

การศึกษาการระบายน้ำของโครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษาพลาชุมพล

ภูมิรักษ์ รัตนผล¹
วรารุณ วุฒินิชย์²

คำนำ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลาชุมพล กำเนิดขึ้นจากโครงการพัฒนาเกษตรชลประทานพิษณุโลก ระยะที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วย การก่อสร้างเขื่อนทดน้ำเรศวร งานระบบส่งน้ำ งานระบบระบายน้ำ พร้อมคันกันน้ำบรรเทาอุทกภัย และงานพัฒนาในแปลงไร่นา โดยก่อสร้างเฉพาะพื้นที่ฝั่งขวาของแม่น้ำน่านซึ่งปัจจุบันได้ก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วและสามารถส่งน้ำให้กับพื้นที่เพาะปลูก 610,000 ไร่ ส่วนระยะสองจะก่อสร้างระบบส่งน้ำ ระบบระบายน้ำ และงานพัฒนาในแปลงไร่นาเพื่อส่งน้ำช่วยเหลือพื้นที่เพาะปลูกทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำน่านจำนวน 260,000 ไร่ ซึ่งปัจจุบันยังไม่ได้ทำการก่อสร้างเพียงแต่ศึกษาความเหมาะสมเบื้องต้นไว้เท่านั้น

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลาชุมพล รับผิดชอบในการส่งน้ำให้กับพื้นที่ชลประทาน 218,000 ไร่ (ภาพที่ 1) โดยแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบในการส่งน้ำและบำรุงรักษาออกเป็น 3 งาน คือ

1. งานส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 รับผิดชอบพื้นที่ 78,600 ไร่

2. งานส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 รับผิดชอบพื้นที่ 77,300 ไร่

3. งานส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 3 รับผิดชอบพื้นที่ 62,100 ไร่

พื้นที่ชลประทานในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลาชุมพล ได้แบ่งงานพัฒนาแปลงไร่นา ออกตามสภาพภูมิประเทศเป็น 3 ประเภท คือ

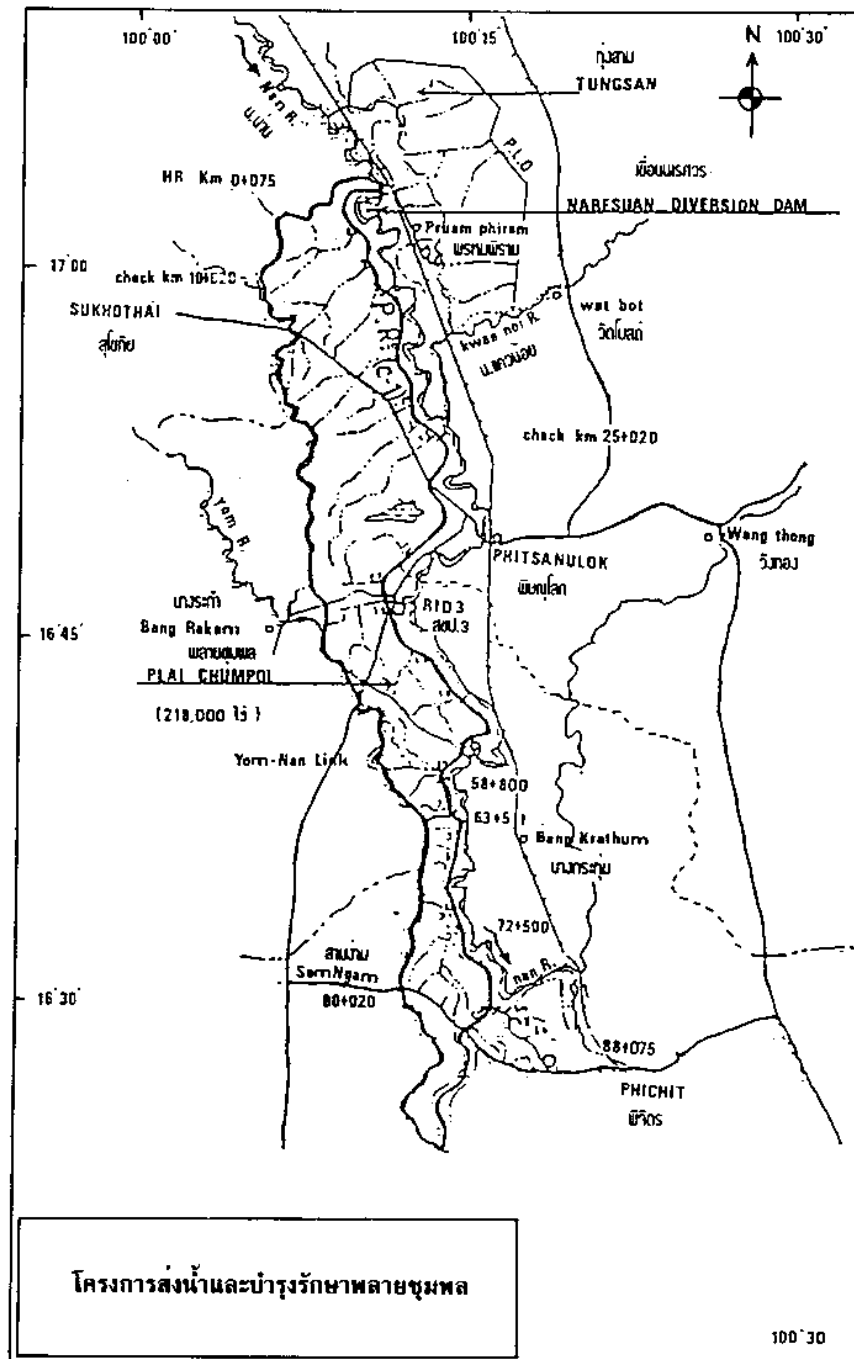
ประเภท ก. งานพัฒนาในแปลงไร่นาสมบูรณ์แบบ (Intensive Land Consolidation) มีการปรับระดับพื้นดินในแปลงนาให้สะดวกในการส่งน้ำ ระบายน้ำจัดสร้างถนนคูส่งน้ำและคูระบายน้ำ

พร้อมทั้งจัดรูปขนาดแปลงที่ดินใหม่เมื่อก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์แล้วสามารถปลูกพืชหมุนเวียนได้ตลอดปี พื้นที่ประเภท ก. มี 52,000 ไร่

ประเภท ข. งานพัฒนาแปลงไร่นา

1 หัวหน้างานวิศวกรรมบริหาร ฝ่ายก่อสร้างงานชลประทานขนาดเล็ก สำนักงานชลประทานที่ 3 จ.พิษณุโลก

2 รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงขอบเขตพื้นที่โครงการ

แบบไม่มีการจัดรูปแปลงหรือพัฒนาบางส่วน (Extensive Land Consolidation) เหมือนประเภท ก. เพียงแต่ประเภท ข. ไม่มีการจัดรูปแปลงที่ดินใหม่ เกษตรกรยังถือครองในแปลงกรรมสิทธิ์เดิม ประเภท ข. มี 109,100 ไร่

ประเภท ค. งานพัฒนาแปลงไรนา โดยทั่วไป จะดำเนินการในสภาพภูมิประเทศที่พื้นดินเป็นที่ลุ่ม ทำนาหว่านและมีน้ำท่วมในฤดูฝนโดยการทำคันล้อมรอบพื้นที่เป็นแปลงใหญ่ๆ เพื่อป้องกันน้ำท่วม มีการระบายน้ำออกจากพื้นที่เพื่อให้ทำการเพาะปลูกได้ดี โดยมีคูส่งน้ำ ระบายน้ำและถนนในแปลงนาเป็นบางส่วน พื้นที่ประเภท ค. มี 40,800 ไร่

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาหลักการและข้อสมมติฐานในการออกแบบระบบระบายน้ำของโครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษาพลายชุมพล
2. รวบรวมข้อมูลสภาพน้ำฝน น้ำท่วม และการระบายน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพลในปัจจุบันเพื่อนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับข้อสมมติฐานที่ใช้ในการออกแบบเดิม
3. นำผลการศึกษามาสรุปเป็นแนวทางในการปรับปรุงการออกแบบระบบระบายน้ำของโครงการพัฒนาเกษตรชลประทานพิษณุโลก ระยะสองต่อไป

การตรวจเอกสาร

การออกแบบระบบระบายน้ำ

ในการออกแบบระบบระบายน้ำจะต้องพิจารณาถึงความเสี่ยงต่อน้ำท่วม การทราบข้อมูลเกี่ยวกับความลึกของน้ำและเวลาที่น้ำท่วมซึ่งมีผลกระทบต่อผลผลิตจะเป็นประโยชน์ใน

การออกแบบและหาขนาดของระบบระบายน้ำที่เหมาะสมได้ (วราวุธและพงศธร, 2534) นอกจากนี้ United States Department of Agriculture (1971) ได้ตั้งข้อกำหนดสำหรับออกแบบระบบระบายน้ำโดยให้พิจารณาตามสภาพพื้นที่ซึ่งมีหลักเกณฑ์ว่าจะต้องควบคุมระดับน้ำในพื้นที่ให้เหมาะสมที่สุดกับการเกษตรกรรมที่อยู่ในพื้นที่นั้น โดยจะขึ้นอยู่กับ

1. ปริมาณน้ำที่จะต้องระบายออกจากพื้นที่เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่เสียหาย
2. ความลึกของน้ำใต้ดินที่เหมาะสม

ในการออกแบบระบบระบายน้ำส่วนใหญ่จะคำนวณจากขนาดพื้นที่และค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ (Drainage Coefficient) ซึ่งเป็นความลึกของน้ำที่จะต้องถูกระบายออกจากพื้นที่ต่อวัน หรือเป็นอัตราการระบายน้ำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เช่น ลิตรต่อวินาทีต่อไร่ เป็นต้น การหาค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ จะพิจารณาจากฝนที่ตกลงในพื้นที่สภาพทางภูมิประเทศอื่นๆ ชนิดของพืช ดิน และการชลประทาน

การหาค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ

การหาค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ (Drainage Coefficient หรือ Drainage Modulus) มีวิธีการหาหลายวิธีซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. วิธีกำหนดค่าความรุนแรงของฝน วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและนิยมใช้มากที่สุด การหาค่าจะใช้การกำหนดช่วงเวลา (Duration) และรอบปีการเกิดซ้ำ (Return Period) ของฝนที่จะตกในบริเวณพื้นที่ ที่จะหาค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ แล้วกำหนดจำนวนวันที่จะต้องระบายน้ำฝนออกไปจากพื้นที่ เพื่อจะไม่ทำให้ผลผลิตของข้าวเสียหายหรือลดลง ซึ่งเขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ} = \frac{\text{ความลึกของน้ำฝนที่ตกในโครงการในช่วงเวลาที่กำหนด}}{\text{จำนวนวันที่จะต้องระบายน้ำออกจากพื้นที่}} \quad \text{----- (1)}$$

2. วิธีวิเคราะห์สมดุลย์ของน้ำ มีสูตรในการหาดังนี้

$$W_{t+1} = W_t + I_t - O_t - E_t - P_t \quad \text{----- (2)}$$

เมื่อ W_{t+1}, W_t = ปริมาณน้ำในนาข้าวในวันที่ $t + 1$ และ t
 I_t = ปริมาณน้ำที่ไหลเข้านาข้าวในวันที่ t
 O_t = ปริมาณน้ำที่ไหลออกจากรานาข้าวในวันที่ t
 E_t = ปริมาณการใช้น้ำของข้าวในวันที่ t
 P_t = ปริมาณการรั่วซึมน้ำในแปลงนาในวันที่ t

โดยน้ำที่เก็บกักไว้ในนาข้าวเป็นปริมาณน้ำที่ยินยอมให้ขังอยู่ในนาข้าวได้โดยความลึกของน้ำและระยะเวลาที่น้ำขังจะไม่ไปทำให้เกิดความเสียหายกับต้นข้าว และไม่ทำให้ผลผลิตของข้าวลดลง

ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าในนาข้าว จะคิดรวมปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาภายในพื้นที่และปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามาจากภายนอกพื้นที่ เช่น น้ำท่า (runoff) ที่ไหลมาจากภูเขา เป็นต้น

ปริมาณน้ำที่ไหลล้นออกไปจากระดับเก็บกักในนาข้าว คือ ปริมาณน้ำท่าที่จะนำไปคิดเป็นค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ ต่อไป

3. วิธีใช้กราฟ-ความลึก-ช่วงเวลา-ความถี่ วิธีนี้ Goor (1973) ได้หาค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ จากกราฟความลึก-ช่วงเวลา-ความถี่ ของฝนโดยกำหนดระดับน้ำที่ยอมให้ท่วมในนาข้าว โดยไม่ทำให้ต้นข้าวเสียหาย แล้วเลือกรอบปีการเกิดซ้ำของฝนที่ใช้ในการออกแบบ จากนั้นจึงใช้วิธีการทางกราฟหาค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำออกมา

4. วิธีพิจารณาค่าลงทุนระบบระบายน้ำและผลประโยชน์ที่ได้จากการลดความเสียหาย เนื่องจากน้ำท่วมในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Electroconsult และคณะ 1978)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1. แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

2. ข้อมูลคลองระบายน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล จำนวน 9 แห่งประกอบไปด้วย

คลอง DR. 1 - 49L

คลอง DR. 1 - 43L

คลอง DR. 1 - 41L

คลอง DR. 1 - 21L

คลอง DR. 1 - 4L

คลอง DR. 15.8 - 10L

คลอง DR. 2 - 145L

คลอง DR. 2 - 138L

คลอง DR. 2 - 134L

3. แผนที่วัดระดับน้ำ ติดตั้งบริเวณด้านหน้าของอาคารบังคับน้ำปลายคลองระบายน้ำทั้ง 9 แห่ง

4. เครื่องวัดกระแส

5. เครื่องมือวัดพื้นที่ (Planimeter) จำนวน 1 ชุด

6. ข้อมูลฝนรายวัน จาก 6 สถานี

วิธีการศึกษา

1. วิเคราะห์แผนแบบความลึก-ช่วงเวลา-ความถี่ โดยใช้ข้อมูลฝนรายวันจาก 6 สถานี ในโครงการ คือ สถานีพรหมพิราม กงไกรลาศ พิษณุโลก บางระกำ บางกระทุ่ม และสามง่าม

2. ศึกษาผลงานวิจัยเกี่ยวกับผลของน้ำท่วมต่อผลผลิตข้าวในโครงการชลประทาน

3. วิเคราะห์สมมูลย์ของน้ำในนาข้าว เพื่อหาความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมกรณีระบบระบายน้ำมีขนาดต่างๆ กัน

4. วิเคราะห์ค่าลงทุนในการก่อสร้างระบบระบายน้ำ

5. วิเคราะห์หาอัตราส่วนผลตอบแทนและค่าลงทุนเพื่อหาขนาดระบบระบายน้ำที่เหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์หาขนาดของระบบ ระบายน้ำ

การออกแบบขนาดของระบบระบายน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล จะพิจารณาจากปริมาณน้ำที่จะต้องระบายออกจากพื้นที่เป็นหลัก การคำนวณหาปริมาณน้ำที่จะต้องระบายจะคิดจากการนำเอาพื้นที่ของโครงการไปคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำที่กำหนดไว้

การหาค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำจะใช้วิธีการพิจารณาค่าลงทุนระบบระบายน้ำและผลประโยชน์ที่ได้จากการลดความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมในเชิงเศรษฐศาสตร์ (Economic Optimization Technique) ตามแนวทางของ Electroconsult และคณะ (1978) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. ทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของฝนจาก 6 สถานี โดยวิธี Thiessen

2. วิเคราะห์แผนแบบความลึก-ช่วงเวลา-ความถี่ โดยใช้วิธีของ Gumbel

3. ออกแบบ Hyetograph จากค่าฝนเฉลี่ยโดยการจัดเรียงค่าความลึกของน้ำฝนจากค่ามากไปหาค่าน้อย

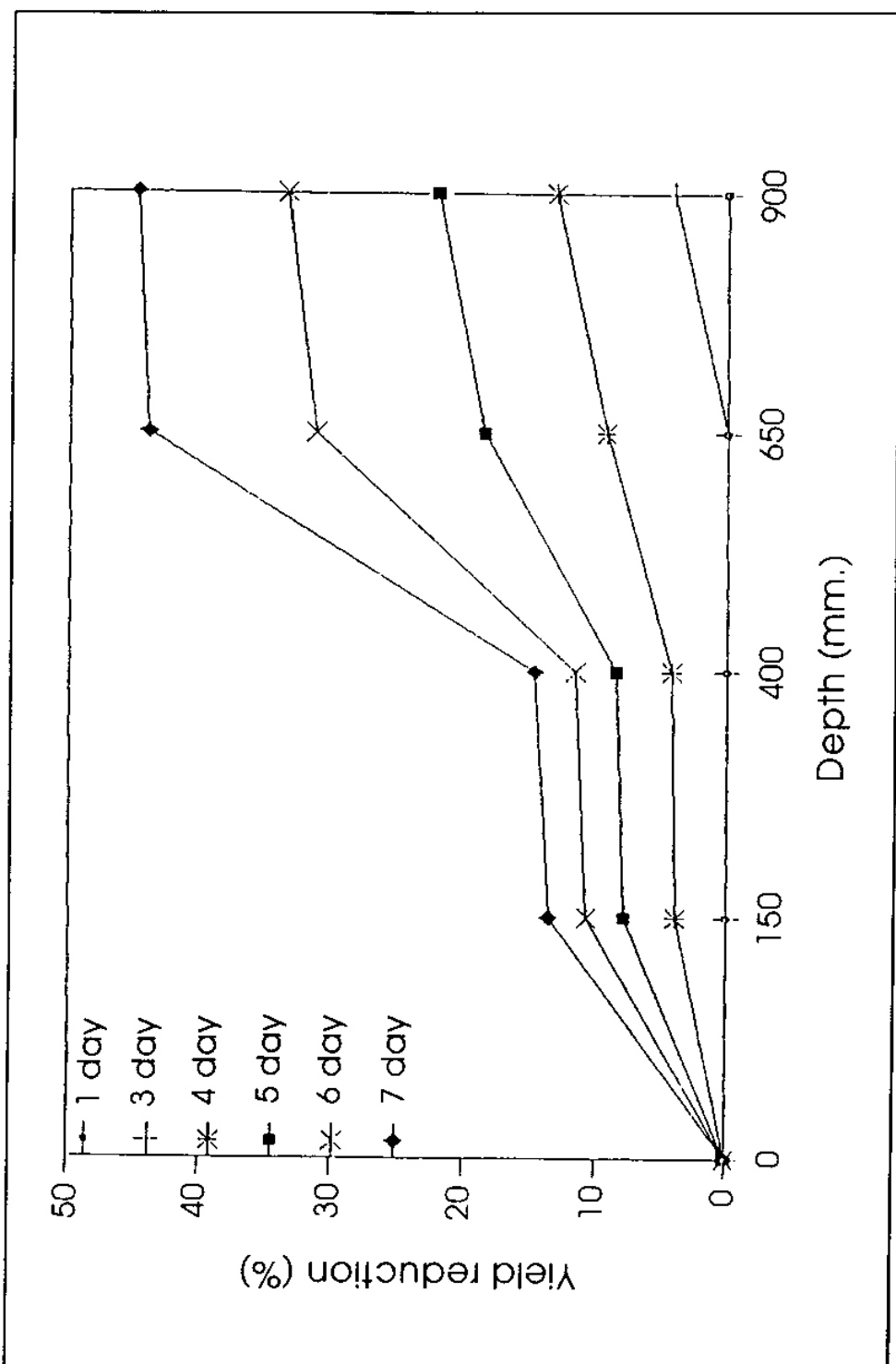
4. ทำการวิเคราะห์สมมูลย์ของน้ำในนาข้าวเพื่อหาความเสียหายที่เกิดกับต้นข้าวเมื่อถูกน้ำท่วมในระยะเวลาและความสูงของน้ำท่วมต่างๆ กัน โดยกำหนดระดับน้ำในนาข้าวเริ่มต้น 100 มิลลิเมตร ค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำตั้งแต่ 0 มิลลิเมตรต่อวัน จนถึง 90 มิลลิเมตรต่อวัน หาค่าความเสียหายที่เกิดกับต้นข้าวเมื่อถูกน้ำท่วมในระยะเวลาและความลึกของน้ำท่วมต่างๆ กันจากกราฟรูปที่ 2 ซึ่งทำการทดลองที่สถานีทดลองข้าวห้วยทราย จ.พระนครศรีอยุธยา โดยทดลองกับข้าวพันธุ์ กข 23 ในช่วงต้นของการเจริญเติบโตของข้าว ผลผลิตข้าวที่คาดว่าจะลดลงเนื่องจากถูกน้ำท่วมแสดงอยู่ในตารางที่ 1 (ดูรายละเอียดใน ภูมิรักษ์ รัตนผล 2536)

5. หาค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้วิธีการพิจารณาค่าลงทุนระบบระบายน้ำและผลประโยชน์ที่ได้จากการลดความเสียหายเนื่องจากถูกน้ำท่วมในเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยใช้หลักการเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่ได้รับกับค่าลงทุนก่อสร้างระบบระบายน้ำ (Benefit-Cost Ratio) โดยวิธี Incremental analysis ซึ่งวิธีการหาค่าผลประโยชน์ (Benefit) จะพิจารณาเลือกใช้จากราคาข้าวเปลือก 3 ราคา คือ

5.1 ราคาต่ำเป็นราคาข้าวเปลือกเดือนพฤษภาคม 2536 = 2,475 บาท/ตัน

5.2 ราคาปัจจุบัน เป็นราคาข้าวเปลือกเดือน สิงหาคม 2536 = 3,200 บาท/ตัน

5.3 ราคาข้าวเปลือกตามเป้าหมายของ คชก. (คณะกรรมการนโยบายและ



ภาพที่ 2 เปอร์เซนต์ผลผลิตข้าวที่ลดลงเนื่องจากถูกน้ำท่วมเหนือระดับ
100 มิลลิเมตร โดยตัดแปลงจากผลการทดลองของสัวัดน์ (2536)

ตารางที่ 1 การประมาณค่าผลผลิตข้าวที่ลดลงเมื่อใช้สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 0 มิลลิเมตรต่อวันถึง 90 มิลลิเมตรต่อวัน

รอบปีการเกิดข้าว (ปี)	ช่วงเวลาวิกฤต (วัน)	ผลผลิตข้าวที่ ลดลง (%)	ผลผลิตข้าวที่ ลดลงเฉลี่ย (%)	รอบปีการเกิดข้าว (ปี)	ช่วงเวลาวิกฤต (วัน)	ผลผลิตข้าวที่ ลดลง (%)	ผลผลิตข้าวที่ ลดลงเฉลี่ย (%)
สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 0 มิลลิเมตรต่อวัน				สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 20 มิลลิเมตรต่อวัน			
2	7	8.50		2	5	1.50	
5	7	12.30	10.40	5	7	5.20	3.35
10	7	13.50	12.90	10	7	8.00	6.60
25	7	13.70	13.60	25	7	11.00	9.50
50	7	14.00	13.85	50	7	13.50	12.25
100	7	14.00	14.00	100	7	13.60	13.55
200	7	14.00	14.00	200	7	13.80	13.70
500	7	14.20	14.10	500	7	14.00	13.90
1,000	7	14.40	14.30	1,000	7	14.00	14.00
สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 5 มิลลิเมตรต่อวัน				สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 25 มิลลิเมตรต่อวัน			
2	7	6.70		2	5	0.80	
5	7	10.60	8.65	5	7	3.50	2.15
10	7	13.20	11.90	10	7	6.20	4.85
25	7	13.60	13.40	25	7	9.50	7.85
50	7	13.70	13.65	50	7	12.00	10.75
100	7	14.00	13.85	100	7	13.50	12.75
200	7	14.00	14.00	200	7	13.70	13.60
500	7	14.10	14.05	500	7	13.80	13.75
1,000	7	14.30	14.20	1,000	6	14.00	13.90
สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 10 มิลลิเมตรต่อวัน				สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 30 มิลลิเมตรต่อวัน			
2	7	5.00		2	4	0.30	
5	7	8.80	6.90	5	6	2.50	1.40
10	7	11.50	10.15	10	7	4.20	3.35
25	7	13.50	12.50	25	7	6.50	6.35
50	7	13.70	13.60	50	7	10.30	9.40
100	7	13.80	13.75	100	7	12.60	11.45
200	7	14.00	13.90	200	7	13.50	13.05
500	7	14.00	14.00	500	7	13.70	13.60
1,000	7	14.20	14.10	1,000	7	14.00	13.85
สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 15 มิลลิเมตรต่อวัน				สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 35 มิลลิเมตรต่อวัน			
2	7	3.20		2	0	0.00	
5	7	7.00	5.10	5	5	1.50	0.75
10	7	9.50	8.25	10	5	3.00	2.25
25	7	13.00	11.25	25	7	6.00	4.50
50	7	13.50	13.25	50	7	8.50	7.25
100	7	13.70	13.60	100	7	10.80	9.65
200	7	13.80	13.75	200	7	13.50	12.15
500	7	14.00	13.90	500	7	13.60	13.55
1,000	6	14.00	14.00	1,000	7	13.70	13.65

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รอบปีการเกิดน้ำ (ปี)	ช่วงเวลาวิกฤต (วัน)	ผลผลิตข้าวที่ ลดลง (%)	ผลผลิตข้าวที่ ลดลงเฉลี่ย (%)	รอบปีการเกิดน้ำ (ปี)	ช่วงเวลาวิกฤต (วัน)	ผลผลิตข้าวที่ ลดลง (%)	ผลผลิตข้าวที่ ลดลงเฉลี่ย (%)
สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 40 มิลลิเมตรต่อวัน				สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 60 มิลลิเมตรต่อวัน			
2	0	0.00		2	0	0.00	
5	4	0.80	0.40	5	0	0.00	0.00
10	5	2.40	1.60	10	0	0.00	0.00
25	6	4.10	3.25	25	4	1.00	0.50
50	7	6.60	5.35	50	5	2.20	1.60
100	7	9.00	7.80	100	5	3.60	2.90
200	7	11.50	10.25	200	5	5.00	4.30
500	7	13.60	12.55	500	6	7.60	6.30
1,000	7	13.70	13.65	1,000	7	10.10	8.85
สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 45 มิลลิเมตรต่อวัน				สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 65 มิลลิเมตรต่อวัน			
2	0	0.00		2	0	0.00	
5	4	0.50	2.25	5	0	0.00	0.00
10	5	1.40	0.95	10	0	0.00	0.00
25	5	3.00	2.20	25	4	0.70	0.35
50	6	5.00	4.00	50	4	1.50	1.10
100	7	7.20	6.10	100	5	3.00	2.25
200	7	10.00	8.60	200	5	4.10	3.55
500	7	13.00	11.50	500	6	6.20	5.15
1,000	7	13.60	13.30	1,000	6	8.50	7.35
สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 50 มิลลิเมตรต่อวัน				สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 70 มิลลิเมตรต่อวัน			
2	0	0.00		2	0	0.00	
5	0	0.00	0.00	5	0	0.00	0.00
10	4	0.80	0.40	10	0	0.00	0.00
25	5	2.40	1.60	25	4	0.50	0.25
50	5	3.70	3.05	50	4	1.00	0.75
100	6	5.50	4.60	100	5	2.00	1.50
200	7	8.00	6.75	200	5	3.40	2.70
500	7	11.20	9.60	500	6	5.30	4.35
1,000	7	13.50	12.35	1,000	6	5.20	5.25
สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 55 มิลลิเมตรต่อวัน				สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 75 มิลลิเมตรต่อวัน			
2	0	0.00		2	0	0.00	
5	0	0.00	0.00	5	0	0.00	0.00
10	4	0.50	0.25	10	0	0.00	0.00
25	5	1.60	1.05	25	0	0.00	0.00
50	5	3.00	2.30	50	4	0.80	0.40
100	5	4.50	3.75	100	4	1.50	1.15
200	6	6.40	5.45	200	5	2.50	2.00
500	7	9.50	7.95	500	5	4.50	3.50
1,000	7	12.00	10.75	1,000	6	6.00	5.25

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รอบปีการเกิดซ้ำ (ปี)	ช่วงเวลาวิกฤต (วัน)	ผลผลิตข้าวที่ ลดลง (%)	ผลผลิตเฉลี่ย (%)
สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 80 มิลลิเมตรต่อวัน			
2	0	0.00	
5	0	0.00	0.00
10	0	0.00	0.00
25	0	0.00	0.00
50	4	0.50	0.25
100	4	2.00	1.25
200	5	1.80	1.90
500	5	3.60	2.70
1,000	5	5.00	4.30
สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 85 มิลลิเมตรต่อวัน			
2	0	0.00	
5	0	0.00	0.00
10	0	0.00	0.00
25	0	0.00	0.00
50	0	0.00	0.00
100	4	0.80	0.40
200	4	1.50	1.15
500	5	2.80	2.15
1,000	5	4.20	3.50
สัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 90 มิลลิเมตรต่อวัน			
2	0	0.00	
5	0	0.00	0.00
10	0	0.00	0.00
25	0	0.00	0.00
50	0	0.00	0.00
100	4	0.50	0.25
200	4	1.00	0.75
500	4	2.00	1.50
1,000	5	3.50	2.75

มาตรการช่วยเหลือเกษตรกร) = 2,475 บาท/ตัน
ส่วนราคาค่าก่อสร้างระบบระบายน้ำ
(Cost) นั้นจะหาจากสมการแสดงความสัมพันธ์
ระหว่างค่าก่อสร้างระบบระบายน้ำกับค่าสัม-
ประสิทธิ์การระบายน้ำ ซึ่งหาจากข้อมูลของคลอง
ระบายน้ำในโครงการฯ ส่งน้ำและบำรุงรักษา

หลายชุมพลที่เลือกไว้จำนวน 9 คลอง ซึ่งมีพื้นที่
รับน้ำน้อยที่สุดจนถึงพื้นที่รับน้ำมากที่สุด ซึ่งนำ
มาสร้างเป็นกราฟได้ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 3
จากกราฟจะเห็นว่าค่าก่อสร้างระบบระบาย
น้ำจะไม่แปรผันไปตามขนาดของพื้นที่รับน้ำ
เลือกกราฟกรณีราคาค่าก่อสร้างระบบระบายน้ำ
ราคาต่ำ ราคาสูงและราคาเฉลี่ยมาหาสมการ
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าก่อสร้างระบบระบาย
น้ำกับค่าสัมประสิทธิ์ระบายน้ำซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

5.4 กรณีราคาค่าก่อสร้างต่ำ

$$\text{Cost} = 57.19 + 98.13 \text{ DM.} - 8.78 \text{ DM}$$

--- (3)

5.5 กรณีราคาค่าก่อสร้างสูง

$$\text{Cost} = 214.86 + 291.47 \text{ DM.} - 52.88 \text{ DM}$$

--- (4)

5.6 กรณีราคาค่าก่อสร้างเฉลี่ย

$$\text{Cost} = 116.31 + 172.99 \text{ DM.} - 32.64 \text{ DM}$$

--- (5)

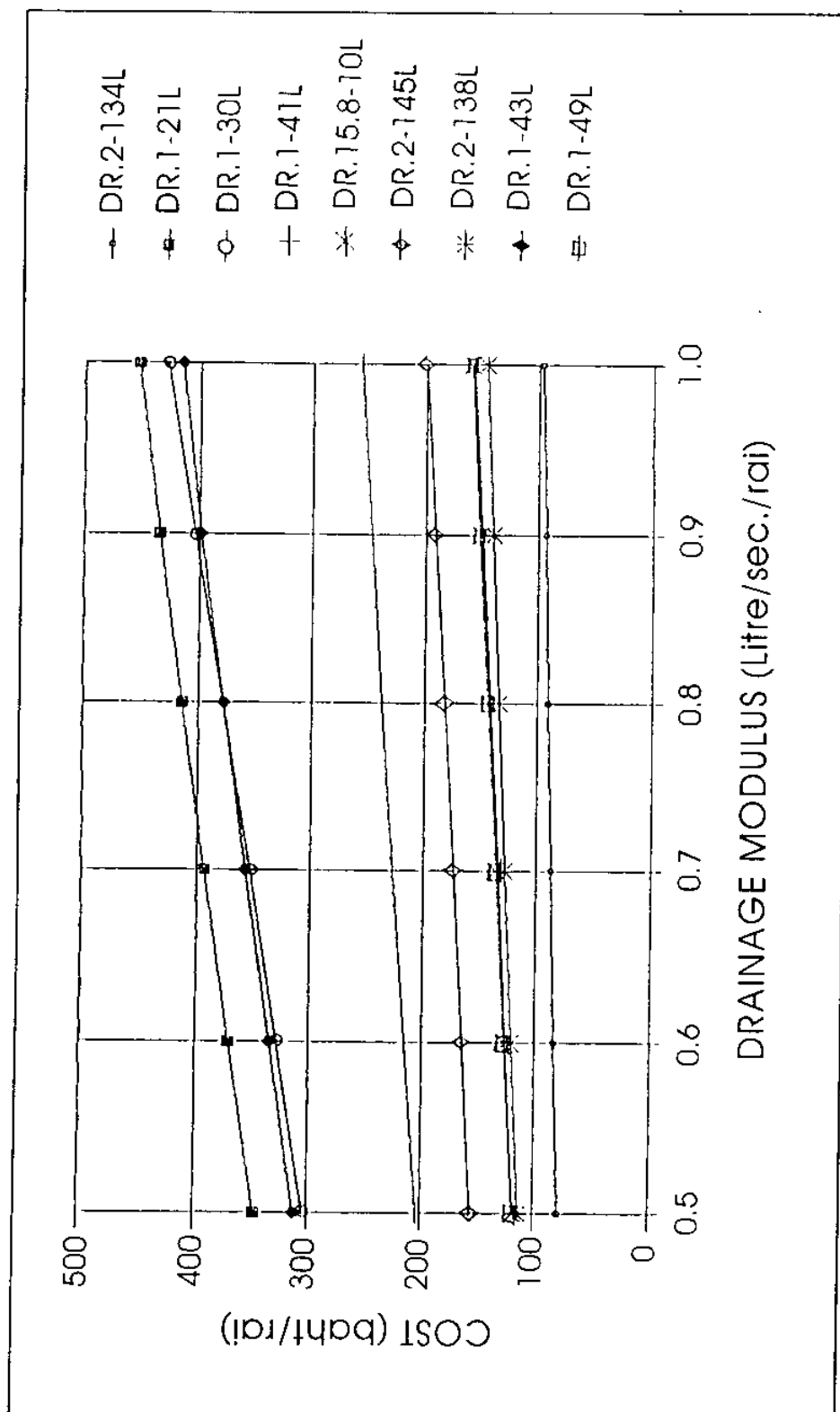
เมื่อ Cost = บาท/ไร่

DM = Drainage Modulus

การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การ
ระบายน้ำโดยวิธี Incremental analysis สำหรับ
กรณีใช้ราคาข้าวในปัจจุบัน และกรณีราคาค่าก่อสร้างสูงแสดงอยู่ในตารางที่ 2 ซึ่ง (สำหรับกรณี
อื่นๆ ดู ภูมิรักษ์ รัตนผล 2536) จะได้ค่าสัม-
ประสิทธิ์การระบายน้ำออกมา 9 ค่า ดังที่สรุปไว้ใน
ตารางที่ 3

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การ
ระบายน้ำ โดยวิธีการพิจารณาค่าลงทุนระบบ
ระบายน้ำและผลประโยชน์ที่ได้จากการลดความ
เสียหายเนื่องจากน้ำท่วมในเชิงเศรษฐศาสตร์ ได้
ค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำมาทั้งหมด 9 ค่า
ดังที่สรุปไว้ในตารางที่ 3 จากข้อมูลค่าลงทุนก่อสร้าง



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าก่อสร้างระบบระบายน้ำกับค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ
ของคลองระบายต่างๆ ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำน้ำชุมพล

ตารางที่ 2 การหาค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้วิธีการพิจารณาค่าลงทุนระบบระบายน้ำและผลประโยชน์ที่ได้จากการลดความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมในเชิงเศรษฐศาสตร์

ค่าสัมประสิทธิ์ การระบายน้ำ	ผลผลิตที่ ถูกลดต่อปี	ผลประโยชน์ที่ ได้รับต่อปี	ค่าก่อสร้าง ระบบระบายน้ำ	ค่าลงทุน ต่อปี	B/C	ΔR/ΔC
(มม./วัน) (ลิตร/วินาที/ไร่)	(%) (บาท/ไร่)	B ΔB (บาท/ไร่)	(บาท/ไร่)	C ΔC (บาท/ไร่)		
ราคาข้าวเปลือก 3,200 บาท/ตัน (ราคาปัจจุบัน)			Cost = 214.86 + 291.47 DM. - 52.88 DM. ² (ราคาสูง)			
0	0.00	5.76	121.42	0.00	0.00	
5	0.09	5.13	108.14	13.28	13.16	241.137
10	0.19	4.37	92.12	29.30	29.19	266.97
15	0.28	3.55	74.83	46.59	46.59	291.67
20	0.37	2.74	57.76	63.86	63.86	315.46
25	0.46	2.07	43.64	77.79	77.79	338.35
30	0.56	1.56	32.88	88.54	88.54	360.34
35	0.65	1.05	22.13	99.29	99.29	381.42
40	0.74	0.76	16.02	105.40	105.40	401.59
45	0.83	0.53	11.17	110.25	110.25	420.86
50	0.93	0.32	6.75	114.68	114.68	439.22
55	1.02	0.23	4.85	116.57	116.57	456.68
60	1.11	0.14	2.95	118.47	118.47	473.24
65	1.20	0.10	3.11	119.31	119.31	485.85
70	1.30	0.08	1.69	119.73	119.73	503.63
75	1.39	0.05	1.05	120.37	120.37	517.47
80	1.48	0.04	0.84	120.58	120.58	530.41
85	1.57	0.02	0.42	121.00	121.00	524.44
90	1.67	0.01	0.21	121.21	121.21	553.56

สร้างระบบระบายน้ำในปัจจุบัน ของโครงการแม่กลองใหญ่ ระยะที่ 2 จ.กาญจนบุรี และโครงการห้วยยาง จ.ปราจีนบุรี (ตารางที่ 3) จะเห็นว่าใกล้เคียงกับราคาค่าก่อสร้างระบบระบายน้ำตามสมการ Cost = 214.86 + 291.47 DM. - 52.88 DM. (กรณีค่าก่อสร้างราคาสูง) และกรณีราคาข้าวในปัจจุบัน ค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำที่เหมาะสมคือ 0.93 ลิตร/วินาที/ไร่

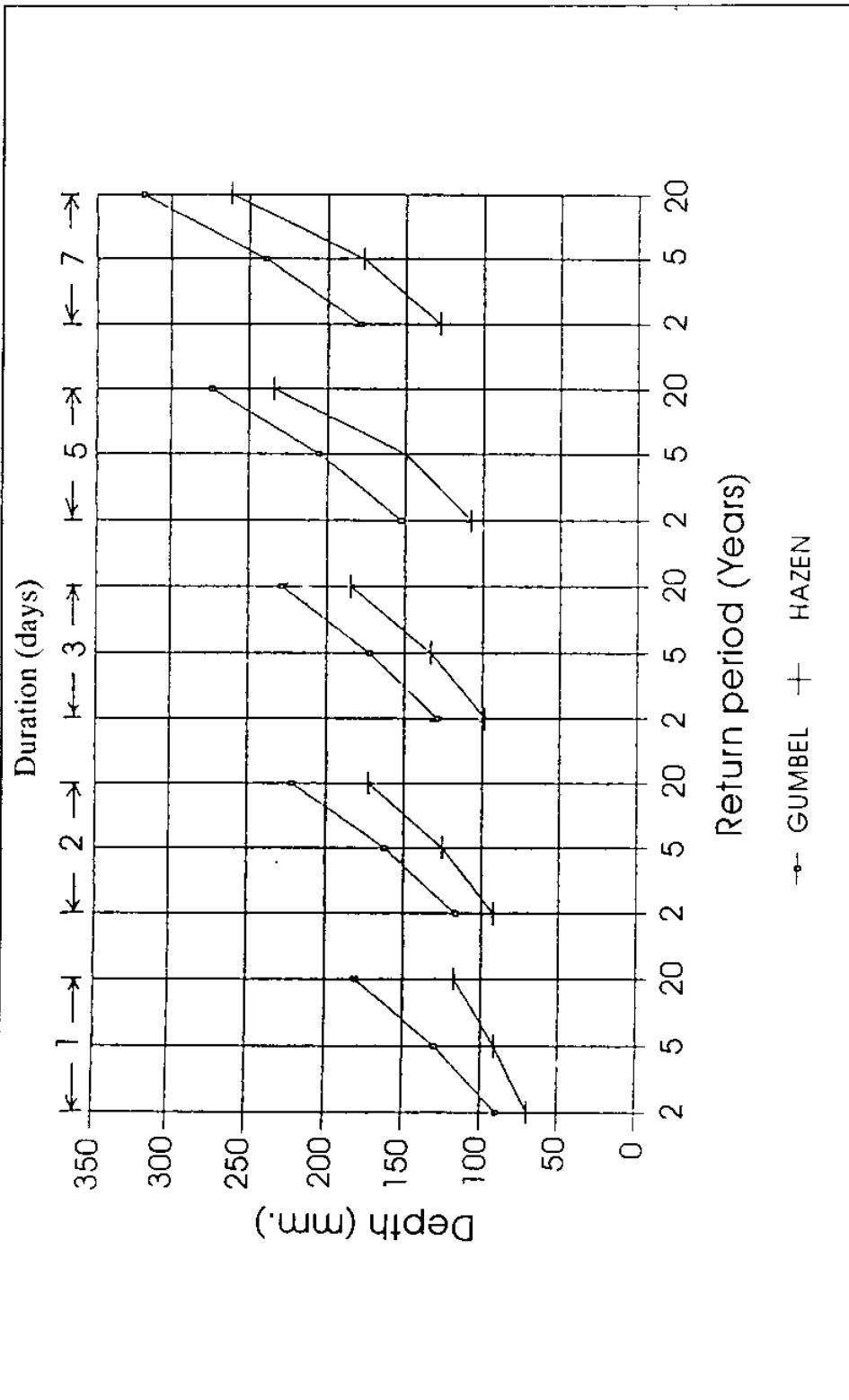
ค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำที่วิเคราะห์ได้ใหม่สำหรับสภาพปัจจุบันนี้จะมีค่าสูงกว่าที่ Electroconsult และคณะ (1978) ได้วิเคราะห์ไว้สำหรับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพหลโยธิน เมื่อ 16 ปีที่แล้ว ซึ่งของเดิมจะได้ 0.65

ลิตร/วินาที/ไร่ ทั้งนี้เนื่องจาก

1. ความลึกของน้ำฝนที่วิเคราะห์โดยวิธี Gumbel มีค่าสูงกว่าของเดิมที่วิเคราะห์โดยวิธีของ Hazen ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ในภาพที่ 4

2. ค่าความเสียหายที่เกิดกับผลผลิตข้าวเนื่องจากถูกน้ำท่วมตามกราฟของสุวัฒน์ (2536) ที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นครั้งนี้จะมีค่าต่ำกว่าที่วิเคราะห์ไว้เดิมซึ่งดัดแปลงมาจากผลการทดลองในประเทศญี่ปุ่นและประเทศเกาหลี

3. การใช้ค่า Discounting Factor 12% เพื่อคำนวณหาต้นทุนก่อสร้างระบบระบายน้ำต่อปีซึ่งมีค่าสูงกว่าเดิมที่ Electroconsult ใช้คือ 8%



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบความลึกน้ำฝนที่วิเคราะห์โดยวิธี Gumbel ในปัจจุบัน กับวิธีของ Hazen โดย Electroconsult และ (1978) ที่สถานีวัดน้ำฝนพิษณุโลก

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำจากการใช้ราคาข้าวต่าง ๆ กัน และใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าก่อสร้างระบบระบายน้ำกับค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำต่าง ๆ กัน

สมการ	ราคาข้าว (บาท/ตัน)	ค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ (ลิตร/วินาที/ไร่)
Cost = 57.19 + 48.13 DM.- 8.78 DM. ² (ราคาต่ำ)	3,200 2,475 4,100	1.57 1.39 >1.67
Cost = 214.86 + 291.47 DM.- 52.88 DM. ² (ราคาสูง)	3,200 2,475 4,100	0.93 0.93 1.11
Cost = 116.31 + 172.99 DM.- 32.64 DM. ² (ราคาเฉลี่ย)	3,200 2,475 4,100	1.11 1.11 1.20

ผลจากการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลปัจจุบัน แนะนำให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำสูงกว่าของเดิมแสดงว่าโครงการน่าจะมีปัญหาน้ำท่วม ซึ่งพบว่าเป็นความจริงในบางพื้นที่ของโครงการ จากการวิเคราะห์และตรวจสอบสภาพการระบายน้ำในสนามในบริเวณช่วงฤดูฝน ปี พ.ศ. 2536 และจากการสอบถามจากพนักงานส่งน้ำของโครงการฯ (ภูมิรักษ์ 2536) พบพื้นที่แปลงไร่นาประเภท ค. ซึ่งเป็นที่ลุ่มต่ำจะมีน้ำท่วมทุกปี ซึ่งเกษตรกรในพื้นที่โครงการฯ ได้พยายามแก้ปัญหา น้ำท่วมข้าวโดยการปลูกข้าวพันธุ์ขึ้นน้ำ (Float-ing rice) และข้าวพันธุ์พื้นเมืองอื่นๆ ที่ทนต่อน้ำท่วมได้โดยผลผลิตข้าวไม่เสียหาย

ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการเลือกค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำในการออกแบบระบบระบายน้ำของโครงการพัฒนาเกษตรชลประทาน ระยะที่ 2 ได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพลายชุมพล โดยวิธีการพิจารณาค่าลงทุนระบบระบายน้ำและผลประโยชน์ที่ได้จากการลดความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมในเชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ 0.93 ลิตร/วินาที/ไร่น่าจะเป็นค่าที่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน ซึ่งสูงกว่าของเดิมที่ Electroconsult และคณะ (1978) ได้วิเคราะห์ไว้ คือ 0.65 ลิตร/วินาที/ไร่ ทั้งนี้เนื่องจากใช้การวิเคราะห์ความลึกของน้ำฝน ค่าความเสียหายที่เกิดกับผลผลิตข้าว เนื่องจากถูกน้ำท่วม สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าก่อสร้างระบบระบายน้ำกับค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำ และค่า Discounting Factor จะ

แตกต่างจากของเดิม ซึ่งสภาพน้ำท่วมในบางพื้นที่ของโครงการในปัจจุบัน คือ ในบริเวณพื้นที่พัฒนาแปลงไร่นาประเภท ค. เนื่องจากคลองระบายน้ำระบายน้ำออกไม่ทัน คือกรณีตัวหนึ่ง ที่แสดงว่าโครงการต้องการ ค่าสัมประสิทธิ์การระบายน้ำที่สูงกว่า 0.65 ลิตร/วินาที/ไร่

เอกสารอ้างอิง

ธวัช ดันนิตวิทย์ 2530 การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กในภาคเหนือของประเทศไทย วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

วราวุธ วุฒินิธิชัย และพงศธร โสภณพันธุ์ 2534 การออกแบบการชลประทานบนผิวดิน ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 346 น.

วีระพล แด่สมบัติ 2531 อุทกวิทยาประยุกต์ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 317 น.

สุวัฒน์ อินทรไทยวงศ์ 2536 การศึกษาผลผลิตข้าวที่ลดลงเนื่องจากถูกน้ำท่วม

ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 41 น.

Electroconsult S.F.A Milano, Italia.
Joint Venture : SEATEC. Bangkok. Thailand Nippon Koei Co., Ltd., Tokyo, Japan.
1978. Phitsanulok Irrigation Project. Report No. 14 Revised. 96 p.

Goor, G.A.W. Van De. 1973
Drainage of rice fields. International for Land Reclamation and Improvement. Wageningen. Netherlands. 476 p.

Promanaret, Supot. 1989. Probability Analysis of Extreme Value, Programmer and User Manual, System Engineering Division, Irrigation Engineering Center, Royal Irrigation Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 43 p.

United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1971. Drainage of Agricultural Land. National Engineering Handbook. Section 16.470 p.