

รายการอ้างอิง

- 1) ธงชัย พรรณสวัสดิ์.2537. คู่มือออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย.(ม.ป.ท.)
- 2) ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล, ไตรรัตน์ ศรีวัฒนา.2527. การไหลในทางน้ำเปิด. กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์.
- 3) วรวิทย์ ตันติโกคิน, นกมล ชาญธีรเดช. 2537. การเขียนโปรแกรมบนวินโดวส์ด้วย Microsoft Visual Basic ภาคปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 4) Ven Te Chow. 1959. Open-Channel Hydraulics. International Student Edition, McGraw-Hill Book Company, Inc.
- 5) Richard H. French. 1985. Open-Channel Hydraulics. International Edition, McGraw-Hill Book Company, Inc.
- 6) Benefied, Judkins, Parr. 1984. Treatment Plants Hydraulics for Environmental Engineers. Prentice-Hall, Inc.
- 7) US Army Corps of Engineerings. 1990. Heastad Method : HEC-2 User's Manual. Haestad Method, Inc.
- 8) Jeff Webb.1994. Using Visual Basic for Applications Excel Edition. Que Corporation.

- 9) Syed R. Qasim. 1985. Wastewater Treatment plants Planning, Design, and Operation. CBS College Publishing.
- 10) Hydraulic Research Limited. 1990. CHAT Users Manual Second Edition.
- 11) Haestad Methods, Inc. 1997. Computer Application in Hydraulic Engineering. Haestad press.
- 12) Haestad Methods, Inc. 1996. Flow Master for Windows User's guide version 1.0. Haestad Methods, Inc.
- 13) Culp, Wesner, Culp. 1974. Handbook of Public Water Systems. Van Nostrand Reinhold.
- 14) Ebara Corporation. 1989. Planning and Design of Pumping Works.
- 15) M.A. Brdys, B. Ulanicki. 1994. Operational Control of Water Systems : Structures, Algorithms, and Application. Prentice Hall International (UK) Ltd.
- 16) WEF. And ASCE. 1991. Design of Municipal Wastewater Treatment Plants Volume, I, II. Book Press, Inc.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




ภาคผนวก ก.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.
ตารางค่าคงที่ n และ C

Typical Roughness Factors

Material	Manning's Coefficient n	Hazen- Williams	Darcy-Weisbach Roughness Height	
			k (mm)	k (ft)
Asbestos cement	0.011	140	0.0015	0.000005
Brass	0.011	135	0.0015	0.000005
Brick	0.015	100	0.6	0.002
Cast-iron, new	0.012	130	0.26	0.00085
Concrete :				
Steel forms	0.011	140	0.18	0.006
Wooden forms	0.015	120	0.6	0.002
Centrifugally spum	0.013	135	0.36	0.0012
Copper	0.011	135	0.0015	0.000005
Corrugated metal	0.022	-	45	0.15
Galvanized iron	0.016	120	0.15	0.0005
Glass	0.011	140	0.0015	0.000005
Lead	0.011	135	0.0015	0.000005
Plastic	0.009	150	0.0015	0.000005
Steel :				
Coal-tar enamel	0.010	148	0.0048	0.000016
New unlined	0.011	145	0.045	0.00015
Riveted	0.019	110	0.9	0.003
Wood stave	0.012	120	0.18	0.0006



ภาคผนวก ข.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสียของนิคมอุตสาหกรรมบางชัน

Calculation Sheet of Wastewater Treatment Facilities

NO	ITEM	UNIT	Phase 1		Phase 2
			Initial	End	
1	WATER QUALITY & QUANTITY				
	FLOWRATE				
	Average	cmd	4,000	6,000	8,000
	Peak	cmd	12,000	18,000	24,000
	POLLUTANT LOAD				
	BOD	kg/d	800	1,200	1,600
	SS	kg/d	800	1,200	1,600
	TKN	kg/d	120	180	240



สถาบันวิศวกรรม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Calculation Sheet of Wastewater Treatment Facilities (Cont.)

NO	ITEM	UNIT	Phase 1		Phase 2
			Initial	End	
2	AUTOMATIC BAR SCREEN				
	DESIGN DATA				
	Qave	cmd	4,000	6,000	8,000
		cms	0.045	0.067	0.09
	Qpeak	cmd	12,000	18,000	24,000
		cms	0.138	0.21	0.28
	DESIGN CRITERIA				
	Max. velocity through rack	m/s	1.0	1.0	1.0
	Number of Channel	units	1.0	1.0	1.0
	Opening	mm.	20	20	20
	Bar thickness	mm.	8	8	8
	Water depth				
	At peak (max)	m.	1.2	1.2	1.2
	At peak (min)		0.4	0.4	0.4
	At average (max)	m.	1.0	1.0	1.0
	At average (min)	m.	0.20	0.20	0.20
	RESULT OF CALCULATIONS				
	Total opening width	m.	-	-	0.7
	Number of opening	units	-	-	35
	Channel width	m.	-	-	0.988
	DESIGN				
	Number of bar	units	36	36	36
	Channel width	m.	1.0	1.0	1.0
	CHECK				
	Velocity at Qave. (max)	m/s	0.32	0.48	0.64
	Velocity at Qpeak (max)	m/s	0.5	0.75	1.0

Calculation Sheet of Wastewater Treatment Facilities (Cont.)

NO	ITEM	UNIT	Phase 1		Phase 2
			Initial	End	
3	INLET PUMP STATION				
	DESIGN DATA				
	Qave	cmd	4,000	6,000	8,000
		cms	0.045	0.067	0.09
	Qpeak	cmd	12,000	18,000	24,000
		cms	0.138	0.21	0.28
	DESIGN CRITERIA				
	Cycle time from pump starting to next starting at Q average and 1 pump run	min	10	10	10
	No of pump operated at peak	units	1	2	2
	No of pump installed	units	3	3	3
	RESULT OF CALCULATIONS				
	Capacity of each pump	cms	0.138	0.138	0.138
	Storage volume	cu.m	18.2	20.6	18.8
	DESIGN				
	Capacity of each pump	cms	0.138	0.138	0.138
	Sump dimension				
	Width	m	5	5	5
	Length	m	4.8	4.8	4.8
	Depth (at avg.)	m	1	1	1
	Storage vol at screen section	cu.m	7	7	7
	total storage vol	cu.m	31	31	31
	CHECK				
	Cycletime	min	17	15	16.5

Calculation Sheet of Wastewater Treatment Facilities (Cont.)

NO	ITEM	UNIT	Average (1 pump)	Peak (2 pumps)
4	VORTEX GRIT CHAMBER			
	DESIGN DATA			
	Q	cms	0.138	0.28
	DESIGN CRITERIA			
	Detention time	min	2.00	1.00
	Number of tank	Units	1.00	1.00
	Grit removal rate	cu.m./1000 cu.m.	0.015	0.015
	RESULT OF CALCULATIONS			
	Volume require	cu.m.	16.67	16.67
	Grit quantity	cmd	0.17	-
	5% Grit flowrate	cmd	3.4	-
	DESIGN			
	- Dia	m.	3.0	3.00
	- Depth	m.	3.0	2.65
	Volume per tanks	cu.m.	18.73	18.73
	CHECK			
	Detention time	min	2.26	1.12
	GRIT STORAGE TANK			
	Number		2	-
	Storage time (each)	day	7	-
	DESIGN (each)			
	- Width	m.	1.0	-
	- Length	m.	6.0	-
	- Depth	m.	0.90	-
	volume per tank	cu.m.	5.40	-

Calculation Sheet of Wastewater Treatment Facilities (Cont.)

NO	ITEM	UNIT	Phase 1		Phase 2
			Initial	End	
5	EQUALIZATION TANK				
	DESIGN DATA				
	Qave	cmd	4,000	6,000	8,000
	DESIGN CRITERIA				
	Equalizing time	hr.	8.0	8.0	8.0
	Number of tank	units	1.0	1.0	1.0
	Power for mixing require rate	W/cu.m.	6.0	6.0	6.0
	Air require rate	cu.m./cu.m.-min	0.010	0.010	0.010
	RESULT OF CALCULATIONS				
	Volume require	cu.m.	1,333.33	2,000	2,666.67
	Power for mixing required	kw	9.72	11.40	16.20
	Air required	cu.m./h	1,134	1,296	1,890
	DESIGN				
	Width	m.	15	15	15
	Length	m.	36	36	36
	Effective Depth	m.	3	3.5	3
	Total water Depth	cu.m.	3.5	4.0	3.5
	Effective volume	cu.m.	1,620	1,890	2,700
	Total volume	cu.m.	1,890	2,160	3,150
	Number of diffuser	units	324	324	540
	Number of blower operated	units	2	2	3
	Number of total blower	units	3	3	4
	Capacity of blower (each)	cu.m./hr	648	648	648
	Total airflow	cu.m./hr	1,296	1,296	1,944
	CHECK				
	Detention time at average	hr.	9.72	7.56	8.10
	Air/volume rate	cu.m./cum-min	0.011	0.01	0.01
	Air flowrate per diffuser	cu.m./h	4	4	3.6

Calculation Sheet of Wastewater Treatment Facilities (Cont.)

NO	ITEM	UNIT	Phase 1		Phase 2
			Initial	End	
6	NEUTRALIZATION TANK AND				
	ATTENUATION TANK				
	DESIGN DATA				
	Qave	cmd	4,000	6,000	8,000
	Influent pH	-	5 - 9	5 - 9	5 - 9
	Effluent pH	-	6.8 - 7.2	6.8 - 7.2	6.8 - 7.2
	DESIGN CRITERIA				
	Detention time (each)	min	5.0	5.00	5.00
	Number of tank (each)	units	1	1.00	1
	RESULT OF CALCULATIONS				
	Volume require	cu.m.	13.88	20.83	27.78
	DESIGN				
	Width	m.	3.0	3.00	3.0
	Length	m.	3.0	3.00	3.0
	Depth	m.	3.0	3.00	3.0
	Total volume	cu.m.	27.0	27.0	27.0
	CHECK				
	Detention time	min	9.72	6.48	4.86

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Calculation Sheet of Wastewater Treatment Facilities (Cont.)

NO	ITEM	UNIT	Phase 1		Phase 2
			Initial	End	
7	AERATION TANK				
	DESIGN DATA				
	Flowrate				
	- Average	cmd	4,000	6,000	8,000
	Pollutant load				
	- BOD	kg/d	800	1,200	1,600
	- SS	kg/d	800	1,200	1,600
	- TKN	kg/d	120	180	240
	Pollutant concentration				
	- BOD	mg/l	200	200	200
	- SS	mg/l	200	200	200
	- TKN	mg/l	30	30	30
	DESIGN CRITERIA				
	BOD removal	%	95	95	95
	SS removal	%	85	85	85
	Peak load fluctuation	-			1.2
	MLVSS	mg/l	2,550	2,550	2,550
	MLSS	mg/l	3,200	3,200	3,200
	SRT	day	25	12	25
	kd	day	0.04	0.00	0.04
	Yield	day	0.80	0.80	0.80
	Number of tank	unit	1	1	2

Calculation Sheet of Wastewater Treatment Facilities (Cont.)

NO	ITEM	UNIT	Phase 1		Phase 2
			Initial	End	
	RESULT OF CALCULATIONS				
	BOD removal	kg/d	760	1,140	1,520
	SS removal	kg/d	680	1,020	1,360
	BOD effluent	mg/l	10	10	10
	SS effluent	mg/l	30	30	30
	Volume require	cu.m.	2,980.39	2,900	5,960.78
	DESIGN				
	No of tank	-	1	1	2
	Width	m.	6	6	6
	Total Width	m.	24	24	24
	Length	m.	124	124	124
	- Length per Lane	m.	62	62	62
	Depth	m.	3.5	3.5	3.5
	Effective surface area Per tank	sq.m.	970	970	970
	Volume per tank	cu.m.	3,000	3,000	3,000
	Total volume	cu.m.	3,000	3,000	6,000
	CHECK				
	F/M		0.1	0.15	0.1
	Detention time				
	- at Qave	hr.	18	12	18
	Volumatic loading	gBOD/cu.m.-	0.27	0.40	0.27
	SLUDGE				
	DESIGN CRITERIA				
	MLSS return	mg/l	8,000	8,000	8,000
	Sludge age	day	29	12	29
	Y	-	0.80	0.80	0.80
	kd	1/d	0.04	0.04	0.04

Calculation Sheet of Wastewater Treatment Facilities (Cont.)

NO	ITEM	UNIT	Phase 1		Phase 2
			Initial	End	
	RESULT OF CALCULATIONS				
	Yobs	-	0.40	0.54	0.40
	Return sludge	cmd	2,720	4,080	5,440
	Px	kgMLVSS/d	304	615	608
	Px (ss)	kgSS/d	380	768.75	760
	Waste sludge concentration	mg/l	8,000	8,000	8,000
	Waste sludge volume	cmd	47.5	96	95.99
	AIR				
	DESIGN CRITERIA				
	DO concentration in tank	mg/l	2.00	2.00	2.00
	a	-	0.85	0.85	0.85
	b	-	0.95	0.95	0.95
	Oxygen saturate	mg/l	7.48	7.48	7.48
	Oxygen saturate in tap water	mg/l	9.17	9.17	9.17
	% Oxygen in air	%	23.20	23.20	23.20
	Immersion Depth	mm.	200	250	200
	Rotor Diameter	m.	1.0	1.0	1.0
	Oxygen transfer efficiency at 20', No	kgO ₂ /hr-m	5	6	5
	Power of aerator	kW/hr-m	3.6	4.0	3.6

Calculation Sheet of Wastewater Treatment Facilities (Cont.)

NO	ITEM	UNIT	Phase 1		Phase 2
			Initial	End	
	RESULT OF CALCULATIONS				
	Carboneceous oxygen demand	kg/d	1,119.64	1,679.46	2,239.29
	Nitrification oxygen demand	kg/d	540	810	1,080
	Oxygen demand for Px	kg/d	431.88	904.05	863.76
	Correction factor from oxygen transfer of	kg/d	0.60	0.60	0.60
	Oxygen demand	kgO ₂ /d	1,225.96	1,585.41	2,451.93
		kgO ₂ /hr	51.08	66.05	102.16
	Total length of aerator requirement	m	17	18	34
	DESIGN				
	Number of Reactor	units	1.0	1.0	2.0
	Number of Brush Aerator per Reactor	units	4.0	4.0	4.0
	Total Number of Brush Aerator	units	4	4	8
	Length per aerator	m	4.5	4.5	4.5
	Total length of aerators	m	36.0	36.0	36.0
	Power in each aerator	kW	16.2	18.0	16.2
	Use motor	kW	25.0	25.0	25.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Calculation Sheet of Wastewater Treatment Facilities (Cont.)

NO	ITEM	UNIT	Phase 1		Phase 2
			Initial	End	
8	CLARIFIER				
	DESIGN DATA				
	Flowrate	cmd	4,000	6,000	8,000
	Max. return sludge ratio (at Qave.)	-	1.5	1.5	1.5
	DESIGN CRITERIA				
	Surface loading rate at Qave	m/hr	0.9	0.9	0.9
	Number of tank	unit	2.0	2.0	3.0
	RESULT OF CALCULATIONS				
	Surface area require pre tank	sq.m.	92.5	138.9	123
	DESIGN				
	No of tank	-	2.0	2.0	3.0
	Tank diameter	m.	13.5	13.5	13.5
	Tank depth	m.	4.0	4.0	4.0
	Tank surface	sq.m.	143	143	143
	Total tank surface	sq.m.	286	286	429
	Total tank volume	cu.m.	1,145.1	1,145.1	1,717.6
	Weir length per Reactor	m	39.26	39.26	39.26
	CHECK				
	Solids Flux	kg/sq.m.-hr	1.86	2.80	2.48
	Surface overflow rate	m/hr	0.58	0.87	0.78
	Weir loading rate	m ² /hr	2.12	3.18	2.83

ประวัติของผู้เขียน

นายศรายุทธ ราชู เกิดเมื่อวันที่ ๑ กรกฎาคม 2514 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ.2535 และ ต่อมาในปี พ.ศ.2537 เข้ารับการศึกษาในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย