

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

การประปานครหลวง. การประปานครหลวง [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

<http://www.mwa.co.th> [20 ธันวาคม 2551]

การประปานครหลวง. กรรมวิธีการผลิตน้ำประปา [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

http://www.mwa.co.th/w3c/treat_water.html [20 ธันวาคม 2551]

การประปานครหลวง. ระบบผลิตและสูบน้ำประปา [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

<http://www.mwa.co.th/produce.html> [20 ธันวาคม 2551]

การประปานครหลวง. สถานีสูบน้ำดิบสำแล [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

http://www.mwa.co.th/w3c/sam_lae.html [20 ธันวาคม 2551]

การประปาส่วนภูมิภาค. ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

<http://www.pwa.co.th/service/treatment.html> [20 ธันวาคม 2551]

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. วิธีคิดค่าไฟฟ้าอัตรา TOU และ TOD [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

http://www.pea.co.th/th/rates/rates_tou_tod_ft.htm [11 กันยายน 2553]

วรศิริ เสียงสนั่น. 2549. กระบวนการไฮบริด : ไฮโดรไซโคลน โคแอกกูเลชัน ฟลอคกูเลชันและการ
ลอยตะกอนในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สนธิลักษณ์ สุขะสุนนท์. 2552. การประยุกต์ใช้ไฮโดรไซโคลนและไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริดพอท
เพื่อใช้ในการกำจัดกรวดทรายในโรงบำบัดน้ำเสียชุมชนดินแดง. วิทยานิพนธ์ปริญญา
โท ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

อ้อทิพย์ จีระพรชัย. 2551. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ไฮโดรไซโคลนและไฮโดรไซโคลนที่ประกอบด้วย กริตพอตเป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในระบบผลิตน้ำประปา.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

APHA, A., and WEF. 1998. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition. Washington D.C: American Public Health Association.

Bradley, D. 1965. The Hydrocyclone. Volume 4. First Edition. London: Pergamon Press Ltd.

Chu, L. Y., Chen, W. M. and Lee, X. Z. 2002. Effects of geometric and operating parameters and feed characters on the motion of solid particles in hydrocyclones. Separation and Purification Technology. 26: 237-246.

Cilliers, J. J., Diaz-Anadon, L. and Wee, F. S. 2004. Temperature, Classification and dewatering in 10 mm hydrocyclones. Mineral Engineering. 17: 591-597.

Metcalf & Eddy, Inc. 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. 4th ed. McGraw-Hill series in civil and environmental engineering. New York: McGraw-Hill.

Pasquier, S. and Cilliers, J. J. 2002. Sub-micron particle dewatering using hydrocyclone. Chemical Engineering Journal. 80: 283-288.

Puprasert, C., Hebrard, G., Lopez, L., and Aurelle, Y. 2004. Potential of using Hydrocyclone and Hydrocyclone equipped with Grit pot as pre-treatment in run-off water treatment. Chemical Engineering and Processing. 43: 67-83.

Rushton A., W. A. S. and Holdich R.G. 2000. Solid-Liquid Filtration and Separation Technology. Second Edition. Cheshire: Federal Republic of Germany.

- Schwerzler, G. I. 2005. Recycling of glaze waste through hydrocyclone separation. Powder Technology. 160: 135-140.
- Shah, H., Majumder, A. K. and Barnwal, J. P. 2006. Development of water split model for 76 mm hydrocyclone. Mineral Engineering. 19: 102-104.
- Svarovsky, L. 2984. Hydrocyclone. Pennsylvania: Rinehart and Winston Ltd, 1984.
- Svarovsky L. and Flchem E. 2000. Solid-Liquid Separation. Fourth Edition. Woburn: A division of Reed Educational and Professional Publishing Ltd.
- Yang, I. H., Shin, C. B., Kim, T.-H. and Kim, S. 2004. A three-dimensional simulation of a hydrocyclone for the sludge separation in water purifying plants and comparison with experimental data. Minerals Engineering 17: 637-641.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

ตารางที่ ก. 1 ผลการทดลองหาความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย

ตารางที่ ก. 1.1 ผลการทดลองหาความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกรรพอด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกด้านล่าง (มม.)	ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน	ทางออกด้านล่าง		
				HC 75	HC 50	HC 10
12 10 1	0.5	38.33	38.06	44.48	40.85	41.44
	1.0	38.33	37.43	45.70	42.33	44.88
	2.0	38.33	35.64	46.80	43.87	45.60
	3.0	38.33	36.85	47.77	44.12	51.75
10 9 1	0.5	40.80	40.93	47.61	43.32	47.08
	1.0	40.80	39.38	50.32	43.31	51.48
	2.0	40.80	38.70	51.10	44.27	51.71
	3.0	40.80	38.19	52.76	45.16	53.14
8 6 1	0.5	44.67	43.07	52.71	51.96	60.00
	1.0	44.67	43.67	60.40	59.33	74.00
	2.0	44.67	42.09	63.67	62.94	75.33
	3.0	44.67	41.33	67.99	65.93	79.02

ตารางที่ ก. 1.2 ผลการทดลองหาความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกรรพอด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกด้านล่าง (มม.)	ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน	ทางออกด้านล่าง	
				HC 75	HC 50
12 10	0.5	45.67	47.76	50.27	48.91
	1.0	45.67	47.96	51.44	49.15
	2.0	45.67	45.89	52.21	50.00
	3.0	45.67	45.15	53.87	52.52
10 9	0.5	43.69	46.20	49.21	46.79
	1.0	43.69	43.92	49.33	47.39
	2.0	43.69	44.22	50.06	49.09
	3.0	43.69	43.00	52.08	50.37
8 6	0.5	37.56	40.61	42.48	40.12
	1.0	37.56	38.15	44.33	42.30
	2.0	37.56	37.00	45.48	43.67
	3.0	37.56	36.44	50.27	53.50

ตารางที่ ก. 1.3 ผลการทดลองหาความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกริพพอต

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกด้านล่าง (มม.)	ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน	ทางออกด้านล่าง	
				HC 50	HC 10
10 1	0.5	41.22	40.67	51.86	51.78
	1.0	41.22	40.11	52.08	53.11
	2.0	41.22	39.79	53.18	54.56
	3.0	41.22	38.89	54.56	55.76
9 1	0.5	47.22	43.56	58.86	58.97
	1.0	47.22	43.24	59.08	60.02
	2.0	47.22	42.58	61.18	63.44
	3.0	47.22	40.22	62.56	63.76
6 1	0.5	59.33	56.03	73.78	77.63
	1.0	59.33	54.70	75.26	78.52
	2.0	59.33	53.81	77.41	81.67
	3.0	59.33	52.00	80.85	84.85

ตารางที่ ก. 1.4 ผลการทดลองหาความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพพอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริพพอด (นาที)	ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง (สะสมในกริพพอด)		
				HC 75	HC 50	HC 10
0.5	30	22.67	18.22	85.00	97.00	40.00
	60	22.89	18.67	108.00	251.00	87.00
	120	25.83	22.44	185.00	550.67	120.44
	240	26.06	22.00	1564.67	1048.67	759.33
	360	26.28	22.89	2876.00	1502.67	1125.33
1.0	30	23.78	18.22	233.00	225.00	272.00
	60	23.78	18.44	511.00	565.00	704.00
	120	23.11	18.22	736.00	734.67	901.33
	240	22.89	18.44	1223.33	1447.33	1570.00
	360	22.67	18.67	1548.00	1718.67	1806.67
2.0	30	40.06	29.78	263.50	393.00	299.60
	60	40.39	31.11	456.00	541.50	558.80
	120	40.06	31.94	697.67	845.33	1026.33
	240	39.56	33.61	2308.00	3869.33	4304.67
	360	41.22	34.89	4861.33	5536.00	6818.67
3.0	30	38.89	28.22	218.00	658.00	366.00
	60	36.00	26.67	906.00	1394.00	1118.00
	120	39.33	30.22	1337.33	2492.00	2780.00
	240	39.78	30.67	3800.00	5394.67	6974.67
	360	38.67	30.44	4858.67	6180.00	8330.67

ตารางที่ ก. 1.5 ผลการทดลองหาความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริทพอด (นาทีก)	ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง (สะสมในกริทพอด)	
				HC 75	HC 50
0.5	30	22.00	22.00	140.00	91.00
	60	22.67	21.78	549.00	522.00
	120	22.22	22.22	948.00	670.67
	240	54.93	54.67	2461.33	2974.67
	360	52.27	52.53	4661.33	4313.33
1.0	30	20.00	17.78	348.00	354.00
	60	21.11	18.67	796.00	598.00
	120	20.67	17.56	1250.67	838.67
	240	22.47	19.22	2596.00	2998.67
	360	23.67	18.89	2820.00	3654.67
2.0	30	42.39	36.17	967.33	1044.67
	60	42.83	36.17	1927.33	2112.67
	120	42.61	36.72	4541.33	5441.33
	240	34.94	31.11	8301.33	9948.00
	360	43.33	38.56	8130.67	11270.67
3.0	30	32.89	27.11	925.33	1036.00
	60	32.22	27.56	2118.67	1585.33
	120	32.00	27.11	4106.67	4586.67
	240	31.33	25.33	6369.33	7493.33
	360	28.44	25.78	8198.67	9384.00

ตารางที่ ก. 1.6 ผลการทดลองหาความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริพอด (นาทึ)	ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง (สะสมในกริพอด)	
				HC 50	HC 10
0.5	30	30.22	27.24	80.53	154.80
	60	27.61	25.02	89.20	198.18
	120	33.67	30.53	97.24	279.47
	240	34.00	31.67	1018.22	2072.00
	360	35.00	32.33	2002.22	4804.67
1.0	30	29.11	23.24	92.53	163.02
	60	32.67	26.71	128.00	241.07
	120	40.17	32.33	716.44	1076.89
	240	44.33	37.67	2165.33	3106.22
	360	43.33	37.17	5220.00	6917.33
2.0	30	35.60	25.60	101.33	134.83
	60	34.93	25.37	306.00	266.67
	120	35.73	26.60	1358.00	739.33
	240	35.47	26.63	2901.00	1453.67
	360	40.17	31.33	5019.33	3284.00
3.0	30	23.73	16.40	155.50	206.83
	60	23.87	16.67	590.17	555.67
	120	23.60	16.53	1073.17	665.94
	240	23.47	16.67	3528.00	2590.33
	360	27.73	20.22	5520.00	3890.67

ตารางที่ ก. 2 ผลการทดลองหาความชื้น

ตารางที่ ก. 2.1 ผลการทดลองหาความชื้นที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกริพพอด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกด้านล่าง (มม.)	ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	ความชื้นของของแข็งแขวนลอย (เอ็นทียู)				
		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน	ทางออกด้านล่าง		
				HC 75	HC 50	HC 10
12 10 1	0.5	56.3	55.0	58.5	56.2	58.0
	1.0	56.3	55.0	59.7	57.5	58.5
	2.0	56.3	54.5	60.0	58.0	59.5
	3.0	56.3	54.0	61.0	59.2	63.7
10 9 1	0.5	54.0	54.0	52.0	50.7	55.0
	1.0	54.0	53.5	52.7	51.5	55.5
	2.0	54.0	53.2	54.3	52.7	56.3
	3.0	54.0	53.0	57.0	54.7	58.7
8 6 1	0.5	59.0	58.5	62.0	61.0	66.5
	1.0	59.0	58.5	66.0	65.0	73.0
	2.0	59.0	57.5	67.0	66.7	73.5
	3.0	59.0	57.0	70.5	68.0	75.0

ตารางที่ ก. 2.2 ผลการทดลองหาความชื้นที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกริพพอด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกด้านล่าง (มม.)	ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	ความชื้นของของแข็งแขวนลอย (เอ็นทียู)			
		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน	ทางออกด้านล่าง	
				HC 75	HC 50
12 10	0.5	68.5	69.5	70.2	70.2
	1.0	68.5	69.7	70.5	71.0
	2.0	68.5	68.0	71.5	72.2
	3.0	68.5	68.0	73.0	74.0
10 9	0.5	68.0	69.7	71.0	68.0
	1.0	68.0	68.0	71.0	68.5
	2.0	68.0	68.7	71.5	69.7
	3.0	68.0	68.0	72.7	70.5
8 6	0.5	56.3	57.0	58.5	57.0
	1.0	56.3	56.5	59.3	57.2
	2.0	56.3	56.2	59.3	58.0
	3.0	56.3	55.5	61.0	60.2

ตารางที่ ก. 2.3 ผลการทดลองหาความชื้นที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไฮโคลนแบบอนุกรมขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกริพพอด

ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางทางออก ด้านล่าง (มม.)	ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	ความชื้นของของแข็งแขวนลอย (เอ็นทียู)			
		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง	
				HC 50	HC 10
10 1	0.5	55.8	55.2	60.0	60.0
	1.0	55.8	55.0	60.5	61.8
	2.0	55.8	54.2	61.2	62.5
	3.0	55.8	53.5	62.0	64.2
9 1	0.5	58.0	56.5	57.2	57.0
	1.0	58.0	56.2	57.0	58.0
	2.0	58.0	56.5	58.2	59.3
	3.0	58.0	55.0	58.8	60.0
6 1	0.5	81.5	79.3	88.2	90.0
	1.0	81.5	78.2	89.8	91.3
	2.0	81.5	77.7	90.5	93.2
	3.0	81.5	77.2	92.7	94.5

ตารางที่ ก. 2.4 ผลการทดลองหาความชื้นที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริทพอด (นาทื)	ความชื้นของของแข็งแขวนลอย (เอ็นทียู)				
		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง (สะสมในกริทพอด)		
				HC 75	HC 50	HC 10
0.5	30	25.0	23.5	27.5	28.0	27.5
	60	25.0	23.7	28.7	31.5	30.3
	120	26.0	23.5	30.0	35.7	34.0
	240	26.0	25.0	35.3	43.7	41.0
	360	26.0	25.5	40.0	49.3	46.5
1.0	30	25.5	24.5	29.5	30.0	35.0
	60	25.5	24.7	30.0	35.0	39.0
	120	25.0	25.0	31.0	36.3	42.3
	240	24.5	24.2	37.0	40.7	47.2
	360	24.5	23.7	42.0	44.7	49.7
2.0	30	44.3	43.2	46.3	54.7	57.5
	60	44.3	43.3	53.7	57.7	67.7
	120	44.3	43.0	56.7	69.0	75.7
	240	41.7	39.8	52.0	66.0	78.0
	360	45.0	44.0	64.3	84.7	210.0
3.0	30	40.0	38.7	44.0	51.0	57.0
	60	39.7	37.3	51.7	60.7	75.3
	120	42.5	41.0	56.0	70.5	93.5
	240	42.8	41.5	59.0	82.3	200.0
	360	42.8	41.7	63.0	86.0	230.0

ตารางที่ ก. 2.5 ผลการทดลองหาความชุ่มที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ในกริทพอด (นาทิจ)	ความชุ่มของของแข็งแขวนลอย (เงินทัญ)			
		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง (สะสมในกริทพอด)	
				HC 75	HC 50
0.5	30	25.0	25.0	27.5	29.7
	60	25.5	24.8	30.0	35.7
	120	25.0	25.0	32.0	37.8
	240	26.0	25.5	40.0	42.5
	360	26.0	26.5	50.0	48.2
1.0	30	24.0	22.5	25.0	28.7
	60	24.5	22.7	27.2	32.7
	120	24.0	22.5	29.5	35.7
	240	25.0	23.0	45.5	51.5
	360	25.0	22.7	47.0	52.0
2.0	30	41.0	38.0	45.8	54.0
	60	41.5	38.0	46.7	55.0
	120	41.5	38.5	58.7	75.0
	240	40.0	38.2	64.3	90.3
	360	42.3	39.0	66.7	80.3
3.0	30	38.0	36.0	46.0	53.3
	60	36.7	35.0	53.0	62.7
	120	37.0	36.0	59.0	69.7
	240	37.0	36.5	63.7	86.0
	360	36.0	35.3	72.7	90.0

ตารางที่ ก. 2.6 ผลการทดลองหาความชื้นที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ในกริทพอด (นาที)	ความชื้นของของแข็งแขวนลอย (เงินทียู)			
		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง (สะสมในกริทพอด)	
				HC 50	HC 10
0.5	30	35.0	34.0	42.7	49.0
	60	33.0	32.3	47.0	52.0
	120	36.3	35.3	50.0	58.0
	240	37.0	36.0	72.2	87.3
	360	39.0	37.3	87.8	98.7
1.0	30	34.0	32.7	52.0	55.7
	60	36.0	34.3	55.0	58.0
	120	56.3	54.0	61.7	69.7
	240	58.0	56.3	75.5	77.7
	360	58.0	56.5	80.3	81.3
2.0	30	37.7	33.5	38.3	47.0
	60	37.5	33.3	41.0	55.0
	120	37.7	34.0	52.0	69.3
	240	37.7	34.0	64.0	92.3
	360	39.0	36.3	78.7	120.0
3.0	30	34.7	29.3	30.7	43.0
	60	35.0	29.3	40.7	51.7
	120	34.7	29.0	48.7	74.7
	240	34.3	29.3	63.3	166.7
	360	36.5	32.0	76.0	200.0

ตารางที่ ก. 3 ผลการทดลองหาขนาดอนุภาค

ตารางที่ ก. 3.1 ผลการทดลองหาขนาดอนุภาค (D_{50}) ที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริฟฟอต

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริฟฟอต (นาที)	ขนาดอนุภาคของของแข็งแขวนลอย (ไมครอน)				
		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง (สะสมในกริฟฟอต)		
				HC 75	HC 50	HC 10
0.5	30	9.96	8.96	14.15	13.99	10.66
	60	9.87	8.97	17.27	17.48	15.32
	120	10.31	9.98	21.47	20.31	18.83
	240	10.55	9.42	23.51	22.40	24.45
	360	10.91	9.68	29.31	24.77	26.55
1.0	30	10.58	9.75	18.51	15.07	13.51
	60	10.67	9.59	24.86	17.42	15.01
	120	10.13	9.08	27.28	25.18	16.78
	240	10.01	9.51	29.13	27.84	23.47
	360	9.62	9.17	33.82	31.21	29.70
2.0	30	8.77	8.22	19.78	16.39	14.39
	60	8.97	8.14	20.51	20.10	17.20
	120	8.64	8.14	31.96	33.07	24.88
	240	8.39	8.21	28.68	51.04	26.43
	360	10.33	9.33	43.78	56.95	27.63
3.0	30	10.97	9.05	21.16	17.65	15.54
	60	11.51	9.21	23.41	29.58	20.45
	120	11.42	9.41	24.28	36.21	22.56
	240	10.76	9.58	40.32	44.15	25.84
	360	11.05	9.59	48.25	48.02	29.69

ตารางที่ ก. 3.2 ผลการทดลองหาขนาดอนุภาค (D_{50}) ที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริฟฟอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริฟฟอด (นาท)	ขนาดอนุภาคของของแข็งแขวนลอย (ไมครอน)			
		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง (สะสมในกริฟฟอด)	
				HC 75	HC 50
0.5	30	10.21	9.73	12.89	11.56
	60	10.42	9.64	14.55	15.55
	120	10.40	9.53	16.01	18.52
	240	8.30	7.61	25.19	22.28
	360	8.05	7.37	30.11	34.21
1.0	30	9.98	9.37	12.11	16.56
	60	10.01	9.40	13.63	23.54
	120	9.84	9.17	14.43	27.29
	240	7.42	6.89	40.99	51.51
	360	7.20	6.76	42.18	54.80
2.0	30	8.52	7.62	11.42	27.60
	60	8.81	8.45	16.62	31.96
	120	8.29	7.94	41.62	48.17
	240	9.38	8.85	54.25	47.14
	360	7.48	7.29	64.89	50.95
3.0	30	10.51	9.76	16.72	32.10
	60	10.14	9.89	45.26	55.44
	120	10.32	9.96	49.36	66.65
	240	10.45	10.04	68.64	77.51
	360	10.06	9.65	75.49	87.41

ตารางที่ ก. 3.3 ผลการทดลองหาขนาดอนุภาค (D_{50}) ที่ได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริทพอด (นาท)	ขนาดอนุภาคของของแข็งแขวนลอย (ไมครอน)			
		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง (สะสมในกริทพอด)	
				HC 50	HC 10
0.5	30	7.57	7.13	12.24	10.33
	60	7.14	6.88	13.44	12.70
	120	7.65	7.21	22.53	15.27
	240	7.37	6.97	47.63	22.57
	360	7.57	7.04	66.61	43.78
1.0	30	7.44	7.06	13.73	9.42
	60	7.59	7.36	23.36	10.32
	120	8.29	8.06	32.55	20.19
	240	6.52	6.23	47.43	32.21
	360	6.65	6.42	77.33	41.36
2.0	30	8.13	7.26	19.93	14.53
	60	8.28	7.46	24.36	23.60
	120	8.83	7.91	36.00	25.64
	240	8.31	7.53	58.06	29.84
	360	8.95	7.85	71.53	32.59
3.0	30	7.46	6.29	25.97	16.92
	60	7.68	6.52	32.65	23.71
	120	7.38	6.28	46.05	30.33
	240	7.15	6.16	56.45	30.88
	360	8.21	7.25	61.00	36.60

ตารางที่ ก. 4 ผลการทดลองความดันลดของการจัดเรียงไฮโดรไฮโคลนแบบอนุกรม

ตารางที่ ก. 4.1 ผลการทดลองความดันลดของการจัดเรียงไฮโดรไฮโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกริฟฟอด

ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางทางออก ด้านล่าง (มม.)	ความดันจำเข้า (บาร์)	ความดันก่อนเข้าไฮโดรไฮโคลนตัวต่อไป (บาร์)	
		ก่อนเข้าไฮโดรไฮโคลน 50 มม.	ก่อนเข้าไฮโดรไฮโคลน 10 มม.
12 10 1	0.5	0.30	0.00
	1.0	0.65	0.02
	2.0	1.30	0.50
	3.0	2.00	0.80
10 9 1	0.5	0.35	0.00
	1.0	0.70	0.30
	2.0	1.50	0.90
	3.0	2.30	1.40
8 6 1	0.5	0.40	0.10
	1.0	0.80	0.50
	2.0	1.60	1.00
	3.0	2.50	1.60

ตารางที่ ก. 4.2 ผลการทดลองความดันลดของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกรรพอด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกด้านล่าง (มม.)	ความดันจำเข้า (บาร์)	ความดันก่อนเข้าไฮโดรไซโคลน 50 มม. (บาร์)
12 10	0.5	0.30
	1.0	0.70
	2.0	1.40
	3.0	2.10
10 9	0.5	0.35
	1.0	0.75
	2.0	1.50
	3.0	2.30
8 6	0.5	0.35
	1.0	0.80
	2.0	1.60
	3.0	2.55

ตารางที่ ก. 4.3 ผลการทดลองความดันลดของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ไม่ได้ติดตั้งกรรพอด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกด้านล่าง (มม.)	ความดันจำเข้า (บาร์)	ความดันก่อนเข้าไฮโดรไซโคลน 10 มม. (บาร์)
10 1	0.5	0.00
	1.0	0.30
	2.0	0.80
	3.0	1.30
9 1	0.5	0.20
	1.0	0.60
	2.0	1.30
	3.0	1.80
6 1	0.5	0.20
	1.0	0.60
	2.0	1.40
	3.0	2.00

ตารางที่ ก. 4.4 ผลการทดลองความดันลดของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดันจำเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ใน กริทพอด (นาท)	ความดันก่อนเข้าไฮโดรไซโคลนตัวต่อไป (บาร์)	
		ก่อนเข้าไฮโดรไซโคลน 50 มม.	ก่อนเข้าไฮโดรไซโคลน 10 มม.
0.5	30 - 360	0.50	0.40
1.0	30 - 360	1.00	0.90
2.0	30 - 360	2.00	1.90
3.0	30 - 360	3.00	2.90

ตารางที่ ก. 4.5 ผลการทดลองความดันลดของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดันจำเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ในกริทพอด (นาท)	ความดันก่อนเข้าไฮโดรไซโคลน 50 มม. (บาร์)
0.5	30 - 360	0.50
1.0	30 - 360	1.00
2.0	30 - 360	2.00
3.0	30 - 360	3.00

ตารางที่ ก. 4.6 ผลการทดลองความดันลดของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดันจำเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ในกริทพอด (นาท)	ความดันก่อนเข้าไฮโดรไซโคลน 10 มม. (บาร์)
0.5	30 - 360	0.40
1.0	30 - 360	0.90
2.0	30 - 360	1.90
3.0	30 - 360	2.90

ภาคผนวก ข

การคำนวณประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของ
การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม

การคำนวณประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอย
ของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม

1. อัตราการไหล

อัตราการไหลเข้าไฮโดรไซโคลน (Feed flowrate), Q_f : วัดและประมวลผลโดยเครื่องวัด
อัตราการไหล (Flow meter)

อัตราการไหลออกทางด้านล่าง (Underflow flowrate), Q_u : หาอัตราการไหลโดยวิธีวัด
ปริมาตรเทียบกับเวลา (Time volume method)

อัตราการไหลออกทางด้านบน (Overflow flowrate), Q_o : หาอัตราการไหลโดยวิธีวัด
ปริมาตรเทียบกับเวลา (Time volume method)

2. ประสิทธิภาพการแยกของแข็งแขวนลอยของไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ไม่ได้
ติดตั้งกริพอด

$$E'_T = \frac{Q_{u(total)}(C_{u(avg)} - C_f)}{Q_o C_f} \times 100 \quad (1)$$

3. ประสิทธิภาพการแยกของแข็งแขวนลอยของไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้ง
กริพอด

$$E_T = \frac{Q_f C_f T - Q_o C_o T}{Q_f C_f T} \times 100 \quad (2)$$

ตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอย
ของไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม

1. การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร มี
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกด้านล่าง 12 10 และ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ ที่ไม่ได้ติดตั้ง
กริพอด ความดัน 3 บาร์

จากสมการที่ (1) ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดร
ไซโคลนแบบอนุกรมที่ไม่ได้ติดตั้งกริพอด

$$E'_T = \frac{Q_{u(total)}(C_{u(avg)} - C_f)}{Q_o C_f} \times 100$$

$Q_{u(total)}$ = อัตราไหลที่ทางออกด้านล่างรวม

: ไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร มีอัตราไหล 3.34 $\frac{\text{ลบ.ม.}}{\text{ชม.}}$

: ไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร มีอัตราไหล 2.42 $\frac{\text{ลบ.ม.}}{\text{ชม.}}$

: ไฮโดรไซโคลนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร มีอัตราไหล 0.14 $\frac{\text{ลบ.ม.}}{\text{ชม.}}$

ดังนั้น $Q_{u(total)} = 5.90 \frac{\text{ลบ.ม.}}{\text{ชม.}}$

$$C_{u(avg)} = \frac{(C_{u(HC75)} Q_{u(HC75)}) + (C_{u(HC50)} Q_{u(HC50)}) + (C_{u(HC10)} Q_{u(HC10)})}{Q_{u(total)}}$$

$$= \frac{(47.77 \times 3.34) + (44.12 \times 2.42) + (51.75 \times 0.14)}{5.90}$$

$$= 46.37 \frac{\text{มก.}}{\text{ล.}}$$

$$Q_o = 0.19 \frac{\text{ลบ.ม.}}{\text{ชม.}}$$

$$C_f = 38.33 \frac{\text{มก.}}{\text{ล.}}$$

$$E'_T = \frac{5.90(46.37 - 38.33)}{0.19 \times 38.33} \times 100$$

$$= 651.13 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

2. การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด ความดัน 3 บาร์ ใช้เวลาในการดำเนินการในกริพอด 30 นาที

จากสมการที่ (2) ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริพอด

$$E_T = \frac{Q_f C_{fT} - Q_o C_{oT}}{Q_f C_{fT}} \times 100$$

$$= \frac{(0.52 \times 38.89 \times 30) - (0.52 \times 28.22 \times 22.30)}{(0.52 \times 38.89 \times 30)} \times 100$$

$$= 27.44 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

ตารางที่ ข. 1 ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม

ตารางที่ ข. 1.1 ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตรที่ไม่ได้ติดตั้งกริพอด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออก ศูนย์กลางทางออก ด้านล่าง (มม.)	ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)					ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)					ประสิทธิภาพในการ แยกของแข็งแขวนลอย (%)
		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง			จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง			
				HC 75	HC 50	HC 10			HC 75	HC 50	HC 10	
12 10 1	0.5	3.37	0.11	2.17	1.05	0.02	38.33	38.06	44.48	40.85	41.44	380.75 *
	1.0	4.48	0.15	2.51	1.69	0.06	38.33	37.43	45.70	42.33	44.88	446.16 *
	2.0	5.64	0.17	3.09	2.00	0.09	38.33	35.64	46.80	43.87	45.60	581.74 *
	3.0	6.09	0.19	3.34	2.42	0.14	38.33	36.85	47.77	44.12	51.75	651.13 *
10 9 1	0.5	2.61	0.15	1.60	0.83	0.03	40.80	40.93	47.61	43.32	47.08	215.29 *
	1.0	3.37	0.16	1.90	1.21	0.10	40.80	39.38	50.32	43.31	51.48	339.97 *
	2.0	4.21	0.18	2.33	1.50	0.18	40.80	38.70	51.10	44.27	51.71	424.40 *
	3.0	5.32	0.20	2.97	1.89	0.20	40.80	38.19	52.76	45.16	53.14	566.54 *
8 6 1	0.5	2.34	0.15	1.57	0.57	0.05	44.67	43.07	52.71	51.96	60.07	261.89 *
	1.0	3.20	0.17	1.91	0.97	0.13	44.67	43.67	60.44	59.33	74.00	634.11 *
	2.0	4.10	0.20	2.45	1.20	0.24	44.67	42.09	63.67	62.94	75.33	848.81 *
	3.0	4.89	0.24	2.75	1.57	0.32	44.67	41.33	67.64	65.93	79.02	1003.08 *

* ค่าที่ได้สะท้อนกับความเป็นจริง เนื่องจากมีค่า R_q สูงมาก จึงไม่ค่าที่ได้นำมาใช้งานจริง

ตารางที่ ข. 1.2 ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร
ที่ไม่ได้ติดตั้งกริพอด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกด้านล่าง (มม.)	ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)				ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)				ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอย (%)
		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน	ทางออกด้านล่าง		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน	ทางออกด้านล่าง		
				HC 75	HC 50			HC 75	HC 50	
12 10	0.5	3.20	0.16	2.05	1.00	45.67	47.76	50.27	48.91	173.39 *
	1.0	4.03	0.19	2.35	1.47	45.67	47.96	51.44	49.15	215.22 *
	2.0	5.24	0.21	2.88	2.09	45.67	45.89	52.21	50.00	290.75 *
	3.0	5.90	0.24	3.19	2.45	45.67	45.15	53.87	52.52	391.76 *
10 9	0.5	2.51	0.21	1.52	0.77	43.69	46.20	49.21	46.79	117.47 *
	1.0	3.38	0.27	1.92	1.17	43.69	43.92	49.33	47.39	128.50 *
	2.0	4.39	0.36	2.41	1.62	43.69	44.22	50.06	49.09	153.22 *
	3.0	5.65	0.43	3.30	1.91	43.69	43.00	52.08	50.37	215.29 *
8 6	0.5	2.52	0.22	1.65	0.62	37.56	40.61	42.48	40.12	117.45 *
	1.0	3.09	0.28	1.83	0.96	37.56	38.15	44.33	42.30	161.07 *
	2.0	3.97	0.40	2.21	1.36	37.56	37.00	45.48	43.67	171.81 *
	3.0	5.01	0.53	2.73	1.72	37.56	36.44	50.27	53.50	312.03 *

* ค่าที่ไม่สะท้อนกับความเป็นจริง เนื่องจากมีค่า R_q สูงมาก จึงไม่นำค่าที่ได้นี้มาใช้งานจริง

ตารางที่ ข. 1.3 ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร
ที่ไม่ได้ติดตั้งกริพอด

ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางทางออก ด้านล่าง (มม.)	ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)				ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)				ประสิทธิภาพในการ แยกของแข็งแขวนลอย (%)
		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง		จ่ายเข้า	ทางออก ด้านบน	ทางออกด้านล่าง		
				HC 50	HC 10			HC 50	HC 10	
10 1	0.5	1.68	0.15	1.52	0.08	41.22	40.67	51.86	51.78	275.23 *
	1.0	2.27	0.16	2.00	0.16	41.22	40.11	52.08	53.11	358.18 *
	2.0	2.89	0.18	2.54	0.17	41.22	39.79	53.18	54.56	440.00 *
	3.0	3.52	0.19	3.08	0.24	41.22	38.89	54.56	55.76	569.18 *
9 1	0.5	1.23	0.16	1.00	0.07	47.22	43.56	58.86	58.97	164.95 *
	1.0	2.05	0.17	1.71	0.16	47.22	43.24	59.08	60.02	278.15 *
	2.0	2.86	0.19	2.41	0.24	47.22	42.58	61.18	63.44	418.38 *
	3.0	3.57	0.22	3.00	0.32	47.22	40.22	62.56	63.76	493.94 *
6 1	0.5	1.14	0.16	0.91	0.07	59.33	56.03	73.78	77.63	152.02 *
	1.0	1.33	0.17	1.00	0.15	59.33	54.70	75.26	78.52	186.48 *
	2.0	1.89	0.20	1.43	0.25	59.33	53.81	77.41	81.67	264.95 *
	3.0	2.47	0.22	1.95	0.32	59.33	52.00	80.85	84.85	384.06 *

* ค่าที่ได้ไม่สะท้อนกับความเป็นจริง เนื่องจากมีค่า R_g สูงมาก จึงไม่นำค่าที่ได้นี้มาใช้งานจริง

ตารางที่ ข. 1.4 ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร
ที่ติดตั้งกริพพอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ในกริพพอด (นาที)	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)		ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ประสิทธิภาพในการแยก ของแข็งแขวนลอย (%)
		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน ของ HC 10	จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน ของ HC 10	
0.5	30	0.22	0.22	22.67	18.22	19.63
	60	0.22	0.22	22.89	18.67	18.44
	120	0.22	0.22	25.83	22.44	13.12
	240	0.22	0.22	26.06	22.00	15.58
	360	0.22	0.22	26.28	22.89	12.90
1.0	30	0.30	0.30	23.78	18.22	23.38
	60	0.30	0.30	23.78	18.44	22.46
	120	0.30	0.30	23.11	18.22	21.16
	240	0.30	0.30	22.89	18.44	19.44
	360	0.30	0.30	22.67	18.67	17.64

ตารางที่ ข. 1.4 ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร
ที่ติดตั้งกริพพอด (ต่อ)

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ในกริพพอด (นาที)	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)		ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ประสิทธิภาพในการแยก ของแข็งแขวนลอย (%)
		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน ของ HC 10	จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน ของ HC 10	
2.0	30	0.42	0.42	40.06	29.78	25.66
	60	0.42	0.42	40.39	31.11	22.98
	120	0.42	0.42	40.06	31.94	20.27
	240	0.42	0.42	39.56	33.61	15.04
	360	0.42	0.42	41.22	34.89	15.36
3.0	30	0.52	0.52	38.89	28.22	27.44
	60	0.52	0.52	36.00	26.67	25.92
	120	0.52	0.52	39.33	30.22	23.16
	240	0.52	0.52	39.78	30.67	22.90
	360	0.52	0.52	38.67	30.44	21.80

ตารางที่ ข. 1.5 ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร
ที่ติดตั้งกริพพอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ในกริพพอด (นาที)	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)		ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ประสิทธิภาพในการแยก ของแข็งแขวนลอย (%)
		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน ของ HC 50	จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน ของ HC 50	
0.5	30	0.28	0.28	22.00	22.00	1.00
	60	0.28	0.28	22.67	21.78	3.93
	120	0.28	0.28	22.22	22.22	0.00
	240	0.28	0.28	54.93	54.67	0.57
	360	0.28	0.28	52.27	52.53	0.00
1.0	30	0.38	0.38	20.00	17.78	11.10
	60	0.38	0.38	21.11	18.67	11.56
	120	0.38	0.38	20.67	17.56	15.05
	240	0.38	0.38	22.47	19.22	14.46
	360	0.38	0.38	23.67	18.89	15.78

ตารางที่ ข. 1.5 ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร
ที่ติดตั้งกรรพอด (ต่อ)

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ในการกรรพอด (นาที)	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)		ความเข้มข้นของของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ประสิทธิภาพในการแยก ของแข็งแขวนลอย (%)
		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน ของ HC 50	จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน ของ HC 50	
2.0	30	0.55	0.55	42.39	36.17	14.67
	60	0.55	0.55	42.83	36.17	15.55
	120	0.55	0.55	42.61	36.72	13.82
	240	0.55	0.55	34.94	31.11	11.29
	360	0.55	0.55	43.33	38.56	11.01
3.0	30	0.72	0.72	32.89	27.11	17.57
	60	0.72	0.72	32.22	27.56	19.15
	120	0.72	0.72	32.00	27.11	15.28
	240	0.72	0.72	31.33	25.33	14.46
	360	0.72	0.72	28.44	25.78	9.35

ตารางที่ ข. 1.6 ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร
ที่ติดตั้งกิริทพอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ในกิริทพอด (นาที)	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)		ความเข้มข้นของของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ประสิทธิภาพในการแยก ของแข็งแขวนลอย (%)
		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน ของ HC 10	จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน ของ HC 10	
0.5	30	0.23	0.23	30.22	27.24	9.86
	60	0.23	0.23	27.61	25.02	9.38
	120	0.23	0.23	33.67	30.53	9.33
	240	0.23	0.23	34.00	31.67	6.85
	360	0.23	0.23	35.00	32.33	7.63
1.0	30	0.30	0.30	29.11	23.24	20.16
	60	0.30	0.30	32.67	26.71	18.24
	120	0.30	0.30	40.17	32.33	19.52
	240	0.30	0.30	44.33	37.67	15.02
	360	0.30	0.30	43.33	37.17	16.15



ตารางที่ ข. 1.6 ประสิทธิภาพในการแยกของแข็งแขวนลอยของการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพอด (ต่อ)

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ในกริพอด (นาที)	อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)		ความเข้มข้นของของแข็ง แขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ประสิทธิภาพในการแยก ของแข็งแขวนลอย (%)
		จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน ของ HC 10	จ่ายเข้า	ทางออกด้านบน ของ HC 10	
2.0	30	0.42	0.42	35.60	25.60	28.09
	60	0.42	0.42	34.93	25.37	27.37
	120	0.42	0.42	35.73	26.60	25.55
	240	0.42	0.42	35.47	26.63	24.92
	360	0.42	0.42	40.17	31.33	22.01
3.0	30	0.55	0.55	23.73	16.40	30.89
	60	0.55	0.55	23.87	16.67	30.16
	120	0.55	0.55	23.60	16.53	29.96
	240	0.55	0.55	23.47	16.67	28.97
	360	0.55	0.55	27.73	20.22	27.08

ภาคผนวก ค

การคำนวณมวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้
จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด

การคำนวณมวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม

ดุลมวล (Mass balance) ของมวลที่แยกได้จากไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริฟฟอด

มวลที่เข้าไฮโดรไซโคลน = มวลที่ออกทางด้านบน + มวลที่สะสมอยู่ในกริฟฟอด

$$Q_f C_f T = Q_o C_o T + (V_{GP1} C_{GP1} + V_{GP2} C_{GP2} + V_{GP3} C_{GP3}) \quad (3)$$

$$(V_{GP1} C_{GP1} + V_{GP2} C_{GP2} + V_{GP3} C_{GP3}) = Q_f C_f T - Q_o C_o T \quad (4)$$

ตัวอย่างการคำนวณมวลที่แยกได้ในไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริฟฟอด

การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริฟฟอด ความดัน 3 บาร์ เวลาที่ใช้ดำเนินการในกริฟฟอด 30 นาที

1.1 ดุลมวล (Mass balance)

1.1.1 มวลเข้า (Feed mass)

$$\begin{aligned} \text{จากสมการที่ (3) มวลเข้า (Feed mass)} &= Q_f C_f T \\ &= 0.52 \frac{\text{ลบ.ม.}}{\text{ชม.}} \times 38.89 \frac{\text{มก.}}{\text{ล.}} \times 30 \text{ นาที} \times \frac{1 \text{ ชม.}}{60 \text{ นาที}} \times \frac{1000 \text{ ล.}}{1 \text{ ลบ.ม.}} \times \frac{1 \text{ กรัม}}{1000 \text{ มก.}} \\ &\text{เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที มีมวลจ่ายเข้า 10.111 กรัม} \\ &\text{ดังนั้น ใน 1 นาที มีมวลจ่ายเข้า} \\ &= \frac{10.111 \text{ กรัม}}{30 \text{ นาที}} \\ &= 0.337 \text{ กรัม/นาที} \end{aligned}$$

1.1.2 มวลทางออกด้านบน (Overflow mass)

$$\begin{aligned} \text{จากสมการที่ (3) มวลทางออกด้านบน (Overflow mass)} &= Q_o C_o T \\ &= 0.52 \frac{\text{ลบ.ม.}}{\text{ชม.}} \times 28.22 \frac{\text{มก.}}{\text{ล.}} \times 30 \text{ นาที} \times \frac{1 \text{ ชม.}}{60 \text{ นาที}} \times \frac{1000 \text{ ล.}}{1 \text{ ลบ.ม.}} \times \frac{1 \text{ กรัม}}{1000 \text{ มก.}} \\ &\text{เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที มีมวลจ่ายเข้า 7.337 กรัม} \\ &\text{ดังนั้น ใน 1 นาที มีมวลจ่ายเข้า} \\ &= \frac{7.337 \text{ กรัม}}{30 \text{ นาที}} \\ &= 0.245 \text{ กรัม/นาที} \end{aligned}$$

1.1.3 มวลทางออกด้านล่าง (Underflow mass)

จากสมการที่ (4) มวลที่สะสมในกริทพอด = มวลที่จ่ายเข้า – มวลที่ออกด้านบน

= 0.337 - 0.245

= 0.092 กรัม/นาทึ

ตารางที่ ค. 1 มวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด

ตารางที่ ค. 1.1 มวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลา (นาทึ)	มวลจ่ายเข้า (กรัม/นาทึ)	มวล (ทางออกด้านบน) (กรัม/นาทึ)	มวล (ที่สะสมในกริทพอด) (กรัม/นาทึ)
0.5	30	0.083	0.067	0.016
	60	0.084	0.068	0.015
	120	0.095	0.082	0.012
	240	0.096	0.081	0.015
	360	0.096	0.084	0.012
1.0	30	0.119	0.091	0.028
	60	0.119	0.092	0.027
	120	0.116	0.091	0.024
	240	0.114	0.092	0.022
	360	0.113	0.093	0.020
2.0	30	0.280	0.208	0.072
	60	0.283	0.218	0.065
	120	0.280	0.224	0.057
	240	0.277	0.235	0.042
	360	0.289	0.244	0.044
3.0	30	0.337	0.245	0.092
	60	0.312	0.231	0.081
	120	0.341	0.262	0.079
	240	0.345	0.266	0.079
	360	0.335	0.264	0.071

ตารางที่ ค. 1.2 มวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริฟฟอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลา (นาทีก)	มวลจ่ายเข้า (กรัม/นาทีก)	มวล (ทางออกด้านบน) (กรัม/นาทีก)	มวล (ที่สะสมในกริฟฟอด) (กรัม/นาทีก)
0.5	30	0.103	0.102	0.001
	60	0.106	0.102	0.004
	120	0.104	0.104	0.000
	240	0.107	0.106	0.001
	360	0.110	0.111	0.000
1.0	30	0.127	0.113	0.014
	60	0.134	0.118	0.015
	120	0.131	0.111	0.020
	240	0.142	0.122	0.021
	360	0.146	0.123	0.023
2.0	30	0.389	0.332	0.057
	60	0.393	0.332	0.061
	120	0.391	0.337	0.054
	240	0.374	0.332	0.042
	360	0.397	0.353	0.044
3.0	30	0.395	0.325	0.069
	60	0.376	0.304	0.072
	120	0.384	0.325	0.059
	240	0.387	0.331	0.056
	360	0.341	0.309	0.032

ตารางที่ ค. 1.3 มวลของแข็งแขวนลอยที่แยกได้จากการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดันจ่ายเข้า (บาร์)	เวลา (นาที)	มวลจ่ายเข้า (กรัม/นาที)	มวล (ทางออกด้านบน) (กรัม/นาที)	มวล (ที่สะสมในกริทพอด) (กรัม/นาที)
0.5	30	0.116	0.104	0.011
	60	0.106	0.096	0.010
	120	0.129	0.117	0.012
	240	0.130	0.121	0.009
	360	0.134	0.124	0.010
1.0	30	0.146	0.116	0.029
	60	0.163	0.134	0.030
	120	0.201	0.162	0.039
	240	0.222	0.188	0.033
	360	0.222	0.186	0.036
2.0	30	0.249	0.179	0.070
	60	0.245	0.178	0.067
	120	0.250	0.186	0.064
	240	0.248	0.186	0.062
	360	0.281	0.219	0.062
3.0	30	0.218	0.150	0.067
	60	0.219	0.153	0.066
	120	0.216	0.152	0.065
	240	0.215	0.153	0.062
	360	0.254	0.185	0.069

ภาคผนวก ง

การคำนวณปริมาณสัลไฟด์ที่ลดลงเมื่อติดตั้งไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้ง
กริทพอดเป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา

และ

การคำนวณค่าไฟฟ้าของการใช้ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด
เป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสลัดจ์ที่ลดลงเมื่อติดตั้งไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้ง กริทพอดเป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา

การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด

ในงานวิจัยนี้ต้องการหาปริมาณสลัดจ์ที่ลดลงเมื่อนำการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอดมาติดตั้งก่อนเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปา โดยเทียบกับระบบผลิตน้ำประปาในปัจจุบัน ดังนั้นจึงให้น้ำดิบที่จ่ายเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปาในปัจจุบันและที่จ่ายเข้าสู่ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมมีค่าความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยเท่ากัน และจากการสอบถามข้อมูลจากการประปานครหลวง พบว่าที่โรงกรองน้ำสามเสนในช่วงตลอดปี 2552 มีอัตราไหลเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปาเฉลี่ย 500,348 ลบ.ม./วัน โดยตัวอย่างการคำนวณในหัวข้อนี้ จะใช้ตัวเลขนี้เป็นตัวอย่างในการคำนวณ

การจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด ความดัน 2 บาร์ ใช้เวลาในการดำเนินการในกริทพอด 30 นาที จากผลการทดลอง พบว่าความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่เข้าสู่ไฮโดรไซโคลน 35.60 มก./ล. มีค่าความขุ่น 37.7 NTU และความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ทางออกด้านบน 25.60 มก./ล. มีค่าความขุ่น 33.5 NTU

1. เปรียบเทียบปริมาณสลัดจ์ที่ลดลงได้ระหว่างระบบผลิตน้ำประปาในปัจจุบันกับระบบที่เมื่อมีการติดตั้งไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมก่อนเข้าสู่ระบบผลิตประปา

1.1 ระบบผลิตน้ำประปาในปัจจุบัน

ปริมาณของแข็งแขวนลอยที่ถูกกำจัดโดยการทำความสะอาดน้ำแบบธรรมดา (สมมติประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งแขวนลอย 100%)

$$\begin{aligned}
 &= 35.60 \text{ มก./ล.} \times 500,348 \text{ ลบ.ม./วัน} \times \frac{1000 \text{ ล.}}{1 \text{ ลบ.ม.}} \times \frac{1 \text{ กก.}}{10^6 \text{ มก.}} \\
 &= 17,812.4 \text{ กก./วัน} \\
 &= 17.81 \text{ ตัน/วัน}
 \end{aligned}$$

ในการกำจัดของแข็งแขวนลอยในระบบผลิตน้ำประปาจะมีการเติมสารเคมี คือ สารส้ม ซึ่งในการเติมสารส้มนั้นจะนำค่าความขุ่นไปเปรียบเทียบ โดยในการทดลองนี้มีค่าความขุ่น 37.7 NTU และเมื่อนำค่าความขุ่นไปอ่านค่าจากกราฟในรูปที่ 4.26 พบว่า ต้องเติมสารส้มในปริมาณ 26.5 มก./ล. ซึ่งในการกำจัดของแข็งแขวนลอยนี้จะใช้สารส้ม 13.26 ตัน/วัน ดังนั้น ปริมาณสลัดจ์ที่ถูกกำจัดหลังจากผ่านไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด

$$= 17.81 + 13.26 = 31.07 \text{ ตัน/วัน}$$

1.2 จากการทดลองเมื่อติดตั้งไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรม ก่อนเข้าสู่ระบบผลิตประปา

หลังผ่านไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริฟฟอต มีปริมาณของแข็งแขวนลอยที่ออกทางด้านบน 25.60 มก./ล. และมีค่าความขุ่น 33.5 NTU

$$= 25.60 \text{ มก./ล.} \times 500,348 \text{ ลบ.ม./วัน} \times \frac{1000 \text{ ล.}}{1 \text{ ลบ.ม.}} \times \frac{1 \text{ กก.}}{10^6 \text{ มก.}}$$

$$= 12,808.9 \text{ กก./วัน}$$

$$= 12.81 \text{ ตัน/วัน}$$

ในการกำจัดของแข็งแขวนลอยในระบบผลิตน้ำประปาจะมีการเติมสารเคมี คือ สารส้ม ซึ่งในการเติมสารส้มนั้นจะนำค่าความขุ่นไปเปรียบเทียบ โดยในการทดลองนี้มีค่าความขุ่น 33.5 NTU และเมื่อนำค่าความขุ่นไปอ่านค่าจากกราฟในรูปที่ 4.26 พบว่าต้องเติมสารส้มในปริมาณ 24.8 มก./ล. ซึ่งในการกำจัดของแข็งแขวนลอยนี้จะใช้สารส้ม 12.41 ตัน/วัน ดังนั้น ปริมาณสลัดจ์ที่ถูกกำจัดหลังผ่านไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริฟฟอต

$$= 12.81 + 12.41 = 25.22 \text{ ตัน/วัน}$$

1.3 เปรียบเทียบปริมาณสลัดจ์ที่ลดลงได้ระหว่างระบบผลิตน้ำประปาในปัจจุบันกับระบบที่เมื่อมีการติดตั้งไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมก่อนเข้าสู่ระบบผลิตประปา

- ปริมาณสลัดจ์ที่ถูกกำจัดโดยในระบบผลิตน้ำประปาในปัจจุบัน 31.07 ตัน/วัน
- ปริมาณสลัดจ์ที่ถูกกำจัดหลังผ่านไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริฟฟอต 25.22 ตัน/วัน

ดังนั้น สามารถลดปริมาณสลัดจ์ที่เกิดจากสารส้มได้ $31.07 - 25.22 = 5.85$ ตัน/วัน

$$\text{สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้} = \frac{31.07 - 25.22}{31.07} \times 100$$

$$= 18.84 \text{ เปอร์เซ็นต์ต่อวัน}$$

2. ค่าใช้จ่ายในการกำจัดสลัดจ์ที่ลดลง

จากการสอบถามข้อมูลราคาค่ากำจัดสลัดจ์จากบริษัท เบตเตอร์ เวิลด์ กรีน จำกัด (มหาชน) พบว่า การกำจัดสลัดจ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำประปา เสียค่ากำจัดสลัดจ์ประมาณ 9,000 - 10,000 บาท/ตัน โดยในการคำนวณจะใช้ค่าเฉลี่ย คือ 9,500 บาท/ตัน

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น สามารถลดค่ากำจัดสลัดจ์ได้} &= 9,500 \times 5.85 \\ &= 55,614 \text{ บาท/วัน}\end{aligned}$$

3. ปริมาณสารส้มที่ลดลงและค่าใช้จ่ายของสารส้มที่ลดลง

- ปริมาณสารส้มที่เติมลงไปในระบบผลิตน้ำประปาในปัจจุบัน 13.26 ตัน/วัน
- ปริมาณสารส้มที่เติมลงไปหลังผ่านไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด 12.41 ตัน/วัน

$$\text{ดังนั้น สามารถลดปริมาณสารส้มที่เติมลงไปได้ } 13.26 - 12.41 = 0.85 \text{ ตัน/วัน}$$

จากการสอบถามข้อมูลราคาสารส้มจากกองวิเคราะห์คุณภาพน้ำ การประปานครหลวง พบว่า สารส้มมีราคา 4,432 บาท/ตัน

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น สามารถลดค่าใช้จ่ายของสารส้มที่ลดลงได้} &= 4,432 \times 0.85 \\ &= 3,770 \text{ บาท/วัน}\end{aligned}$$

4. ค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ทั้งหมด

- ค่าใช้จ่ายในการกำจัดสลัดจ์ที่ลดลง 55,614 บาท/วัน
- ค่าใช้จ่ายของสารส้มที่ลดลง 3,770 บาท/วัน

$$\text{ดังนั้น ค่าใช้จ่ายที่สามารถลดลงไปทั้งหมด} = 55,614 + 3,770 = 59,384 \text{ ตัน/วัน}$$

ตัวอย่างการคำนวณค่าไฟฟ้าของการใช้ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริฟฟอด
เป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา

$$\text{กำลังไฟของเครื่องสูบน้ำ (กิโลวัตต์)} = \frac{QH}{102\eta}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหล (ลิตรต่อวินาที)

H = แรงดันสุทธิ (เมตร)

η = ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

อัตราการไหลสูงสุด = 30,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง (84 ลิตรต่อวินาที)

แรงดันสุทธิของไฮโดรไซโคลนประมาณ 30 เมตร

ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์

ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด = 2.695 บาท/กิโลวัตต์-ชั่วโมง (ที่มา: <http://www.pea.co.th>)

$$\text{ดังนั้น กำลังไฟของเครื่องสูบน้ำ} = \frac{84 \times 30}{102 \times 0.5} = 49.41 \text{ กิโลวัตต์}$$

$$\text{ดังนั้น ค่าไฟฟ้า} = 49.41 \text{ กิโลวัตต์} \times 2.695 \frac{\text{บาท}}{\text{กิโลวัตต์} \cdot \text{ชั่วโมง}} = 134 \text{ บาท/ชั่วโมง}$$

คิดเงินระบบวันละ 24 ชั่วโมง $\therefore$ ใช้ไฟฟ้า 3,216 บาท/วัน (ต่อ 30,000 ลูกบาศก์เมตร)

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น อัตราการไหล 1 ลูกบาศก์เมตร/วัน จ่ายค่าไฟฟ้า} &= \frac{3,216 \text{ บาทต่อวัน}}{30,000 \text{ ลูกบาศก์เมตร/วัน}} \\ &= 0.107 \text{ บาท/ลูกบาศก์เมตร} \end{aligned}$$

เมื่อทำการคำนวณในลักษณะเดียวกันนี้ในทุกๆ กรณี สามารถสรุปค่าต่างๆ ได้ดังตารางต่อไป

ปริมาณสลัดจ์และค่าใช้จ่ายที่ลดลงเมื่อติดตั้งไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพพอด ก่อนเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปา

ตารางที่ จ. 1.1 ค่าความขุ่นและความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ทางเข้าและทางออกด้านบน ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพพอด ก่อนเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปา

ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริพพอด (นาทิจ)	ความขุ่นของแข็งแขวนลอย (เอ็นทียู)		ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	
		ทางเข้า	ทางออกด้านบน	ทางเข้า	ทางออกด้านบน
0.5	30	25.0	23.5	22.67	18.22
	60	25.0	23.7	22.89	18.67
	120	26.0	23.5	25.83	22.44
	240	26.0	25.0	26.06	22.00
	360	26.0	25.5	26.28	22.89
1.0	30	25.5	24.5	23.78	18.22
	60	25.5	24.7	23.78	18.44
	120	25.0	25.0	23.11	18.22
	240	24.5	24.2	22.89	18.44
	360	24.5	23.7	22.67	18.67
2.0	30	44.3	43.2	40.06	29.78
	60	44.3	43.3	40.39	31.11
	120	44.3	43.0	40.06	31.94
	240	41.7	39.8	39.56	33.61
	360	45.0	44.0	41.22	34.89
3.0	30	40.0	38.7	38.89	28.22
	60	39.7	37.3	36.00	26.67
	120	42.5	41.0	39.33	30.22
	240	42.8	41.5	39.78	30.67
	360	42.8	41.7	38.67	30.44

ตารางที่ ง. 1.2 ค่ากำจัดสลัดจ์ที่ลดลงได้ด้วยการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพพอด

ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริพพอด (นาที)	ปริมาณสลัดจ์ (ตัน/วัน)		ปริมาณสลัดจ์ที่ลดลง		จำนวนเงิน (บาท/วัน)
		ระบบผลิต น้ำใน ปัจจุบัน	ระบบผลิตน้ำที่ติดตั้ง การจัดเรียงไฮโดร ไซโคลนแบบอนุกรม	ตัน/วัน	เปอร์เซ็นต์	
0.5	30	21.95	19.37	2.58	11.74	24,480
	60	22.06	19.70	2.36	10.71	22,436
	120	23.73	21.48	2.25	9.47	21,342
	240	23.85	21.62	2.23	9.36	21,200
	360	23.96	22.16	1.80	7.50	17,064
1.0	30	22.61	19.62	2.98	13.19	28,330
	60	22.61	19.78	2.82	12.48	26,809
	120	22.17	19.72	2.45	11.04	23,244
	240	21.96	19.63	2.33	10.59	22,103
	360	21.85	19.70	2.15	9.85	20,439
2.0	30	34.70	29.31	5.39	15.54	51,241
	60	34.87	30.03	4.84	13.89	46,012
	120	34.70	30.34	4.36	12.57	41,449
	240	33.90	30.53	3.38	9.96	32,085
	360	35.38	32.07	3.32	9.37	31,514
3.0	30	33.17	27.63	5.54	16.70	52,619
	60	31.67	26.55	5.12	16.16	48,626
	120	33.94	29.08	4.86	14.32	46,155
	240	34.16	29.36	4.81	14.07	45,679
	360	33.61	29.34	4.27	12.70	40,546

ตารางที่ ง. 1.3 ปริมาณสารส้มที่ลดลงได้ด้วยการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริทพอด (นาท)	ปริมาณสารส้มที่เดิมลงไป (ตัน/วัน)		ปริมาณ สารส้มที่ลดลง (ตัน/วัน)	จำนวน เงิน (บาท/วัน)
		ระบบผลิตน้ำ ในปัจจุบัน	ระบบผลิตน้ำที่ติดตั้ง การจัดเรียงไฮโดร ไซโคลนแบบอนุกรม		
0.5	30	10.61	10.26	0.35	1,552
	60	10.61	10.36	0.25	1,109
	120	10.81	10.26	0.55	2,439
	240	10.81	10.61	0.20	887
	360	10.81	10.71	0.10	444
1.0	30	10.71	10.51	0.20	887
	60	10.71	10.56	0.15	665
	120	10.61	10.61	0.00	0
	240	10.51	10.41	0.10	444
	360	10.51	10.36	0.15	665
2.0	30	14.66	14.41	0.25	1,109
	60	14.66	14.46	0.20	887
	120	14.66	14.36	0.30	1,331
	240	14.11	13.71	0.40	1,774
	360	14.76	14.61	0.15	665
3.0	30	13.710	13.509	0.20	887
	60	13.66	13.21	0.45	1,996
	120	14.26	13.96	0.30	1,331
	240	14.26	14.01	0.25	1,109
	360	14.26	14.11	0.15	665

ตารางที่ ง. 1.4 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงทั้งหมดหลังผ่านการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด เมื่อหักค่าไฟฟ้าของไฮโดรไซโคลน 3,216 บาท/วัน

ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ใน กริทพอด (นาท)	ค่าใช้จ่ายที่ลดลง (บาท/วัน)		ค่าไฟฟ้าของ ไฮโดรไซโคลน (บาท/วัน)	ค่าใช้จ่ายที่ลดลง ทั้งหมด (บาท/วัน)
		ปริมาณสลัดจ์ ที่ลดลง	ปริมาณสารส้ม ที่ลดลง		
0.5	30	24,480	1,552	3,216	22,816
	60	22,436	1,109	3,216	20,328
	120	21,342	2,439	3,216	20,566
	240	21,200	887	3,216	18,871
	360	17,064	444	3,216	14,292
1.0	30	28,330	887	3,216	26,001
	60	26,809	665	3,216	24,258
	120	23,244	0	3,216	20,028
	240	22,103	444	3,216	19,330
	360	20,439	665	3,216	17,888
2.0	30	51,241	1,109	3,216	49,133
	60	46,012	887	3,216	43,683
	120	41,449	1,331	3,216	39,563
	240	32,085	1,774	3,216	30,643
	360	31,514	665	3,216	28,964
3.0	30	52,619	887	3,216	50,290
	60	48,626	1,996	3,216	47,406
	120	46,155	1,331	3,216	44,269
	240	45,679	1,109	3,216	43,572
	360	40,546	665	3,216	37,995

ปริมาณสลัดจ์และค่าใช้จ่ายที่ลดลงเมื่อติดตั้งไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพพอด ก่อนเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปา

ตารางที่ ง. 1.5 ค่าความขุ่นและความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ทางเข้าและทางออกด้านบน ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริพพอด ก่อนเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปา

ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริพพอด (นาทิจ)	ความขุ่นของแข็งแขวนลอย (เอ็นทียู)		ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	
		ทางเข้า	ทางออกด้านบน	ทางเข้า	ทางออกด้านบน
0.5	30	25.0	25.0	22.00	22.00
	60	25.5	24.8	22.67	21.78
	120	25.0	25.0	22.22	22.22
	240	26.0	25.5	54.93	54.67
	360	26.0	26.5	52.27	52.53
1.0	30	24.0	22.5	20.00	17.78
	60	24.5	22.7	21.11	18.67
	120	24.0	22.5	20.67	17.56
	240	25.0	23.0	22.47	19.22
	360	25.0	22.7	23.67	18.89
2.0	30	41.0	38.0	42.39	36.17
	60	41.5	38.0	42.83	36.17
	120	41.5	38.5	42.61	36.72
	240	40.0	38.2	34.94	31.11
	360	42.3	39.0	43.33	38.56
3.0	30	38.0	36.0	32.89	27.11
	60	36.7	35.0	32.22	27.56
	120	37.0	36.0	32.00	27.11
	240	37.0	36.5	31.33	25.33
	360	36.0	35.3	28.44	25.78

ตารางที่ ง. 1.6 ค่ากำจัดสลัดจ์ที่ลดลงได้ด้วยการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริทพอด (นาที)	ปริมาณสลัดจ์ (ตัน/วัน)		ปริมาณสลัดจ์ที่ลดลง		จำนวนเงิน (บาท/วัน)
		ระบบผลิต น้ำใน ปัจจุบัน	ระบบผลิตน้ำที่ติดตั้ง การจัดเรียงไฮโดร ไซโคลนแบบอนุกรม	ตัน/วัน	เปอร์เซ็นต์	
0.5	30	21.62	21.62	0.00	0.00	0
	60	22.05	21.45	0.60	2.70	5,656
	120	21.73	21.73	0.00	0.00	0
	240	38.29	38.06	0.23	0.60	2,187
	360	36.96	37.19	-0.23	-0.62	0
1.0	30	20.36	19.00	1.36	6.68	12,929
	60	21.02	19.50	1.52	7.24	14,450
	120	20.70	18.89	1.81	8.73	17,159
	240	21.85	19.82	2.03	9.27	19,251
	360	22.45	19.61	2.84	12.66	26,999
2.0	30	35.17	31.41	3.76	10.70	35,745
	60	35.49	31.41	4.08	11.50	38,787
	120	35.38	31.78	3.60	10.17	34,176
	240	26.19	28.93	-2.74	-10.45	0
	360	35.89	32.80	3.09	8.60	29,328
3.0	30	29.77	26.42	3.34	11.23	31,752
	60	29.18	26.50	2.68	9.19	25,478
	120	29.12	26.42	2.70	9.26	25,620
	240	28.79	25.68	3.10	10.78	29,470
	360	27.14	25.66	1.48	5.46	14,070

ตารางที่ ง. 1.7 ปริมาณสารส้มที่ลดลงได้ด้วยการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริทพอด (นาที)	ปริมาณสารส้มที่เดิมลงไป (ตัน/วัน)		ปริมาณ สารส้มที่ลดลง (ตัน/วัน)	จำนวน เงิน (บาท/วัน)
		ระบบผลิตน้ำ ในปัจจุบัน	ระบบผลิตน้ำที่ติดตั้ง การจัดเรียงไฮโดร ไซโคลนแบบอนุกรม		
0.5	30	10.61	10.61	0.00	0
	60	10.71	10.56	0.15	665
	120	10.61	10.61	0.00	0
	240	10.81	10.71	0.10	444
	360	10.81	10.91	-0.10	0
1.0	30	10.36	10.11	0.25	1,109
	60	10.46	10.16	0.30	1,331
	120	10.36	10.11	0.25	1,109
	240	10.61	10.21	0.40	1,774
	360	10.61	10.16	0.45	1,996
2.0	30	13.96	13.31	0.65	2,883
	60	14.06	13.31	0.75	3,326
	120	14.06	13.41	0.65	2,883
	240	13.71	13.36	0.35	1,552
	360	14.21	13.51	0.70	3,105
3.0	30	13.31	12.86	0.45	1,996
	60	13.06	12.71	0.35	1,552
	120	13.11	12.86	0.25	1,109
	240	13.11	13.01	0.10	444
	360	12.91	12.76	0.15	665

ตารางที่ ง. 1.8 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงทั้งหมดหลังผ่านการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 และ 50 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด เมื่อหักค่าไฟฟ้าของไฮโดรไซโคลน 3,216 บาท/วัน

ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ใน กริทพอด (นาทื)	ค่าใช้จ่ายที่ลดลง (บาท/วัน)		ค่าไฟฟ้าของ ไฮโดรไซโคลน (บาท/วัน)	ค่าใช้จ่ายที่ ลดลงทั้งหมด (บาท/วัน)
		ปริมาณสลัดจ์ ที่ลดลง	ปริมาณสารส้ม ที่ลดลง		
0.5	30	0	0	3,216	0
	60	5,656	665	3,216	3,106
	120	0	0	3,216	0
	240	2,187	444	3,216	0
	360	0	0	3,216	0
1.0	30	12,929	1,109	3,216	10,822
	60	14,450	1,331	3,216	12,565
	120	17,159	1,109	3,216	15,052
	240	19,251	1,774	3,216	17,809
	360	26,999	1,996	3,216	25,779
2.0	30	35,745	2,883	3,216	35,412
	60	38,787	3,326	3,216	38,897
	120	34,176	2,883	3,216	33,843
	240	0	1,552	3,216	0
	360	29,328	3,105	3,216	29,216
3.0	30	31,752	1,996	3,216	30,532
	60	25,478	1,552	3,216	23,814
	120	25,620	1,109	3,216	23,513
	240	29,470	444	3,216	26,698
	360	14,070	665	3,216	11,519

ปริมาณสลัดจ์และค่าใช้จ่ายที่ลดลงเมื่อติดตั้งไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ก่อนเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปา

ตารางที่ ง. 1.9 ค่าความขุ่นและความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยที่ทางเข้าและทางออกด้านบนไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริฟฟอดก่อนเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปา

ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริฟฟอด (นาที)	ความขุ่นของแข็งแขวนลอย (เอ็นทียู)		ความเข้มข้นของของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	
		ทางเข้า	ทางออกด้านบน	ทางเข้า	ทางออกด้านบน
0.5	30	35.0	34.0	30.22	27.24
	60	33.0	32.3	27.61	25.02
	120	36.3	35.3	33.67	30.53
	240	37.0	36.0	34.00	31.67
	360	39.0	37.3	35.00	32.33
1.0	30	34.0	32.7	29.11	23.24
	60	36.0	34.3	32.67	26.71
	120	56.3	54.0	40.17	32.33
	240	58.0	56.3	44.33	37.67
	360	58.0	56.5	43.33	37.17
2.0	30	37.7	33.5	35.60	25.60
	60	37.5	33.3	34.93	25.37
	120	37.7	34.0	35.73	26.6
	240	37.7	34.0	35.47	26.63
	360	39.0	36.3	40.17	31.33
3.0	30	34.7	29.3	23.73	16.40
	60	35.0	29.3	23.87	16.67
	120	34.7	29.0	23.60	16.53
	240	34.3	29.3	23.47	16.67
	360	36.5	32.0	27.73	20.22

ตารางที่ ง. 1.10 ค่ากำจัดสลัดจ์ที่ลดลงได้ด้วยการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกริทพอด (นาที)	ปริมาณสลัดจ์ (ตัน/วัน)		ปริมาณสลัดจ์ที่ลดลง		จำนวนเงิน (บาท/วัน)
		ระบบผลิต น้ำใน ปัจจุบัน	ระบบผลิตน้ำที่ติดตั้ง การจัดเรียงไฮโดร ไซโคลนแบบอนุกรม	ตัน/วัน	เปอร์เซ็นต์	
0.5	30	27.83	26.14	1.69	6.08	16,066
	60	26.07	24.63	1.45	5.55	13,737
	120	29.81	28.03	1.77	5.94	16,827
	240	30.12	28.70	1.42	4.70	13,452
	360	31.02	29.39	1.64	5.27	15,543
1.0	30	27.07	23.84	3.24	11.96	30,754
	60	29.26	25.92	3.33	11.39	31,657
	120	37.26	32.89	4.37	11.74	41,544
	240	39.69	36.01	3.68	9.28	34,984
	360	39.19	35.81	3.38	8.63	32,132
2.0	30	31.07	25.22	5.85	18.84	55,614
	60	30.69	25.00	5.68	18.52	53,998
	120	31.14	25.82	5.32	17.08	50,528
	240	31.01	25.83	5.17	16.69	49,149
	360	33.61	28.63	4.97	14.80	47,248
3.0	30	24.53	19.66	4.87	19.84	46,250
	60	24.65	19.80	4.85	19.69	46,107
	120	24.47	19.63	4.84	19.78	45,964
	240	24.30	19.80	4.50	18.53	42,780
	360	26.88	22.18	4.71	17.51	44,729

ตารางที่ ง. 1.11 ปริมาณสารส้มที่ลดลงได้ด้วยการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกรรพอด

ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ ในกรรพอด (นาทื)	ปริมาณสารส้มที่เดิมลงไป (ตัน/วัน)		ปริมาณ สารส้มที่ลดลง (ตัน/วัน)	จำนวน เงิน (บาท/วัน)
		ระบบผลิตน้ำ ในปัจจุบัน	ระบบผลิตน้ำที่ติดตั้ง การจัดเรียงไฮโดร ไซโคลนแบบอนุกรม		
0.5	30	12.71	12.51	0.20	887
	60	12.26	12.11	0.15	665
	120	12.96	12.76	0.20	887
	240	13.11	12.86	0.25	1,109
	360	13.51	13.21	0.30	1,331
1.0	30	12.51	12.21	0.30	1,331
	60	12.91	12.56	0.35	1,552
	120	17.16	16.71	0.45	1,996
	240	17.51	17.16	0.35	1,552
	360	17.51	17.21	0.30	1,331
2.0	30	13.26	12.41	0.85	3,770
	60	13.21	12.31	0.90	3,992
	120	13.26	12.51	0.75	3,326
	240	13.26	12.51	0.75	3,326
	360	13.51	12.96	0.55	2,439
3.0	30	12.66	11.46	1.20	5,322
	60	12.71	11.46	1.25	5,544
	120	12.66	11.36	1.30	5,766
	240	12.56	11.46	1.10	4,879
	360	13.01	12.06	0.95	4,213

ตารางที่ ง. 1.12 ค่าใช้จ่ายที่ลดลงทั้งหมดหลังผ่านการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด เมื่อหักค่าไฟฟ้าของไฮโดรไซโคลน 3,216 บาท/วัน

ความดัน จ่ายเข้า (บาร์)	เวลาที่ใช้ใน กริทพอด (นาท)	ค่าใช้จ่ายที่ลดลง (บาท/วัน)		ค่าไฟฟ้าของ ไฮโดรไซโคลน (บาท/วัน)	ค่าใช้จ่ายที่ลดลง ทั้งหมด (บาท/วัน)
		ปริมาณสลัดจ์ ที่ลดลง	ปริมาณสารส้ม ที่ลดลง		
0.5	30	16,066	887	3,216	13,737
	60	13,737	665	3,216	11,186
	120	16,827	887	3,216	14,498
	240	13,452	1,109	3,216	11,345
	360	15,543	1,331	3,216	13,658
1.0	30	30,754	1,331	3,216	28,868
	60	31,657	1,552	3,216	29,993
	120	41,544	1,996	3,216	40,324
	240	34,984	1,552	3,216	33,321
	360	32,132	1,331	3,216	30,247
2.0	30	55,614	3,770	3,216	56,168
	60	53,998	3,992	3,216	54,773
	120	50,528	3,326	3,216	50,638
	240	49,149	3,326	3,216	49,259
	360	47,248	2,439	3,216	46,471
3.0	30	46,250	5,322	3,216	48,356
	60	46,107	5,544	3,216	48,435
	120	45,964	5,766	3,216	48,514
	240	42,780	4,879	3,216	44,442
	360	44,729	4,213	3,216	45,726

ตัวอย่างการคำนวณการออกแบบไฮโดรไซโคลนที่ติดตั้งกริทพอด เพื่อใช้เป็นหน่วยบำบัดขั้นต้นในการผลิตน้ำประปา

ในการจัดเรียงไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอด ที่มีการจัดเรียงโดยใช้ไฮโดรไซโคลนขนาด 10 มิลลิเมตร เป็นตัวสุดท้ายของการต่ออนุกรมนั้น เนื่องจากเป็นไฮโดรไซโคลนที่มีขนาดเล็ก จึงทำให้สามารถรองรับปริมาณน้ำจากไฮโดรไซโคลนขนาด 50 มิลลิเมตร ได้น้อย ดังนั้น จึงควรต่อไฮโดรไซโคลนขนาด 10 มิลลิเมตรนี้แบบขนาน เพื่อรองรับปริมาณน้ำที่ผ่านการบำบัดจากไฮโดรไซโคลนขนาด 50 มิลลิเมตร ได้มากขึ้น

การใช้ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมที่ติดตั้งกริทพอดนี้ เหมาะสมที่จะใช้กับการผลิตน้ำประปาในชุมชนขนาดเล็ก เช่น การประปาของชุมชน เป็นต้น โดยตัวอย่างการคำนวณในหัวข้อนี้จะสมมติอัตราไหลเข้าของน้ำดิบในชุมชน 100 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ซึ่งจะใช้ตัวเลขนี้เป็นตัวอย่างในการคำนวณ

ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

อัตราไหลเข้าของน้ำดิบ = 100 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

อัตราไหลเข้าสูงสุดของไฮโดรไซโคลนขนาด 50 มิลลิเมตร ที่ความดัน 3 บาร์
= 10 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

อัตราไหลเข้าสูงสุดของไฮโดรไซโคลนขนาด 10 มิลลิเมตร ที่ความดัน 3 บาร์
= 0.55 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

เลือกใช้

ไฮโดรไซโคลนแบบอนุกรมขนาด 50 และ 10 มิลลิเมตร ที่ติดตั้งกริทพอด

ดังนั้น ไฮโดรไซโคลนที่ต่ออนุกรมกัน จะใช้ไฮโดรไซโคลนขนาด 50 มิลลิเมตร 10 ตัว ต่อขนานกัน
โดยใช้ไฮโดรไซโคลนขนาด 10 มิลลิเมตร 19 ตัว ต่อขนานกันจากไฮโดรไซโคลนขนาด 50 มิลลิเมตร แต่ละตัว รวมใช้ไฮโดรไซโคลนขนาด 10 มิลลิเมตร จำนวน 190 ตัว



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวธัญยธรณ์ สวัสดิวงษ์ เกิดเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2528 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2549 ต่อมาได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550

