

บทที่ 5

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิจัยในบทนี้ได้แยกไว้เป็น 3 ส่วนใหญ่ ตามหัวข้อที่ 4.1 ในบทที่ 4 โดยจะแสดงผลการวิจัยเป็นส่วน ๆ ดังนี้

5.1 การศึกษาพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการทำงานของกระบวนการโคเอเลสเซนซ์

จากการทดลองศึกษาพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.1 หัวข้อ 4.3 สรุปได้ดังนี้

5.1.1 การศึกษาคุณสมบัติของสารชั้นตัวกลาง โดยการทดลองใช้สารตัวกลาง 4 ชนิด คือ

- ทรายที่น้ำมันจับยึก
- ทรายที่น้ำจับยึก
- เเรซินที่น้ำมันจับยึก
- เเรซินที่น้ำจับยึก

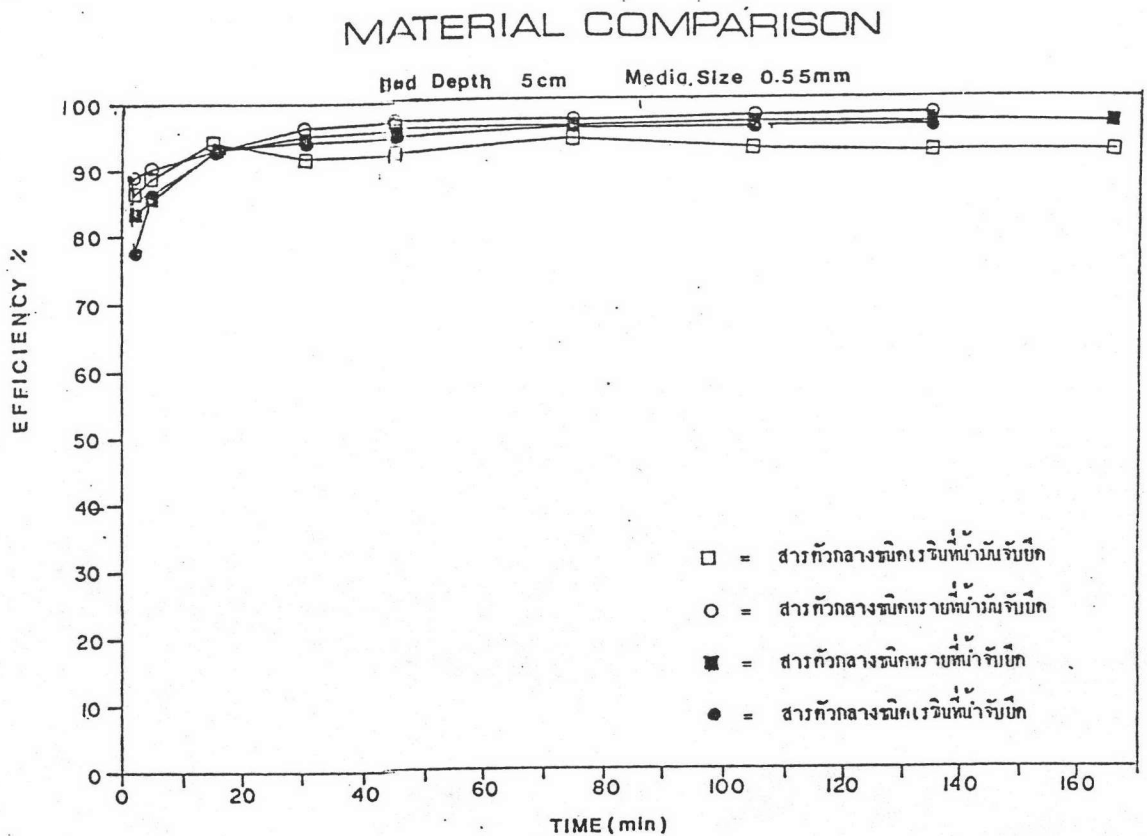
ดังการทดลองที่ 6, 7, 8 และ 9 ตามลำดับ ในตารางที่ 4.1 หัวข้อ 4.3 จากผลการทดลองได้ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี และการสูญเสียแรงดันน้ำ ของสารชั้นตัวกลางทั้ง 4 ชนิด ดังตารางที่ 5.1 ดังนี้

ตารางที่ 5.1 ประสิทธิภาพการกำจัดและค่าการสูญเสียแรงดันน้ำของสารตัวกลางแต่ละชนิด

ชนิดของสารตัวกลาง	ประสิทธิภาพการกำจัด ที่ไอซี (ร้อยละ)	ค่าการสูญเสียแรงดันน้ำ (มิลลิเมตรของปรอท)
ทรายที่น้ำมันจับยึก	97.62	73
ทรายที่น้ำจับยึก	96.82	83
เรซินที่น้ำมันจับยึก	92.35	59
เรซินที่น้ำจับยึก	96.11	62

จากผลการทดลองดังตารางที่ 5.1 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี ดังรูปที่ 5.1 พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซีของสารตัวกลางทั้ง 4 ชนิด ไม่มีผลแตกต่างกันนัก จะมีแตกต่างกันบ้างก็คือ สารเรซินที่น้ำมันจับยึกซึ่งมีค่าน้อยที่สุด

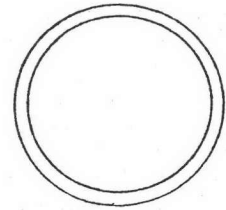
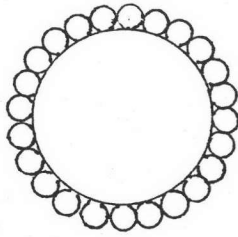


รูปที่ 5.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซีของสารทั้ง 4 ชนิด

จากการเปรียบเทียบระหว่างสารที่น้ำมันจับยึก และสารที่น้ำจับยึก โดยเปรียบเทียบสารตัวกลางต่าง ๆ ดังนี้

- ระหว่างเรซินที่น้ำ จับยึกกับเรซินที่น้ำมันจับยึกกับเรซินที่น้ำจับยึก
- ระหว่างทรายที่น้ำมันจับยึกกับทรายที่น้ำจับยึก

ก. ระหว่างเรซินที่น้ำมันจับยึกับเรซินที่น้ำจับยึ พบว่าเรซินที่น้ำจับยึมีประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซีสูงกว่าเรซินที่น้ำมันจับยึ กังตารางที่ 5.1 เนื่องจากความแตกต่างของคุณสมบัติการจับยึของน้ำมันต่อสารชั้นตัวกลาง โดยที่สารกระจายซึ่งเป็นอนุภาคน้ำมันจะจับสารเรซินที่น้ำมันจับยึแบบเป็นฟิล์มห่อหุ้มไว้ ส่วนในสารเรซินที่น้ำจับยึ การเกาะติดของสารกระจายจะมีลักษณะเป็นเม็กลมบนผิวของสารตัวกลาง กังรูปที่ 5.2



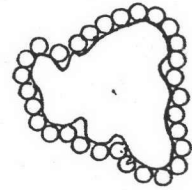
ลักษณะที่ 1 การเกาะติดของสารกระจายบนเรซินที่น้ำจับยึ

ลักษณะที่ 2 การเกาะติดของสารกระจายบนเรซินที่น้ำมันจับยึ

รูปที่ 5.2 แสดงการจับยึของสารกระจายบนเรซินทั้งสองชนิด

จากลักษณะการเกาะติดของสารกระจายบนสารชั้นตัวกลาง จะพบว่าปริมาณการเกาะติดของสารกระจายตามลักษณะที่ 1 มีปริมาณมากกว่าการเกาะติดตามลักษณะที่ 2 เพราะการเกาะติดของสารกระจายตามลักษณะที่ 1 มีความหนาแน่นกว่าลักษณะที่ 2 กังนั้นขั้นตอนการส่งผ่านสารกระจายเข้าสู่ชั้นตัวกลางตามทฤษฎีกลไกของกระบวนการโคเอเลสเซนซ์ในหัวข้อ 3.2 จะพบว่าสัณฐานตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึ จำนวนสารกระจายที่เกิดการปะทะจะมีจำนวนมากกว่าในสารตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำจับยึที่ห่อหุ้มที่ผิวที่เท่ากัน จึงมีผลให้ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซีของสารตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึมีค่ามากกว่า

ข. ระหว่างทรายที่น้ำมันจับยึกับทรายที่น้ำจับยึ พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กังตารางที่ 5.1 เนื่องจากลักษณะรูปร่างของทรายไม่แน่นอนและมีผิวหน้าขรุขระ จึงทำให้ปริมาณการเกาะติดของสารกระจายบนสารตัวกลางทั้งสองชนิดมีปริมาณใกล้เคียงกัน กังรูปที่ 5.3



ลักษณะที่ 1 การเกาะติดของสารกระจายบน
ทรายที่น้ำมันจับยึด

ลักษณะที่ 2 การเกาะติดของสารกระจายบน
ทรายที่น้ำจับยึด

รูปที่ 5.3 แสดงการเกาะติดของสารกระจายบนทรายทั้งสองชนิด

ดังนั้น ปริมาณการปะทะของสารกระจายในขั้นตอนการส่งผ่านสารกระจายเข้าสู่
สู่ชั้นตัวกลาง จึงมีปริมาณใกล้เคียงกันต่อพื้นที่ผิวเท่ากัน จึงมีผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซี
ในสารตัวกลางทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน

ในส่วนของการเปรียบเทียบระหว่างทรายกับ เรซินสามารถเปรียบเทียบได้ดังนี้

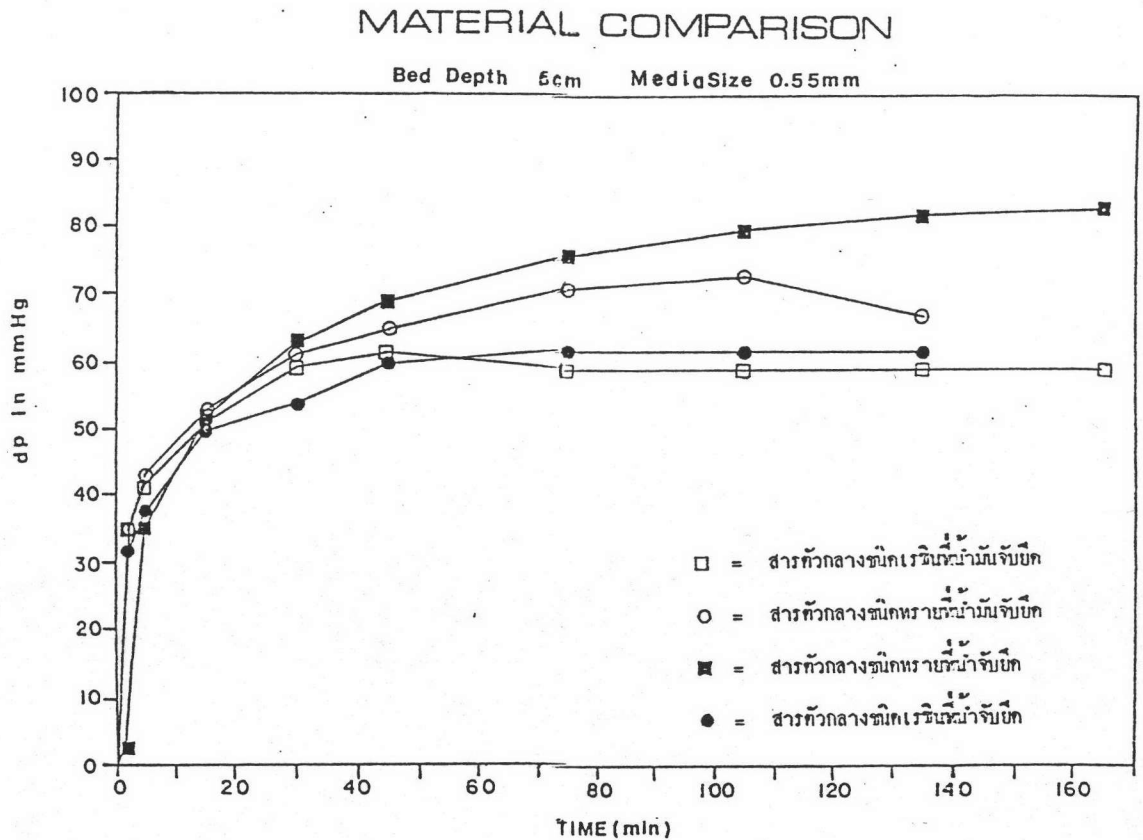
- ระหว่างทรายที่น้ำมันจับยึดกับ เรซินที่น้ำมันจับยึด
- ระหว่างทรายที่น้ำจับยึดกับ เรซินที่น้ำจับยึด

ก. ระหว่างทรายที่น้ำมันจับยึดกับ เรซินที่น้ำมันจับยึด พบว่าทรายที่น้ำมันจับยึดมี
ประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซีสูงกว่า เนื่องจากลักษณะรูปร่างของสารทั้งสองแตกต่างกัน โดย
พื้นที่ผิวในการปะทะของสารตัวกลางชนิดทรายมีรูปร่างดีกว่า ดังนั้นประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซี
ของทรายที่น้ำมันจับยึดจึงมีค่ามากกว่า

ง. ระหว่างทรายที่น้ำจับยึดกับ เรซินที่น้ำจับยึด พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซี
ของสารตัวกลางทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากลักษณะการจับยึดของอนุภาคน้ำมันบนลักษณะพื้น
ผิวทั้งสองชนิดของสารตัวกลาง มีปริมาณพอ ๆ กัน ดังนั้นการปะทะของสารกระจายในขั้นตอน

การส่งผ่านสารกระจายเข้าสู่ชั้นตัวกลางมีค่าใกล้เคียงกัน ประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซีของสาร
ตัวกลางทั้งสองชนิดจึงมีค่าใกล้เคียงกัน

2. การสูญเสียแรงดันน้ำ การสูญเสียแรงดันน้ำของสารตัวกลางชนิดต่าง ๆ
แสดงทั้งในรูปที่ 5.4 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้



รูปที่ 5.4 การสูญเสียแรงดันน้ำของสารตัวกลางชนิดต่างๆ

จากการเปรียบเทียบการสูญเสียแรงดันน้ำ สามารถเปรียบเทียบโดยแบ่งตาม
หัวข้อได้ดังนี้

ก. ระหว่างสารที่น้ำมันจับยึกกับสารที่น้ำจับยึก โดยทำการเปรียบเทียบ
ระหว่างทรายที่น้ำมันจับยึกกับทรายที่น้ำจับยึก และเรซินที่น้ำมันจับยึกกับเรซินที่น้ำจับยึก ทั้งสอง
กรณีพบว่า สารที่น้ำจับยึกมีค่าการสูญเสียแรงดันน้ำมากกว่าสารที่น้ำมันจับยึก ทั้งในตารางที่

5.1 ทั้งนี้เนื่องจากมุมสัมพัทธ์ระหว่างสารกระจายกับสารที่นำจับยึกมีค่ามากกว่า 90 องศา (ดังรูปที่ 2.3) ค่า cosine จึงมีค่าเป็นลบ ในขณะที่มุมสัมพัทธ์ระหว่างสารต่อเนื่องกับสารที่นำจับยึกมีค่าน้อยกว่า 90 องศา (ดังรูปที่ 2.2) ค่า cosine จึงมีค่าเป็นบวก จากความกันคาปิลลารี

$$P_c = 2 \gamma_{d/c} \cdot \cos \alpha / r$$

ดังนั้นค่าความกันคาปิลลารีระหว่างสารกระจายกับสารที่นำจับยึกจึงมีค่ามากขึ้น เมื่อไหลผ่านช่องว่างที่มีรัศมีขนาดใหญ่ (เนื่องจากความกันคาปิลลารีมีค่าเป็นลบ) จึงทำให้สารกระจายไหลเข้าสู่ช่องว่างขนาดใหญ่มากกว่าไหลเข้าสู่ช่องว่างขนาดเล็ก ขณะที่สัมผัสสารต่อเนื่องก็จะไหลเข้าสู่ช่องว่างขนาดเล็กมากกว่าไหลเข้าสู่ช่องว่างขนาดใหญ่ เนื่องจากค่าความกันคาปิลลารีของสารต่อเนื่องกับสารตัวกลางชนิดที่นำจับยึกมีค่ามากขึ้น เมื่อช่องว่างมีรัศมีขนาดเล็กลง จากการสูญเสียแรงดันน้ำมีค่าผกผันกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ ดังนั้นการที่สารต่อเนื่องเคลื่อนผ่านช่องว่างที่มีขนาดเล็กกว่าจึงทำให้ การสูญเสียแรงดันน้ำในชั้นตัวกลางที่นำจับยึกมีค่าสูงกว่า

ในทำนองเดียวกัน การเคลื่อนที่ของสารต่อเนื่องในสารตัวกลางชนิดที่นำมันจับยึก สารต่อเนื่องจะเคลื่อนผ่านช่องว่างที่มีขนาดใหญ่ การสูญเสียแรงดันน้ำในชั้นตัวกลางที่นำมันจับยึกจึงมีค่าน้อยกว่า

ข. ระหว่างทรายกับเรซิน พบว่าการสูญเสียแรงดันน้ำของทรายทั้งสองชนิดมีค่าสูงกว่าของเรซินทั้งสองชนิด ดังตารางที่ 5.1 เนื่องจากทรายมีค่าความถ่วงจำเพาะ 2.65 และเรซินมีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.30 ทำให้การเรียงตัวของทรายมีความสม่ำเสมอ และมีความหนาแน่นมากกว่า ดังนั้นการสูญเสียแรงดันน้ำของทรายจึงมากกว่าของเรซิน

5.1.2 การศึกษาคุณสมบัติความสูงของชั้นตัวกลาง

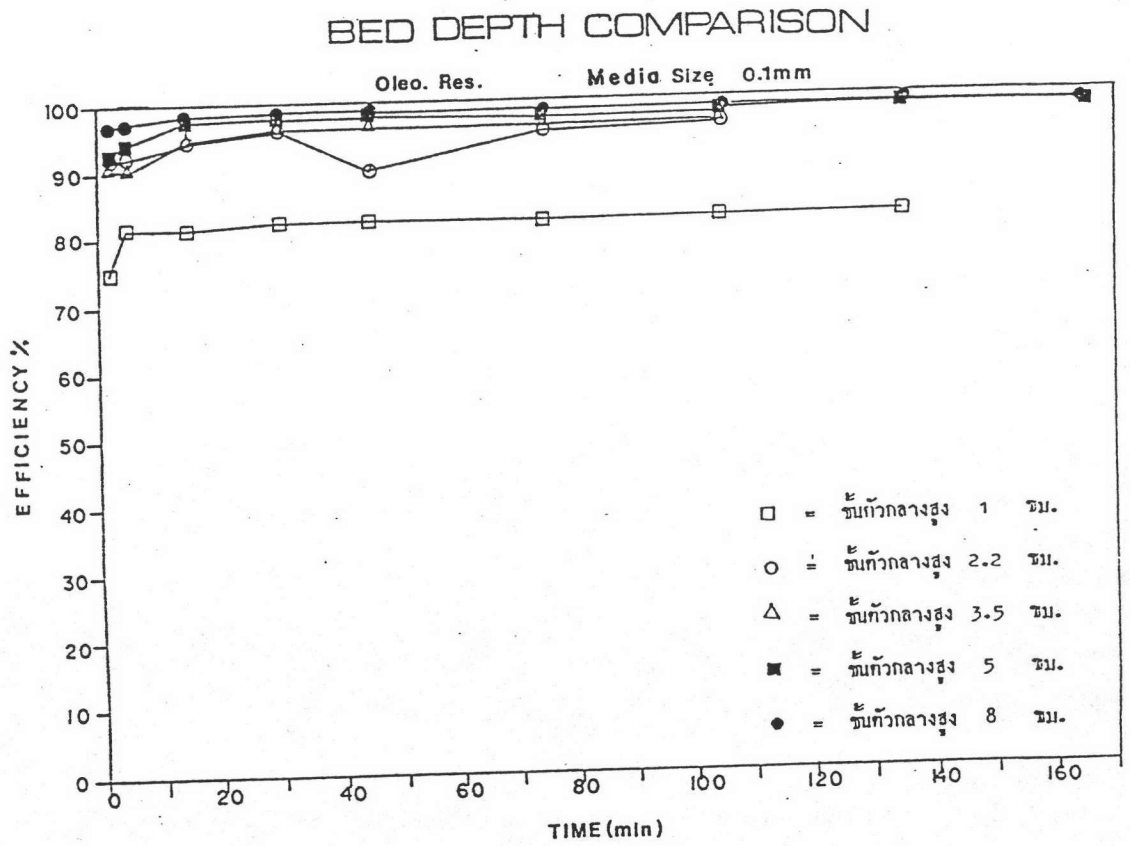
ทำการทดลองทั้งในตารางที่ 4.1 การทดลองที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยได้ผลการทดลองดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงคั้นน้ำของ
สารตัวกลางที่ระดับความสูงต่าง ๆ

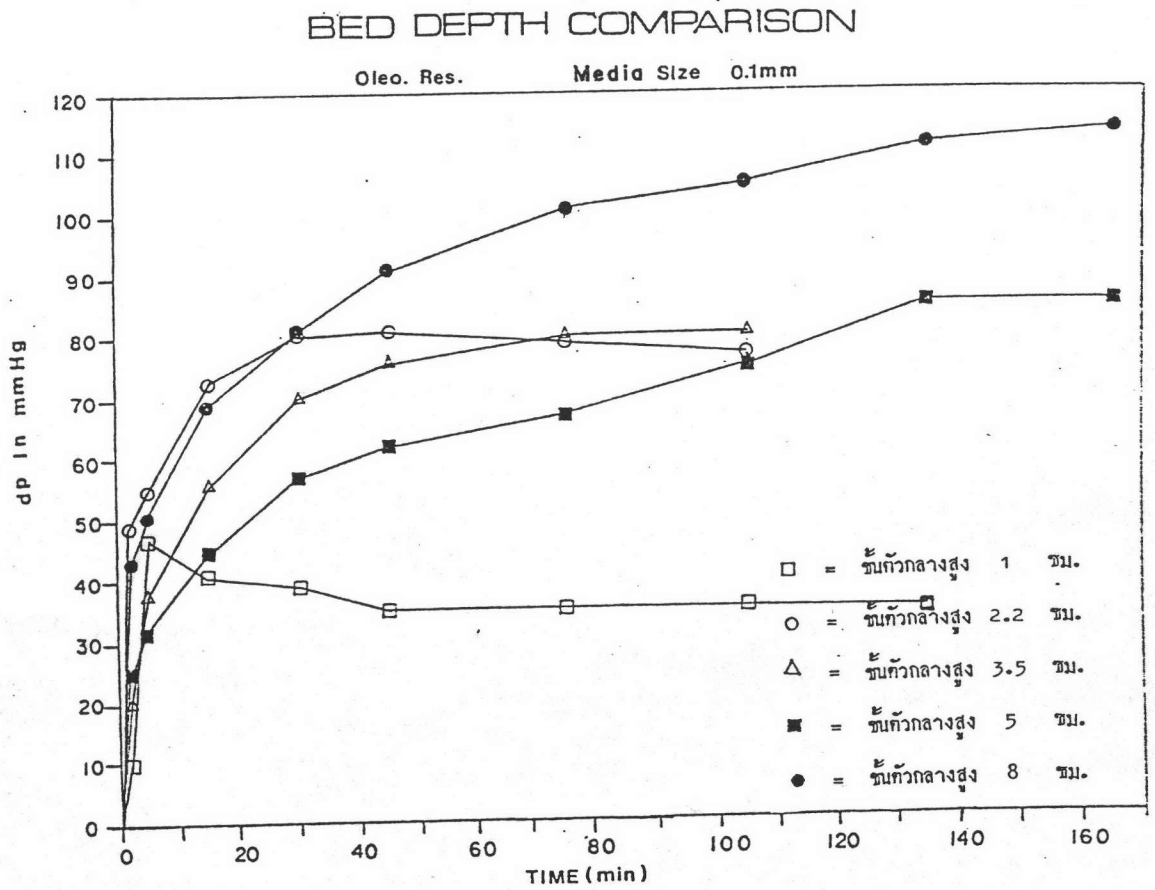
ขนาดความสูงของชั้นตัวกลาง (เซนติเมตร)	ประสิทธิภาพการกำจัด ที่ไอซี (ร้อยละ)	การสูญเสียแรงคั้นน้ำ (มิลลิเมตรของปรอท)
1.0	82.35	35
2.2	96.43	77
3.5	97.62	80
5.0	98.00	85
8.0	98.50	113

จากผลการทดลองซึ่งตารางข้างต้น สรุปได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี จากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการ
บำบัดที่ไอซี จะเพิ่มขึ้นตามขนาดความสูงของชั้นตัวกลางที่เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 5.2 ที่ชั้นความ
สูง 1.0 เซนติเมตร ประสิทธิภาพการกำจัด ที่ไอซี ทำได้ และที่ชั้นความสูง 8.0 เซนติเมตร
ประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซี มีค่าสูงสุด และพบว่าระดับความสูงตั้งแต่ 3.5 เซนติเมตรขึ้นไป
ประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซี มีค่าใกล้เคียงกัน ถึงรูปที่ 5.5 ทั้งนี้เนื่องจากกลไกของ
กระบวนการโคเอเลสเซนซ์ในชั้นตอนหนึ่ง คือชั้นตอนการส่งผ่านสารกระจายเข้าสู่ชั้นตัวกลาง
ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ของการความสูงของชั้นตัวกลางระดับหนึ่งในการจับยึคสารกระจายให้มีประสิทธิ
ภาพสูงสุด ดังสมการที่ 3.6 สำหรับความสูงที่สูงกว่าระดับนี้จะเป็นเพียงชั้นตัวกลางที่ให้สาร
กระจายเคลื่อนที่ผ่านจนกระทั่งหลุดออกจากชั้นตัวกลาง ดังนั้นความสูงที่สูงกว่าระดับ 3.5
เซนติเมตรขึ้นไป ประสิทธิภาพการ บำบัด ที่ไอซี จึงไม่แตกต่างกันนัก

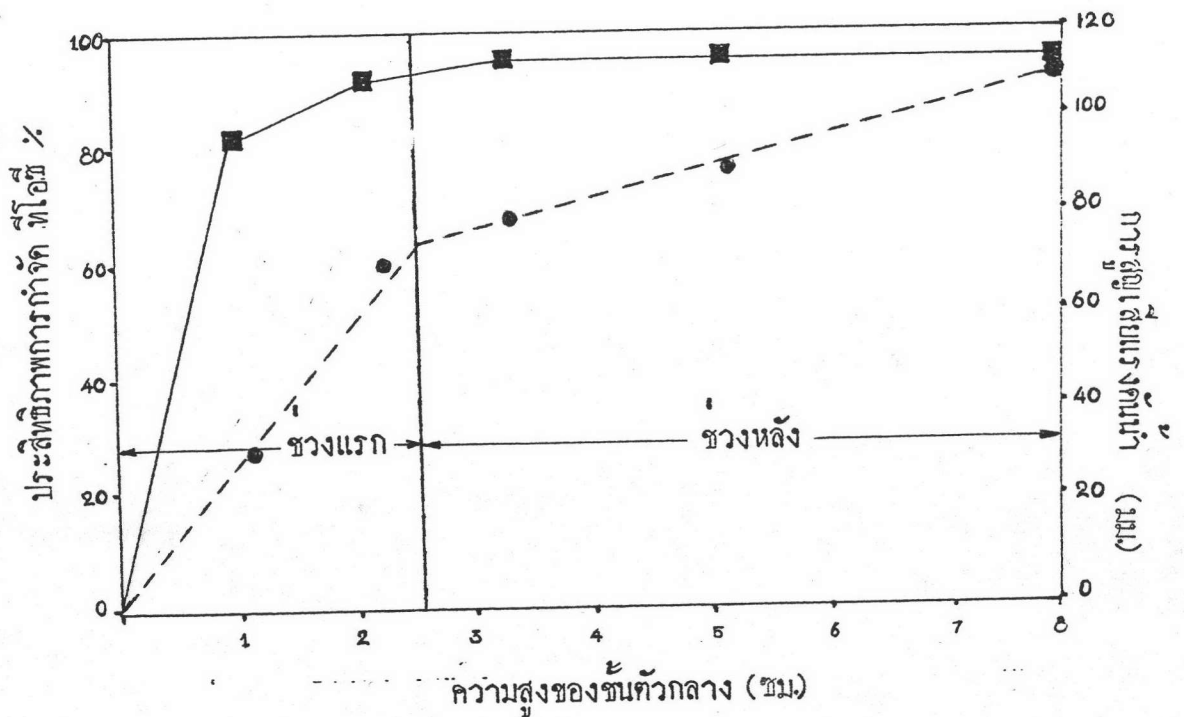


รูปที่ 5.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดของชั้นกึ่งกลาง
ที่มีความสูงต่าง ๆ



รูปที่ 5.6 เปรียบเทียบการสูญเสียแรงดันน้ำของชั้นตัวกลางที่มีความสูงต่าง ๆ

2. การสูญเสียแรงดันน้ำ จากการทดลองพบว่า การสูญเสียแรงดันน้ำ จะเพิ่มขึ้นตามความสูงของชั้นตัวกลางที่เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 5.2 ค่าการสูญเสียแรงดันน้ำยังคงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แม้ในระบับความสูงที่เกิน 3.5 เซนติเมตรขึ้นไป ดังรูปที่ 5.6 จากกราฟระหว่างประสิทธิภาพการบำบัด และการสูญเสียแรงดันน้ำกับระบับความสูงของชั้นตัวกลาง ดังรูปที่ 5.7 พบว่า



รูปที่ 5.7 แสดงกราฟระหว่างประสิทธิภาพการกำจัด และการสูญเสียแรงดันน้ำ กับความสูงของชั้นตัวกลาง.

เส้นประซึ่งแสดงค่าสูญเสียแรงดันน้ำที่ระบับความสูงต่าง ๆ ค่าการสูญเสียแรงดันน้ำจะเพิ่มขึ้น เมื่อความสูงของชั้นตัวกลางเพิ่มขึ้น โดยมีค่าความชันเป็น 2 ค่า คือ ในช่วงแรกค่าความชันจะมีค่ามากกว่าในช่วงหลัง เนื่องจากระบับความสูงในช่วงแรกเป็นระบับความสูงต่ำสุด ที่ทำให้กลไกของกระบวนการโคเอเลสเซนซ์ในชั้นคอนทักหนึ่งทำงานได้มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นการสูญเสียแรงดันน้ำที่ระบับความสูงในช่วงแรกนี้ จึงเป็นการ

สูญเสียเนื่องจาก กลไกการส่งผ่านสารกระจายเข้าสู่ชั้นตัวกลาง รวมกับการสูญเสียแรงค้ำน้ำ เนื่องจากความสูงของชั้นตัวกลางในช่วงแรกนั้น ส่วนการสูญเสียแรงค้ำน้ำในช่วงหลัง เกิดจากความสูงของชั้นตัวกลางที่มีค่าเพิ่มขึ้นจากระดับความสูงในช่วงแรกเท่านั้น จึงทำให้ค่าความชันของการสูญเสียแรงค้ำน้ำในช่วงแรกมีค่ามากกว่าในช่วงหลัง

จากจุดการเปลี่ยนค่าความชันของการสูญเสียแรงค้ำน้ำเมื่อลากเส้นโค้งไปยังเส้นกราฟ ประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซี (เส้นทึบ) จะพบว่าประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซี ทั้งที่ระดับความสูงนี้เป็นต้นไปมีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งผลการทดลองนี้ได้ผลการทดลอง เช่นเดียวกับ Aurell (16) โดยเรียกความสูงที่ระดับนี้ว่า ความสูงวิกฤต (Critical Depth) ซึ่งเป็นความสูงต่ำสุดของชั้นตัวกลางที่ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซีมีค่าสูงสุด จากกราฟรูป 5.7 พบค่าความสูงวิกฤตของชั้นตัวกลางชนิดนี้มีค่าสูงเท่ากับ 2.5 เซนติเมตร

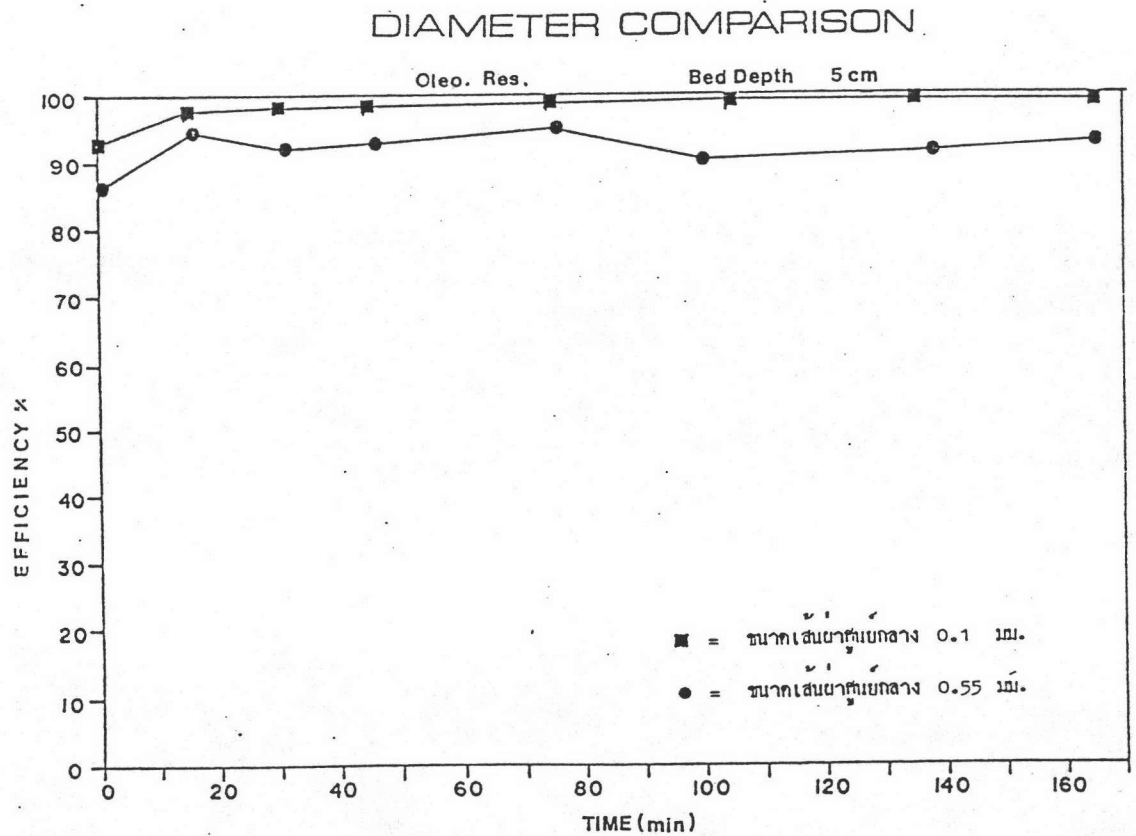
5.1.3 การศึกษาคุณสมบัติขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอนุภาคของชั้นตัวกลาง

ทำการทดลองโดยเปลี่ยนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคสารเรซินที่น้ำมันจับยึก ดังตารางที่ 4.1 การทดลองที่ 4 และ 6 โดยได้ผลการทดลองดังตารางที่ 5.3 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 5.3 แสดงประสิทธิภาพการทำจักที่ไอซีและการสูญเสียแรงค้ำน้ำ ที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคต่าง ๆ กัน

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ประสิทธิภาพการทำจักที่ไอซี (ร้อยละ)	การสูญเสียแรงค้ำน้ำ (มิลลิเมตรของปรอท)
0.10	98.00	85
0.55	92.35	59

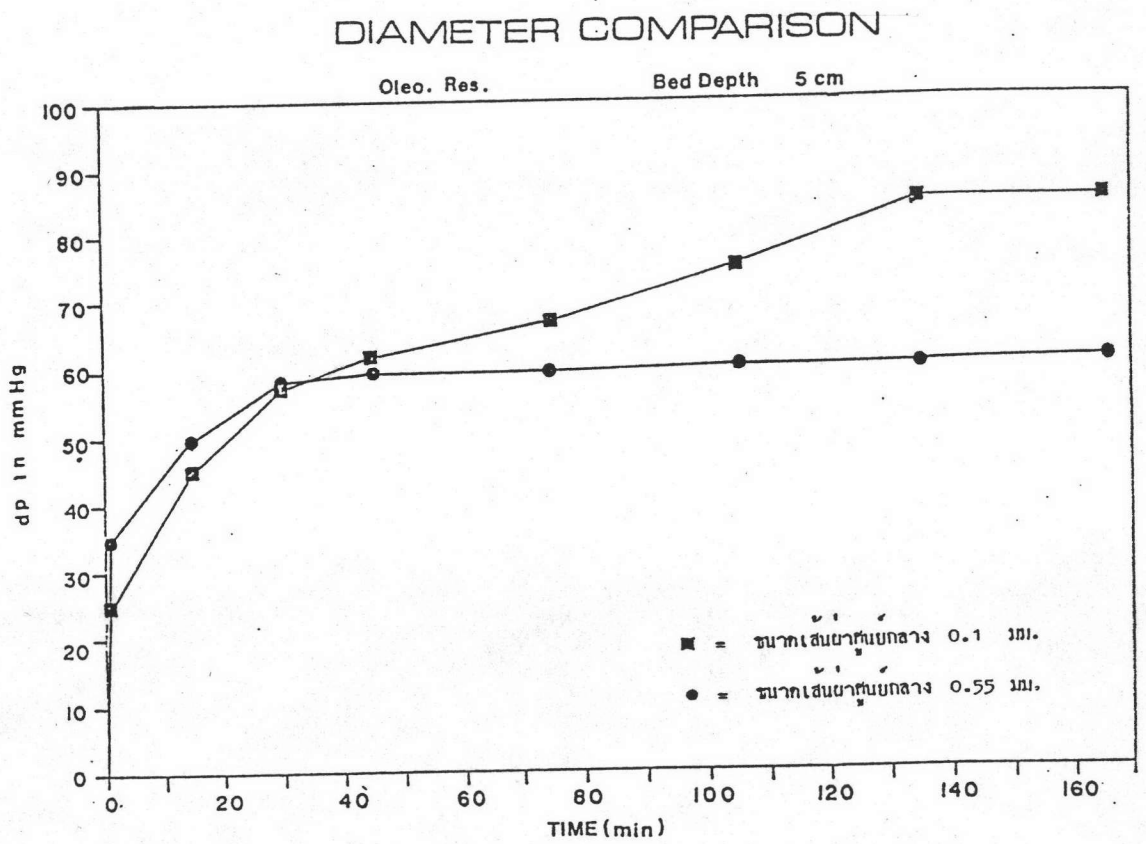
1. ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี จากการทดลองพบว่าหลังจากลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคลงแล้ว ประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซีมีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคลง ขนาดของว่างระหว่างอนุภาคของชั้นตัวกลางก็จะเล็กลงด้วย ทำให้สารกระจายเกิดการปะทะกับอนุภาคชั้นตัวกลางในชั้นตอนการส่งผ่านสารกระจายเข้าสู่ชั้นตัวกลางได้เพิ่มขึ้นดังนั้นประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซีจึงมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งได้แสดงถึงในสมการที่ 3.6 เมื่อขนาด d_p ลดลง จะมีผลทำให้ $e^{3/2(1-\epsilon)\alpha_n t} H/d_p$ มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคลดลง ประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซีจึงมีค่าเพิ่มขึ้นดังแสดงไว้ในรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดของสารชนิดตัวกลางที่มีอนุภาคขนาดต่าง ๆ กัน

2. การสูญเสียแรงดันน้ำ จากการทดลองพบว่า เมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกลางของอนุภาคเล็กลง ค่าการสูญเสียแรงดันน้ำจะมีค่ามากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลสองประการ คือ ประการแรก ขนาดของช่องว่างระหว่างอนุภาคมีขนาดเล็กลง ดังนั้นการปะทะระหว่างสารกระจายกับอนุภาคของชั้นตัวกลางจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ทำให้สารกระจายเกาะติดอนุภาคชั้นตัวกลางเพิ่มขึ้น แรงเฉือนระหว่างสารกระจายกับสารท่อนื่องจะมีค่าเพิ่มขึ้น เป็นผลให้ค่าการสูญเสียแรงดันน้ำเพิ่มขึ้น ประการต่อมาคือ แรงเฉือนระหว่างสารท่อนื่องกับอนุภาคของชั้นตัวกลางนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้น ยังผลให้ค่าการสูญเสียแรงดันน้ำเพิ่มขึ้น

ในขณะที่เกี่ยวกับอนุภาคของชั้นตัวกลางที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ขึ้น ค่าแรงเฉือนทั้งสองกรณีจะมีค่าลดลง เนื่องจากขนาดของช่องว่างระหว่างอนุภาคมีขนาดใหญ่ขึ้น การสูญเสียแรงดันน้ำจึงมีค่าลดลง ดังรูปที่ 5.9 เปรียบเทียบค่าการสูญเสียแรงดันน้ำที่ขนาดอนุภาคต่าง ๆ กัน



รูปที่ 5.9 การเปรียบเทียบการสูญเสียแรงดันน้ำ ของสารชั้นตัวกลางที่มีขนาดอนุภาคต่างกัน

5.1.4 ศึกษาคุณสมบัติอัตราการความเร็วในการบำบัด ทำการทดลองโดยใช้อัตรา
ความเร็วในการบำบัดที่ 2 และ 14 ลิตร / ม³-วินาที ดังตารางที่ 4.1 การทดลองที่
7 และ 10 โดยได้ผลการทดลองดังตารางที่ 5.4 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 5.4 แสดงประสิทธิภาพการบำบัด ทีไอซี และการสูญเสียแรงดัน
น้ำที่อัตราการความเร็วในการบำบัดต่าง ๆ

อัตราการความเร็วในการบำบัด (ลิตร / ม ³ -วินาที)	ประสิทธิภาพการกำจัด ทีไอซี (ร้อยละ)	การสูญเสียแรงดันน้ำ (มิลลิเมตรของปรอท)
2	97.62	73
14	95.67	150

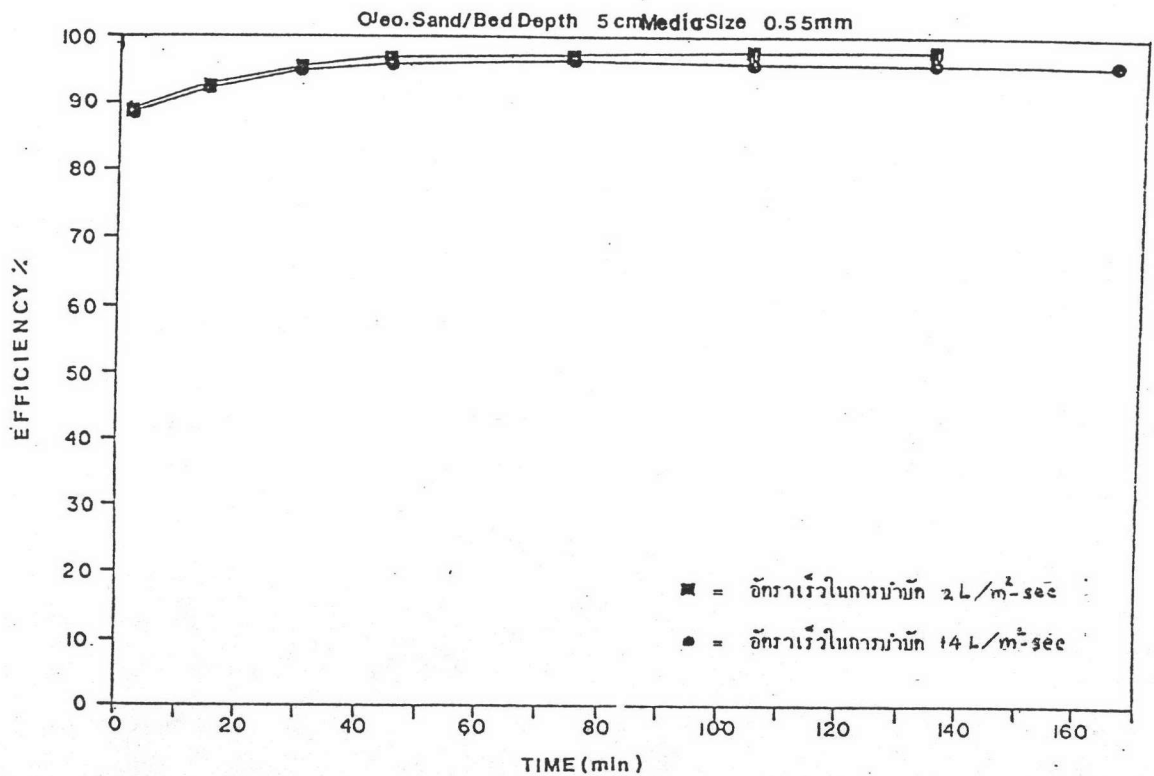
1. ประสิทธิภาพการกำจัดทีไอซี จากผลการทดลองพบว่าที่อัตราการ
เร็วในการบำบัดสูง ประสิทธิภาพการบำบัดทีไอซีจะลดลง ดังตารางที่ 5.4 เนื่องจากที่
อัตราการเร็วในการบำบัดสูง สารกระจายจะเคลื่อนที่เข้าสู่ชั้นตัวกลางด้วยอัตราความเร็ว
ที่สูงกว่า ทำให้อนุภาคของสารชั้นตัวกลางจับกับสารกระจายได้น้อยลง และสาเหตุอีกประการ
หนึ่งคือ จากการทำสารกระจายเคลื่อนเข้าปะทะกับอนุภาคของชั้นตัวกลางด้วยความเร็วสูงนี้
เอง จึงทำให้เกิดการสะท้อนกลับของสารกระจายเป็นปริมาณมากขึ้น เป็นผลให้ประสิทธิภาพ
การบำบัดทีไอซีมีค่าลดลง ดังสมการที่ 3.6 ดังนี้

$$\frac{C_0 - C_s}{C_0} = 1 - e^{-3/291 - \alpha} \alpha n_t H/d_p$$

ค่า α = อัตราส่วนการสะท้อนกลับของสารกระจายซึ่งมีค่า
น้อยกว่า 1 ดังนั้นเมื่อค่า α มีค่าน้อยลง จึงทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดทีไอซีมีค่าลดลง
ด้วย ในรูปที่ 5.10 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดที่อัตราการเร็วต่างๆ กัน



VELOCITY COMPARISON

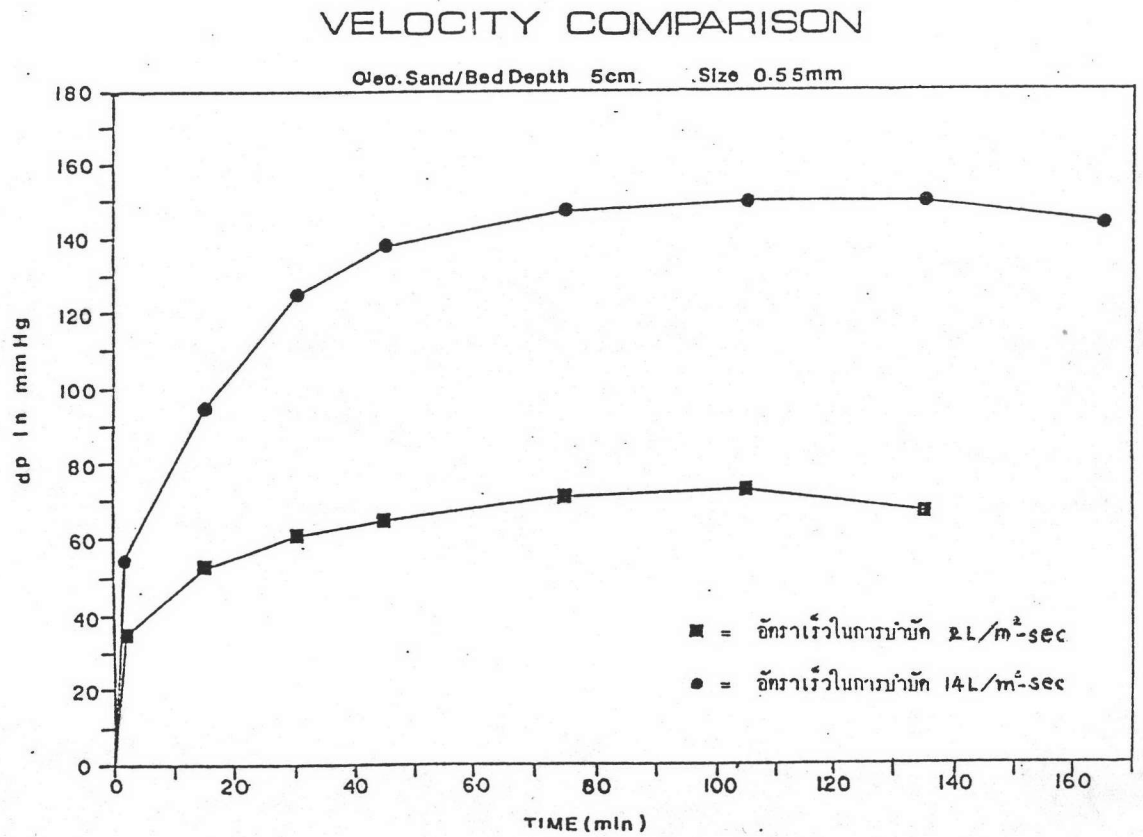


รูปที่ 5.10 ประสิทธิภาพในการกำจัดที่ไอซีที่อัตราความเร็วในการบำบัดต่างกัน

2. การสูญเสียแรงดันน้ำ จากการทดลองพบว่า ที่อัตราความเร็วในการบำบัดสูง ค่าการสูญเสียแรงดันน้ำจะมีค่าสูงขึ้น ดังรูปที่ 5.11 เนื่องจากที่อัตราความเร็วในการบำบัดสูง ค่าแรงเฉือนที่เกิดระหว่างสารกระจายกับสารต่อเนื่องมีค่าสูงกว่าที่อัตราความเร็วในการบำบัดต่ำกว่า ทำให้การสูญเสียแรงดันน้ำที่อัตราความเร็วในการบำบัดสูงมีค่าสูงกว่าและสาเหตุอีกประการหนึ่ง เนื่องจากการเคลื่อนที่ของสารต่อเนื่องที่อัตราความเร็วสูง ทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันน้ำเพิ่มขึ้น จึงสมควร

$$H/L = (5 \chi V/g) \left[(1-\epsilon)^2 / \epsilon^2 \right] \left[6/\psi (\epsilon \times d_1^2) \right]^2 \quad (17)$$

จะเห็นว่าเมื่ออัตราการความเร็ว (V) มีค่าเพิ่มขึ้น การสูญเสียแรงกดดันน้ำ (H) จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 5.11 การเปรียบเทียบการสูญเสียแรงกดดันน้ำที่อัตราความเร็วในการบำบัดต่างกัน

5.2 การศึกษาพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของกระบวนการเมื่อทำงานติดต่อกันในระยะเวลายาวนาน

จากการทดลองโดยการเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่าง ๆ และทดลองติดต่อกันเป็นเวลายาวนานประมาณ 100 ชั่วโมง. กิ่งการทดลองในหัวข้อ 4.3.2 ได้ผลการทดลองตามหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

5.2.1 การศึกษาคุณสมบัติของสารชั้นตัวกลาง

ทำการทดลองโดยใช้ชนิดของสารชั้นตัวกลาง ดังนี้

- ทรายที่น้ำมันจับยึด
- ทรายที่น้ำจับยึด
- ทรายที่น้ำมันจับยึด
- ทรายที่น้ำจับยึด

โดยทำการทดลองที่ที่ความสูงวิกฤติ, สูงกว่าความสูงวิกฤติ และต่ำกว่าความสูงวิกฤติ แต่ผลการทดลองใช้เวลาทำการติดต่อกันประมาณ 100 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 5.5 จากการทดลองเป็นระยะเวลายาวนานติดต่อกัน พบว่าค่าของประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซี และค่าการสูญเสียแรงดันน้ำเปลี่ยนแปลงตลอดเวลานี้เนื่องจากการอุดตัน และหลุดออกจากชั้นตัวกลางของสารแขวนลอย จากค่าประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี และค่าการสูญเสียแรงดันน้ำตลอดระยะเวลาการทดลอง สามารถนำค่าต่าง ๆ มาหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ดังตารางที่ 5.5 และจากการพิจารณาตารางที่ 5.5 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติของสารชั้นตัวกลางชนิดต่าง ๆ ที่ระดับความสูงทั้ง 3 ระดับ สามารถสรุปได้ดังนี้

ก) ระดับความสูงต่ำกว่าความสูงวิกฤติ เมื่อระบบโคเอเลสเซนซ์ทำงานในระยะเวลายาวนานพบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตลอด

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี และการสูญเสียแรงดันน้ำของสารตัวกลางชนิดต่าง ๆ ที่ระดับความสูงต่าง ๆ

ชนิดของสาร ชนิดตัวกลาง	ความสูงของสารชนิดตัวกลาง											
	ต่ำกว่าความสูงวิกฤต				ความสูงวิกฤต				สูงกว่าความสูงวิกฤต			
	ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี		การสูญเสียแรงดันน้ำ		ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี		การสูญเสียแรงดันน้ำ		ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี		การสูญเสียแรงดันน้ำ	
	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ของปรอท มม.	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ของปรอท มม.	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ของปรอท มม.	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
ทรายที่น้ำมันจับยึค	76.69	9.38	53.53	9.28	91.54	7.14	102.96	29.40	91.06	3.75	194.29	101.87
ทรายที่น้ำจับยึค	78.19	4.30	59.04	4.72	86.04	6.49	107.59	12.74	89.33	4.29	190.58	50.54
เวซินที่น้ำมันจับยึค	84.26	6.62	44.92	5.52	89.20	4.15	95.96	16.84	89.42	3.56	159.32	20.94
เวซินที่น้ำจับยึค	82.06	1.59	204.63	12.91	86.80	6.28	407.61	70.86	87.62	4.58	510.00	82.75

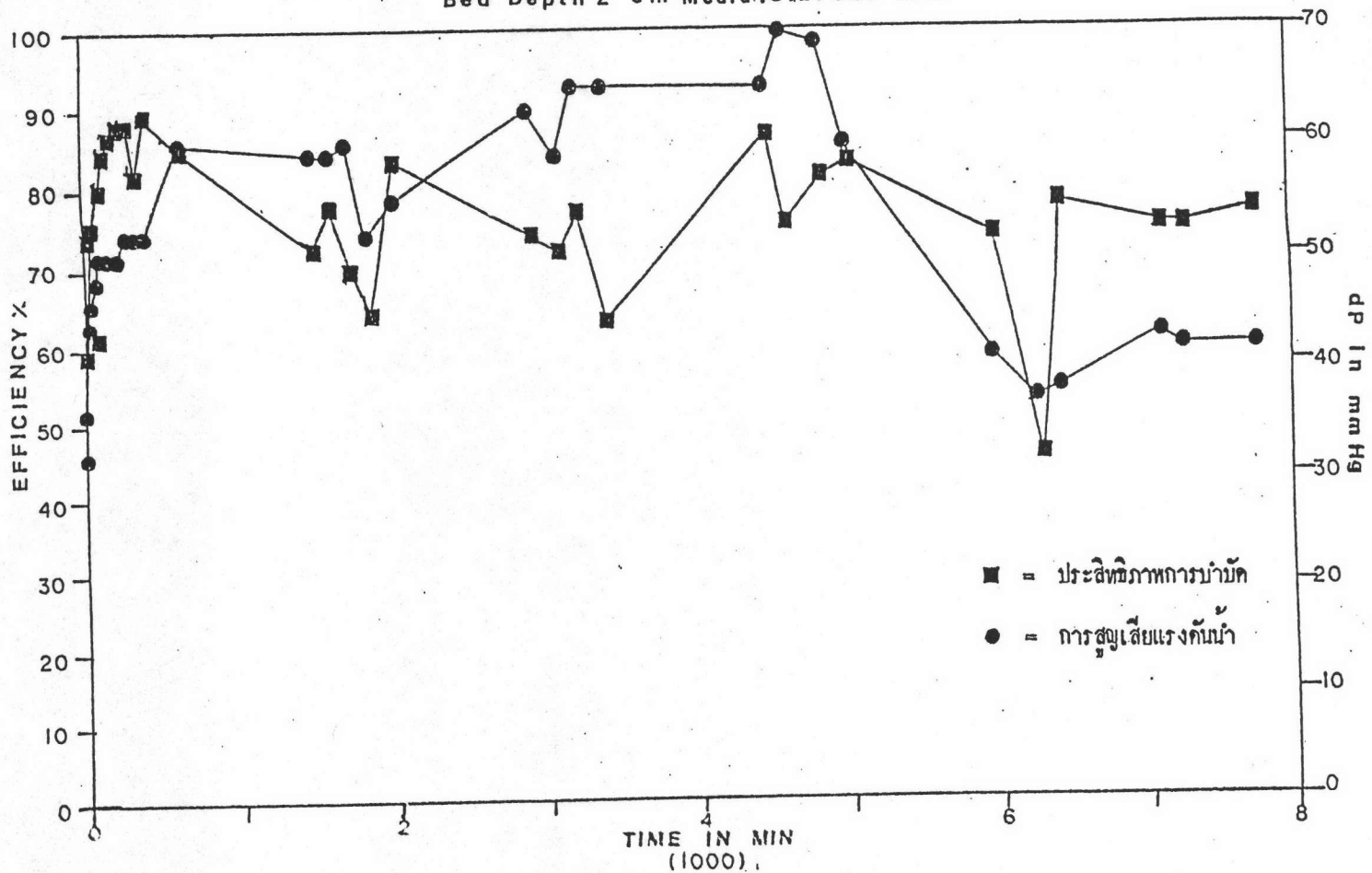
ตัวกลางทั้ง 4 ชนิด ดังรูปที่ 5.12, 5.13, 5.14 และ 5.15 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชั้นตัวกลางชนิดทรายที่น้ำมันจับยึด และทรายที่น้ำจับยึด ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี มีค่าสูงกว่าในชั้นตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึด และเรซินที่น้ำจับยึด ดังตารางที่ 5.5 ทั้งนี้เนื่องจากสารก่อเนื้องมีสารแขวนลอยประเภทอื่น ๆ รวมอยู่ด้วย สารชั้นตัวกลางจึงทำหน้าที่คล้ายชั้นกรอง ทำการกรองสารแขวนลอยอื่น ๆ ออกจากน้ำ เมื่อปริมาณสารแขวนลอยที่อยู่ในชั้นตัวกลางมีจำนวนหนึ่ง ก็จะหลุดลอยสู่ถังตกตะกอน เป็นเหตุให้ขนาดช่องว่างของสารชั้นตัวกลางเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นประสิทธิภาพของระบบโคเอเลสเซนซ์ในชั้นตอนการส่งผ่านสารกระจายเข้าสู่ชั้นตัวกลางจึงเปลี่ยนแปลงไป ด้วย จากตารางที่ 5.5 พบว่าตัวกลางชนิดทรายที่น้ำมันจับยึด และทรายที่น้ำจับยึด ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซีมีค่าสูงกว่าชนิดอื่น เนื่องจากในชั้นตัวกลางชนิดทรายที่น้ำมันจับยึด และทรายที่น้ำจับยึด ผิวของอนุภาคสารชั้นตัวกลางมีลักษณะขรุขระ ดังนั้นสารแขวนลอยจึงถูกกักอยู่ในชั้นตัวกลางได้เป็นจำนวนมากกว่าสารชั้นตัวกลางชนิดเรซินซึ่งผิวของอนุภาคเรียบกว่า และเมื่อสารแขวนลอยหลุดลอยออกจากชั้นตัวกลาง ลักษณะของว่างของชั้นตัวกลางชนิดทรายจึงมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าของเรซิน จึงเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซีของสารชั้นตัวกลางชนิดทรายมีค่าเปลี่ยนแปลงมากกว่าสารชั้นตัวกลางชนิดเรซิน

ข) ระดับความสูงที่ความสูงวิกฤต ประสิทธิภาพการบำบัดของสารชั้นตัวกลางแต่ละชนิดยังคงมีลักษณะเปลี่ยนแปลง เช่นเดียวกับที่ความสูงต่ำกว่าความสูงวิกฤต ดังรูปที่ 5.16, 5.17, 5.18 และ 5.19 จากตารางที่ 5.5 พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซีเฉลี่ยของสารตัวกลางชนิดทรายที่น้ำมันจับยึดมีค่าสูงกว่าของสารตัวกลางชนิดทรายที่น้ำจับยึด ซึ่งได้ผลสอดคล้องกับการทดลองในหัวข้อ 5.1.1

ค) ระดับความสูงที่สูงกว่าความสูงวิกฤต จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซีของสารตัวกลางแต่ละชนิดยังคงมีลักษณะเปลี่ยนแปลงดังรูป

OLEOPHILIC SAND

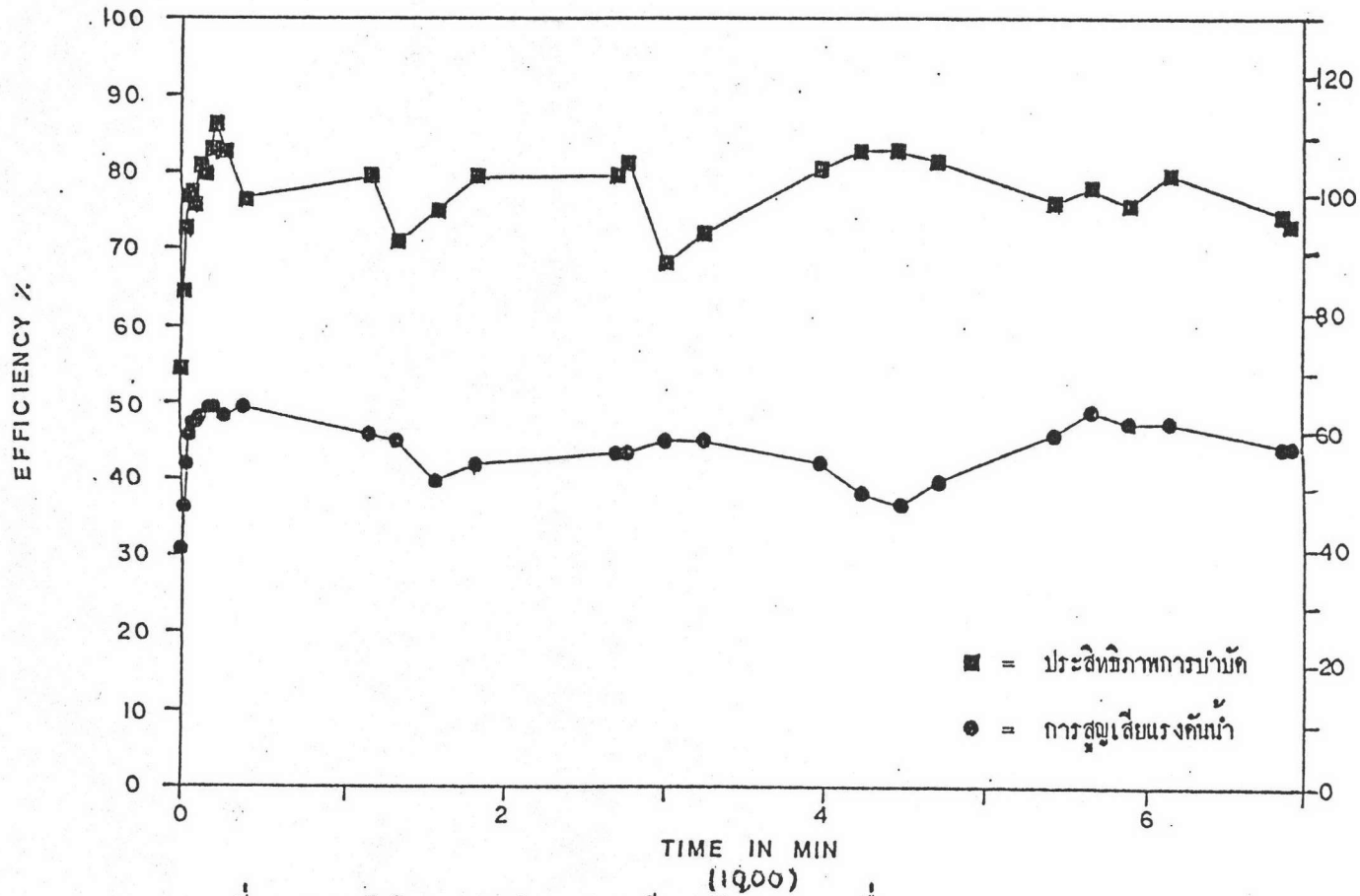
Bed Depth 2 cm Media Size 0.35 mm



รูปที่ 5.12 ประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อบริหารระยะเวลายาวนาน

HYDROPHILIC SAND

Bed Depth 2 cm Media Size 0.35 mm

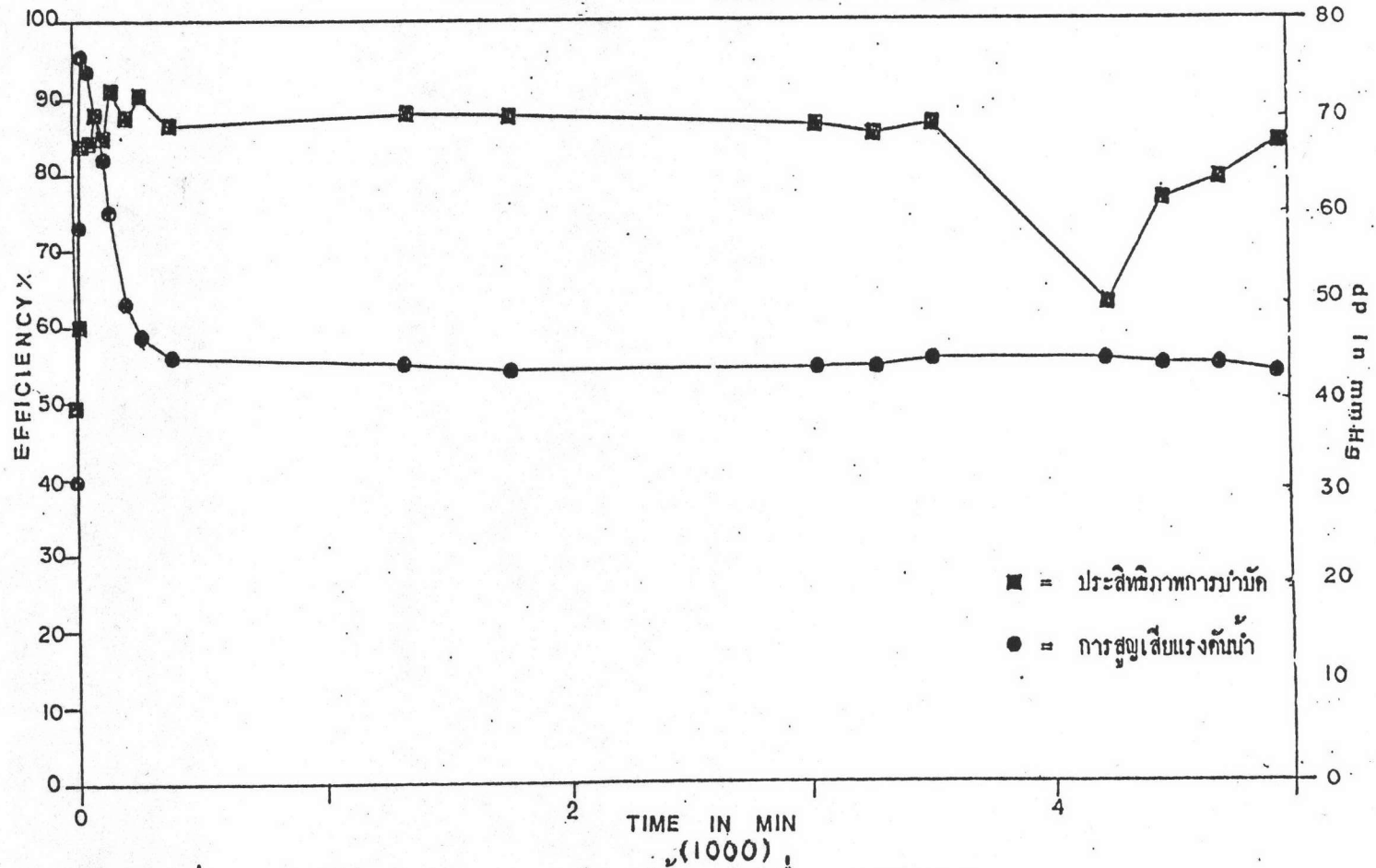


รูปที่ 5.13 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อระยะเวลาขบวนการ



OLEOPHILIC RESIN

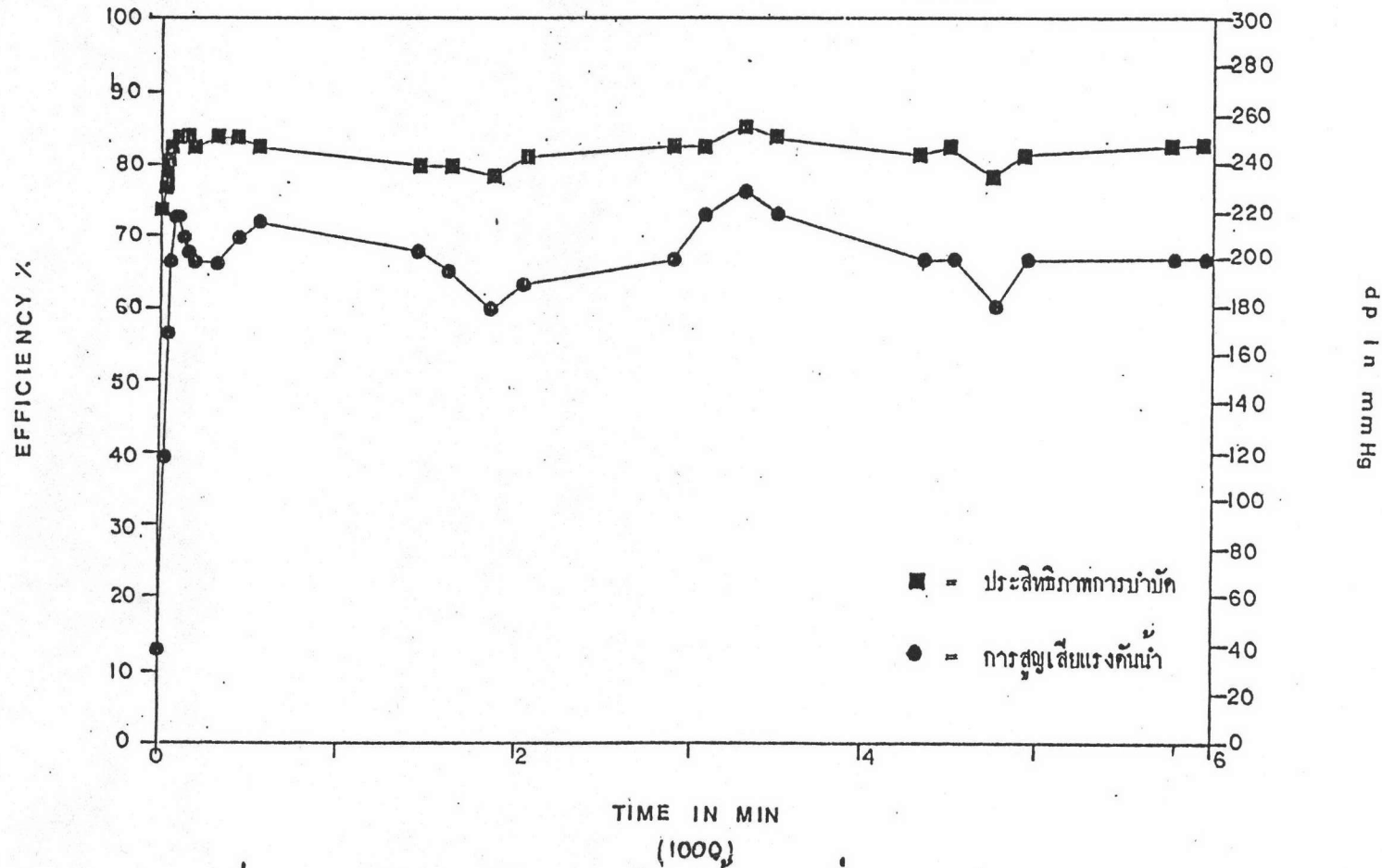
Bed Depth 3 cm Media Size 0.35 mm



รูปที่ 5.14 ประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อระยะเวลาผ่านไปนาน

HYDROPHILIC RESIN

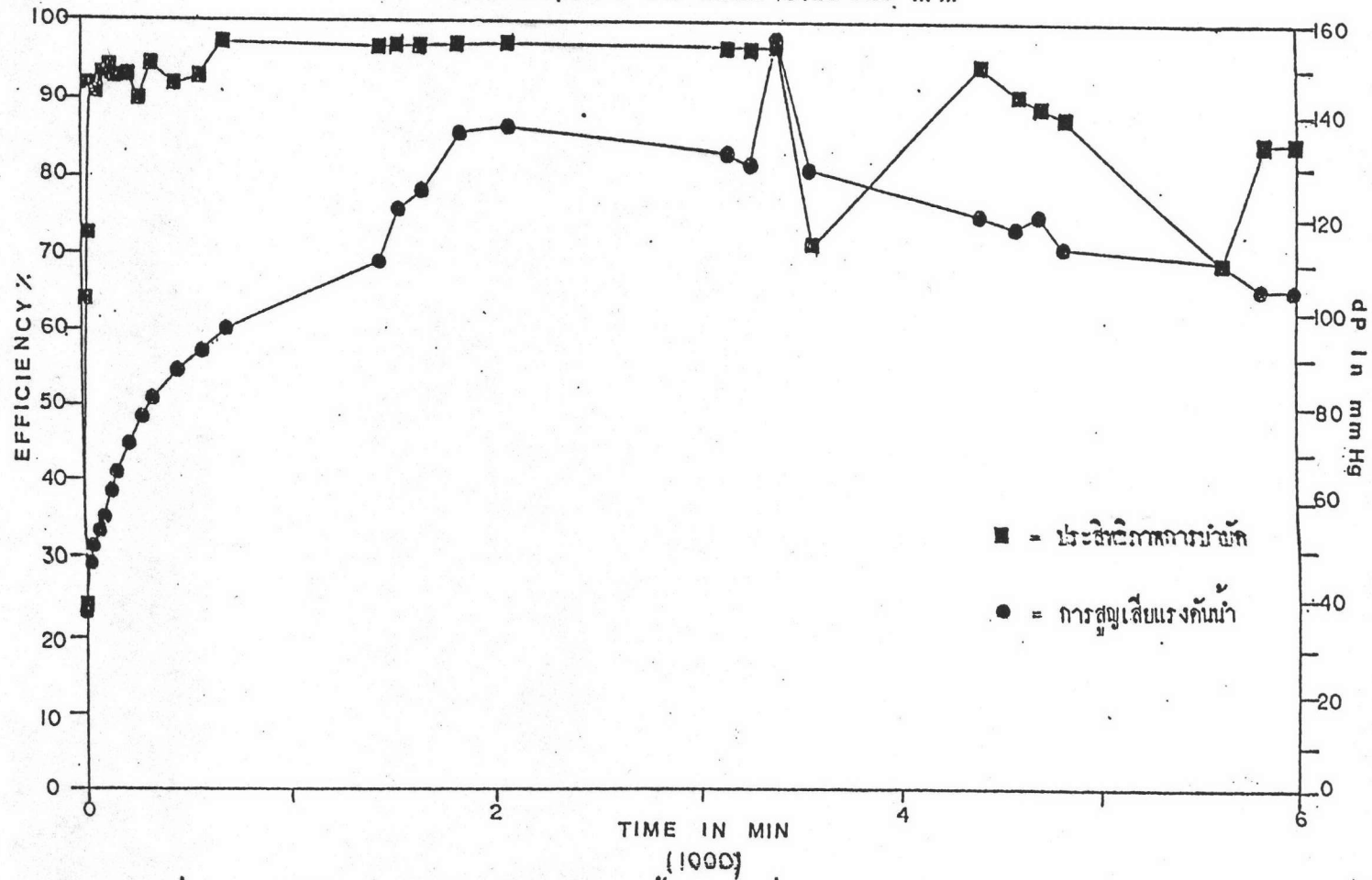
Bed Depth 4 cm Media Size 0.35 mm



รูปที่ 5.15 ประสิทธิภาพการบำบัดและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อระยะเวลายาวนาน

OLEOPHILIC SAND

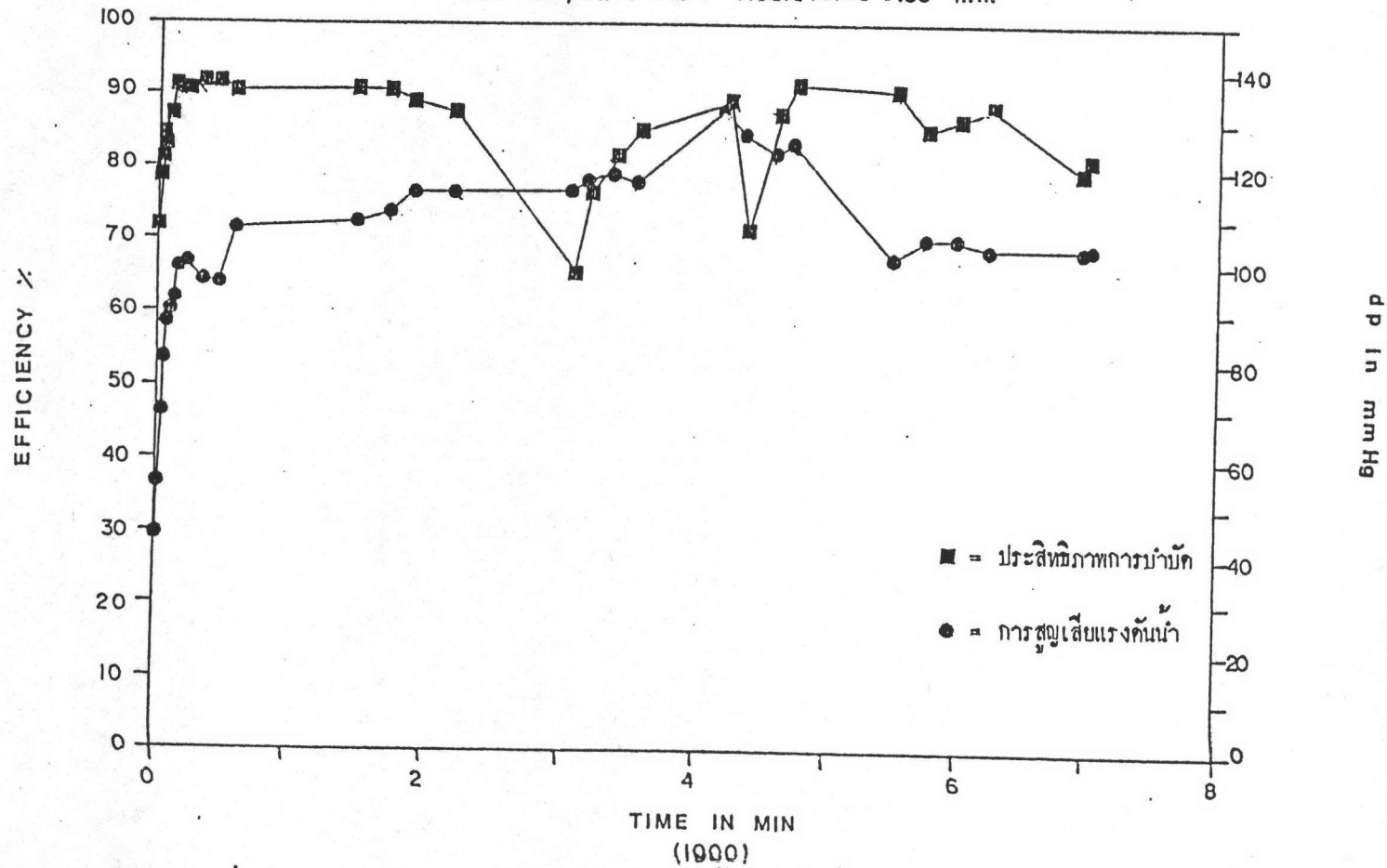
Bed Depth 4 cm Media Size 0.35 mm



รูปที่ 5.16 ประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อระยะเวลายาวนาน

HYDROPHILIC SAND

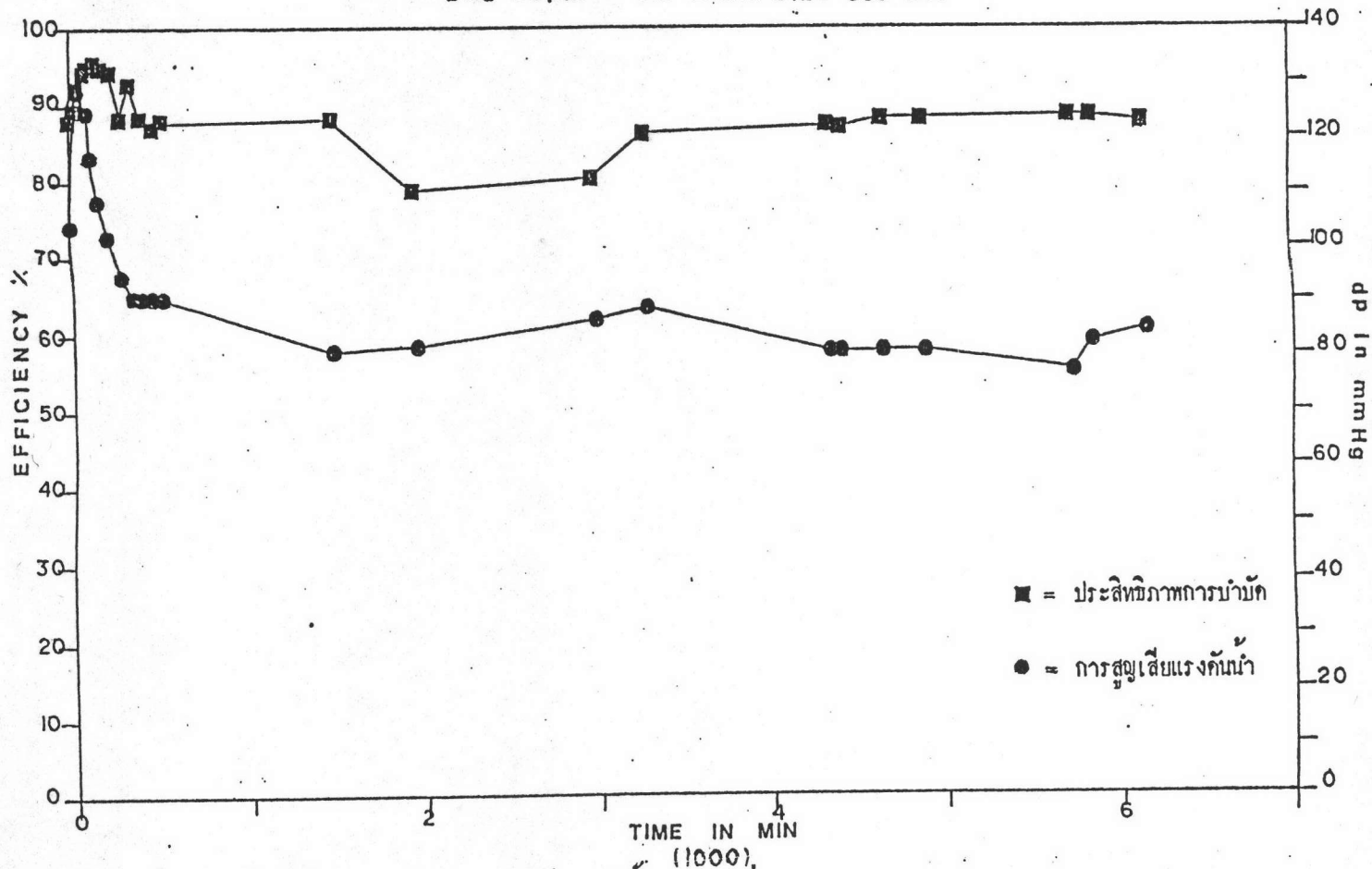
Bed Depth 4 cm Media Size 0.35 mm



รูปที่ 5.17 ประสิทธิภาพการกักน้ำและการสูญเสียแรงค้ำน้ำของระบบ เมื่อระยะเวลายาวนาน

OLEOPHILIC RESIN

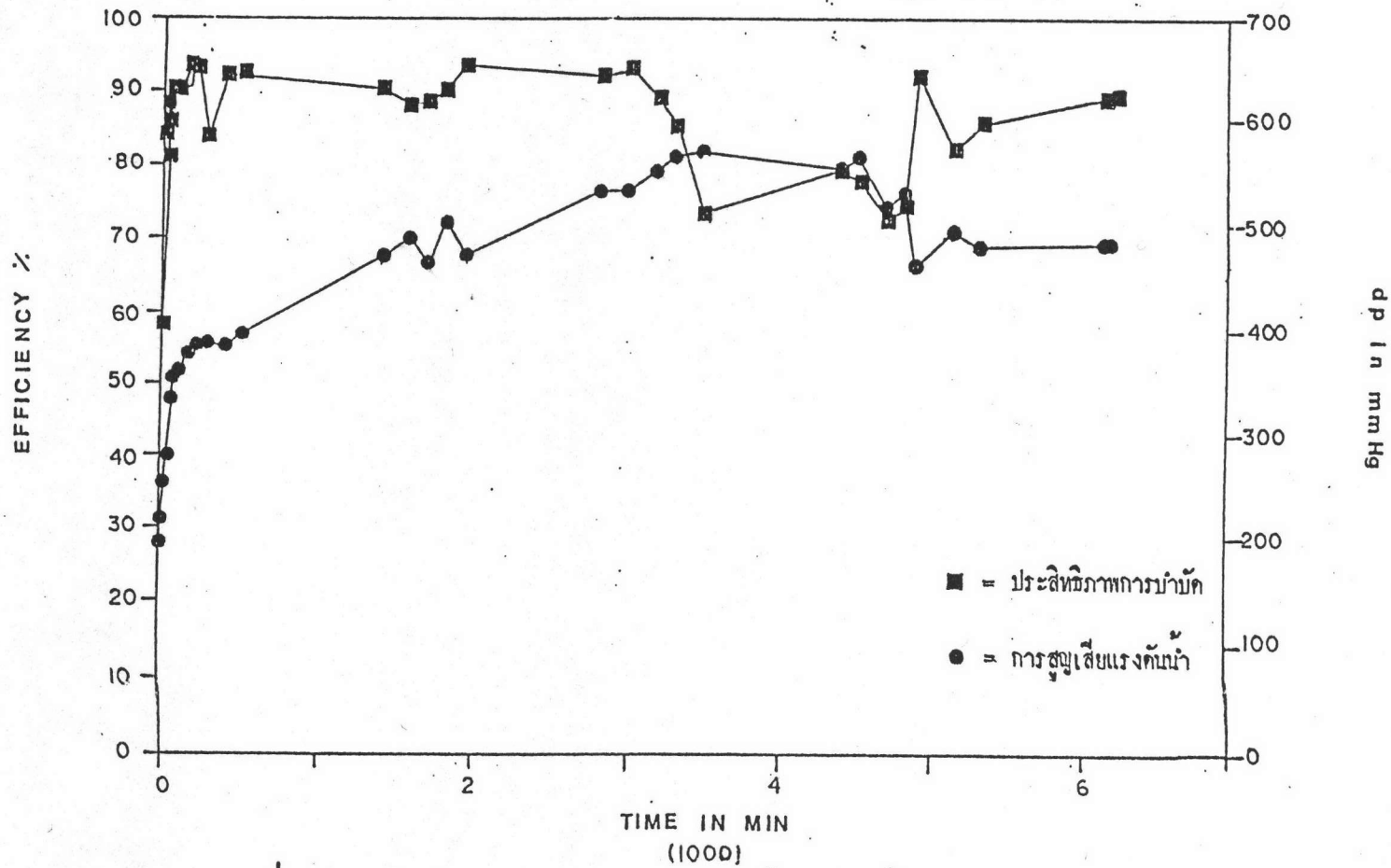
Bed Depth 5 cm Media Size 035 mm



รูปที่ 5.18 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อดำเนินการระยะเวลายาวนาน (1000)

HYDROPHILIC RESIN

Bed Depth 6 cm Media Size 0.35 mm



รูปที่ 5.19 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อระยะเวลายาวนาน

5.20, 5.21, 5.22 และ 5.23 และจากตารางที่ 5.5 พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดที่โอซีเฉลี่ยของสารตัวกลางชนิดทรายที่น้ำมันจับยึดยังคงมีค่าสูงกว่าในสารตัวกลางชนิดทรายที่น้ำจับยึก และในสารตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำจับยึดยังคงมีค่าสูงกว่าสารตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึก ซึ่งได้ผลการวิจัยเช่นเดียวกับหัวข้อ 5.1.1 ที่ว่าสารตัวกลางชนิดทรายที่น้ำมันจับยึกมีประสิทธิภาพบำบัดที่โอซีสูงกว่าในสารตัวกลางชนิดทรายที่น้ำจับยึก และสารตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำจับยึก มีประสิทธิภาพการบำบัดที่สูงกว่าสารตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึก

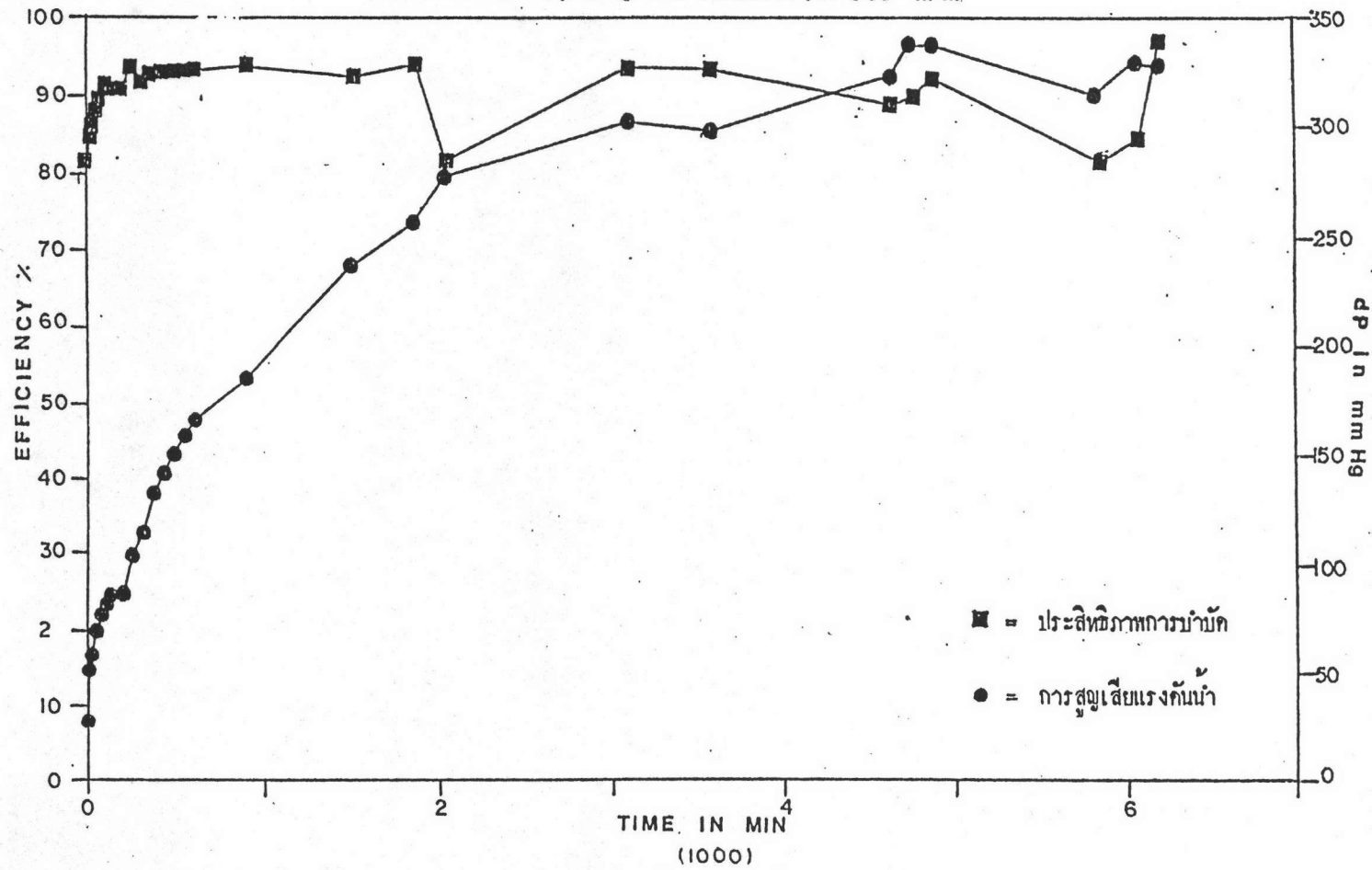
2. การสูญเสียแรงดันน้ำ จากผลการวิจัยทั้งตารางที่ 5.5 ลักษณะการสูญเสียแรงดันน้ำของสารชั้นตัวกลางแต่ละชนิดที่ระดับความสูงทั้ง 3 ระดับ มีลักษณะเช่นเดียวกัน ดังนี้

การสูญเสียแรงดันน้ำของสารชั้นตัวกลางทั้ง 4 ชนิด มีลักษณะไม่คงที่ เนื่องจากชั้นตัวกลางของโคเอเลสเซอร์ปฏิบัติการตัวคล้ายชั้นกรอง กรองสารแขวนลอยชนิดอื่น ๆ ที่ปะปนอยู่ในสารต่อเนื่อง ทำให้การสูญเสียแรงดันน้ำเพิ่มขึ้น ในขณะที่เกี่ยวกับสารแขวนลอยที่ถูกรองจะรวมตัวเคลื่อนผ่านชั้นตัวกลางหลุดลอยออกมาสู่ถังตกตะกอน ทำให้การสูญเสียแรงดันน้ำลดลง ลักษณะการสูญเสียแรงดันน้ำทั้ง 4 ชนิด จึงมีลักษณะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งในรูปแบบที่ 5.12 ถึง 5.23 สำหรับการเปรียบเทียบค่าการสูญเสียแรงดันน้ำเฉลี่ยระหว่างสารตัวกลางชนิดต่าง ๆ พบว่าผลการทดลองยังคงได้ผลเช่นเดียวกับหัวข้อ 5.1.1 ในหัวข้อการสูญเสียแรงดันน้ำ ที่พบว่า การสูญเสียแรงดันน้ำในสารชั้นตัวกลางชนิดทรายที่น้ำจับยึกมีค่าสูงกว่าชนิดทรายที่น้ำมันจับยึกทั้ง 3 ระดับความสูง ซึ่งแสดงว่าสารแขวนลอยไม่มีผลต่อคุณสมบัติของสารชั้นตัวกลางในด้านการสูญเสียแรงดันน้ำไม่ว่าที่ความสูงระดับใด ในการเปรียบเทียบค่าการสูญเสียแรงดันน้ำไม่ว่าที่ความสูงระดับใดและการเปรียบเทียบค่าการสูญเสียแรงดันน้ำเฉลี่ยระหว่างสารชั้นตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึกกับชนิดเรซินที่น้ำจับยึก ไม่สามารถเปรียบเทียบได้เนื่องจากชั้นตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำจับยึกอนุภาคชั้นตัวกลางมีการฟองตัว เนื่องจากคุณสมบัติการกักน้ำของเรซิน ทำให้การสูญเสียแรงดันมีค่าสูง ส่วนในชั้นตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึก ค่าการสูญเสียแรงดันน้ำมีค่าปกติ เนื่องจากอนุภาคไม่มีการกักน้ำ

5.2.2 การศึกษาคุณสมบัติความสูงของสารชั้นตัวกลาง จากผลการทดลองพอดรูป
โค้งหัวข้อต่อไป

OLEOPHILIC SAND

Bed Depth 9 cm Media Size 0.35 mm

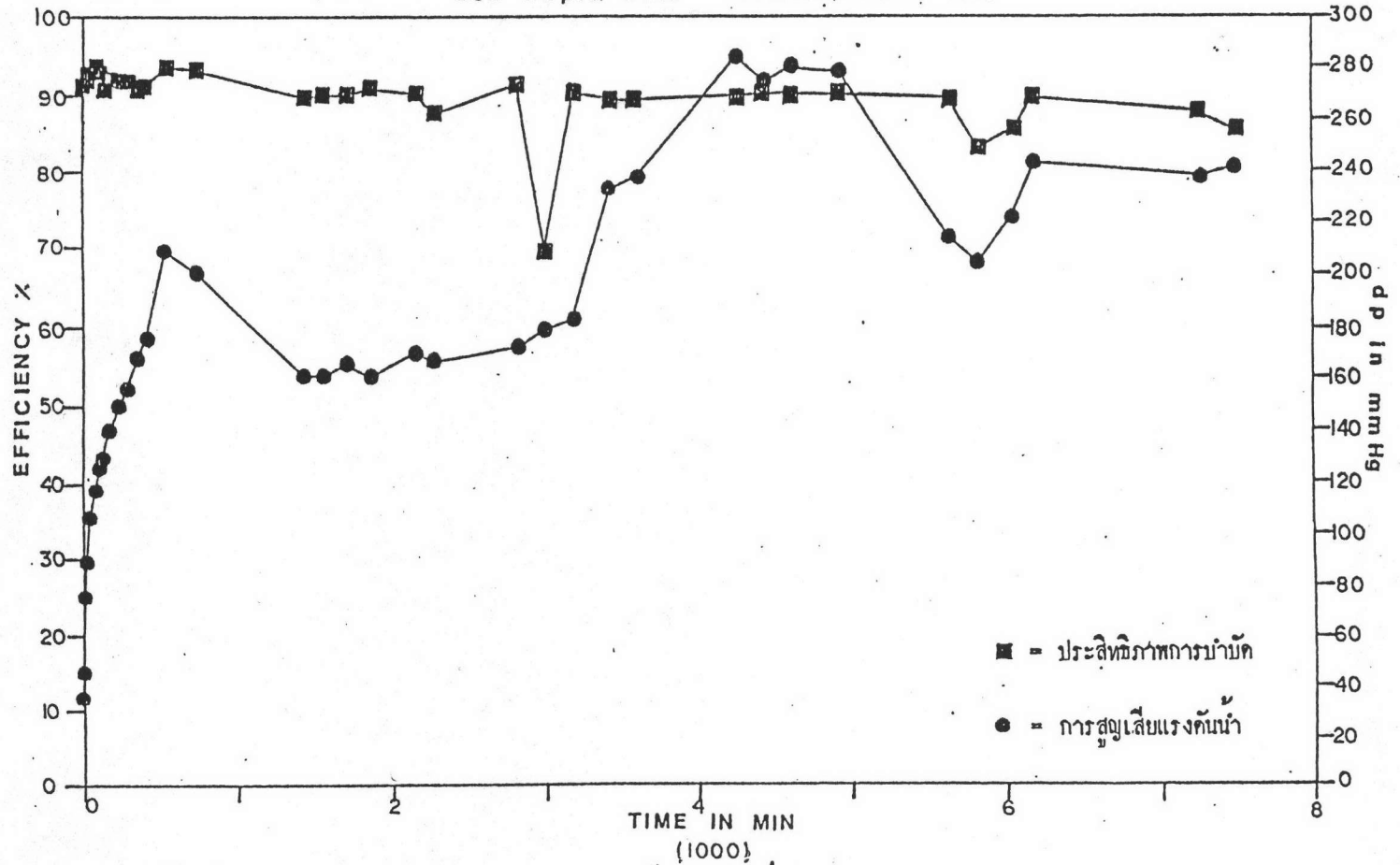


รูปที่ 5.20 ประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อระยะเวลายาวนาน



HYDROPHILIC SAND

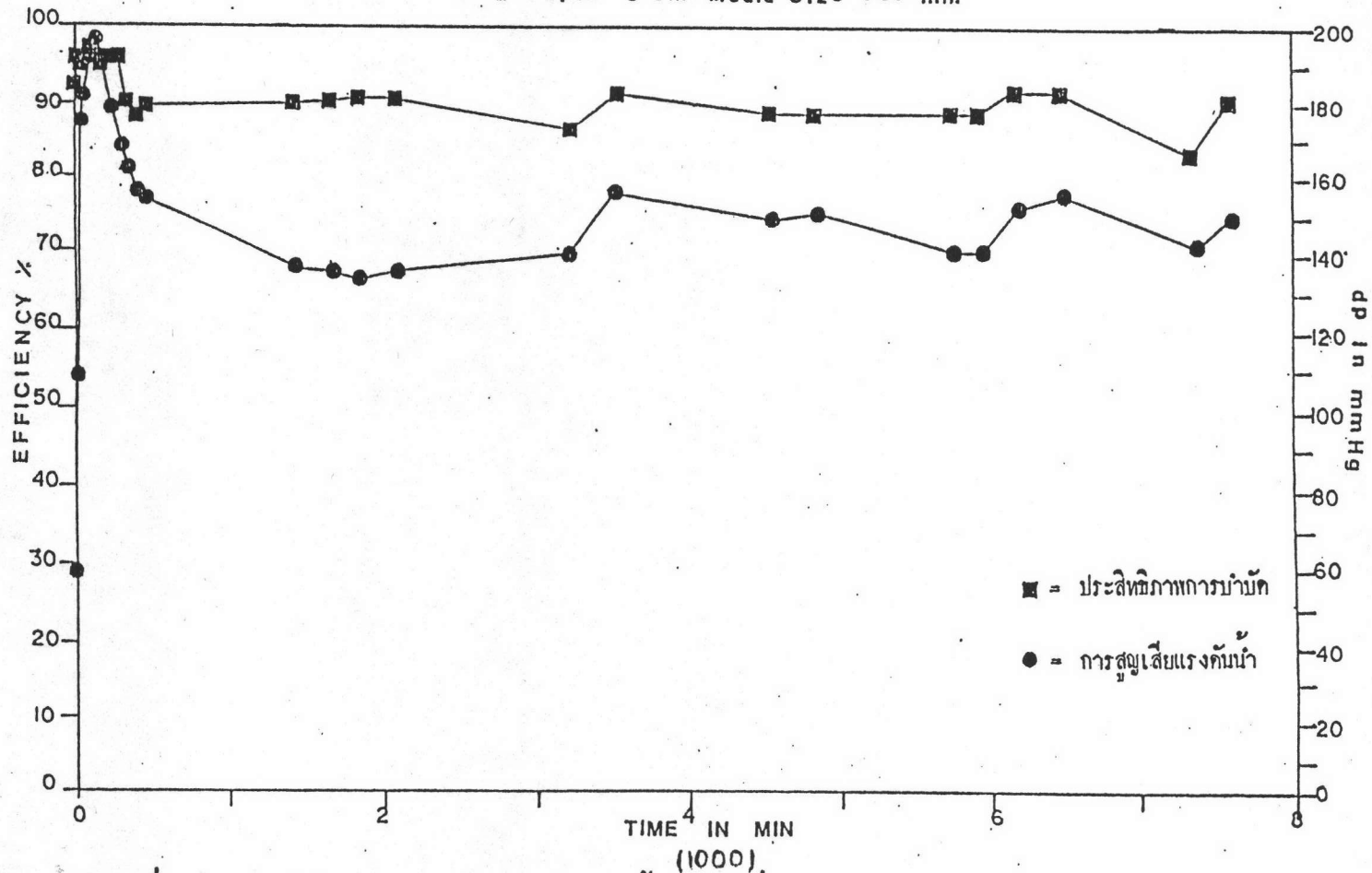
Bed Depth 8 cm Medid Size 0.35 mm



รูปที่ 5.21 ประสิทธิภาพการบำบัดและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อระยะเวลายาวนาน

OLEOPHILIC RESIN

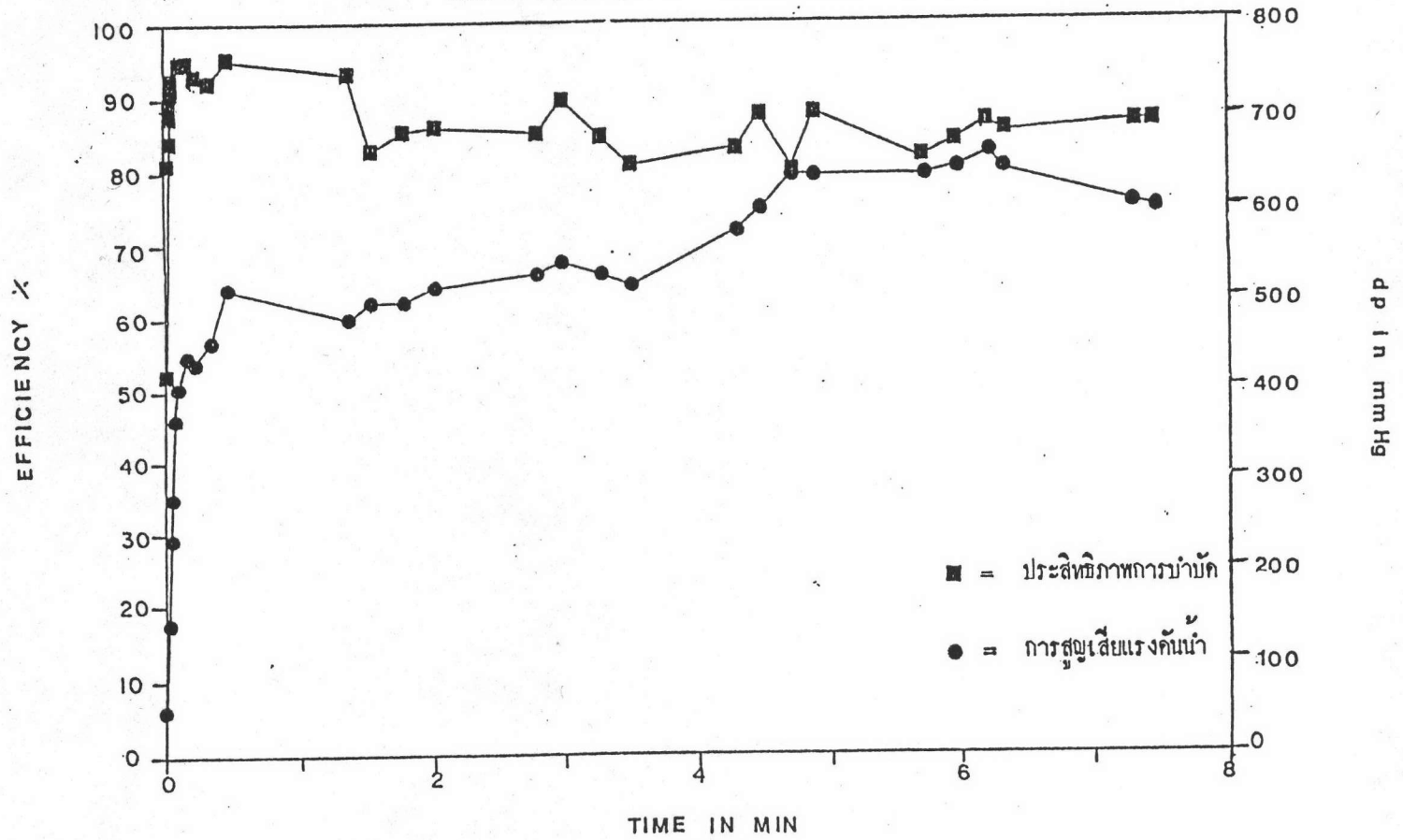
Bed Depth 8 cm Media Size 0.35 mm



รูปที่ 5.22 ประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อบริหารระยะเวลายาวนาน

HYDROPHILIC RESIN

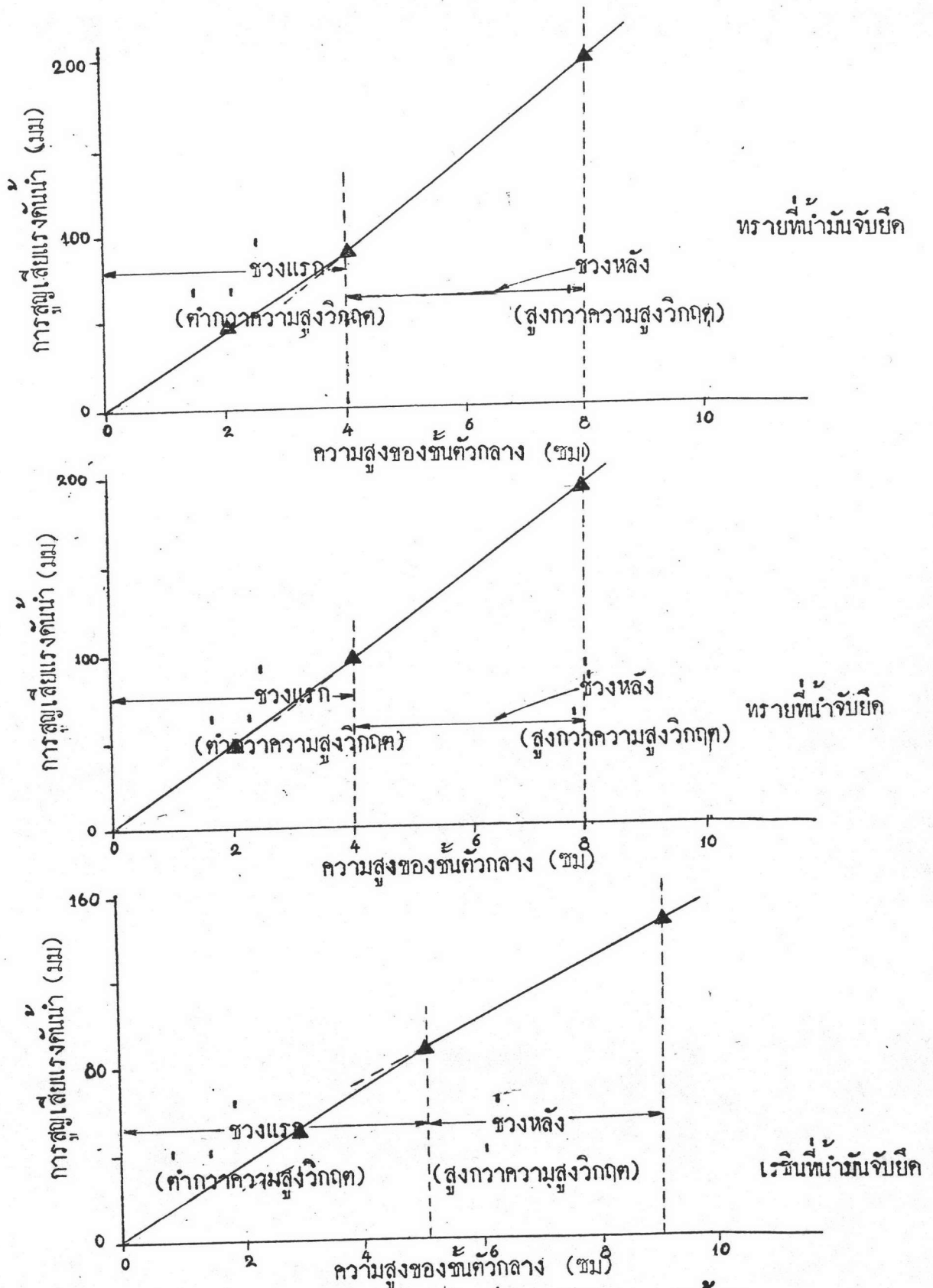
Bed Depth 10 cm Media Size 0.35 mm



รูปที่ 5.23 ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อระยะเวลายาวนาน

1. ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี จากผลการทดลองทั้งตารางที่ 5.5 พบว่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบโคเอเลสเซนซ์ที่ทำงานในระยะเวลายาวนาน ยังคงมีลักษณะเช่นเดียวกับหัวข้อ 5.1.2 ที่ว่าประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซีจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความสูงของชั้นตัวกลางที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงความสูงวิกฤต ประสิทธิภาพการบำบัดจะไม่เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพทั้งผลในตารางที่ 5.5 พบว่า ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพการบำบัดที่ระดับความสูงต่าง ๆ ไม่แตกต่างกันนัก คือมีค่าอยู่ในช่วง 3 ถึง 7 แสดงว่าสารแขวนลอยอื่น ๆ ที่ปะปนเข้ามาไม่มีอิทธิพลต่อความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการบำบัดกับระดับความสูงของชั้นตัวกลาง เพียงแต่มีผลให้ประสิทธิภาพการบำบัดมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

2. การสูญเสียแรงดันน้ำ จากตารางที่ 5.5 พบว่าการสูญเสียแรงดันน้ำเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นตามความสูงของชั้นตัวกลางที่เพิ่มขึ้น จากความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียแรงดันน้ำกับความสูงของชั้นตัวกลาง ดังรูปที่ 5.24 พบว่าในชั้นตัวกลางชนิดทรายที่น้ำมันจับยึด และทรายที่น้ำจับยึดก็มีลักษณะแตกต่างจากความชันในหัวข้อ 5.1.2 ที่ว่า ค่าความชันในช่วงความสูงที่สูงกว่าความสูงวิกฤตมีค่าน้อยกว่าในช่วงความสูงต่ำกว่าความสูงวิกฤต โดยในส่วนนี้พบว่าค่าความชันในช่วงความสูงสูงกว่าความสูงวิกฤต มีค่ามากกว่าในช่วงต่ำกว่าความสูงวิกฤต เนื่องจากในระบบที่ทำงานระยะยาวการสะสมของสารแขวนลอยอื่น ๆ ในชั้นตัวกลางจะมีมากขึ้นในชั้นตัวกลางที่สูงขึ้น ซึ่งจะพบว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสูญเสียแรงดันน้ำของทรายทั้ง 2 ชนิดจะเพิ่มขึ้นตามความสูงของชั้นตัวกลาง แสดงว่าสารแขวนลอยจะมีอิทธิพลต่อการสูญเสียแรงดันน้ำมากขึ้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับความสูงสูงกว่าความสูงวิกฤต



รูปที่ 5.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียแรงดันน้ำกับความสูงของชั้นตัวกลางในสารชั้นตัวกลางชนิดต่าง ๆ กัน

ในส่วนของสารตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึก พบว่าค่าความชันของการสูญเสียแรงดันน้ำในระบบที่ทำงานในระยะยาวได้ผลการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ 5.1.2 ที่ว่าค่าความชันในช่วงต่ำกว่าความสูงวิกฤตมีค่ามากกว่าในช่วงสูงกว่าความสูงวิกฤต และจากค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 5.5 พบว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเพิ่มขึ้นตามความสูงของชั้นตัวกลางที่เพิ่มขึ้น แต่ที่ความสูงสูงกว่าความสูงวิกฤตค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เพิ่มมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสารชั้นตัวกลางชนิดทรายที่น้ำมันจับยึก และทรายที่น้ำจับยึก แสดงว่าในสารตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึก การสูญเสียแรงดันน้ำยังคงเพิ่มขึ้นเมื่อความสูงของชั้นตัวกลางเพิ่มขึ้น โดยอิทธิพลของสารแขวนลอยไม่เพิ่มอิทธิพลเท่าในสารชั้นตัวกลางชนิดทราย

5.2.3 การศึกษาคุณสมบัติขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอนุภาคของชั้นตัวกลาง ดังการทดลองที่ 1 ถึง 7 ในตารางที่ 4.2 โดยได้ผลการทดลองดังตารางที่ 5.6 ซึ่งสามารถอธิบายได้เป็นหัวข้อดังนี้

1. ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซี ดังได้แสดงเอาไว้ในตารางที่ 5.6 พบว่าประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยของชั้นตัวกลางที่มีขนาดอนุภาค 0.35 มิลลิเมตร ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับผลการวิจัยในหัวข้อ 5.1.3 และเมื่อเปรียบเทียบค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพพบว่า ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของอนุภาคทั้ง 2 ขนาด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.6 ซึ่งมีค่า 3 ถึง 7 ซึ่งใกล้เคียงกันทั้ง 3 ระดับความสูง ทั้งนี้อิทธิพลของสารแขวนลอยอื่น ๆ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการบำบัดที่ไอซีในสารชั้นตัวกลางที่มีขนาดอนุภาคแตกต่างกัน

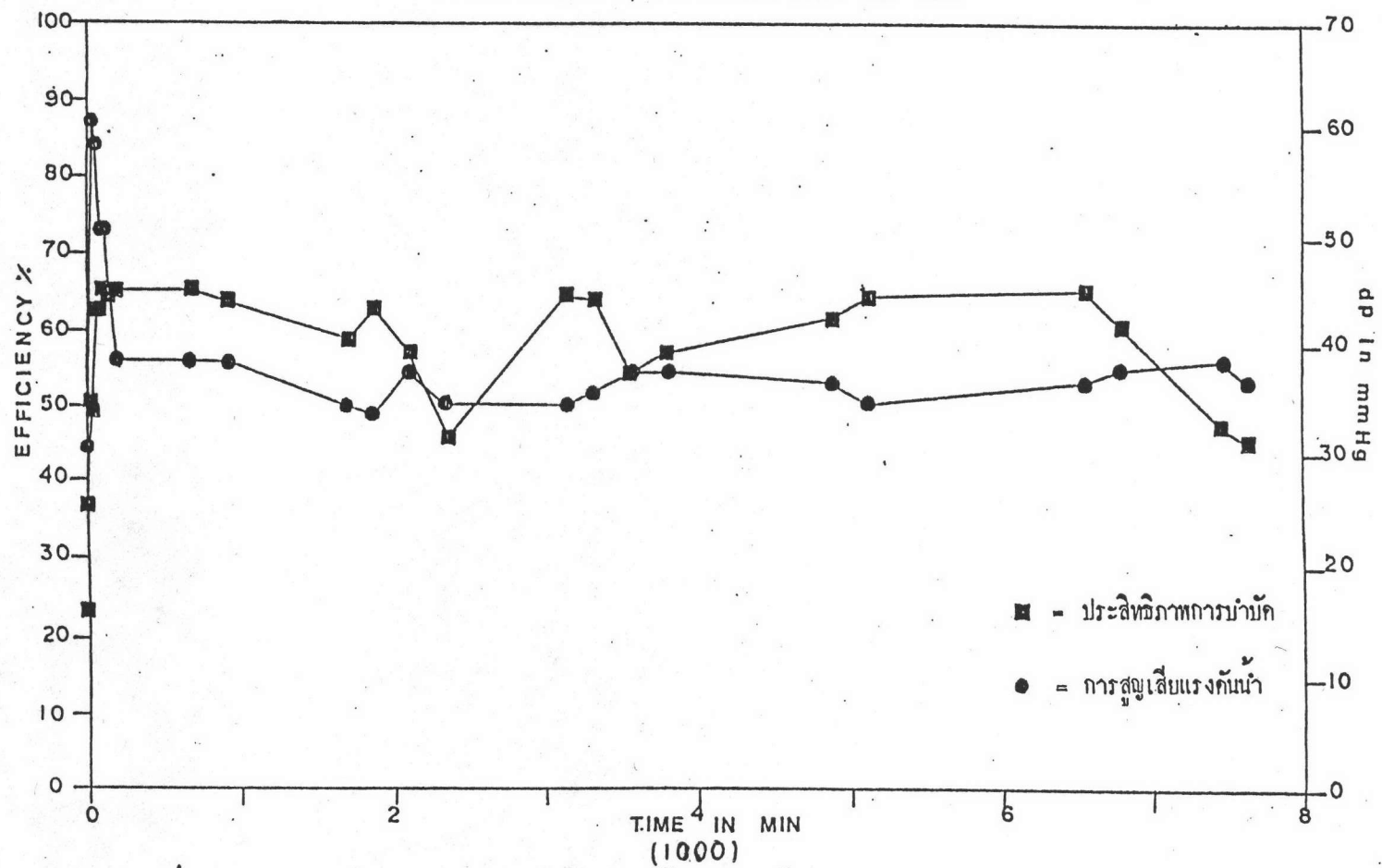
2. การสูญเสียแรงดันน้ำ จากผลการทดลองดังในตารางที่ 5.6 พบว่าการสูญเสียแรงดันน้ำเฉลี่ยของสารชั้นตัวกลางที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคแตกต่างกันมีค่าใกล้เคียงทุกระดับความสูง ซึ่งได้ผลแตกต่างกันกับหัวข้อ 5.13 ที่พบว่าค่าการสูญเสียแรงดันน้ำในชั้นตัวกลางที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า มีค่าสูงกว่าในชั้นตัวกลางที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่าและจากการเปรียบเทียบค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสูญเสียแรงดันน้ำ ดังในตารางที่ 5.6 พบว่าค่าการสูญเสียแรงดันน้ำในอนุภาคทั้ง 2 ขนาด มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ระดับ จากค่าการสูญเสียแรงดันน้ำเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานพอสรุปได้ว่า การสูญเสียแรงดันน้ำในชั้นตัวกลางที่มีขนาดอนุภาคแตกต่างกัน มีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อระบบทำงานอย่างต่อเนื่องในระยะเวลายาวนานติดต่อกัน ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของสารแขวนลอยอื่น ๆ มีผลมากกว่าขนาด

ตารางที่ 5.6 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี และการสูญเสียแรงคัมน์น้ำ
ของอนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่างกันที่ระดับความสูงต่าง ๆ

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ของอนุภาค	ความสูงของสารชั้นตัวกลาง											
	ต่ำกว่าความสูงวิกฤต				ความสูงวิกฤต				สูงกว่าความสูงวิกฤต			
	ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี		การสูญเสียแรงคัมน์น้ำ		ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี		การสูญเสียแรงคัมน์น้ำ		ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี		การสูญเสียแรงคัมน์น้ำ	
	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย mm. ของปรอท	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย mm. ของปรอท	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย mm. ของปรอท	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
0.1	59.05	7.37	42.41	8.66	86.11	4.84	72.16	12.08	91.73	4.23	152.78	20.23
0.35	84.26	6.62	44.92	5.52	89.20	4.15	95.96	16.84	89.42	3.56	159.32	20.94

OLEOPHILIC RESIN

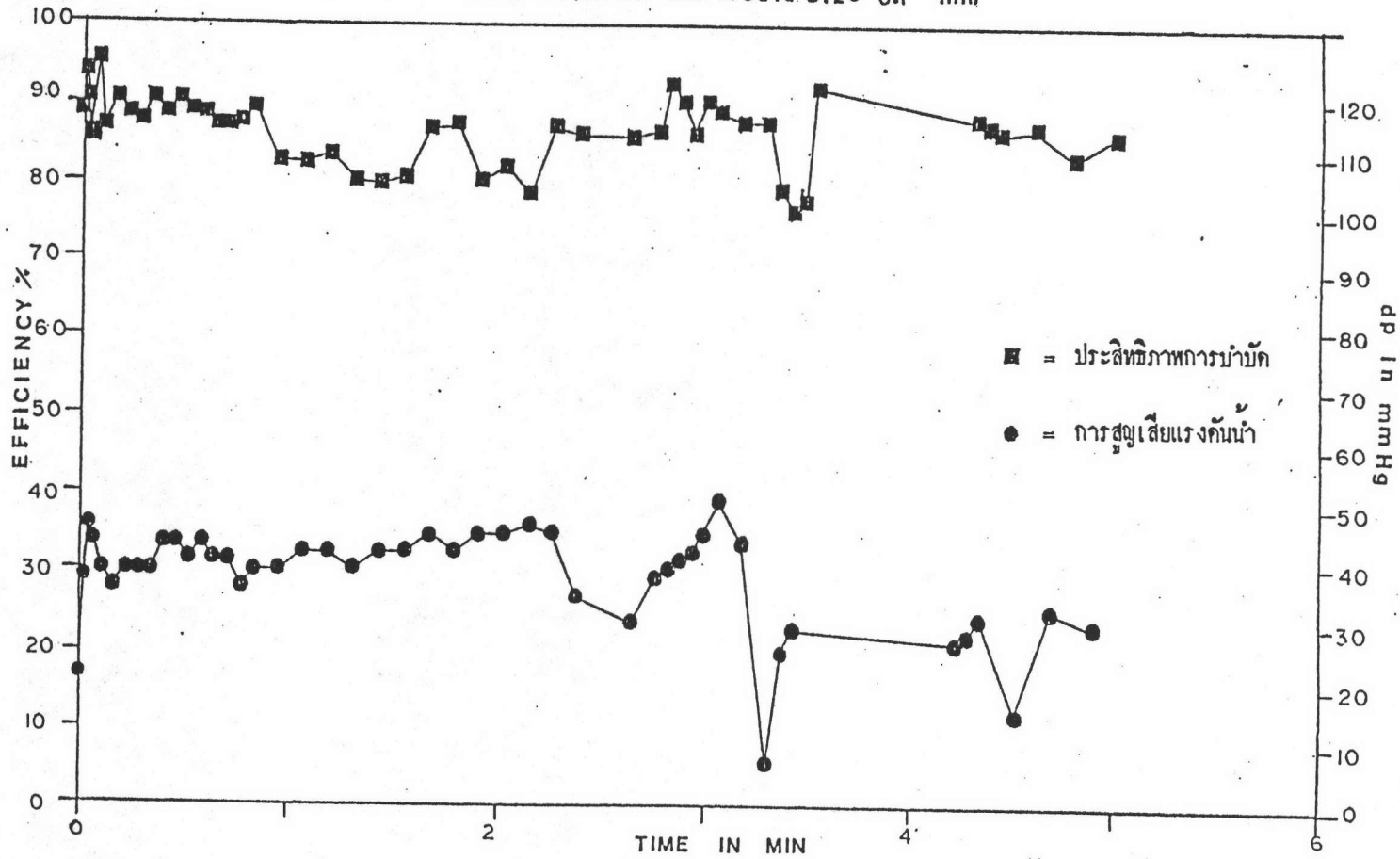
Bed Depth 1 cm Media Size 0.1 mm



รูปที่ 5.25 ประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อระยะเวลายาวนาน

OLEOPHILIC RESIN

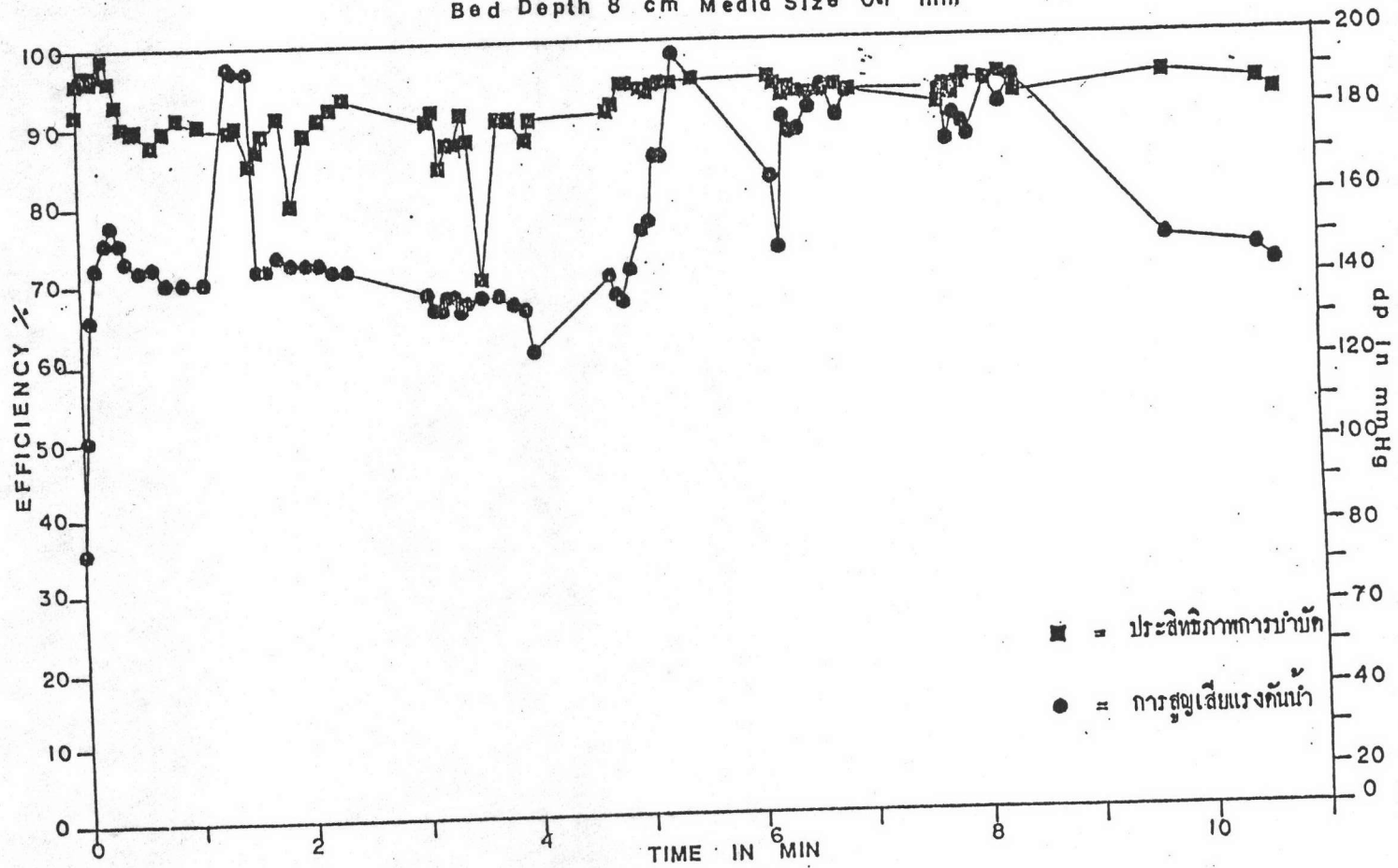
Bed Depth 2.5 cm. Media Size 0.1 mm



รูปที่ 5.26 ประสิทธิภาพการบำบัดและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อระยะเวลายาวนาน

OLEOPHILIC RESIN

Bed Depth 8 cm Media Size 0.1 mm



รูปที่ 5.27 ประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อระยะเวลาผ่านไป

ความแตกต่างของอนุภาค จึงทำให้ค่าการสูญเสียแรงดันน้ำมีค่าใกล้เคียงกันเมื่อระบบทำงานใน
ระยะเวลานาน (ประมาณ 100 ชั่วโมง)

5.2.4 การศึกษาคุณสมบัติอัตราการความเร็วในการบำบัด โดยทำการทดลองโดยใช้
สารชั้นตัวกลางชนิดทรายที่น้ำจับยึด มีความสูง 8 เซนติเมตร อัตราความเร็วในการบำบัด 3
และ 12 ลิตร / ม²-วินาที โดยโค่นผลการวิจัยดังตารางที่ 5.7 สามารถสรุป
ได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

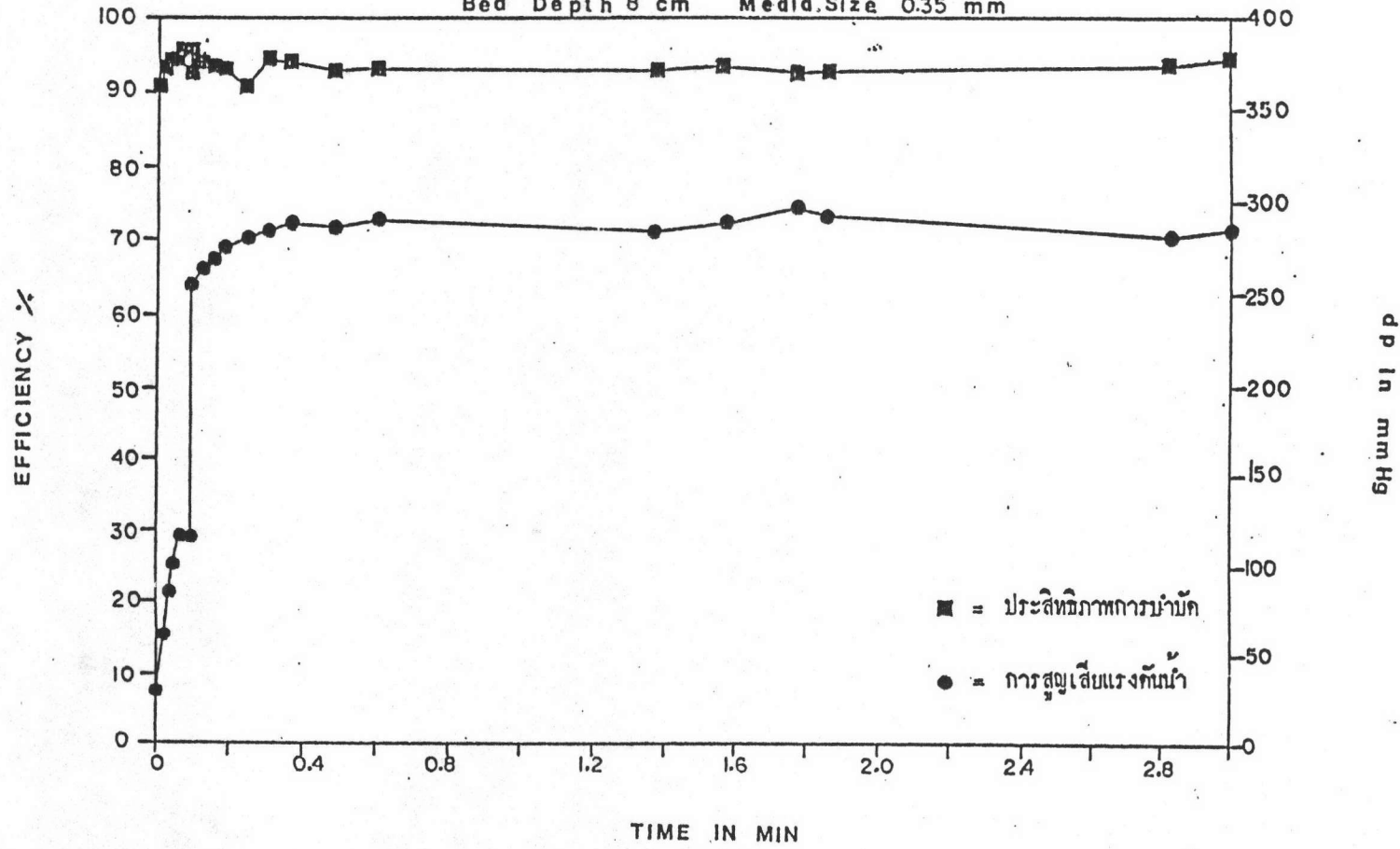
ตารางที่ 5.7 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพ
การกำจัดที่ไอซี และการสูญเสียแรงดันน้ำ ที่อัตราการเร็ว
การบำบัดต่าง ๆ

อัตราการเร็ว ในการบำบัด (ลิตร/ม ² -วินาที)	ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี		การสูญเสียแรงดันน้ำ	
	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย (มม. ของปรอท)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
3	89.33	4.29	190.58	50.54
12	93.57	1.15	281.20	11.68

1. ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี จากผลการวิจัยดังได้แสดงไว้ใน
ตารางที่ 5.7 พบว่า เมื่อระบบโคเอเลสเซนซ์ทำงานในระยะยาวนาน ประสิทธิภาพของ
ระบบที่อัตราการบำบัดสูงมีค่ามากกว่าของระบบที่อัตราการบำบัดต่ำซึ่งแตกต่างจากผลการวิจัย
ในหัวข้อ 5.1.4 ที่พบว่าประสิทธิภาพของระบบที่อัตราการบำบัดต่ำ มีค่ามากกว่าของระบบที่
อัตราการบำบัดสูง และเมื่อพิจารณาความเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพการบำบัด ทั้ง
แสดงไว้ในตารางที่ 5.7 จะพบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพการกำจัด ที่ไอซี
ของระบบที่มีอัตราเร็วในการบำบัดสูง มีความเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าระบบที่มีอัตราความเร็ว

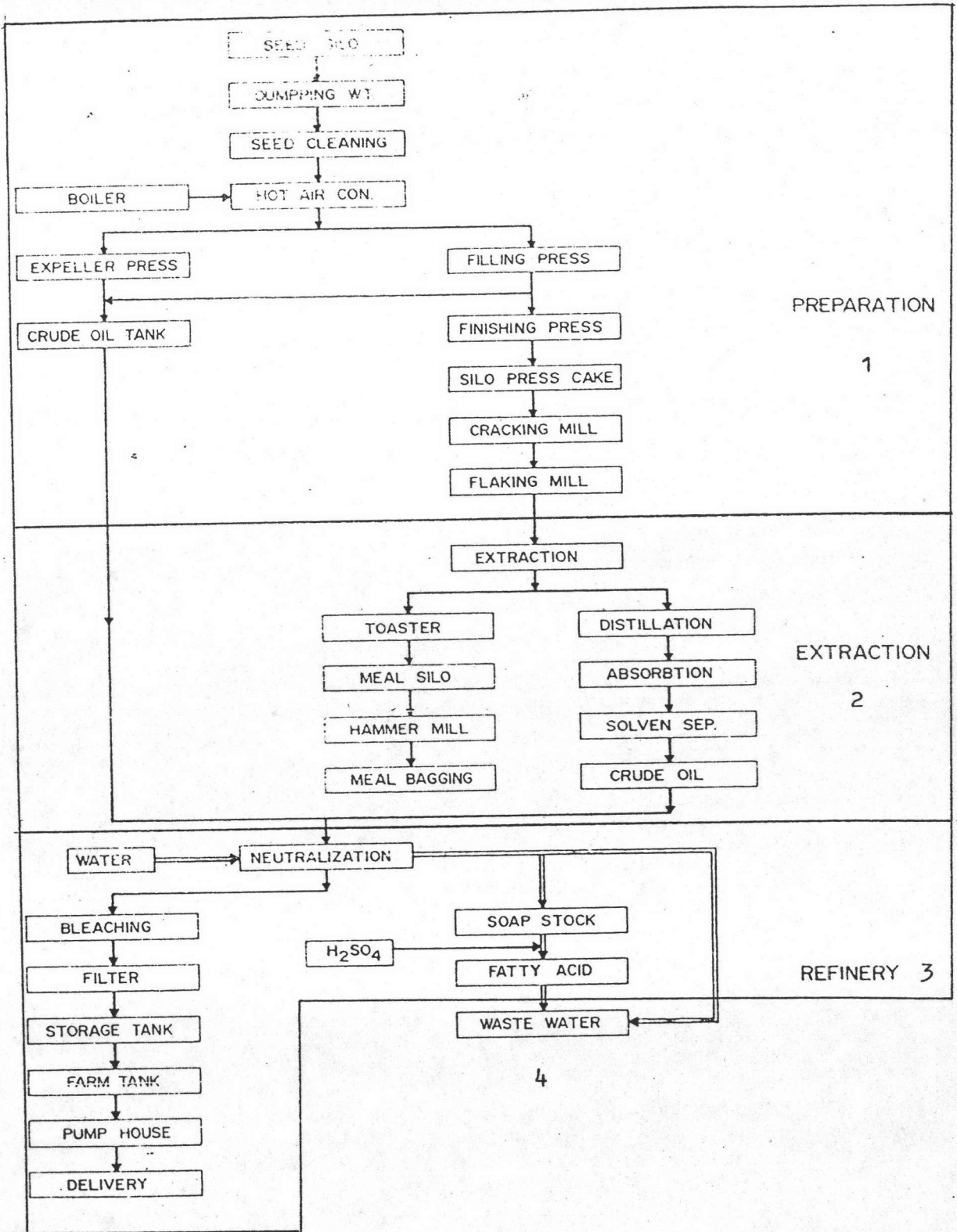
HYDROPHILIC SAND

Bed Depth 8 cm Media Size 0.35 mm



รูปที่ 5.28 ประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงดันน้ำของระบบเมื่อระยะเวลายาวนาน

ขั้นตอนการผลิตน้ำมัน ของโรงงานสยามน้ำมันละหุ่ง จำกัด



รูปที่ 5.29 แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำมันละหุ่งของโรงงานสยามน้ำมันละหุ่ง

3. การปรับปรุงคุณภาพ ชั้นตอนนี้จะสกัดแยกสิ่งเจือปนออก เช่น กรดไขมัน น้ำ และกากตะกั่ว การแยกอาศัยหลักการที่สารมีจุดเดือดที่อุณหภูมิที่ต่างกันและกรรมวิธีทางเคมี ในชั้นตอนนี้จะเติมค่างเพื่อรวมกับกรดไขมันกลายเป็นน้ำสบู่แยกตัวออกมา น้ำเสียที่เกิดจากชั้นตอนนี้จะมีอนุภาคน้ำมันแขวนลอยอยู่พร้อมกับน้ำสบู่ น้ำเสียจะถูกส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย

4. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน ประกอบด้วยบ่อคักไขมัน เพื่อแยกคักไขมันออก และบ่อแยกชั้นน้ำมัน (Decantor) เพื่อปล่อยให้อนุภาคน้ำมันลอยตัวแยกชั้นขึ้นเอง หลังจากนั้นจะส่งไปยังระบบเติมอากาศ น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดนี้ส่วนหนึ่งจะมาจาก การชะล้างทำความสะอาดโรงงานด้วย

5.3.1.1 การทดลองประยุกต์ระบบโคเอเลสเซนซ์กับน้ำเสียโรงงาน
สยามน้ำมันตะกั่ว

น้ำเสียที่ทำการทดลองนำมาจากจุดหลังผ่านบ่อแยกชั้นน้ำมัน

โดยมีคุณสมบัติดังนี้

PH = 8.2

PH (หลังเติมกรก) = 3

สี ขาวขุ่น

กรานูโลเมตรี (ไมครอน) = 13

ค่าการละลาย (ร้อยละของค่าที่ไอซี) 16

ทีไอซี (มก./ล.) = 2,100

แรงดึงผิว (กายน้ตอเซนติเมตร) = 33.5

แรงดึงผิวหลังเติมกรก (กายน้ตอเซนติเมตร) = 34.3

แรงดึงผิวของน้ำมันตะกั่ว (กายน้ตอเซนติเมตร) = 36.7

แรงดึงผิวระหว่างน้ำและน้ำมัน (กายน้ตอเซนติเมตร) 7.2

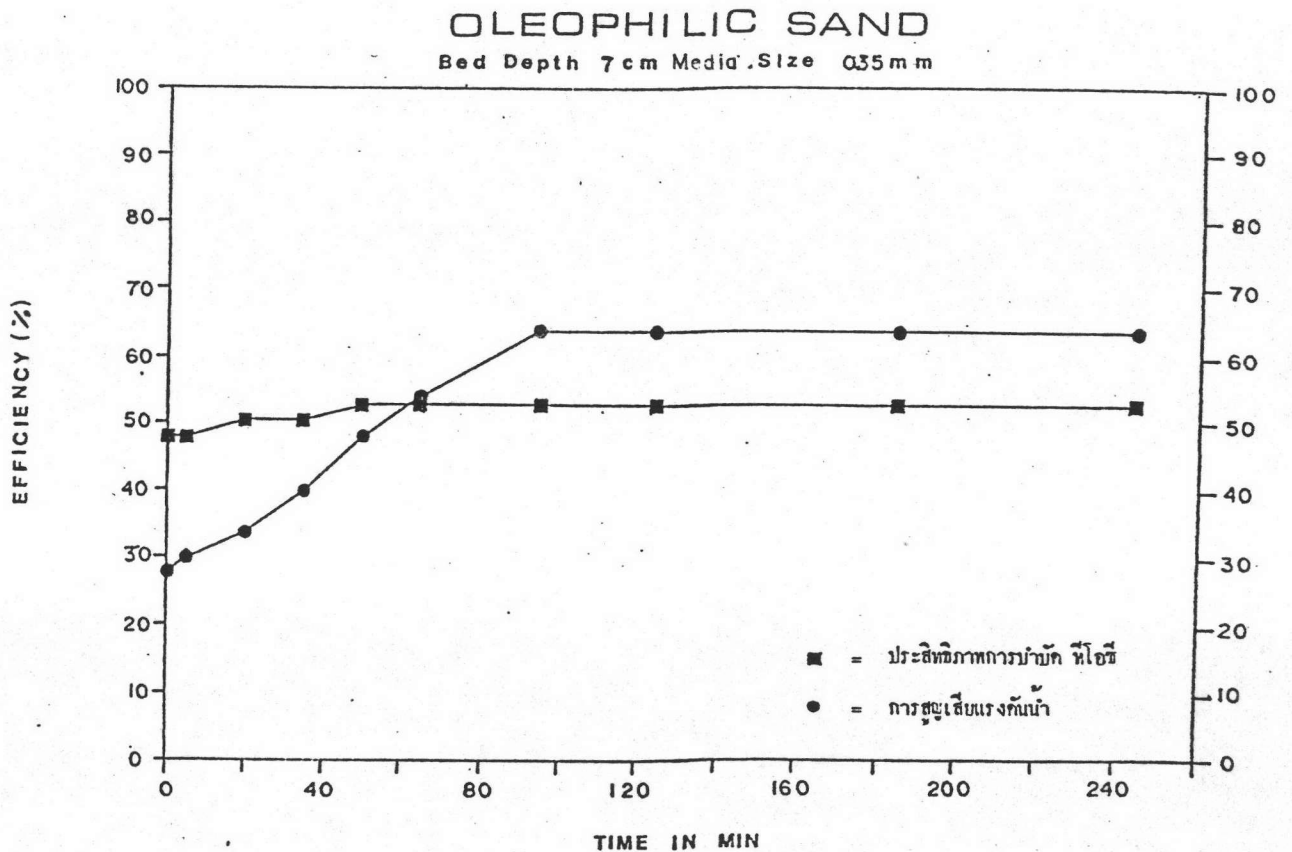
การทดลองแบ่งเป็น 2 การทดลอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โดยการใส่สารชั้นตัวกลางชนิดทรายที่น้ำมันจับยึด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค 0.35 มิลลิเมตร ก่อนทำการบำบัดเคมีกรกซ์ฟูริก จน PH เท่ากับ 3 เพื่อให้ทำปฏิกิริยากับน้ำส้มกลายเป็นกรกซ์ไขมัน โดยได้ผลการทดลองดังนี้

ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี (ร้อยละ) = 53

การสูญเสียแรงดันน้ำ (มิลลิเมตรของปรอท) = 64

จากการวิจัยพบว่า ลักษณะของน้ำเสียภายหลังการบำบัดยังคงมีลักษณะขาวขุ่นเช่นเดียวกับก่อนการบำบัด



รูปที่ 5.30 กราฟระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงดันน้ำกับระยะเวลาการกำจัด (น้ำเสียจากจุดหลังออกจาก decantor)

2. โดยการใช้สารชั้นตัวกลางชนิดทรายที่น้ำจับยึก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค 0.1 มิลลิเมตร ความสูงของชั้นตัวกลาง 2 เซนติเมตร อัตราความเร็วในการบำบัด 3 ลิตร / ม²วินาที ก่อนทำการบำบัดเติมกรกซ์ฟูริก จน PH เท่ากับ 3 ได้ผลการทดลองดังนี้

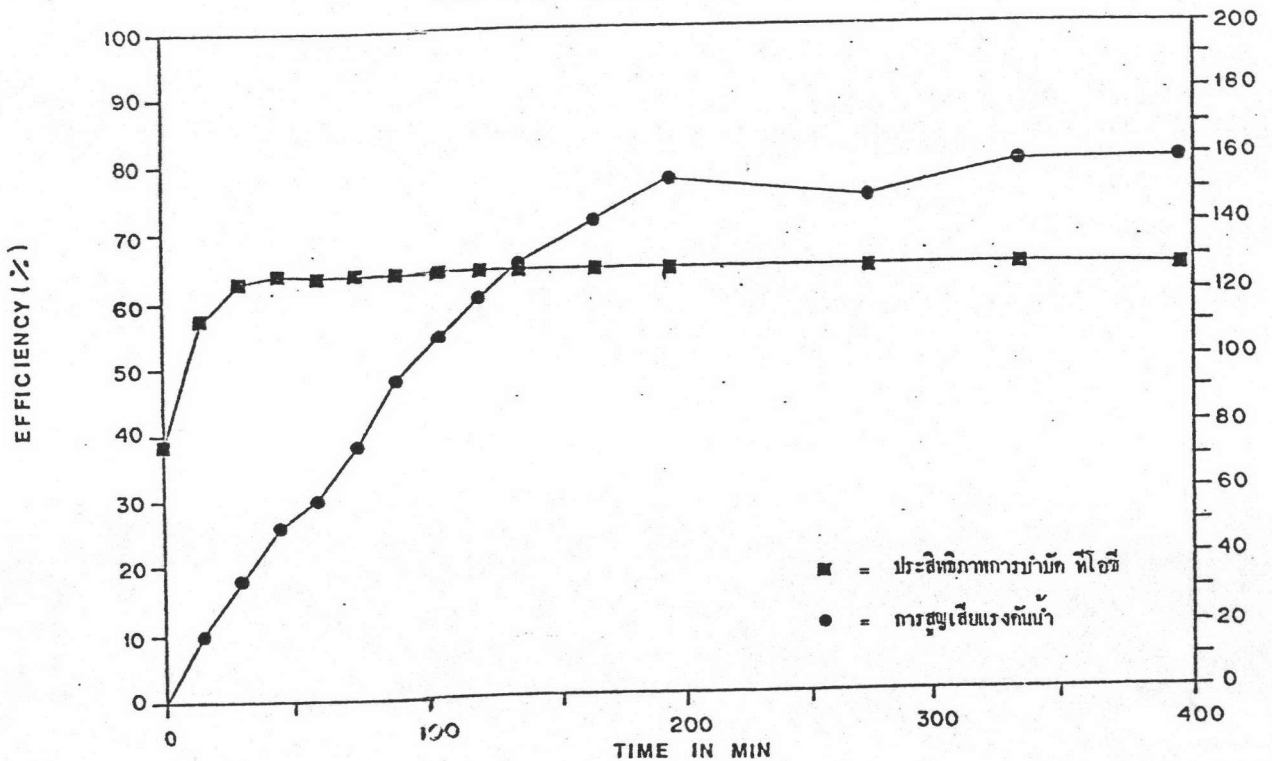
ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี (ร้อยละ) = 64

การสูญเสียแรงกั้นหน้า (มิลลิเมตรของปรอท) = 160

จากการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดสูงกว่าการทดลองที่ 1 แต่การอุดตันเนื่องจากสารแขวนลอยจะเกิดขึ้นง่ายมาก ภายหลังการทดลองพบว่าเกิดการอุดตันของชั้นตัวกลางมาก

HYDROPHILIC SAND

Bed Depth 2 cm Media Size 0.1 mm

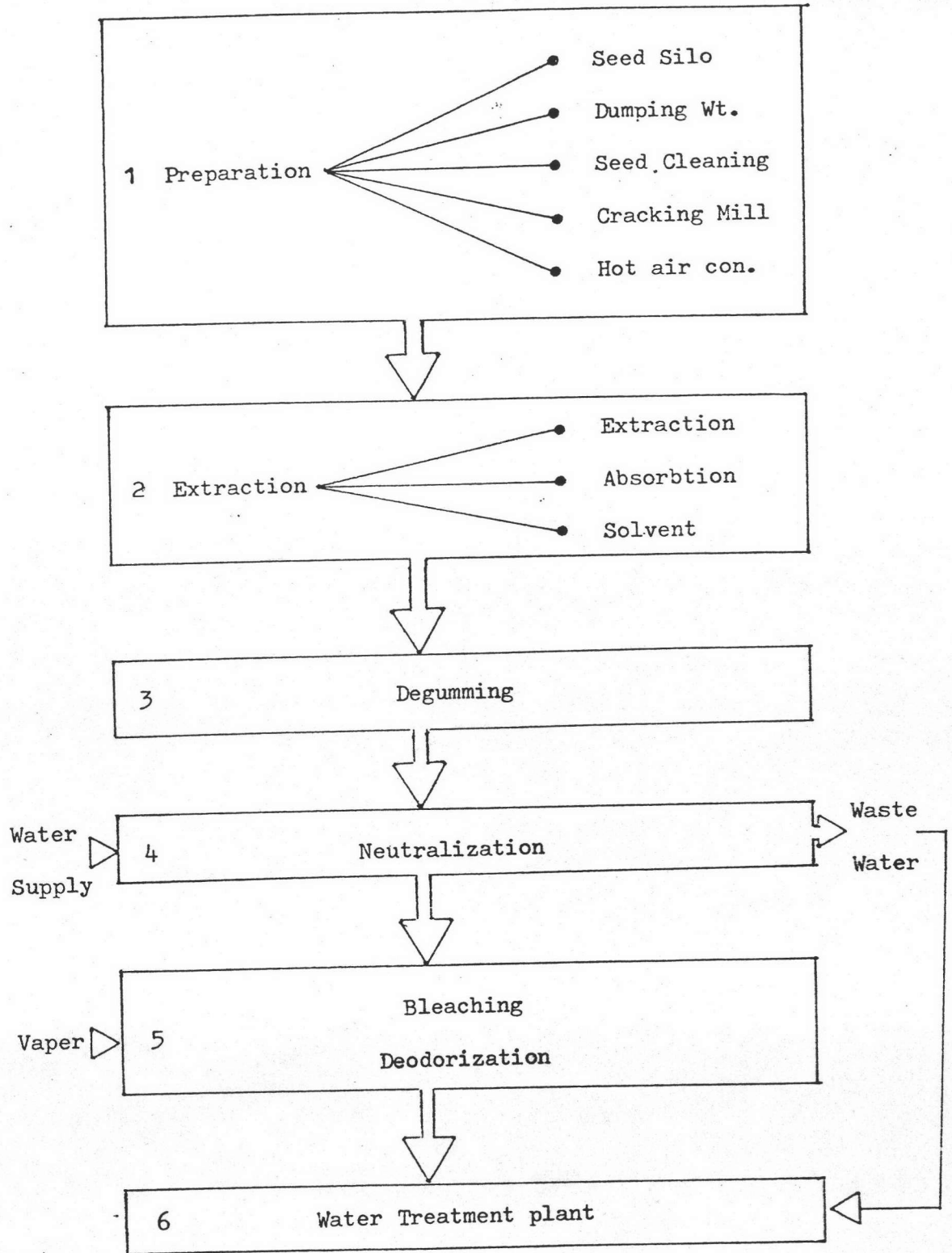


รูปที่ 5.31 กราฟระหว่างประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงกั้นหน้ากับระยะเวลาในการกำจัด (น้ำเสียจากจุดหลังออกจาก decantor)

5.3.2 โรงงานธนาคารผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช เป็นโรงงานผลิตน้ำมันพืชกึ่ง โดยใช้
ตัวเหลือง และรำ เป็นวัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิตดังแสดงในรูปที่ 5.32 โดยมีรายละเอียดดัง
ต่อไปนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบ เป็นขั้นตอนทำความสะอาดวัตถุดิบ แล้วผ่านเป็น
ชั้นบาง ๆ เตรียมเข้าสู่ขั้นตอนอื่นต่อไป
2. การสกัดน้ำมันดิบ นำวัตถุดิบที่ได้มาบีบสกัดเอาน้ำมันดิบออกส่วนกาก
ที่เหลือจะล้างด้วยเฮกเซน เพื่อละลายน้ำมันที่เหลือออก หลังจากนั้นจะแยกน้ำมันดิบที่ละลายใน
เฮกเซนออกจากกัน โดยอาศัยจุดเดือดของการกลายเป็นไอที่ต่างกัน เฮกเซนที่แยกแล้วจะมี
น้ำเจือปนอยู่ด้วย จะทำการแยกน้ำออกโดยเครื่องแยกเซนติฟิวจ์
3. การแยกแก๊มออก น้ำมันดิบที่ได้จะทำการแยกแก๊มออกโดยใช้น้ำร้อนล้าง
และใช้กรรพอสฟอริตเข้มข้นร้อยละ 85 เป็นตัวทำลาย แก๊มจะถูกแยกออกจากน้ำมันโดย
เครื่องแยกเซนติฟิวจ์
4. การปรับปรุงคุณภาพ ขั้นตอนนี้น้ำมันจะถูกทำให้เป็นกลาง เพื่อให้
ผลิตภัณฑ์ไม่มีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่าง โดยการเติมด่างเพื่อทำปฏิกิริยากับกรดไขมันจนเป็นกลาง
ผลที่ได้คือ น้ำสบู่ และจะปล่อยให้แยกจากน้ำมันโดยกักไว้ในถังเอียง (slopetank)
หลังจากนั้น น้ำมันจะถูกผสมกับน้ำร้อนเพื่อทำการล้างน้ำสบู่ออก และจะทำการแยกโดยเครื่อง
แยกโดยเครื่องแยกเซนติฟิวจ์ น้ำเสียที่ได้จะมีอนุภาคน้ำมันแขวนลอยอยู่ปนกับน้ำสบู่ ซึ่งจะถูก
ส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย
5. การฟอกสีและกำจัดกลิ่น การฟอกสีจะใช้ผงบลีซิ่งเอิทธิร์คูปิกเมนต์
แล้วทำการกรองออกในส่วนของการกำจัดกลิ่น ทำโดยการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำมันภายใต้ความ
กดดันต่ำ พวกรสารระเหยไค้ (Volatile matter) จะระเหยออกทางท่อสูญญากาศ โดยผ่าน
บารอเมตริก คอนเดนเซอร์ น้ำที่ผ่านออกมาจะมีสารพวกรระเหยไค้ปนออกมาด้วยโดยมีลักษณะ
ขุ่นขาวเหมือนนํ้านม น้ำส่วนนี้จะถูกนำไปยังระบบหล่อเย็น เพื่อนํากลับมาใช้อีกครั้งหนึ่ง และ
บางส่วนจะถูกส่ง ไปยังบอบำบัดน้ำเสีย
6. ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน ประกอบด้วย บ่อคักไขมัน บ่อแยก
ชั้นน้ำมัน (decantor) และบ่อเติมอากาศ

ขั้นตอนการผลิตน้ำมัน ของโรงงานขนากการ จำกัด



รูปที่ 5.32 แสดงขั้นตอนการผลิตของโรงงานขนากการน้ำมันพืช

5.3.2.1 การทดลองประยุกต์ระบบโคเอเลสเซนซ์กับน้ำเสียโรงงาน
ขนากการผลิตน้ำมันพืช

เนื่องจากน้ำเสียภายในโรงงานเกิดจากจุดหลายจุด ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

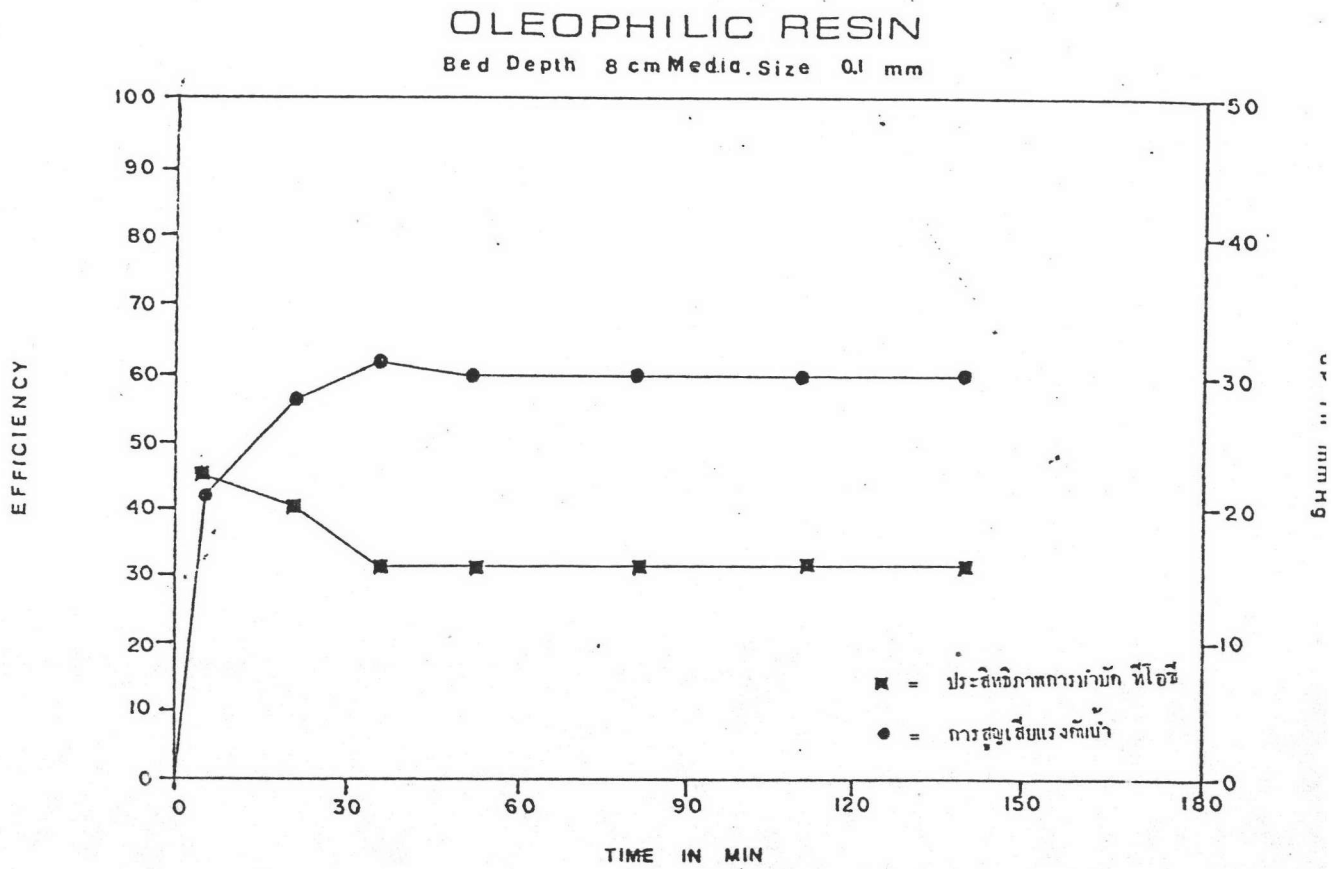
1. น้ำเสียเกิดจากขั้นตอนการแยกตัวทำลายเฮกเซนออก โดยมีลักษณะของน้ำเสียดังนี้

สี	ใสไม่มีสี
PH	6.7
แรงดึงผิวของน้ำเสีย (ภายในท่อเซนติเมตร)	38.3
ทีโอซี (ทีพีเอ็ม)	150
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	142

การทดลองโดยใช้สารชั้นตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค 0.1 มิลลิเมตร ความสูงของชั้นตัวกลาง 8 เซนติเมตร อัตราความเร็วในการบำบัด 3 ลิตร / นาที ได้ผลการวิจัยดังนี้

ประสิทธิภาพการบำบัดทีโอซี (ร้อยละ)	30
การสูญเสียแรงดันน้ำ (มิลลิเมตรของปรอท)	30

จากผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพการบำบัดมีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากความสามารถละลายน้ำของเฮกเซน มีค่าสูงคือ 55 มิลลิกรัมต่อลิตร



รูปที่ 5.33 ประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงดันน้ำ กับระยะเวลาในการกำจัด (นำเสียจากการแยกตัวละลายเฮกเซนออก)

2. น้ำเสียที่เกิดจากขั้นตอนทำน้ำมันให้เป็นกลาง (Neutralization) น้ำเสีย
มีลักษณะดังนี้

สี	ขาวขุ่น
PH	7.3
กรานูโลเมตรี (ไมครอน)	3.6
ทีไอซี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	600
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	147
แรงตึงผิวของน้ำเสีย (กายนันท์ต่อเซนติเมตร)	30.5

การวิจัยแบ่งเป็นการทดลอง 2 การทดลอง ดังนี้

- ทำการทดลองโดยใช้สารชั้นตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึค ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค 0.1 มิลลิเมตร ความสูงของชั้นตัวกลาง 8 เซนติเมตร อัตราเร็วในการบำบัด 3 ลิตร / มี-วินาที โดยผลการวิจัยดังนี้

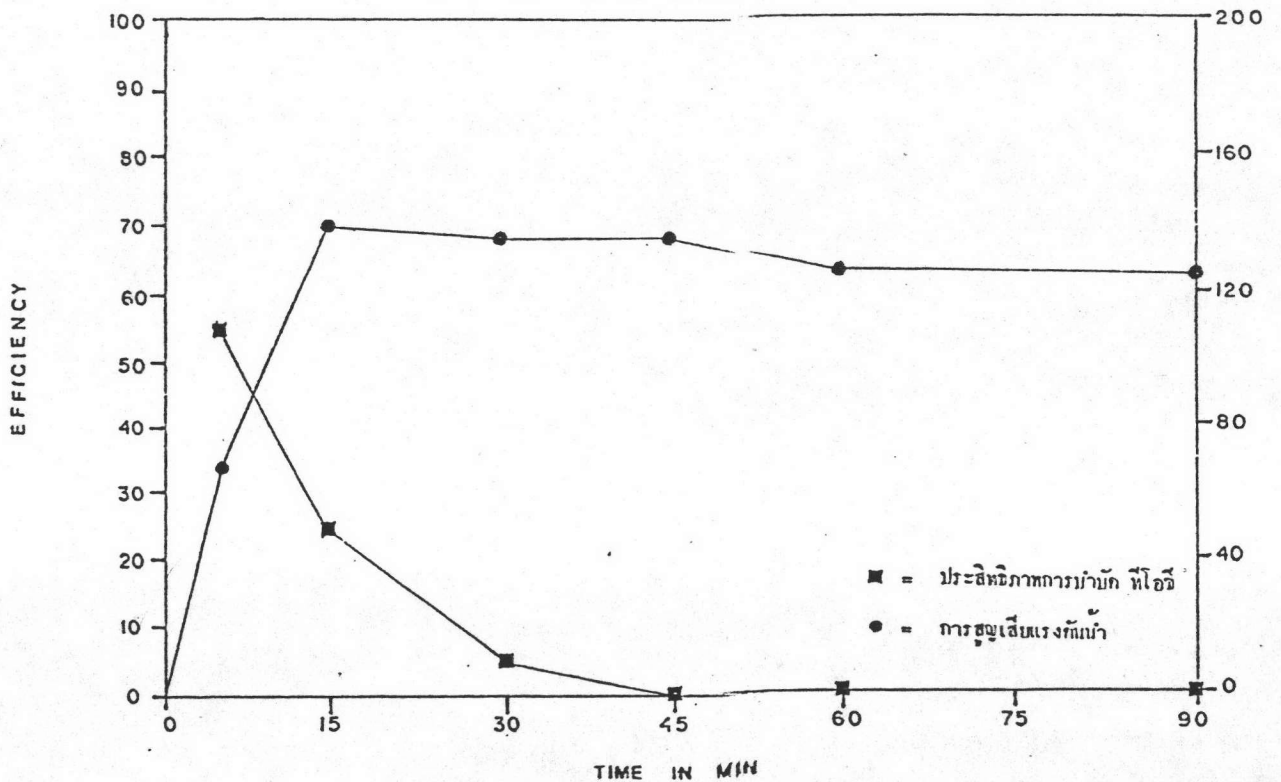
ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี (ร้อยละ) 0

การสูญเสียแรงดันน้ำ (มิลลิเมตรของปรอท) 124

จากผลการวิจัยพบว่าไม่มีประสิทธิภาพการบำบัด เนื่องจากมีน้ำสบู่ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวรวมอยู่ด้วย

OLEOPHILIC RESIN

Bed Depth 8 cm Media Size 0.1 mm



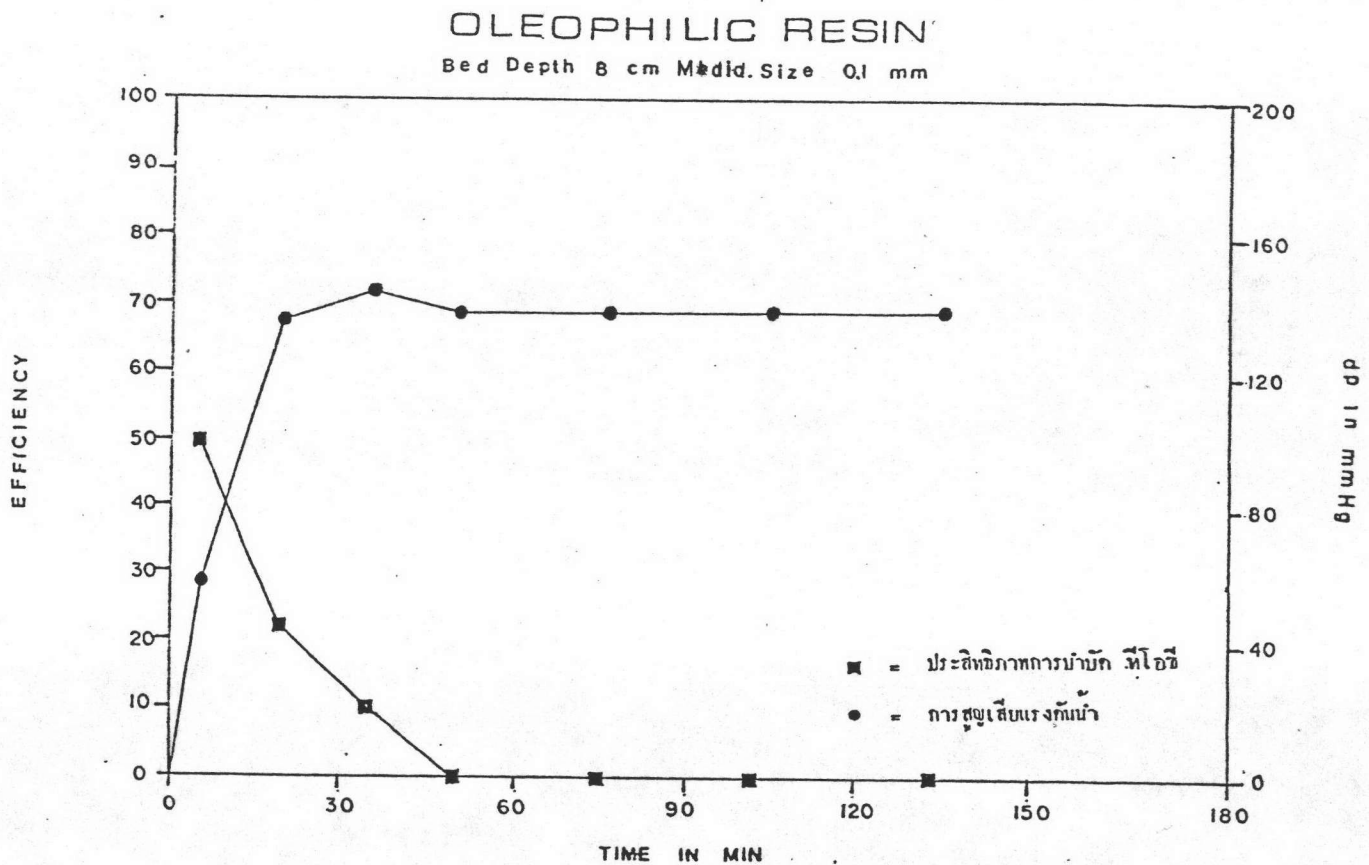
รูปที่ 5.34 ประสิทธิภาพการกำจัด และการสูญเสียแรงดันน้ำ
กับระยะเวลาในการกำจัด
(น้ำเสียจากขั้นตอนทำน้ำมันเป็นกลาง)

— ทำการทดลองโดยใช้สารชั้นตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1 มิลลิเมตร ความสูงชั้นตัวกลาง 8 เซนติเมตร โดยเติมกรกซ์ลูฟุริค จนเพื่อทำปฏิกิริยากับน้ำสบู่ให้เป็นกรกซ์ไขมัน ได้ผลการทดลองดังนี้

ประสิทธิภาพการกำจัดที่ไอซี (ร้อยละ) 0

การสูญเสียแรงดันน้ำ (มิลลิเมตรของปรอท) 142

จากการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพการบำบัดเป็น 0 เช่นเดียวกับการทดลองแรก



รูปที่ 5.35 ประสิทธิภาพการกำจัดและการสูญเสียแรงดันน้ำ
กับระยะเวลาในการกำจัด
(น้ำเสียจากขั้นตอนการทำน้ำมันให้เป็นกลาง)

3. น้ำเสียที่เกิดจากชั้นตอนแยกแก๊มออก น้ำเสียมีลักษณะดังนี้

สี	ขาวขุ่น
PH	5.7
กรามูลโคเมคที (ไมครอน)	3.8
ทีโอซี (พีพีเอ็ม)	820
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1,057
แรงคังผิวของน้ำเสีย (คายน์ค่อเซนติเมตร)	32.7

การวิจัยแบ่งเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

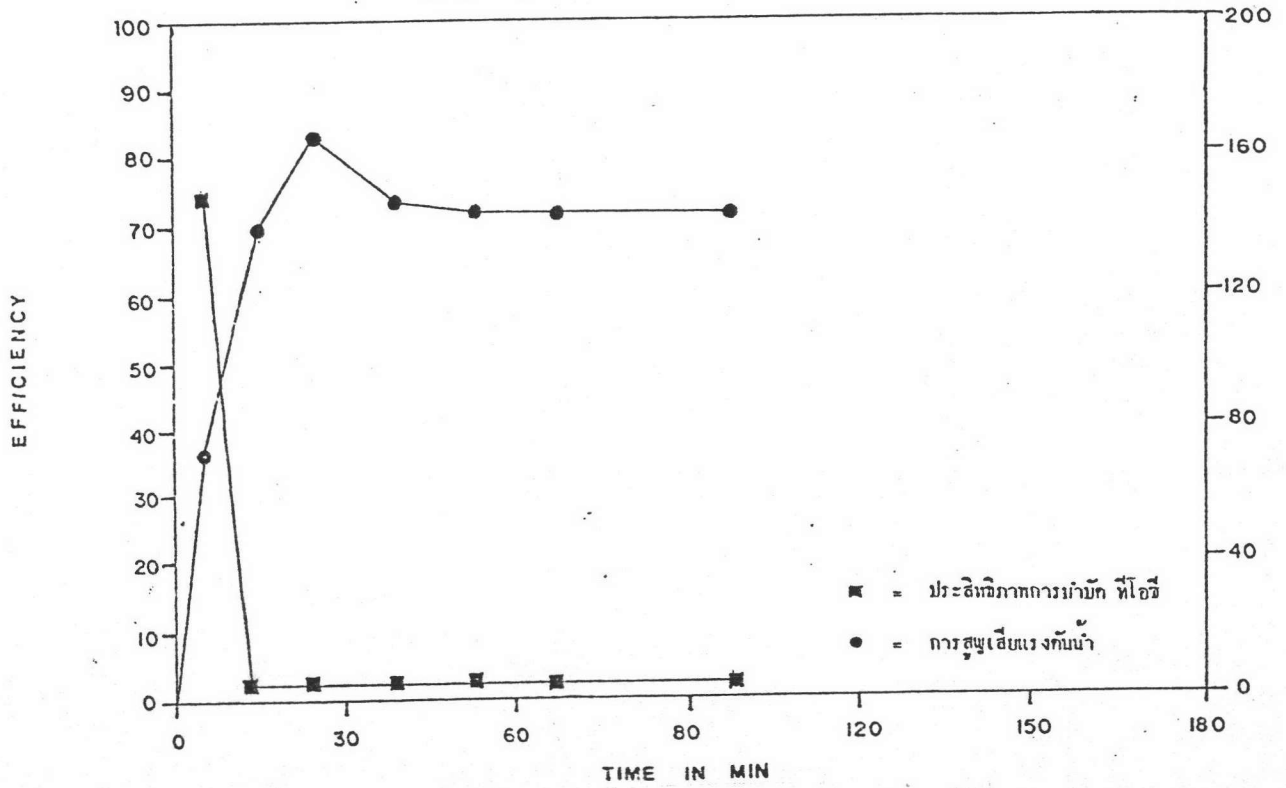
— ทำการทดลองโดยใช้สารชั้นตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึคชันน้ำคเส้นผ่าศูนย์กลางอนุภาค 0.1 มิลลิเมตร ความสูงของชั้นตัวกลาง 4 เซนติเมตร อัตราความเร็วในการบำบัด 3 ลิตร / นาที ได้ผลการวิจัยดังนี้

ประสิทธิภาพการกำจัดทีโอซี (ร้อยละ)	2.44
การสูญเสียแรงคังน้ำ (มิลลิเมตรของปรอท)	146

จากการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพการบำบัดมีค่าต่ำมาก เนื่องจากขนาดทรานูโลเมคที ของอนุภาคแขวนลอยมีค่าน้อยมาก

OLEOPHILIC RESIN

Bed Depth 4 cm Media Size Q1 mm



รูปที่ 5.36 ประสิทธิภาพการกำจัด และการสูญเสียแรงดันน้ำ
 กับการระยะเวลาการกำจัด
 (น้ำเสียจากขั้นตอนแยกแก๊มออก)

— ทำการทดลองเช่นเดียวกับหัวข้อ 5.3.1.2.1 แต่ความสูงของชั้น
 ตัวกลางเท่ากับ 8 เซนติเมตร ได้ผลการวิจัยดังนี้

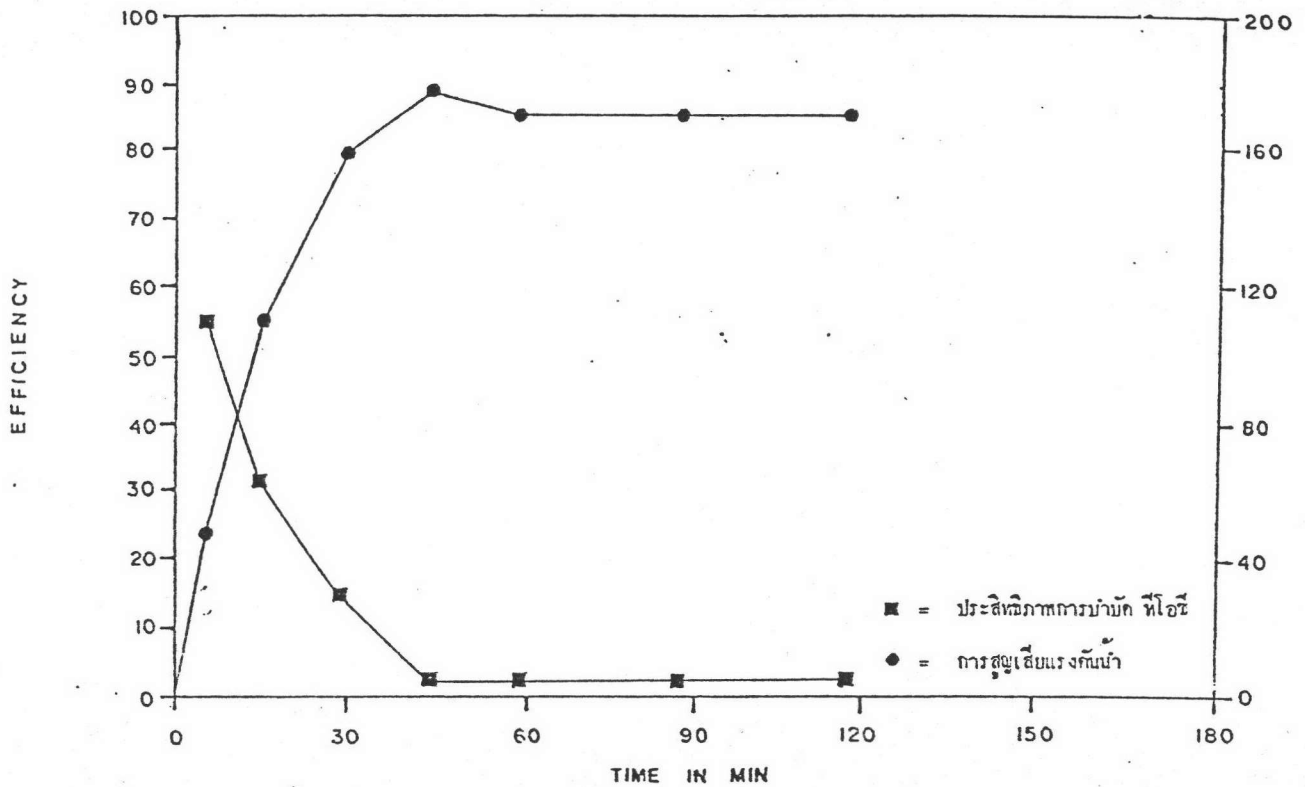
ประสิทธิภาพการกำจัดฟีโอสี (ร้อยละ) 1.25

การสูญเสียแรงดันน้ำ (มิลลิเมตรของปรอท) 169

จากการวิจัยพบว่าน้ำมีค่าการนำไหลเมตรน้อยมาก ประสิทธิภาพการ
 กำจัดจึงมีค่าต่ำกว่า



OLEOPHILIC RESIN
Bed Depth 8 cm Media Size 0.1 mm



รูปที่ 5.37 ประสิทธิภาพการกำจัด และการสูญเสียแรงดันน้ำ
กับระยะเวลาการกำจัด
(น้ำเสียจากชั้นคอนแอมกัมออก)

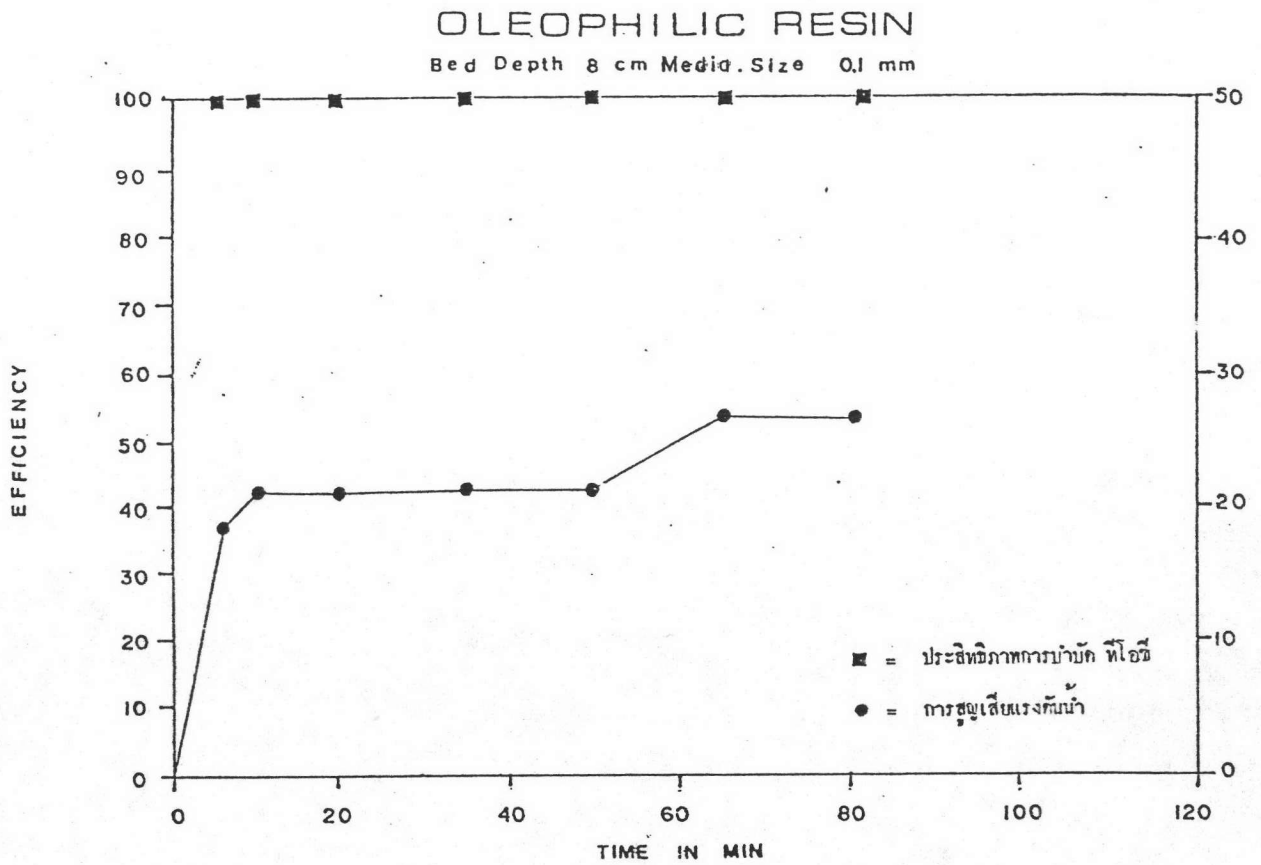
4. น้ำเสียที่เกิดจากชั้นคอน การควบแน่นของไอน้ำ น้ำเสียมีลักษณะดังนี้

สี	ใสไม่มีสี
ทีโอซี (มิลลิกรัมทอลิตร)	3 - 4

ทำการทดลองโดยใช้สารชั้นตัวกลางชนิดเรซินที่น้ำมันจับยึด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1 มิลลิเมตร ความสูงชั้นตัวกลาง 8 เซนติเมตร อัตราเร็วในการบำบัด 3 ลิตร / นาที
ได้ผลการวิจัย ดังนี้

ประสิทธิภาพการกำจัดทีโอซี (ร้อยละ)	100
การสูญเสียแรงดันน้ำ (มิลลิเมตรของปรอท)	28

จากผลการวิจัยพบว่า สามารถนำมันที่ลอยเป็นฝ้าให้หมดไปได้ ดัง
รูปที่ 5.37 แต่การทดลองนี้ใช้น้ำเสียจำนวนน้อย และเวลาการทดลองสั้น กวมนำไปใช้จึง
ควรมีการทดลองมากกว่านี้



รูปที่ 5.38 ประสิทธิภาพการกำจัด และการสูญเสียแรงดัน
น้ำ กับระยะเวลาในการกำจัด
(น้ำเสียจากการควบแน่นของไอน้ำ)