บทที่ 6

ผลการวิเคราะห์และการวิจารณ์

6.1 ผลการวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารสูงทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา

การศึกษาถึงผลกระทบของน้ำทิ้งจากอาคารสูงต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ กระทำโดยเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากอาคารสูงทุกวันติดต่อกัน 5 วัน 2 ระยะ โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง 2 จุดคือ จุดแรกเป็นจุดที่น้ำเสียจากอาคารออกจากถังอิมฮอฟฟ์ (Imhoff tank) เป็นน้ำเสียที่ยังไม่ได้รับการบำบัด ส่วนจุดที่ 2 เป็นจุดจากท่อน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ข้อมูลดัชนีคุณภาพที่สำคัญ แสดงไว้เป็นค่าเฉลี่ยในตารางที่ 6.1 ส่วนรายละเอียดของดัชนีคุณภาพที่ทำการวิเคราะห์ในแต่ละวันแสดงไว้ในภาคผนวก

ตารางที่ 6.1 แสดงให้เห็นถึงค่าได้จากการวิเคราะห์ในเวลา 2 ช่วง โดยจุดแรกดัชนีคุณภาพมีปริมาณใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าน้ำทิ้งจากอาคารสูงจะมีลักษณะคล้ายคลึงกันไม่ว่าจะทำการเก็บในช่วงใด โดยปริมาณน้ำทิ้งจะขึ้นอยู่กับจำนวนผู้อาศัยในอาคารในแต่ละวัน ส่วนน้ำทิ้งจากจุดที่ 2 ดัชนีคุณภาพที่วิเคราะห์แตกต่างกันในระยะเวลาที่เก็บ ทั้งนี้อาจมีผลมาจากวิธีการควบคุมดูแลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย มีประสิทธิภาพการทำงานไม่คงที่

อัตราการไหลของน้ำทิ้งในแต่ละวันมีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยปริมาณที่ออกจากตัวอาคารสูงจะมีจำนวนเกือบเท่ากับปริมาณที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ โดยการควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ เมื่อนำอัตราการไหลของน้ำทิ้งจากตัวอาคารใดแต่ละวัน มาคำนวณต่อจำนวนห้องของอาคารสูง ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.122 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน หรือ

เท่ากับ 560 ลิตร/คน/วัน (1 ห้องให้มีผู้อาศัย 2 คน) ซึ่งเป็นปริมาณน้ำทิ้งโดยเฉลี่ยที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำทิ้งจากบ้านพักประเภทชุมชนเมืองในสหรัฐอเมริกาที่มีค่าเท่ากับ 100 แกลลอน/คน/วัน (รัตสุข และกลิ่นสุคนธ์, 2518)

pH ของน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 6.2-7.5 อันเป็นลักษณะน้ำทิ้งของชุมชนโดยทั่วไป โดยมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดให้มีค่า pH ตั้งแต่ 5 ถึง 9 อุณหภูมิจะต้องไม่เกิน 40 °ซ ค่าความเป็นด่างที่วิเคราะห์ได้แปรตาม pH กล่าวคือ ถ้าค่า pH สูง ค่าความเป็นด่างของน้ำทิ้งก็จะสูงตามไปด้วย ค่าความขุ่น ของแข็งแขวนลอย และของแข็งละลายน้ำทั้งหมด มีความเข้มข้นในระดับปานกลาง ส่วนในน้ำทิ้งที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำก็มีค่าไม่เกินมาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ (ภาคผนวก)

ค่าออกซิเจนละลายในน้ำเสียสดปกติจะมีค่าประมาณ 2-4 มก./ล ผลการวิเคราะห์พบว่าน้ำทิ้งทั้ง 2 จุดมีค่าออกซิเจนละลายต่ำกว่า 2 มก/ล ทั้งนี้เพราะออกซิเจนในน้ำทิ้งถูกนำไปใช้โดยแอโรบิคแบคทีเรีย และแฟคคัลเททีฟแบคทีเรีย ในการเกิดปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง

สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในน้ำทิ้งจากอาคารสูง จัดว่ามีความสกปรกอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน โดยวัดออกมาในรูปบีโอดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 164.61 มก./ล เมื่อเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแล้วค่าบีโอดีที่วิเคราะห์ได้ลดลง 45.26% โดยทั่วไปแล้วน้ำทิ้งจากชุมชนจะประกอบด้วยสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ สามารถวิเคราะห์ออกมาในรูปบีโอดี จากการวิเคราะห์จากจุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 107.8 มก./ล เมื่อคิดย้อนกลับไปถึงปริมาณบีโอดีจากอาคารสูงก่อนเข้าสู่ถังอิมฮอฟฟ์ จะมีค่าบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 154.01 มก/ล. โดยคิดให้ถังอิมฮอฟฟ์มีความสามารถในการลดค่าบีโอดีลง 30 เปอร์เซ็นต์ (เพียรวิจิตร, 2525) เมื่อนำมาหาค่าบีโอดีต่อคนต่อวัน โดยคิดจากจำนวนผู้พักอาศัย และอัตราการไหลของน้ำทิ้งเฉลี่ยในช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่าง พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.65 ปอนด์ต่อคนต่อวัน หรือเท่ากับ 0.3 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในสหรัฐอเมริกาค่าบีโอดีของน้ำทิ้งจากชุมชนมีค่าเท่ากับ 0.17 ปอนด์ต่อคนต่อวัน หรือเท่ากับ 0.08 กิโลกรัม/คน/วัน นับได้ว่าอาคารสูงแห่งนี้มีค่าความสกปรกสูงมากแห่งหนึ่ง และเมื่อผ่านน้ำทิ้งเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ค่าบีโอดีลดลงเป็น

ตารางที่ 6.1 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา ของน้ำทิ้งจากอาคารสูง

ดัชนีคุณภาพน้ำ	น้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์		น้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย	
	ตัวอย่างที่ 1 (22.2.84-7.3.84)	ตัวอย่างที่ 1 (24.3.84-7.4.84)	ตัวอย่างที่ 2 (22.2.84-7.3.84)	ตัวอย่างที่ 2 (24.3.84-7.4.84)
pH	7.28	7.50	7.0	6.20
อุณหภูมิ (°ซ)	28.00	28.40	27.70	29.20
ความเป็นด่าง (มก/ล)	41.60	37.3	8.1	2.8
ความขุ่น (หน่วยความขุ่น,NTU)	32.9	30.6	12.0	13.8
ปริมาณของแข็งแขวนลอย (มก/ล)	46.4	48.3	38.1	23.9
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (มก/ล)	493.7	478.3	508.8	646.0
ออกซิเจนละลาย (มก/ล)	0.13	0.29	1.18	1.03
ซีโอดี (มก/ล)	165.70	163.52	89.40	90.80
บีโอดี (มก/ล)	106.5	100.1	56.76	73.65
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มก/ล)	88.9	78.54	27.07	20.9
ฟอสเฟตทั้งหมด (มก/ล)	2.045	3.09	4.90	3.05
ซัลเฟต (มก/ล)	60.96	63.1	48.0	66.9
Total coliform (MPN/100มล)	>24,000	>24,000	>24,000	>24,000
Faecal coliform (MPN/100มล)	<20	<20	<20	<20
อัตราการไหลของน้ำทิ้ง (ลบ.ม/วัน)	866.71	878.32	865.80	871.83

56.73 มก/ล. และ 73.65 มก/ล ของการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์แต่ละครั้ง ซึ่งเป็นค่าที่เกินกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรมที่กำหนดให้มีค่าบีโอดีในน้ำทิ้งได้ไม่เกิน 20 มก/ล. ประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียเท่ากับ 46.7 เปอร์เซ็นต์ และ 32 เปอร์เซ็นต์ของการวิเคราะห์แต่ละครั้ง แสดงให้เห็นว่า การมีระบบบำบัดน้ำเสียนั้นมิได้หมายความว่าจะสามารถควบคุมและป้องกันปัญหาน้ำทิ้งตามมาตรฐานได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาในการควบคุมระบบให้มีประสิทธิภาพตามที่กำหนด และมีคุณภาพคงที่ได้ ระบบบำบัดน้ำเสียจึงจำเป็นจะต้องมีการดูแลเอาใจใส่อย่างถูกต้องจากผู้มีความรู้ และประสบการณ์ในการดูแลรักษา

แอมโมเนียไนโตรเจนเป็นดัชนีคุณภาพตัวหนึ่งที่มีค่าสูง เนื่องจากเป็นน้ำทิ้งจากการขับถ่ายของมนุษย์ แม้จะผ่านระบบบำบัดแล้ว ยังคงมีความเข้มข้นในระดับปานกลาง คือมีค่าประมาณ 24 มก/ล. โดยทั่วไปมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำจืดกำหนดให้มีค่าแอมโมเนียไนโตรเจนได้ไม่เกิน 0.5 มก/ล เมื่อปล่อยน้ำทิ้งนี้ลงไป อาจจะก่อให้เกิดผลต่อสภาวะเดิมของแม่น้ำ กรณีนี้น้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนสูง แต่มีระดับ pH ปกติ จะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำและพืชน้ำ และถ้า pH มีค่าสูงขึ้น จะทำให้เกิดอันตรายต่อปลา และมีผลไปยับยั้งการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำสีเขียว และจะส่งผลกระทบถึงปริมาณออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำ นอกจากนี้ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนโตรเจนที่สูงจะทำให้ความสามารถในการรวมตัวของเฮโมโกลบินกับออกซิเจนลดลง จะทำให้ปลาเกิดอาการสำลักน้ำตายได้ (Ellis, 1937 และ Brockway, 1950)

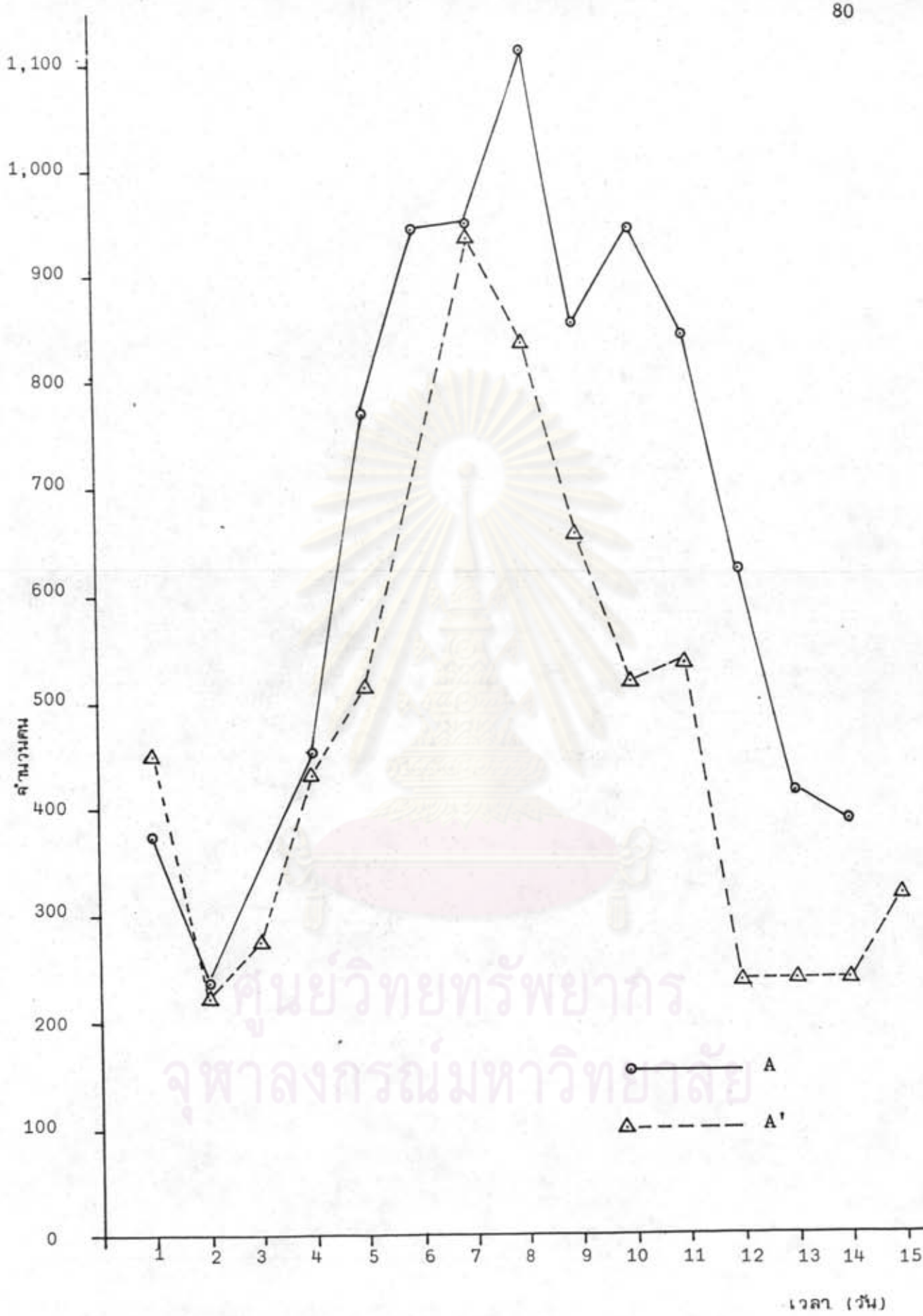
ฟอสเฟตทั้งหมดในน้ำทิ้งอยู่ในระดับที่ต่ำ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ ส่วนปริมาณซัลเฟตยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ากำหนดคือ น้ำทิ้งจะมีซัลเฟตได้ไม่เกิน 250 มก/ล

ในการตรวจสอบทางชีววิทยา โดยใช้โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีพบว่าน้ำทิ้งทั้ง 2 จุด มีปริมาณมากกว่า 24,000 MPN/100 มล. และเมื่อตรวจสอบถึงปริมาณ E. coli (Faecal coliform) ในทุกตัวอย่างพบว่ามีปริมาณน้อยกว่า 20 MPN/100 มล. แต่น้ำทิ้งนี้ก็มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกินกำหนดมาตรฐานแหล่งน้ำระดับ 3 ที่กำหนดให้มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่สูงเกินกว่า 20,000 MPN/100 มล. และโดยที่แหล่งน้ำช่วงที่ปล่อยน้ำทิ้งลงไปก็มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงถึง 40,000-100,000 MPN/100 มล. อยู่แล้ว ปริมาณน้ำทิ้งดังกล่าวจะเป็นตัวช่วยเพิ่มความสกปรกและเชื้อโรคในแม่น้ำเพิ่มขึ้น อันจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้

6.2 การวิเคราะห์ผลกระทบของน้ำทิ้งจากอาคารสูงต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ โดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

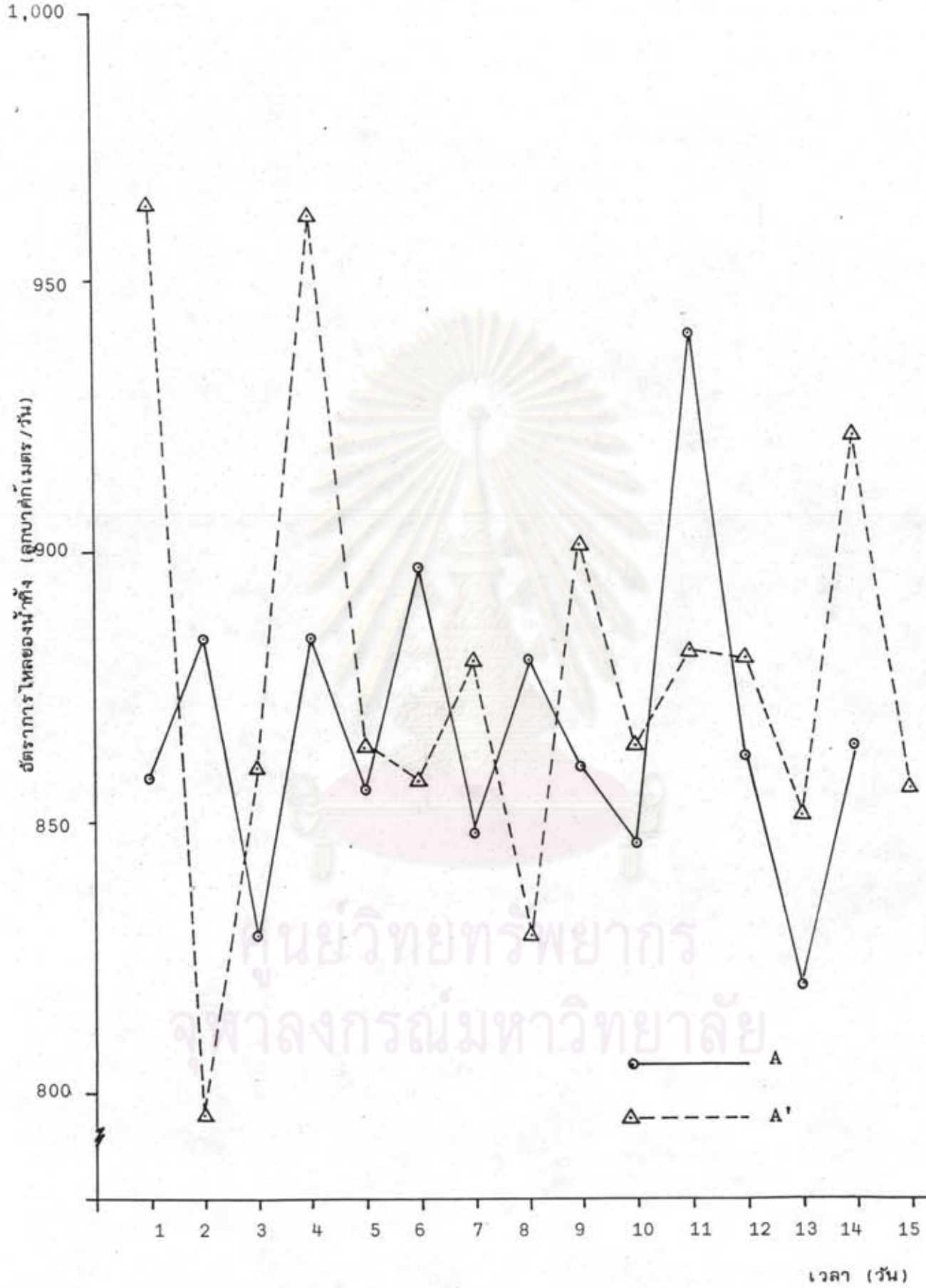
จากข้อมูลดัชนีคุณภาพที่วิเคราะห์แต่ละชนิดนั้น แสดงได้ดังรูปที่ 6.1-6.14 แสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นของมลสารที่แปรเปลี่ยนไปแต่ละวัน เพื่อให้สะดวกและง่ายต่อการประเมินผลกระทบ จึงได้ปรับปรุงข้อมูลให้อยู่ในรูปกราฟเส้นตรง โดยใช้วิธี graphical solution (ภาคผนวก) โดยข้อมูลแสดงออกมาในรูปเปอร์เซนต์ความน่าจะเป็น (% Probability) ดังแสดงในรูปที่ 6.15-6.27

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



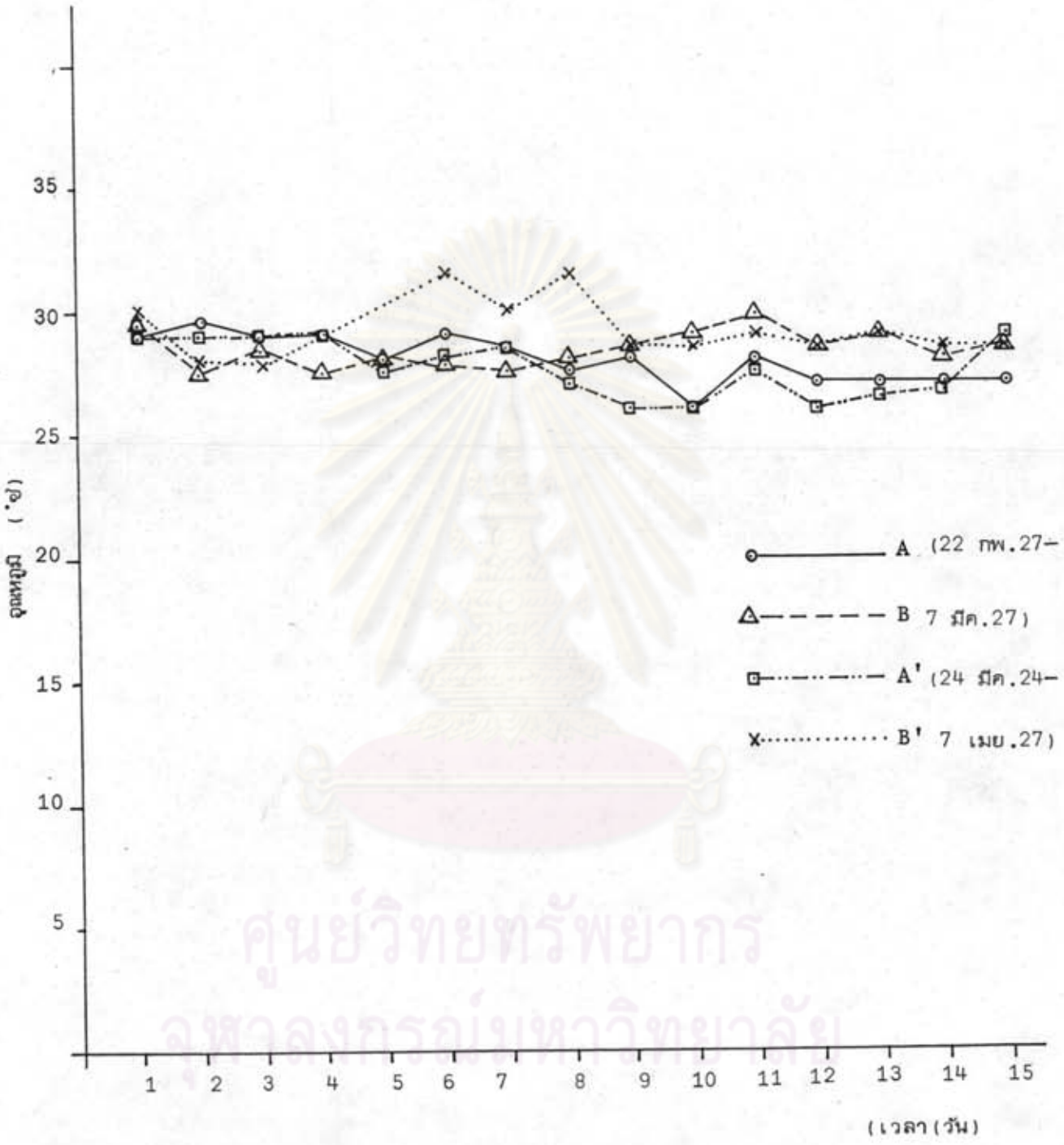
รูปที่ 6.1 แสดงจำนวนผู้พักอาศัยในอาคารในแต่ละวัน ของการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง 2 ระยะคือ วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2527 - 7 มีนาคม 2527 (A) และ 24 มีนาคม 2527 7 เมษายน 2527 (A')

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.2 แสดงอัตราการไหลของน้ำทิ้งในแต่ละวันของการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง 2 ระยะ คือ 22 กุมภาพันธ์ - 7 มีนาคม 2527 (A) และ 24 มีนาคม - 7 เมษายน 2527 (A')

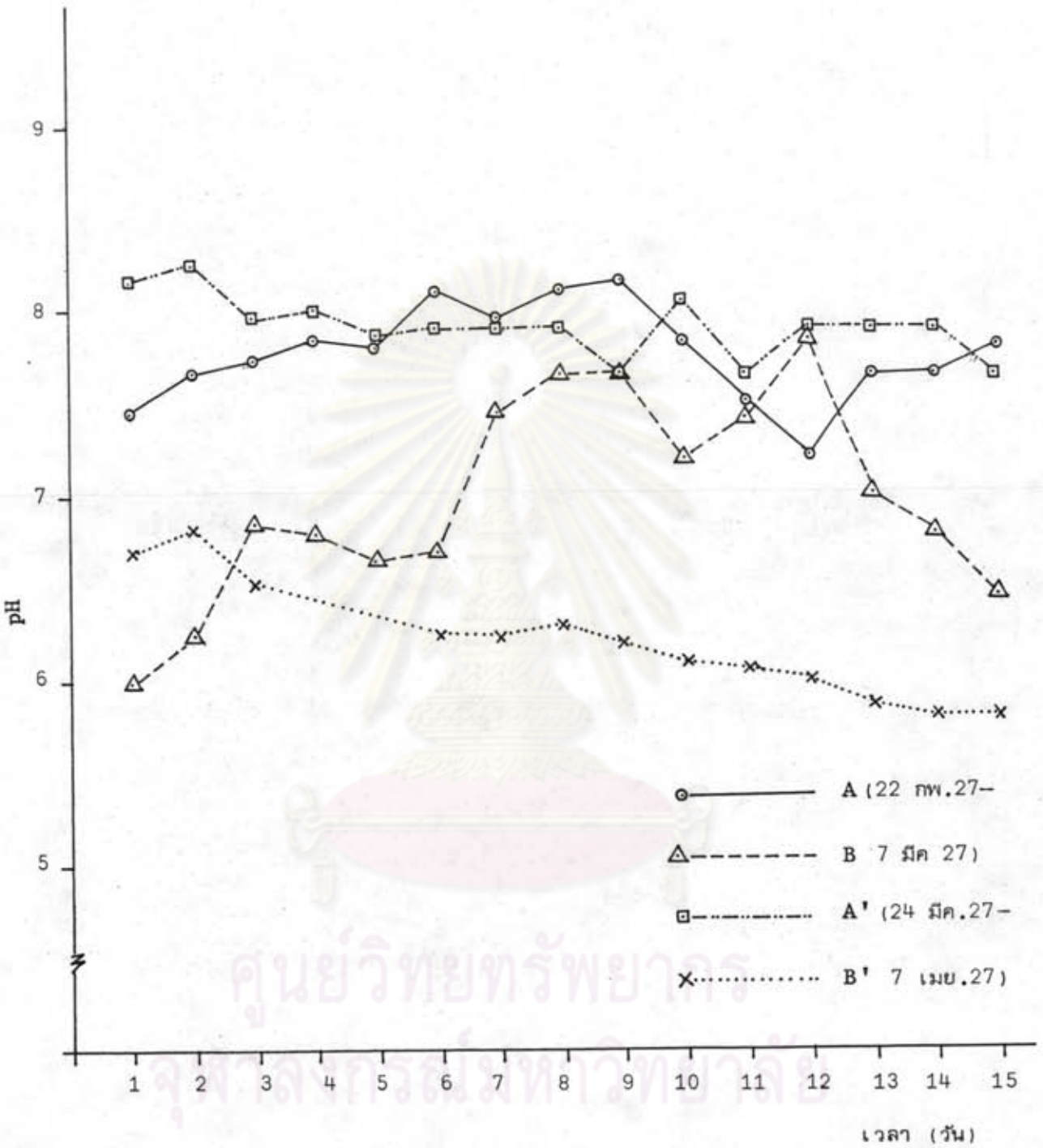
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.3 แสดงอุณหภูมิของน้ำทิ้งในแต่ละวัน A, A' แสดงอุณหภูมิน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์

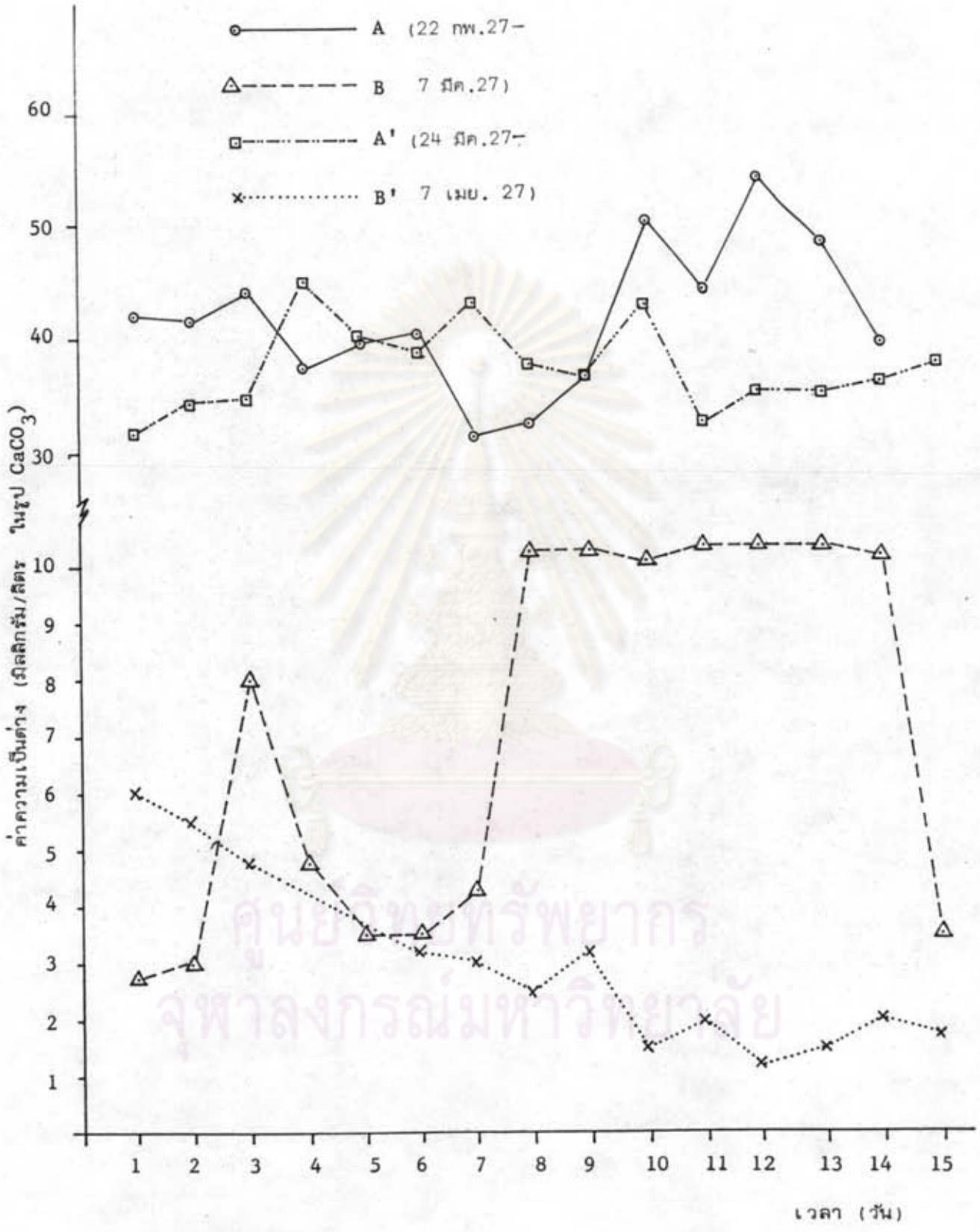
B, B' แสดงอุณหภูมิของน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



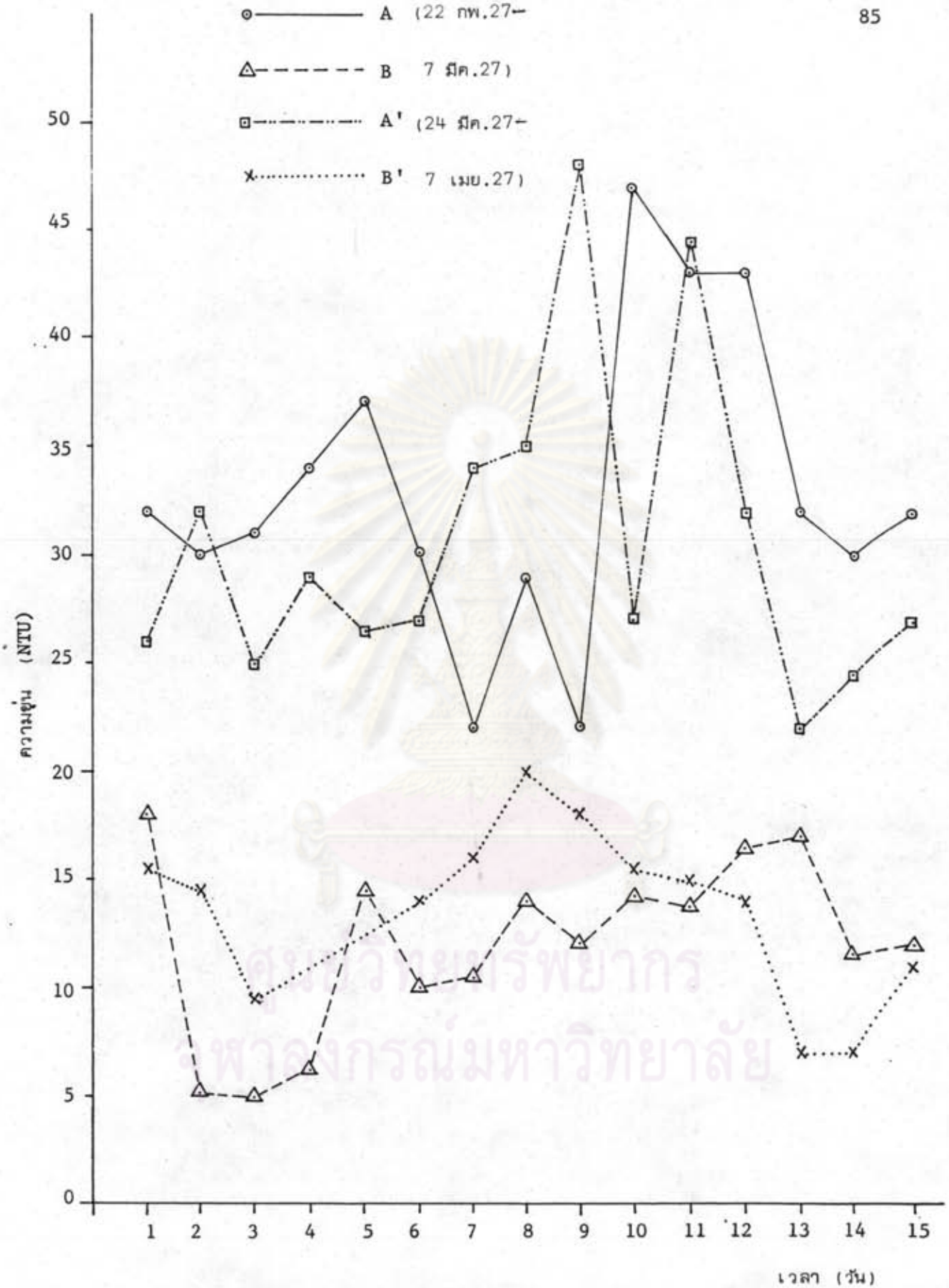
รูปที่ 6.4 แสดง pH ของน้ำทิ้งในแต่ละวัน A, A' แสดง pH ของน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์ B, B' แสดงอุณหภูมิน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำทิ้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.5 แสดงค่าความเป็นด่างของน้ำทิ้งในแต่ละวัน A, A' แสดงค่าความเป็นด่างของน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟท์ B,B' แสดงค่าความเป็นด่างของน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย

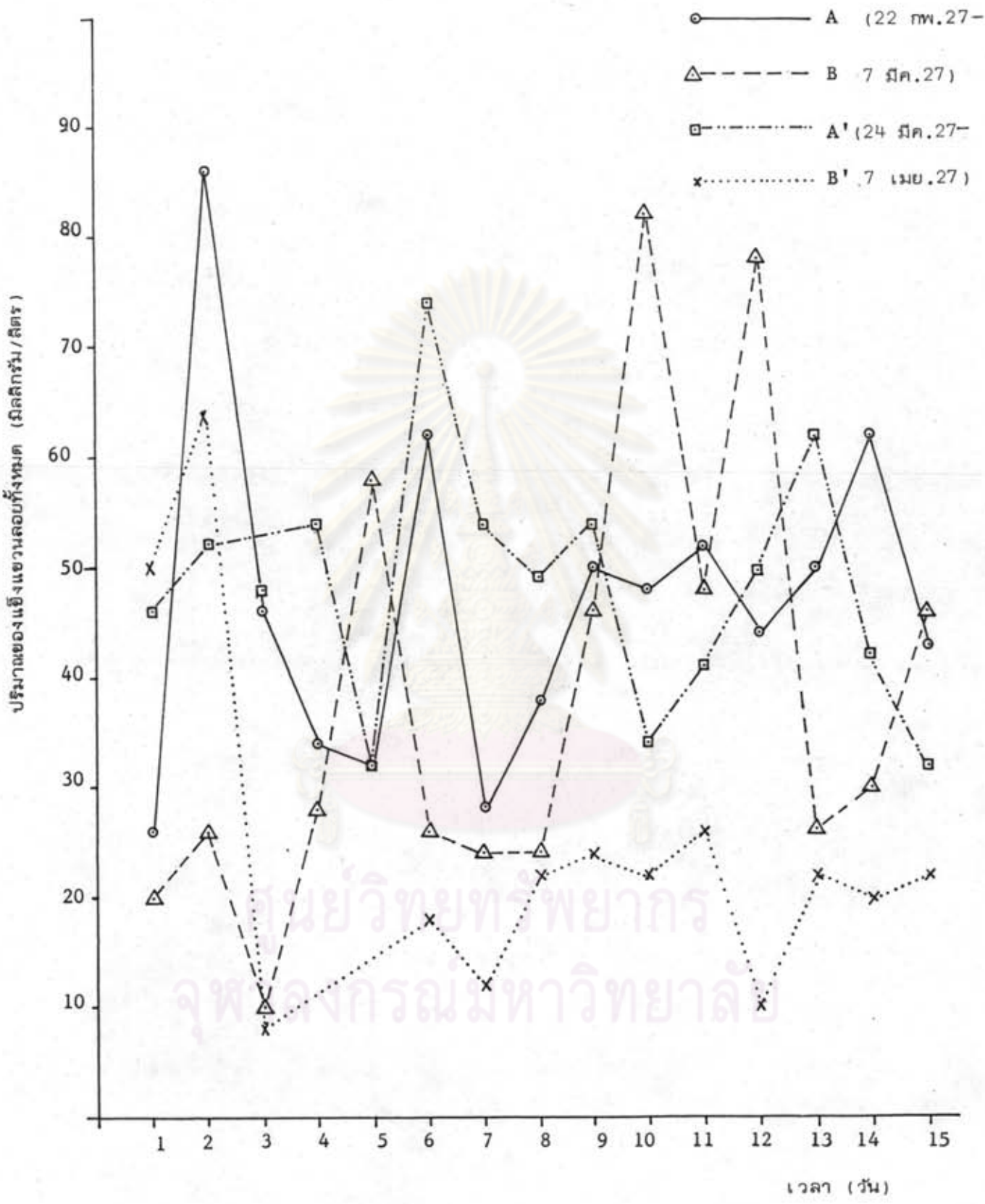
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.6 แสดงความขุ่นของน้ำทิ้งในแต่ละวัน A, A'แสดงความขุ่นของน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมออฟท้

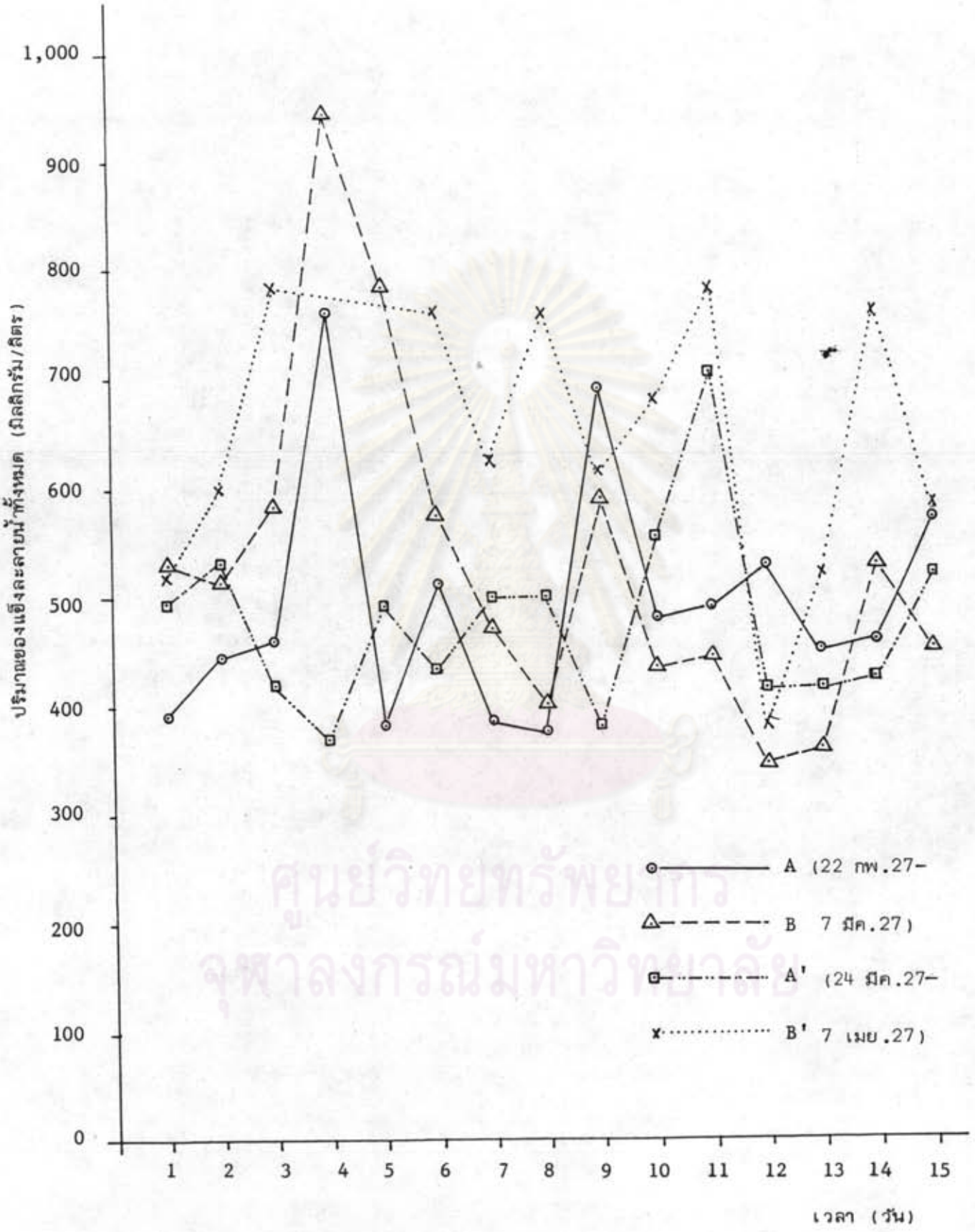
B, B'แสดงความขุ่นของน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

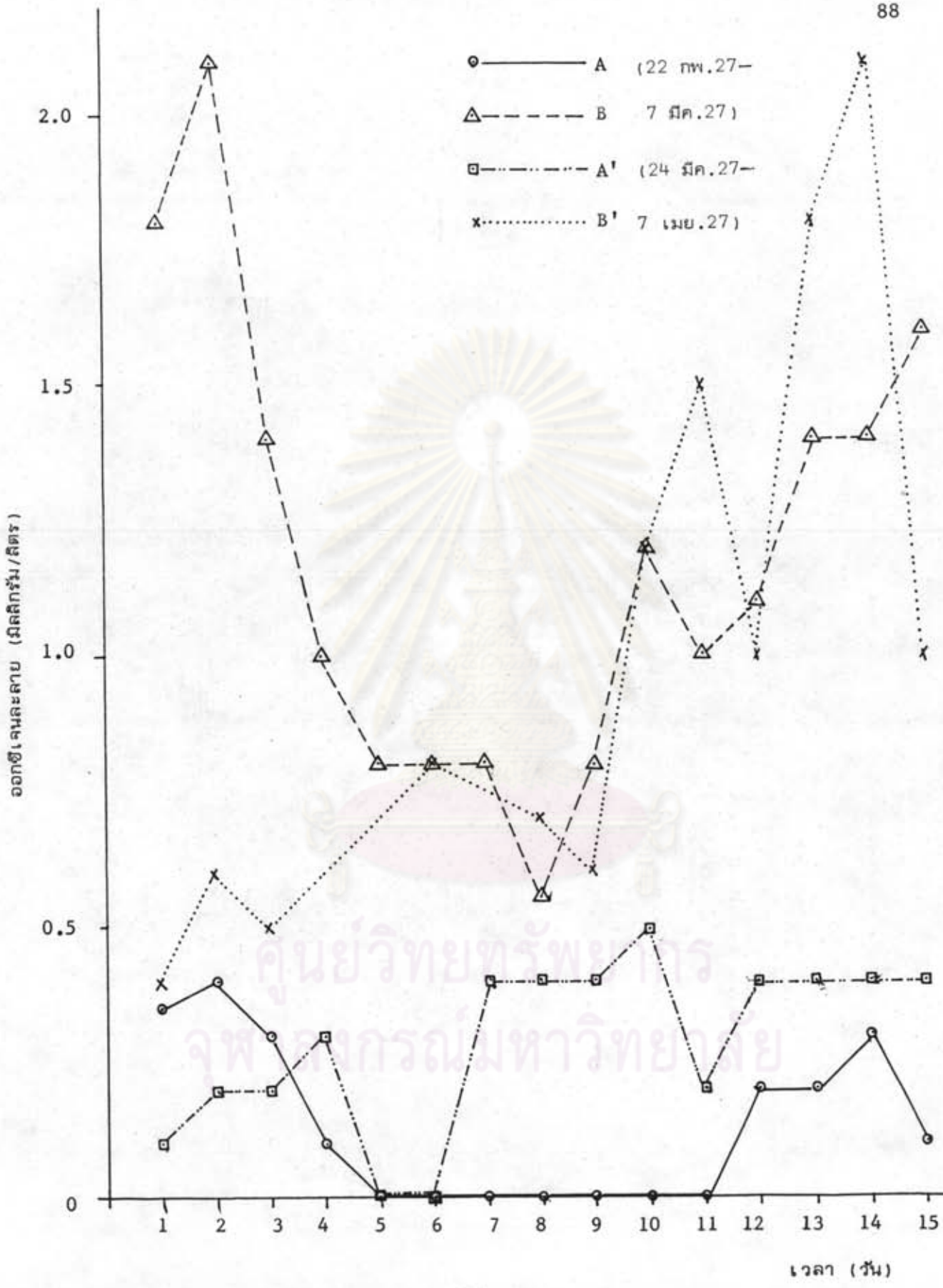


รูปที่ 6.7 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำทิ้งแต่ละวัน A, A'แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟท์ B, B'แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย

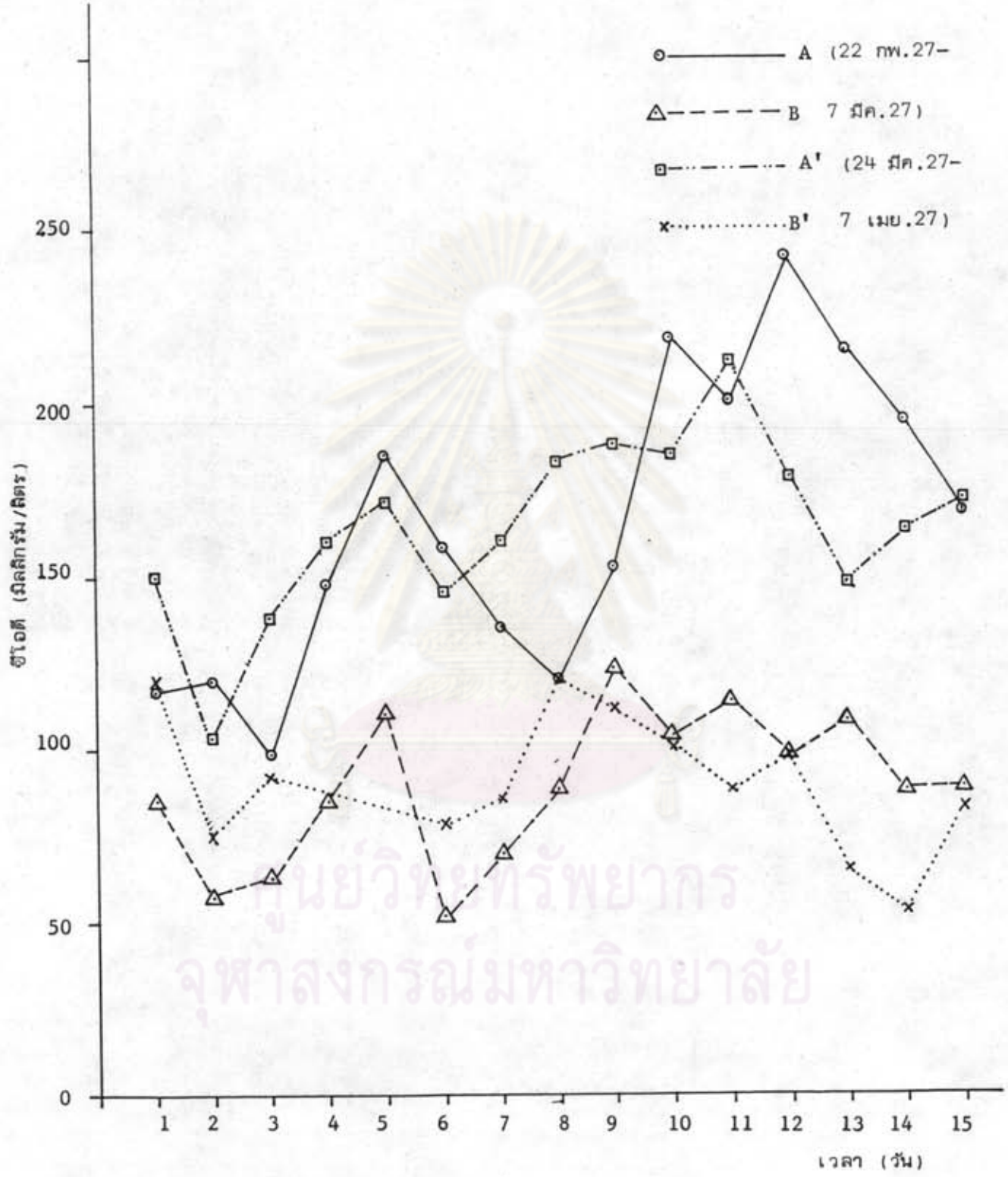
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.8 แสดงปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในน้ำทิ้งแต่ละวัน A,A' แสดงปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟท์ B, B'แสดงปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดในน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย

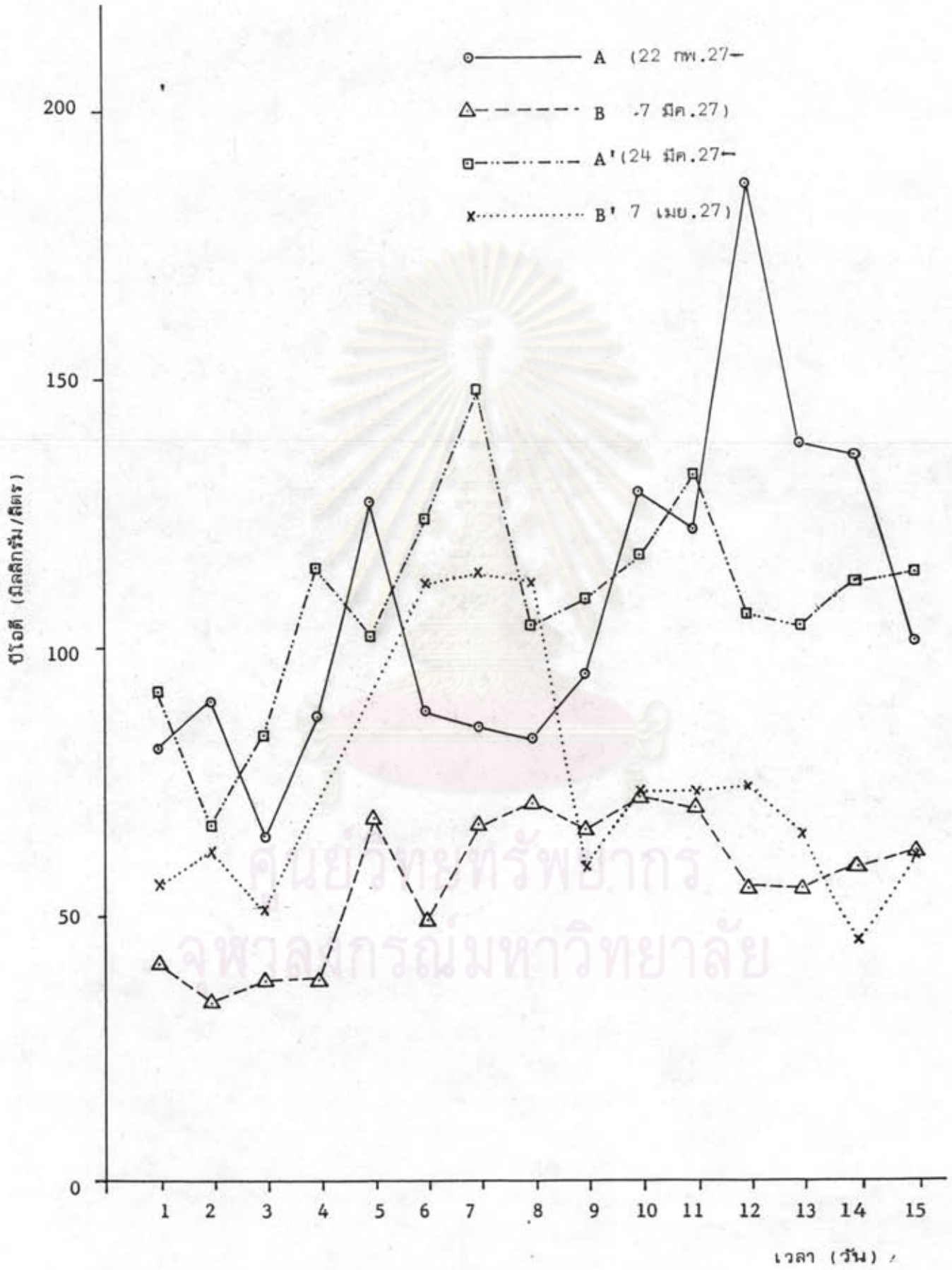


รูปที่ 6.9 แสดงออกซิเจนละลายของน้ำทิ้งแต่ละวันA,A'แสดงออกซิเจนละลายของน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟท์ B, B'แสดงออกซิเจนละลายของน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย

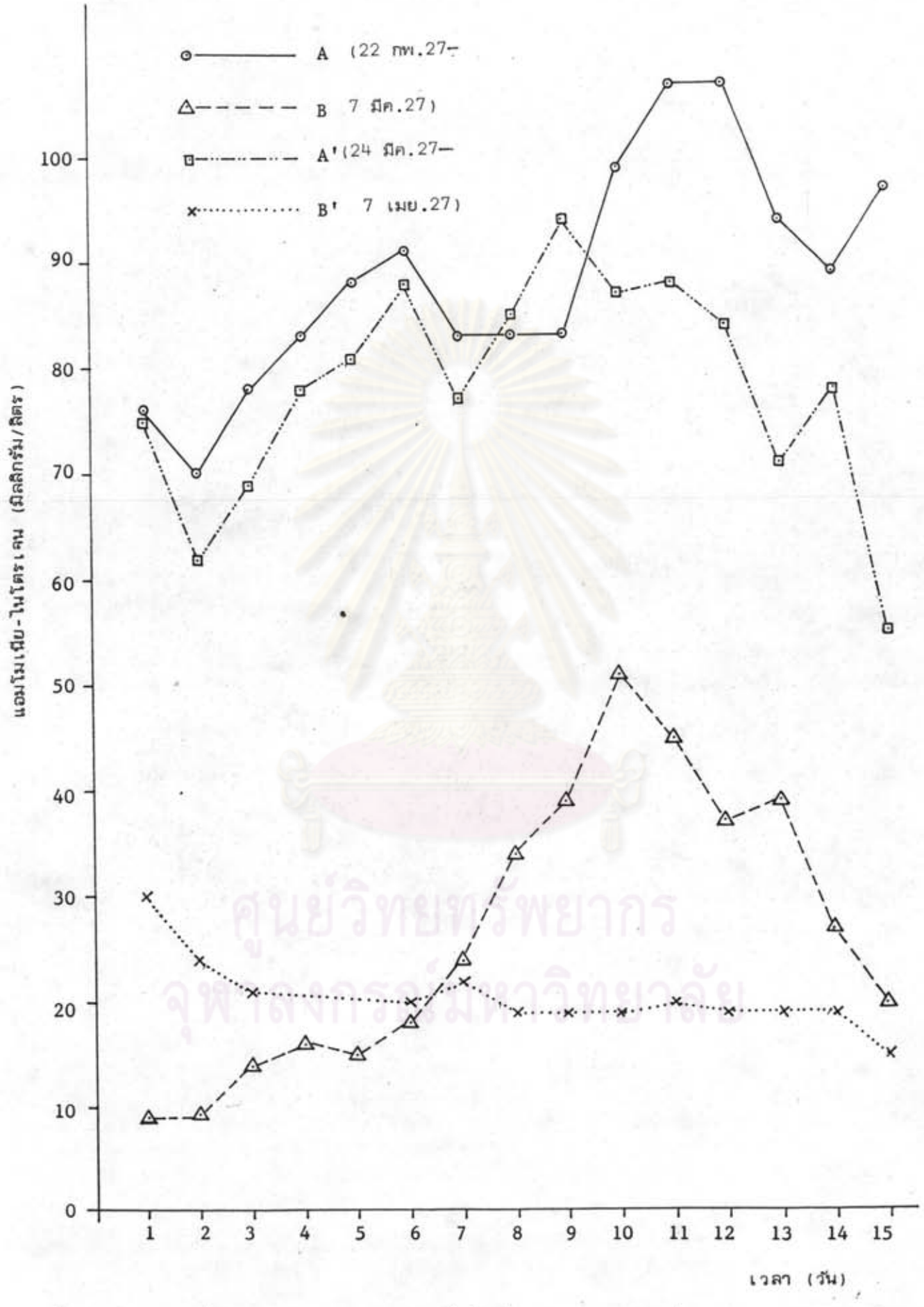


รูปที่ 6.10 แสดงค่าซีโอดีของน้ำทิ้งแต่ละวัน A, A' แสดงค่าซีโอดีของน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟท์ B,B' แสดงค่าซีโอดีของน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

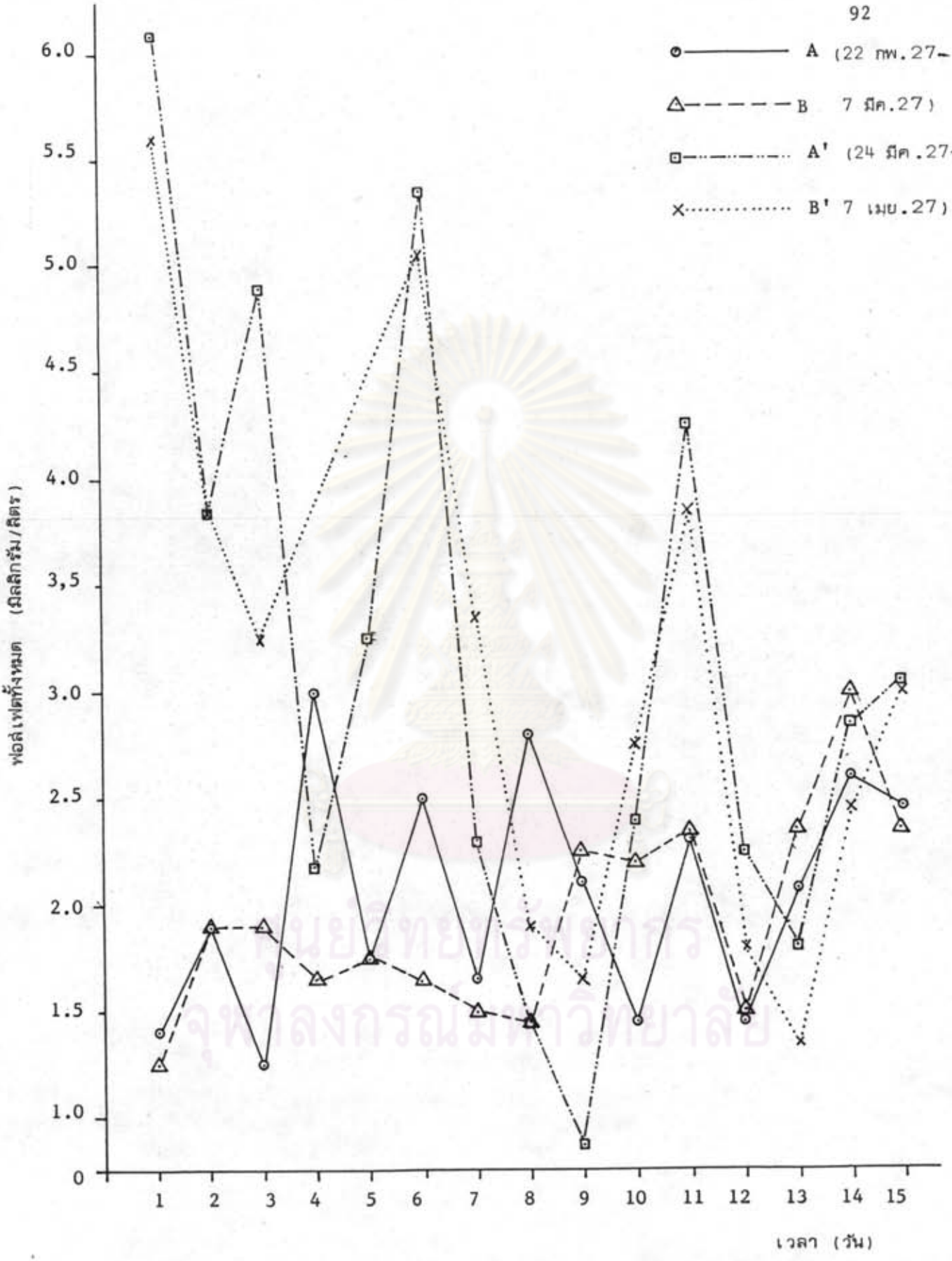


รูปที่ 6.11 แสดงค่าบีโอดีของน้ำทิ้งในแต่ละวัน A, A' แสดงบีโอดีของน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟท์ B, B' แสดงบีโอดีของน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย

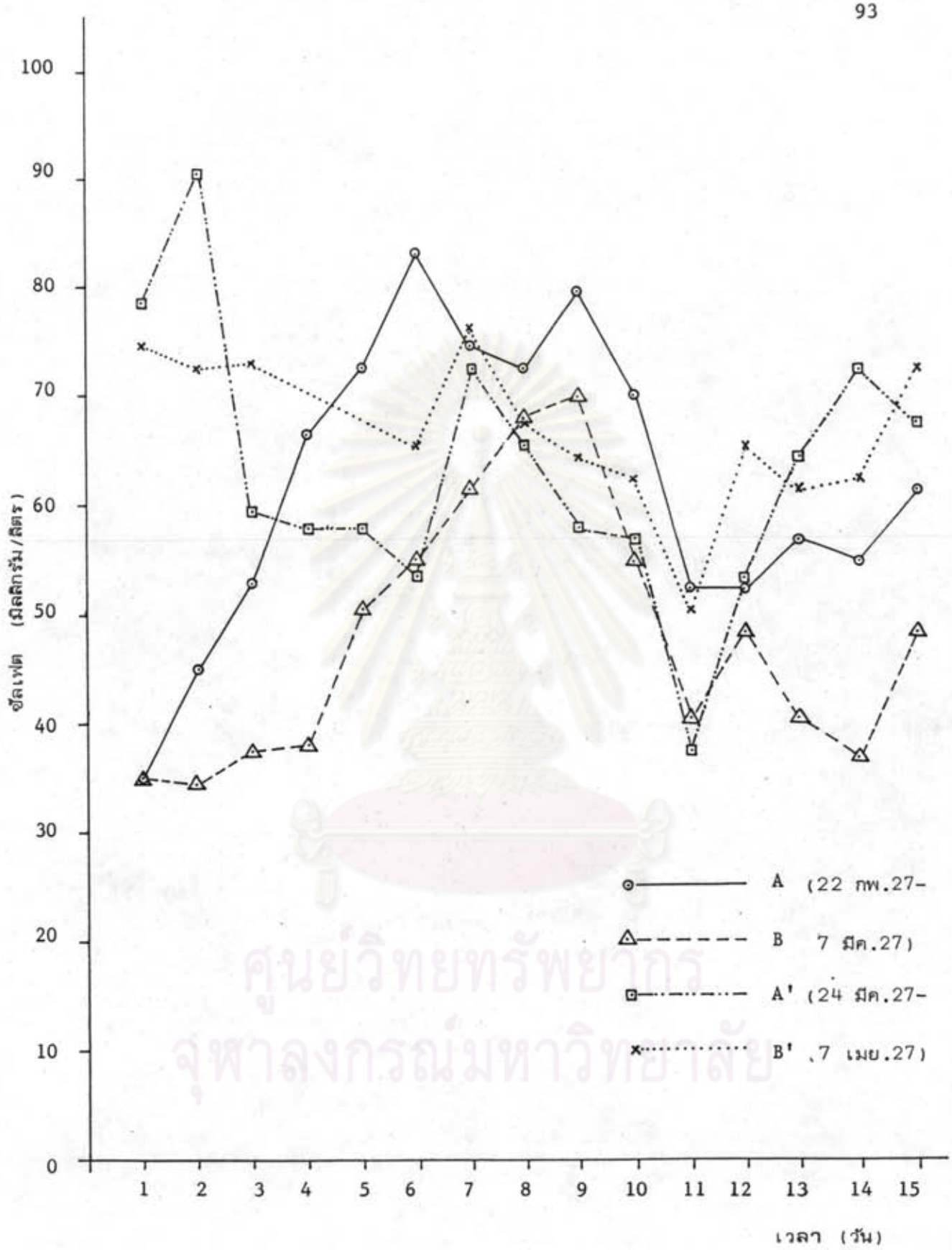


รูปที่ 6.12 แสดงค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำทิ้งแต่ละวัน A,A' แสดงค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟท์ B,B' แสดงค่าแอมโมเนีย ไนโตรเจนของน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

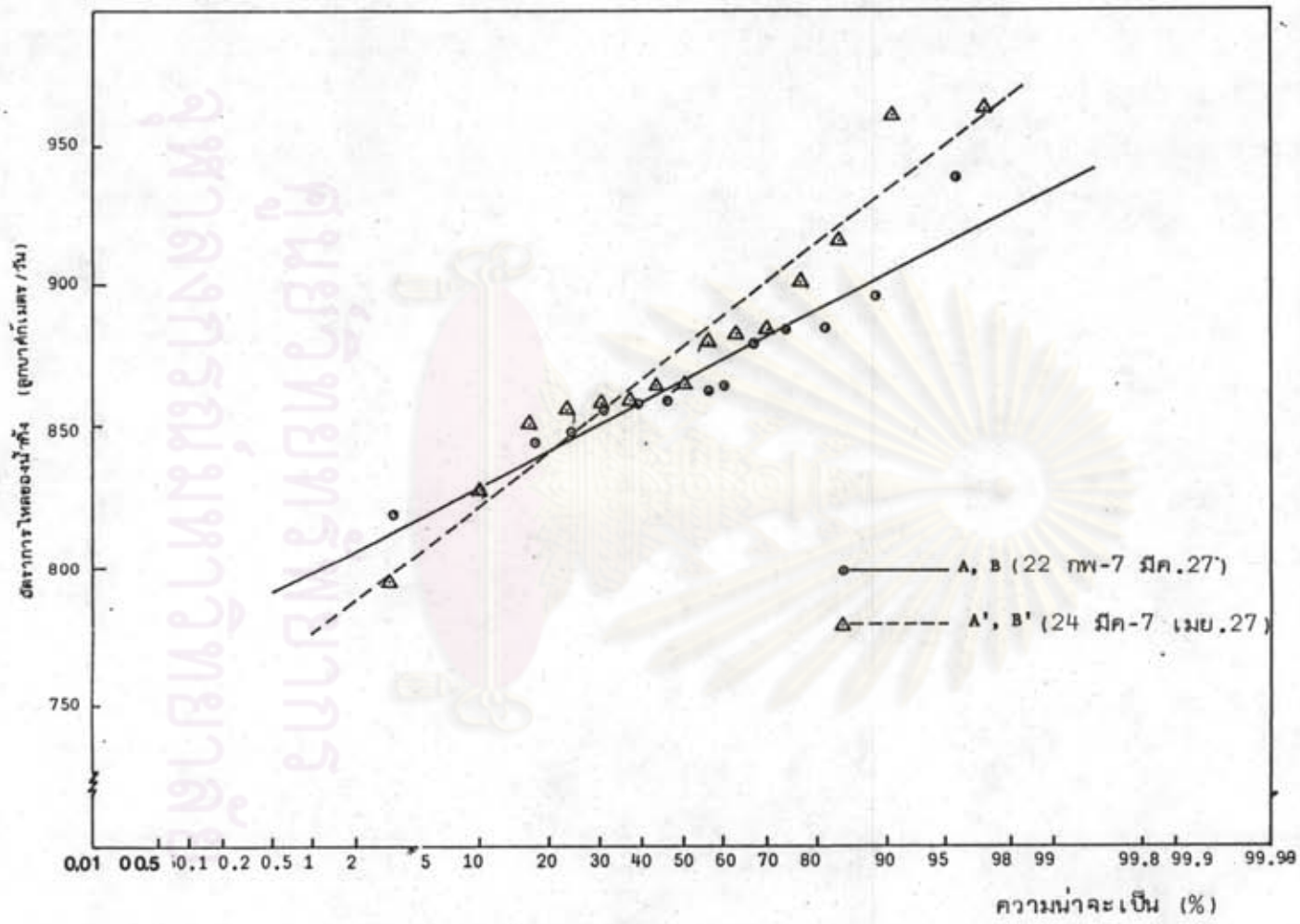


รูปที่ 6.13 แสดงค่าฟอสเฟตทั้งหมดของน้ำทิ้งแต่ละวัน A,A' แสดงค่าฟอสเฟตทั้งหมดของน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟท์ B, B' แสดงค่าฟอสเฟตทั้งหมดของน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำทิ้ง



รูปที่ 6.14 แสดงค่าซัลเฟตของน้ำทิ้งแต่ละวัน A, A' แสดงซัลเฟตของน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟท์ B, B' แสดงซัลเฟตของน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย

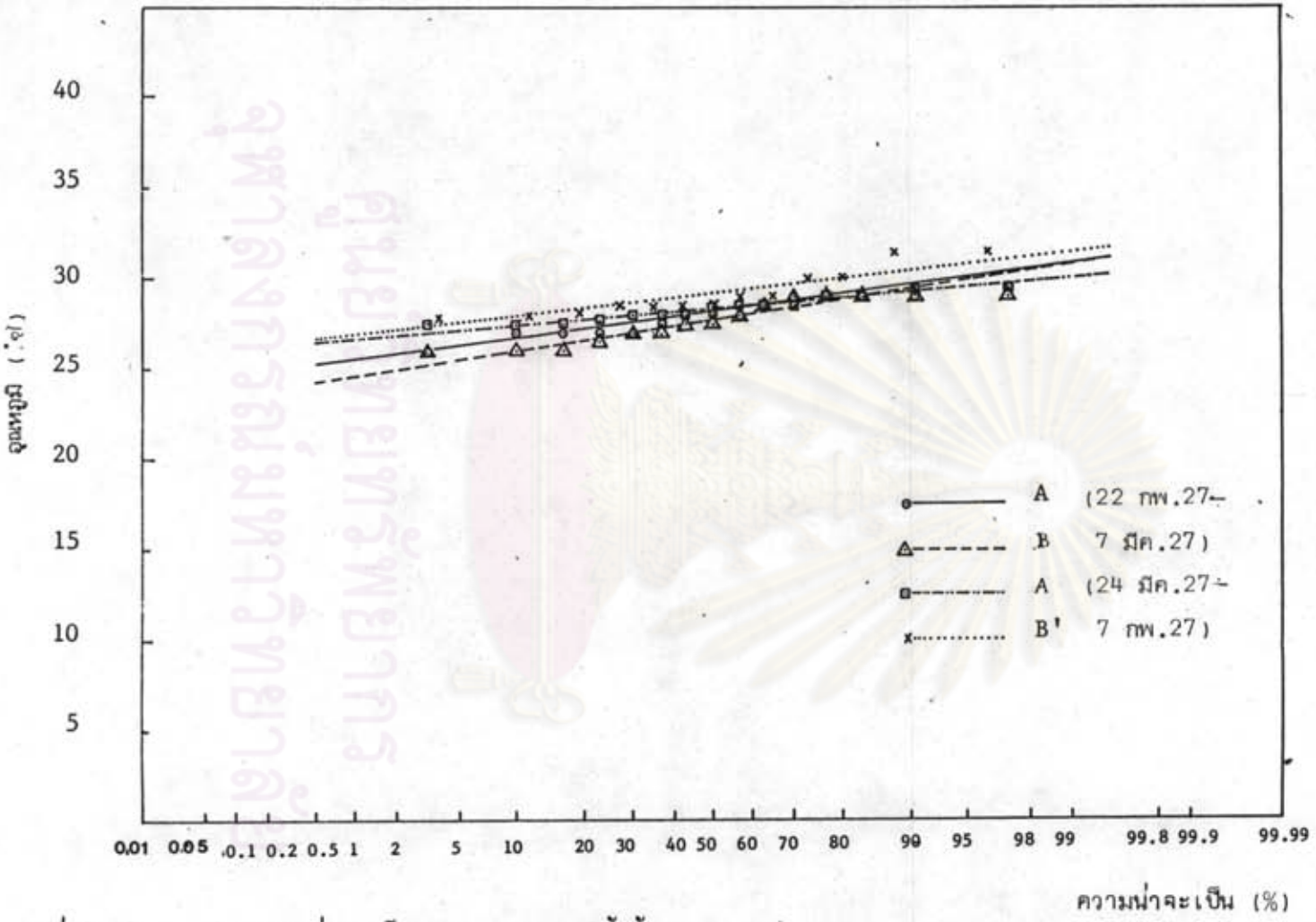
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.15 แสดงความน่าจะเป็น (%) ของอัตราการไหลของน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A, A' เป็นน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์

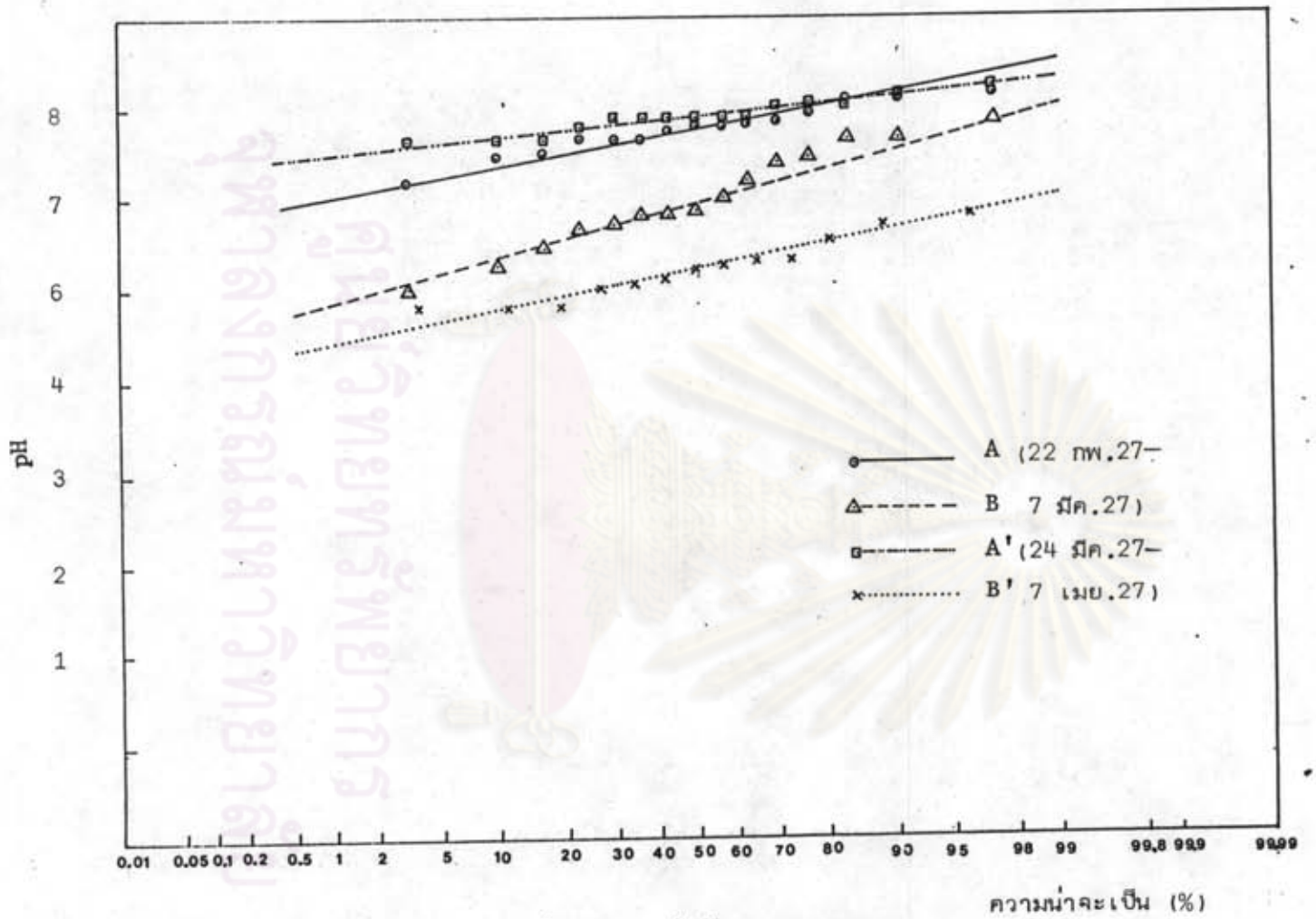
B, B' เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 6.16 แสดงความน่าจะเป็น (%) ของอุณภูมิน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A, A' เป็นน้ำทิ้งออกจากถังอิมฮอฟฟ์

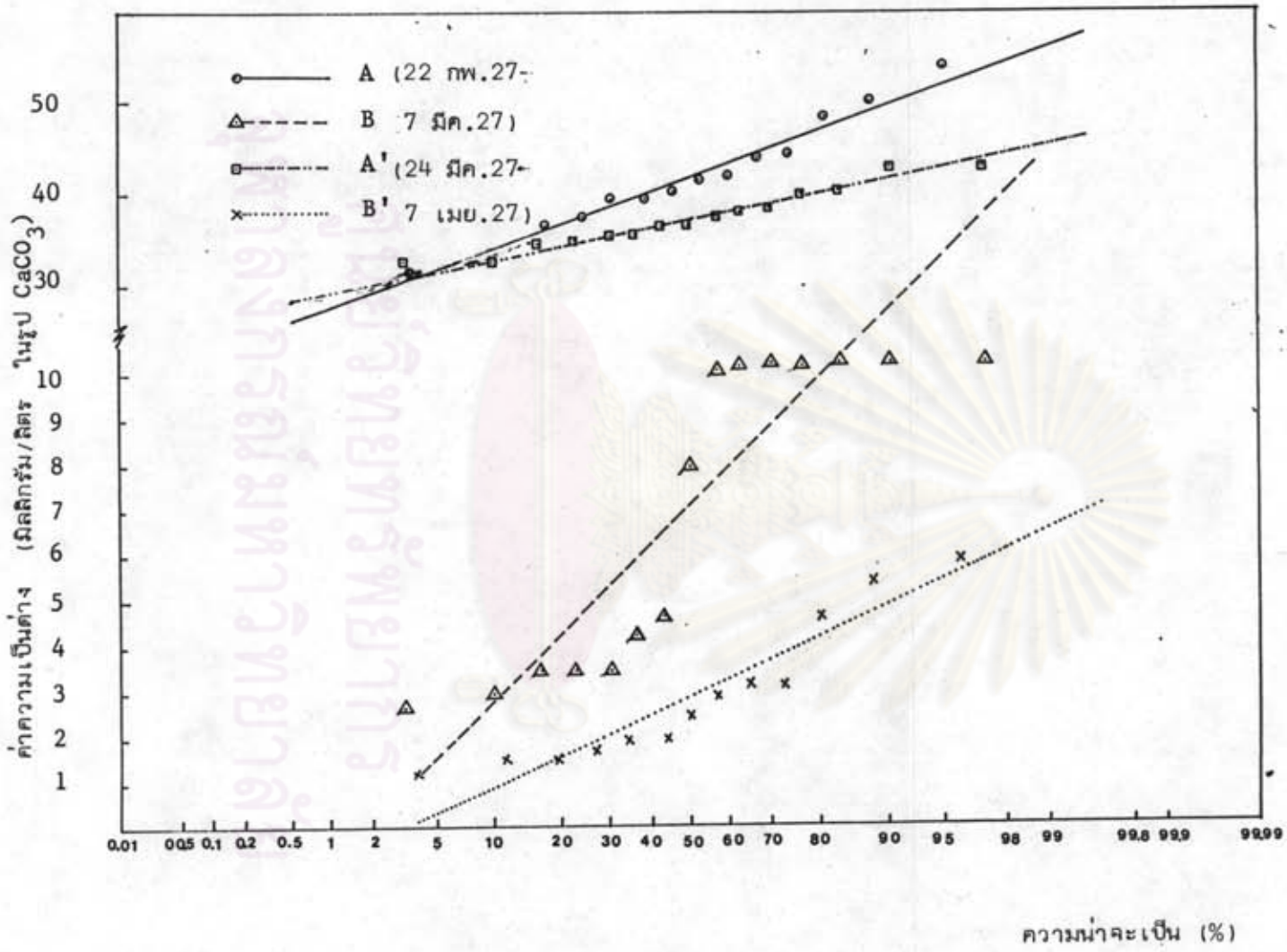
B, B' เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 6.17 แสดงความน่าจะเป็น (%) ของค่า pH ของน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A, A' เป็นน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมออฟฟ์

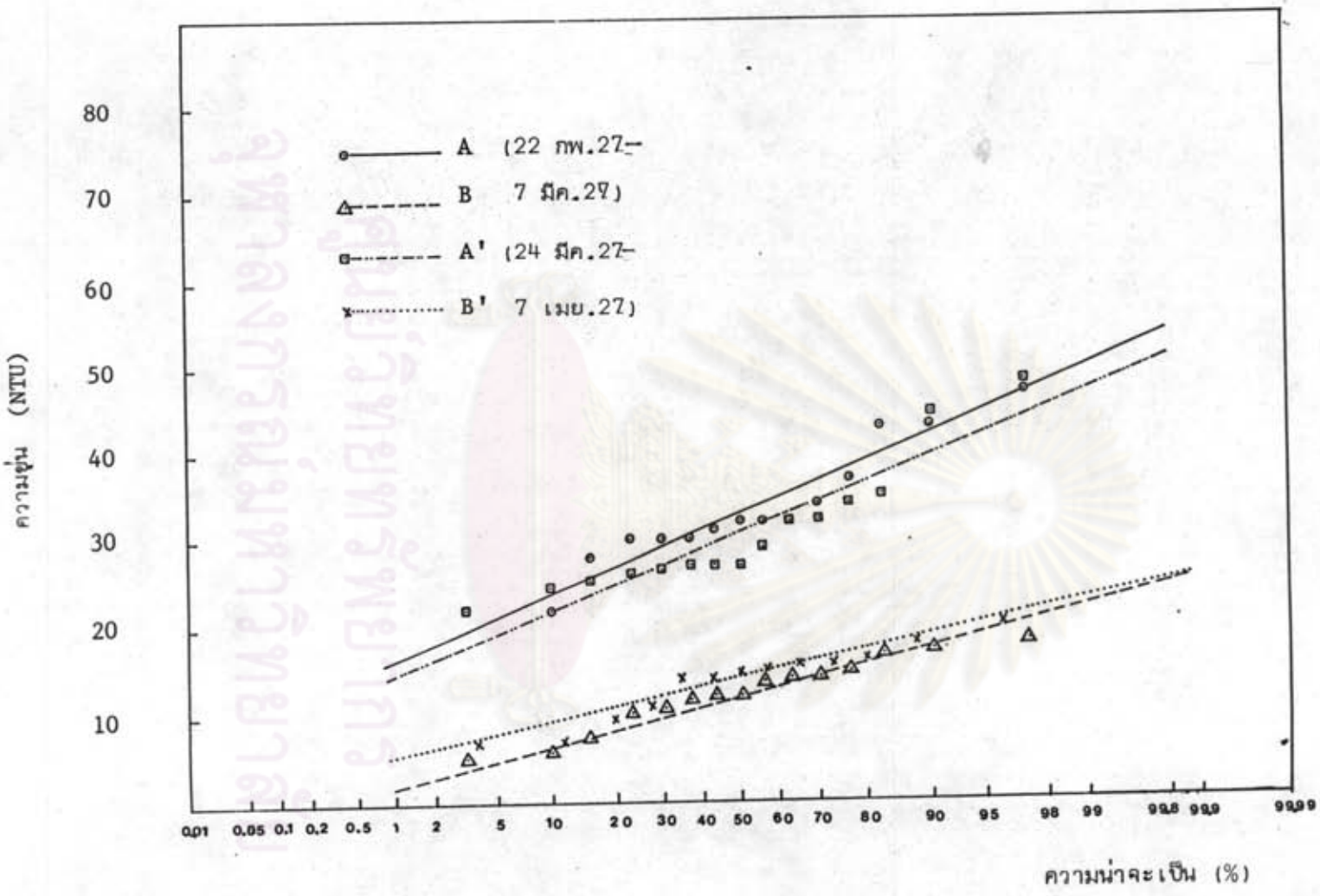
B, B' เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 6.18 แสดงความน่าจะเป็น (%) ของค่าความเป็นด่างของน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A, A' เป็นน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์

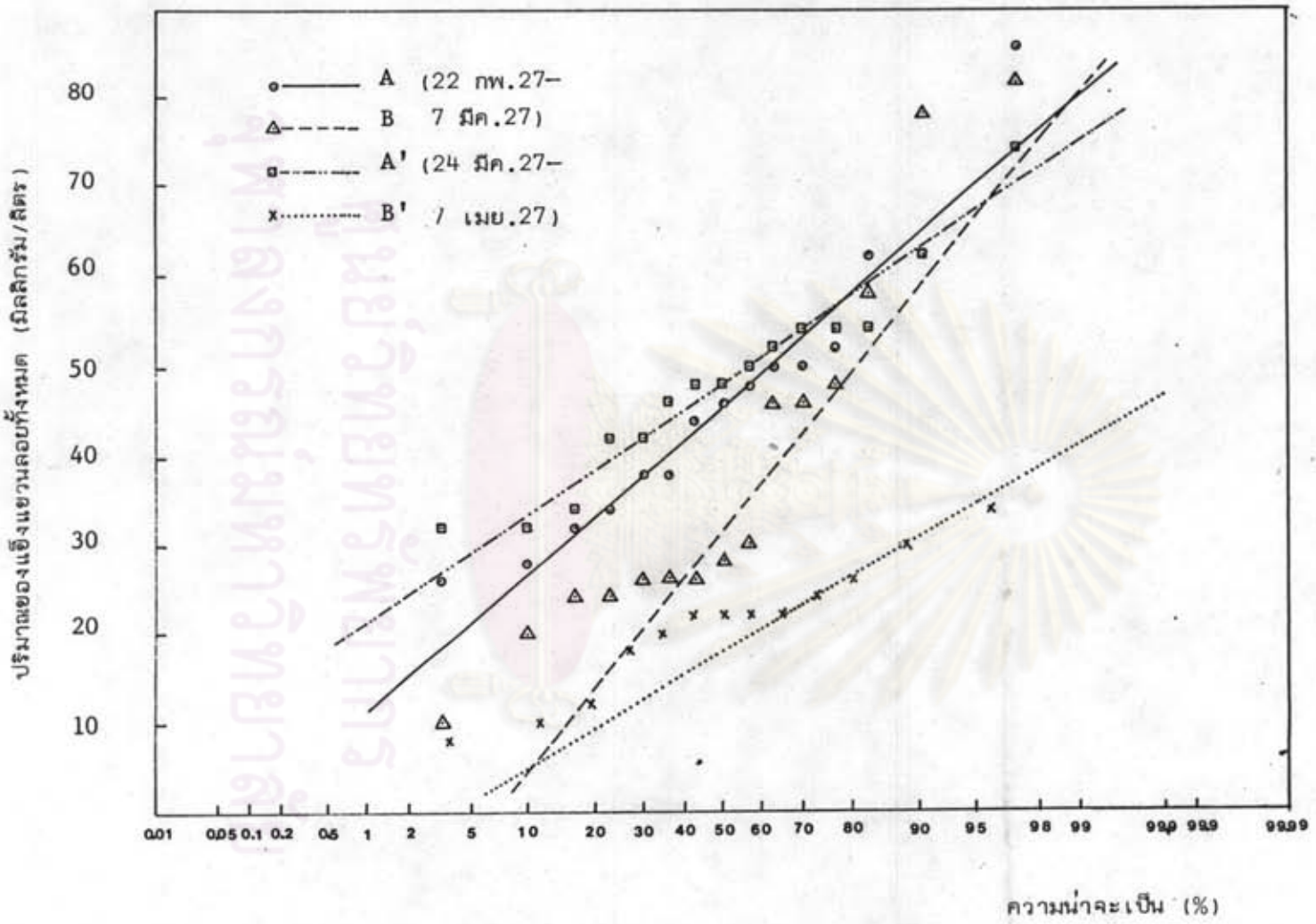
B, B' เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 6.19 แสดงความน่าจะเป็น (%) ของค่าความขุ่นของน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A, A' เป็นน้ำทิ้งออกจากถังอิมฮอฟฟ์

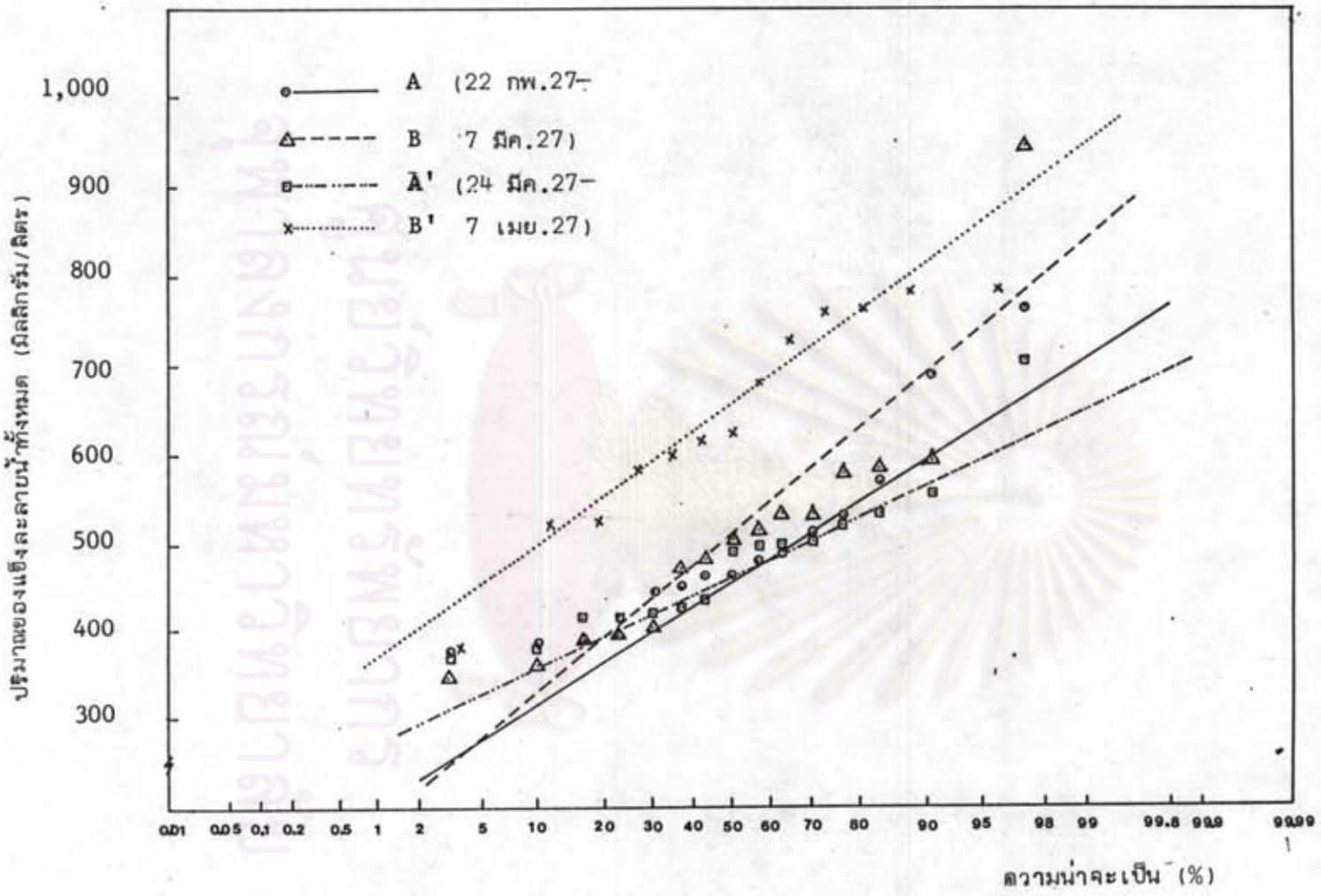
B, B' เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 6.20 แสดงความน่าจะเป็น (%) ของปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A,A' เป็นน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์

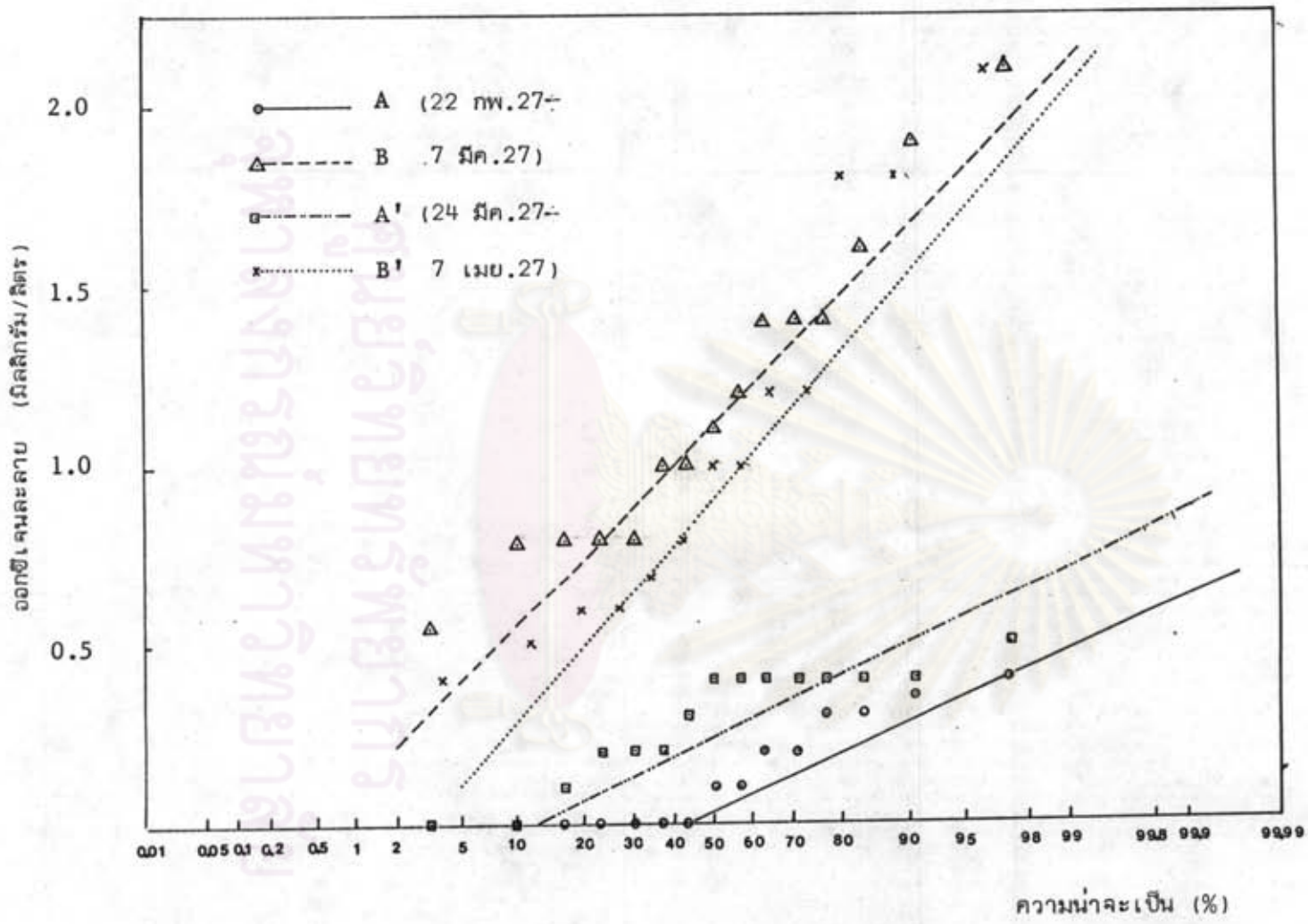
B,B' เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 6.21 แสดงความน่าจะเป็น (%) ของปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A, A' เป็นน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์

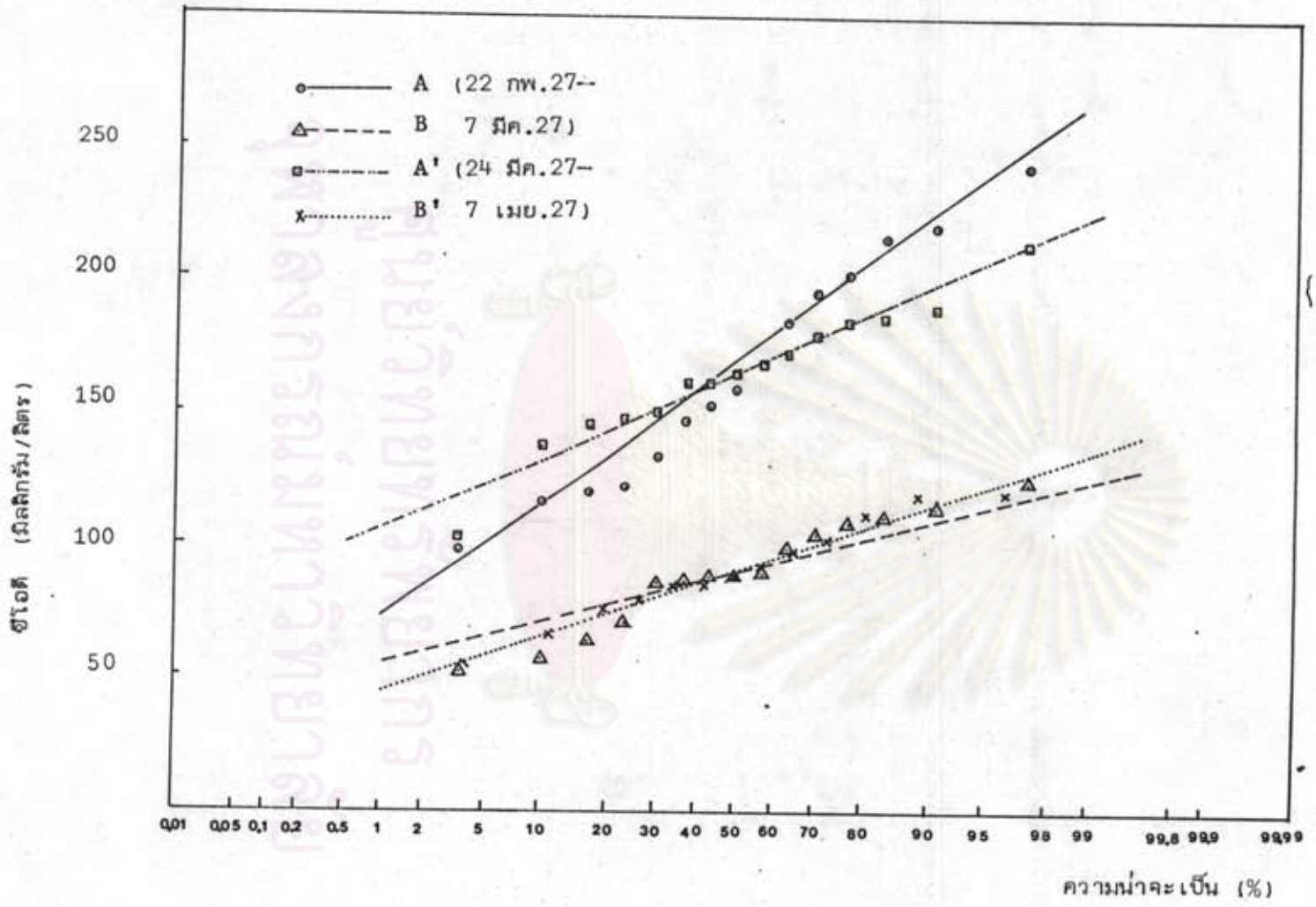
B,B' เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 6.22 แสดงความน่าจะเป็น (%) ของออกซิเจนละลายของน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A, A'น้ำเสียที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์

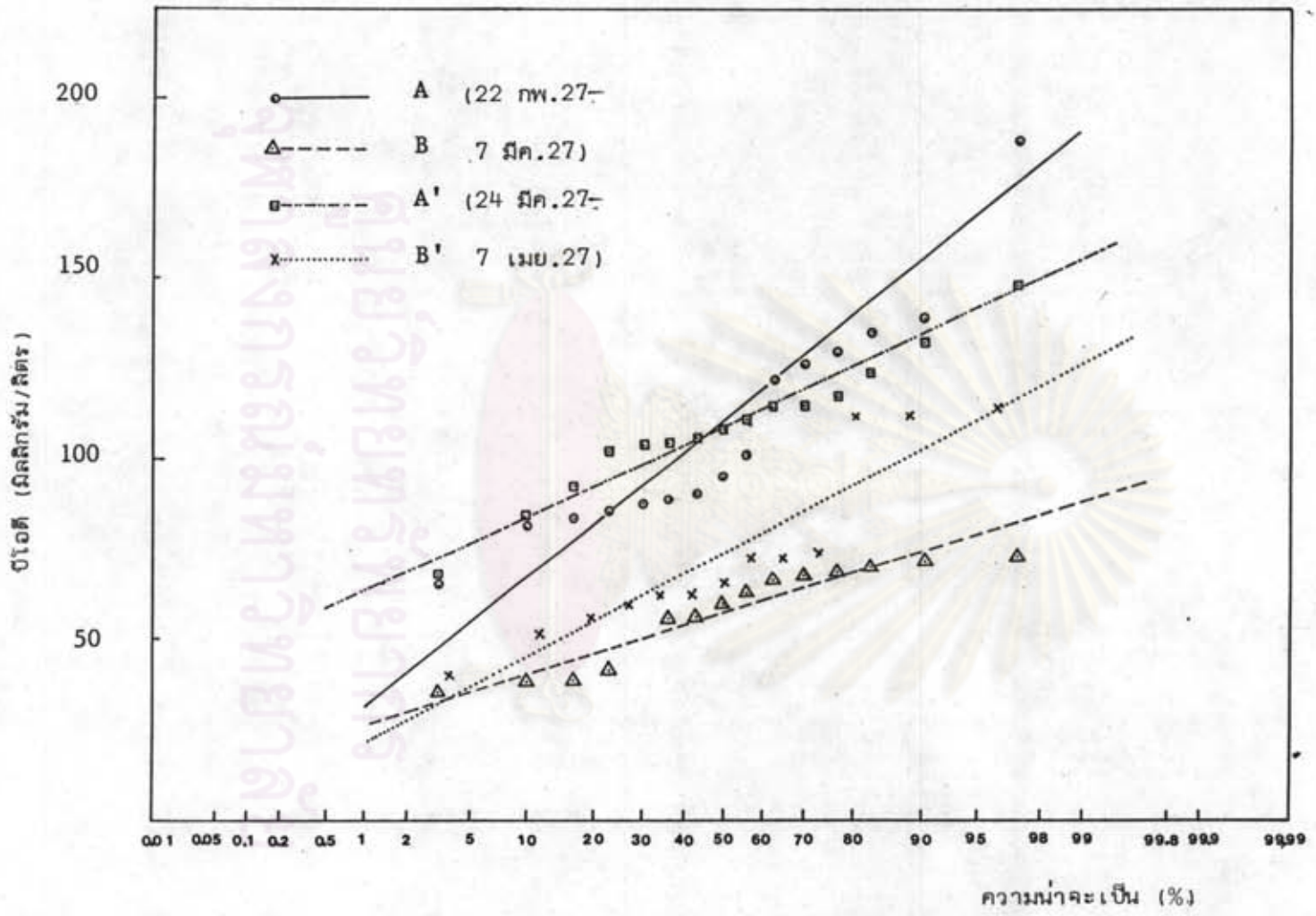
B, B'น้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 6.23 แสดงความน่าจะเป็น (%) ของค่าซีโอดีของน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A, A' เป็นน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์

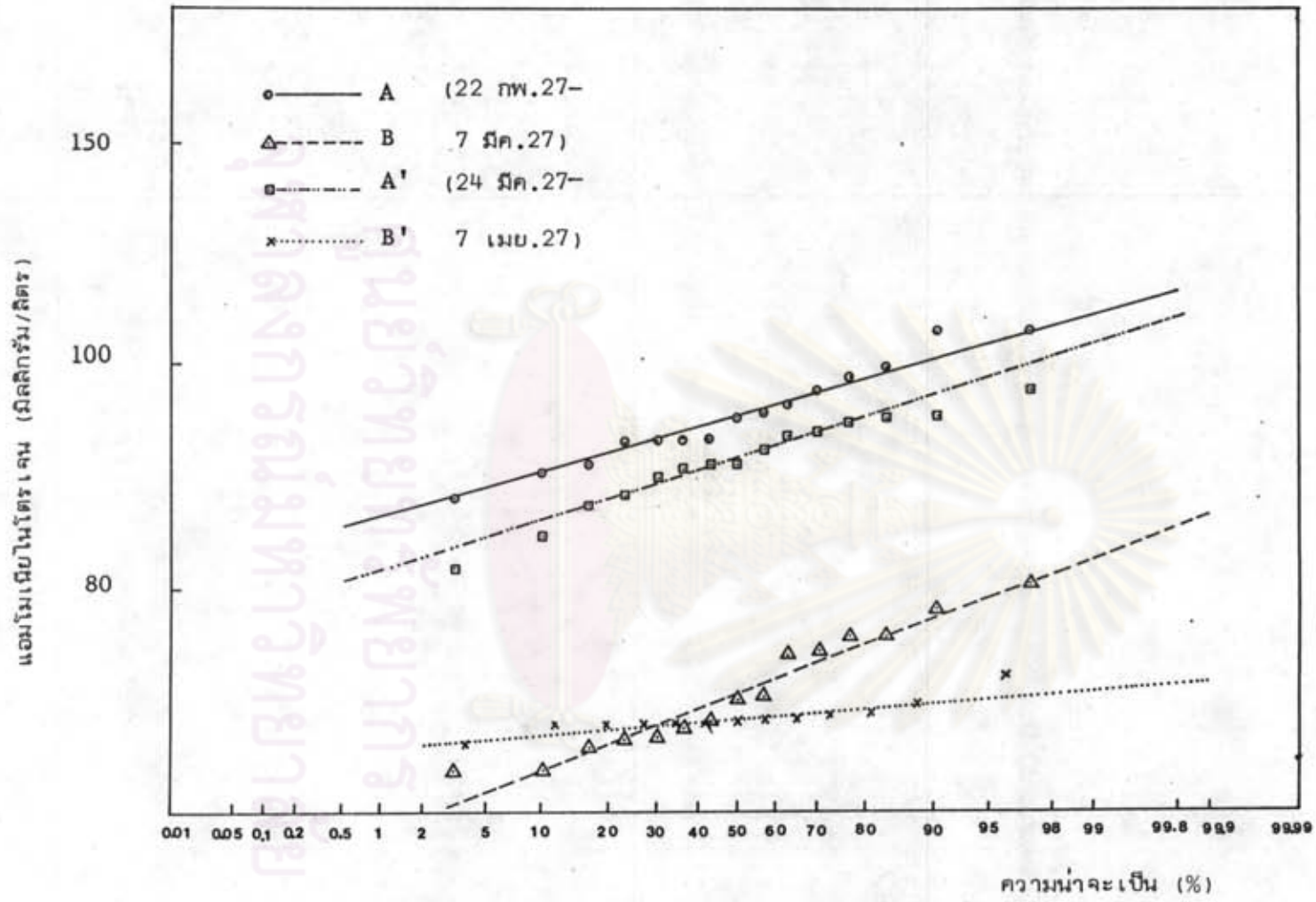
B, B' เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 6.24 แสดงความน่าจะเป็น (%) ของค่าบีโอดีของน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A,A' เป็นน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์

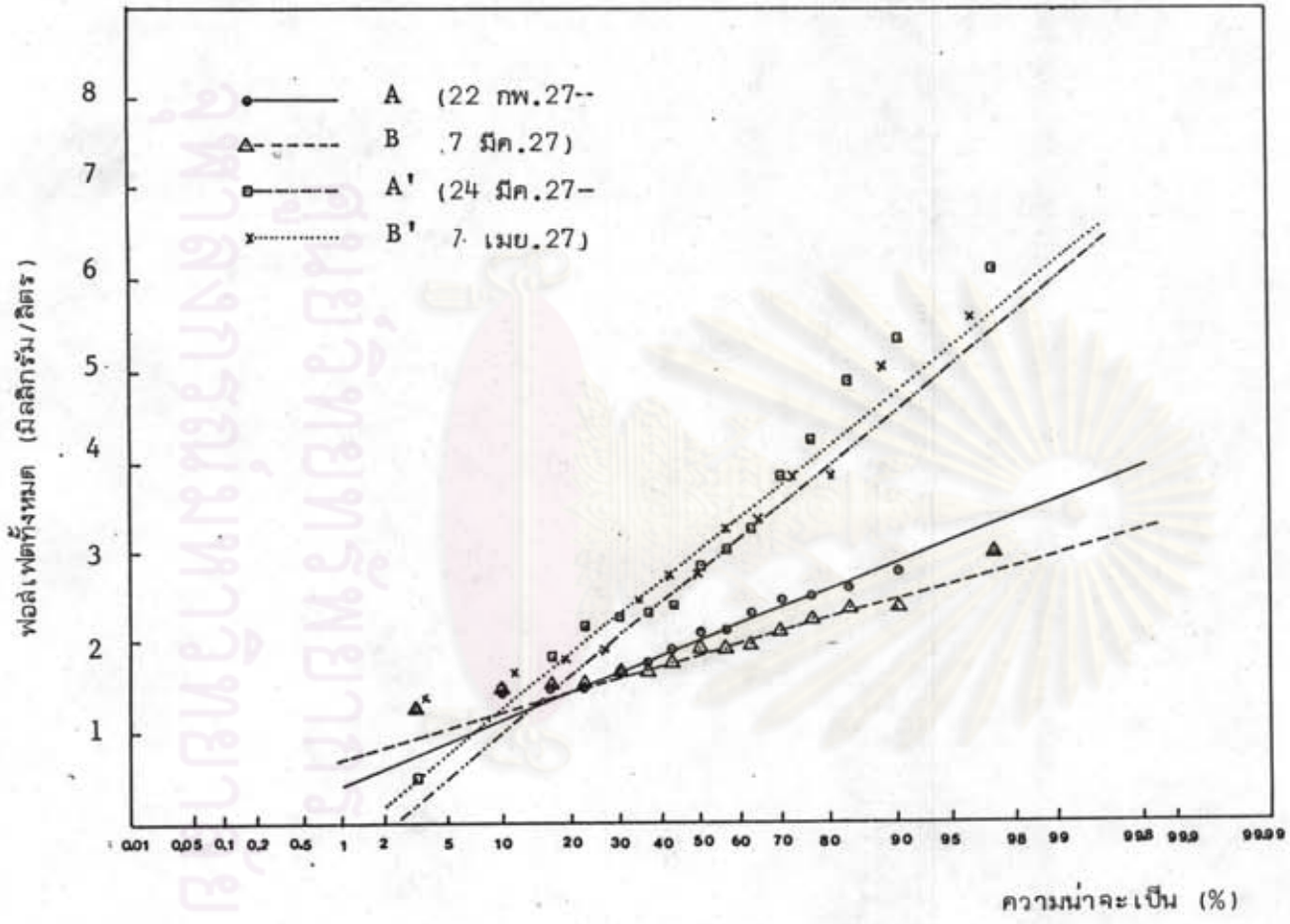
B,B' เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 6.25 แสดงความน่าจะเป็น (%)ของค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A, A' เป็นน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์

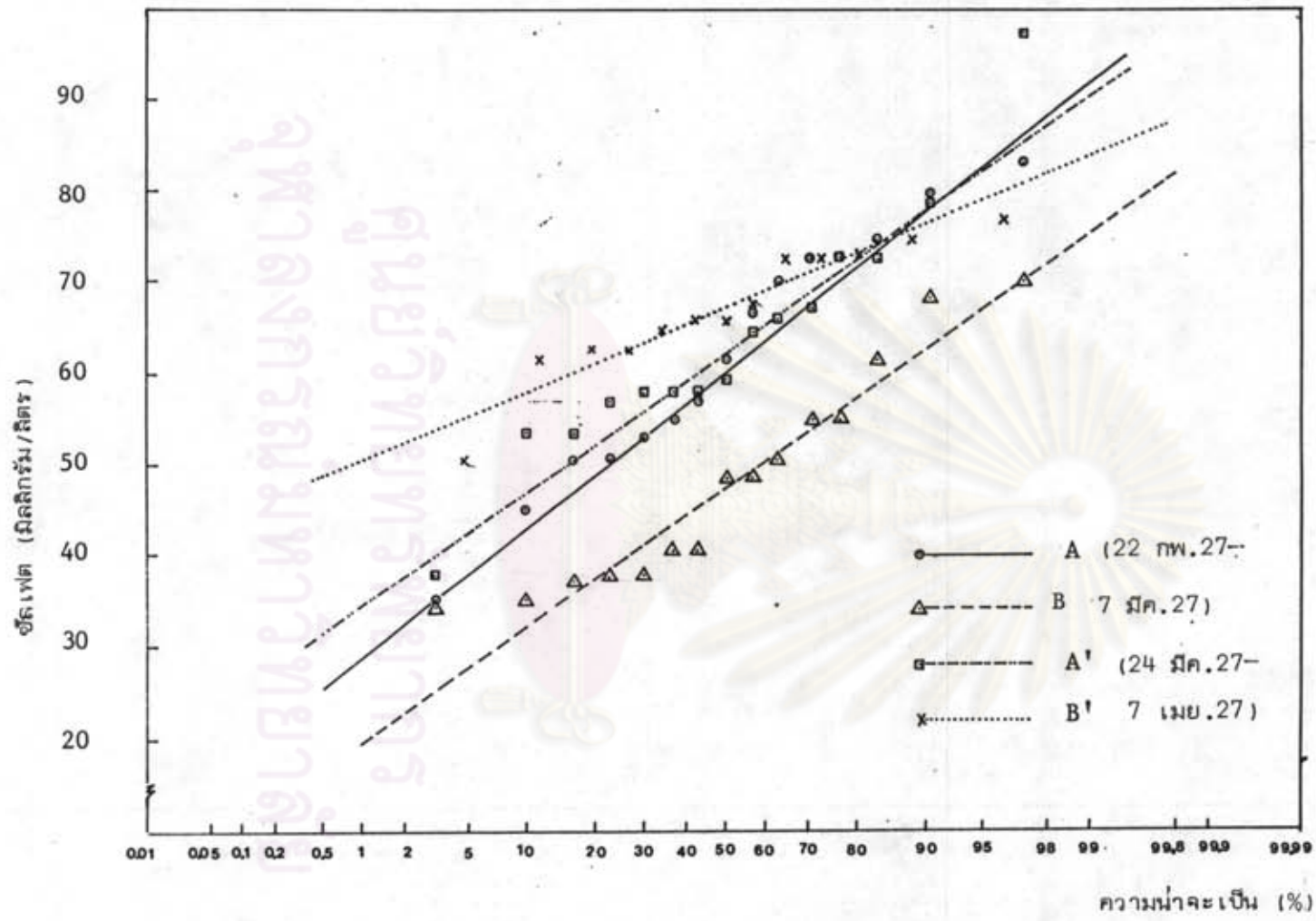
B, B' เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 6.26 แสดงความน่าจะเป็น (%) ของค่าฟอสเฟตทั้งหมดของน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A, A' เป็นน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์

B, B' เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 6.27 แสดงความน่าจะเป็น (%) ของซัลเฟตของน้ำทิ้งจากอาคารสูง

A,A' เป็นน้ำทิ้งที่ออกจากถังอิมฮอฟฟ์

B,B' เป็นน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย

ในการศึกษาผลกระทบนี้เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงในแหล่งน้ำภายหลังที่ได้รับน้ำทิ้งจากอาคารสูงแล้ว จะประเมินโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ streeter และ phelps เป็นหลัก และใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์หาปริมาณมากที่สุดของความเน่าเสีย คิดออกมาในรูปออกซิเจนละลายที่อยู่ในแม่น้ำนั้น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ได้แก่

$$C = \frac{(C_1 \times Q_1) + (C_2 \times Q_2)}{Q_1 + Q_2}$$

C = ความเข้มข้นรวม

C_1 = ความเข้มข้นของมลสารในแม่น้ำ

C_2 = ความเข้มข้นของมลสารในน้ำทิ้ง

Q_1 = อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำ

Q_2 = อัตราการไหลของน้ำทิ้ง

$$D_c = \frac{k_1 \cdot L_o}{k_2 - k_1} (10^{-k_1 t_c} - 10^{-k_2 t_c}) + D_o . 10^{-k_2 t_c}$$

$$t_c = \frac{1}{k_2 - k_1} \log \frac{k_2}{k_1} \left[1 - D_o \cdot \frac{k_2 - k_1}{k_1 \cdot L_o} \right]$$

ในกรณีนี้จะไม่คำนึงถึงค่าออกซิเจนละลายที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงของแพลงตอนพืชและพืชน้ำสีเขียวในแหล่งน้ำ ทั้งนี้เพราะจากรายงานของงานคุณภาพน้ำกองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2525)

พบว่าค่าออกซิเจนละลายที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงของแม่น้ำเจ้าพระยานี้มีค่าต่ำ และไม่จัดเป็นตัวสำคัญที่จะมาใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ส่วนค่าออกซิเจนที่ถูกใช้ไปโดยสิ่งมีชีวิตบนผิวดินในท้องน้ำไม่ได้นำมาคิดเช่นกัน เนื่องจากไม่ทราบค่าที่แน่นอนในแม่น้ำเจ้าพระยา

ส่วนค่าสัมประสิทธิการย่อยสลายสารอินทรีย์ในแม่น้ำ (k_1) และค่าสัมประสิทธิการเติมอากาศ (k_2) ของแม่น้ำเจ้าพระยาได้กำหนดให้มีค่าตั้งแต่ 0.05-0.20 และ 0.15-0.30 ตามลำดับ ดังตารางที่ 6.2 ทั้งนี้จากรายงานของงานคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2525) กล่าวว่า ค่า k_1 และ k_2 ของแม่น้ำเจ้าพระยาในปัจจุบัน ยังมีค่าไม่ถูกต้องมากนัก ยังจะต้องทำการทดลองต่อไป

6.2.1 ข้อมูลคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาปี พ.ศ. 2525 ขณะน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุด อาศัยข้อมูลทุติยภูมิดัชนีคุณภาพน้ำเฉลี่ยที่จำเป็นต่อการประเมินผลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ระดับความเข้มข้น ปานกลาง จากกองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2526) ข้อมูลที่สำคัญได้แก่ อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำ ออกซิเจนละลายบีโอดี และอุณหภูมิ ของแม่น้ำตั้งแต่กิโลเมตรที่ 0 ถึง 58 (ปากแม่น้ำถึงสะพานพระรามหก) ดังตารางที่ 6.3 และ 6.4

6.2.2 ข้อมูลดัชนีคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารสูงที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียและไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย คิดจากเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นที่ 50, 70 และ 90 ของดัชนีคุณภาพที่สำคัญได้แก่ อัตราการไหลของน้ำทิ้ง ออกซิเจนละลาย บีโอดี และอุณหภูมิ ดังตารางที่ 6.5 และ 6.6

ตารางที่ 6.2 แสดงค่า k_1 และ k_2 ของแม่น้ำเจ้าพระยาที่อุณหภูมิ 20 °ซ

k_1 (วัน$^{-1}$)	k_2 (วัน$^{-1}$)
0.05	0.15
0.10	0.20
0.15	0.25
0.20	0.30

ตารางที่ 6.3 แสดงค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาขณะน้ำขึ้นสูงสุด ตั้งแต่กิโลเมตรที่ 58-0

ดัชนีคุณภาพ	ค่าต่ำสุด	ปานกลาง	ค่าสูงสุด
อัตราการไหลของน้ำ (ลบ.ม/วินาที)	96	120	705
ออกซิเจนละลาย (มก/ล)	0	1.22	4.68
บีโอดี (มก/ล)	0.4	1.67	4.89
อุณหภูมิ (°ซ)	24.3	29.0	31.5

ที่มา : รายงานคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาปี 2525, สำนักงานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2526

ตารางที่ 6.4 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณน้ำลงต่ำสุด ตั้งแต่กิโลเมตรที่ 58-0

ดัชนีคุณภาพ	ค่าต่ำสุด	ปานกลาง	ค่าสูงสุด
อัตราการไหลของน้ำ (ลบ.ม/วัน)	96	120	705
ออกซิเจนละลาย (มก/ล)	0	1.53	5.13
บีโอดี (มก/ล)	0.18	1.89	7.61
อุณหภูมิ (°ซ)	24.30	20.00	31.50

ที่มา : รายงานคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาปี 2525, สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2526

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.5 แสดงดัชนีคุณภาพของน้ำทิ้งที่ไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียที่ความน่าจะเป็น 50%, 70% และ 90%

ดัชนีคุณภาพ	ความน่าจะเป็น (%)		
	50	70	90
อัตราการไหลของน้ำทิ้ง (ลบ.ม/วินาที)	0.01	0.01	0.01
ออกซิเจนละลาย (มก/ล)	0.13	0.24	0.40
บีโอดี (มก/ล)	109.50	123.75	144.50
อุณหภูมิ (°ซ)	28.38	28.75	29.43

ตารางที่ 6.6 แสดงดัชนีคุณภาพของน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียที่ความน่าจะเป็น 50%, 70% และ 90%

ดัชนีคุณภาพ	ความน่าจะเป็น (%)		
	50	70	90
อัตราการไหลของน้ำทิ้ง (ลบ.ม/วินาที)	0.01	0.01	0.01
ออกซิเจนละลาย	1.00	1.24	1.60
บีโอดี (มก/ล)	65.38	74.50	88.13
อุณหภูมิ (°ซ)	28.48	29.05	29.88

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อนำข้อมูลในตารางที่ 6.2-6.6 มาวิเคราะห์ผลกระทบโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ปรากฏว่าในกรณีที่แม่น้ำไม่ได้รับน้ำทิ้งจากอาคารสูงแห่งนี้ ตามสภาพเดิมของแม่น้ำยะน้ำลงต่ำสุดมีอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 120 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ออกซิเจนละลายเท่ากับ 1.53 มก./ล บีโอดีเท่ากับ 1.89 มก/ล. ระยะเวลาที่แม่น้ำจะมีออกซิเจนละลายต่ำสุดจะใช้เวลานาน 3 วัน คิดเป็นระยะทางจากจุดที่ตั้งอาคารสูงตั้งอยู่ 1.77 กิโลเมตร โดยค่าออกซิเจนละลายต่ำสุดเท่ากับ 1.05750 มก./ล โดยให้ค่า k_1 =0.1 วัน$^{-1}$ และ k_2 = 0.2 วัน$^{-1}$ ถ้าปล่อยน้ำทิ้งจากอาคารสูงที่ไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียที่ความน่าจะเป็น 50%, 70% และ 90% ลงไปในแม่น้ำที่มีสภาวะดังกล่าว ระยะเวลาที่แม่น้ำจะมีค่าออกซิเจนละลายต่ำสุดจะใช้เวลาประมาณ 3 วัน ที่ระยะทาง 1.77 กิโลเมตรจากจุดปล่อยน้ำทิ้งเช่นกัน แต่ค่าออกซิเจนละลายต่ำสุดที่เหลืออยู่ในแม่น้ำจะเท่ากับ 1.0554, 1.0551 และ 1.0547 ตามลำดับ และถ้าปล่อยน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้วที่ความน่าจะเป็น 50%, 70% และ 90% ลงไปในแม่น้ำที่มีสภาวะดังกล่าว พบว่าระยะเวลาที่ออกซิเจนละลายต่ำสุดในแม่น้ำจะยังคง มีค่าประมาณ 3 วัน ที่ระยะทาง 1.77 กม. จากจุดปล่อยน้ำทิ้ง โดยมีค่าออกซิเจนละลายต่ำสุดเท่ากับ 1.0564, 1.0562 และ 1.0559 มก/ล. ตามลำดับ ซึ่งค่าออกซิเจนละลายต่ำสุดลดลงจากสภาวะเดิมของแม่น้ำมีค่าตั้งแต่ 0.001-0.003 มก/ล คิดเป็นปริมาณความสกปรกที่แม่น้ำได้รับน้อยมาก เมื่อเทียบกับของเสียที่แม่น้ำได้รับมาจากแหล่งอื่น กล่าวคือ แม่น้ำเจ้าพระยาช่วงกิโลเมตรที่ 48-42 (สะพานพระพุทธยอดฟ้า-สะพานกรุงเทพ) เป็นช่วงที่แม่น้ำเจ้าพระยามีความสกปรกสูงสุดของลำน้ำ ซึ่งคิดจากค่าออกซิเจนละลายที่อยู่ในแม่น้ำพบว่า ออกซิเจนละลายเฉลี่ยทั้งปีมีค่าต่ำกว่า 1.0 มก/ล (สำนักงานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2526) โดยได้รับความสกปรกมาจากน้ำระบายจากคลองต่าง ๆ ท่อระบายน้ำทิ้งจากชุมชนที่ไม่ได้รับการบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร รวมทั้งโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมห้องเย็นทั้งที่มีระบบบำบัดน้ำเสียและไม่มี คิดเป็น

ค่าความสกปรกรวมประมาณ 23,114 กิโลกรัม บีโอดีต่อวัน จากการศึกษาของกองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2525) กับความสามารถในการรองรับน้ำเสียของแม่น้ำเจ้าพระยาในปี พ.ศ. 2522 สรุปได้ว่า ในปัจจุบันความสามารถในการรองรับน้ำเสียของแม่น้ำเจ้าพระยา จะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำที่จะก่อให้เกิดการผลักดันมวลน้ำเสียออกสู่ปากแม่น้ำ โดยพบว่าถ้าอัตราการไหลของน้ำต่ำกว่า 1,000 ลบ.ม/วินาที เป็นเวลานาน ๆ แม่น้ำเจ้าพระยาจะเกิดการเน่าเสีย โดยที่อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยามีการเปลี่ยนแปลงตลอดปี โดยเฉพาะฤดูแล้งจะมีอัตราการไหลของน้ำต่ำมาก ขณะเดียวกับแม่น้ำมีปริมาณของเสียที่ทิ้งลงสู่แม่น้ำยังมีปริมาณคงที่หรืออาจจะเพิ่มขึ้น ก็ยิ่งจะทำให้ความสามารถในการรองรับน้ำเสียลดลงอีก ระยะเวลาการเน่าเสียของแม่น้ำก็จะยิ่งนานวัน มีผลต่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์โดยตรง

ในกรณีที่คิดให้ค่า k_1, k_2 เพิ่มขึ้นจากค่าเดิมที่ผ่านมาพบว่า ระยะเวลาที่แม่น้ำจะมีออกซิเจนละลายต่ำสุดจะสั้นลง และมีปริมาณออกซิเจนละลายเหลืออยู่ในแม่น้ำน้อยลงตามค่า k_1, k_2 ที่เพิ่มขึ้น (ดูรายละเอียดภาคผนวก) ทั้งนี้เพราะอัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดเร็วขึ้น ปริมาณออกซิเจนก็ถูกนำไปใช้ในปฏิกิริยามากขึ้น

จากการวิเคราะห์ดังกล่าวอาจกล่าวได้ว่า ถ้าน้ำทิ้งจากอาคารสูงแห่งนี้มีอัตราการไหลของน้ำทิ้ง และความเข้มข้นของมลสารในระดับดังกล่าวทั้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย และไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว จะไม่เป็นตัวที่ทำให้แม่น้ำเจ้าพระยาเกิดการเน่าเสียมากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของดัชนีคุณภาพน้ำทิ้งตัวอื่น ๆ อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำได้ เช่น แอมโมเนียไนโตรเจน โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบ และคุณลักษณะน้ำทิ้งจากอาคารสูงที่ใช้เป็นตัวอย่างเพียงอาคารเดียวเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถเห็นระดับความรุนแรงของผลกระทบได้ ถ้ามาวิเคราะห์ในกรณีที่มีจำนวนอาคารสูงเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ

จำนวนห้องและผู้พักอาศัยก็จะมากตามไปด้วย ซึ่งถ้าคิดจากข้อมูลอัตราการไหลของน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจากอาคารที่มีค่าเท่ากับ 1.122 ลบ.ม./วันต่อ 1 ห้อง ของอาคารสูง อัตราการไหลของน้ำทิ้งรวมก็จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนห้อง กล่าวคือ เมื่อจำนวนห้องเท่ากับ 1,000 ยูนิต อัตราการไหลของน้ำทิ้งเท่ากับ 0.01298 ลบ.ม./วินาที 10,000 ยูนิตเท่ากับ 0.1298 ลบ.ม./วินาที และ 100,000 ยูนิต จะมีอัตราการไหลของน้ำทิ้งเท่ากับ 1.2987 ลบ.ม./วินาที ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6.7 เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวนี้มาวิเคราะห์หาความเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำภายหลังได้รับน้ำทิ้งจากอาคารดังกล่าว โดยให้แม่น้ำเจ้าพระยามีสภาวะเหมือนกับการศึกษาจากอาคารสูง 1 แห่งทุกอย่าง ส่วนน้ำทิ้งทั้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย และไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสียคิดจากความน่าจะเป็น 70% พบว่าน้ำทิ้งทั้ง 2 กรณี เมื่อคิดปริมาณน้ำทิ้งจากจำนวนห้องตั้งแต่ 1,000 ยูนิต จนถึง 100,000 ยูนิต ระยะเวลาที่ออกซิเจนต่ำสุดในแม่น้ำยังมีค่าประมาณ 3 วัน แต่ปริมาณออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ต่ำสุดในแม่น้ำจะลดลงเรื่อย ๆ ตามจำนวนห้องที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ เมื่อจำนวนห้องเท่ากับ 1,000 ยูนิต แม่น้ำมีค่าออกซิเจนละลายต่ำสุดเท่ากับ 1.0544 มก./ล และจำนวนห้องเท่ากับ 100,000 ยูนิต ค่าออกซิเจนละลายต่ำสุดในแม่น้ำเท่ากับ 0.72755 มก/ล. ในกรณีที่น้ำทิ้งไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย จำนวนห้องเท่ากับ 1,000 ยูนิต มีค่าออกซิเจนละลายต่ำสุดในแม่น้ำเท่ากับ 1.05570 มก/ล. และจำนวนห้อง 100,000 ยูนิต มีค่าออกซิเจนละลายต่ำสุดในแม่น้ำเท่ากับ 0.85268 มก/ล ดังตารางที่ 6.8 และในรูปที่ 6.28 แสดงให้เห็นว่า น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจะมีค่าออกซิเจนละลายต่ำสุดที่เหลืออยู่ในแม่น้ำสูงกว่า น้ำทิ้งที่ไม่ได้ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย นั่นแสดงให้เห็นว่าอาคารสูงจำเป็นจะต้องมีระบบบำบัดน้ำเสีย ที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ มิฉะนั้นแล้วจำนวนอาคารสูงที่เพิ่มมากขึ้นจะกลายเป็นแหล่งปล่อยน้ำทิ้งที่จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำให้มีสภาพเลวร้ายยิ่งกว่าในปัจจุบัน

ตารางที่ 6.7 แสดงอัตราการไหลของน้ำทิ้งเมื่อจำนวนห้องของอาคารสูงเพิ่มขึ้น

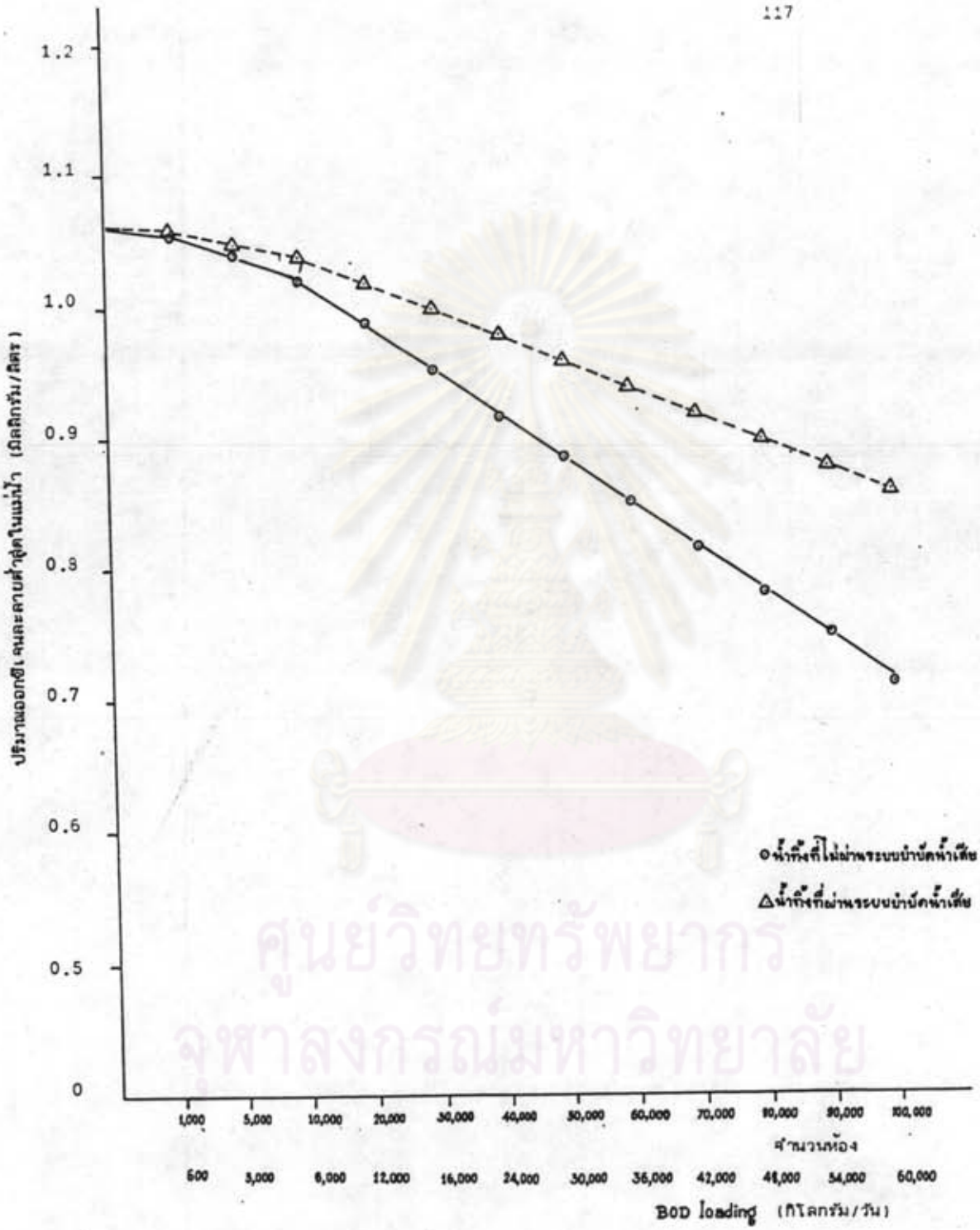
จำนวนห้อง	อัตราการไหลของน้ำทิ้ง (ลบ.ม./วินาที)
1,000	0.01298
5,000	0.0650
10,000	0.1298
20,000	0.2597
30,000	0.3897
40,000	0.5195
50,000	0.6493
60,000	0.7792
70,000	0.9090
80,000	1.0388
90,000	1.1688
100,000	1.2987

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6.8 แสดงค่าออกซิเจนละลายต่ำสุดในแม่น้ำ เมื่อมีน้ำทิ้งจากอาคารสูงเพิ่มขึ้น โดยคิดจากจำนวนห้องของอาคาร

จำนวนห้อง	ออกซิเจนละลายต่ำสุดในแม่น้ำ	
	น้ำทิ้งที่ไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย	น้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย
1,000	1.0544	1.0557
5,000	1.0410	1.0478
10,000	1.0244	1.0380
20,000	0.99113	1.0184
30,000	0.95792	0.99874
40,000	0.92483	0.97918
50,000	0.89181	0.95967
60,000	0.85881	0.94019
70,000	0.82591	0.92076
80,000	0.79308	0.90107
90,000	0.76026	0.88200
100,000	0.72755	0.86267

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.28 แสดงปริมาณออกซิเจนต่ำสุดที่เหลืออยู่ในแม่น้ำ เมื่อปล่อยน้ำทิ้งจากจำนวนอาคารสูง ที่เพิ่มขึ้นในรูป บีโอดี ต่อวัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย