

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ณ
คำอธิบายสัญลักษณ์	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 โครงการที่ใช้เป็นกรณีศึกษา	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและผลการศึกษาที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 การศึกษาการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด	8
2.2 การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง	17
2.3 การศึกษาการไหลในทางน้ำที่มีตะกอนหรือวัชพืช	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	23
3.1 การวางแผนขอบเขตการทดสอบ	23
3.2 การตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง	34
3.3 การตรวจวัดปริมาณตะกอน	39
3.4 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของวัชพืชน้ำ	42
3.5 การทดลองแบบจำลองของการไหลในทางน้ำที่มีวัชพืช	45
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ	48
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	51
4.1 ผลการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งในสนาม	51
4.2 ผลการตรวจวัดตะกอนในคลองชลประทาน	54
4.3 ผลการตรวจวัดปริมาณวัชพืชน้ำ	65
4.4 ผลการทดลองแบบจำลองการไหลในทางน้ำที่มีวัชพืช	70

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 วิเคราะห์และวิจารณ์	82
5.1 การเปรียบเทียบค่า n ระหว่างคลองที่ใช้เป็นกรณีศึกษา	82
5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับระยะเวลาการส่งน้ำ	103
5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับปริมาณตะกอน	104
5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับผลคูณ vR	112
5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับผลคูณ $N_L N_D$	114
5.6 การเปรียบเทียบค่า n ในสนามกับค่าจากแบบจำลอง	120
บทที่ 6 บทสรุป	123
6.1 สรุปผลการศึกษา	123
6.2 ข้อเสนอแนะ	125
บรรณานุกรม	127
ภาคผนวก	130
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างผลการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง	131
ภาคผนวก ข. ตัวอย่างผลการสำรวจปริมาณตะกอนและการทดสอบคุณสมบัติ	142
ภาคผนวก ค. การสอบเทียบอุปกรณ์	162
ประวัติผู้เขียน	176

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 2.1	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของคัตเตอร์และแมนนิง	12
ตารางที่ 2.2	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของเบชิน	13
ตารางที่ 2.3	ค่าสัมประสิทธิ์ความฝืดทางน้ำเปิดสำหรับสมการแมนนิง	14
ตารางที่ 2.4	ค่าปรับแก้สำหรับคำนวณสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิง ตามสมการ (2.11)	16
ตารางที่ 2.5	การแบ่งชนิดพืชตามแรงต้านทานวัชพืช ของ U.S. Soil Conservation Service	19
ตารางที่ 4.1	ผลการตรวจวัดค่า n ของคลอง 4R-RMC	55
ตารางที่ 4.2	ผลการตรวจวัดค่า n ของคลอง 4L-4R-RMC และ 6R-RMC	56
ตารางที่ 4.3	สรุปปริมาณตะกอนตกจม จากการวัดในช่วงเวลา 1 ปี	66
ตารางที่ 4.4	ผลการวิเคราะห์จำแนกประเภทดินตะกอนตกจมในท้องคลอง	67
ตารางที่ 4.5	ตัวอย่างผลการวัดปริมาณวัชพืชน้ำ	69
ตารางที่ 4.6	ผลการประเมินระดับความยาวเฉลี่ยของกลุ่มวัชพืชน้ำ ระหว่างการส่งน้ำในฤดูแล้ง	71
ตารางที่ 4.7	ผลการประเมินระดับความหนาแน่นของวัชพืชน้ำ ระหว่างการส่งน้ำในฤดูแล้ง	72
ตารางที่ 4.8	ผลการประเมินระดับความยาวเฉลี่ยของกลุ่มวัชพืชน้ำ ระหว่างการส่งน้ำในฤดูฝน	73
ตารางที่ 4.9	ผลการประเมินระดับความหนาแน่นของกลุ่มวัชพืชน้ำ ระหว่างการส่งน้ำในฤดูฝน	74
ตารางที่ 4.10	ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง แบบจำลองการไหลผ่านทางน้ำเปิดที่มีวัชพืช	77
ตารางที่ 4.11	ผลการทดลองแบบจำลองการไหลผ่านวัชพืชในทางน้ำเปิด	78
ตารางที่ 4.12	ค่า n จากผลการทดลองในสภาวะความหนาแน่นและความยาววัชพืชแตกต่างกัน	81
ตารางที่ 5.1	สรุปค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิง ตามตำแหน่งตรวจวัด 8 แห่ง	82
ตารางที่ 5.2	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิง ตามระยะทางจากจุดเริ่มต้นคลอง	84
ตารางที่ 5.3	ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 4R-01	87
ตารางที่ 5.4	ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 4R-02	88
ตารางที่ 5.5	ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 4R-03	89
ตารางที่ 5.6	ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 4R-04	90
ตารางที่ 5.7	ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 4L-4R-01	91
ตารางที่ 5.8	ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 4L-4R-02	92
ตารางที่ 5.9	ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 6R-01	93
ตารางที่ 5.10	ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 6R-02	94
ตารางที่ 5.11	ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 4R-01	95
ตารางที่ 5.12	ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 4R-02	96
ตารางที่ 5.13	ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 4R-03	97
ตารางที่ 5.14	ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 4R-04	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 5.15 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 4L-4R-01	99
ตารางที่ 5.16 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 4L-4R-02	100
ตารางที่ 5.17 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 6R-01	101
ตารางที่ 5.18 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 6R-02	102
ตารางที่ 5.19 การเปลี่ยนแปลงค่า n ตามระยะเวลาการส่งน้ำ สำหรับคลองที่มีวัชพืชน้อย	105
ตารางที่ 5.20 การเปลี่ยนแปลงค่า n ตามระยะเวลาการส่งน้ำ สำหรับคลองที่มีวัชพืชปานกลาง	106
ตารางที่ 5.21 การเปลี่ยนแปลงค่า n ตามระยะเวลาการส่งน้ำ สำหรับคลองที่มีวัชพืชมาก	107
ตารางที่ 5.22 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงค่า n ตามระยะเวลาการส่งน้ำ ที่มีต่ออัตราการไหล	108
ตารางที่ 5.23 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง ผลคูณ vR และ ผลการประเมินวัชพืช	113
ตารางที่ 5.24 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง ผลการประเมินวัชพืช และ ผลคูณ $N_L N_D$	116
ตารางที่ 5.25 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง จากสมการที่ (5.12)	118
ตารางที่ 5.26 ค่า n จากผลการทดลองในสภาวะความหนาแน่นและความยาววัชพืชแตกต่างกัน	121
ตารางที่ 5.27 ค่า n ในสภาวะที่สัดส่วนความสูงต่อความลึกและความหนาแน่นแตกต่างกัน	122
ตารางที่ ก.1 ตัวอย่างแบบบันทึกผลการวัดกระแสน้ำ และการคำนวณอัตราการไหลสำหรับหน้าตัดด้านเหนือ	133
ตารางที่ ก.2 ตัวอย่างแบบบันทึกผลการวัดกระแสน้ำ และการคำนวณอัตราการไหลสำหรับหน้าตัดด้านท้ายน้ำ	134
ตารางที่ ก.3 ตัวอย่างตารางคำนวณ หาค่า S_w และ S_f	135
ตารางที่ ก.4 ตัวอย่างตารางคำนวณ หาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง	136
ตารางที่ ก.5 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง ผลคูณ vR และผลประเมินวัชพืช	137
ตารางที่ ก.6 การจัดกลุ่มค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง ตามผลการประเมินวัชพืช	139
ตารางที่ ข.1 ตัวอย่างการหาปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ	144
ตารางที่ ข.2 การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับสัดส่วนตะกอนแขวนลอย	146
ตารางที่ ข.3 การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับปริมาณตะกอนตกจม	156
ตารางที่ ข.4 ตัวอย่างผลการทดสอบ หาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินตะกอนตกจม	157
ตารางที่ ข.5 ตัวอย่างผลทดสอบพิกัดอัตราเบอร์กของดินตะกอนตกจม	158
ตารางที่ ข.6 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ขนาดเม็ดดินตะกอนตกจมโดยใช้ตะแกรง	159
ตารางที่ ข.7 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ขนาด เม็ดดินตะกอนละเอียดของตะกอนตกจม โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์	160

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ ค.1 ผลการสอบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ของฝ่ายวัดน้ำรูปตัว V	166
ตารางที่ ค.2 ตัวอย่างบันทึกผลการทดลองสอบเทียบค่า เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าชนิดกึ่งหินแบบถั่ว	170
ตารางที่ ค.3 ผลการคำนวณหาค่าคงที่ a และ b สำหรับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าชนิดกึ่งหินแบบถั่ว	171
ตารางที่ ค.4 ตัวอย่างบันทึกผลการทดลองสอบเทียบค่า เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าชนิดใบพัด	172
ตารางที่ ค.5 ผลการคำนวณหาค่าคงที่ a และ b สำหรับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าชนิดใบพัด	173

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 แผนที่แสดงที่ตั้งของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว	3
ภาพที่ 1.2 พื้นที่ชลประทานของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำปาว	6
ภาพที่ 1.3 ตำแหน่งของคลองส่งน้ำที่ใช้เป็นกรณีศึกษา	7
ภาพที่ 2.1 ลักษณะทั่วไปของการไหลในทางน้ำเปิด	8
ภาพที่ 2.2 การไหลแบบสม่ำเสมอในทางน้ำเปิด	9
ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับผลคูณ vR ในทางน้ำที่มีวัชพืชปกคลุม	18
ภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับความเร็วเฉลี่ยและความลึกการไหลจากแบบจำลองการไหลผ่านกิ่งไม้ Pine (บน) และ Cedar (ล่าง)	21
ภาพที่ 3.1 สภาพคลองส่งน้ำ 4R-RMC	24
ภาพที่ 3.2 สภาพคลองส่งน้ำ 4L-4R-RMC	24
ภาพที่ 3.3 สภาพคลองส่งน้ำ 6R-RMC	25
ภาพที่ 3.4 ลักษณะของคลอง 4R-RMC ช่วงตำแหน่งตรวจวัดที่ 4R-01	26
ภาพที่ 3.5 ลักษณะของคลอง 4R-RMC ช่วงตำแหน่งตรวจวัดที่ 4R-02	27
ภาพที่ 3.6 ลักษณะของคลอง 4R-RMC ช่วงตำแหน่งตรวจวัดที่ 4R-03	28
ภาพที่ 3.7 ลักษณะของคลอง 4R-RMC ช่วงตำแหน่งตรวจวัดที่ 4R-04	29
ภาพที่ 3.8 ลักษณะของคลอง 4L-4R-RMC ช่วงตำแหน่งตรวจวัดที่ 4L-4R-01	30
ภาพที่ 3.9 ลักษณะของคลอง 4L-4R-RMC ช่วงตำแหน่งตรวจวัดที่ 4L-4R-02	31
ภาพที่ 3.10 ลักษณะของคลอง 6R-RMC ช่วงตำแหน่งตรวจวัดที่ 6R-01	32
ภาพที่ 3.11 ลักษณะของคลอง 6R-RMC ช่วงตำแหน่งตรวจวัดที่ 6R-02	33
ภาพที่ 3.12 การสำรวจหมุดระดับอ้างอิงชั่วคราว และการวัดหน้าตัดการไหล	34
ภาพที่ 3.13 รูปตัดแสดงจุดตรวจวัดกระแสน้ำ และการหาความเร็วเฉลี่ยตามความลึกของน้ำ	36
ภาพที่ 3.14 การวัดกระแสน้ำและหน้าตัดการไหล	39
ภาพที่ 3.15 แบบร่างอุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำคลอง เพื่อตรวจวัดตะกอนแขวนลอย	40
ภาพที่ 3.16 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำคลอง และการใช้งานเพื่อตรวจวัดตะกอนแขวนลอย	40
ภาพที่ 3.17 การทดสอบหาความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย (ซ้าย) และจำแนกประเภทดินตะกอนตกจม (ขวา)	41
ภาพที่ 3.18 ตัวอย่างวัชพืช สันตะวาใบข้าว	43
ภาพที่ 3.19 ตัวอย่างวัชพืช ตีปลีน้ำ	43
ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างวัชพืช สาหร่ายหางกระรอก	44
ภาพที่ 3.21 การเตรียมวัชพืชจำลอง	45
ภาพที่ 3.22 การทดสอบแบบจำลองการไหลในทางน้ำที่มีวัชพืช	46
ภาพที่ 4.1 การตรวจวัดระดับผิวน้ำ และวัดกระแสน้ำ สำหรับคลอง 4R-RMC	51
ภาพที่ 4.2 การตรวจวัดระดับผิวน้ำ และวัดกระแสน้ำ สำหรับคลอง 4L-4R-RMC	53
ภาพที่ 4.3 การสำรวจรูปตัด และวัดกระแสน้ำ สำหรับคลอง 6R-RMC	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลง ค่า n ของคลอง 4R-RMC เมื่อส่งน้ำในฤดูแล้ง	57
ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลง ค่า n ของคลอง 4R-RMC เมื่อส่งน้ำในฤดูฝน	57
ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลง ค่า n ของคลอง 4L-4R-RMC เมื่อส่งน้ำในฤดูแล้ง	58
ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลง ค่า n ของคลอง 4L-4R-RMC เมื่อส่งน้ำในฤดูฝน	58
ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่า n ของคลอง 6R-RMC เมื่อส่งน้ำในฤดูแล้ง	59
ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่า n ของคลอง 6R-RMC เมื่อส่งน้ำในฤดูฝน	59
ภาพที่ 4.10 การเก็บตัวอย่างน้ำคลอง เพื่อหาปริมาณตะกอนแขวนลอย	60
ภาพที่ 4.11 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ ในคลองสาย RMC ช่วงฤดูฝน	61
ภาพที่ 4.12 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ ในคลองสาย RMC ช่วงฤดูแล้ง	61
ภาพที่ 4.13 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ ในคลองสาย 4R-RMC ช่วงฤดูฝน	62
ภาพที่ 4.14 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ ในคลองสาย 4R-RMC ช่วงฤดูแล้ง	62
ภาพที่ 4.15 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ ในคลองสาย 4L-4R-RMC ช่วงฤดูฝน	63
ภาพที่ 4.16 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ ในคลองสาย 4L-4R-RMC ช่วงฤดูแล้ง	63
ภาพที่ 4.17 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ ในคลองสาย 6R-RMC ช่วงฤดูฝน	64
ภาพที่ 4.18 ปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ ในคลองสาย 6R-RMC ช่วงฤดูแล้ง	64
ภาพที่ 4.19 สภาพตะกอนตกจมในท้องคลองเมื่อสิ้นสุดฤดูส่งน้ำ	65
ภาพที่ 4.20 การทดสอบเพื่อวิเคราะห์จำแนกประเภทดินตะกอนตกจมในท้องคลอง	67
ภาพที่ 4.21 เกณฑ์วัดการเจริญเติบโตของวัชพืช N_D ; N_L ระดับ 2:2 (ซ้าย) และระดับ 3:4 (ขวา)	68
ภาพที่ 4.22 การกำจัดวัชพืชโดยใช้รถไถเล็ก 2 คัน ลากโครงเหล็กตัดผ่านกันคลอง	70
ภาพที่ 4.23 การจัดเตรียมอุปกรณ์ในรางน้ำทดลอง	75
ภาพที่ 4.24 ลักษณะของวัชพืชจำลอง ในรางน้ำทดลอง	75
ภาพที่ 4.25 การวัดค่าระดับน้ำในรางน้ำ (ซ้าย) และการวัดอัตราการไหลโดยใช้ฝายวัดน้ำ (ขวา)	76
ภาพที่ 5.1 ค่า n ตามระยะทางจากจุดเริ่มต้นคลอง ของคลอง 4R-RMC	85
ภาพที่ 5.2 ค่า n ตามระยะทางจากจุดเริ่มต้นคลอง ของคลอง 4L-4R-RMC และ 6R-RMC	86
ภาพที่ 5.3 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 4R-01	87
ภาพที่ 5.4 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 4R-02	88
ภาพที่ 5.5 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 4R-03	89
ภาพที่ 5.6 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 4R-04	90
ภาพที่ 5.7 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 4L-4R-01	91
ภาพที่ 5.8 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 4L-4R-02	92
ภาพที่ 5.9 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 6R-01	93
ภาพที่ 5.10 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูแล้ง ตำแหน่งที่ 6R-02	94

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 5.11 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 4R-01	95
ภาพที่ 5.12 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 4R-02	96
ภาพที่ 5.13 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 4R-03	97
ภาพที่ 5.14 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 4R-04	98
ภาพที่ 5.15 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 4L-4R-01	99
ภาพที่ 5.16 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 4L-4R-02	100
ภาพที่ 5.17 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 6R-01	101
ภาพที่ 5.18 ค่า n เทียบกับปัจจัยวัชพืชน้ำและตะกอนสำหรับการส่งน้ำในฤดูฝน ตำแหน่งที่ 6R-02	102
ภาพที่ 5.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับระยะเวลาการส่งน้ำ สำหรับคลองที่มีวัชพืชน้อย	105
ภาพที่ 5.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับระยะเวลาการส่งน้ำ สำหรับคลองที่มีวัชพืชปานกลาง	106
ภาพที่ 5.21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับระยะเวลาการส่งน้ำ สำหรับคลองที่มีวัชพืชมาก	107
ภาพที่ 5.22 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงค่า n ตามระยะเวลาการส่งน้ำ ที่มีต่ออัตราการไหล	109
ภาพที่ 5.23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับผลการตรวจวัดตะกอนแขวนลอย	111
ภาพที่ 5.24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับผลการตรวจวัดความลึกตะกอนตกจม	111
ภาพที่ 5.25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับผลคูณ vR ที่ปริมาณวัชพืชน้ำต่างกัน 5 ระดับ	115
ภาพที่ 5.26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับผลคูณประเมินวัชพืชในรูปของ ค่าผลคูณ $N_L N_D$	117
ภาพที่ 5.27 รูปแสดงการประเมินการเจริญเติบโตของวัชพืชน้ำโดยใช้ดัชนีของ $N_L N_D$	119
ภาพที่ 5.28 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับความหนาแน่นของวัชพืช จากการทดลอง	121
ภาพที่ 5.29 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า n กับสัดส่วนความสูงของวัชพืช จากการทดลอง	122
ภาพที่ ก.1 การตรวจวัดรูปตัดทางน้ำของคลองตัวอย่าง 4R-RMC และ 4L-4R-RMC	132
ภาพที่ ก.2 การวัดกระแสน้ำ สำหรับตำแหน่งตรวจวัดที่ 4R-01 และ 4R-03	132
ภาพที่ ก.3 การสำรวจรูปตัด และวัดกระแสน้ำของคลอง 6R-RMC	132
ภาพที่ ข.1 การเก็บตัวอย่างน้ำคลอง เริ่มจากอ่างเก็บน้ำลำปาว มาจนถึงตำแหน่งคลองที่ศึกษา	143
ภาพที่ ข.2 การทดสอบหาสัดส่วนตะกอนแขวนลอยจากน้ำคลอง	143
ภาพที่ ข.3 การทดสอบคุณสมบัติดินตะกอนตกจม	143
ภาพที่ ข.4 ตัวอย่าง สรุปรูปปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำ	145
ภาพที่ ข.5 ตัวอย่าง ผลการสำรวจระดับตะกอนตกจมท้องคลอง	147
ภาพที่ ข.6 ผลการสำรวจระดับตะกอนตกจมท้องคลอง ในช่วงตรวจวัดที่ 4R-01	148
ภาพที่ ข.7 ผลการสำรวจระดับตะกอนตกจมท้องคลอง ในช่วงตรวจวัดที่ 4R-02	149
ภาพที่ ข.8 ผลการสำรวจระดับตะกอนตกจมท้องคลอง ในช่วงตรวจวัดที่ 4R-03	150
ภาพที่ ข.9 ผลการสำรวจระดับตะกอนตกจมท้องคลอง ในช่วงตรวจวัดที่ 4R-04	151
ภาพที่ ข.10 ผลการสำรวจระดับตะกอนตกจมท้องคลอง ในช่วงตรวจวัดที่ 4L-4R-01	152

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ ข.11 ผลการสำรวจระดับตะกอนตกมท้องคลอง ในช่วงตรวจวัดที่ 4L-4R-02	153
ภาพที่ ข.12 ผลการสำรวจระดับตะกอนตกมท้องคลอง ในช่วงตรวจวัดที่ 6R-01	154
ภาพที่ ข.13 ผลการสำรวจระดับตะกอนตกมท้องคลอง ในช่วงตรวจวัดที่ 6R-02	155
ภาพที่ ข.14 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์จำแนกประเภทดินตะกอนตกม	161
ภาพที่ ค.1 ลักษณะของฝายสันคม วัดอัตรการไหล	163
ภาพที่ ค.2 การเตรียมอุปกรณ์สอบเทียบฝายวัดน้ำ รูปตัว V	164
ภาพที่ ค.3 การทดสอบเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ฝายวัดน้ำ รูปตัว V	164
ภาพที่ ค.4 ผลการสอบเทียบฝายวัดอัตรการไหลของน้ำรูปตัว V	167
ภาพที่ ค.5 เครื่องวัดกระแส น้ำชนิดกังหันแบบถ้วย (ซ้าย) และแบบใบพัด (ขวา)	168
ภาพที่ ค.6 การสอบเทียบเครื่องวัดกระแส น้ำชนิดกังหันแบบถ้วย (ซ้าย) และแบบใบพัด (ขวา)	168
ภาพที่ ค.7 ผลการสอบเทียบเครื่องวัดกระแส น้ำชนิดกังหันแบบถ้วยหมายเลข 1184	174
ภาพที่ ค.8 ผลการสอบเทียบเครื่องวัดกระแส น้ำชนิดกังหันแบบใบพัดหมายเลข 82398	175

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
ภาคผนวก	ฉ
ภาคผนวก ง. ผลการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งของคลอง 4R-RMC	1

สารบัญตาราง

[illegible]

สารบัญตาราง

[illegible]

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
ภาคผนวก	ฉ
ภาคผนวก จ. ผลการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์ความซรุ้ระของแมนนิงของคลอง 4L-4R-RMC	1
ภาคผนวก ฉ. ผลการตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์ความซรุ้ระของแมนนิงของคลอง 6R-RMC	79

สารบัญตาราง

หน้า

สารบัญตาราง

หน้า

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
ภาคผนวก	ฉ
ภาคผนวก ช. ผลการสำรวจตะกอน	1
ภาคผนวก ซ. ผลการตรวจวัดวัชพืชน้ำ	93
ภาคผนวก ญ. แบบจำลองทางกายภาพของการไหลในทางน้ำที่มีวัชพืช	158

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ ช.1 การหาปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง RMC ในช่วงฤดูฝน	2
ตารางที่ ช.2 การหาปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง RMC ในช่วงฤดูแล้ง	5
ตารางที่ ช.3 การหาปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง 4R-RMC ในช่วงฤดูฝน	8
ตารางที่ ช.4 การหาปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง 4R-RMC ในช่วงฤดูแล้ง	13
ตารางที่ ช.5 การหาปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง 4L-4R-RMC ในช่วงฤดูฝน	18
ตารางที่ ช.6 การหาปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง 4L-4R-RMC ในช่วงฤดูแล้ง	21
ตารางที่ ช.7 การหาปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง 6R-RMC ในช่วงฤดูฝน	24
ตารางที่ ช.8 การหาปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง 6R-RMC ในช่วงฤดูแล้ง	27
ตารางที่ ช.9 ผลการทดสอบดินตะกอนตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 4R-01	53
ตารางที่ ช.10 ผลการทดสอบดินตะกอนตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 4R-02	58
ตารางที่ ช.11 ผลการทดสอบดินตะกอนตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 4R-03	63
ตารางที่ ช.12 ผลการทดสอบดินตะกอนตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 4R-04	68
ตารางที่ ช.13 ผลการทดสอบดินตะกอนตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 4L-4R-01	73
ตารางที่ ช.14 ผลการทดสอบดินตะกอนตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 4L-4R-02	78
ตารางที่ ช.15 ผลการทดสอบดินตะกอนตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 6R-01	83
ตารางที่ ช.16 ผลการทดสอบดินตะกอนตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 6R-02	88
ตารางที่ ช.1 ผลการวัดปริมาณวัชพืชน้ำ ครั้งที่ 1 ของการส่งน้ำในฤดูแล้ง	94
ตารางที่ ช.2 ผลการวัดปริมาณวัชพืชน้ำ ครั้งที่ 2 ของการส่งน้ำในฤดูแล้ง	102
ตารางที่ ช.3 ผลการวัดปริมาณวัชพืชน้ำ ครั้งที่ 3 ของการส่งน้ำในฤดูแล้ง	110
ตารางที่ ช.4 ผลการวัดปริมาณวัชพืชน้ำ ครั้งที่ 4 ของการส่งน้ำในฤดูแล้ง	118
ตารางที่ ช.5 ผลการวัดปริมาณวัชพืชน้ำ ครั้งที่ 1 ของการส่งน้ำในฤดูฝน	126
ตารางที่ ช.6 ผลการวัดปริมาณวัชพืชน้ำ ครั้งที่ 2 ของการส่งน้ำในฤดูฝน	134
ตารางที่ ช.7 ผลการวัดปริมาณวัชพืชน้ำ ครั้งที่ 3 ของการส่งน้ำในฤดูฝน	142
ตารางที่ ช.8 ผลการวัดปริมาณวัชพืชน้ำ ครั้งที่ 4 ของการส่งน้ำในฤดูฝน	150
ตารางที่ ญ.1 ตารางบันทึกผลการทดลองแบบจำลองการไหลในทางน้ำเปิดที่มีวัชพืช	159

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ ข.1 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง RMC ช่วงฤดูฝน	1
ภาพที่ ข.2 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง RMC ช่วงฤดูแล้ง	4
ภาพที่ ข.3 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง 4R-RMC ช่วงฤดูฝน	7
ภาพที่ ข.4 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง 4R-RMC ช่วงฤดูแล้ง	12
ภาพที่ ข.5 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง 4L-4R-RMC ช่วงฤดูฝน	17
ภาพที่ ข.6 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง 4L-4R-RMC ช่วงฤดูแล้ง	20
ภาพที่ ข.7 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง 6R-RMC ช่วงฤดูฝน	23
ภาพที่ ข.8 กราฟแสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยของน้ำในคลอง 6R-RMC ช่วงฤดูแล้ง	26
ภาพที่ ข.9 ผลการสำรวจระดับตะกอนตกจมท้องคลอง ครั้งที่ 1	29
ภาพที่ ข.10 ผลการสำรวจระดับตะกอนตกจมท้องคลอง ครั้งที่ 2	37
ภาพที่ ข.11 ผลการสำรวจระดับตะกอนตกจมท้องคลอง ครั้งที่ 3	45
ภาพที่ ข.12 ผลการวิเคราะห์จำแนกประเภทตะกอนดินตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 4R - 01	57
ภาพที่ ข.13 ผลการวิเคราะห์จำแนกประเภทตะกอนดินตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 4R - 02	62
ภาพที่ ข.14 ผลการวิเคราะห์จำแนกประเภทตะกอนดินตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 4R - 03	67
ภาพที่ ข.15 ผลการวิเคราะห์จำแนกประเภทตะกอนดินตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 4R - 04	72
ภาพที่ ข.16 ผลการวิเคราะห์จำแนกประเภทตะกอนดินตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 4L - 4R - 01	77
ภาพที่ ข.17 ผลการวิเคราะห์จำแนกประเภทตะกอนดินตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 4L - 4R - 02	82
ภาพที่ ข.18 ผลการวิเคราะห์จำแนกประเภทตะกอนดินตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 6R - 01	87
ภาพที่ ข.19 ผลการวิเคราะห์จำแนกประเภทตะกอนดินตกจมสำหรับช่วงตรวจวัดที่ 6R - 02	92
ภาพที่ ข.1 ลักษณะของวัชพืชในคลองชลประทานระหว่างการส่งน้ำในฤดูแล้ง (ซ้าย) และฤดูฝน (ขวา)	93
ภาพที่ ข.2 การเก็บตัวอย่างวัชพืช มาตรวจวัดขนาดเพื่อหาค่าเฉลี่ย	93
ภาพที่ ข.3 คลองส่งน้ำ 6R-RMC มีปริมาณวัชพืชน้อยที่สุด กำหนดให้เป็นหน่วยทดลองควบคุม	93
ภาพที่ ญ.1 การจัดเตรียมอุปกรณ์วัชพืชจำลองและการปรับความยาว	158
ภาพที่ ญ.2 ลักษณะของวัชพืชจำลอง ในรายน้ำทดลอง	158
ภาพที่ ญ.3 ลักษณะของวัชพืชจำลอง เมื่อปรับความยาวครั้งที่ 2	158