ f' ของน้ำเสียที่ใช้ในการวิจัย

ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2		
DATE	Total COD (mg/l)	TSS (mg/l)	DATE	Total COD (mg/l)	TSS (mg/l)
18/9/38	240	430	26/1/39	255	380
26/9/38	150	275	03/2/39	151	270
5/10/38	104	180	09/2/39	124	190
14/10/38	117	140	17/2/39	137	230
19/10/38	105	104	24/2/39	122	120
23/10/38	127	102	02/3/39	119	85
28/10/38	121	82	09/3/39	114	100
07/11/38	118	86	16/3/39	117	60
21/11/38	121	90	23/3/39	130	62
28/11/38	126	92	30/3/39	123	72
05/12/38	126	86	07/4/39	125	68
คิดเป็น	0.52	0.2	คิดเป็น	0.49	0.18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.11 ข้อมูลการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างของน้ำเสียที่ใช้ในการทดลองชุดที่ 2

DATE	pH	Total COD (mg/l)	Filtrate COD (mg/l)	TSS (mg/l)	TKN (mg/l)	Total-P (mg/l)
20/11/38	7.0	218	116	88	44	30
22/11/38	7.5	356	97	176	-	-
24/11/38	7.1	240	146	102	-	-
27/11/38	7.3	233	120	84	-	-
29/11/38	7.7	226	98	89	48	35
05/12/38	7.8	255	131	46	-	-
07/12/38	7.4	277	88	106	-	-
11/12/38	7.2	245	144	60	-	-
13/12/38	7.6	198	85	94	49	42
15/12/38	7.5	246	99	100	-	-
18/12/38	7.6	272	76	159	-	-
20/12/38	7.6	193	94	67	-	-
23/12/38	7.7	244	63	85	-	-
27/12/38	7.4	259	68	100	-	-
29/12/38	7.6	170	91	61	49	30
06/01/39	6.9	300	108	166	-	-
09/01/39	7.7	185	79	93	-	-
11/01/39	7.8	252	84	144	-	-
14/01/39	7.5	251	123	114	46	35
16/01/39	7.6	257	82	98	-	-
18/01/39	7.6	312	102	143	-	-
20/01/39	7.6	284	91	135	42	35
22/01/39	7.7	296	85	117	-	-
24/01/39	7.6	290	100	143	-	-
27/01/39	7.6	274	95	94	48	42
29/01/39	7.4	267	167	134	-	-

ตารางที่ ก.11 (ต่อ)

DATE	pH	Total COD (mg/l)	Filtrate COD (mg/l)	TSS (mg/l)	TKN (mg/l)	Total-P (mg/l)
31/01/39	7.1	310	150	104	-	-
02/2/39	7.0	274	134	124	43	41
05/2/39	7.3	286	130	102	-	-
ค่าเฉลี่ย	7.5	258	105	107	46	36

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.12 ค่าพีเอชและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศแต่ละใบ ในช่วงสภาวะคงที่ของการทดลองชุดที่ 2 เมื่อทำการป้อนน้ำเสียและเวียนตะกอนกลับทั้งหมดลงสู่ถังเติมอากาศใบที่ 1 (แบบ Plug Flow)

DATE	pH				DO			
	ถังใบที่ 1	ถังใบที่ 2	ถังใบที่ 3	ถังใบที่ 4	ถังใบที่ 1	ถังใบที่ 2	ถังใบที่ 3	ถังใบที่ 4
27/11/38	6.9	6.9	6.2	5.9	6.1	6.7	6.8	7.0
30/11/38	6.7	6.6	6.4	6.3	5.9	6.1	6.5	6.9
05/12/38	7.4	7.4	7.2	7.1	6.0	6.2	6.5	6.7
07/12/38	7.4	7.3	7.1	7.0	6.8	6.8	7.2	7.4
11/12/38	7.1	6.9	6.8	6.7	7.0	7.1	7.5	7.7
13/12/38	7.4	7.3	7.1	6.9	7.2	7.2	7.6	7.7
15/12/38	7.0	6.7	6.3	6.2	7.1	7.0	7.1	7.1
18/12/38	7.2	7.0	6.6	6.5	7.0	7.0	6.9	7.0
20/12/38	6.9	6.7	6.5	6.4	6.1	6.4	7.0	7.0
23/12/38	7.0	6.9	6.7	6.5	6.8	6.8	7.0	7.2
27/12/38	6.8	6.8	5.9	5.7	6.8	7.0	7.1	7.2
29/12/38	6.5	6.3	5.3	5.1	7.0	7.0	7.2	7.2
ค่าเฉลี่ย	7.0	6.9	6.5	6.4	6.6	6.7	7.0	7.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.13 ค่าพีเอช และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในถังเดิมอากาศแต่ละใบ ในช่วงสภาวะคงที่ของการทดลองชุดที่ 2 เมื่อทำการป้อนน้ำเสียกระจายสม่ำเสมอทั้ง 4 ถัง และเวียนตะกอนกลับทั้งหมดลงสู่ถังเดิมอากาศใบที่ 1 (แบบ Step Feed)

DATE	pH				DO			
	ถังใบที่ 1	ถังใบที่ 2	ถังใบที่ 3	ถังใบที่ 4	ถังใบที่ 1	ถังใบที่ 2	ถังใบที่ 3	ถังใบที่ 4
27/11/38	5.8	5.8	5.7	5.7	7.5	6.8	7.6	7.4
30/11/38	6.3	6.2	6.2	6.1	7.1	6.5	7.0	6.9
05/12/38	7.4	7.4	7.5	7.5	7.1	6.8	7.0	7.0
07/12/38	7.2	7.3	7.4	7.4	7.0	7.1	7.2	7.2
11/12/38	7.0	7.1	7.1	7.1	7.1	7.2	7.5	7.6
13/12/38	7.1	7.1	7.1	7.2	7.6	7.3	7.7	7.8
15/12/38	6.3	6.2	6.4	6.4	7.4	7.0	7.0	6.9
18/12/38	6.5	6.5	6.5	6.4	7.1	7.3	7.0	7.0
20/12/38	6.4	6.4	6.4	6.4	7.0	7.0	6.5	7.0
23/12/38	6.5	6.5	6.4	6.4	7.1	7.3	7.0	7.0
27/12/38	5.9	5.8	5.8	5.9	7.1	7.0	7.0	7.0
29/12/38	5.9	5.9	6.0	6.0	7.0	7.3	7.0	7.0
ค่าเฉลี่ย	6.5	6.5	6.5	6.5	7.2	7.1	7.1	7.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- . ตารางที่ ก.14 ค่าพีเอช และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในถังเติมอากาศแต่ละใบในช่วงสภาวะคงที่ของการทดลองชุดที่ 2 เมื่อทำการป้อนน้ำเสียทั้งหมดลงสู่ถังเติมอากาศใบที่ 3 และเวียนตะกอนกลับทั้งหมดลงสู่ถังเติมอากาศใบที่ 1 (แบบ Contact-Stabilized)

DATE	pH				DO			
	ถังใบที่ 1	ถังใบที่ 2	ถังใบที่ 3	ถังใบที่ 4	ถังใบที่ 1	ถังใบที่ 2	ถังใบที่ 3	ถังใบที่ 4
06/1/39	5.5	5.3	7.0	6.9	7.4	7.2	7.3	7.0
09/1/39	6.4	6.2	7.6	7.6	7.2	7.0	6.8	6.8
11/1/39	6.5	6.3	7.4	7.3	7.0	6.8	6.8	6.4
14/1/39	6.4	6.3	7.3	7.2	6.8	6.8	6.8	6.8
16/1/39	6.7	6.6	7.6	7.6	6.4	6.8	6.8	6.4
18/1/39	7.2	7.2	7.7	7.7	6.8	7.0	6.8	6.4
20/1/39	7.1	7.0	7.4	7.5	6.6	6.8	6.8	6.7
22/1/39	6.8	6.7	7.5	7.3	6.5	6.8	6.8	6.7
24/1/39	6.6	6.6	7.5	7.4	6.5	6.8	7.0	6.5
27/1/39	6.7	6.7	7.3	7.1	6.6	6.8	7.0	7.0
29/1/39	7.3	7.3	7.5	7.4	6.6	6.9	6.9	7.0
31/1/39	6.3	6.3	7.1	6.9	7.1	7.2	7.2	6.8
02/2/39	6.2	6.2	7.2	6.9	7.1	7.2	7.2	6.8
05/2/39	6.6	6.4	7.3	7.1	6.6	6.9	6.9	7.0
ค่าเฉลี่ย	6.6	6.5	7.4	7.3	6.8	6.9	6.9	6.7

ตารางที่ ก.15 ปริมาณ Filtrate COD และ MLSS ในถังเติมอากาศแต่ละใบในช่วงสภาวะคงที่ ของ การทดลองชุดที่ 2 เมื่อทำการป้อนน้ำเสียและเวียนตะกอนกลับทั้งหมดลงสู่ถัง เติมอากาศใบที่ 1 (แบบ Plug Flow)

DATE	Filtrate COD (mg/l)				MLSS (mg/l)			
	ถังใบที่ 1	ถังใบที่ 2	ถังใบที่ 3	ถังใบที่ 4	ถังใบที่ 1	ถังใบที่ 2	ถังใบที่ 3	ถังใบที่ 4
27/11/38	53	45	38	30	1022	994	962	944
30/11/38	58	60	53	30	980	978	995	936
05/12/38	87	44	58	42	1018	762	944	1022
07/12/38	58	51	22	22	954	917	802	808
11/12/38	58	43	36	50	948	958	918	928
13/12/38	49	21	21	28	945	900	980	1086
15/12/38	56	56	42	42	1042	984	932	954
18/12/38	38	38	25	25	814	902	796	782
20/12/38	50	50	43	31	944	982	854	890
23/12/38	44	44	31	19	906	872	1004	1026
27/12/38	43	49	25	43	804	836	914	944
29/12/38	37	49	30	30	962	806	806	914
ค่าเฉลี่ย	53	46	35	33	945	908	909	936

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.16 ปริมาณ Filtrate COD และ MLSS ในถังเติมอากาศแต่ละใบในช่วงสภาวะคงที่ ของ การทดลองชุดที่ 2 เมื่อทำการป้อนน้ำเสียกระจายสม่ำเสมอทั้ง 4 ถัง และเวียน ตะกอนกลับทั้งหมดลงสู่ถังเติมอากาศใบที่ 1 (แบบ Step Feed)

DATE	Filtrate COD (mg/l)				MLSS (mg/l)			
	ถังใบที่ 1	ถังใบที่ 2	ถังใบที่ 3	ถังใบที่ 4	ถังใบที่ 1	ถังใบที่ 2	ถังใบที่ 3	ถังใบที่ 4
27/11/38	34	53	30	45	1242	1198	1098	943
30/11/38	45	30	53	23	1206	1016	1202	1020
05/12/38	42	58	36	58	786	734	746	750
07/12/38	36	22	14	22	772	864	818	762
11/12/38	44	36	36	50	816	802	752	848
13/12/38	42	28	56	21	1084	1082	846	834
15/12/38	49	42	49	42	812	798	842	878
18/12/38	44	38	38	32	1194	1174	1014	892
20/12/38	42	44	37	44	1252	1198	940	928
23/12/38	31	31	19	56	1238	1282	952	996
27/12/38	25	44	25	31	1220	1240	922	934
29/12/38	36	36	36	30	1190	1094	918	882
ค่าเฉลี่ย	39	38	36	38	1068	1040	921	889

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.17 ปริมาณ Filtrate COD และ MLSS ในถังเติมอากาศแต่ละใบในช่วงสภาวะคงที่ ของ การทดลองชุดที่ 2 เมื่อทำการป้อนน้ำเสียลงสู่ถังเติมอากาศใบที่ 3 และเวียน ตะกอนกลับทั้งหมดลงสู่ถังเติมอากาศใบที่ 1 (แบบ Contact-Stabilized)

DATE	Filtrate COD (mg/l)				MLSS (mg/l)			
	ถังใบที่ 1	ถังใบที่ 2	ถังใบที่ 3	ถังใบที่ 4	ถังใบที่ 1	ถังใบที่ 2	ถังใบที่ 3	ถังใบที่ 4
06/1/39	48	48	72	60	1620	1606	760	702
09/1/39	44	35	43	43	1712	1232	706	674
11/1/39	30	36	40	42	1536	1466	888	792
14/1/39	47	45	70	53	1200	1054	736	718
16/1/39	58	41	47	41	1204	1178	598	522
18/1/39	45	34	45	51	1390	1408	766	754
20/1/39	45	17	62	47	1462	1530	920	900
22/1/39	45	34	69	40	1798	1656	1096	836
24/1/39	56	33	61	67	1860	1852	960	840
27/1/39	45	33	45	34	1682	1552	966	946
29/1/39	38	33	38	53	1526	1420	1032	1088
31/1/39	37	27	37	37	1526	1518	1140	1096
02/2/39	32	32	42	38	1758	1680	992	958
05/2/39	47	36	52	47	1592	1510	1008	1034
ค่าเฉลี่ย	44	35	52	47	1562	1476	898	847



ภาคผนวก ข.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผ1. สมการสำหรับทำนายผลการทดลองในชุดที่ 2 ครั้งที่ 1

เมื่อทำการป้อนน้ำเสียและเวียนตะกอนกลับทั้งหมดลงสู่ถังเดิมอากาศใบที่ 1 จะเป็นการกำหนดค่า ϕ_i และ ρ_i ดังต่อไปนี้

$\phi_1 = 1$ $\phi_2 = 0$ $\phi_3 = 0$ $\phi_4 = 0$ และ $\rho_1 = 1$ $\rho_2 = 0$ $\rho_3 = 0$ $\rho_4 = 0$
 ดังนั้นสมการตามหัวข้อที่ 3.5.1 สามารถจัดรูปได้ใหม่ดังแสดงในสมการที่ ผ.1-1 ถึง ผ.1-19

ก) สมการแสดงสมดุลของมวลของสารอาหารที่สถานะคงที่

$$\text{ถังที่ 1: } F.S_0 + \alpha F.S_4 - (1+\alpha)F.S_1 - [\mu_m.S_1/(K_s+S_1)] \cdot (\alpha_{v1}/Y_g).V_1 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-1})$$

$$\text{ถังที่ 2: } (1+\alpha)F.S_1 - (1+\alpha)F.S_2 - [\mu_m.S_2/(K_s+S_2)] \cdot (\alpha_{v2}/Y_g).V_2 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-2})$$

$$\text{ถังที่ 3: } (1+\alpha)F.S_2 - (1+\alpha)F.S_3 - [\mu_m.S_3/(K_s+S_3)] \cdot (\alpha_{v3}/Y_g).V_3 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-3})$$

$$\text{ถังที่ 4: } (1+\alpha)F.S_3 - (1+\alpha)F.S_4 - [\mu_m.S_4/(K_s+S_4)] \cdot (\alpha_{v4}/Y_g).V_4 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-4})$$

ข) สมการแสดงสมดุลของมวลของเซลล์ที่มีชีวิตที่สถานะคงที่

$$\text{ถังที่ 1: } \alpha F.X_{vr} - (1+\alpha)F.X_{v1} + [\mu_m.S_1/(K_s+S_1)]X_{v1}.V_1 - \gamma.X_{v1}.V_1 - b.X_{v1}.V_1 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-5})$$

$$\text{ถังที่ 2: } (1+\alpha)F.X_{v1} - (1+\alpha)F.X_{v2} + [\mu_m.S_2/(K_s+S_2)]X_{v2}.V_2 - \gamma.X_{v2}.V_2 - b.X_{v2}.V_2 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-6})$$

$$\text{ถังที่ 3: } (1+\alpha)F.X_{v2} - (1+\alpha)F.X_{v3} + [\mu_m.S_3/(K_s+S_3)]X_{v3}.V_3 - \gamma.X_{v3}.V_3 - b.X_{v3}.V_3 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-7})$$

$$\text{ถังที่ 4: } (1+\alpha)F.X_{v3} - (1+\alpha)F.X_{v4} + [\mu_m.S_4/(K_s+S_4)]X_{v4}.V_4 - \gamma.X_{v4}.V_4 - b.X_{v4}.V_4 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-8})$$

$$\text{ถังตกตะกอน : } (1+\alpha-w)F.X_{v4} - \alpha F.X_{vr} = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-9})$$

ค) สมการแสดงสมดุลของมวลของเซลล์ที่ตายที่สถานะคงที่

$$\text{ถังที่ 1: } \alpha F.X_{dr} - (1 + \alpha)F.X_{d1} + \gamma X_{v1}.V_1 - bX_{d1}.V_1 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-10})$$

$$\text{ถังที่ 2: } (1 + \alpha)F.X_{d1} - (1 + \alpha)F.X_{d2} + \gamma X_{v2}.V_2 - bX_{d2}.V_2 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-11})$$

$$\text{ถังที่ 3: } (1 + \alpha)F.X_{d2} - (1 + \alpha)F.X_{d3} + \gamma X_{v3}.V_3 - bX_{d3}.V_3 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-12})$$

$$\text{ถังที่ 4: } (1 + \alpha)F.X_{d3} - (1 + \alpha)F.X_{d4} + \gamma X_{v4}.V_4 - bX_{d4}.V_4 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-13})$$

$$\text{ถังตกตะกอน : } (1+\alpha-w)FX_{d4} - \alpha FX_{dr} = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.1-14})$$

ง) สมการแสดงสมดุลย์ของมวลของอนุภาคเฉื่อยที่สถานะคงที่

$$\text{ถึงที่ 1: } F \cdot Z_{i0} + \alpha \cdot F \cdot Z_r - (1 + \alpha) \cdot F \cdot Z_{i1} = 0 \quad \dots\dots\dots(\text{ผ.1-15})$$

$$\text{ถึงที่ 2: } (1 + \alpha) \cdot F \cdot Z_{i1} - (1 + \alpha) \cdot F \cdot Z_{i2} = 0 \quad \dots\dots\dots(\text{ผ.1-16})$$

$$\text{ถึงที่ 3: } (1 + \alpha) \cdot F \cdot Z_{i2} - (1 + \alpha) \cdot F \cdot Z_{i3} = 0. \quad \dots\dots\dots(\text{ผ.1-17})$$

$$\text{ถึงที่ 4: } (1 + \alpha) \cdot F \cdot Z_{i3} - (1 + \alpha) \cdot F \cdot Z_{i4} = 0 \quad \dots\dots\dots(\text{ผ.1-18})$$

$$\text{ถึงตกตะกอน : } (1 + \alpha - w)F \cdot Z_{i4} - \alpha F \cdot Z_{ir} = 0 \quad \dots\dots\dots(\text{ผ.1-19})$$

เมื่อแทนค่าอัตราการป้อนน้ำเสีย (F) เท่ากับ 1 ล./ชม. ปริมาตรของถังเดิมอากาศแต่ละใบ (V_i) เท่ากับ 2.5 ลิตร อัตราส่วนของการเวียนกลับ (α) เท่ากับ 1 อัตราส่วนของการทิ้งน้ำตะกอน (w) เท่ากับ 0.0417 ความเข้มข้นของสารอาหารละลาย (S_0) เท่ากับ 77 มก./ล. ค่าความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยส่วนที่เป็นอนุภาคเฉื่อย (Z_{i0}) เท่ากับ 19.26 มก./ล. และค่าพารามิเตอร์จลน์ที่หาได้จากการทดลองชุดที่ 1 คือ Y_0 เท่ากับ 0.2940 , μ_m เท่ากับ 0.0582 ชม.⁻¹ , K_s เท่ากับ 12.3916 มก./ล. , b เท่ากับ 0.0027 ชม.⁻¹ , γ เท่ากับ 0.0050 ชม.⁻¹ ลงในชุดของสมการดังกล่าวข้างต้นแล้ว สามารถจัดรูป และหาค่าตอบของสมการในส่วนแรกอันได้แก่ ปริมาณสารอาหารละลายที่เหลืออยู่ และปริมาณความเข้มข้นของส่วนที่เป็นเซลล์ที่เกิดจากส่วนที่เป็นสารอาหารละลายที่เข้าสู่ระบบ ในถังเดิมอากาศแต่ละใบ ได้ดังที่แสดงในส่วนที่ 1

ส่วนในการคำนวณเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของส่วนที่เป็นเซลล์อีกส่วนหนึ่ง ที่เกิดจากสารอาหารละลายที่มาจากกรสลายตัวของอนุภาคอาหารนั้น ทำได้โดยใช้สมการที่ (ผ.1-1)-(ผ.1-14) เช่นกัน เพียงแต่แทนค่าความเข้มข้นของสารอาหารละลาย (S_0) ที่มาจากการสลายตัวของอนุภาคอาหารนี้ให้มีค่าเท่ากับ 76.5 มก./ล. (จากผลที่ได้จากการประเมินจากผลการทดลอง) แล้วทำการคำนวณหาค่าตอบของสมการอีกครั้งหนึ่ง ก็จะได้ผลดังที่แสดงในส่วนที่ 2

ส่วนที่ 1 แสดงสมการและผลการคำนวณเพื่อหาปริมาณสารอาหารละลายที่เหลืออยู่ และ ปริมาณความเข้มข้นของส่วนที่เป็นเซลล์ที่เกิดจากสารอาหารละลายที่เข้าสู่ระบบ ใน ถังเติมอากาศแต่ละใบ

```

*****
Eureka: The Solver, Version 1.0
Monday March 17, 1997, 10:27 am.
Name of input file: C:\EUREKA\PLUGFLOW.
*****

77+S4-(2*S1)-((A*S1*Xv1)/(B+S1))=0
(2*(S1-S2))-((A*S2*Xv2)/(B+S2))=0
(2*(S2-S3))-((A*S3*Xv3)/(B+S3))=0
(2*(S3-S4))-((A*S4*Xv4)/(B+S4))=0
Xvr-(C*Xv1)+((D*S1*Xv1)/(B+S1))=0
(2*Xv1)-(C*Xv2)+((D*S2*Xv2)/(B+S2))=0
(2*Xv2)-(C*Xv3)+((D*S3*Xv3)/(B+S3))=0
(2*Xv3)-(C*Xv4)+((D*S4*Xv4)/(B+S4))=0
(1.9583*Xv4)-Xvr=0
Xdr-(E*Xd1)+(F*Xv1)=0
(2*Xd1)-(E*Xd2)+(F*Xv2)=0
(2*Xd2)-(E*Xd3)+(F*Xv3)=0
(2*Xd3)-(E*Xd4)+(F*Xv4)=0
(1.9583*Xd4)-Xdr=0
A = 0.49490
B = 12.3916
C = 2.01925
D = 0.14550
E = 2.00675
F = 0.01250
;initial by assign minimum soluble substrate ;
S1 >=1.889412
S2 >=1.889412
S3 >=1.889412
S4 =1.889412

```

Solution:

Variables	Values
A	= .49490000
B	= 12.391600
C	= 2.0192500
D	= .14550000
E	= 2.0067500
F	= .012500000
S1	= 23.710626
S2	= 11.976134
S3	= 4.9982185
S4	= 1.8894120
Xd1	= 68.806618
Xd2	= 69.176201
Xd3	= 69.543144
Xd4	= 69.900726
Xdr	= 136.88659
Xv1	= 95.287024
Xv2	= 96.488449
Xv3	= 96.264235
Xv4	= 94.959527
Xvr	= 185.95924

Maximum error is 2.6564613

```

*****
Eureka: The Solver, Version 1.0
Sunday February 16, 1997, 4:43 am.
Name of input file: C:\EUREKA\INERT-1.
*****

```

```

Zio+Zir-(2*Zi1)=0
Zi1-Zi2=0
Zi2-Zi3=0
Zi3-Zi4=0
(1.9583*Zi4)-Zir=0
Zio=19.26

```

```

*****

```

Solution:

Variables	Values
Zi1	= 461.87050
Zi2	= 461.87050
Zi3	= 461.87050
Zi4	= 461.87050
Zio	= 19.260000
Zir	= 904.48101

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ส่วนที่ 2 แสดงสมการและผลการคำนวณเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของส่วนที่เป็นเซลล์อีกส่วน
หนึ่ง ที่เกิดจากสารอาหารละลายส่วนที่มากจากการสลายตัวของอนุภาคอาหาร**

```

*****
Eureka: The Solver, Version 1.0
Monday March 17, 1997, 10:31 am.
Name of input file: C:\EUREKA\PLUGFLOW.
*****

76.5+S4-(2*S1)-((A*S1*Xv1)/(B+S1))=0
(2*(S1-S2))-((A*S2*Xv2)/(B+S2))=0
(2*(S2-S3))-((A*S3*Xv3)/(B+S3))=0
(2*(S3-S4))-((A*S4*Xv4)/(B+S4))=0
Xvr-(C*Xv1)+((D*S1*Xv1)/(B+S1))=0
(2*Xv1)-(C*Xv2)+((D*S2*Xv2)/(B+S2))=0
(2*Xv2)-(C*Xv3)+((D*S3*Xv3)/(B+S3))=0
(2*Xv3)-(C*Xv4)+((D*S4*Xv4)/(B+S4))=0
(1.9583*Xv4)-Xvr=0
Xdr-(E*Xd1)+(F*Xv1)=0
(2*Xd1)-(E*Xd2)+(F*Xv2)=0
(2*Xd2)-(E*Xd3)+(F*Xv3)=0
(2*Xd3)-(E*Xd4)+(F*Xv4)=0
(1.9583*Xd4)-Xdr=0
A = 0.49490
B = 12.3916
C = 2.01925
D = 0.14550
E = 2.00675
F = 0.01250
;initial by assign minimum soluble substrate ;
S1 >=1.889412
S2 >=1.889412
S3 >=1.889412
S4 =1.889412

```

Solution:

Variables	Values
A	= .49490000
B	= 12.391600
C	= 2.0192500
D	= .14550000
E	= 2.0067500
F	= .012500000
S1	= 23.565951
S2	= 11.915395
S3	= 4.9842041
S4	= 1.8894120
Xd1	= 68.493418
Xd2	= 68.861302
Xd3	= 69.226569
Xd4	= 69.582549
Xdr	= 136.26351
Xv1	= 94.852795
Xv2	= 96.046598
Xv3	= 95.825008
Xv4	= 94.531455
Xvr	= 185.12095

Maximum error is 2.6344292

ผ2. สมการสำหรับทำนายผลการทดลองในชุดที่ 2 ครั้งที่ 2

เมื่อทำการป้อนน้ำเสียกระจายสม่ำเสมอทั้ง 4 ถัง และเวียนตะกอนกลับทั้งหมดเข้าสู่ถังเดิม อากาศไบที่ 1 จะเป็นการกำหนดค่า ϕ_i และค่า p_i ดังต่อไปนี้

$\phi_1 = 0.25$ $\phi_2 = 0.25$ $\phi_3 = 0.25$ $\phi_4 = 0.25$ และ $p_1 = 1$ $p_2 = 0$ $p_3 = 0$ $p_4 = 0$
 ดังนั้นสมการตามหัวข้อที่ 3.5.1 สามารถจัดรูปใหม่ได้ดังแสดงในสมการที่ ผ.2-1 ถึง ผ.2-19

ก) สมการแสดงสมดุลย์ของมวลของสารอาหารที่สถานะคงที่

$$\text{ถังที่ 1: } 0.25F.S_0 + \alpha F.S_4 - (0.25 + \alpha)F.S_1 - [\mu_m.S_1 / (K_s + S_1)](X_{v1}/Y_g).V_1 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-1})$$

$$\text{ถังที่ 2: } 0.25F.S_0 + (0.25 + \alpha)F.S_1 - (0.50 + \alpha)F.S_2 - [\mu_m.S_2 / (K_s + S_2)](X_{v2}/Y_g).V_2 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-2})$$

$$\text{ถังที่ 3: } 0.25F.S_0 + (0.50 + \alpha)F.S_2 - (0.75 + \alpha)F.S_3 - [\mu_m.S_3 / (K_s + S_3)](X_{v3}/Y_g).V_3 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-3})$$

$$\text{ถังที่ 4: } 0.25F.S_0 + (0.75 + \alpha)F.S_3 - (1 + \alpha)F.S_4 - [\mu_m.S_4 / (K_s + S_4)](X_{v4}/Y_g).V_4 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-4})$$

ข) สมการแสดงสมดุลย์ของมวลของเซลล์ที่มีชีวิตที่สถานะคงที่

$$\text{ถังที่ 1: } \alpha F.X_{vr} - (0.25 + \alpha)F.X_{v1} + [\mu_m.S_1 / (K_s + S_1)]X_{v1}.V_1 - \gamma X_{v1}.V_1 - b.X_{v1}.V_1 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-5})$$

$$\text{ถังที่ 2: } (0.25 + \alpha)F.X_{v1} - (0.5 + \alpha)F.X_{v2} + [\mu_m.S_2 / (K_s + S_2)]X_{v2}.V_2 - \gamma X_{v2}.V_2 - b.X_{v2}.V_2 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-6})$$

$$\text{ถังที่ 3: } (0.5 + \alpha)F.X_{v2} - (0.75 + \alpha)F.X_{v3} + [\mu_m.S_3 / (K_s + S_3)]X_{v3}.V_3 - \gamma X_{v3}.V_3 - b.X_{v3}.V_3 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-7})$$

$$\text{ถังที่ 4: } (0.75 + \alpha)F.X_{v3} - (1 + \alpha)F.X_{v4} + [\mu_m.S_4 / (K_s + S_4)]X_{v4}.V_4 - \gamma X_{v4}.V_4 - b.X_{v4}.V_4 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-8})$$

$$\text{ถังตกตะกอน: } (1 + \alpha - w)F.X_{v4} - \alpha F.X_{vr} = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-9})$$

ค) สมการแสดงสมดุลย์ของมวลของเซลล์ที่ตายที่สถานะคงที่

$$\text{ถังที่ 1: } \alpha F.X_{dr} - (0.25 + \alpha)F.X_{d1} + \gamma X_{v1}.V_1 - b.X_{d1}.V_1 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-10})$$

$$\text{ถังที่ 2: } (0.25 + \alpha)F.X_{d1} - (0.5 + \alpha)F.X_{d2} + \gamma X_{v2}.V_2 - b.X_{d2}.V_2 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-11})$$

$$\text{ถังที่ 3: } (0.5 + \alpha)F.X_{d2} - (0.75 + \alpha)F.X_{d3} + \gamma X_{v3}.V_3 - b.X_{d3}.V_3 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-12})$$

$$\text{ถังที่ 4: } (0.75 + \alpha)F.X_{d3} - (1 + \alpha)F.X_{d4} + \gamma X_{v4}.V_4 - b.X_{d4}.V_4 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-13})$$

$$\text{ถังตกตะกอน: } (1 + \alpha - w)F.X_{d4} - \alpha F.X_{dr} = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.2-14})$$

ง) สมการแสดงสมดุลย์ของมวลของอนุภาคเฉื่อยที่สถานะคงที่

$$\text{ถังที่ 1: } 0.25.F.Z_{i0} + \alpha F.Z_{ir} - (0.25+\alpha)F.Z_{i1} = 0 \quad \text{.....(ผ.2-15)}$$

$$\text{ถังที่ 2: } 0.25.F.Z_{i0} + (0.25+\alpha)F.Z_{i1} - (0.50+\alpha)F.Z_{i2} = 0 \quad \text{.....(ผ.2-16)}$$

$$\text{ถังที่ 3: } 0.25.F.Z_{i0} + (0.50+\alpha)F.Z_{i2} - (0.75+\alpha)F.Z_{i3} = 0 \quad \text{.....(ผ.2-17)}$$

$$\text{ถังที่ 4: } 0.25.F.Z_{i0} + (0.75+\alpha)F.Z_{i3} - (1+\alpha)F.Z_{i4} = 0 \quad \text{.....(ผ.2-18)}$$

$$\text{ถังตกตะกอน : } (1+\alpha-w)F.Z_{i4} - \alpha F.Z_{ir} = 0 \quad \text{.....(ผ.2-19)}$$

และเมื่อแทนค่าอัตราการป้อนน้ำเสีย (F) เท่ากับ 1 ล./ชม. ปริมาตรของถังเดิม อากาศแต่ละใบ (V_i) เท่ากับ 2.5 ลิตร อัตราส่วนของกาเวียนกลับ (α) เท่ากับ 1 อัตราส่วนของกา ทิ้งน้ำตะกอน (w) เท่ากับ 0.0417 ความเข้มข้นของสารอาหารละลาย (S_0) เท่ากับ 77 มก./ล. ค่าความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยส่วนที่เป็นอนุภาคเฉื่อย (Z_{i0}) เท่ากับ 19.26 มก./ล. และค่า พารามิเตอร์จลน์ที่หาได้จากการทดลองชุดที่ 1 คือ Y_0 เท่ากับ 0.2940 , μ_m เท่ากับ 0.0582 ชม.⁻¹ , K_s เท่ากับ 12.3916 มก./ล. , b เท่ากับ 0.0027 ชม.⁻¹ , γ เท่ากับ 0.0050 ชม.⁻¹ ลงในชุดของสมการดัง กล่าวข้างต้นแล้ว สามารถจัดรูป และหาค่าตอบของสมการในส่วนแรกอันได้แก่ ปริมาณสาร อาหารละลายที่เหลืออยู่ และปริมาณความเข้มข้นของส่วนที่เป็นเซลล์ที่เกิดจากส่วนที่เป็นสาร อาหารละลายที่เข้าสู่ระบบ ในถังเดิมอากาศแต่ละใบ ได้ดังที่แสดงในส่วนที่ 1

ส่วนในการคำนวณเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของส่วนที่เป็นเซลล์อีกส่วนหนึ่ง ที่เกิดจาก สารอาหารละลายที่มาจากกาสลายตัวของอนุภาคอาหารนั้น ทำได้โดยใช้สมการที่ (ผ.2-1)-(ผ.2-14) เช่นกัน เพียงแต่แทนค่าความเข้มข้นของสารอาหารละลาย (S_0) ที่มาจากกาสลายตัวของอนุภาค อาหารนี้ให้มีค่าเท่ากับ 76.5 มก./ล. (จากผลที่ได้จากการประเมินจากผลการทดลอง) แล้วทำการ คำนวณหาค่าตอบของสมการอีกครั้งหนึ่ง ก็จะได้ผลดังที่แสดงในส่วนที่ 2

ส่วนที่ 1 แสดงสมการและผลการคำนวณเพื่อหาปริมาณสารอาหารละลายที่เหลืออยู่ และปริมาณความเข้มข้นของส่วนที่เป็นเซลล์ที่เกิดจากสารอาหารละลายที่เข้าสู่ระบบ ในถังเดิมอากาศแต่ละใบ

```
*****
Eureka: The Solver, Version 1.0
Monday March 17, 1997, 12:24 am.
Name of input file: C:\EUREKA\STEPFEED.
*****
```

$$19.25+S4-(1.25*S1)-((A*S1*Xv1)/(B+S1))=0$$

$$19.25+(1.25*S1)-(1.5*S2)-((A*S2*Xv2)/(B+S2))=0$$

$$19.25+(1.5*S2)-(1.75*S3)-((A*S3*Xv3)/(B+S3))=0$$

$$19.25+(1.75*S3)-(2*S4)-((A*S4*Xv4)/(B+S4))=0$$

$$Xvr-(1.25*Xv1)+((C*S1*Xv1)/(B+S1))-(D*Xv1)=0$$

$$(1.25*Xv1)-(1.5*Xv2)+((C*S2*Xv2)/(B+S2))-(D*Xv2)=0$$

$$(1.5*Xv2)-(1.75*Xv3)+((C*S3*Xv3)/(B+S3))-(D*Xv3)=0$$

$$(1.75*Xv3)-(2*Xv4)+((C*S4*Xv4)/(B+S4))-(D*Xv4)=0$$

$$(1.9583*Xv4)-Xvr=0$$

$$Xdr-((1.25+E)*Xd1)+(F*Xv1)=0$$

$$(1.25*Xd1)-((1.5+E)*Xd2)+(F*Xv2)=0$$

$$(1.5*Xd2)-((1.75+E)*Xd3)+(F*Xv3)=0$$

$$(1.75*Xd3)-((2+E)*Xd4)+(F*Xv4)=0$$

$$(1.9583*Xd4)-Xdr=0$$

A=0.494898
B=12.3916
C=0.145500
D=0.019250
E=0.00675
F=0.012500

;initial by assign minimum soluble substrate ;

S1>=1.889412
S2>=1.889412
S3>=1.889412
S4=1.889412

Solution:

Variables	Values
A	= .49489800
B	= 12.391600
C	= .14550000
D	= .019250000
E	= .0067500000
F	= .012500000
S1	= 3.0006762
S2	= 3.4787376
S3	= 3.3407066
S4	= 1.8894120
Xd1	= 150.19329
Xd2	= 125.85664
Xd3	= 108.39268
Xd4	= 95.236946
Xdr	= 186.50251
Xv1	= 180.23196
Xv2	= 151.43132
Xv3	= 130.71070
Xv4	= 114.36344
Xvr	= 223.95792

Maximum error is 13.829331

```

*****
Eureka: The Solver, Version 1.0
Sunday February 16, 1997, 5:03 am.
Name of input file: C:\EUREKA\INERT.
*****

```

```

(0.25*Zio)+Zir-(1.25*Zi1)=0
(0.25*Zio)+(1.25*Zi1)-(1.5*Zi2)=0
(0.25*Zio)+(1.50*Zi2)-(1.75*Zi3)=0
(0.25*Zio)+(1.75*Zi3)-(2*Zi4)=0
(1.9583*Zi4)-Zir=0
Zio=19.26

```

```

*****

```

Solution:

Variables	Values
Zi1	= 727.43681
Zi2	= 609.40734
Zi3	= 525.10058
Zi4	= 461.87050
Zio	= 19.260000
Zir	= 904.48101

```

*****

```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ส่วนที่ 2 แสดงสมการและผลการคำนวณเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของส่วนที่เป็นเซลล์อีกส่วน
หนึ่ง ที่เกิดจากสารอาหารละลายส่วนที่มาจาก การสลายตัวของอนุภาคอาหาร**

```
*****
Eureka: The Solver, Version 1.0
Monday March 17, 1997, 12:30 am.
Name of input file: C:\EUREKA\STEPFEED.
*****
```

$$19.125+S4-(1.25*S1)-((A*S1*Xv1)/(B+S1))=0$$

$$19.125+(1.25*S1)-(1.5*S2)-((A*S2*Xv2)/(B+S2))=0$$

$$19.125+(1.5*S2)-(1.75*S3)-((A*S3*Xv3)/(B+S3))=0$$

$$19.125+(1.75*S3)-(2*S4)-((A*S4*Xv4)/(B+S4))=0$$

$$Xvr-(1.25*Xv1)+((C*S1*Xv1)/(B+S1))-(D*Xv1)=0$$

$$(1.25*Xv1)-(1.5*Xv2)+((C*S2*Xv2)/(B+S2))-(D*Xv2)=0$$

$$(1.5*Xv2)-(1.75*Xv3)+((C*S3*Xv3)/(B+S3))-(D*Xv3)=0$$

$$(1.75*Xv3)-(2*Xv4)+((C*S4*Xv4)/(B+S4))-(D*Xv4)=0$$

$$(1.9583*Xv4)-Xvr=0$$

$$Xdr-((1.25+E)*Xd1)+(F*Xv1)=0$$

$$(1.25*Xd1)-((1.5+E)*Xd2)+(F*Xv2)=0$$

$$(1.5*Xd2)-((1.75+E)*Xd3)+(F*Xv3)=0$$

$$(1.75*Xd3)-((2+E)*Xd4)+(F*Xv4)=0$$

$$(1.9583*Xd4)-Xdr=0$$

A=0.494898
B=12.3916
C=0.145500
D=0.019250
E=0.00675
F=0.012500

;initial by assign minimum soluble substrate ;

S1>=1.889412
S2>=1.889412
S3>=1.889412
S4=1.889412

Solution:

Variables	Values
A	= .49489800
B	= 12.391600
C	= .14550000
D	= .019250000
E	= .0067500000
F	= .012500000
S1	= 2.9556272
S2	= 3.4077964
S3	= 3.3259425
S4	= 1.8894120
Xd1	= 151.42787
Xd2	= 126.89104
Xd3	= 109.28351
Xd4	= 96.019730
Xdr	= 188.03544
Xv1	= 181.72279
Xv2	= 152.65894
Xv3	= 131.77982
Xv4	= 115.31623
Xvr	= 225.82377

Maximum error is 13.616108

ผ3. สมการสำหรับทำนายผลการทดลองในชุดที่ 2 ครั้งที่ 3

เมื่อทำการป้อนน้ำเสียทั้งหมดลงสู่ถังเดิมอากาศใบที่ 3 และเวียนตะกอนกลับทั้งหมดเข้าสู่ถังเดิมอากาศใบที่ 1 จะเป็นการกำหนดค่า ϕ_i และค่า ρ_i ดังต่อไปนี้

$\phi_1 = 0$ $\phi_2 = 0$ $\phi_3 = 1$ $\phi_4 = 0$ และ $\rho_1 = 1$ $\rho_2 = 0$ $\rho_3 = 0$ $\rho_4 = 0$
 ดังนั้นสมการตามหัวข้อที่ 3.5.1 สามารถจัดรูปใหม่ได้ดังแสดงในสมการที่ ผ.3-1 ถึง ผ.3-19

ก) สมการแสดงสมดุลของมวลของสารอาหารที่สถานะคงที่

$$\text{ถังที่ 1: } \alpha F.S_4 - \alpha F.S_1 - [\mu_m.S_1 / (K_s + S_1)] (X_{v1}/Y_g).V_1 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-1})$$

$$\text{ถังที่ 2: } \alpha F.S_1 - \alpha F.S_2 - [\mu_m.S_2 / (K_s + S_2)] (X_{v2}/Y_g).V_2 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-2})$$

$$\text{ถังที่ 3: } F.S_0 + \alpha F.S_2 - (1 + \alpha)F.S_3 - [\mu_m.S_3 / (K_s + S_3)] (X_{v3}/Y_g).V_3 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-3})$$

$$\text{ถังที่ 4: } (1 + \alpha)F.S_3 - (1 + \alpha)F.S_4 - [\mu_m.S_4 / (K_s + S_4)] (X_{v4}/Y_g).V_4 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-4})$$

ข) สมการแสดงสมดุลของมวลของเซลล์ที่มีชีวิตที่สถานะคงที่

$$\text{ถังที่ 1: } \alpha F.X_{vr} - \alpha F.X_{v1} + [\mu_m.S_1 / (K_s + S_1)] X_{v1}.V_1 - \gamma X_{v1}.V_1 - b.X_{v1}.V_1 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-5})$$

$$\text{ถังที่ 2: } \alpha F.X_{v1} - \alpha F.X_{v2} + [\mu_m.S_2 / (K_s + S_2)] X_{v2}.V_2 - \gamma X_{v2}.V_2 - b.X_{v2}.V_2 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-6})$$

$$\text{ถังที่ 3: } \alpha F.X_{v2} - (1 + \alpha)F.X_{v3} + [\mu_m.S_3 / (K_s + S_3)] X_{v3}.V_3 - \gamma X_{v3}.V_3 - b.X_{v3}.V_3 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-7})$$

$$\text{ถังที่ 4: } (1 + \alpha)F.X_{v3} - (1 + \alpha)F.X_{v4} + [\mu_m.S_4 / (K_s + S_4)] X_{v4}.V_4 - \gamma X_{v4}.V_4 - b.X_{v4}.V_4 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-8})$$

$$\text{ถังตกตะกอน: } (1 + \alpha - w)F.X_{v4} - \alpha F.X_{vr} = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-9})$$

ค) สมการแสดงสมดุลของมวลของเซลล์ที่ตายที่สถานะคงที่

$$\text{ถังที่ 1: } \alpha F.X_{dr} - \alpha F.X_{d1} + \gamma X_{v1}.V_1 - b.X_{d1}.V_1 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-10})$$

$$\text{ถังที่ 2: } \alpha F.X_{d1} - \alpha F.X_{d2} + \gamma X_{v2}.V_2 - b.X_{d2}.V_2 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-11})$$

$$\text{ถังที่ 3: } \alpha F.X_{d2} - (1 + \alpha)F.X_{d3} + \gamma X_{v3}.V_3 - b.X_{d3}.V_3 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-12})$$

$$\text{ถังที่ 4: } (1 + \alpha)F.X_{d3} - (1 + \alpha)F.X_{d4} + \gamma X_{v4}.V_4 - b.X_{d4}.V_4 = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-13})$$

$$\text{ถังตกตะกอน: } (1 + \alpha - w)F.X_{d4} - \alpha F.X_{dr} = 0 \dots\dots\dots(\text{ผ.3-14})$$

ง) สมการแสดงสมดุลย์ของมวลของอนุภาคเฉื่อยที่สถานะคงที่

$$\text{ถึงที่ 1: } \alpha F \cdot Z_{ir} - \alpha F \cdot Z_{i1} = 0 \quad \dots\dots\dots(\text{ผ.3-15})$$

$$\text{ถึงที่ 2: } \alpha F \cdot Z_{i1} - \alpha F \cdot Z_{i2} = 0 \quad \dots\dots\dots(\text{ผ.2-16})$$

$$\text{ถึงที่ 3: } F \cdot Z_{i0} + \alpha F \cdot Z_{i2} - (1+\alpha)F \cdot Z_{i3} = 0 \quad \dots\dots\dots(\text{ผ.2-17})$$

$$\text{ถึงที่ 4: } (1+\alpha)F \cdot Z_{i3} - (1+\alpha)F \cdot Z_{i4} = 0 \quad \dots\dots\dots(\text{ผ.2-18})$$

$$\text{ถึงตกตะกอน : } (1+\alpha-w)F \cdot Z_{i4} - \alpha F \cdot Z_{ir} = 0 \quad \dots\dots\dots(\text{ผ.2-19})$$

และเมื่อแทนค่าอัตราการป้อนน้ำเสีย (F) เท่ากับ 1 ล./ชม. ปริมาตรของถังเติมอากาศแต่ละใบ (V_i) เท่ากับ 2.5 ลิตร อัตราส่วนของการเวียนกลับ (α) เท่ากับ 1 อัตราส่วนของการทิ้งน้ำตะกอน (w) เท่ากับ 0.0571 ความเข้มข้นของสารอาหารละลาย (S_0) เท่ากับ 77 มก./ล. ค่าความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยส่วนที่เป็นอนุภาคเฉื่อย (Z_{i0}) เท่ากับ 19.26 มก./ล. และค่าพารามิเตอร์จลน์ที่หาได้จากการทดลองชุดที่ 1 คือ Y_0 เท่ากับ 0.2940 , μ_m เท่ากับ 0.0582 ชม.⁻¹ , K_s เท่ากับ 12.3916 มก./ล. , b เท่ากับ 0.0027 ชม.⁻¹ , γ เท่ากับ 0.0050 ชม.⁻¹ ลงในชุดของสมการดังกล่าวข้างต้นแล้ว สามารถจัดรูป และหาผลคำตอบของสมการในส่วนแรกอันได้แก่ ปริมาณสารอาหารละลายที่เหลืออยู่ และปริมาณความเข้มข้นของส่วนที่เป็นเซลล์ที่เกิดจากส่วนที่เป็นสารอาหารละลายที่เข้าสู่ระบบ ในถังเติมอากาศแต่ละใบ ได้ดังที่แสดงในส่วนที่ 1

ส่วนในการคำนวณเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของส่วนที่เป็นเซลล์อีกส่วนหนึ่ง ที่เกิดจากสารอาหารละลายที่มาจาก การสลายตัวของอนุภาคอาหารนั้น ทำได้โดยใช้สมการที่ (ผ.3-1)-(ผ.3-14) เช่นกัน เพียงแต่แทนค่าความเข้มข้นของสารอาหารละลาย (S_0) ที่มาจาก การสลายตัวของอนุภาคอาหารนี้ให้มีค่าเท่ากับ 76.5 มก./ล. (จากผลที่ได้จากการประเมินจากผลการทดลอง) แล้วทำการคำนวณหาผลคำตอบของสมการอีกครั้งหนึ่ง ก็จะได้ผลดังที่แสดงในส่วนที่ 2

ส่วนที่ 1 แสดงสมการและผลการคำนวณเพื่อหาปริมาณสารอาหารละลายที่เหลืออยู่ และปริมาณความเข้มข้นของส่วนที่เป็นเซลล์ที่เกิดจากสารอาหารละลายที่เข้าสู่ระบบ ในถังเติมอากาศแต่ละใบ

```
*****
Eureka: The Solver, Version 1.0
Monday March 17, 1997, 11:20 am.
Name of input file: C:\EUREKA\CONTACT-
*****
```

$$S4-S1-\frac{(A*S1*Xv1)}{(B+S1)} = 0$$

$$S1-S2-\frac{(A*S2*Xv2)}{(B+S2)} = 0$$

$$77+S2-(2*S3)-\frac{(A*S3*Xv3)}{(B+S3)} = 0$$

$$(2*(S3-S4))-\frac{(A*S4*Xv4)}{(B+S4)} = 0$$

$$Xvr-Xv1+\frac{(C*S1*Xv1)}{(B+S1)}-(D*Xv1) = 0$$

$$Xv1-Xv2+\frac{(C*S2*Xv2)}{(B+S2)}-(D*Xv2) = 0$$

$$Xv2-(2*Xv3)+\frac{(C*S3*Xv3)}{(B+S3)}-(D*Xv3) = 0$$

$$(2*(Xv3-Xv4))+\frac{(C*S4*Xv4)}{(B+S4)}-(D*Xv4) = 0$$

$$(1.94292*Xv4)-Xvr = 0$$

$$Xdr-\frac{((1+E)*Xd1)+(F*Xv1)}{(1+E)*Xd1+(F*Xv1)} = 0$$

$$Xd1-\frac{((1+E)*Xd2)+(F*Xv2)}{(1+E)*Xd2+(F*Xv2)} = 0$$

$$Xd2-\frac{((2+E)*Xd3)+(F*Xv3)}{(2+E)*Xd3+(F*Xv3)} = 0$$

$$(2*Xd3)-\frac{((2+E)*Xd4)+(F*Xv4)}{(2+E)*Xd4+(F*Xv4)} = 0$$

$$(1.94292*Xd4)-Xdr = 0$$

```
A=0.494898
B=12.3916
C=0.145500
D=0.019250
E=0.00675
F=0.012500
```

```
;initial by assign minimum soluble substrate ;
```

```
S1>=1.889412
S2=1.889412
S3>=1.889412
S4>=1.889412
```

Solution:

Variables	Values
A	= .49489800
B	= 12.391600
C	= .14550000
D	= .019250000
E	= .0067500000
F	= .012500000
S1	= 15.761319
S2	= 1.8894120
S3	= 38.117939
S4	= 21.333283
Xd1	= 157.45345
Xd2	= 159.02828
Xd3	= 79.848856
Xd4	= 80.248211
Xdr	= 155.91585
Xv1	= 208.03243
Xv2	= 211.86187
Xv3	= 96.672898
Xv4	= 107.23079
Xvr	= 208.34084

Maximum error is 52.066962

```

*****
Eureka: The Solver, Version 1.0
Monday March 17, 1997, 10:48 am.
Name of input file: C:\EUREKA\INERT-CS
*****

```

```

Zir-Zi1=0
Zi1-Zi2=0
Zio+Zi2-(2*Zi3)=0
Zi3-Zi4=0
(1.9429*Zi4)-Zir=0
Zio=19.26

```

```

*****

```

Solution:

Variables	Values
Zi1	= 655.34595
Zi2	= 655.34595
Zi3	= 337.30298
Zi4	= 337.30298
Zio	= 19.260000
Zir	= 655.34595

```

*****

```

**ส่วนที่ 2 แสดงสมการและผลการคำนวณเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของส่วนที่เป็นเซลล์อีกส่วน
หนึ่ง ที่เกิดจากสารอาหารละลายส่วนที่มากจากการสลายตัวของอนุภาคอาหาร**

```
*****
Eureka: The Solver, Version 1.0
Monday March 17, 1997, 11:25 am.
Name of input file: C:\EUREKA\CONTACT-
*****
```

$$\begin{aligned} S4-S1-((A*S1*Xv1)/(B+S1)) &= 0 \\ S1-S2-((A*S2*Xv2)/(B+S2)) &= 0 \\ 76.5+S2-(2*S3)-((A*S3*Xv3)/(B+S3)) &= 0 \\ (2*(S3-S4))-((A*S4*Xv4)/(B+S4)) &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Xvr-Xv1+((C*S1*Xv1)/(B+S1))-(D*Xv1) &= 0 \\ Xv1-Xv2+((C*S2*Xv2)/(B+S2))-(D*Xv2) &= 0 \\ Xv2-(2*Xv3)+((C*S3*Xv3)/(B+S3))-(D*Xv3) &= 0 \\ (2*(Xv3-Xv4))+((C*S4*Xv4)/(B+S4))-(D*Xv4) &= 0 \\ (1.94292*Xv4)-Xvr &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Xdr-((1+E)*Xd1)+(F*Xv1) &= 0 \\ Xd1-((1+E)*Xd2)+(F*Xv2) &= 0 \\ Xd2-((2+E)*Xd3)+(F*Xv3) &= 0 \\ (2*Xd3)-((2+E)*Xd4)+(F*Xv4) &= 0 \\ (1.94292*Xd4)-Xdr &= 0 \end{aligned}$$

```
A=0.494898
B=12.3916
C=0.145500
D=0.019250
E=0.00675
F=0.012500
```

```
;initial by assign minimum soluble substrate ;
```

```
S1>=1.889412
S2=1.889412
S3>=1.889412
S4>=1.889412
```

Solution:

Variables	Values
A	= .49489800
B	= 12.391600
C	= .14550000
D	= .019250000
E	= .0067500000
F	= .012500000
S1	= 15.430142
S2	= 1.8894120
S3	= 34.708263
S4	= 18.960047
Xd1	= 154.01738
Xd2	= 155.55245
Xd3	= 78.105119
Xd4	= 78.497917
Xdr	= 152.51517
Xv1	= 203.34583
Xv2	= 206.80388
Xv3	= 94.799979
Xv4	= 105.23655
Xvr	= 204.46619

Maximum error is 52.283249



ภาคผนวก ค.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณ

1. ค่าอายุตะกอนที่แท้จริงของระบบ

$$\text{โดยสมการ } \theta_c = V \cdot M / (F_w \cdot M) + (F - F_w) \cdot M_e$$

เมื่อ ปริมาตรของถังเติมอากาศ (V)	= 8	ลิตร
อัตราการระบายน้ำตะกอนทิ้ง (F_w)	= 2.6	ลิตร/วัน
อัตราการป้อนน้ำเสีย (F)	= 19.20	ลิตร/วัน
ความเข้มข้นของน้ำตะกอนในถังเติมอากาศ (M)	= 209	มก./ล.
ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยในกระแสออก (M_e)	= 8	มก./ล.

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } \theta_c &= (8 \cdot 209) / (2.6 \cdot 209) + (19.20 - 2.6) \cdot 8 \\ &= 2.47 \text{ วัน} \end{aligned}$$

2. ความเข้มข้นประสิทธิภาพของเซลล์ (X')

$$\text{โดยสมการ } X' = M - f \cdot Z_0 \cdot (\theta_c / \tau)$$

เมื่อ ความเข้มข้นของน้ำตะกอนในถังเติมอากาศ (M)	= 209	มก./ล.
ค่าเศษส่วนมวลของส่วนที่เป็นอนุภาคเฉื่อยต่อส่วนที่เป็นของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (f)	= 0.18	
ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดที่มีในน้ำเสีย (Z_0)	= 103	มก./ล.
ค่าอายุตะกอนของระบบ (θ_c)	= 2.47	วัน
เวลากักน้ำในถังเติมอากาศ (τ)	= 10 ชม.	= 0.42 วัน

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } X' &= 209 - (0.18 \cdot 103) \cdot (2.47 / 0.42) \\ &= 99.98 \Rightarrow 100 \text{ มก./ล.} \end{aligned}$$

3. อัตราการกำจัดสารอาหารจำเพาะ (q')

โดยสมการ $q' = F \cdot (C_0 - C) / V \cdot X'$

เมื่อ ค่าอายุตะกอนของระบบเท่ากับ 3 วัน (2.47 วัน)

อัตราการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบ (F)	=	0.8	ลิตร/ชม.
ปริมาณซีโอดีกรองในน้ำเสีย (C_0)	=	102	มก./ล.
ปริมาณซีโอดีกรองในถังเติมอากาศ (C)	=	38	มก./ล.
ปริมาตรของถังเติมอากาศ (V)	=	8	ลิตร
ความเข้มข้นประสิทธิผลของเซลล์ (X')	=	100	มก./ล.

แทนค่า $q' = 0.8 \cdot (102 - 38) / 8 \cdot 100$
 $= 0.064000 \text{ ชม.}^{-1}$

4. การประเมินหาส่วนที่เป็นอนุภาคเฉื่อยและส่วนที่เป็นอนุภาคที่ย่อยสลายได้

เมื่อ ค่าอายุตะกอนของระบบเท่ากับ 3 วัน

ความเข้มข้นของน้ำตะกอนในถังเติมอากาศ (MLSS)	=	209	มก./ล.
ค่าเศษส่วนมวลของส่วนที่เป็นอนุภาคเฉื่อยต่อ			
ส่วนที่เป็นของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (f)	=	0.18	
ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดที่มีในน้ำเสีย (Z_0)	=	103	มก./ล.
ค่าอายุตะกอนของระบบ (θ_c)	=	2.47	วัน
เวลากักน้ำในถังเติมอากาศ (τ)	=	10	ชม.

ส่วนที่เป็นอนุภาคเฉื่อยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ $= f \cdot Z_0 \cdot (\theta_c / \tau)$
 $= (0.18 \cdot 103) \cdot (2.47 / 10)$
 $= 109.02 \text{ มก./ล.}$

เมื่อคิดเป็น % ของค่าปริมาณ MLSS มีค่า $= (109/209) \cdot 100$
 $= 52.2 \%$

ดังนั้นเหลือเป็นส่วนที่สามารถย่อยสลายได้ $= 209 - 109$
 $= 100 \text{ มก./ล.}$

เมื่อคิดเป็น % ของค่าปริมาณ MLSS มีค่า $= (100 / 209) \cdot 100$
 $= 47.8 \%$

5. การจำแนกปริมาณซีโอดีในน้ำเสีย

ปริมาณซีโอดีทั้งหมดที่มีในน้ำเสีย (Total COD)	=	276	มก./ล.
ปริมาณซีโอดีเฉพาะส่วนที่เป็นสารละลาย (Filtrate COD)	=	102	มก./ล.
ปริมาณซีโอดีเฉพาะส่วนที่เป็นสารละลายที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวะ (C_i)	=	28	มก./ล.
ปริมาณซีโอดีละลายส่วนที่เป็นสารอาหาร (S_o)	=	102 - 28	
	=	74	มก./ล.
ปริมาณซีโอดีเฉพาะส่วนที่เป็นอนุภาค (P_o)	=	276 - 102	
	=	174	มก./ล.
ค่าอัตราส่วนปริมาณซีโอดีของส่วนที่เป็นอนุภาคเฉื่อยต่อปริมาณซีโอดีของของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (f')	=	0.50	
ปริมาณซีโอดีของส่วนที่เป็นอนุภาคเฉื่อยที่มีในน้ำเสีย	=	$f' * P_o$	
	=	0.50 * 174	
	=	87	มก./ล.
ปริมาณซีโอดีของส่วนที่เป็นอนุภาคอาหารที่มีในน้ำเสีย	=	174 - 87	
	=	87	มก./ล.

6. ประสิทธิภาพการกำจัดสารอาหารละลาย

ปริมาณซีโอดีละลายส่วนที่เป็นสารอาหารที่เข้าสู่ระบบ	=	74	มก./ล.
ปริมาณซีโอดีละลายส่วนที่เป็นสารอาหารที่เหลืออยู่ในถังเติมอากาศ	=	6	มก./ล.
ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอาหารละลาย	=	$\frac{74 - 6}{74} \times 100$	
	=	92 %	

7. การคำนวณหาค่า f และ f'

การทดลองครั้งที่ 1

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{\text{ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยสุดท้ายที่มีค่าคงที่ (มก./ล.)}}{\text{ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอยทั้งหมดที่ตอนเริ่มต้น (มก./ล.)}} \\
 &= \frac{86}{430} \\
 &= 0.2 \\
 f' &= \frac{\text{ปริมาณซีไอดีทั้งหมดของของแข็งแขวนลอยสุดท้ายที่มีค่าคงที่ (มก./ล.)}}{\text{ปริมาณซีไอดีทั้งหมดของของแข็งแขวนลอยทั้งหมดที่ตอนเริ่มต้น (มก./ล.)}} \\
 &= \frac{126}{240} \\
 &= 0.52
 \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประมาณเพื่อเลือกใช้ค่า γ ที่เหมาะสมที่สุด

ในการประเมินค่า μ_m และ K_s โดยวิธีกราฟ จำเป็นที่จะต้องทราบค่าอัตราการตายจำเพาะ (γ) ที่สัมพันธ์กับข้อมูลชุดนั้นๆ ด้วย ทั้งนี้เพื่อใช้ร่วมในการคำนวณกับข้อมูลที่ได้จริงในการที่จะกำหนดจุด Co-ordinate ต่างๆลงในกราฟของสมการที่แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ต้องการ เมื่อสามารถกำหนดจุด Co-ordinate ที่สัมพันธ์กับข้อมูลจากการทดลองลงในกราฟ และเมื่อทราบถึงความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ใช้ในการประเมินค่า μ_m และ K_s แล้วก็สามารถที่จะประเมินค่าสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ต้องการนั้นออกมาได้

แต่เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านวิธีการ-อุปกรณ์ และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ทำให้ไม่สามารถที่จะประเมินค่า γ จากการทดลองโดยตรงได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใช้วิธีการประมาณค่า γ ที่สัมพันธ์กับข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่ใกล้เคียงที่สุด โดยการทดลองสมมติค่า γ ขึ้นมาแล้วทำการคำนวณ และทำการลงจุดในกราฟเพื่อการประเมินค่า μ_m และ K_s ที่ค่า γ ต่างๆนั้นออกมา และโดยอาศัยหลักที่ว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ใช้ในการประเมินค่า μ_m และ K_s นั้นเป็นเส้นตรง ดังนั้นค่า γ ที่เหมาะสมที่สุดควรจะให้ค่า R^2 ที่ได้จากการทดลองลงจุดในกราฟของการประเมินค่า μ_m และ K_s นั้น ที่ดีที่สุด (ต้องมีค่าเข้าใกล้ 1)

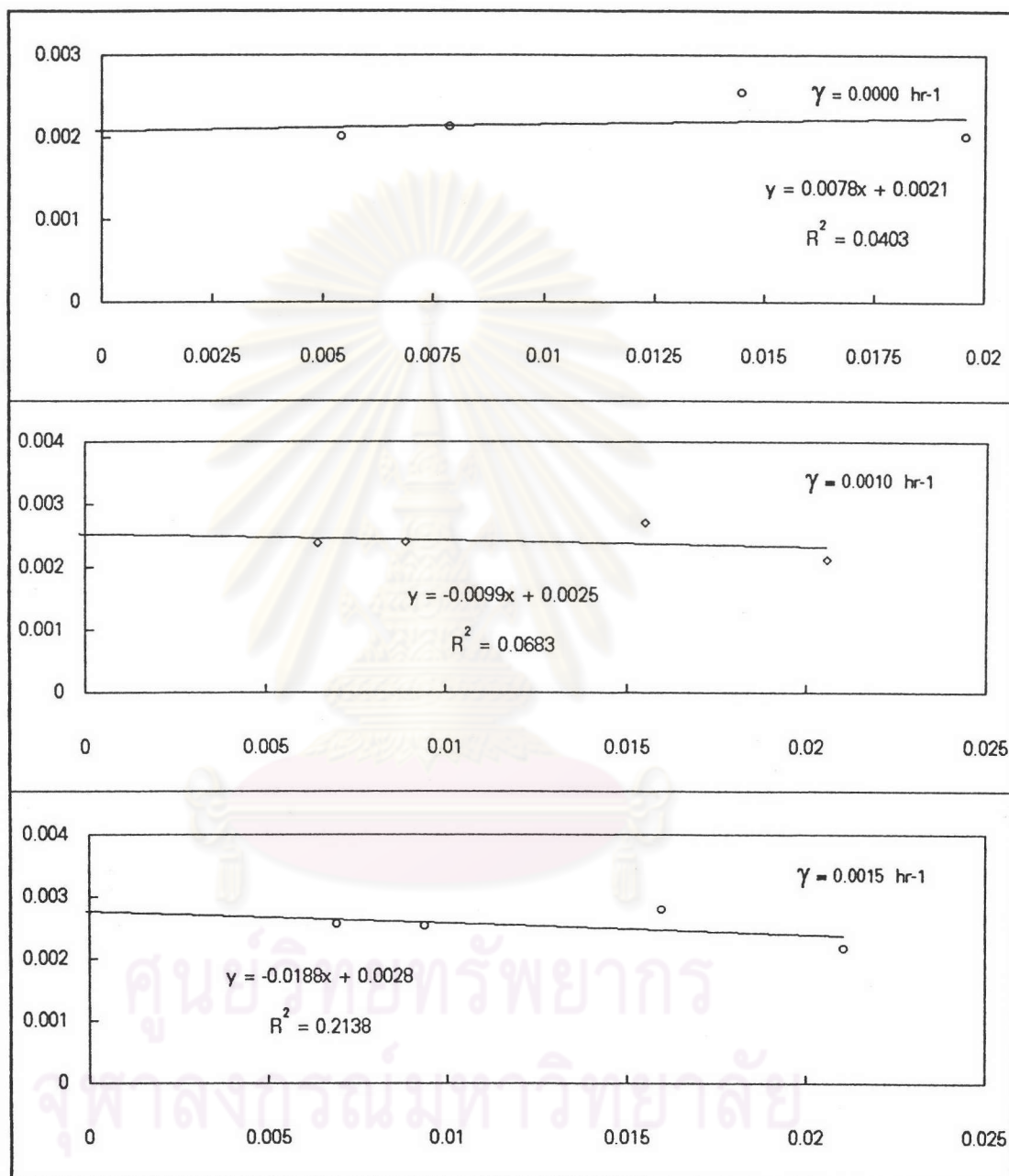
จากการทดลองแปรค่า γ พบว่าค่า R^2 ของกราฟที่ใช้ในการประเมินค่า μ_m และ K_s ที่ค่าอัตราการตายจำเพาะต่างๆมีค่าดังแสดงตารางที่ ง.1 และกราฟรูปที่ ง.1

ตารางที่ ง.1 แสดงค่า R^2 ของกราฟที่ใช้ในการประเมินหาค่า μ_m และ K_s ที่ค่าอัตราการตายจำเพาะต่างๆ

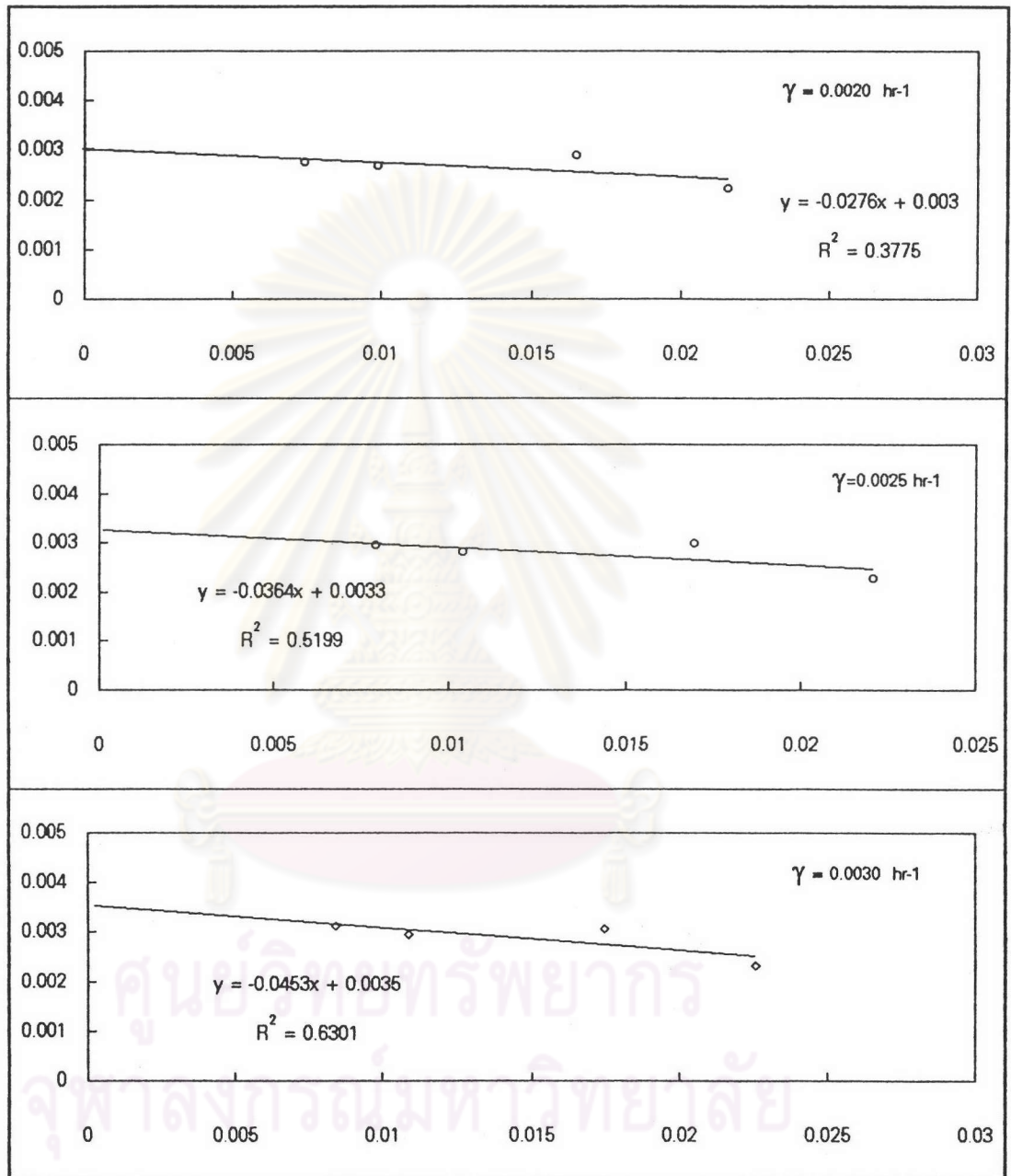
ค่าอัตราการตายจำเพาะ γ	ค่า R^2 ที่ได้จากกราฟ
0.0000	0.0403
0.0010	0.0683
0.0015	0.2138
0.0020	0.3775
0.0025	0.5199
0.0030	0.6301
0.0035	0.7115
0.0040	0.7707
0.0050	0.8459

จากตารางที่ ง.1 เห็นได้ว่าค่า γ ที่ดีที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.0050 ซึ่งที่ค่าดังกล่าวจะเห็นได้ว่าค่า R^2 ของกราฟที่ใช้ในการประเมินหาค่า μ_m และ K_s มีค่าสูงที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 0.8459 ดังนั้นค่า γ ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 0.0050 ชม.⁻¹ และจะใช้ค่านี้ในการประเมินหาค่า μ_m และ K_s

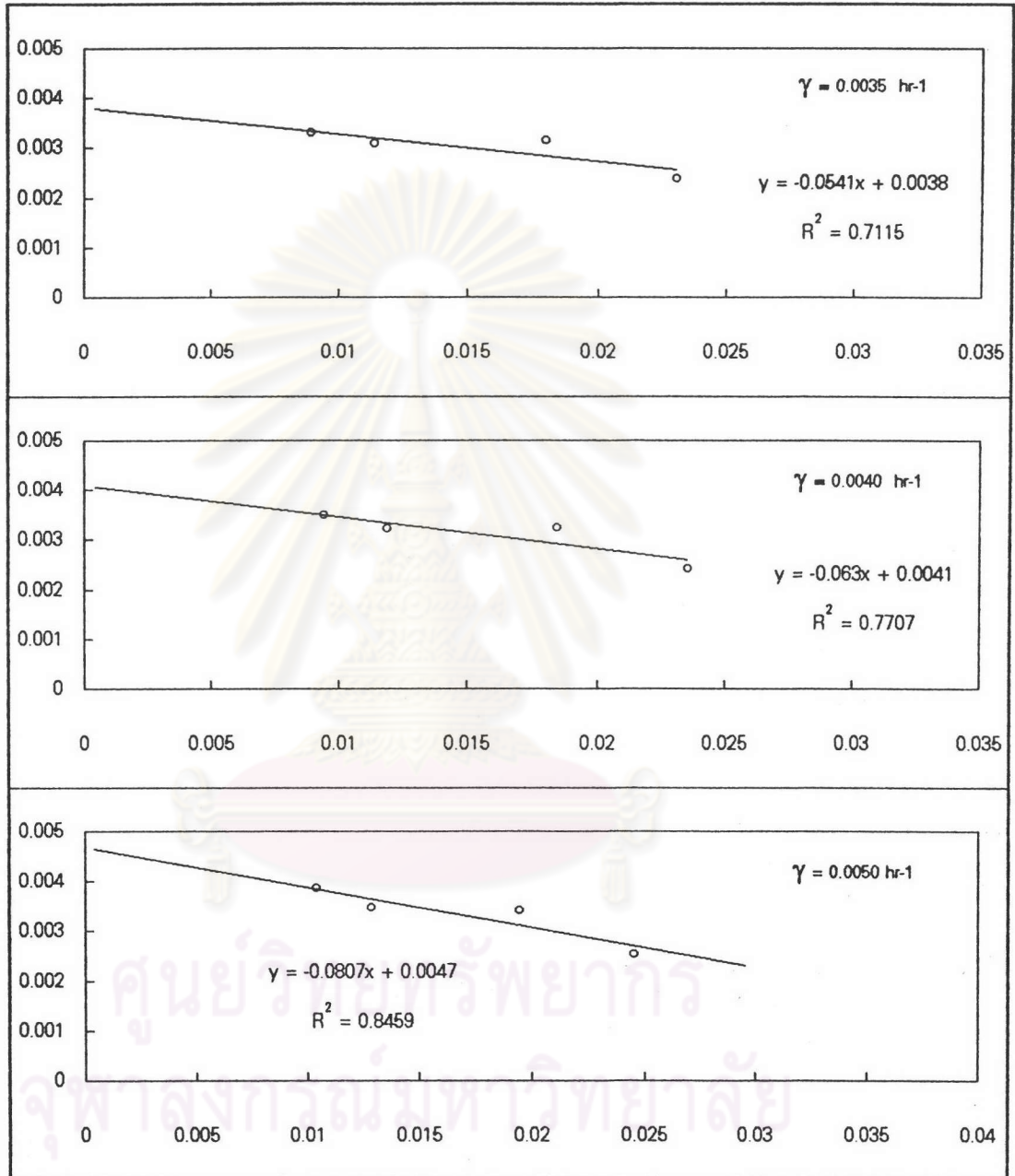
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ง.1 ผลการประเมินหาค่า μ_m และ K_s โดยใช้อัตราการตายจำเพาะ (γ) ที่ค่าต่างๆ



รูปที่ ง.1 ผลการประเมินหาค่า μ_m และ K_s โดยใช้อัตราการตายจำเพาะ (γ) ที่ค่าต่างๆ



รูปที่ ง.1 ผลการประเมินหาค่า μ_m และ K_s โดยใช้อัตราการตายจำเพาะ (γ) ที่ค่าต่างๆ



ภาคผนวก จ.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลของอุณหภูมิที่มีต่อค่าพารามิเตอร์จลน์

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญตัวหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกลุ่มจุลชีพในระบบบำบัด ซึ่งจุลชีพแต่ละชนิดจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกัน Gaudy กล่าวว่าโดยส่วนใหญ่ จุลชีพที่มีในระบบบำบัดน้ำเสียโดยกระบวนการทางชีววิทยา แบบที่ใช้ออกซิเจนจะเป็นแบคทีเรีย มีไซโทลิกซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 20-45 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิต่ำจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำ และอัตราดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น (อ้างถึงใน มณฑล ,2534)

มณฑล (2534) ได้กล่าวถึงอัตราการทำปฏิกิริยาดังกล่าว โดยอิงกับผลงานของ Eckenfelder ว่าอัตราการทำปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ค่าหนึ่ง และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นมากกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมแล้วอัตราการทำปฏิกิริยาจะลดลง และผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการทำปฏิกิริยาสามารถอธิบายได้โดยสมการของ Arrhenius ดังนี้

$$K_T = K_{20} * \theta^{(T-20)} \dots\dots\dots (จ-1)$$

โดยที่ K คือค่าสัมประสิทธิ์อัตราการทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่างๆ
 \theta คือค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

ค่าสัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิตามสมการที่ (จ-1) มณฑลได้อ้างถึงผลงานของ Malina และคณะ ที่ได้สรุปไว้ว่าค่าดังกล่าวมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.035 ถึง 1.1 ส่วนค่าที่เหมาะสมได้แนะนำให้ใช้ค่า \theta เท่ากับ 1.08 และยังได้เสนอผลของอุณหภูมิต่อค่าพารามิเตอร์จลน์ตามแนวความคิดของ Bartsch & Randall ไว้ด้วยดังสมการ (จ-2)

$$\mu_m = \mu_{m20} * (1.10)^{T-20} \dots\dots\dots (จ-2)$$

โดยที่ \mu_{m20} คือค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด ที่ 20 องศาเซลเซียส
 และ T คืออุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

นอกจากนี้ ซีระ เกรอต, 2535 ยังได้เสนอสมการของ Novak ไว้ดังนี้

$$K_T = K_{20} * e^{K(T-20)} \quad \dots \quad (4-3)$$

โดยที่ K คือค่าสัมประสิทธิ์อัตราการทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่างๆ

K คือค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

จากสมการที่ (4-1) และสมการที่ (4-3) ทำให้สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของสมการทั้งสองได้ว่า

$$\ln \theta = K \quad \dots \quad (4-4)$$

ค่าคงที่อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด (μ_m)

จากสมการที่ (4-2) จะเห็นได้ว่าค่า θ มีค่าเท่ากับ 1.10 ดังนั้นเมื่อใช้ความสัมพันธ์ตามสมการที่ (4-4) จะได้ว่าค่า K สำหรับสมการ (4-3) จึงมีค่าเท่ากับ 0.0953 และจากค่า μ_m ที่ได้จากการวิจัยที่อุณหภูมิห้องปฏิบัติการ 28 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 0.0582 ชม.⁻¹ สามารถนำมาคำนวณเป็นค่า μ_{m20} ได้โดยแทนค่า T = 28 องศาเซลเซียส ได้ผลดังนี้

$$\begin{aligned} \mu_m &= \mu_{m20} * e^{K(T-20)} \\ 0.0582 &= \mu_{m20} * e^{0.0953 * (28-20)} \\ \mu_{m20} &= 0.0582 / 2.1434 = 0.0272 \text{ ชม.}^{-1} \end{aligned}$$

ค่าคงที่อัตราการสลายตัวจำเพาะ (b)

จากสมการที่ (4-1) จะเห็นได้ว่าค่า θ มีค่าเท่ากับ 1.08 ดังนั้นเมื่อใช้ความสัมพันธ์ตามสมการที่ (4-4) จะได้ว่าค่า K สำหรับสมการ (4-3) จึงมีค่าเท่ากับ 0.0770 และจากค่า b ที่ได้จากการ

วิจัยที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 0.0027 ชม.^{-1} สามารถนำมาคำนวณเป็นค่า b_{20} ได้ โดยแทนค่า $T = 28$ ได้ผลดังนี้

$$\begin{aligned} K_T &= K_{20} * e^{K(T-20)} \\ 0.0027 &= b_{20} * e^{0.0770 * (28-20)} \\ b_{20} &= 0.0027 / 1.8515 \\ b_{20} &= 0.0015 \text{ ชม.}^{-1} \end{aligned}$$

ค่าคงที่อัตราการตายจำเพาะเฉลี่ย (γ)

จากสมการที่ (ง-1) จะเห็นได้ว่าค่า θ มีค่าเท่ากับ 1.08 ดังนั้นเมื่อใช้ความสัมพันธ์ตามสมการที่ (ง-4) จะได้ว่าค่า K สำหรับสมการ (ง-3) จึงมีค่าเท่ากับ 0.0770 และจากค่า γ ที่ได้เลือกใช้ ในการวิจัยเพื่อการประเมินหาค่า μ_m ที่อุณหภูมิห้องปฏิบัติการเท่ากับ 28 องศาเซลเซียสคือ 0.0050 ชม.^{-1} สามารถนำมาคำนวณเป็นค่า γ_{20} ได้โดยแทนค่า $T = 28$ ได้ผลดังนี้

$$\begin{aligned} K_T &= K_{20} * e^{K(T-20)} \\ 0.0050 &= \gamma_{20} * e^{0.0770*(28-20)} \\ \gamma_{20} &= 0.0050 / 1.8515 \\ \gamma_{20} &= 0.0027 \text{ ชม.}^{-1} \end{aligned}$$

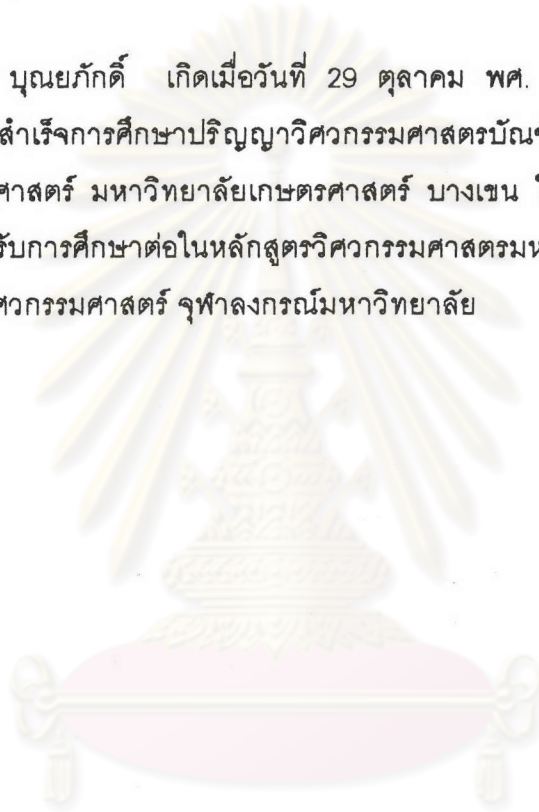
สรุปผลของอุณหภูมิที่มีต่อค่าพารามิเตอร์จลน์

ค่าพารามิเตอร์จลน์ (ชม. $^{-1}$)	ที่อุณหภูมิ 20 °C	ที่อุณหภูมิ 28 °C
μ_m	0.0272	0.0582
b	0.0015	0.0027
γ	0.0027	0.0050



ประวัติผู้วิจัย

นายพิษณุ บุญยกักดี เกิดเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2511 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร เข้ารับการศึกษาจนสำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ในปี พ.ศ. 2535 และต่อมาในปี พ.ศ. 2536 จึงได้เข้ารับการศึกษาคือในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ของภาควิชาวิศวกรรม-สิ่งแวดล้้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยพัทพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย