สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ซ
บทที่	
1. บทนำ	**1**
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	2
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**3**
2.1 ประตูระบายน้ำบางโฉมศรี	3
2.2 อุทกภัย	9
2.3 การพิบัติของเขื่อน	11
2.4 ข้อมูลลักษณะของคันดิน	24
2.5 โปรแกรมแบบจำลองทางชลศาสตร์ iRIC	26
2.6 ทฤษฎีสมการพื้นฐาน	29
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
3. การดำเนินการศึกษา	**36**
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	36
3.2 พื้นที่ศึกษา	36

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
3.3	การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการไหล	37
3.4	แผนการดำเนินการศึกษา	39
3.5	ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา	40
3.6	การวิเคราะห์ผลการศึกษา	49
4.	**ผลการศึกษา**	**50**
4.1	ผลการเก็บข้อมูลในบริเวณพื้นที่ศึกษา	50
4.2	ผลจากการประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC	60
4.3	การประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC กับโปรแกรม Google Earth	89
5.	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**90**
5.1	สรุปผลการศึกษา	90
5.2	ข้อเสนอแนะ	92
	เอกสารอ้างอิง	93
	ภาคผนวก	
ก.	โปรแกรมแบบจำลอง iRIC	96
	ประวัติผู้วิจัย	**111**

รายการตาราง

ตาราง | หน้า

ตาราง		หน้า
4.1	แสดงการปรับเทียบค่าแมนนิ่ง ในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC ที่อัตราการไหล 480 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	53
4.2	แสดงการปรับเทียบค่าแมนนิ่ง ในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC ที่อัตราการไหล 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	54
4.3	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจ และจากโปรแกรมแบบจำลองที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	56
4.4	ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลในโปรแกรมแบบจำลองแบบ iRIC	59
4.5	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และค่าระดับคราบน้ำท่วมของจากการสำรวจ โดยตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร	65
4.6	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และค่าระดับคราบน้ำท่วมของจากการสำรวจ โดยตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร	70
4.7	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และค่าระดับคราบน้ำท่วมของจากการสำรวจ โดยตีกริดขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร	75
4.8	แสดงผลการเปรียบเทียบขนาดความกว้างของช่องขาด และค่าความคาดเคลื่อนของขนาดความกว้างของช่องขาด ของแต่ละขนาดกริด	76
4.9	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ค่าประสิทธิภาพของ Nash and Sutcliffe (ε) และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ($RMSE$) ของแต่ละขนาดกริด	77
4.10	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจพื้นที่จริงกับค่าระดับคราบน้ำท่วมจากอัตราการไหลที่ 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	82
4.11	แสดงผลการเปรียบเทียบขนาดความลึกและขนาดความกว้างของช่องขาด จากค่าความหนาแน่นของดินที่100%, 90% และ 80%	88

รายการรูปประกอบ

รูป **หน้า**

รูป		หน้า
2.1	เส้นทางการไหลของแม่น้ำเจ้าพระยาผ่านอำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี	3
2.2	แผนที่บริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี	4
2.3	ภาพจำลองมุมมองของประตูระบายน้ำบางโฉมศรีก่อนเกิดอุทกภัย	4
2.4	ภาพจำลองขนาดของประตูระบายน้ำบางโฉมศรีก่อนเกิดอุทกภัย	5
2.5	ภาพความเสียหายของพื้นที่ของประตูระบายน้ำบางโฉมศรี	7
2.6	ภาพจำลองพื้นที่ของประตูระบายน้ำบางโฉมศรีหลังเกิดอุทกภัย	8
2.7	ความเสียหายของสะพานจากการเกิดอุทกภัย	10
2.8	ความเสียหายที่เกิดจากอุทกภัย	11
2.9	การพิบัติของเขื่อน 6 ลักษณะ ตามข้อสรุปของ USCOLD	12
2.10	การรั่วซึมของฐานรากและตัวเขื่อน	13
2.11	การพิบัติที่เกิดจากการรั่วซึมของเขื่อน	14
2.12	สถิติการพิบัติเนื่องจากน้ำล้นสันเขื่อน	16
2.13	เขื่อน Port Wing ประเทศสหรัฐอเมริกา	16
2.14	รอยแตกตามขวางแนวสันเขื่อน	17
2.15	การแตกของดินแกนเขื่อนเนื่องจากการทิ้งค้างให้เกิดการระเหยของน้ำ	17
2.16	รอยแตกขนานแนวสันเขื่อน	18
2.17	การแตกตามยาวของเขื่อนอุบลรัตน์เนื่องจากการเสริมสันเขื่อน	18
2.18	รอยแตกภายในตัวเขื่อน	19
2.19	การพิบัติเนื่องจากการแตกภายในตัวเขื่อน	19
2.20	การทรุดตัวแตกต่างกันระหว่างรอยต่อของเขื่อน RCC และเขื่อนหินถมแกนดินเหนียวของเขื่อนคลองมะเดื่อ	20
2.21	การเคลื่อนพังของเขื่อนในระหว่างการก่อสร้าง	20
2.22	การพิบัติแบบเลื่อนไถลของเขื่อน Calaveras ระหว่างการก่อสร้าง	21
2.23	การเคลื่อนพังของเขื่อนในระหว่างเก็บกักน้ำ	21
2.24	การเคลื่อนพังในระหว่างการลดระดับน้ำ	22
2.25	การพิบัติจากการกัดเซาะ	22
2.26	การกัดเซาะตัวเขื่อน	22
2.27	ความเสียหายของเขื่อน SHI-KONG ประเทศไต้หวัน	23

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป **หน้า**

2.28 บริเวณด้านข้างของคันดินที่แม่น้ำซาคราเมนโต ในประเทศสหรัฐอเมริกา 24
2.29 คันดินป้องกันน้ำท่วมที่แม่น้ำมิสซิสซิปปี ในรัฐหลุยส์เซียนา 25
2.30 คันดินของสามเหลี่ยมปากแม่น้ำมิสซิสซิปปี้ ในรัฐหลุยส์เซียนา 26
2.31 ผังจำลองระบบโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมแบบจำลอง iRIC 27
2.32 หน้าต่างของ Pre-processor และ Post-processor พร้อมประมวลผลโดย Solver 28
2.33 ตัวอย่างข้อมูลอนุกรมของการเวลากับอัตราการไหล 29
3.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา ต.ชีน้ำร้าย อ.อินทร์บุรี จ.สิงห์บุรี 36
3.2 ขอบเขตในการศึกษาและเก็บรวบข้อมูลต่างๆ 37
3.3 ข้อมูลอัตราการไหลจากโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำ บริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 38
3.4 ข้อมูลอัตราการไหลจากสำนักชลประทานที่ 10 จังหวัดลพบุรี 38
3.5 แบบจำลองทางกายภาพของคันดินเหนียวบริเวณรอยต่อประตูระบายน้ำบางโฉมศรี ในบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 41
3.6 ขนาดของแบบจำลองทางกายภาพของคันดินเหนียวบริเวณ รอยต่อประตูระบายน้ำบางโฉมศรีมาตราส่วน 1:8.5 41
3.7 เปรียบเทียบพฤติกรรมการพังทลายระหว่างแบบจำลองทางกายภาพ กับโปรแกรมแบบจำลอง iRIC 42
3.8 พื้นที่ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่าง 43
3.9 โครงสร้างไซฟ่อนคลองระบายใหญ่ ชัยนาท - ป่าสัก 2 43
3.10 บริเวณพื้นที่คลองส่งน้ำ ชัยนาท - อยุธยา 44
3.11 การสำรวจพื้นที่บริเวณประตูระบายน้ำบางโฉมศรี 45
3.12 การกำหนดพิกัดของพื้นที่ศึกษาและขนาดของกริดในโปรแกรม แบบจำลอง iRIC (Nays 2D) 47
3.13 การกำหนดค่าระดับของพื้นที่ศึกษาในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC (Nays 2D) 47
3.14 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC (Nays 2D) 48
3.15 การแสดงผลคำนวณและพฤติกรรมทางชลศาสตร์ ในโปรแกรมแบบจำลอง iRIC (Nays 2D) 48
4.1 แสดงการเก็บค่าระดับของคราบน้ำท่วมในบริเวณพื้นที่รอบๆประตูระบายน้ำบางโฉมศรี 51

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป		หน้า
4.2	แสดงระดับของคราบน้ำท่วมในบริเวณพื้นที่รอบๆประตูระบายน้ำบางโฉมศรี	51
4.3	สภาพพื้นที่บริเวณโครงสร้างประตูระบายน้ำบางโฉมศรี	52
4.4	สภาพบริเวณพื้นที่ที่ใช้ในการสอบเทียบและเก็บข้อมูลค่าระดับคราบน้ำท่วมจริง	53
4.5	แสดงผลการเปรียบเทียบการพังทลายของคันดินและสภาพพื้นที่น้ำท่วมในบริเวณ ประตูระบายน้ำบางโฉมศรี จากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC และสภาพพื้นที่จริง	55
4.6	ผลจากการเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจและจากโปรแกรม แบบจำลองที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	57
4.7	กราฟแสดงอัตราการไหลที่ 480 ลูกบาศก์เมตรเทียบกับเวลา	58
4.8	กราฟแสดงอัตราการไหลที่ 700 ลูกบาศก์เมตรเทียบกับเวลา	59
4.9	แสดงการตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร จากจำนวนกริด 320,000 กริด	60
4.10	แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังของการพังทลายของคันดิน โดยตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร	61
4.11	แสดงพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของการพังทลายของคันดิน ด้วยโปรแกรมแบบจำลอง iRIC โดยตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร	62
4.12	แสดงความกว้างของช่องขาด โดยตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร	64
4.13	ผลการคำนวณเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง และระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจโดยตีกริดขนาด 0.50 เมตร x 0.50 เมตร	64
4.14	แสดงการตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร จากจำนวนกริด 80,000 กริด	65
4.15	แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังของการพังทลายของคันดิน ด้วยโปรแกรมแบบจำลอง iRIC โดยตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร	66
4.16	แสดงพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของการพังทลายของคันดิน ด้วยโปรแกรมแบบจำลอง iRIC โดยตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร	67
4.17	แสดงความกว้างของช่องขาด โดยตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร	69
4.18	ผลการคำนวณเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง และระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจโดยตีกริดขนาด 1.00 เมตร x 1.00 เมตร	69
4.19	แสดงการตีกริดขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร จากจำนวนกริด 35,378 กริด	70

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป **หน้า**

4.20 แสดงการเปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังของการพังทลายของคันดิน ด้วยโปรแกรมแบบจำลอง iRIC โดยตีกริดขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร 71

4.21 แสดงพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของการพังทลายของคันดิน ด้วยโปรแกรมแบบจำลอง iRIC โดยตีกริดขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร 72

4.22 แสดงความกว้างของช่องขาด โดยตีกริดขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร 74

4.23 ผลการคำนวณเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำท่วมจากโปรแกรมแบบจำลอง และระดับคราบน้ำท่วมจากการสำรวจโดยตีกริดขนาด 1.50 เมตร x 1.50 เมตร 74

4.24 แสดงผลการเปรียบเทียบขนาดความกว้างช่องขาดของแต่ละขนาดกริด 77

4.25 แสดงผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการพังทลายของคันดิน ที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที 78

4.26 แสดงผลเปรียบเทียบพฤติกรรมการพังทลายของคันดินตามช่วงเวลาที่ 50-400 วินาที ที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที 79

4.27 แสดงผลเปรียบเทียบพฤติกรรมการพังทลายของคันดินตามช่วงเวลาที่ 500-7,200 วินาที ที่อัตราการไหล 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที 80

4.28 ผลเปรียบเทียบค่าระดับคราบน้ำจากอัตราการไหลที่ 480 และ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที 82

4.29 ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดิน ช่วงเวลาที่ 50 และ500 วินาที 83

4.30 ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดิน ช่วงเวลาที่ 700 และ 3,000 วินาที 84

4.31 ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดิน ช่วงเวลาที่ 5,000 และ 7,200 วินาที 85

4.32 ผลการพังทลายของคันดินจากค่าความหนาแน่นของดินที่ 100%, 90% และ 80% ในช่วงเวลาที่ 7,200 วินาที 86

4.33 การนำผลจากโปรแกรมแบบจำลอง iRIC ไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรม Google Earth 89

ก.1 แสดงหน้าหลักเริ่มต้นของโปรแกรม iRIC Nays2D 97

ก.2 แสดงการเลือก Solver ในการใช้งานของโปรแกรม iRIC (Nays2D) 97

ก.3 แสดงหน้าจอหลักของ Solver เลือกใช้งานของโปรแกรม iRIC (Nays2D) 98

ก.4 แสดงการนำเข้าข้อมูลภาพพื้นหลังในโปรแกรม iRIC (Nays2D) 98

ก.5 แสดงการเลือกข้อมูลภาพพื้นหลังในโปรแกรม iRIC (Nays2D) 99

ก.6 แสดงข้อมูลภาพพื้นหลังในโปรแกรม iRIC (Nays2D) 99

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูป **หน้า**

ก.7 แสดงขั้นตอนการสร้างกริด 100
ก.8 แสดงขั้นตอนการใส่ขนาดความกว้างของกริดที่ต้องการ 100
ก.9 แสดงขั้นตอนการใส่ขนาดความยาวของกริดที่ต้องการ 101
ก.10 แสดงขนาดของกริดที่ได้สร้างเสร็จเรียบร้อย 101
ก.11 แสดงขั้นตอนการกำหนดค่าระดับ Elevation 102
ก.12 แสดงขั้นตอนการตั้งค่าค่าระดับ Elevation 102
ก.13 แสดงขั้นตอนการใส่ค่าระดับ Elevation 103
ก.14 แสดงการใส่ค่าระดับ Elevation เรียบร้อยแล้ว 103
ก.15 แสดงการ Setting the calculation conditions 104
ก.16 แสดงการตั้งค่า Solver Type 105
ก.17 แสดงการตั้งค่า Boundary Condition 105
ก.18 แสดงการตั้งค่าอัตราการไหล 106
ก.19 แสดงการตั้งค่า Time 106
ก.20 แสดงการตั้งค่า Bed material 107
ก.21 แสดงการตั้งค่า Bank erosion 107
ก.22 แสดงการตั้งค่า Manning's roughness coefficient 108
ก.23 แสดงการใส่ค่า Manning's roughness coefficient 108
ก.24 แสดงการ Run Program 109
ก.25 แสดงผลรายการคำนวณของโปรแกรมแบบจำลอง iRIC (Nays2D) 109
ก.26 แสดงการตั้งค่าโปรแกรมแบบจำลอง iRIC เพื่อทำการใส่ค่าพิกัด 110
ก.27 แสดงการประยุกต์ใช้โปรแกรมแบบจำลอง iRIC กับโปรแกรม Google Earth 110