

บทที่ 4 ผลและอภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารในน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียชุมชน

1. คุณภาพน้ำเสียต้นแบบ

1.1 น้ำเสียสังเคราะห์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำเสียสังเคราะห์ต้นแบบ พบว่า มีค่า pH 7.59 การนำไฟฟ้า 6.327 mS/cm ค่า BOD 1,350 mg/L ค่า COD 1,620 mg/L ฟอสฟอรัส 0.001 mg/L ค่า TKN 10.08 mg/L ของแข็งละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย และของแข็งทั้งหมด มีค่า 2,806.7 1,340 และ 4,146.7 mg/L ตามลำดับ ซึ่งได้นำน้ำเสียสังเคราะห์นี้เข้าสู่ระบบ เพื่อใช้ในการทดสอบระบบตามระยะเวลาที่กักพักต่างๆ โดยมีคุณภาพน้ำใกล้เคียงกับน้ำเสียชุมชน

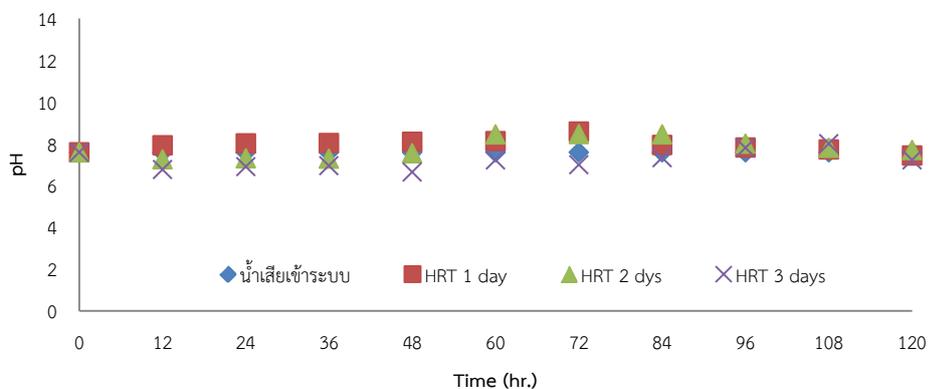
1.2 น้ำเสียชุมชน

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียชุมชนที่ได้จากน้ำทิ้งจากน้ำเสียในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานีก่อนเข้าระบบ พบว่า มีค่า pH 6.89 ค่าการนำไฟฟ้า 882.33 μ S/cm ค่า BOD 330 mg/L ค่า COD 780 mg/L ฟอสฟอรัส 0.0007 mg/L ค่า TKN 7.84 mg/L ของแข็งละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอย และของแข็งทั้งหมด มีค่า 436.7 10 และ 446.7 mg/L ตามลำดับ นำน้ำเสียชุมชนนี้เข้าสู่ระบบที่ผ่านการทดสอบในระยะเวลาที่เก็บที่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด

2. ผลของระยะเวลาที่กักพักต่อการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยระบบ MBR

2.1 พีเอช (pH)

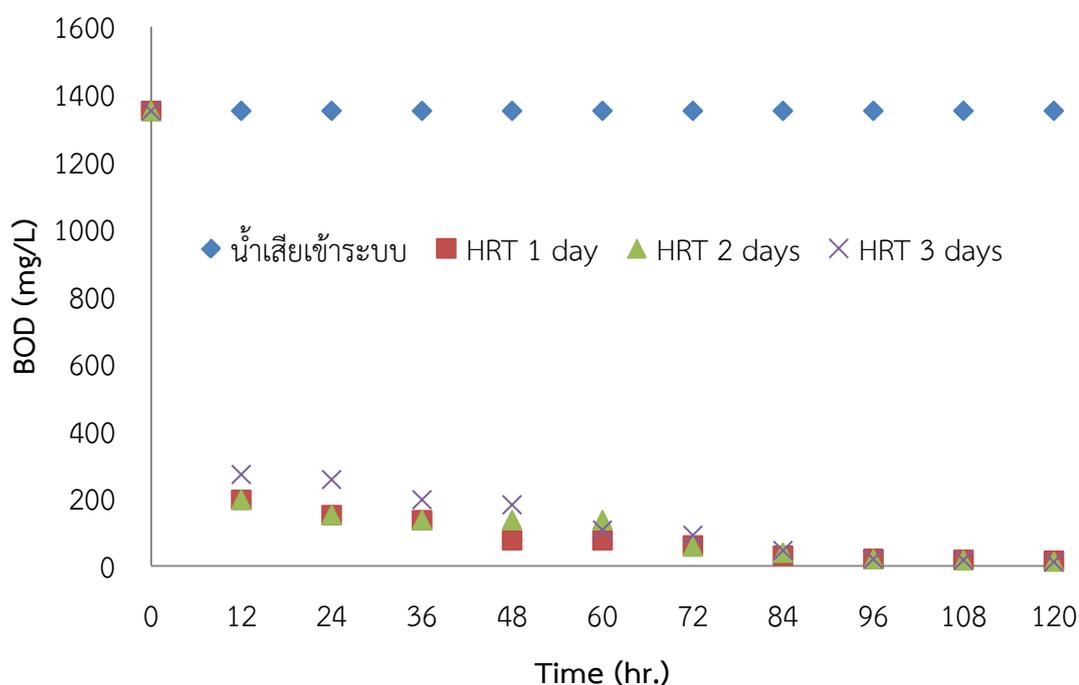
น้ำเสียสังเคราะห์เข้าระบบมีค่า pH 7.59 และเมื่อผ่านระบบถึงปฏิกรณ์ชีวภาพพีเอชของน้ำผ่านการบำบัดทั้ง 3 ชุด อัตราการระบรทุก 0.15 kg BOD / kg MLVSS-day มีค่าแตกต่างกันอยู่ในช่วง 7.59 – 8.12 (ภาพที่ 4.1) เมื่อเปรียบเทียบค่าพีเอชของน้ำที่ผ่านระบบบำบัดแล้ว การทดลองที่ใช้ระยะเวลาที่กักพัก (Hydraulic retention time; HRT) 3 วัน มีพีเอชเฉลี่ยต่ำกว่า การทดลองที่ใช้ระยะเวลาที่กักพัก (HRT) 2 วัน และระยะเวลาที่กักพัก (HRT) 1 วัน ตามลำดับ แต่มีพีเอชไม่แตกต่างกันมาก พีเอชที่สูงอาจเนื่องจากในระบบบำบัดแบบชีวภาพมีการเปลี่ยนของสารอินทรีย์เป็นสารประกอบของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในระบบด้วย



ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบค่า pH ของน้ำที่ผ่านระบบ MBR

2.2 บีโอดี (BOD)

น้ำเสียสังเคราะห์เข้าระบบมีค่าบีโอดีเริ่มต้น 1,350 mg/L และเมื่อผ่านระบบถึงปฏิกรณ์ชีวภาพค่าบีโอดีของน้ำผ่านการบำบัดทั้ง 3 ชุด อัตราการชะรบก 0.15 kg BOD / kg MLVSS-day มีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยมีค่าอยู่ในช่วง 30-255 mg/L (ภาพที่ 4.2) เมื่อเปรียบเทียบค่าบีโอดีของน้ำที่ผ่านระบบบำบัดแล้ว การทดลองที่ใช้ระยะเวลาพัก (Hydraulic retention time; HRT) 2 วัน จะมีค่าบีโอดีเฉลี่ยต่ำกว่า ระยะเวลาพัก (HRT) 3 วัน และระยะเวลาพัก (HRT) 1 วัน ตามลำดับ ประสิทธิภาพของการบำบัดบีโอดีเท่ากับ 91%, 94% และ 86.7% ตามลำดับ จากผลการทดลอง แสดงว่าเมื่อลดระยะเวลาพักหรือเพิ่มอัตราการชะรบกมาก มีผลทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีลดลง ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบมีค่าสูง อย่างไรก็ตามทั้งสามชุดการทดลองยังสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีค่าบีโอดีเข้าเฉลี่ย 1,350 mg/L และได้น้ำออกจากระบบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนบีโอดีไม่เกิน 20 mg/L

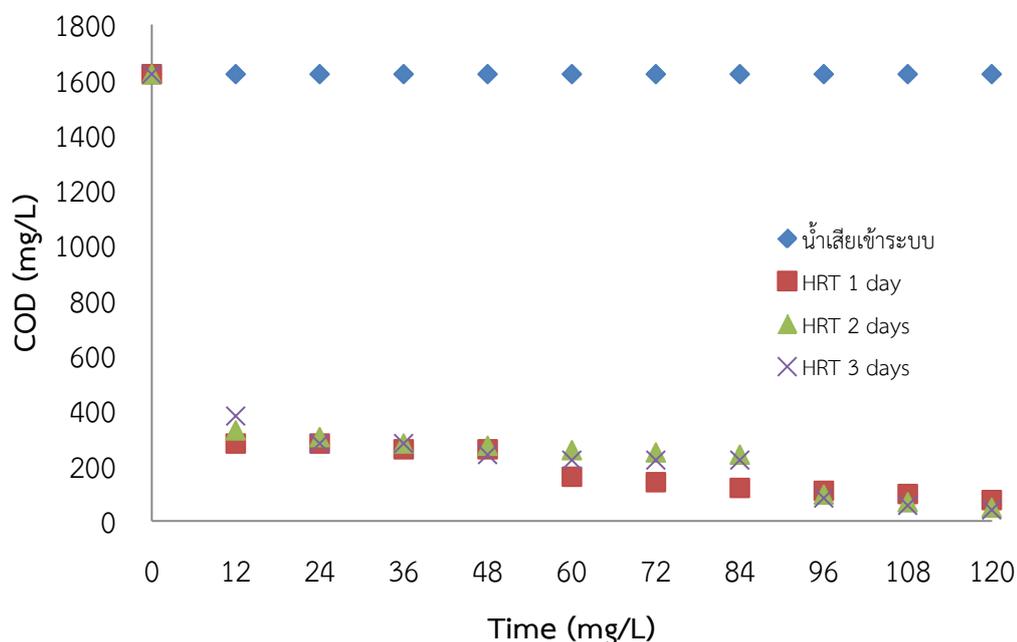


ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบค่า BOD ของน้ำที่ผ่านระบบ MBR

2.3 ซีโอดี (COD)

น้ำเสียสังเคราะห์เข้าระบบมีค่าซีโอดีเริ่มต้น 1,620 mg/L และเมื่อผ่านระบบถึงปฏิกรณ์ชีวภาพค่าซีโอดีของน้ำผ่านการบำบัดทั้ง 3 ชุด อัตราการชะรบก 0.15 kg BOD/kg MLVSS-day มีค่าอยู่ในช่วง 40-328 mg/L (ภาพที่ 4.3) เมื่อเปรียบเทียบค่าซีโอดีของน้ำที่ผ่านระบบบำบัดแล้ว การทดลองที่ใช้ระยะเวลาพัก (Hydraulic retention time; HRT) 3 วัน มีค่าซีโอดีเฉลี่ยต่ำกว่าระยะเวลาพัก (HRT) 2 วัน และระยะเวลาพัก (HRT) 1 วัน ตามลำดับ ประสิทธิภาพของการบำบัดซีโอดีเท่ากับ 96% 88% และ 76% ตามลำดับ จากผลการทดลอง แสดงว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาพักขึ้น มีผลทำให้ประสิทธิภาพการบำบัด ซีโอดีลดลง ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบมีค่าสูง อย่างไรก็ตามทั้งสามชุดการทดลองยังสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณ

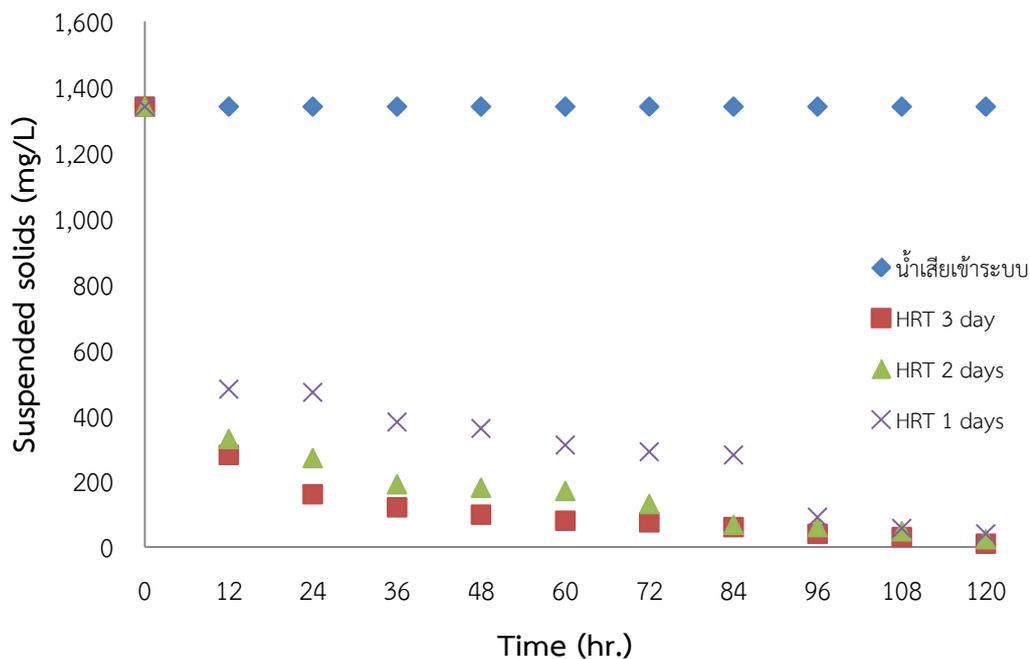
ซีโอดีเข้าเฉลี่ย 1,620 mg/L และน้ำออกจากระบบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนกำหนดให้ซีโอดีไม่เกิน 120 mg/L



ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบค่า COD ของน้ำที่ผ่านระบบ MBR

2.4 ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids; SS)

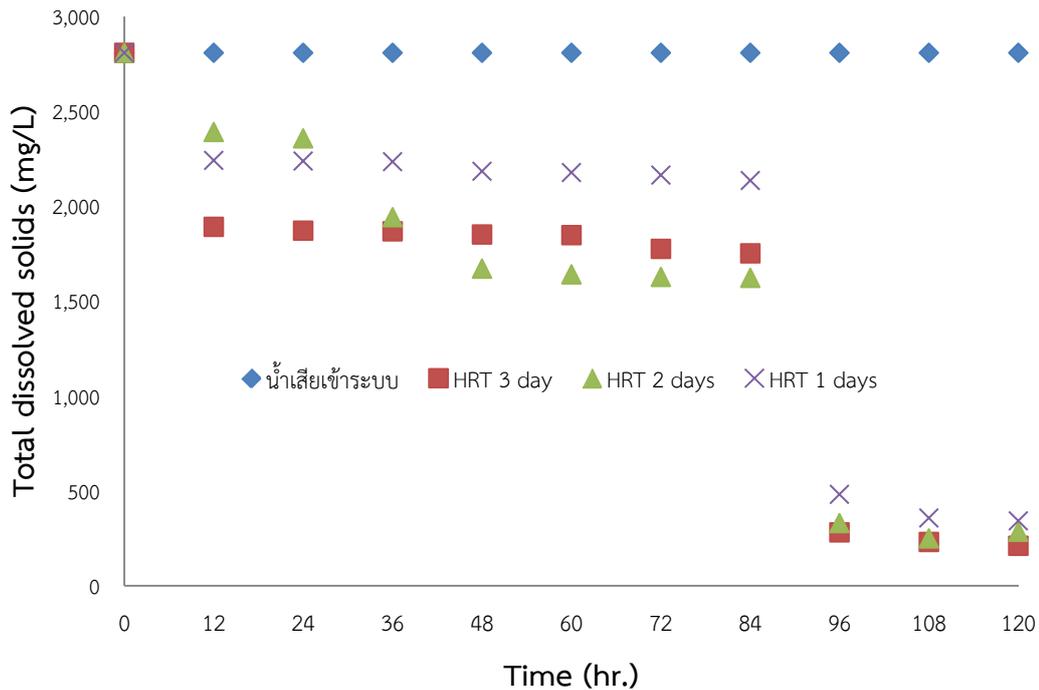
น้ำเสียสังเคราะห์เข้าระบบมีค่าของแข็งแขวนลอยเริ่มต้น 1,340 mg/L และเมื่อผ่านระบบถึงปฏิกรณ์ชีวภาพค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำผ่านการบำบัดทั้ง 3 ชุด อัตราการระบรทุก 0.15 kg BOD / kg MLVSS-day มีค่าอยู่ในช่วง 10 - 480 mg/L (ภาพที่ 4.4) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำที่ผ่านระบบบำบัดแล้ว การทดลองที่ใช้ระยะเวลาพัก (Hydraulic retention time; HRT) 3 วัน มีปริมาณของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยต่ำกว่าระยะเวลาพัก (HRT) 2 วัน และระยะเวลาพัก (HRT) 1 วัน ตามลำดับ ประสิทธิภาพของการบำบัดของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 99% 98% และ 97% ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาพักหรืออัตราการระบรทุก มีผลทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยลดน้อยลง ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบมีค่าสูง อย่างไรก็ตามทั้งสามชุดการทดลองยังสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีค่าของแข็งแขวนลอยเข้าเฉลี่ย 173 mg/L และได้น้ำออกจากระบบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนไม่เกิน 30 mg/L



ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำที่ผ่านระบบ MBR

2.5 ของแข็งละลายน้ำ (Total dissolved solids; TDS)

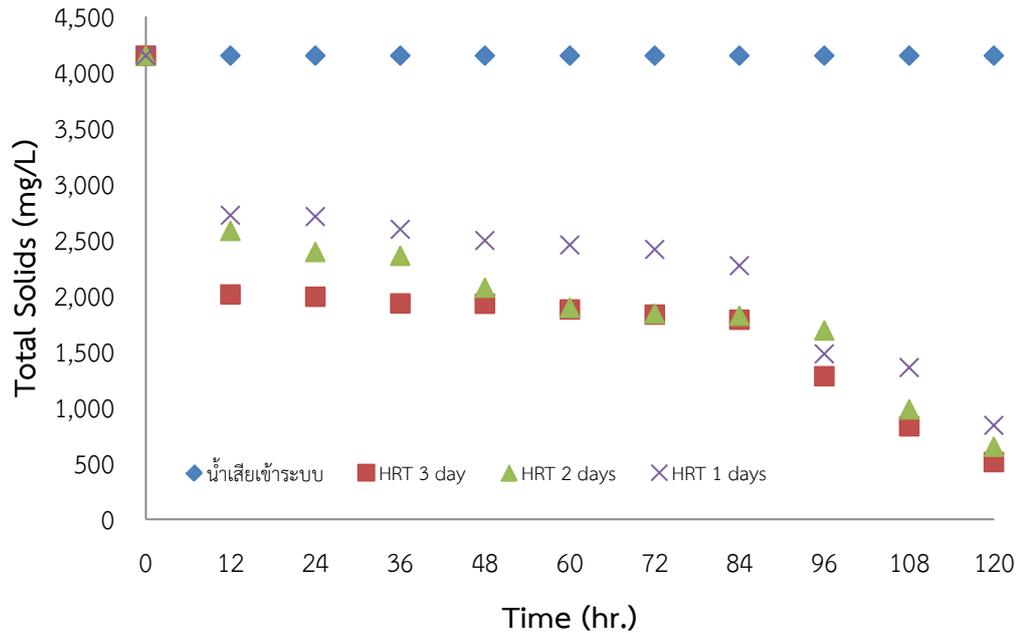
น้ำเสียสังเคราะห์เข้าระบบมีค่าของแข็งละลายน้ำเริ่มต้น 2,806 mg/L และเมื่อผ่านระบบถึงปฏิกรณ์ชีวภาพค่าของแข็งละลายน้ำของการบำบัดทั้ง 3 ชุด อัตราภาระบรรทุก 0.15 kg BOD / kg MLVSS-day มีค่าอยู่ในช่วง 210-2,390 mg/L (ภาพที่ 4.5) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งละลายน้ำที่ผ่านระบบบำบัดแล้ว การทดลองที่ใช้ระยะเวลาพัก (Hydraulic retention time; HRT) 3 วัน มีค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยต่ำกว่าระยะเวลาพัก (HRT) 2 วัน และระยะเวลาพัก (HRT) 1 วัน ตามลำดับ ประสิทธิภาพของการบำบัดของแข็งแขวนลอยเท่ากับ 93% 90% และ 88% ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงว่าเมื่อเพิ่มระยะเวลาพักหรือเพิ่มอัตราภาระบรรทุก มีผลทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบมีค่าสูง อย่างไรก็ตามทั้งสามชุดการทดลองยังสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณของแข็งละลายน้ำเฉลี่ย 1,474 mg/L ซึ่งได้ผลดีกว่าการศึกษาระบบถึงปฏิกรณ์ชีวภาพไม่สามารถบำบัดค่าของแข็งละลายน้ำได้เท่าที่ควรและมีผลต่อการลดฟลักซ์ของเยื่อกรอง พร้อมทั้งอาจปนเปื้อนของแข็งละลายน้ำออกไปกับน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการแล้ว



ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบค่าของแข็งละลายน้ำของน้ำที่ผ่านระบบ MBR

2.6 ของแข็งทั้งหมด (Total solids; TS)

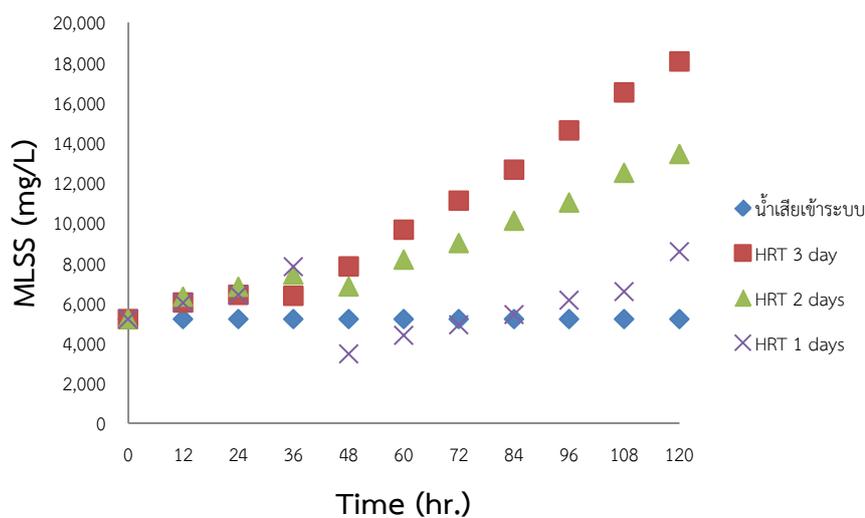
น้ำเสียสังเคราะห์เข้าระบบมีค่าของแข็งทั้งหมดเริ่มต้น 4,147 mg/L และเมื่อผ่านระบบถึงปฏิกรณ์ชีวภาพปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำผ่านการบำบัดทั้ง 3 ชุด อัตราการระบรทุก 0.15 kg BOD / kg MLVSS-day มีค่าอยู่ในช่วง 510 -2,720 mg/L (ภาพที่ 4.6) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ผ่านระบบบำบัดแล้ว การทดลองที่ใช้ระยะเวลาพัก (Hydraulic retention time; HRT) 3 วัน จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยต่ำกว่าระยะเวลาพัก (HRT) 2 วัน และระยะเวลาพัก (HRT) 1 วัน ตามลำดับ ประสิทธิภาพของการบำบัดของแข็งทั้งหมดเท่ากับ 88% 84% และ 80% ตามลำดับ จากผลการทดลองเมื่อเพิ่มระยะเวลาพักหรืออัตราการระบรทุก มีผลทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งทั้งหมดได้เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบมีค่าสูง การทดลองทั้ง 3 ชุด ยังสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีค่าของแข็งทั้งหมดเฉลี่ย 1,852 mg/L ซึ่งได้ผลดีกว่าการศึกษาระบบถึงปฏิกรณ์ชีวภาพแบบจมตัวไม่สามารถบำบัดค่าของแข็งได้ดีเท่าที่ควรและมีผลต่อการลดฟลักซ์ของเยื่อกรองพร้อมทั้งอาจปนเปื้อนของแข็งละลายน้ำออกไปกับน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการแล้ว



ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำที่ผ่านระบบ MBR

2.7 เอ็มแอลเอสเอส (Mixed liquor suspended solids; MLSS)

ปริมาณ MLSS ของการทดลองทั้ง 3 ชุด อัตราการระบรทุก มี MLSS ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับค่าอัตราการระบรทุกที่เข้าสู่ระบบ คือ 0.15 0.2 และ 0.5 kg BOD/ kg MLSS-d แต่จะมีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ แล้วจะค่อยมีแนวโน้มคงที่ ภาพที่ 4.7 แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณ MLSS จะมีค่าเพิ่มขึ้นจากเริ่มเดินระบบ ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องจากไม่มีการระบายตะกอนทิ้ง อาจต้องใช้เวลาจนกว่าค่า MLSS จะคงที่ โดยระยะเวลาพัก 3 วัน จะมีปริมาณ MLSS มากกว่าระยะเวลาพัก 2 วัน และ 1 วัน ตามลำดับ และค่า MLSS ของน้ำที่ผ่านระบบบำบัดแสดงดังตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบค่า MLSS ของน้ำในบ่อเติมอากาศ

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่า MLSS น้ำเสียเข้าระบบในระบบและออกจากระบบ MBR

พารามิเตอร์	ช่วงเวลา (hr.)	น้ำเสียจริง	น้ำเสียสังเคราะห์	ในถังเติมอากาศ				น้ำผ่านระบบเยื่อกรอง					
				น้ำเสียสังเคราะห์			น้ำเสียจริง	น้ำเสียสังเคราะห์			น้ำเสียจริง		
				HRT 1	HRT 2	HRT 3	HRT 1	HRT 1	HRT 2	HRT 3	HRT 1		
MLSS	0	5010	5190	15090	4820	12050	6220						
(mg/L)	24							3000	4400	10800	1700		
	72							6700	3800	8900	2100		
	120							10200	3500	9800	3800		

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำเสียก่อนเข้าระบบ ในระบบ และออกจากระบบเยื่อกรองของ TKN

พารามิเตอร์	ช่วงเวลา (hr.)	น้ำเสียจริง	น้ำเสียสังเคราะห์	ในถังเติมอากาศ				น้ำผ่านระบบเยื่อกรอง					
				น้ำเสียสังเคราะห์			น้ำเสียจริง	น้ำเสียสังเคราะห์			น้ำเสียจริง		
				HRT 1	HRT 2	HRT 3	HRT 1	HRT 1	HRT 2	HRT 3	HRT 1		
TKN	0	7.84	10.08	20.16	13.44	12.32	19.04						
(mg/L)	24							10.08	4.48	7.84	14.56		
	72							7.84	4.48	5.6	11.2		
	120							5.6	2.24	2.24	6.72		

2.8 ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen; TKN)

การบำบัดทีเคเอ็นสำหรับน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีปริมาณทีเคเอ็นในน้ำเสียเข้าระบบ 10.08 mg/L เมื่อน้ำเสียผ่านระบบบำบัดทั้ง 3 ชุด สามารถบำบัดทีเคเอ็นโดยระยะเวลาพัก 3 วัน มีค่าทีเคเอ็นผ่านระบบ 2.24 mg/L ระยะเวลาพัก 2 วัน มีค่าทีเคเอ็นผ่านระบบ 2.24 mg/L และระยะเวลาพัก 1 วัน มีค่าทีเคเอ็นผ่านระบบ 5.6 mg/L ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น เท่ากับ 72%, 61% และ 50% ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพการบำบัดทีเคเอ็นที่สูงขึ้น เนื่องจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนที่อยู่ในรูปแอมโมเนีย ไนโตรเจนและไนโตรเจนอินทรีย์เปลี่ยนรูปไปเป็นไนไตรท์ ไนเตรท และก๊าซไนโตรเจน รวมทั้ง uptake วัณตัวของจุลินทรีย์ในถังบำบัดชีวภาพ แอมโมเนียส่วนหนึ่งหายไปอาจเปลี่ยนสถานะไปเป็นก๊าซเนื่องจากพีเอชในระบบมีค่าสูงประมาณ 8.5

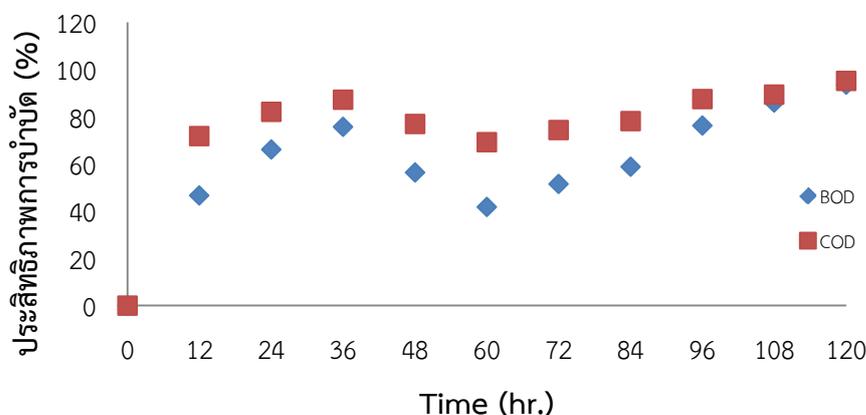
2.9 ฟอสฟอรัส (Phosphorus; P)

การบำบัดค่าฟอสฟอรัส พบว่า สามารถบำบัดค่าฟอสฟอรัสของน้ำเสียสังเคราะห์ที่ HRT 3 วัน และ HRT 2 วัน มีค่าฟอสฟอรัสเข้าเท่ากับ 0.001 และ 0.001 mg/L ตามลำดับ ประสิทธิภาพของการบำบัดของฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.0007 และ 0.03 mg/L ตามลำดับ และเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) การบำบัดจะได้เท่ากับ 7 % และ 3 % ตามลำดับ

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพในการบำบัดคุณภาพน้ำเสียสังเคราะห์ทั้ง 3 ระบบ พบว่า ระบบที่ใช้ระยะเวลาพักเก็บน้ำที่ HRT 3 วัน สามารถบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด เนื่องจากการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่ได้ทำการวิเคราะห์ในแต่ละระบบ ซึ่ง HRT 3 วัน จะมีคุณภาพน้ำที่ผ่านระบบอยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าในระยะเวลาพักเก็บอื่นๆ ดังนั้น HRT 3 วัน ซึ่งเหมาะต่อการนำไปใช้ในการเดินระบบต่อไป

3. ผลการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบ MBR

จากการวิเคราะห์น้ำเสียสังเคราะห์ทำให้ได้เงื่อนไขที่เหมาะสมและให้ค่าการบำบัดน้ำเสียสูงมาใช้สำหรับน้ำเสียชุมชนในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานี คือ อัตราภาระบรรทุก 0.15 kg BOD/kg MLVSS-day ระยะเวลาพักน้ำเสียในระบบ 3 วัน พบว่า สามารถลดปริมาณสารปนเปื้อนในน้ำที่ออกจากระบบในรูปของของแข็งแขวนลอย (SS) 68 mg/L BOD 21 mg/L COD 37 mg/L total P 0.001 mg/L และ TKN 4.7 mg/L (ตารางที่ 4.3) ประสิทธิภาพการบำบัดในรูปของบีโอดี 43-95 % และ COD 69-95% ในช่วงเวลาของเดินระบบต่างๆ ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียจริงด้วยระบบ MBR

ตารางที่ 4.3 คุณภาพน้ำเสียชุมชนที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแบบ MBR

Time (hr.)	pH	EC ($\mu\text{S/cm}$)	SS (mg/L)	TDS (mg/L)	TS (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	P (mg/L)	TKN (mg/L)
12	8.43	1786.67	230	1563	1793	220	176	0.062	14.56
24	8.44	1780	210	1726	1936	140	112	0.06	13
36	8.42	1713.33	180	1620	1800	100	80		
48	8.48	2040	160	1136	1296	180	144	0.058	11.2
60	8.51	2000	140	1116	1257	240	192		
72	8.49	2040	110	1770	1880	200	160	0.058	6.72
84	8.57	2126.67	100	1497	1577	170	136	0.058	6.72
96	7.5	1012	97	1320	1417	98	78.4		
108	7.4	911	50	1300	1350	83	46	0.02	5
120	7.4	1027	38	1249	1287	37	21	0.001	4.7

การกำจัดสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดและสารอินทรีย์ธรรมชาติ

การศึกษาความสามารถในการกำจัดปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (Total organic carbon; TOC) โดยทำการตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV_{254}) สารอินทรีย์ธรรมชาติ (Natural organic matter; NOM) ร่วมด้วยสำหรับน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียชุมชน น้ำเสียสังเคราะห์มีค่า TOC เริ่มต้น 15 mg/L, NOM 3.32 mg/L และค่าการดูดกลืนแสง 0.15 ตามลำดับ เมื่อน้ำเสียผ่านระบบบำบัดทั้ง 3 ชุด สามารถลดปริมาณ TOC, NOM และ UV_{254} โดยระยะเวลาพัก 3 วัน มีค่า TOC, NOM และ UV_{254} เท่ากับ 0.8 mg/L 0.53 mg/L และ 0.024 ตามลำดับ ระยะเวลาพัก 2 วัน มีค่า TOC, NOM และ UV_{254} เท่ากับ 2.0 mg/L 1.06 mg/L และ 0.048 ตามลำดับ และระยะเวลาพัก 1 วัน มีค่า TOC, NOM และ UV_{254} เท่ากับ 2.7 mg/L 1.08 mg/L และ 0.049 ตามลำดับ และน้ำเสียชุมชนมีค่า TOC เริ่มต้น 4.35 mg/L, NOM 4.33 mg/L และค่าการดูดกลืนแสง 0.467 ตามลำดับ เมื่อน้ำเสียทำการทดสอบที่ระยะเวลาพักที่ 3 วัน อัตราการบรรทุก 0.15 kg BOD/ kg MLVSS-day พบว่าสามารถลดปริมาณ TOC, NOM และ UV_{254} เท่ากับ 0.33 mg/L 1.31 mg/L และ 0.059 ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลจากการกระบวนการบำบัดทางชีวภาพก่อให้เกิดปริมาณสารอินทรีย์ที่เพิ่มสูงขึ้นในถังเติมอากาศ และสามารถกำจัดออกได้ด้วยเยื่อกรองอัลตราฟิลเตรชันส่งผลให้ปริมาณ TOC, NOM และ UV_{254} มีค่าลดลง เนื่องจากรูพรุนของเยื่อแผ่นสามารถกักกันไม่ให้สารอินทรีย์คาร์บอนหรือมลชีวภาพที่เกิดขึ้นหลุดออกสู่ภายนอกระบบ และค่าพีเอชของระบบมีค่าสูงประมาณ 8.5 เหมาะสมต่อการทำงานของระบบเยื่อกรอง และเกิดการ uptake ไวนินตัวของจุลินทรีย์ในถังบำบัดชีวภาพ แสดงดังตารางที่ 4.4 – 4.6

ตารางที่ 4.4 การดูตกเส้นแสงของน้ำเสียเข้าระบบและออกจากระบบที่มีระยะเวลาพักต่างกัน

Time (hr.)	น้ำเสียสังเคราะห์						น้ำเสียชุมชน	
	HRT 3 days		HRT 2 days		HRT 1 days		HRT 3 days	
	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก	น้ำเข้า	น้ำออก
0	0.15	0.038	0.15	0.083	0.15	0.094	0.467	0.118
12	0.1	0.04	0.12	0.08	0.14	0.081	0.432	0.173
24	0.11	0.037	0.1	0.077	0.12	0.079	0.4	0.135
36	0.08	0.039	0.092	0.068	0.11	0.072	0.375	0.183
48	0.07	0.031	0.087	0.063	0.093	0.065	0.328	0.145
60	0.068	0.03	0.083	0.06	0.088	0.064	0.299	0.132
72	0.068	0.03	0.08	0.059	0.081	0.06	0.264	0.120
84	0.05	0.026	0.076	0.057	0.072	0.059	0.201	0.105
96	0.04	0.027	0.073	0.051	0.068	0.054	0.173	0.117
108	0.08	0.025	0.069	0.049	0.063	0.052	0.169	0.053
120	0.05	0.024	0.068	0.048	0.06	0.049	0.123	0.059

ตารางที่ 4.5 ปริมาณสารอินทรีย์ธรรมชาติของน้ำเสียเข้าระบบและออกจากระบบที่มีระยะเวลาพักต่างกัน

Time (hr.)	น้ำเสียสังเคราะห์						น้ำเสียชุมชน	
	HRT 3 days		HRT 2 days		HRT 1 days		HRT 3 days	
	น้ำเข้า (mg/L)	น้ำออก (mg/L)	น้ำเข้า (mg/L)	น้ำออก (mg/L)	น้ำเข้า (mg/L)	น้ำออก (mg/L)	น้ำเข้า (mg/L)	น้ำออก (mg/L)
0	3.32	0.84	3.32	1.84	3.32	2.08	4.33	2.62
12	2.21	0.88	2.65	1.77	3.10	1.79	4.56	3.82
24	2.43	0.82	2.21	1.70	2.65	1.75	4.85	2.98
36	1.77	0.86	2.04	1.50	2.43	1.59	4.30	4.04
48	1.55	0.69	1.92	1.39	2.06	1.44	3.26	3.21
60	1.50	0.66	1.84	1.33	1.95	1.42	3.62	2.92
72	1.50	0.66	1.77	1.31	1.79	1.33	2.84	2.65
84	1.11	0.58	1.68	1.26	1.59	1.31	2.45	2.31
96	0.88	0.60	1.62	1.13	1.50	1.19	2.83	2.58
108	1.77	0.55	1.53	1.08	1.39	1.15	2.74	1.17
120	1.11	0.53	1.50	1.06	1.33	1.08	2.72	1.31

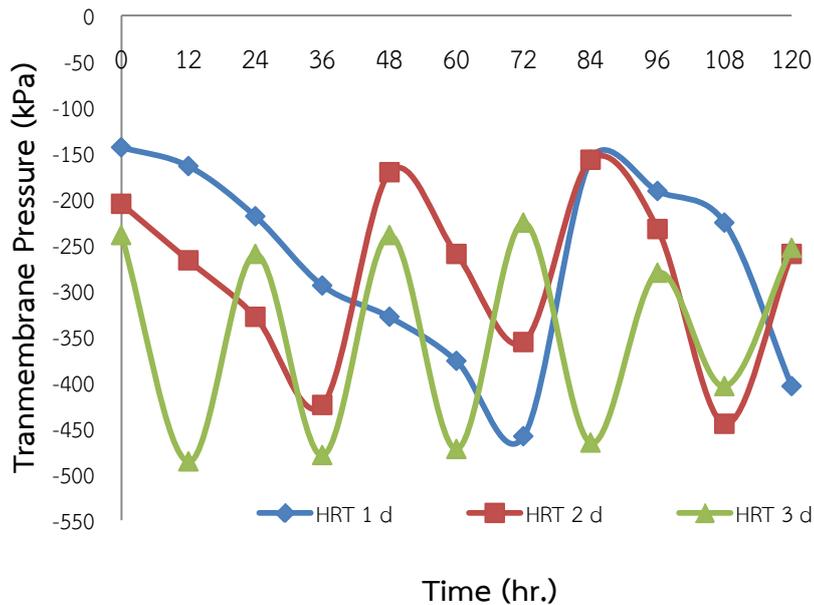
ตารางที่ 4.6 ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดของน้ำเสียเข้าระบบและออกจากระบบที่มีระยะเวลาพักต่างกัน

Time (hr.)	น้ำเสียสังเคราะห์						น้ำเสียชุมชน	
	HRT 3 days		HRT 2 days		HRT 1 days		HRT 3 days	
	น้ำเข้า (mg/L)	น้ำออก (mg/L)	น้ำเข้า (mg/L)	น้ำออก (mg/L)	น้ำเข้า (mg/L)	น้ำออก (mg/L)	น้ำเข้า (mg/L)	น้ำออก (mg/L)
0	15	2.8	15	4.8	15	5.6	4.35	1.78
12	14.8	2.7	14.9	4.3	15	5.2	4.21	1.6
24	14.6	2	14.8	4	14.8	5.1	4	1.54
36	12.5	1.8	14.7	3.9	14.6	4.9	3.92	1.48
48	11.9	1.7	14	3.7	14.5	4.8	3.33	1.4
60	10.4	1.5	13.7	3.5	14.2	4.3	3.25	1.37
72	8.7	1.4	13.5	3	14	3.9	2.78	1.02
84	7	1	12.8	3.2	13.5	3.7	2.4	0.98
96	6.4	0.9	12.4	2.6	13	3.5	2	0.83
108	5.6	0.8	11.8	2.2	12.7	3	1.78	0.46
120	4.8	0.8	11	2	12.5	2.7	1.43	0.33

อิทธิพลและสภาวะทางไฮโดรไดนามิกส์ที่มีต่อระบบเยื่อกรอง

1. ผลของค่าความดันการไหลของน้ำผ่านเยื่อกรอง

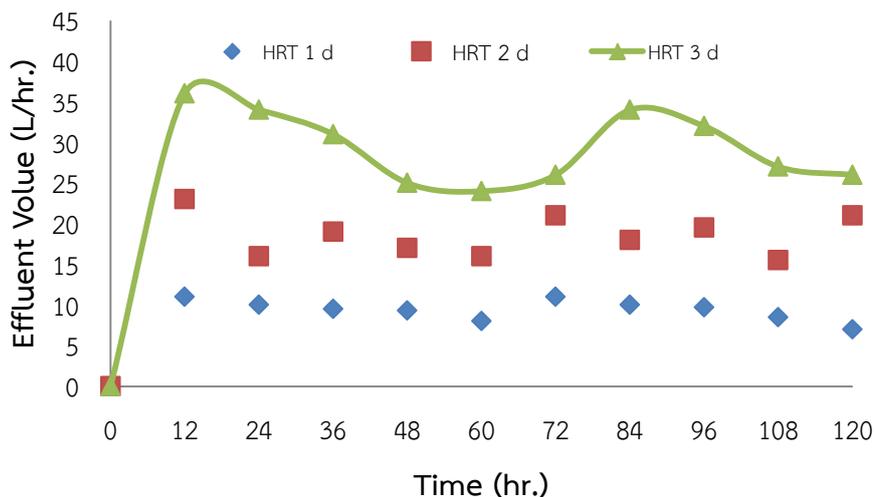
ค่าความดันการไหลของน้ำผ่านเยื่อกรองของแต่ละอัตราการระบรทุกขึ้นอยู่กับอัตราการสูบน้ำผ่านเยื่อแผ่นและความเข้มข้นของจุลินทรีย์ในถังปฏิกรณ์ชีวภาพ ส่งผลให้เกิดการอุดตันของเยื่อแผ่น ความดันต้านการดูดของปั๊มสูบน้ำผ่านเยื่อกรองจะเพิ่มขึ้น ทำให้ปั๊มสูบน้ำออกโดยสูบน้ำผ่านเยื่อกรองได้น้อยลงเรื่อยๆ จากค่าเริ่มต้น จากภาพที่ 4.9 พบว่า แนวโน้มของความดันที่มีค่าติดลบเพิ่มขึ้น แสดงว่าเยื่อกรองเริ่มมีการอุดตันสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาตรน้ำที่ผ่านการบำบัดจะน้อยลงเรื่อยๆ เมื่อปริมาตรน้ำผ่านการบำบัดลดลง 20% จะทำการล้างเยื่อแผ่นความถี่ในการล้างเยื่อกรองชุดการทดลองที่มีอัตราการระบรทุก 0.1 kg BOD/kg MLVSS-day อยู่ในช่วง 3 วัน ส่วนชุดอัตราการระบรทุก 0.2 kg BOD/kg MLVSS-day และ 0.15 kg BOD/kg MLVSS-day มีแนวโน้มในการอุดตันและความถี่ในการล้างเยื่อแผ่นมากขึ้น คือ อัตราการระบรทุก 0.2 kg BOD/kg MLVSS-day จะอุดตันภายใน 2 วัน และชุดการทดลองอัตราการระบรทุก 0.3 kg BOD/kg MLVSS-day จะเกิดการอุดตันเร็วขึ้น คือ ต้องทำการล้างเยื่อแผ่นทุกๆ 1 วัน



ภาพที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงค่า Transmembrane pressure ในระบบที่มีการกักน้ำเสียต่างๆ

2. ปริมาณน้ำใสผ่านเยื่อกรอง

ปริมาณน้ำใสที่สามารถผลิตได้ผ่านการทดลองในแต่ละชุดทดสอบ พบว่า ปริมาณน้ำมีค่าแปรผันตรงกับอัตราการสูบน้ำผ่านระบบ MBR และการอุดตันที่เกิดขึ้นของเยื่อกรอง แสดงดังภาพที่ 4.10 ซึ่งแนวโน้มในการอุดตันของเยื่อกรองอาจเกิดขึ้นเนื่องจากผลของค่าความดันผ่านแผ่นเยื่อกรอง (Transmembrane pressure) ส่งผลให้ปริมาณน้ำใสออกจากระบบมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วตามการอุดตันที่เกิดขึ้นบนผิวเยื่อกรองเมื่อเวลาในการทดสอบเพิ่มขึ้น เพราะสารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่ออกจากถังเติมอากาศสามารถเข้าไปเกาะติดภายในรูพรุนของเยื่อกรองและอุดตันผิวหน้าเยื่อกรอง ดังนั้น เพื่อป้องกันไม่ให้อัตราการบำบัดลดลงเกิน 20% จำเป็นต้องมีการล้างเยื่อแผ่นในชุดทดลองที่มีอัตราการระบรทุก 0.1 kg BOD/kg MLVSS-day อยู่ในช่วง 3 วัน ส่วนชุดอัตราการระบรทุก 0.2 kg BOD/kg MLVSS-day และ 0.15 kg BOD/kg MLVSS-day มีแนวโน้มในการอุดตันและความถี่ในการล้างเยื่อแผ่นมากขึ้น คือ อัตราการระบรทุก 0.2 kg BOD/kg MLVSS-day จะอุดตันภายใน 2 วัน และชุดการทดลองอัตราการระบรทุก 0.3 kg BOD/kg MLVSS-day จะอุดตันเร็วมากขึ้นต้องทำการล้างเยื่อแผ่นทุกๆ 1 วัน



ภาพที่ 4.10 ปริมาณน้ำทิ้งออกจากระบบ MBR ที่มีการกักพักน้ำเสียต่างๆ

ประสิทธิภาพของชุดการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลองที่มีค่าระยะเวลาการกักพักที่ต่างกัน และอัตราการระบรทุกที่แตกต่างกัน สามารถหาค่าประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียสังเคราะห์และน้ำเสียชุมชนในช่วงเวลา 120 hr. ของการทดสอบ พบว่า ประสิทธิภาพโดยรวมของชุดทดสอบอัตราการระบรทุก 0.5 kg BOD/ kg MLVSS-d ระยะเวลาการกักพัก 3 วัน จะให้ค่าประสิทธิภาพกำจัดที่ดีกว่าชุดการทดลอง 0.2 kg BOD/ kg MLVSS-d ระยะเวลาการกักพัก 2 วัน และ 0.15 kg BOD/ kg MLVSS-day ระยะเวลาการกักพัก 1 วัน ตามลำดับ แต่จะมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งอาจเป็นผลของการเกิดสารประกอบไนตริฟิเคชันและฟอสฟอรัสในระบบ แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ประสิทธิภาพการบำบัดมลสารเฉลี่ยของระบบบำบัด MBR

พารามิเตอร์	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)			Municipal wastewater
	HRT 1 d (organic loading 0.5 kg BOD/ kg MLVSS-d)	HRT 2 d (organic loading 0.5 kg BOD/ kg MLVSS-d)	HRT 3 d (organic loading 0.5 kg BOD/ kg MLVSS-d)	
BOD	83	85	86	60
COD	89	88	90	74
SS	72	81	84	88
TKN	75	89	98	82
Nitrification	74	85	89	80

ผลการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนต่อการจัดการน้ำเสีย

การสำรวจความคิดเห็นของประชาชนต่อการจัดการน้ำเสียในเขตพื้นที่เทศบาลนครอุบลราชธานี จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 394 ครั้วเรือน ผู้วิจัยกำหนดค่าความน่าเชื่อถือไว้ที่ 95% เมื่อคิดจำนวนตัวอย่างตามตารางสำเร็จรูปของ Taro Yamane [13] ทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของ

แบบสอบถามและเก็บตัวอย่างกลุ่มเป้าหมาย คือ คริวเรือนในพื้นที่เขตเทศบาลนครอุบลราชธานี ทั้งพื้นที่ที่มีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบันและพื้นที่ยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย และสถิติที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนี้คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อสำรวจความคิดเห็นของประชาชนต่อการจัดการน้ำเสียในเขตเทศบาลนคร เพื่อหาความเป็นไปได้ในการนำระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 57.1) อายุ 41-50 ปี มีจำนวนมากที่สุด (ร้อยละ 42.5) รองลงมาคือ 51 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 32.7) การศึกษาระดับมัธยมศึกษา มีจำนวนมากที่สุด (ร้อยละ 43.0) รองลงมาคือ ระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 28.0) อาชีพหลักของคริวเรือนจำนวนมากที่สุด คือ ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 51.7) รองลงมา คือ รับราชการ/ลูกจ้างของรัฐ (ร้อยละ 23) สถานภาพในชุมชนมากที่สุด คือ ลูกบ้าน (ร้อยละ 94.3) ประชาชนนับถือศาสนาพุทธมากที่สุด (ร้อยละ 64) สถานภาพสมรสจำนวนมากที่สุด (ร้อยละ 85.7) รองลงมาคือ หม้าย (ร้อยละ 8.3) รายได้ 15,000 บาท มีจำนวนมากที่สุด (ร้อยละ 52) รองลงมาคือ 5,000-10,000 บาท (ร้อยละ 14.5) จำนวนสมาชิกในคริวเรือน 3 คน มีจำนวนมากที่สุด (ร้อยละ 47.5) รองลงมา คือ 3 คน (ร้อยละ 18.8) และระยะเวลาที่อาศัยในชุมชน 15 ปี มีจำนวนมากที่สุด (ร้อยละ 19.2) รองลงมา คือ 3-4 ปี (ร้อยละ 6.45) และผลการศึกษาเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดการน้ำเสีย แสดงดังตารางที่ 4.8

สำหรับข้อเสนอแนะทั่วไป ผู้กรอกแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็นต่อการจัดการน้ำเสียประชาชนในชุมชนควรมีส่วนร่วมในการส่งเสริมการจัดการน้ำเสียในคริวเรือนของตน ใช้น้ำอย่างประหยัด ลดการปล่อยน้ำเสีย ลดการทิ้งขยะลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ควรมีการจัดตั้งกลุ่มอาสาสมัครชุมชนเฝ้าระวังคุณภาพน้ำชุมชน และช่วยคิดสนับสนุนหรือติดตามเรื่องการกำจัดน้ำเน่าเสียส่งกลิ่นเหม็นทำให้อากาศเสีย ควรมีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียเฉพาะจุดในชุมชน และชุมชนยินดีจ่ายค่าจัดเก็บค่าปล่อยน้ำเสียในราคาที่เหมาะสมไม่สูงเกินไปเพราะรายได้ต่ำ

ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ในการทดลองระบบครั้งนี้มีค่าใช้จ่ายในการเดินระบบดังนี้ คือ เยื่อกรองที่ใช้ในการเดินระบบราคา 3,500 บาทต่อครั้ง เครื่องเติมอากาศเพื่อใช้ในการเพิ่มออกซิเจนในการเดินระบบราคา 290 บาท ถังเติมอากาศที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อในการเดินระบบ ซึ่งในครั้งนี้นำเลือกใช้ถังขนาด 75 ลิตร เป็นถังสีขาวใสเพื่อง่ายต่อการสังเกตลักษณะของจุลินทรีย์จำนวน 1 ใบ ราคาใบละ 180 บาท ถังน้ำสำหรับกระบวนการเติมอากาศขนาด 10 ลิตร 120 บาท โมดูลเยื่อกรอง 8,790 บาท และค่าไฟที่ใช้ในการเดินระบบ แต่ครั้งอยู่ที่ประมาณ ครั้งละ 2.02 บาท ซึ่งเมื่อรวมกับต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียจากระบบประมาณ 88.12 บาท/ลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 4.8 ระดับความคิดเห็นของประชาชนต่อการจัดการน้ำเสีย

ความคิดเห็นเกี่ยวกับน้ำเสีย	\bar{X}	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ท่านคิดว่าการประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันของท่านทำให้น้ำที่ใช้ในการบริโภค (น้ำกิน) ไม่เหมาะสมแก่การบริโภค	3.78	3.21	มาก
2. ท่านคิดว่าการประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันของท่านก่อนให้เกิดน้ำเสียมีกลิ่นเหม็นในชุมชน ทำให้การใช้น้ำเพื่อการบริโภคไม่เพียงพอ และส่งผลต่อคุณภาพน้ำของชุมชน	3.08	2.90	ปานกลาง
3. ท่านคิดว่าน้ำเสียทำให้น้ำที่ใช้อุปโภค (น้ำใช้) เช่น หนอง คลอง บึง ไม่สะอาด	3.55	2.92	ปานกลาง
4. ท่านคิดว่าการประกอบกิจการของเอกชน ทำให้ความพอเพียงของการใช้ในการครัวเรือนไม่เพียงพอ	2.61	2.19	น้อย
5. ท่านคิดว่าการกิจกรรมต่างๆ ก่อให้เกิดน้ำเสียและส่งผลต่อคุณภาพน้ำของชุมชน	3.53	2.98	ปานกลาง
6. ท่านคิดว่าหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียเพียงพอ	2.77	2.01	น้อย
7. ท่านคิดว่าบริเวณชุมชนควรมีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย	3.48	2.89	ปานกลาง
8. ท่านยินดีให้ความร่วมมือกับการจัดการน้ำเสียที่หน่วยงานที่รับผิดชอบจะดำเนินการในอนาคต	3.53	2.92	ปานกลาง
9. ท่านคิดว่าควรมีการจัดเก็บค่าการจัดเก็บน้ำเสีย	2.07	2.00	น้อย
10. ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดที่ติดตั้งในพื้นที่น้อยเหมาะสมกับชุมชนของท่าน	3.06	2.58	ปานกลาง
11. ท่านคิดว่าน้ำประปาในเขตชุมชนท่านไม่ใสสะอาดและมีกลิ่นเหม็น มีสาเหตุมาจากการปล่อยน้ำเสียลงแหล่งน้ำ	3.78	3.25	มาก