

รายงานฉบับสุดท้าย (Final Report)

โครงการการศึกษาการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเกษตรและอุปโภค-บริโภค
ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อย่างยั่งยืน



เสนอ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

โดย

ภาคีวิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

กันยายน 2560

กิตติกรรมประกาศ

ทางผู้คณะผู้วิจัยโครงการการศึกษาการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเกษตรและอุปโภค-บริโภค ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อย่างยั่งยืน ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่เอื้อเฟื้อข้อมูล งบประมาณ และการช่วยเหลือต่างๆ ให้แก่คณะผู้วิจัยในการทำวิจัยในครั้งนี้ จนกระทั่งโครงการสำเร็จ ลุล่วงได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

ผศ.นิมิตร เติตฉันทพิพัฒน์

รศ.ดร.วราวุธ วุฒิวิชัย

ผศ.ดร.นันทวัฒน์ ขมหวาน

นายสุทธิชัย อินนุรักษ์

นายอุกฤษฏ์ มั่นวิชา

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
สารบัญภาพ	
สารบัญตาราง	
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
บทที่ 2 ลักษณะทั่วไปของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	
2.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไป	3
2.2 สภาพอุตุนิยมวิทยา	4
2.3 ประชากร	6
2.4 ระบบชลประทานภายในวิทยาเขตกำแพงแสน	8
2.4.1 แหล่งน้ำ	8
2.4.2 คลองส่งน้ำ	10
2.5 ระบบผลิตน้ำประปาของวิทยาเขตกำแพงแสน	
2.5.1 ระบบน้ำดิบ	15
2.5.2 ระบบผลิตน้ำประปา	15
2.5.3 ระบบจ่ายน้ำประปา	16
บทที่ 3 ผลการศึกษาการใช้น้ำและปริมาณน้ำต้นทุนของวิทยาเขต	
3.1 การศึกษาการใช้น้ำ	20
3.1.1 การคำนวณปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร	20
3.1.2 การคำนวณปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค	25
3.2 การศึกษาปริมาณน้ำต้นทุน	30
3.2.1 ปริมาณการส่งน้ำจากคลองชลประทาน โครงการส่งน้ำและ บำรุงรักษาพนมทวน	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.2 รายละเอียดทางวิศวกรรมของคลองชักน้ำเข้าสู่บ่อ 1 จากการ ออกแบบ	31
3.2.3 การตรวจวัดปริมาณน้ำในคลองชักน้ำที่ไหลเข้าบ่อ 1	31
3.2.4 เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้รับจริงเข้าบ่อ 1 กับ ปริมาณความ ต้องการที่คำนวณได้	32
3.2.5 อัตราการส่งน้ำจากบ่อ 1 เข้าสู่คลองส่งน้ำสายหลัก (คลอง 1L-1) ของวิทยาเขต	33
บทที่ 4 การสำรวจสภาพระบบชลประทานในปัจจุบัน	
4.1 คลองส่งน้ำในปัจจุบัน	35
4.1.1 ตัวอย่างความเสียหายของคลองส่งน้ำชลประทาน (1L-1)	36
4.1.2 ตัวอย่างความเสียหายของคลองส่งน้ำชลประทาน (2L-1L-1)	40
4.2 การสำรวจอาคารประกอบคลองส่งน้ำชลประทาน	44
4.2.1 ตัวอย่างความเสียหายของอาคารประกอบคลองส่งน้ำชลประทาน 1L-1	45
4.2.2 ตัวอย่างความเสียหายของอาคารประกอบคลองส่งน้ำชลประทาน 2L-1L-1	51
บทที่ 5 การศึกษาระบบการผลิตน้ำประปา	
5.1 อัตรากำลังการผลิตน้ำประปาที่ต้องการ	56
5.2 อัตราการจ่ายน้ำประปาที่ต้องการ	58
5.3 ขนาดความจุของถังที่ต้องการ	59
5.4 อัตราการสูบน้ำดิบที่ต้องการ	60
5.5 ผลสรุปการศึกษาระบบการผลิตน้ำประปาภายในวิทยาเขตกำแพงแสน	60

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 การศึกษาเพื่อพัฒนาระบบการส่งน้ำ	
6.1 การพัฒนาโปรแกรมคำนวณสำหรับการส่งน้ำ	62
6.2 การพัฒนาระบบท่อส่งน้ำดิบสำหรับการประปา	69
6.2.1 แนวท่อส่งน้ำดิบ	69
6.2.2 ผลการออกแบบท่อส่งน้ำดิบ	71
6.3 การพัฒนาระบบส่งน้ำเพื่อเพิ่มพื้นที่เพาะปลูก	75
6.3.1 การวางแนวคูส่งน้ำ 1R-1L-1	75
6.3.2 การออกแบบคูส่งน้ำ 1R-1L-1	75
6.3.3 ผลการออกแบบอาคารท่อส่งน้ำเข้านา	80
6.3.4 การออกแบบท่อลอดถนน	83
6.3.5 ผลการออกแบบท่อปลายคูส่งน้ำ 1R-1L-1	86
บทที่ 7 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์	
7.1 ข้อมูลสำหรับจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS)	89
7.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	92
บทที่ 8 สรุปผล	
8.1 ผลการจัดทำสารสนเทศภูมิศาสตร์ระบบชลประทานของวิทยาเขต	94
8.2 ผลการศึกษาปริมาณความต้องการน้ำของวิทยาเขต	94
8.3 ผลการศึกษาสภาพของระบบชลประทานในปัจจุบัน	96
8.4 ผลการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบการส่งน้ำ	96
8.5 ข้อเสนอแนะ	96
เอกสารอ้างอิง	98

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก รายการคำนวณระบบการผลิตน้ำประปา	
ก1 รายการคำนวณอัตรากำลังการผลิตน้ำประปาที่ต้องการ	100
ก2 การคำนวณค่าอัตรการจ่ายน้ำประปาที่ต้องการ	100
ก3 การคำนวณขนาดความจุของถังที่ต้องการ	101
ก4 การคำนวณหาอัตรการสูบน้ำดิบที่ต้องการ	101
ภาคผนวก ข รายการคำนวณหาการสูญเสียพลังงานในท่อส่งน้ำดิบ	
ข1 ข้อมูลเพื่อการออกแบบ	103
ข2 คำนวณหาค่าการสูญเสียหลักและค่าการสูญเสียรองของระบบท่อ	104
ข3 การออกแบบขนาดปั๊มและมอเตอร์	109
ภาคผนวก ค คุณสมบัติคลองส่งน้ำภายในวิทยาเขต	111
ภาคผนวก ง ตารางคำนวณเปรียบเทียบปริมาณน้ำต้นทุนกับปริมาณความต้องการน้ำ	116
ภาคผนวก จ แผนที่ภูมิศาสตร์สารสนเทศระบบชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	119

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	ภาพถ่ายทางอากาศของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (พ.ศ.2559)	3
2-2	กราฟแสดงจำนวนประชากรภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	7
2-3	แผนที่แหล่งเก็บน้ำเก็บกักผิวดิน (พ.ศ. 2559)	9
2-4	ระบบคลองและคูส่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	11
2-5	คลองส่งน้ำ 1L-1	13
2-6	คลองส่งน้ำ 2L-1L-1	14
2-7	ภาพถ่ายหอดังสูงของวิทยาเขต	17
2-8	แบบรายละเอียดหอดังสูงเก็บน้ำของวิทยาเขต	18
2-9	แผนผังระบบผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	19
3-1	แผนที่แสดงหน่วยงานที่ใช้พื้นที่เพื่อการเกษตร	21
3-2	แสดงปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน ภายในวิทยาเขตกำแพงแสน	29
4-1	การเกิดรอยแตกตามยาวแบบต่อเนื่องของคลองส่งน้ำ 1L-1	36
4-2	การเกิดรอยแตกตามยาวแบบไม่ต่อเนื่องของคลองส่งน้ำ 1L-1	36
4-3	การเกิดรอยแตกแบบโครงข่ายของคลองส่งน้ำ 1L-1	37
4-4	การเกิดรอยแตกแบบโครงข่ายของคลองส่งน้ำ 1L-1	37
4-5	การพังทลายของแผ่นคอนกรีตของคลองส่งน้ำ 1L-1	37
4-6	การพังทลายของคันคลองคูคลองส่งน้ำ 1L-1	38
4-7	การเกิดตะกอนและขยะในคลองส่งน้ำ 1L-1	38
4-8	คลองมีหญ้าขึ้นปกคลุมไม่สามารถสำรวจได้ของคลองส่งน้ำ 1L-1	38
4-9	การเกิดความเสียหายอื่นๆ ของคลองส่งน้ำ 1L-1	39
4-10	การเกิดรอยแตกตามขวางของคลองส่งน้ำ 2L-1L-1	40
4-11	การพังทลายของแผ่นคอนกรีตของคลองส่งน้ำ 2L-1L-1	41
4-12	การเกิดตะกอน และขยะในคลองส่งน้ำ 2L-1L-1	41

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-13	การพังทลายแบบโครงข่ายของคลองส่งน้ำ 2L-1L-1	42
4-14	คลองมีหญ้าขึ้นปกคลุมไม่สามารถสำรวจได้ของคลองส่งน้ำ 2L-1L-1	42
4-15	การเกิดความเสียหายอื่นๆ ของคลองส่งน้ำ 2L-1L-1	43
4-16	ประตูระบายน้ำปากคลอง + ท่อลอดถนน ของคลอง 1L-1	45
4-17	ประตูระบายน้ำกลางคลอง + ท่อลอดถนน ของคลอง 1L-1	46
4-18	อาคารประตูระบายน้ำปลายคลองของคลอง 1L-1	47
4-19	ท่อลอดถนนของคลอง 1L-1	48
4-20	ท่อส่งน้ำเข้าแปลงของคลอง 1L-1	49
4-21	อาคารอัดน้ำกลางคลองของคลอง 1L-1	50
4-22	ประตูระบายน้ำปากคลอง + ท่อลอดถนนของคลอง 2L-1L-1	51
4-23	ประตูระบายน้ำกลางคลอง + ท่อลอดถนนของคลอง 2L-1L-1	52
4-24	ประตูระบายน้ำปลายของคลอง 2L-1L-1	53
4-25	ท่อส่งน้ำเข้าแปลงของคลอง 2L-1L-1	53
4-26	อาคารอัดน้ำกลางคลองของคลอง 2L-1L-1	54
4-27	ท่อส่งน้ำเชื่อมคลอง 2L-1L เพื่อข้ามร่องน้ำ	55
6-1	หน้าต่างแผ่นงานพื้นที่เพาะปลูก	63
6-2	หน้าต่างแผ่นงานค่า Kc ของพืช	64
6-3	หน้าต่างแผ่นงานกรอกแผนการเพาะปลูกและใส่ค่า Kc	65
6-4	หน้าต่างแผ่นงานคำนวณฝนใช้การ	66
6-5	หน้าต่างแผ่นงานปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน	67
6-6	หน้าต่างแผ่นงานปริมาณน้ำที่ต้องส่ง	68
6-7	หน้าต่างแผ่นงานอัตราการส่งน้ำจากบ่อ 1	69
6-8	แผนที่แนวท่อส่งน้ำดิบ	70
6-9	ระดับที่ใช้ในการออกแบบท่อส่งน้ำดิบ	71
6-10	ภาพตัดตามยาวและตำแหน่งการติดตั้ง Air Vent และ Bow Off	73
6-11	แบบมาตรฐานการต่อท่อและการเตรียมวางท่อ	74
6-12	แนวคูส่งน้ำและพื้นที่รับน้ำของคลอง 1R-1L-1	76

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
6-13	แผนที่แนวคูส่งน้ำของคูส่งน้ำ 1R-1L-1	77
6-14	แสดงขนาดหน้าตัดคูส่งน้ำ 1R-1L-1	78
6-15	แสดงรูปตัดตามยาวของคูส่งน้ำ 1R-1L-1	79
6-16	แปลนของท่อส่งน้ำเข้านา	81
6-17	รูปตัด ก-ก ของท่อส่งน้ำเข้านา	82
6-18	แปลนของท่อลอดถนน	84
6-19	รูปตัด ก-ก ของท่อลอดถนน	85
6-20	แปลนของท่อปลายคูส่งน้ำ 1R-1L-1	87
6-21	รูปตัด ก-ก ของท่อปลายของคูส่งน้ำ 1R-1L-1	88
7-1	ตัวอย่างการแสดงผลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	93
7-2	ตัวอย่างการแสดงผลของรายละเอียดบ่อ 1 ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	93

สารบัญญัตินี้

ตารางที่		หน้า
2-1	ข้อมูลจำนวนประชากรวิทยาเขตกำแพงแสน ช่วงปี พ.ศ. 2555-2559	7
2-2	แหล่งเก็บน้ำเก็บกักผิวดิน ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	10
2-3	ความยาวตลอดและคูส่งน้ำชลประทานภายในวิทยาเขตกำแพงแสน	12
3-1	ขนาดของพื้นที่การเกษตรแต่ละประเภท (พ.ศ. 2559)	20
3-2	พื้นที่เพื่อการเกษตรของแต่ละหน่วยงานภายในวิทยาเขต (พ.ศ. 2559)	22
3-3	แผนการเพาะปลูกของแต่ละหน่วยงานภายในวิทยาเขต	23
3-4	ผลการคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตร	24
3-5	สถิติของปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ปี พ.ศ. 2555-2559	25
3-6	ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค	27
3-7	ผลการคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำรวม	28
3-8	ปริมาณน้ำส่งผ่านเข้าปากคลอง 6R-2L ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา พนมทวน	30
3-9	รายละเอียดและขนาดคลองชักน้ำเข้าบ่อ 1 (1L-6R-2L)	31
3-10	สรุปผลปริมาณน้ำรับจากคลองสู่อบ่อ 1 กับ ปริมาณความต้องการใช้น้ำ	32
3-11	สรุปผลปริมาณน้ำออกจากบ่อ 1 สู่อ่าง 1L-1 กับ ปริมาณความต้องการใช้น้ำ	33
4-1	สภาพความเสียหายของคลองชลประทาน 1L-1	39
4-2	สภาพความเสียหายของคลองชลประทาน 2L-1L-1	43
5-1	ปริมาณน้ำเพื่อการดับเพลิงที่สำรองไว้ในถังน้ำใสหรือถังสูง	57
5-2	ปริมาณน้ำดับเพลิงที่ต้องนำไปรวมกับปริมาณความต้องการใช้น้ำในวันใช้น้ำ สูงสุดสำหรับการคำนวณระบบท่อจ่ายน้ำประปา	57
5-3	สรุประบบการผลิตน้ำประปาของวิทยาเขตกำแพงแสน	61
6-1	ผลออกแบบคูส่งน้ำ 1R-1L-1	78
6-2	แสดงค่าผลการคำนวณและค่าระดับต่างๆ ของท่อส่งน้ำเข้านา	80
6-3	แสดงค่าระดับต่างๆ ของท่อลอดถนน	83
6-4	แสดงค่าระดับต่างๆ ของอาคารท่อปลายคูส่งน้ำ	86

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
7-1	รายละเอียดข้อมูลของคลองส่งน้ำ	90
7-2	รายละเอียดข้อมูลของอาคารอัดน้ำ (Check)	90
7-3	รายละเอียดข้อมูลของท่อลอดถนน	90
7-4	รายละเอียดข้อมูลของท่อส่งน้ำเข้านา	91
7-5	รายละเอียดข้อมูลของท่อส่งน้ำเข้าแปลง	91
7-6	รายละเอียดข้อมูลของคลองระบายน้ำ	91
7-7	รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน	91
7-8	รายละเอียดข้อมูลของบ่อเก็บน้ำ	92
7-9	รายละเอียดข้อมูลของสระน้ำ	92
7-10	รายละเอียดข้อมูลของแนวท่อส่งน้ำดิบ	92

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของโครงการ

เนื่องจากทรัพยากรแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง สำหรับผู้ที่ใช้น้ำภายในวิทยาเขต ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมการใช้น้ำด้านการชลประทาน การอุปโภค-บริโภค การรักษาระบบนิเวศน์ทางน้ำและอื่นๆที่เกี่ยวข้อง โดยปริมาณน้ำต้นทุนของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ส่วนมากรับน้ำมาจากอ่างเก็บน้ำเขื่อนวชิราลงกรณและเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นแหล่งน้ำต้นทุนที่มีขนาดใหญ่และไหลลงมาบรรจบรวมกันเป็นแม่น้ำแม่กลอง โดยในปัจจุบันมีเขื่อนแม่กลองซึ่งเป็นเขื่อนทดน้ำกั้นลำน้ำอยู่ สำหรับกิจกรรมการใช้น้ำของโครงการแม่กลองใหญ่ มีทั้งหมด 10 โครงการ โดยมีสำนักชลประทานที่ 13 ให้การกำกับดูแลและควบคุมการส่งน้ำชลประทานให้กับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาต่างๆ รวมทั้งพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ด้วย

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้รับน้ำชลประทานจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน สำหรับกิจกรรมการใช้น้ำเพื่อการเกษตรและการอุปโภค-บริโภค ซึ่งมีแหล่งเก็บน้ำเก็บกักผิวดินคือบ่อเก็บน้ำ (บ่อ 1) มีปริมาตรเก็บกัก 570,000 ลบ.ม. พร้อมทั้งบ่อเก็บน้ำอื่นๆ (บ่อ 2-7) ซึ่งมีปริมาตรเก็บกักตั้งแต่ 128,000 – 256,000 ลบ.ม. ที่กระจายอยู่บริเวณภายในวิทยาเขต และสามารถใช้น้ำสำหรับผันน้ำให้กับพื้นที่หน่วยงานต่างๆ ที่อยู่ใกล้เคียงเพื่อการเกษตร โดยสภาพปัจจุบันของระบบชลประทาน (คู คลอง อาคารชลประทาน) ในปัจจุบันเริ่มมีความเสื่อมโทรมและเสียหาย เพราะฉะนั้นในการบริหารจัดการระบบน้ำภายในวิทยาเขตจะต้องมีการวางแผนบริหารจัดการน้ำที่ดีและยั่งยืน และเพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับสภาพความต้องการน้ำมากที่สุด ลดความเสี่ยงในการเกิดสภาวะวิกฤติภัยแล้งหรือขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้งที่มีแนวโน้มเกิดขึ้นบ่อยครั้งและรุนแรง รวมไปถึงจนถึงการแก้ปัญหาหน้าท่วมขังในฤดูฝนและบรรเทาปัญหาน้ำเสียเพื่อรักษาระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำภายในวิทยาเขตต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเกษตรและการอุปโภค-บริโภคภายในวิทยาเขตกำแพงแสนอย่างยั่งยืน โดยมีการวิเคราะห์ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร เพื่อการอุปโภค-บริโภค การวิเคราะห์ปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในบ่อเก็บน้ำ ตลอดจนการศึกษาสภาพคูคลองและอาคารชลประทานที่มีอยู่เดิม เพื่อใช้วิเคราะห์แนวทางการพัฒนา ปรับปรุงซ่อมแซมและบำรุงรักษา รวมถึงสภาพและลักษณะการใช้น้ำจากระบบชลประทานเพื่อกิจกรรมการใช้น้ำต่างๆ ภายในวิทยาเขตกำแพงแสน การศึกษานี้สามารถนำมาเป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำภายในวิทยาเขตกำแพงแสน เพื่อให้มีความคล่องตัวและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณน้ำต้นทุน (ความจุของแหล่งเก็บน้ำและปริมาณน้ำไหลเข้าบ่อเก็บน้ำ) สำหรับการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเกษตรและอุปโภค-บริโภค
2. เพื่อศึกษาถึงสภาพปัจจุบันของระบบชลประทาน (คลอง คูน้ำ อาคารชลประทาน)
3. เพื่อศึกษาถึงสภาพและลักษณะการใช้น้ำจากระบบชลประทาน
4. เพื่อจัดทำฐานข้อมูลสำหรับใช้ในการบริหารจัดการน้ำภายในวิทยาเขตกำแพงแสน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

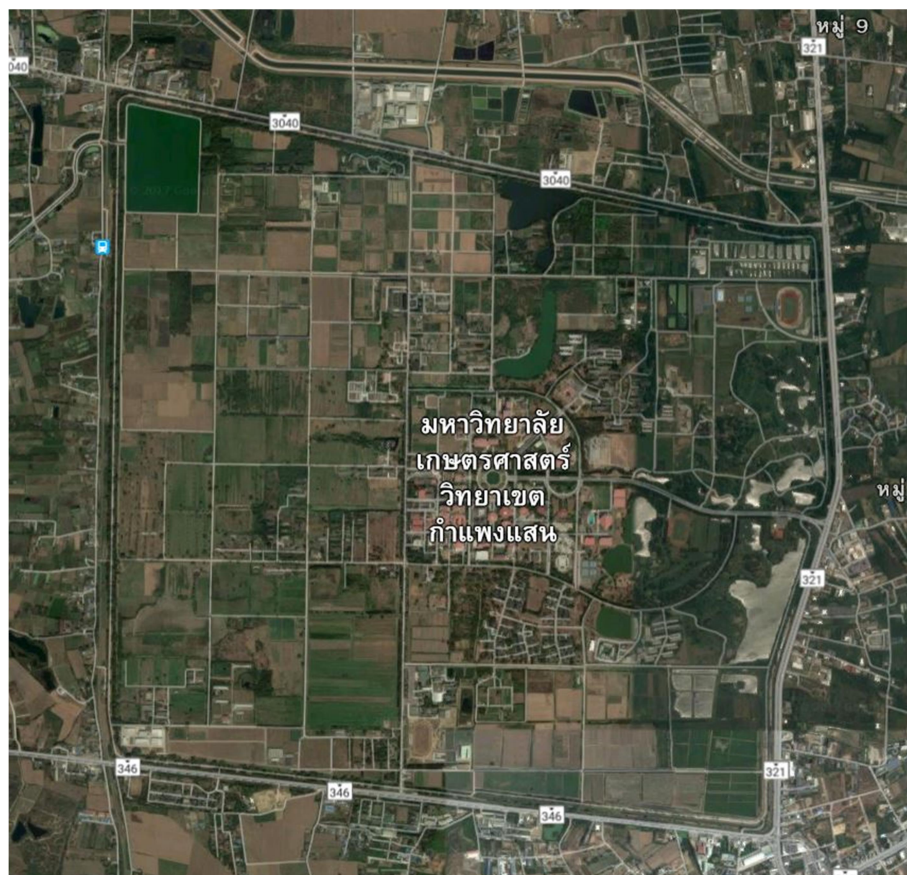
1. การศึกษานี้จะพิจารณาปริมาณการไหลของน้ำชลประทานที่มาจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาสองพี่น้อง ซึ่งเป็นแหล่งน้ำต้นทุนเพื่อความต้องการใช้น้ำแบบรายสัปดาห์และรายเดือน สำหรับการเกษตรและอุปโภค-บริโภค ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
2. การศึกษานี้จะพิจารณาระบบชลประทานพื้นที่ภายในวิทยาเขตกำแพงแสนเป็นหลัก ซึ่งได้แก่ บ่อเก็บน้ำ คูน้ำ คลองส่ง/ระบายน้ำ อาคารชลประทาน พื้นที่ใช้น้ำของแต่ละหน่วยงาน

บทที่ 2

ลักษณะทั่วไปของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

2.1 ลักษณะทางกายภาพทั่วไป

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตั้งอยู่ที่บ้านเลขที่ 1 หมู่ 6 ต.กำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม อยู่ทางภาคตะวันตกของประเทศไทย มีพื้นที่ประมาณ 7,814 ไร่ (ภาพที่ 2-1) มีสภาพการใช้พื้นที่ส่วนใหญ่เพื่อการวิจัยและการทดลองทางการเกษตร และเพื่อใช้เพื่อฝึกปฏิบัติสำหรับการเรียนการสอน ที่อยู่อาศัย และหน่วยงานราชการ ซึ่งทุกกิจกรรมอันเกิดขึ้นมีการใช้น้ำจากระบบคลองส่งน้ำและระบบประปาของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน



ภาพที่ 2-1 ภาพถ่ายทางอากาศของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (พ.ศ. 2559)

ที่มา : www.google.co.th

2.2 สภาพอุตุนิยมวิทยา

สภาพอุตุนิยมวิทยาโดยทั่วไปของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สามารถอ้างอิงได้จากสถานีอุตุนิยมวิทยานครปฐม ซึ่งตั้งอยู่ภายในพื้นที่ของวิทยาเขตกำแพงแสน โดยมีสภาพทางอุตุนิยมวิทยา ดังนี้

สภาพอากาศทั่วไป

สภาพอุตุนิยมวิทยาโดยทั่วไปมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27.6 องศาเซลเซียส โดยมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.0 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.4 องศาเซลเซียส

สภาพอากาศในฤดูร้อน

ในฤดูร้อน อากาศจะร้อนและแห้ง เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม อุณหภูมิสูง ที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือนเมษายน ถึงต้นเดือนพฤษภาคม โดยมีอุณหภูมิอยู่ที่ 35-37 องศาเซลเซียส

สภาพอากาศในฤดูหนาว

ในฤดูหนาว อากาศเย็นและมีหมอกในตอนเช้า เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ 22-24 องศาเซลเซียส โดยจะมีมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนและมองโกเลีย แผ่ลงมาเป็นช่วงๆ ทำให้อากาศของจังหวัดนครปฐมหนาวเย็นเป็นระยะๆ ช่วงที่มีอากาศหนาวที่สุดอยู่ระหว่างเดือนธันวาคมถึงต้นเดือนมกราคม มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 16-20 องศาเซลเซียส

สภาพอากาศในฤดูฝน

ฤดูฝนเริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม จะมีฝนทิ้งช่วงในระยะเดือนมิถุนายน ถึงกลางเดือนกรกฎาคม โดยเดือนที่มีฝนตกชุกมากที่สุดได้แก่เดือนกันยายนและเดือนตุลาคม มีค่าเฉลี่ย 200 มิลลิเมตร/เดือน

ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 71% ความชื้นสูงสุดจะอยู่ในช่วงเวลากลางคืน (ประมาณ 22.00-07.00 น.) ประมาณ 90-95% ส่วนความชื้นต่ำสุดของวันส่วนมากจะอยู่ในช่วงเวลาบ่าย (ประมาณ 13.00-16.00 น.) และเดือนที่มีความชื้นต่ำสุดคือ เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ประมาณ 35 - 40 %

อัตราการระเหย

อัตราการระเหยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,900-2,000 มม./ปี หรือประมาณ 5.2-5.5 มม./วัน เดือนมีนาคม และเดือนเมษายน จะเป็นช่วงที่มีการระเหยของน้ำมากที่สุด ประมาณ 7-8 มม./วัน (เดือน กุมภาพันธ์, มิถุนายน - สิงหาคม เฉลี่ย 5-6 มม./วัน และเดือนมกราคม, กันยายน-ธันวาคม เฉลี่ย 4-5 มม./วัน)

ความนานของแสงแดด

ความนานของแสงแดดมีค่าเฉลี่ยประมาณ 2,400-2,500 ชม./ปี โดยในช่วงเดือนธันวาคม, มกราคม ถึงเดือนเมษายน มีความนานของแสงแดดเฉลี่ยประมาณ 8.2 ชม./วัน เดือนพฤษภาคม และเดือนพฤศจิกายน เฉลี่ย ประมาณ 7.2 ชม./วัน และช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคม เฉลี่ยประมาณ 5.2 ชม./วัน

ทิศทางลม

ทิศทางลม มีทิศประจำอยู่ 3 ทิศ ได้แก่

- ลมตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) เป็นลมหนาว จะพัดพาความหนาวเย็นจากประเทศจีนและมองโกเลีย เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม - ธันวาคม และเดือนมกราคม มีความเร็วเฉลี่ย 5-6 กม./ชม.
- ลมตะวันออกเฉียงใต้ (SE) เป็นลมร้อน จะพัดพาความร้อนจากทะเลจีนใต้และอ่าวไทย เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน มีความเร็วลมเฉลี่ย 7-8 กม./ชม.
- ลมตะวันตกเฉียงใต้ (SW) เป็นลมฝน จะพัดพาเมฆฝนจากมหาสมุทรอินเดียเข้ามายังประเทศไทย เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - กันยายน มีความเร็วลมเฉลี่ย 5-7 กม./ชม.

อุณหภูมิต่ำสุด

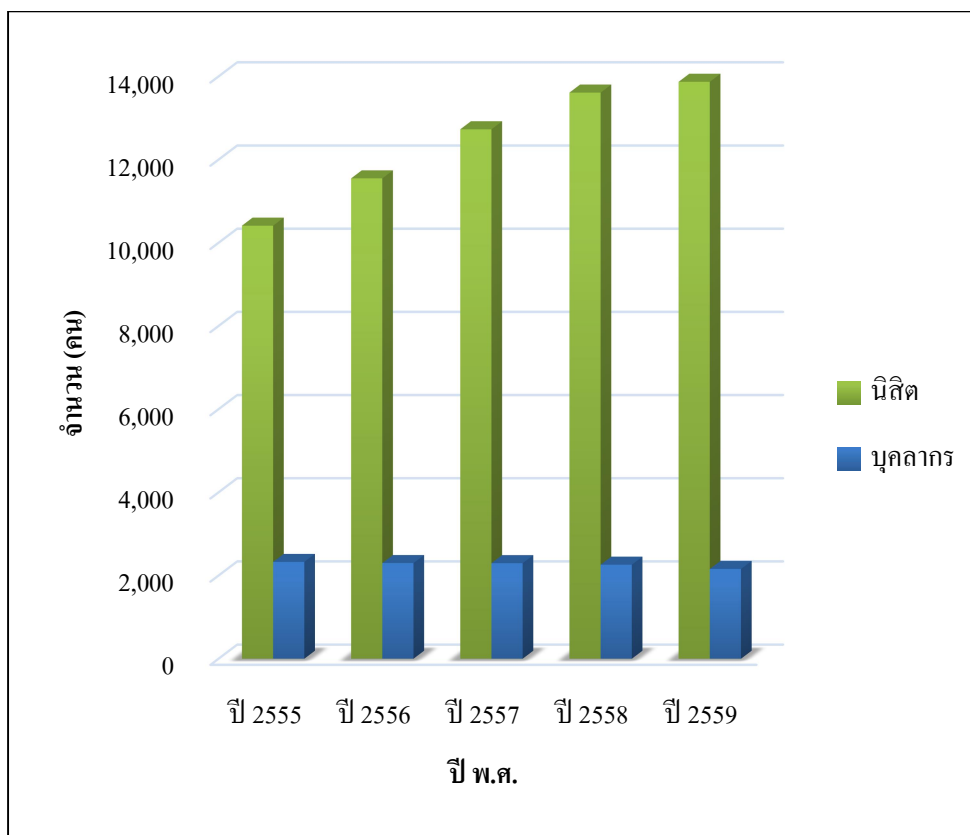
- อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปี 27.6 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิต่ำสุดสุดวัดได้ 41.0 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 3, 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2523
- อุณหภูมิต่ำสุดวัดได้ 6.5 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2518

ฝน

- ปริมาณฝนมากที่สุดใน 24 ชม./1 วัน วัดได้ 147.4 มิลลิเมตร เมื่อ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2521
- ปริมาณฝนมากที่สุดใน 1 เดือน วัดได้ 479.0 มิลลิเมตร เมื่อเดือน กันยายน พ.ศ. 2538
- ปริมาณฝนมากที่สุดใน 1 ปี วัดได้ 1,407.9 มิลลิเมตร เมื่อปี พ.ศ. 2526
- ปริมาณฝนน้อยที่สุดใน 1 ปี วัดได้ 560.4 มิลลิเมตร เมื่อปี พ.ศ. 2527
- ค่าเฉลี่ยฝนรวมทั้งปี 1,009.2 มิลลิเมตร และมีค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ฝนตก 115 วันต่อปี

2.3 ประชากร

ประชากรของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ประกอบด้วยนิสิต บุคลากร อาจารย์ ลูกจ้าง และจากประเภทของประชากรที่แตกต่างกัน ทำให้มีพฤติกรรมการใช้น้ำที่แตกต่าง ซึ่งจากอดีตที่ผ่านมาจำนวนประชากรของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากรในลักษณะที่เพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะจำนวนของนิสิต จึงทำให้มีความต้องการใช้น้ำของประชากรประเภทนิสิตมีมากกว่าประชากรประเภทอื่นๆ และจากข้อมูลจากกองบริหารวิชาการและนิสิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สามารถสรุปจำนวนประชากรภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ใน 5 ปีย้อนหลัง (ปี พ.ศ. 2555 - พ.ศ. 2559) ได้ดังภาพที่ 2-2 และตารางที่ 2-1



ภาพที่ 2-2 กราฟแสดงจำนวนประชากรภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ตารางที่ 2-1 ข้อมูลจำนวนประชากรวิทยาเขตกำแพงแสน ช่วงปี พ.ศ. 2555 - 2559

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (คน)				
		พ.ศ.2555	พ.ศ.2556	พ.ศ.2557	พ.ศ.2558	พ.ศ.2559
1	บุคลากร	2,327	2,300	2,297	2,261	2,158
2	นิสิต	10,412	11,549	12,729	13,612	13,871
รวม		12,739	13,849	15,026	15,873	16,029

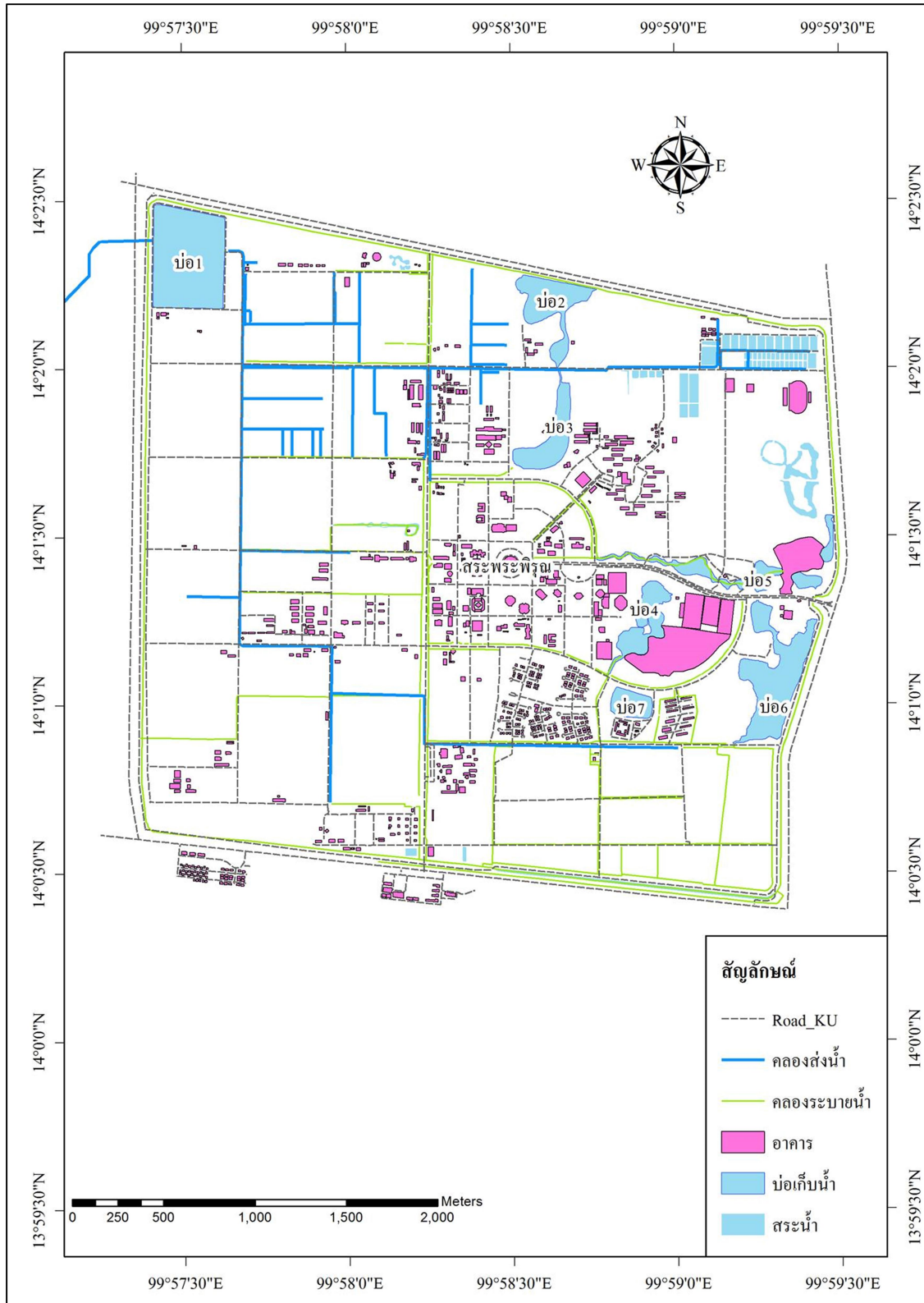
ที่มา : กองบริหารวิชาการและนิสิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

2.4 ระบบชลประทานภายในวิทยาเขตกำแพงแสน

ปัจจุบันระบบชลประทานของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ทั้งการส่งน้ำจากแหล่งเก็บน้ำสำหรับกิจกรรมการใช้น้ำของพื้นที่การเกษตรของหน่วยงานต่างๆ ในมหาวิทยาลัย และรวมถึงการส่งน้ำดิบสู่โรงสูบน้ำสำหรับการผลิตน้ำประปา มีทั้งที่เป็นระบบชลประทานแบบทางน้ำเปิดตามแรงโน้มถ่วงหรือระบบคลองส่งน้ำ และระบบสูบน้ำส่งไปตามท่อส่งน้ำ รายละเอียดของระบบชลประทานภายในวิทยาเขตมีดังนี้

2.4.1 แหล่งน้ำ

ปัจจุบันมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีแหล่งน้ำต้นน้ำที่ได้รับน้ำชลประทานมาจากคลองส่งน้ำสาย 1R-6R-2L สำหรับกิจกรรมการใช้น้ำเพื่อการเกษตรและอุปโภค-บริโภค ซึ่งเป็นพื้นที่รับผิดชอบและภายใต้การดูแลของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน สำนักชลประทานที่ 13 กรมชลประทาน โดยวิทยาเขตมีแหล่งเก็บน้ำเก็บกักผิวดินที่เป็นแหล่งน้ำดิบหลักของวิทยาเขตคือบ่อเก็บน้ำ (บ่อ 1) โดยในปัจจุบันมีปริมาตรเก็บกัก 570,000 ลบ.ม. และมีแหล่งน้ำที่เป็นบ่อเก็บน้ำผิวดินอื่นๆ ได้แก่ บ่อ 2 บ่อ 3 บ่อ 4 บ่อ 5 บ่อ 6 และบ่อ 7 ที่กระจายอยู่บริเวณด้านท้ายน้ำลงไปภายในวิทยาเขต เพื่อใช้สำหรับสำรองน้ำให้กับพื้นที่ของหน่วยงานต่างๆ และพื้นที่เพื่อการเกษตรที่อยู่ใกล้เคียง ภาพที่ 2-3 แสดงตำแหน่งบ่อเก็บน้ำ และมีรายละเอียดตามตารางที่ 2-2



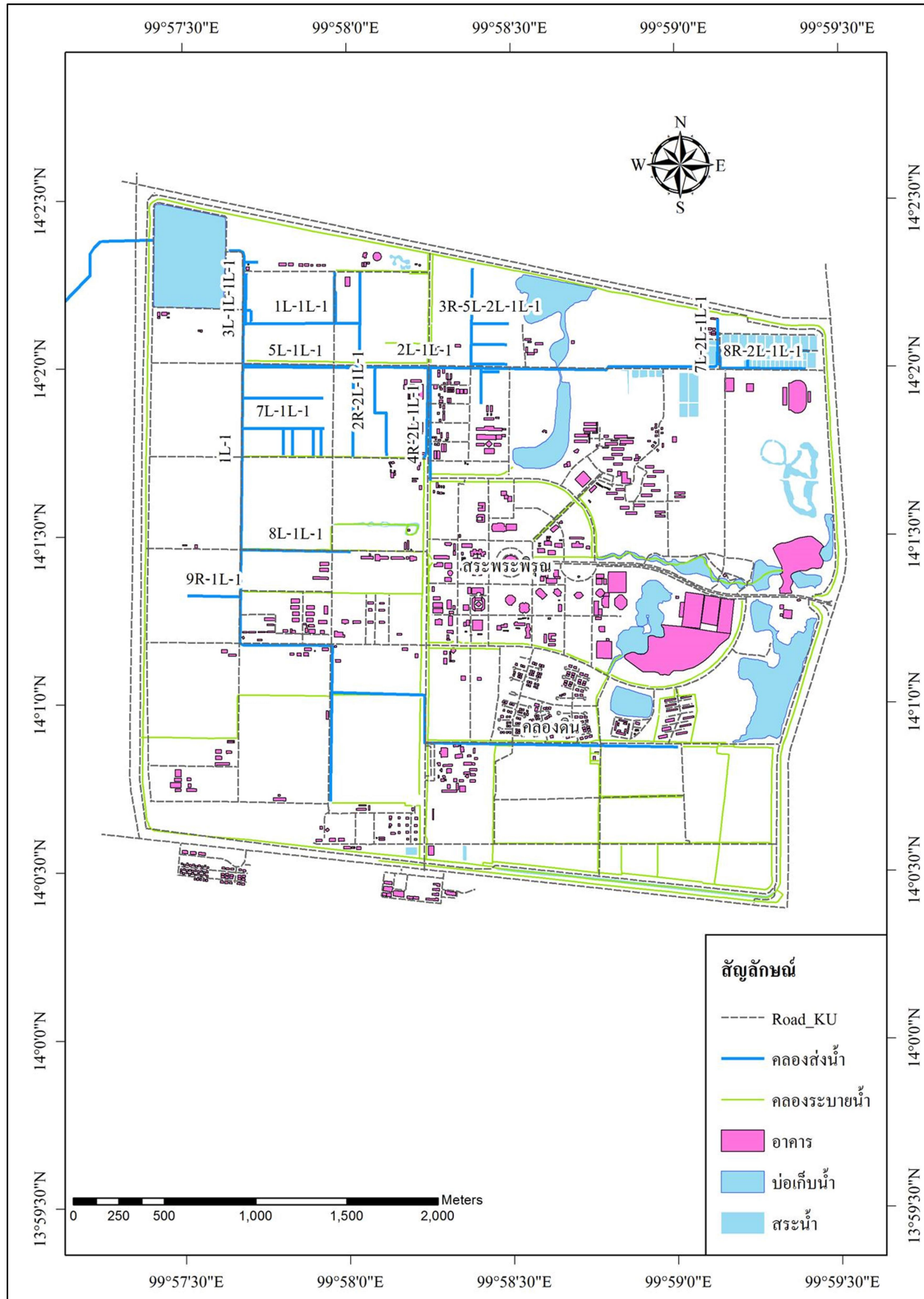
ภาพที่ 2-3 แผนที่แหล่งเก็บกักน้ำผิวดิน (พ.ศ. 2559)

ตารางที่ 2-2 แหล่งเก็บกักน้ำผิวดิน ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ลำดับ	ชนิดแหล่งน้ำ	พื้นที่ (ไร่)	ความลึกน้ำเฉลี่ย (ม.)	ปริมาตรเก็บกัก (ลูกบาศก์เมตร)
1	สระเก็บกักน้ำ (บ่อ 1)	125	2.85	570,000.00
2	สระเก็บกักน้ำ (บ่อ 2)	50	1.85	148,000.00
3	สระเก็บกักน้ำ (บ่อ 3)	80	2.06	263,680.00
4	สระเก็บกักน้ำ (บ่อ 4)	80	1.10	140,800.00
5	สระเก็บกักน้ำ (บ่อ 5)	80	1.18	151,040.00
6	สระเก็บกักน้ำ (บ่อ 6)	70	2.00	224,000.00
7	สระเก็บกักน้ำ (บ่อ 7)	40	1.78	113,920.00
รวม				1,041,440.00

2.4.2 คลองส่งน้ำ

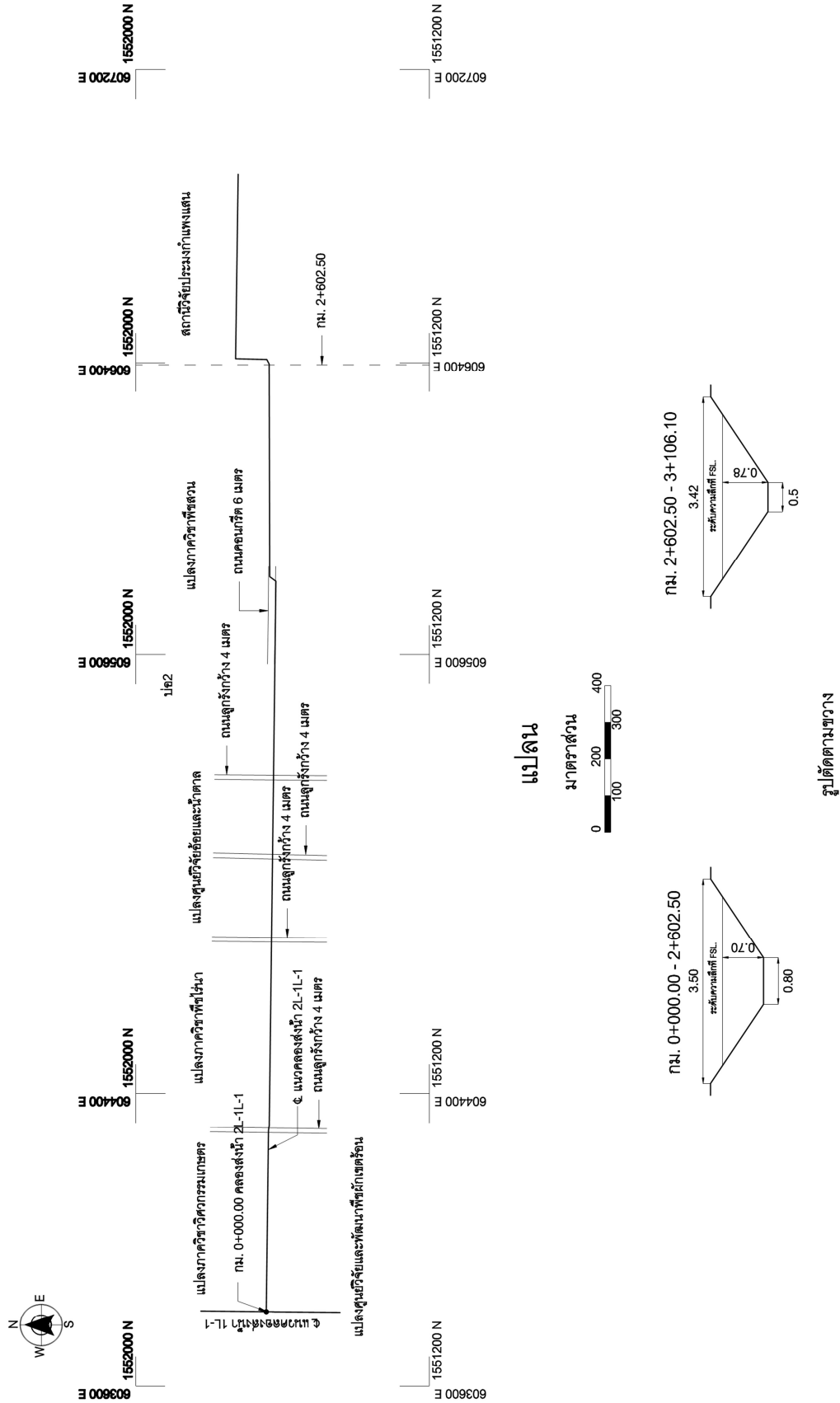
เนื่องจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ปลูกต้นไม้กระจายทั่วทั้งวิทยาเขต ต้องการการส่งน้ำจากบ่อเก็บน้ำ (บ่อ 1) ไปยังพื้นที่ต่างๆ ด้วยระบบคลองส่งน้ำชลประทาน ทั้งนี้ภายในวิทยาเขตมีคลองชลประทานสายหลักอยู่ด้วยกัน 2 สาย ได้แก่ คลอง 1L-1 (ส่งน้ำจากบ่อ 1 ถึงบริเวณพื้นที่ภาควิชาสัตวบาล) และคลอง 2L-1L-1 (คลองซอยแยกออกจากคลอง 1L-1 ถึงบริเวณภาควิชาประมง) โดยมีระบบคูน้ำที่แยกออกออกจากทั้ง 2 คลองหลัก อีกหลายสายด้วยกัน ดังแสดงตามภาพที่ 2-4 และมีรายละเอียดตามตารางที่ 2-3 ซึ่งระบบคลองส่งน้ำชลประทานทั้งหมดเป็นคลองตาดคอนกรีตเกือบทั้งสิ้น



ภาพที่ 2-4 ระบบคลองและคูส่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ตารางที่ 2-3 ความยาวคลองและคูส่งน้ำชลประทานภายในวิทยาเขตกำแพงแสน

ลำดับ	ชื่อคลอง	ความยาว (เมตร)
1	1L-1	3589.000
2	1L-1L-1	639.000
3	1L-1L-1L-1	268.800
4	1L-6R-2L-1L-1	101.000
5	1R-1L-1L-1	211.600
6	1R-2L-1L-1	498.500
7	1R-3L-1L-1L-1	102.500
8	1R-5L-2L-1L-1	205.600
9	1R-7L-1L-1	16.600
10	2L-1L-1	3106.100
11	2L-1L-1L-1	280.700
12	2R-2L-1L-1	550.000
13	2R-5L-2L-1L-1	205.200
14	2R-7L-1L-1	147.600
15	3L-1L-1L-1	278.200
16	3R-2L-1L-1	500.000
17	3R-5L-2L-1L-1	204.600
18	3R-7L-1L-1	149.000
19	4L-1L-1	127.000
20	4L-1L-1L-1	268.800
21	4R-2L-1L-1	585.200
22	4R-7L-1L-1	149.000
23	5L-1L-1	590.000
24	5L-2L-1L-1	465.550
25	6L-1L-1	445.400
26	6R-2L-1L-1	194.600
27	7L-1L-1	450.000
28	7L-2L-1L-1	170.500
29	8L-1L-1	602.000
30	8R-2L-1L-1	487.000
31	9R-1L-1	292.000
32	9R-2L-1L-1	94.000



ภาพที่ 2-6 คลอง 2L-1L-1

2.5 ระบบผลิตน้ำประปาของวิทยาเขตกำแพงแสน

ระบบผลิตน้ำประปาของวิทยาเขตกำแพงแสน ประกอบด้วย 3 ระบบหลัก ได้แก่ ระบบน้ำดิบ ระบบผลิตน้ำประปา และระบบจ่ายน้ำประปา แต่ละส่วนมีรายละเอียดดังปรากฏตามที่ระบุไว้ที่อุปกรณ์และเครื่องมือของระบบประปา ดังนี้

2.5.1 ระบบน้ำดิบ แหล่งน้ำดิบของวิทยาเขตกำแพงแสนมีอยู่ 2 แหล่งใหญ่ คือ

1) บ่อ 1 เป็นบ่อเก็บกักขนาดความจุประมาณ 570,000 ลูกบาศก์เมตร ถือเป็นแหล่งน้ำหลักของวิทยาเขตกำแพงแสน ระบบส่งน้ำดิบจากบ่อ 1 ให้กับระบบผลิตน้ำประปามีอยู่ 2 ส่วน คือ

1.1) โรงสูบน้ำจากบ่อ 1 ประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำจำนวน 2 ตัว ข้อมูลคุณสมบัติของเครื่องสูบน้ำ (Specification) ระบุไว้ว่ามีขนาดตัวละ 25 แรงม้า อัตราการสูบเครื่องละ 250 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง สูบน้ำผ่านระบบท่อเหล็กอบสังกะสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว เพื่อสูบส่งต่อไปยังโรงกรองน้ำที่ 2

1.2) ระบบคลองส่งน้ำชลประทานจากบ่อ 1 ซึ่งข้อมูลจากการออกแบบระบุว่าอัตราการส่งน้ำสูงสุดของคลองเท่ากับ 0.77 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ส่งน้ำโดยวิธีแรงโน้มถ่วงไปยังบ่อพักน้ำบริเวณโรงอาหารสัตว์และทำการสูบต่อด้วยเครื่องสูบน้ำ 2 ตัว มีข้อมูลระบุไว้ที่ตัวเครื่องสูบน้ำเป็นขนาดตัวละ 20 แรงม้า อัตราการสูบเครื่องละ 150 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ส่งน้ำผ่านระบบท่อเหล็กเคลือบสังกะสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ส่งน้ำไปยังโรงกรองน้ำที่ 1 คลองส่งน้ำสายนี้ยังทำหน้าที่ส่งน้ำให้กับพื้นที่การเกษตรภายในวิทยาเขตด้วย

2) บ่อบาดาล วิทยาเขตกำแพงแสนมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ โดยใช้เครื่องสูบน้ำขนาด 25 แรงม้า จำนวน 1 เครื่อง อัตราการสูบตามคุณสมบัติที่ระบุไว้ที่ตัวเครื่องสูบน้ำ เท่ากับ 110 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ส่งน้ำผ่านระบบท่อเหล็กอบสังกะสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว ส่งน้ำไปยังโรงกรองน้ำที่ 1

2.5.2 ระบบผลิตน้ำประปา ประกอบด้วยโรงกรองน้ำและถังน้ำใส โรงกรองน้ำมีอยู่ด้วยกัน 2 แห่ง คือ

1) โรงกรองน้ำที่ 1 มีขนาดอัตราการกรองตามที่ระบุไว้เท่ากับ 150 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง น้ำที่ผ่านการกรองจากโรงกรองน้ำที่ 1 จะถูกส่งผ่านระบบท่อเหล็กอบสังกะสีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ไปยังถังน้ำใสที่มีความจุขนาด 1,000 ลูกบาศก์เมตร

2) โรงกรองน้ำที่ 2 มีขนาดอัตราการกรองตามที่ระบุไว้เท่ากับ 250 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง น้ำที่ผ่านการกรองจากโรงกรองน้ำที่ 2 จะถูกส่งผ่านระบบท่อเหล็กออบสังกะสีขนาดเส้นศูนย์กลาง 8 นิ้ว ไปยังถังน้ำใสที่มีความจุขนาด 900 ลูกบาศก์เมตร

2.5.3 ระบบจ่ายน้ำประปา ประกอบด้วยถังน้ำใส 2 ถัง หอถังสูง 1 ถัง และระบบท่อจ่ายน้ำถึงน้ำใส จำนวน 2 ถัง เป็นถังวางบนดิน (Ground Tank) โดยถังน้ำใสนี้รับน้ำจากโรงกรองน้ำที่ 1 และโรงกรองน้ำที่ 2 ตามลำดับ ส่วนหอถังสูงรับน้ำที่สูบต่อมาจากถังน้ำใสและสุดท้ายคือระบบท่อจ่ายน้ำเพื่อแจกจ่ายน้ำประปาไปยังจุดหมายปลายทาง

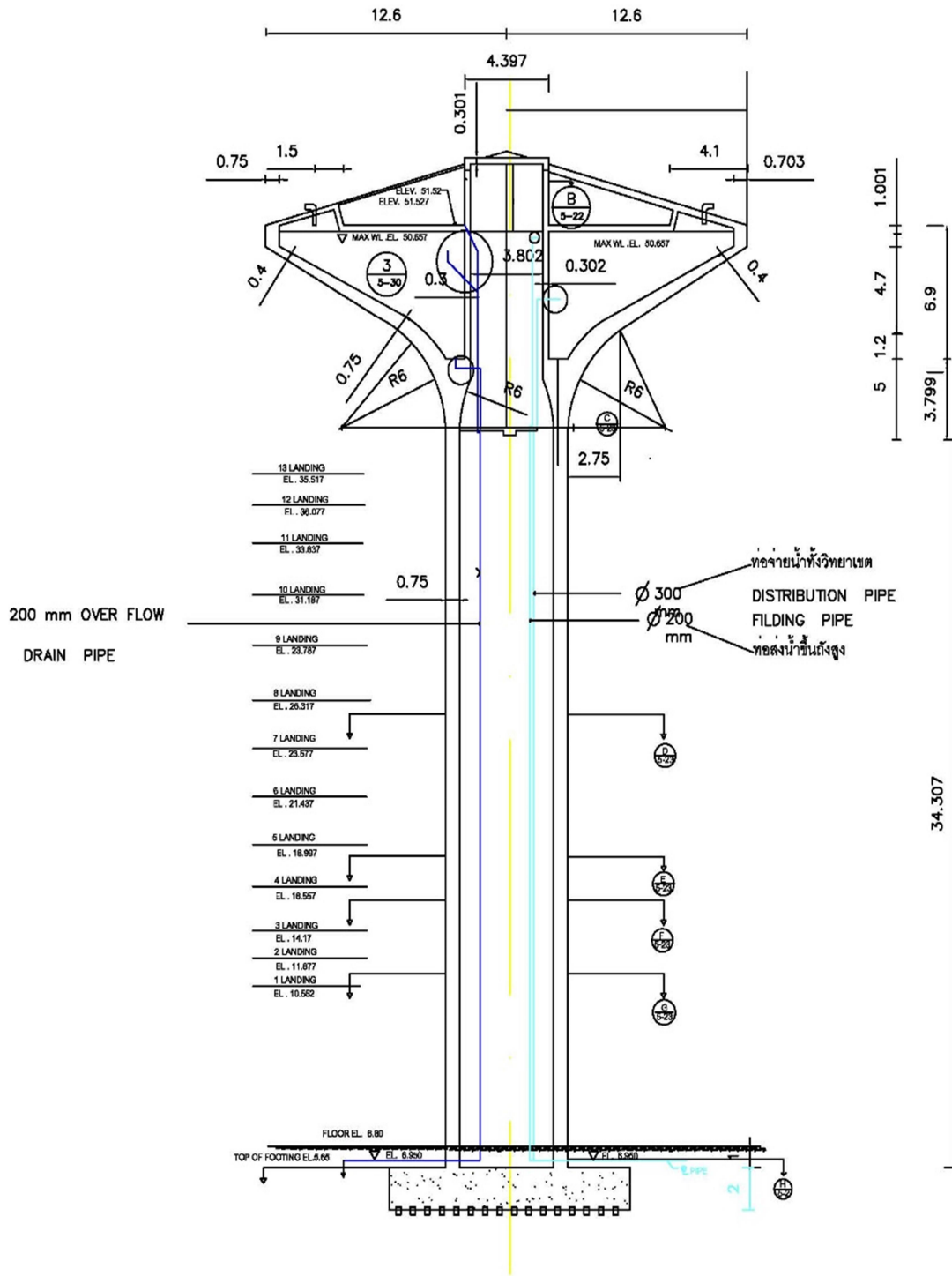
1) ถังน้ำใสที่ 1 ขนาดความจุ 1,000 ลูกบาศก์เมตร ติดตั้งเครื่องสูบน้ำจำนวน 3 ตัว ระบุคุณสมบัติขนาดเครื่องละ 15 แรงม้า และมีอัตราการสูบเครื่องละ 150 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ทำการสูบน้ำขึ้นไปเก็บยังหอถังสูง (ถังตะปู)

2) ถังน้ำใสที่ 2 ขนาดความจุ 900 ลูกบาศก์เมตร ติดตั้งเครื่องสูบน้ำไว้ จำนวน 2 ตัว ขนาดเครื่องละ 40 แรงม้า และมีอัตราการสูบเครื่องละ 250 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ทำการสูบน้ำขึ้นไปเก็บยังหอถังสูง

3) หอถังสูง (ถังตะปู) มีขนาดความจุ 1,000 ลูกบาศก์เมตร โดยหอถังสูงของวิทยาเขตกำแพงแสน มีรูปร่าง ขนาด และรายละเอียดแสดงไว้ตามภาพที่ 2-7 และ 2-8

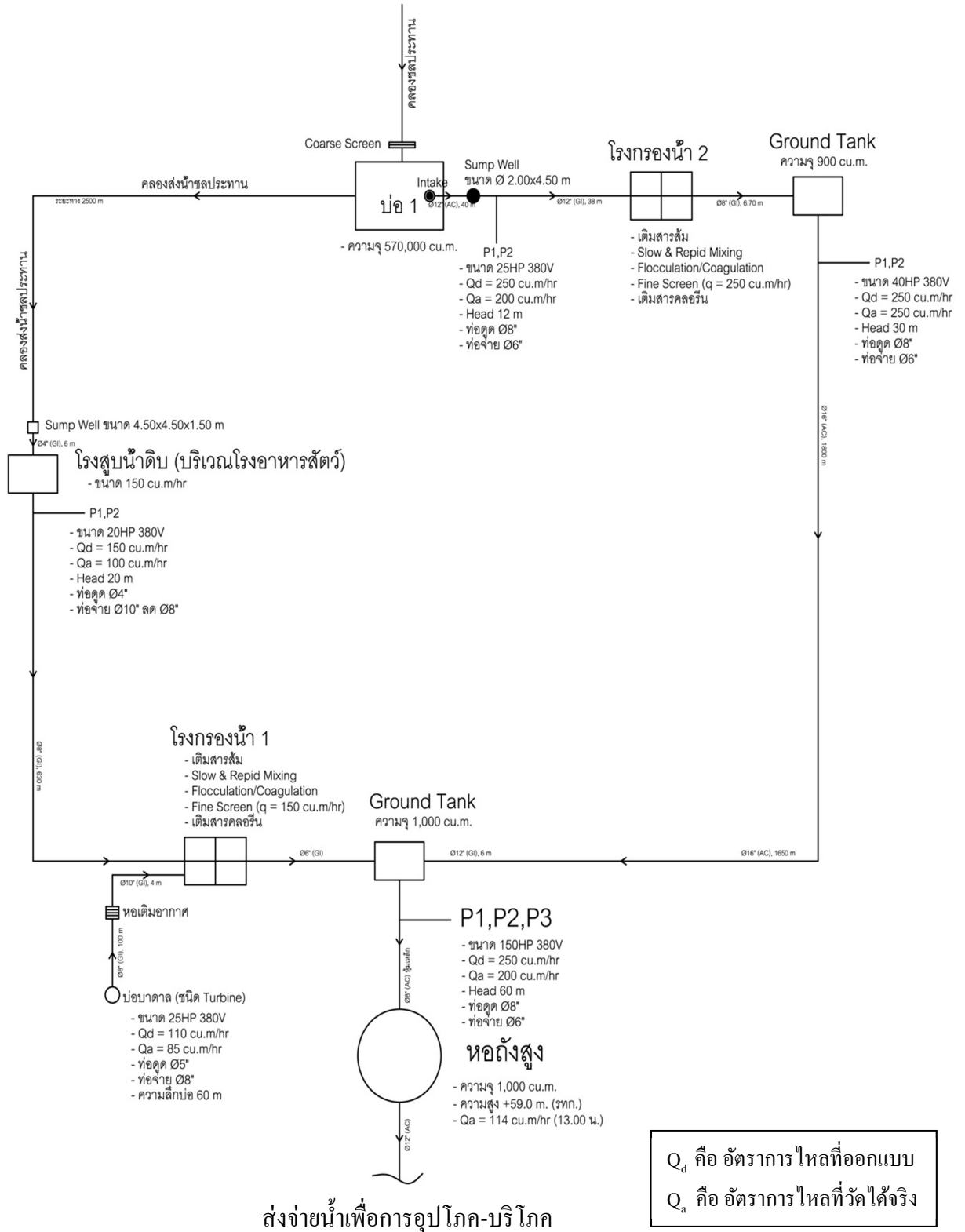


ภาพที่ 2-7 ภาพถ่ายหอดังสูงของวิทยาเขต



ภาพที่ 2-8 แบบรายละเอียดท่อถึงสูงเก็บน้ำของวิทยาเขต

เพื่อให้เข้าใจต่อระบบการผลิตน้ำประปาของวิทยาเขตกำแพงแสน ตามที่ได้กล่าวรายละเอียดมาข้างต้นได้ง่ายยิ่งขึ้น จึงขอแสดงเป็นแผนผังของระบบระบบการผลิตน้ำประปาตามภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 แผนผังระบบผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

บทที่ 3

ผลการศึกษาการใช้น้ำและปริมาณน้ำต้นทุนของวิทยาเขต

3.1 การศึกษาการใช้น้ำ

ลักษณะการใช้น้ำภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ การใช้น้ำเพื่อการเกษตร และการใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค ซึ่งการใช้น้ำแต่ละด้านมีรายละเอียดผลการศึกษาปริมาณความต้องการใช้น้ำ ดังนี้

3.1.1 การคำนวณหาปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนมีพื้นที่ทั้งหมด 7,814 ไร่ พื้นที่ที่ทำการเกษตร มีทั้งพื้นที่การเกษตรสำหรับเพื่อการวิจัยและพื้นที่การเกษตรสำหรับวัตถุประสงค์อื่นๆ ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการแบ่งพื้นที่การใช้น้ำทางด้านการเกษตรของวิทยาเขตกำแพงแสน ออกเป็น 5 ประเภท และจากการสำรวจพบว่าขนาดพื้นที่เพื่อการเกษตรแต่ละประเภท แสดงดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ขนาดของพื้นที่การเกษตรแต่ละประเภท (พ.ศ.2559)

ลำดับ	ประเภทของพื้นที่การเกษตร	พื้นที่ (ไร่)
1	นาข้าว	537.00
2	พืชไร่	1,368.00
3	พืชผัก	168.00
4	ไม้ผล-ไม้ยืนต้น	236.00
5	บ่อปลา-บ่อกึ่ง	50.00
	รวม	2,359.00

จากข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นที่ด้านการเกษตรรวมทั้งหมดเมื่อนำมาแยกตามขอบเขตความรับผิดชอบของแต่ละหน่วยงานและประเภทการเพาะปลูกของแต่ละหน่วยงานรวมทั้งแผนการปลูก แสดงไว้ดังภาพที่ 3-1 ตารางที่ 3-2 และตารางที่ 3-3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3-2 พื้นที่เพื่อการเกษตรของแต่ละหน่วยงานภายในวิทยาเขต (พ.ศ. 2559)

ลำดับ ที่	หน่วยงาน	นาข้าว (ไร่)	พืชไร่ (ไร่)	ไม้ผล-ไม้ยืนต้น (ไร่)	พืชผัก (ไร่)	บ่อปลา-บ่อกัก (ไร่)	พื้นที่การใช้ที่ดินรวม (ไร่)
1	โครงการวิจัยกวาง	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	50.00
2	ฝ่ายจัดการการเกษตร แห่งชาติ	7.00	70.00	0.00	0.00	0.00	77.00
3	ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยฯ	0.00	0.00	30.00	0.00	0.00	30.00
4	พื้นที่ส่วนกลาง	372.00	0.00	0.00	0.00	0.00	372.00
5	ภาควิชาโรคพืช	0.00	36.00	0.00	0.00	0.00	36.00
6	ภาควิชาพืชไร่นา	150.00	32.00	0.00	0.00	0.00	182.00
7	ภาควิชาพืชสวน	0.00	0.00	181.00	0.00	0.00	181.00
8	ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	20.00
9	ภาควิชาวิศวกรรม ชลประทาน	0.00	60.00	5.00	2.00	0.00	67.00
10	ศูนย์วิจัยและพัฒนาไม้ผล เขตร้อน	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	20.00
11	ศูนย์วิจัยและพัฒนา พืชผักเขตร้อน	4.00	0.00	0.00	146.00	0.00	150.00
12	ศูนย์วิจัยการผลิตโค กระบือ	4.00	390.00	0.00	0.00	0.00	394.00
13	ศูนย์วิจัยอ้อยและน้ำตาล	0.00	80.00	0.00	0.00	0.00	80.00
14	สถานีวิจัยประมง กำแพงแสน	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	50.00
15	สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	20.00
16	สถาบันสุวรรณวจากกลี กิจฯ	0.00	630.00	0.00	0.00	0.00	630.00
รวม		537.00	1,368.00	236.00	168.00	50.00	2,359.00

ตารางที่ 3-3 แผนการเพาะปลูกของแต่ละหน่วยงานภายในวิทยาเขต

ลำดับ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ	ประเภทการเพาะปลูก	เดือน										พื้นที่ (ไร่)				
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.		พ.ย.	ธ.ค.		
1	โครงการวิจัยกวาง	พืชไร่															50.00
2	ฝ่ายจัดการเกษตรแห่งชาติ	นาข้าว															7.00
		พืชไร่															70.00
3	ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยฯ	ไม่ผล-ไม่ยืนต้น															30.00
4	พื้นที่ส่วนกลาง	นาข้าว															372.00
5	ภาควิชาโรคพืช	พืชไร่															36.00
6	ภาควิชาพืชไร่นา	นาข้าว															150.00
		พืชไร่															32.00
7	ภาควิชาพืชสวน	ไม่ผล-ไม่ยืนต้น															181.00
8	ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร	พืชไร่															20.00
9	ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน	พืชไร่															60.00
		ไม่ผล-ไม่ยืนต้น															5.00
		พืชผัก															2.00
10	ศูนย์วิจัยและพัฒนาไม่ผลเขตร้อน	ไม่ผล-ไม่ยืนต้น															20.00
11	ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน	นาข้าว															4.00
12		พืชผัก															146.00
13	ศูนย์วิจัยการผลิตโคกระบือ	นาข้าว															4.00
		พืชไร่															390.00
14	ศูนย์วิจัยย่อยและน้ำตาด	พืชไร่															80.00
15	สถานีวิจัยประมาณกำแพงแสน	บ่อปลา-บ่อกุ้ง															50.00
16	สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน	พืชผัก															20.00
17	สถาบันสุวรรณจากกสิกิจฯ	พืชไร่															630.00
รวมทั้งหมด													2359.00				

จากแผนการเพาะปลูกของหน่วยงานต่างๆภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และจากการศึกษาปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร โดยใช้แบบจำลอง Cropwat โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีอุตุนิยมวิทยานครปฐม (ที่ตั้งอยู่ภายในวิทยาเขตกำแพงแสน) ข้อมูลขนาดพื้นที่เพาะปลูก (ตารางที่ 3-2) และแผนการเพาะปลูกของแต่ละหน่วยงานของวิทยาเขต (ตารางที่ 3-3) ทำให้ทราบความต้องการน้ำชลประทานของพื้นที่เกษตร ในแต่ละเดือน ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ผลการคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตร

ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร หน่วย ลบ.ม.						
เดือน	นาข้าว	พืชไร่	พืชผัก	ไม้ผล-ไม้ยืนต้น	บ่อปลา-บ่อกุ้ง	รวมรายเดือน
มกราคม	57,821.21	253,545.63	48,473.49	64,248.44	16,216.00	440,304.78
กุมภาพันธ์	171,835.27	264,935.31	43,460.38	68,027.07	16,432.00	564,690.03
มีนาคม	246,647.23	353,614.18	58,858.00	82,079.31	20,752.00	761,950.71
เมษายน	266,005.59	445,288.83	77,020.45	85,783.57	21,648.00	895,746.44
พฤษภาคม	150,387.14	412,864.55	48,964.97	63,291.77	15,856.00	691,364.43
มิถุนายน	21,409.28	322,973.30	21,986.58	38,335.42	11,520.00	416,224.57
กรกฎาคม	36,413.02	388,040.92	27,980.55	38,803.53	11,215.20	502,453.22
สิงหาคม	130,345.56	314,313.46	40,676.04	40,127.29	11,347.20	536,809.56
กันยายน	95,774.15	167,334.97	17,028.10	19,872.63	5,961.60	305,971.44
ตุลาคม	75,047.93	97,521.81	9,449.18	19,930.26	5,980.80	207,929.99
พฤศจิกายน	76,670.01	110,525.50	24,597.71	34,146.39	9,400.00	255,339.60
ธันวาคม	57,325.90	250,226.52	55,365.97	63,182.16	16,208.00	442,308.55
รวมรายปี	1,385,682.28	3,381,184.96	473,861.44	617,827.84	162,536.80	6,021,093.32
ต่ำสุดรายเดือน	21,409.28	97,521.81	9,449.18	19,872.63	5,961.60	207,929.99
เฉลี่ยรายเดือน	115,473.52	281,765.41	39,488.45	51,485.65	13,544.73	501,757.78
สูงสุดรายเดือน	266,005.59	445,288.83	77,020.45	85,783.57	21,648.00	895,746.44

3.1.2 การคำนวณปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค

3.1.2.1 สถิติการใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค

จากสถิติค่าการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน พบว่ามีความต้องการเพิ่มขึ้นตามจำนวนการเพิ่มของประชากรของวิทยาเขตฯ โดยมีปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคจากสถิติ 5 ปีย้อนหลัง แสดงไว้ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 สถิติของปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ปี พ.ศ. 2555-2559

ลำดับ	เดือน	พ.ศ. 2555	พ.ศ. 2556	พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558	พ.ศ. 2559	เฉลี่ยรายเดือน
		(ลบ.ม.)	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม.)	(ลบ.ม.)
1	มกราคม	111,195.00	102,689.00	75,762.00	97,147.00	107,954.00	98,949.40
2	กุมภาพันธ์	86,487.00	102,799.00	107,990.00	102,087.00	97,627.00	99,398.00
3	มีนาคม	101,778.00	73,810.00	66,020.00	98,981.00	109,273.00	89,972.40
4	เมษายน	99,616.00	93,359.00	81,080.00	131,221.00	140,732.00	109,201.60
5	พฤษภาคม	110,455.00	94,446.00	97,908.00	87,545.00	110,134.00	100,097.60
6	มิถุนายน	93,600.00	62,122.00	75,549.00	102,493.00	96,280.00	86,008.80
7	กรกฎาคม	103,826.00	114,579.00	76,370.00	99,110.00	103,781.00	99,533.20
8	สิงหาคม	111,602.00	73,363.00	74,721.00	72,898.00	106,952.00	87,907.20
9	กันยายน	120,763.00	106,003.00	113,997.00	149,478.00	109,332.00	119,914.60
10	ตุลาคม	86,671.00	60,711.00	94,607.00	115,996.00	88,451.00	89,287.20
11	พฤศจิกายน	103,930.00	87,026.00	83,788.00	170,909.00	189,902.00	127,111.00
12	ธันวาคม	74,831.00	101,293.00	115,090.00	85,926.00	86,921.00	92,812.20
รวมรายปี		1,204,754.00	1,072,200.00	1,062,882.00	1,313,791.00	1,347,339.00	1,200,193.20
อัตราการใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)		259.10	212.11	193.80	226.76	230.29	223.63

จากตารางที่ 2-1 ข้อมูลจำนวนประชากรช่วงปี พ.ศ.2555-2559 และตารางที่ 3-5 สถิติของปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค ปี พ.ศ. 2555-2559 พบว่า มีค่าอัตราการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค สูงสุดในปี 2555 เท่ากับ 259.10 ลิตร/คน/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 223.63 ลิตร/คน/วัน ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าค่าอัตราการใช้น้ำเพื่อการจัดสรรน้ำสำหรับอุปโภค บริโภคที่เสนอไว้โดยกรมชลประทาน และกรมทรัพยากรน้ำ (200 ลิตร ต่อ คน ต่อ วัน) คาดว่าเป็นผลที่เกิดจากการใช้น้ำที่นอกเหนือจากการอุปโภค-บริโภคโดยทั่วไป เช่น มีการนำน้ำประปาดน้ำสนามหญ้า และรวมถึงการใช้สำหรับการทดลองตามศูนย์วิจัยและแหล่งเรียนรู้ต่างๆ

3.1.2.2 การคำนวณปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค

จาก คู่มือการปฏิบัติงาน ด้านการจัดสรรน้ำ ของกรมชลประทาน กล่าวว่า ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคถูกกำหนดอัตราการใช้น้ำตามความต้องการของประชากรที่แตกต่างกัน ซึ่งกำหนดอัตราการใช้น้ำของประชากรในชุมชนลักษณะต่างๆ โดยประชากรที่อยู่ในเขตเทศบาลได้วิเคราะห์จากข้อมูลปริมาณน้ำที่จำหน่ายโดยการประปาส่วนภูมิภาค ส่วนอัตราการใช้น้ำของประชากรนอกเขตเทศบาลกำหนดให้ใช้ตามมาตรฐานของการสำรวจความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) ดังสรุปได้ดังนี้

- เทศบาลนคร กำหนดอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 250 ลิตร/คน/วัน
- เทศบาลเมือง กำหนดอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 200 ลิตร/คน/วัน
- เทศบาลตำบล กำหนดอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 120 ลิตร/คน/วัน
- นอกเขตเทศบาล กำหนดอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 50 ลิตร/คน/วัน

ในการศึกษาคั้งนี้ได้วิเคราะห์ความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เป็นลักษณะของเทศบาลเมือง ดังนั้นจะใช้ค่าเท่ากับ 200 ลิตร/คน/วัน สำหรับนำมาคำนวณปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค

เนื่องจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีประชากรส่วนใหญ่เป็นนิสิตและบุคลากร โดยในช่วง 5 ปีย้อนหลัง พบว่าปี พ.ศ. 2559 เป็นปีที่มีจำนวนประชากรมากที่สุด และพบว่าแนวโน้มมีอัตราเพิ่มขึ้นที่ไม่สูงมากหรือคงที่ตามนโยบายของรัฐบาลและมหาวิทยาลัย ดังนั้นในการคำนวณหาความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคของการศึกษาคั้งนี้จึงได้ใช้จำนวนประชากรปี พ.ศ. 2559 เป็นจำนวนตัวแทนเพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณความต้องการน้ำสำหรับอุปโภค-บริโภค ในการคำนวณใช้จำนวนประชากรสูงสุด (16,029 คน) สำหรับช่วงเดือนส.ค.-ธ.ค.และก.พ.-เมย. ส่วนเดือน ม.ค.

และเดือน มิ.ย.-ก.ค. จะคิดจำนวนนิสิตเท่าที่ลงทะเบียนเรียนภาคฤดูร้อน ในการคำนวณได้หาความต้องการน้ำสำหรับอุปโภค-บริโภครายเดือนออกเป็น 2 กรณี กรณีที่ 1 หาความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค จากค่าสถิติการใช้น้ำเฉลี่ยรายเดือน 5 ปีย้อนหลัง และกรณีที่ 2 หาความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค โดยใช้ค่าอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 200 ลิตร/วัน /คน ผลการคำนวณความต้องการน้ำสำหรับอุปโภค-บริโภค ได้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค

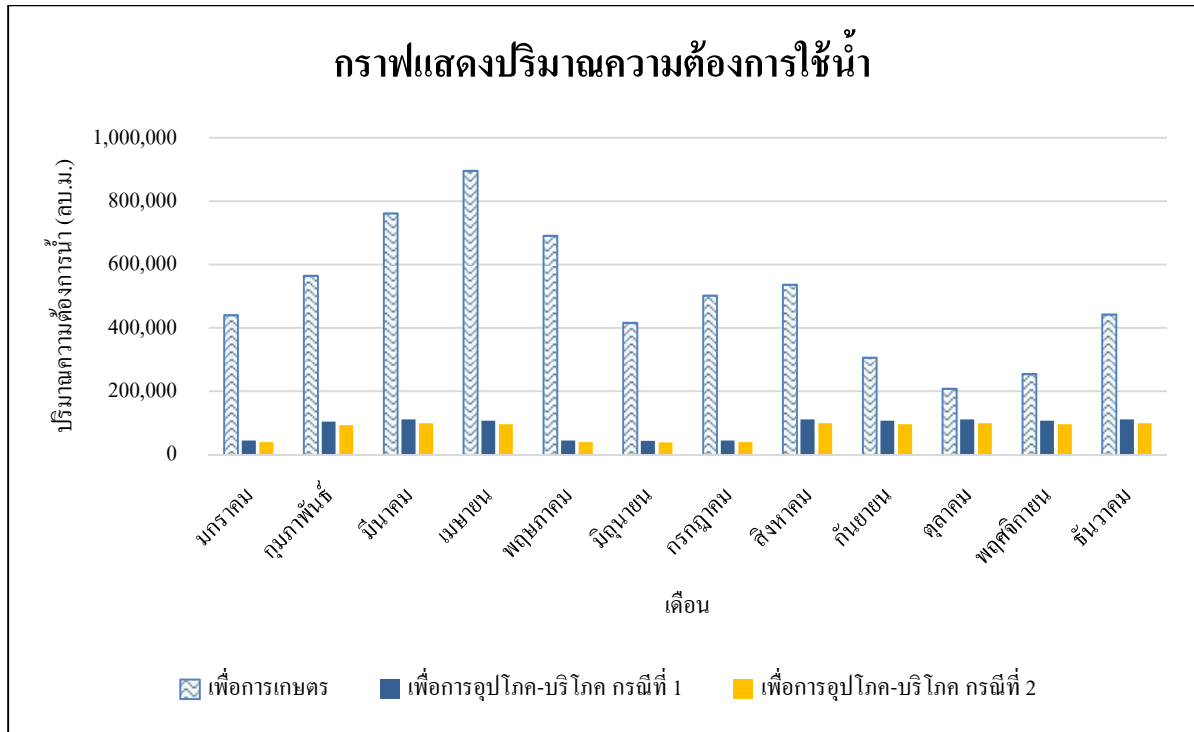
ลำดับ	เดือน	ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค (ลูกบาศก์เมตร)	
		กรณีที่ 1	กรณีที่ 2
1	มกราคม	44,901.25	40,157.40
2	กุมภาพันธ์	103,950.65	92,968.20
3	มีนาคม	111,119.67	99,379.80
4	เมษายน	107,535.16	96,174.00
5	พฤษภาคม	44,901.25	40,157.40
6	มิถุนายน	43,452.82	38,862.00
7	กรกฎาคม	44,901.25	40,157.40
8	สิงหาคม	111,119.67	99,379.80
9	กันยายน	107,535.16	96,174.00
10	ตุลาคม	111,119.67	99,379.80
11	พฤศจิกายน	107,535.16	96,174.00
12	ธันวาคม	111,119.67	99,379.80
รวมรายปี		1,049,191.36	938,343.60
ต่ำสุดรายเดือน		43,452.82	38,862.00
เฉลี่ยรายเดือน		87,432.61	78,195.30
สูงสุดรายเดือน		111,119.67	99,379.80

หมายเหตุ : กรณีที่ 1 คำนวณจากค่าอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยรายเดือน 5 ปีย้อนหลัง
: กรณีที่ 2 คำนวณโดยใช้ค่าอัตราการใช้น้ำ 200 ลิตร/วัน /คน

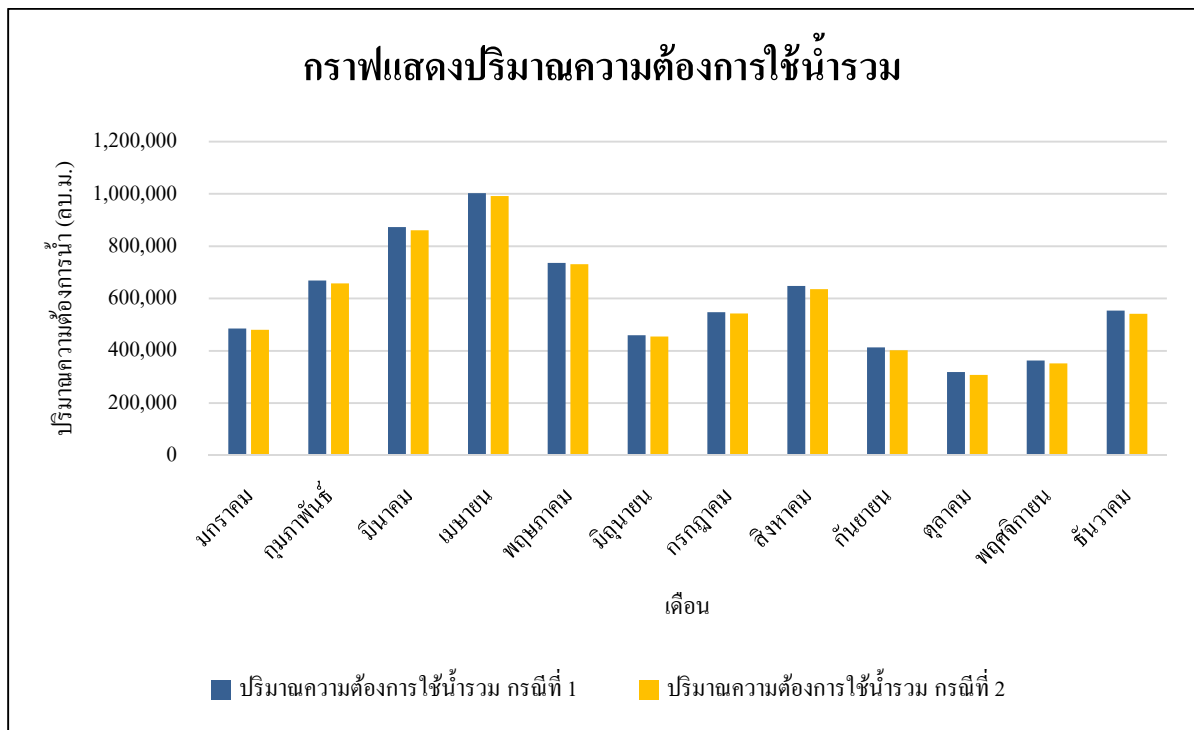
จากความต้องการใช้น้ำด้านการเกษตร (ตารางที่ 3-4) และความต้องการใช้น้ำด้านอุปโภค-บริโภคที่คำนวณได้ (ตารางที่ 3-6) สามารถนำมาคำนวณหาความต้องการใช้น้ำรวมได้ผลดังตารางที่ 3-7 และนำมาเปรียบเทียบปริมาณความต้องการน้ำระหว่างเพื่อการเกษตรกับเพื่อการอุปโภค บริโภค ให้เห็นดังกราฟภาพที่ 3-2 (ก) พบว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรมีค่ามากกว่าปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณความต้องการน้ำรวมของทั้งวิทยาเขตระหว่างการคำนวณด้วยกรณีใช้สถิติอัตราการใช้น้ำรายวันเฉลี่ยจากข้อมูลการใช้น้ำย้อนหลัง 5 ปี กับการใช้เกณฑ์มาตรฐานอัตราการใช้น้ำของประชากรในเขตเทศบาลเมือง ดังปรากฏตามภาพที่ 3-2 (ข) พบว่ามีค่าต่างกันไม่มากนัก

ตารางที่ 3-7 ผลการคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำรวม

เดือน	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ เพื่อการเกษตร (ลบ.ม.)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการ อุปโภค บริโภค (ลบ.ม.)		ปริมาณความต้องการใช้น้ำรวม (ลบ.ม.)	
		กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2
มกราคม	440,304.78	44,901.25	40,157.40	485,206.02	480,462.18
กุมภาพันธ์	564,690.03	103,950.65	92,968.20	668,640.68	657,658.23
มีนาคม	761,950.71	111,119.67	99,379.80	873,070.37	861,330.51
เมษายน	895,746.44	107,535.16	96,174.00	1,003,281.60	991,920.44
พฤษภาคม	691,364.43	44,901.25	40,157.40	736,265.68	731,521.83
มิถุนายน	416,224.57	43,452.82	38,862.00	459,677.39	455,086.57
กรกฎาคม	502,453.22	44,901.25	40,157.40	547,354.46	542,610.62
สิงหาคม	536,809.56	111,119.67	99,379.80	647,929.22	636,189.36
กันยายน	305,971.44	107,535.16	96,174.00	413,506.60	402,145.44
ตุลาคม	207,929.99	111,119.67	99,379.80	319,049.65	307,309.79
พฤศจิกายน	255,339.60	107,535.16	96,174.00	362,874.76	351,513.60
ธันวาคม	442,308.55	111,119.67	99,379.80	553,428.22	541,688.35
รวมรายปี	6,021,093.32	1,049,191.36	938,343.60	7,070,284.67	6,959,436.92
ต่ำสุดรายเดือน	207,929.99	43,452.82	38,862.00	319,049.65	307,309.79
เฉลี่ยรายเดือน	501,757.78	87,432.61	78,195.30	589,190.39	579,953.08
สูงสุดรายเดือน	895,746.44	111,119.67	99,379.80	1,003,281.60	991,920.44



(ก) เปรียบเทียบระหว่างความต้องการน้ำเพื่อการเกษตร กับ เพื่อการอุปโภค บริโภค



(ข) เปรียบเทียบความต้องการใช้น้ำรวมระหว่าง กรณีที่ 1 และ 2

ภาพที่ 3-2 แสดงปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน ภายในวิทยาเขตกำแพงแสน

3.2 การศึกษาปริมาณน้ำต้นทุน

3.2.1 ปริมาณการส่งน้ำจากคลองชลประทาน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน

เนื่องจากปัจจุบันมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ใช้แหล่งน้ำต้นทุนโดยรับน้ำมาจากการส่งน้ำของคลองส่งน้ำ 1L-6R-2L ซึ่งเป็นคลองแยกขอยออกมาจากคลองส่งน้ำ 6R-2L โดยอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบและภายใต้การดูแลของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน สำนักงานชลประทานที่ 13 กรมชลประทาน และมีแหล่งเก็บกักน้ำผิวดินที่เป็นแหล่งน้ำหลักของวิทยาเขตคือบ่อเก็บกักน้ำ (บ่อ 1) ทำหน้าที่เก็บกักน้ำไว้ใช้สำหรับกิจกรรมการใช้น้ำเพื่อการเกษตรและอุปโภค-บริโภค จากการศึกษาจากสถิติบันทึกการส่งน้ำผ่านคลองส่งน้ำ 6R-2L พบว่ามีการส่งน้ำเฉลี่ย ดังแสดงตามตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 ปริมาณน้ำผ่านเข้าปากคลอง 6R-2L ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน

ปริมาณการส่งน้ำเฉลี่ยของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวนของคลอง 6R-2L หน่วย ลบ.ม.						
เดือน	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2554	พ.ศ. 2555	พ.ศ. 2556	พ.ศ. 2557	เฉลี่ย
มกราคม	-	-	-	-	-	-
กุมภาพันธ์	4,452,969.60	-	4,001,523.64	5,279,990.40	4,836,499.20	3,714,196.57
มีนาคม	5,621,443.20	2,071,440.00	5,264,179.20	7,117,372.80	6,053,788.80	5,225,644.80
เมษายน	5,519,923.20	394,934.40	5,614,704.00	6,886,944.00	6,709,824.00	5,025,265.92
พฤษภาคม	5,515,344.00	2,564,870.40	5,573,750.40	7,116,508.80	7,116,508.80	5,577,396.48
มิถุนายน	1,800,921.60	-	2,330,899.20	2,066,083.20	6,886,944.00	2,616,969.60
กรกฎาคม	363,657.60	-	1,682,899.20	3,388,176.00	7,116,508.80	2,510,248.32
สิงหาคม	4,177,699.20	58,320.00	1,705,104.00	6,695,136.00	7,116,508.80	3,950,553.60
กันยายน	2,195,337.60	3,817,584.00	1,439,510.40	7,547,558.40	6,886,944.00	4,377,386.88
ตุลาคม	4,018,982.40	2,468,620.80	-	6,647,443.20	7,116,508.80	4,050,311.04
พฤศจิกายน	5,041,267.20	3,170,880.00	5,219,337.60	6,638,976.00	6,886,944.00	5,391,480.96
ธันวาคม	1,175,731.20	598,838.40	4,598,726.40	2,066,083.20	1,836,518.40	2,055,179.52
รวม	39,883,276.80	15,145,488.00	37,430,634.04	61,450,272.00	68,563,497.60	44,494,633.69

ที่มา : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน กรมชลประทาน

3.2.2 รายละเอียดทางวิศวกรรมของคลองชักน้ำเข้าสู่บ่อ 1 จากการออกแบบ

คลองส่งน้ำที่นำน้ำเข้าสู่บ่อ 1 ของวิทยาเขตกำแพงแสน คือคลองชักน้ำ 1L-6R-2L (Feeder canal) ที่แยกมาจากคลอง 6R-2L จากข้อมูลรายละเอียดจากแบบ (Drawing) คลองส่งน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน ได้แสดงรายละเอียดของคลองชักน้ำ ไว้ดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 รายละเอียดและขนาดคลองชักน้ำเข้าสู่บ่อ 1 (1L-6R-2L)

กม.ถึง กม.		Q	A	V	S	B	D	SS
0+000	0+531.2	1.572	3.134	0.502	1:8000	1.00	1.15	1:1.5
0+531.2	0+896	1.427	2.915	0.490	1:8000	1.00	1.10	1:1.5
0+896	1+510	1.290	2.704	0.477	1:8000	1.00	1.05	1:1.5

จากตารางแสดงรายละเอียดคลองชักน้ำตามข้อมูลการออกแบบ เมื่อ Q คืออัตราการไหล (ลบ.ม.ต่อวินาที) A คือพื้นที่หน้าตัดการไหล (ตร.ม.) V คือความเร็วเฉลี่ยการไหล (ม.ต่อ วินาที) S คือความลาดของท้องคลอง B คือความกว้างของก้นคลอง D คือความลึกของน้ำ (ม) และ SS คือความลาดของตลิ่งคลอง

จะเห็นว่าอัตราการไหลเข้าคลองชักน้ำที่ต้นคลอง เท่ากับ 1.572 ลบ.ม.ต่อ วินาที และเมื่อจะเข้าสู่บ่อ 1 จะมีความลึกของน้ำในคลองเท่ากับ 1.05 ม. อัตราการไหล เท่ากับ 1.29 ลบ.ม. ต่อ วินาที แต่เนื่องจากคลองมีอายุการใช้งานมานาน มีการชำรุด มีตะกอนตกจมนวมทั้งมีวัชพืชขึ้นปกคลุมอยู่เป็นปริมาณมาก ดังนั้นอัตราการไหลจริงของคลองจะไม่เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ ต้องมีการตรวจวัดเพื่อให้ได้ค่าอัตราการไหลที่เกิดขึ้นจริงต่อไป

3.2.3 การตรวจวัดปริมาณน้ำในคลองชักน้ำที่ไหลเข้าสู่บ่อ 1

จากสภาพคลองชักน้ำที่ปรากฏรวมทั้งจากการพบว่าท่อระบายน้ำบริเวณปากคลองชักน้ำ มีสภาพชำรุด บานประตูมีเพียง 1 บานจาก 2 บาน และไม่สามารถปิด เปิด ได้ ทำให้น้ำจากคลอง 6R-2L ไหลเข้าสู่คลองชักน้ำ 1L-6R-2L เป็นไปในลักษณะไม่มีการควบคุมการส่งน้ำ ทำให้อัตราการไหลเข้าสู่คลองชักน้ำแปรผันตามอัตราการไหลและระดับน้ำของคลอง 2L และ 6R-2L (คลองสายใหญ่และคลองซอยตามลำดับ) รวมทั้งสภาพคลองชักน้ำ 1L-6R-2L มีวัชพืชมาก และมีชาวบ้านใช้น้ำทางต้นน้ำ ดังนั้นจึงได้มีการตรวจวัดอัตราการไหลที่แท้จริงภายในคลองชักน้ำ ได้ข้อมูลดังนี้คือ

- ครั้งที่ 1 ความลึกน้ำวัดได้ 1.12 ม. อัตราการไหล 0.377 ลบ.ม.ต่อ วินาที
- ครั้งที่ 2
 - จุดต้นคลอง ได้ความลึก 1.07 ม. อัตราการไหล 0.354 ลบ.ม.ต่อ วินาที
 - จุดปลายคลอง (ใกล้กับบ่อ 1) ได้ความลึก 0.85 ม. อัตราการไหล 0.312 ลบ.ม.ต่อ วินาที
- ครั้งที่ 3 ได้ความลึก 0.80 ม. อัตราการไหล 0.268 ลบ.ม.ต่อ วินาที
- ครั้งที่ 4 ได้ความลึก 0.80 ม. อัตราการไหล 0.249 ลบ.ม.ต่อ วินาที
- ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.312 ลบ.ม.ต่อ วินาที

จากข้อมูลอัตราการไหลที่วัดได้ พบว่ามีค่าต่ำกว่า อัตราการไหลออกแบบค่อนข้างมาก ($Q_d = 1.290$ ลบ.ม.ต่อ วินาที) จากสาเหตุมีวัชพืชขึ้นภายในคลองกีดขวางการไหลของน้ำ รวมทั้งมีการเทอของน้ำ (Back water) จากบ่อ 1 ขึ้นไปทางด้านเหนือน้ำของคลองชักน้ำ อย่างไรก็ตามการไหลของน้ำเข้าไปยังบ่อ 1 มีลักษณะเป็นแบบตลอดเวลา (ไม่มีการปิด - เปิดบานประตูน้ำ) ทำให้มีปริมาณน้ำไหลเข้าบ่อ 1 อยู่ตลอดเวลาที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวนยังคงส่งน้ำเข้าคลอง 6R-2L ดังนั้นในการคำนวณเพื่อต้องการทราบความเพียงพอของน้ำต้นทุนที่จะถูกนำมาใช้ภายในวิทยาเขต จะใช้อัตราการไหลจากการวัด เฉลี่ยเท่ากับ 0.312 ลบ.ม.ต่อวินาที มาใช้ในการคำนวณ

3.2.4 เปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้รับจริงเข้าบ่อ 1 กับปริมาณความต้องการที่คำนวณได้

จากการวัดอัตราการไหลของน้ำด้วยเครื่องตรวจวัด พบว่า ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าบ่อเก็บกักน้ำ (บ่อ 1) มีอัตราการไหลที่วัดได้จริง เฉลี่ยเท่ากับ 0.312 ลบ.ม. ต่อวินาที ซึ่งมีอัตราการไหลที่ต่ำกว่าอัตราการไหลในคลองส่งน้ำที่กรมชลประทานออกแบบไว้ โดยผลการคำนวณเปรียบเทียบปริมาณน้ำต้นทุนกับปริมาณความต้องการน้ำรวมรายเดือนที่คำนวณได้ แสดงไว้ในตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 สรุปผลปริมาณน้ำรับจากคลองสู่อบ่อ 1 กับ ปริมาณความต้องการใช้น้ำ

ปริมาณน้ำรับเข้า บ่อ 1 (ล้าน ลบ.ม.)		ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ล้าน ลบ.ม.)									
		เพื่อการเกษตร		เพื่อการอุปโภค บริโภค				รวม			
ต่อปี	ต่อเดือน	ต่อปี	ต่อเดือน	กรณี 1		กรณี 2		กรณี 1		กรณี 2	
				ต่อปี	ต่อเดือน	ต่อปี	ต่อเดือน	ต่อปี	ต่อเดือน	ต่อปี	ต่อเดือน
8.422	0.702	6.021	0.502	1.049	0.087	0.938	0.078	7.070	0.589	6.959	0.580

จากข้อมูลทางสถิติของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน ตารางที่ 3-8 จะเห็นว่าปริมาณน้ำไปผ่านคลองชักน้ำเฉลี่ยรวมตลอดทั้งปี เท่ากับ 44,494,633.69 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 3,707,886.14 ลูกบาศก์เมตร ต่อ เดือน โดยจะมีการหยุดส่งน้ำช่วงเดือนมกราคมของทุกปี เพื่อทำการซ่อมแซมคลองส่งน้ำ และจากการออกไปตรวจวัดอัตราการไหลแท้จริงของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าบ่อ 1 มีค่ารวมทั้งปี 9,003,571.20 ลูกบาศก์เมตร เฉลี่ยอยู่ที่เดือนละ 750,297.00 ลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำมาคำนวณหักปริมาณน้ำสูญเสียไปจากการระเหยและรั่วซึม และมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มเติมเข้ามาชดเชย แล้วพบว่าต้องการการรับน้ำจากคลองส่งน้ำสุทธิ รวมทั้งปีเท่ากับ 8,422,151.20 ล้านลูกบาศก์เมตรเท่านั้น **หรือเฉลี่ยต้องการการส่งน้ำเพียงเดือนละ 701,845.93 ลูกบาศก์เมตร ต่อเดือน** นำมาเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการน้ำรวมจากการใช้เพื่อการเกษตรและเพื่อการอุปโภค บริโภค ที่มีค่าความต้องการปีละ 7,070,284.67-6,959,436.92 ลูกบาศก์เมตร หรือ**ต้องการใช้น้ำเฉลี่ยเดือนละ 589,190.39-579,953.08 ลูกบาศก์เมตร** พบว่าปริมาณน้ำที่กรมชลประทานส่งมาให้มีความเพียงพอต่อปริมาณความต้องการน้ำของวิทยาเขตตลอดทั้งปี อย่างไรก็ตามวิทยาเขตจะต้องมีการสำรองน้ำไว้ในสระเก็บน้ำ เนื่องจากถ้าปีใดปีหนึ่งเกิดสภาวะฝนแล้ง กรมชลประทานไม่สามารถส่งน้ำมาให้ได้เป็นระยะเวลาเกิน 2 เดือน จะกระทบกับการใช้น้ำของวิทยาเขตทันที

3.2.5 อัตราการส่งน้ำจากบ่อ 1 เข้าสู่คลองส่งน้ำสายหลัก (คลอง 1L-1) ของวิทยาเขต

จากที่ผ่านมามีพบว่า การปล่อยน้ำจากบ่อ 1 เข้าสู่คลองสายหลักของวิทยาเขต 1L-1 เป็นลักษณะแบบตลอดเวลาและไม่ได้เปิดบานสูงสุด และจากการวัดอัตราไหลของคลอง 1L-1 พบว่ามีการเปิดน้ำเฉลี่ยอยู่ที่อัตราการไหลเท่ากับ 0.271 ลบ.ม.ต่อวินาที และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่มีทั้งส่งได้จริงกับปริมาณน้ำที่ต้องการมีทั้งส่งไปเพื่อการเกษตรและส่งไปเป็นน้ำดิบสำหรับการผลิตน้ำประปา ซึ่งได้ผลได้ดังตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 สรุปผลปริมาณน้ำออกจากบ่อ 1 สู่คลอง 1L-1 กับ ปริมาณความต้องการใช้น้ำ

ปริมาณน้ำส่งออกจากบ่อ 1 (ล้าน ลบ.ม.)		ปริมาณความต้องการใช้น้ำ (ล้าน ลบ.ม.)									
		เพื่อการเกษตร		เพื่อการอุปโภค บริโภค				รวม			
ต่อปี	ต่อเดือน	ต่อปี	ต่อเดือน	กรณี 1		กรณี 2		กรณี 1		กรณี 2	
				ต่อปี	ต่อเดือน	ต่อปี	ต่อเดือน	ต่อปี	ต่อเดือน	ต่อปี	ต่อเดือน
8.704	0.725	6.021	0.502	1.049	0.087	0.938	0.078	7.070	0.589	6.959	0.580

เมื่อปริมาณน้ำจากคลองชลประทานไหลเข้าสู่บ่อ 1 วิทยาเขตจะเปิดน้ำผ่านท่อระบายน้ำเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.00 ม. มีบานระบายขนาด 1.35 x 1.50 ตร.ม. เพื่อส่งน้ำออกจากบ่อ 1 เข้าสู่คลองสายหลักคือคลอง 1L-1 ซึ่งจากการคำนวณทางชลศาสตร์ให้อัตราการไหลสูงสุดประมาณ 0.700 ลบ.ม.ต่อ วินาที แต่จากการตรวจวัดซึ่งให้ค่าการไหลที่ยังไม่เต็มความจุที่ระดับน้ำใช้การ (Full supply level) เนื่องจากไม่สามารถเปิดบานเพื่อทำการวัดได้เต็มที่เพราะเกรงจะเกิดน้ำท่วมพื้นที่ใช้น้ำ ดังนั้นจึงใช้ค่าเฉลี่ยที่สามารถวัดได้ และมีค่าต่ำกว่าความจุใช้การของคลอง ได้ค่าอยู่ที่ 0.271 ลูกบาศก์เมตร ต่อวินาทีมาคำนวณปริมาณน้ำส่งออกจากบ่อ 1 เป็นรายปีและเฉลี่ยรายเดือน ได้ค่าดังตารางที่ 3-10 คือ 8,703,936.00 ลูกบาศก์เมตร และ 725,328.00 ลูกบาศก์เมตรเมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่มีทั้งส่งได้จริงกับปริมาณน้ำที่ต้องการรวมเพื่อการเกษตรและเป็นน้ำดิบสำหรับการผลิตน้ำประปา พบว่าขาดน้ำอยู่เพียงเล็กน้อย ประกอบกับปริมาณน้ำดิบเพื่อการประปายังมีน้ำอีกส่วนหนึ่งที่สูบมาจากบ่อบาดาล ทำให้ปริมาณความต้องการน้ำรวมที่ต้องการจากบ่อ 1 ลดลง รวมทั้งในการส่งน้ำจริงยังสามารถเปิดบานเพิ่มเพื่อเพิ่มอัตราการไหลได้ จึงพอสรุปได้ว่าขนาดคลองส่งน้ำ 1L-1 ยังมีขนาดความจุเพียงพอที่จะส่งน้ำไปใช้ทั้งด้านการเกษตรและอุปโภค บริโภค พร้อมๆ กันได้

บทที่ 4

การสำรวจสภาพระบบชลประทานในปัจจุบัน

การสำรวจสภาพระบบชลประทานในปัจจุบันภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้แบ่งการสำรวจออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การสำรวจสภาพคลองส่งน้ำ และการสำรวจสภาพอาคารชลประทานประกอบคลองชลประทาน ซึ่งเป็นการสำรวจเพื่อประเมินสภาพความเสียหายของระบบชลประทานในปัจจุบัน เนื่องจากหากระบบชลประทานเกิดความเสียหาย จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการส่งน้ำของระบบชลประทานลดลง เกิดการสูญเสียน้ำชลประทานภายในระบบเพิ่มมากขึ้น ในการสำรวจได้ใช้วิธีเดินสำรวจ(Walk Through) ผลการเดินสำรวจด้วยตา ได้ข้อมูลสภาพของคลองส่งน้ำในปัจจุบัน ดังนี้

4.1 คลองส่งน้ำในปัจจุบัน

คลองส่งน้ำชลประทานภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ประกอบด้วยคลองสายหลัก 2 เส้น ได้แก่ คลอง 1L-1 (ส่งน้ำจากบ่อ 1 ถึงบริเวณพื้นที่ของภาควิชาสัตวบาล) และคลอง 2L-1L-1(คลองซอยแยกจากคลอง 1L-1 ถึงบริเวณภาควิชาประมง) สภาพของคลองส่งน้ำชลประทานในปัจจุบันมีการชำรุดทรุดโทรมตามสภาพการใช้งานและการขาดการดูแลอย่างต่อเนื่อง ส่งผลทำให้มีความเสียหายบ้างในบางส่วน โดยในการศึกษาคั้งนี้ได้มีการแบ่งประเภทความเสียหายของคลองชลประทานดังนี้

- 1) การเกิดรอยแตกตามยาวของแผ่นคอนกรีตตาดคลองแบบต่อเนื่อง
- 2) การเกิดรอยแตกตามยาวของแผ่นคอนกรีตตาดคลองแบบไม่ต่อเนื่อง
- 3) การเกิดรอยแตกตามขวางของแผ่นคอนกรีตตาดคลอง
- 4) การเกิดรอยแตกของแผ่นคอนกรีตตาดคลองแบบโครงข่าย
- 5) การพังทลายของคันคลองลงสู่คลอง
- 6) การพังทลายของแผ่นคอนกรีตตาดคลอง
- 7) การเกิดตะกอนและขยะในคลอง
- 8) หญ้าขึ้นปกคลุมไม่สามารถสำรวจได้
- 9) การเกิดความเสียหายอื่นๆ

จากการสำรวจคลองชลประทานสายหลัก (1L-1 และ 2L-1L-1) ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน พบสภาพความเสียหายตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น ตามแนวคลองที่สำรวจค่อนข้างมาก ซึ่งมีตัวอย่างสภาพความเสียหายดังนี้

4.1.1 ตัวอย่างความเสียหายของคลองส่งน้ำชลประทาน (1L-1)

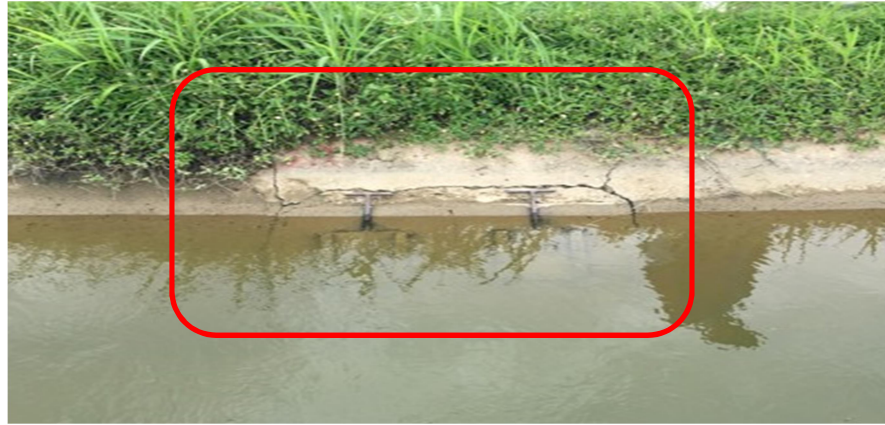
จากการสำรวจภาคสนาม ณ. วันที่ 1-2 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบความเสียหายของคลองในรูปแบบต่างๆ ซึ่งยกตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-1 ถึงภาพที่ 4-9



ภาพที่ 4-1 การเกิดรอยแตกตามยาวแบบต่อเนื่องของคลองส่งน้ำ 1L-1



ภาพที่ 4-2 การเกิดรอยแตกตามยาวแบบไม่ต่อเนื่องของคลองส่งน้ำ 1L-1



ภาพที่ 4-3 การเกิดรอยแตกแบบโครงข่ายของคลองส่งน้ำ 1L-1



ภาพที่ 4-4 การเกิดรอยแตกตามขวางของคลองส่งน้ำ 1L-1



ภาพที่ 4-5 การพังทลายของแผ่นคอนกรีตของคลองส่งน้ำ 1L-1



ภาพที่ 4-6 การพังทลายของคันคลองสู่คลองส่งน้ำ 1L-1

(ก) ตะกอน



(ข) ขยะ



ภาพที่ 4-7 การเกิดตะกอนและขยะในคลองส่งน้ำ 1L-1



ภาพที่ 4-8 คลองมีหญ้าขึ้นปกคลุมไม่สามารถสำรวจได้ของคลองส่งน้ำ 1L-1



ภาพที่ 4-9 การเกิดความเสียหายอื่นๆ ของคลองส่งน้ำ 1L-1
(เกิดจากการยกเลิกใช้คูส่งน้ำและท่อส่งน้ำเข้านา)

จากการสำรวจสภาพความเสียหายของคลองส่งน้ำชลประทานสาย 1L-1 ณ วันที่ 1-2 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 ตามสภาพความเสียหายตามที่แบ่งไว้ข้างต้น สรุปผลได้ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 สภาพความเสียหายของคลองชลประทานสาย 1L-1

ลำดับ	สภาพความเสียหาย	ปริมาณความเสียหายทั้งหมด (%)
1	การเกิดรอยแตกตามยาวของแผ่นคอนกรีตตาดคลองแบบต่อเนื่อง	2.246
2	การเกิดรอยแตกตามยาวของแผ่นคอนกรีตตาดคลองแบบไม่ต่อเนื่อง	2.994
3	การเกิดรอยแตกของแผ่นคอนกรีตตาดคลองตามขวาง	3.743
4	การเกิดรอยแตกของแผ่นคอนกรีตตาดคลองแบบโครงข่าย	0.299
5	การพังทลายของคันคลองลงสู่คลอง	0.150
6	การพังทลายของแผ่นคอนกรีตตาดคลอง	0.299
7	การเกิดตะกอนและขยะในคลอง	0.299
8	หญ้าขึ้นปกคลุมไม่สามารถสำรวจได้	17.066
9	การเกิดความเสียหายอื่นๆ	0.150
10	ไม่มีความเสียหาย	72.754
รวม		100.000

หมายเหตุ สำรวจ ณ วันที่ 1-2 กรกฎาคม พ.ศ. 2560

จากการสำรวจสภาพคลองส่งน้ำชลประทาน 1L-1 ในปัจจุบัน พบว่า สภาพคลองส่วนใหญ่ไม่มีความเสียหายและมีสภาพที่สมบูรณ์ ทำให้คลองส่งน้ำชลประทานมีประสิทธิภาพการใช้งานที่ดี โดยสภาพปัญหาของคลองส่งน้ำ 1L-1 ที่ควรมีการบำรุงรักษาและทำการปรับปรุงได้แบบทันทีทันใด คือ คลองในปัจจุบันมีหญ้าขึ้นปกคลุมผิวคลองคอนกรีต ทำให้ไม่สามารถสำรวจคลองได้ คิดเป็น 17.066 % ของความเสียหายคลองทั้งหมด โดยส่งผลทำให้ไม่สามารถประเมินสภาพคลองได้ครบถ้วน รวมถึงการเกิดตะกอนและขยะในคลองที่คิดเป็น 0.299 % ของความเสียหายคลองทั้งหมด และการพังทลายของคันคลองสู่คลอง ที่คิดเป็น 0.150 % ของความเสียหายคลองทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการส่งน้ำของคลองที่ลดลง ความสะอาดและการปนเปื้อนของน้ำ เนื่องจากคลองส่งน้ำ 1L-1 เป็นคลองส่งน้ำชลประทานเพื่อการอุปโภค-บริโภคภายในวิทยาเขต โดยการเกิดการพังทลายของแผ่นคอนกรีตของคลองส่งน้ำ 1L-1 ที่คิดเป็น 0.299 % ของความเสียหายคลองทั้งหมด ส่วนใหญ่เกิดบริเวณต้นคลอง ที่ กม. 0+005 ถึง กม. 0+020

4.1.2 ตัวอย่างความเสียหายของคลองส่งน้ำชลประทาน (2L-1L-1)

จากการสำรวจภาคสนาม ณ. วันที่ 1-2 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบความเสียหายของคลองในรูปแบบต่างๆ ซึ่งยกตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 4-10 ถึงภาพที่ 4-15



ภาพที่ 4-10 การเกิดรอยแตกตามขวางของคลองส่งน้ำ 2L-1L-1



ภาพที่ 4-11 การพังทลายของแผ่นคอนกรีตของคลองส่งน้ำ 2L-1L-1



(ก) ตะกอน



(ข) ขยะ

ภาพที่ 4-12 การเกิดตะกอนและขยะในคลองส่งน้ำ 2L-1L-1



ภาพที่ 4-13 การพังทลายแบบโครงข่ายของคลองส่งน้ำ 2L-1L-1



ภาพที่ 4-14 คลองมีหญ้าขึ้นปกคลุมไม่สามารถสำรวจได้ของคลองส่งน้ำ 2L-1L-1



ก)



ข)

ภาพที่ 4-15 การเกิดความเสียหายอื่นๆ ของคลองส่งน้ำ 2L-1L-1

(ก) สาเหตุจากการพังของอาคารแล้วมีผลกับคลอง (ข) สาเหตุจากเกิดโพรงของคันคลอง

จากการสำรวจสภาพความเสียหายของคลองส่งน้ำชลประทานสาย 2L-1L-1 ณ วันที่ 1-2 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 โดยมีสภาพความเสียหายตามที่แบ่งไว้ข้างต้น สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 สภาพความเสียหายของคลองชลประทาน 2L-1L-1

ลำดับ	สภาพความเสียหาย	ปริมาณความเสียหายทั้งหมด (%)
1	การเกิดรอยแตกตามยาวแบบต่อเนื่อง	0.000
2	การเกิดรอยแตกตามยาวแบบไม่ต่อเนื่อง	0.122
3	การเกิดรอยแตกตามขวาง	5.353
4	การเกิดรอยแตกแบบโครงข่าย	0.152
5	การพังทลายของคันคลองสู่คลอง	0.122
6	การพังทลายของแผ่นคอนกรีต(คลอง)	0.000
7	การเกิดตะกอนและขยะในคลอง	0.152
8	หญ้าขึ้นปกคลุมไม่สามารถสำรวจได้	15.298
9	การเกิดความเสียหายอื่นๆ	0.274
10	ไม่มีความเสียหาย	78.528
รวม		100.000

หมายเหตุ สำรวจ ณ วันที่ 1-2 กรกฎาคม พ.ศ. 2560

จากการสำรวจสภาพคลองส่งน้ำชลประทาน 2L-1L-1 ในปัจจุบัน พบว่า สภาพคลองส่วนใหญ่ไม่มีความเสียหายและมีสภาพที่สมบูรณ์ ทำให้คลองส่งน้ำชลประทานมีประสิทธิภาพการใช้งานที่ดี โดยสภาพปัญหาของคลองส่งน้ำ 2L-1L-1 ที่ควรมีการบำรุงรักษาและทำการปรับปรุงได้แบบทันทีทันใด คือ คลองในปัจจุบันมีหญ้าขึ้นปกคลุมผิวคลองคอนกรีต ทำให้ไม่สามารถสำรวจคลองได้ คิดเป็น 15.298 % ของความเสียหายคลองทั้งหมด โดยส่งผลทำให้ไม่สามารถประเมินสภาพคลองได้ครบถ้วน รวมถึงการเกิดตะกอนและขยะในคลองที่คิดเป็น 0.152 % ของความเสียหายคลองทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการส่งน้ำของคลองที่ลดลง และการเกิดรอยแตกตามขวางของคลองส่งน้ำ 2L-1L-1 ที่คิดเป็น 5.353 % ของความเสียหายคลองทั้งหมด ควรมีการเฝ้าติดตามและบำรุงรักษาในระยะยาว

4.2 การสำรวจอาคารในคลองส่งน้ำชลประทาน

ในระบบส่งน้ำชลประทานของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ประกอบด้วยคลองส่งน้ำชลประทานและอาคารประกอบคลองส่งน้ำชลประทาน ซึ่งอาคารประกอบคลองส่งน้ำชลประทานนั้นมีหลายประเภท ในการศึกษาครั้งนี้ได้สำรวจและแบ่งประเภทอาคารในคลองส่งน้ำชลประทานได้ดังนี้

- 1) ประตูระบายน้ำปากคลอง + ท่อลอดถนน (หมายถึง ทำหน้าที่เป็นทั้งอาคารปากคลองและท่อลอดถนน)
- 2) ประตูระบายน้ำกลางคลอง + ท่อลอดถนน
- 3) ประตูระบายน้ำปลายคลอง
- 4) ท่อลอดถนน
- 5) ท่อส่งน้ำเข้าแปลง
- 6) อาคารอัดน้ำกลางคลอง
- 7) ท่อส่งน้ำเชื่อมคลองข้ามร่องน้ำ

โดยในการศึกษาได้ทำการสำรวจสภาพความเสียหายของอาคารประกอบคลองส่งน้ำชลประทาน ซึ่งสามารถแบ่งสภาพความเสียหายออกได้ดังนี้

- 1) การเกิดความเสียหายของคอนกรีตโครงสร้างอาคาร
- 2) การเกิดความเสียหายของคอนกรีตด้านเหนือน้ำ
- 3) การเกิดความเสียหายของคอนกรีตด้านท้ายน้ำ

- 4) การเกิดความเสียหายของบานประตูหรือแผ่นปิด
- 5) การเกิดความเสียหายของเครื่องกว้าน
- 6) การเกิดความเสียหายอื่นๆ เช่น แผ่นวัดระดับน้ำหาย การเกิดตะกอนด้านเหนือน้ำของอาคาร การเกิดโพรงบริเวณรอบๆ อาคาร และหญ้าขึ้นปกคลุมไม่สามารถสำรวจได้ เป็นต้น

4.2.1 ตัวอย่างความเสียหายของอาคารประกอบคลองส่งน้ำชลประทาน 1L-1 สำรวจ ณ วันที่ 1-2 กรกฎาคม พ.ศ. 2560

- 1) ประตูระบายน้ำปากคลอง + ท่อลอดถนน



(ก) ชุดเครื่องกว้าน



(ข) ท่อลอดถนนด้านท้ายน้ำ

ภาพที่ 4-16 ประตูระบายน้ำปากคลอง + ท่อลอดถนน ของคลอง 1L-1

จากการสำรวจ พบว่า ประตูระบายน้ำปากคลอง + ท่อลอดถนน ของคลองส่งน้ำชลประทาน 1L-1 เกิดการกีดกร่อนผิวหน้าของคอนกรีตโครงสร้างอาคาร คอนกรีตด้านเหนือน้ำ และคอนกรีตด้านท้ายน้ำ เท่านั้น ในส่วนของบานประตูหรือแผ่นปิดและเครื่องกว้านเกิดสนิมเล็กน้อย และมีการเกิดความเสียหายอื่นๆ ได้แก่ แผ่นวัดระดับน้ำเกิดการชำรุดไม่สามารถอ่านค่าได้ แสดงดังภาพที่ 4-16

2) ประตุน้ำกลางคลอง + ท่อลอดถนน



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 4-17 ประตุน้ำกลางคลอง + ท่อลอดถนน ของคลอง 1L-1

- (ก) อาคารประตุน้ำกลางคลองที่โดนทุบคอนกรีต
- (ข) อาคารประตุน้ำกลางคลองที่มีหญ้าขึ้นปกคลุม
- (ค) ท่อลอดถนนด้านซ้ายน้ำที่มีต้นไม้ขึ้นด้านข้าง
- (ง) ท่อลอดถนนที่มีหญ้าขึ้นปกคลุม

จากการสำรวจ พบว่า ประตูระบายน้ำกลางคลอง + ท่อลอดถนน ของคลองส่งน้ำชลประทาน 1L-1 อาคารส่วนใหญ่เกิดการกัดกร่อนที่ผิวหน้าของคอนกรีตโครงสร้างอาคาร คอนกรีตด้านเหนือน้ำ และคอนกรีตด้านท้ายน้ำ และบางอาคารพบว่ามีหญ้าและต้นไม้ปกคลุม ซึ่งการขยายตัวของรากไม้ทำให้เกิดรอยร้าวของคอนกรีตด้านท้ายน้ำ ในส่วนของบานประตูหรือแผ่นปิดและเครื่องก้วานเกิดสนิมค่อนข้างมาก ซึ่งจำเป็นต้องทาน้ำมันหล่อลื่นในส่วนของเครื่องก้วานและทาสีใหม่ทั้งในส่วนของเครื่องก้วานและบานประตู ตัวอย่างความเสียหายแสดงดังภาพที่ 4-17

3) ประตูระบายน้ำปลายคลอง



ภาพที่ 4-18 อาคารประตูระบายน้ำปลายคลองของคลอง 1L-1

จากการสำรวจ พบว่า ประตูระบายน้ำปลายคลองส่งน้ำชลประทาน 1L-1 เป็นบานประตูเปิด-ปิด แต่มีหมอนยกปิด เปิดบานหายไปบาน สภาพทั่วไปมีหญ้าขึ้นปกคลุม ในส่วนของบานประตูหรือแผ่นปิดเกิดสนิมค่อนข้างมาก ซึ่งจำเป็นต้องทาสีใหม่ ตัวอย่างความเสียหายแสดงดังภาพที่ 4-18

4) ท่อลอดถนน



(ก) ท่อลอดถนนด้านเหนือน้ำ



(ข) ท่อลอดถนนด้านท้ายน้ำ

ภาพที่ 4-19 ท่อลอดถนนของคลอง 1L-1

จากการสำรวจ พบว่า ท่อลอดถนนของคลองส่งน้ำชลประทาน 1L-1 อาคารส่วนใหญ่เกิดการกัดกร่อนผิวหน้าของคอนกรีตด้านเหนือน้ำ และคอนกรีตด้านท้ายน้ำ และบางอาคารพบว่า มีหญ้าปกคลุม ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบสภาพอาคารได้ ตัวอย่างความเสียหายแสดงดังภาพที่ 4-19

5) ท่อส่งน้ำเข้าแปลง



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 4-20 ท่อส่งน้ำเข้าแปลงของคลอง 1L-1

(ก) ชุดเครื่องก้วานและบานประตู

(ข) ชุดเครื่องก้วานและบานประตู

(ค) แผ่นปูนสำหรับปิดท่อส่งน้ำ

(ง) คลองด้านท้ายของท่อส่งน้ำเข้าแปลง

จากการสำรวจ พบว่า อาคารท่อส่งน้ำเข้าแปลงของคลองส่งน้ำชลประทาน 1L-1 ส่วนใหญ่เป็นอาคารขนาดเล็กไม่มีบานเปิด-ปิดประตู หรือถ้ามีบานเปิด-ปิด มักจะเป็นลักษณะของแผ่นเหล็กหรือแผ่นปูนปิด ซึ่งจะปิดท่อส่งน้ำไม่แนบสนิททำให้มีการรั่วซึมไปด้านท้ายน้ำอยู่ตลอดเวลา ส่วนอาคารที่มีบานเปิด-ปิดพบว่าในส่วนของบานประตูและเครื่องก้วานมักเป็นสนิม สมควรทาสีใหม่ทั้งในส่วนของเครื่องก้วานและบานประตู และมีคลองด้านท้ายน้ำของท่อส่งน้ำเข้าแปลงบางส่วนไม่สามารถตรวจสอบสภาพอาคารได้เนื่องจากมีหญ้าขึ้นปกคลุม ตัวอย่างความเสียหายแสดงดังภาพที่ 4-20

6) อาคารอัดน้ำกลางคลอง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4-21 อาคารอัดน้ำกลางคลองของคลอง 1L-1

(ก) ชุดเครื่องก้ว้นและบานประตูของอาคารอัดน้ำกลางคลอง

(ข) สภาพสนิมที่เกิดขึ้นของชุดเครื่องก้ว้น

อาคารอัดน้ำกลางคลองของคลองส่งน้ำชลประทาน 1L-1 มีจำนวน 1 อาคาร ซึ่งเป็นอาคารเพื่อทดยกระดับน้ำเข้าคลอง 2L-1L-1 จากการสำรวจพบว่า อาคารขาดการบำรุงรักษามานาน ทำให้เกิดสนิมในส่วนของเฟืองเปิด-ปิดบานประตู และมีหมุนเครื่องก้ว้นในปัจจุบันนั้นหายไป ในส่วนสภาพคอนกรีตของโครงสร้างอาคารนั้นมีรอยร้าวเล็กน้อย ตัวอย่างความเสียหายแสดงดังภาพที่ 4-21

4.2.2 ตัวอย่างความเสียหายของอาคารประกอบคลองส่งน้ำชลประทานสาย 2L-1L-1

สำรวจ ณ วันที่ 1-2 กรกฎาคม พ.ศ. 2560

1) ประตูระบายน้ำปากคลอง + ท่อลอดถนน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4-22 ประตูระบายน้ำปากคลอง + ท่อลอดถนนของคลอง 2L-1L-1

(ก) อาคารประตูระบายน้ำปากคลอง

(ข) ท่อลอดถนนด้านท้ายน้ำ

จากการสำรวจ พบว่า ประตูระบายน้ำปากคลอง + ท่อลอดถนนของคลองส่งน้ำชลประทาน 2L-1L-1 ในส่วนของโครงสร้างอาคารมีความเสียหายจากการถูกทุบทำลาย คอนกรีตด้านเหนือน้ำเกิดการกัดกร่อนที่บริเวณผิวหน้าเล็กน้อย และคอนกรีตด้านท้ายน้ำมีหญ้าปกคลุมมากทำให้ไม่สามารถตรวจสอบสภาพได้อย่างละเอียด ในส่วนของบานประตูหรือแผ่นปิดและเครื่องก้วานเกิดสนิมค่อนข้างมาก ตัวอย่างความเสียหายแสดงดังภาพที่ 4-22

2) ประตุน้ำกลางคลอง + ท่อลอดถนน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4-23 ประตุน้ำกลางคลอง + ท่อลอดถนนของคลอง 2L-1L-1

(ก) อาคารประตุน้ำกลางคลอง

(ข) ประตุน้ำกลางคลอง + ท่อลอดถนนด้านท้ายน้ำ

จากการสำรวจ พบว่า ประตุน้ำกลางคลอง + ท่อลอดถนนของคลองส่งน้ำชลประทาน 2L-1L-1 ในส่วนของโครงสร้างอาคารมีความเสียหายจากการทุบทำลาย คอนกรีตด้านเหนือน้ำและคอนกรีตด้านท้ายน้ำเกิดการกัดกร่อนผิวหน้าเล็กน้อย ในส่วนของบานประตูหรือแผ่นปิดและเครื่องก้วานเกิดสนิมค่อนข้างมาก ซึ่งควรมีการทาสีและทาน้ำยาหล่อลื่นเพิ่มเติมเพื่อให้สะดวกและง่ายต่อการทำงาน ตัวอย่างความเสียหายแสดงดังภาพที่ 4-23

3) ประตุน้ำระบายน้ำปลายคลอง



ภาพที่ 4-24 ประตุน้ำระบายน้ำปลายของคลอง 2L-1L-1

จากการสำรวจพบว่า ประตุน้ำระบายน้ำปลายคลองของคลองส่งน้ำชลประทาน 2L-1L-1 มีหญ้าขึ้นปกคลุมสูงทั้งด้านเหนือและด้านท้ายน้ำ จึงทำให้ไม่สามารถตรวจสอบสภาพอาคารได้ แสดงดังภาพที่ 4-24

4) ท่อส่งน้ำเข้าแปลง



(ก) บานประตูท่อส่งน้ำเข้าแปลง



(ข) ความเสียหายของท่อส่งน้ำเข้าแปลง

ภาพที่ 4-25 ท่อส่งน้ำเข้าแปลงของคลอง 2L-1L-1

จากการสำรวจ พบว่า อาคารท่อน้ำเข้าแปลงของคลองส่งน้ำชลประทาน 2L-1L-1 เป็นลักษณะแบบแผ่นเหล็กขนาดเล็กสำหรับใช้ปิดท่อน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดการสูญหายส่วนที่ยังคงอยู่ก็เป็นสนิมค่อนข้างมาก และยังพบว่าบางอาคารถูกยกเลิกการใช้งานไปแล้วหรือมีดินอุดตันท่อน้ำ ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ ในส่วนของโครงสร้างมักพบเกิดการกัดกร่อนผิวหน้าและรอยแตกร้าวของคอนกรีต ตัวอย่างความเสียหายแสดงดังภาพที่ 4-25

5) อาคารอัดน้ำกลางคลอง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4-26 อาคารอัดน้ำกลางคลองของคลอง 2L-1L-1

(ก) อาคารอัดน้ำกลางคลองที่เกิดการแตกของคอนกรีต

(ข) อาคารอัดน้ำกลางคลองที่อาคารถูกทุบทำลาย

จากการสำรวจ พบว่า อาคารอัดน้ำกลางคลองของคลอง 2L-1L-1 ส่วนใหญ่มีสภาพไม่สมบูรณ์ ขรุขระทรุดโทรมและไม่พร้อมในการถูกใช้งาน จากการที่ตัวอาคารอัดน้ำกลางคลองเสียหายทำให้มีผลกระทบไปถึงแผ่นคอนกรีตของคลองส่งน้ำที่เสียหายตามไปด้วย ตัวอย่างความเสียหายแสดงดังภาพที่ 4-26

6) ท่อส่งน้ำเชื่อมคลองข้ามร่องน้ำ



(ก) ด้านเหนือน้ำ



(ข) ท่อส่งน้ำ



(ค) ท่อส่งน้ำและตอม่อรับท่อ



(ง) ด้านท้ายน้ำ

ภาพที่ 4-27 ท่อส่งน้ำเชื่อมคลอง 2L-1L เพื่อข้ามร่องน้ำ

ท่อส่งน้ำเชื่อมคลองของคลองส่งน้ำชลประทาน 2L-1L-1 เกิดการกัดกร่อนที่ผิวหน้ารวมทั้งมีการแตกร้าวของคอนกรีตโครงสร้างตอม่ออาคาร ในส่วนคอนกรีตด้านเหนือน้ำพบการกัดกร่อนที่ผิวหน้าเท่านั้น และคอนกรีตด้านท้ายน้ำพบการแตกร้าวของแผ่นคอนกรีตค่อนข้างมาก ตัวอย่างความเสียหายแสดงดังภาพที่ 4-27

บทที่ 5

การศึกษาระบบการผลิตน้ำประปา

5.1 อัตรากำลังการผลิตน้ำประปาที่ต้องการ

จาก คู่มือออกแบบระบบน้ำประปาผิวดิน ขนาดอัตรากำลังผลิต 200 ลบ.ม./ชม. รูปแบบมาตรฐาน กรมทรัพยากรน้ำ (2557) อธิบายถึง ความต้องการน้ำในวันใช้น้ำสูงสุด ความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุด ความต้องการน้ำเพื่อการดับเพลิง และปริมาณน้ำสูญเสีย ไว้ดังนี้

- 1) ความต้องการน้ำในวันใช้น้ำสูงสุด (Maximum Daily Demand) มีค่าเท่ากับ 1.2-1.5 เท่าของความต้องการน้ำเฉลี่ย โดยค่านี้จะใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบระบบน้ำดิบ
- 2) ความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุด (Maximum Hourly Demand) กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1.5-2.0 เท่าของความต้องการน้ำในวันใช้น้ำสูงสุด โดยค่านี้จะใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบระบบจ่ายน้ำประปา
- 3) ความต้องการน้ำเพื่อการดับเพลิง (Fire-fighting Demand) โดยหลักการแล้วความต้องการน้ำเพื่อการดับเพลิงจะต้องมีการเตรียมสำรองไว้ในถังน้ำใสหรือหอถังสูง สำหรับระบบประปาชุมชนที่มีประชากรน้อยกว่า 100,000 คน จะต้องพิจารณาปริมาณน้ำเพื่อการดับเพลิงรวมในระบบท่อจ่ายน้ำประปาด้วย และจะต้องพิจารณาอัตราการจ่ายน้ำที่หัวดับเพลิง โดยพิจารณาหัวดับเพลิงที่จะต้องเปิดพร้อมกันในกรณีเพลิงไหม้ แต่สำหรับระบบประปาชุมชนที่มีประชากรมากกว่า 100,000 คน ไม่ต้องพิจารณาปริมาณน้ำเพื่อการดับเพลิงรวมในระบบท่อจ่ายน้ำประปา เนื่องจากการคำนวณความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุดจะครอบคลุมปริมาณน้ำเพื่อการดับเพลิงอยู่แล้ว ปริมาณน้ำดับเพลิงที่ต้องคิดเผื่อในระบบผลิตน้ำประปา แสดงไว้ในตารางที่ 5-1 และ 5-2
- 4) ปริมาณน้ำสูญเสีย (Leakage) โดยทั่วไประบบประปาจะมีปริมาณน้ำส่วนหนึ่งสูญเสียไปเนื่องจากท่อแตกท่อรั่ว การล้างกรอง การใช้น้ำในระบบผลิตประปา การใช้น้ำเพื่อการสาธารณสุข เป็นต้น ปริมาณน้ำสูญเสียจะต้องพิจารณาเผื่อไว้ในกรอกแบบระบบประปา ซึ่งปริมาณน้ำสูญเสียกำหนดให้เท่ากับ 20% - 25 % ของความต้องการน้ำเฉลี่ย

ตารางที่ 5-1 ปริมาณน้ำเพื่อการดับเพลิงที่สำรองไว้ในถังน้ำใสหรือถังสูง

จำนวนประชากร (คน)	ปริมาณน้ำสำรอง (ลูกบาศก์เมตร)
น้อยกว่า 10,000	100
20,000	200
30,000	300
40,000	350
50,000	400

ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำ (2557)

ตารางที่ 5-2 ปริมาณน้ำดับเพลิงที่ต้องนำไปรวมกับปริมาณความต้องการใช้น้ำในวันใช้น้ำสูงสุด สำหรับการ
คำนวณระบบท่อจ่ายน้ำประปา

จำนวนประชากร (คน)	ปริมาณน้ำเพื่อการดับเพลิง (ลูกบาศก์เมตร/นาทีก)
น้อยกว่า 10,000	มากกว่า 2
20,000	4
30,000	5
40,000	6
50,000	7
60,000	8
70,000	8
80,000	9
90,000	9
100,000	10

ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำ (2557)

เกณฑ์ที่ใช้ในการคำนวณอัตราการกำลังการผลิตน้ำประปาของวิทยาเขตกำแพงแสน

1. จำนวนประชากรใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2559 เท่ากับ 16,029 คน
2. ค่าความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค เท่ากับ 200 ลิตร/คน/วัน
3. การคำนวณอัตราการใช้น้ำสูงสุดรายวัน = $1.25 \times$ ความต้องการน้ำเฉลี่ยรายวัน
4. การคำนวณอัตราการกำลังผลิตน้ำประปา = อัตราการใช้น้ำสูงสุดรายวัน + ปริมาณน้ำสูญเสีย
โดยปริมาณน้ำสูญเสียคิดจาก 20% ของอัตราการใช้น้ำสูงสุดรายวัน

จากเกณฑ์การคำนวณที่ใช้ สามารถคำนวณอัตราการกำลังผลิตน้ำประปาที่ต้องการ มีค่าเท่ากับ 200.36 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดในการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก และจากภาพที่ 2-9 Schematic Diagram ของระบบประปาของวิทยาเขตกำแพงแสน (บทที่ 2) แสดงข้อมูลของวิทยาเขตกำแพงแสนมีโรงกรองน้ำอยู่ 2 แห่ง ได้แก่

- โรงกรองน้ำที่ 1 มีอัตราการกรองน้ำที่ระบุ ณ โรงกรองเท่ากับ 150 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
- โรงกรองน้ำที่ 2 มีอัตราการกรองน้ำที่ระบุ ณ โรงกรองเท่ากับ 250 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

ดังนั้นเมื่อรวมอัตราการกรองน้ำของวิทยาเขตที่มีการระบุไว้ที่โรงกรอง จะมีค่าเท่ากับ 400 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ซึ่งพอสรุปได้ว่า ระบบการผลิตน้ำประปาของวิทยาเขตกำแพงแสนนั้นสามารถในการผลิตน้ำประปาได้ตามที่ต้องการซึ่งคำนวณได้อยู่ที่เท่ากับ 200.36 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

5.2 อัตราการจ่ายน้ำประปาที่ต้องการ

เกณฑ์ที่ใช้ในการคำนวณอัตราการจ่ายน้ำประปาของวิทยาเขตกำแพงแสน

1. จำนวนประชากรใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2559 เท่ากับ 16,029 คน
2. ค่าความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค เท่ากับ 200 ลิตร/คน/วัน
3. ค่าปริมาณความต้องการใช้น้ำรายวันสูงสุด เท่ากับ 250 ลิตร/คน/วัน
4. ปริมาณน้ำเพื่อการดับเพลิง เท่ากับ 3 ลูกบาศก์เมตร/นาที่ (จากตารางที่ 5-2)
5. ความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุด = 1.50 ถึง 2.00 เท่าของปริมาณความต้องการใช้น้ำรายวันสูงสุด
6. การคำนวณอัตราการจ่ายน้ำประปาที่ต้องการ = ความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุด + ความต้องการน้ำสำหรับดับเพลิง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ค่าความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุดที่ 1.75 เท่าของปริมาณความต้องการใช้น้ำรายวันสูงสุด โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังภาคผนวก ซึ่งสามารถคำนวณได้เป็นอัตราการจ่ายน้ำประปาที่ต้องการ เท่ากับ 471.60 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง หรือ 0.131 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

จากการศึกษาแบบก่อสร้างของถังเก็บน้ำพบว่า ระดับน้ำในถัง (ถังตะปู) อยู่ที่ระดับความสูงจากพื้นดินประมาณ 45.00 ม.ขนาดท่อจ่ายน้ำลงจากถังเพื่อจ่ายน้ำไปยังสถานที่ต่างๆภายในวิทยาเขตมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 300 มม.ด้วยความสูงของระดับน้ำและขนาดท่อจ่ายน้ำตามแบบ เมื่อคิดค่าการสูญเสียเฮดภายในท่อแล้ว รวมทั้งคิดอัตราการสูญเสียน้ำระหว่างทางที่มีการไหลภายในเส้นท่อต่างๆแล้ว อัตราการจ่ายน้ำจากถังสูงในปัจจุบันจะยังคงมีความพอเพียงกับอัตราการจ่ายน้ำประปาที่ต้องการ

อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดลองตรวจวัดอัตราการไหลในท่อของน้ำที่ไหลลงจากถังสูงจำนวน 1 ครั้งด้วยเครื่องมือวัดอัตราการไหลนอกท่อ พบว่าได้อัตราการไหลเท่ากับ 110 ลบ.ม.ต่อชม.ซึ่งค่าที่ได้ดังกล่าวเป็นค่าที่ไม่อาจสรุปได้ว่าเป็นอัตราการไหลสูงสุดเนื่องจากไม่สามารถระบุได้ว่าในช่วงเวลานั้นมีการใช้น้ำสูงสุดพร้อมกันเกิดขึ้น

5.3 ขนาดความจุของถังที่ต้องการ

เกณฑ์ที่ใช้ในการคำนวณขนาดความจุของถังที่ต้องการของวิทยาเขตกำแพงแสน

1. จำนวนประชากรใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2559 เท่ากับ 16,029 คน
2. ค่าปริมาณความต้องการใช้น้ำรายวันสูงสุด เท่ากับ 250 ลิตร/คน/วัน
3. การคำนวณขนาดความจุของถังที่ต้องการ = $0.20 \times$ ปริมาณความต้องการใช้น้ำรายวันสูงสุด

จากรายละเอียดการคำนวณดังภาคผนวก สามารถคำนวณหาขนาดความจุของถังที่ต้องการ ได้ค่าเท่ากับ 801.45 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งจากเกณฑ์การออกแบบระบบจ่ายน้ำในกรณีที่มีประชากรน้อยกว่า 100,000 คน จะต้องมีการเผื่อปริมาตรถังสูงสำหรับการดับเพลิงอีก 150 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นปริมาตรความจุของถังสูงที่ต้องการเท่ากับ 951.45 ลูกบาศก์เมตร โดยในปัจจุบันความจุของถังสูงในวิทยาเขตกำแพงแสนมีขนาด 1,000 ลูกบาศก์เมตร ถือว่ามีขนาดที่พอเพียงต่อการรองรับความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคภายในวิทยาเขตในสภาพปัจจุบัน

5.4 อัตราการสูบน้ำดิบที่ต้องการ

เกณฑ์ที่ใช้ในการคำนวณอัตราการสูบน้ำดิบที่ต้องการของวิทยาเขตกำแพงแสน

1. อัตราการสูบน้ำดิบ = $1.10 \times$ อัตรากำลังการผลิตน้ำประปา

2. อัตรากำลังการผลิตน้ำประปาที่ต้องการในปี พ.ศ. 2560 เท่ากับ 200.36 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

จากการคำนวณอัตราการผลิตน้ำประปาที่ต้องการในปัจจุบัน (ปี พ.ศ. 2559) เท่ากับ 200.36 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ค่าคำนวณอัตราการสูบน้ำดิบที่ต้องการได้เท่ากับ 220 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง และเมื่อทำการตรวจวัดอัตราการสูบน้ำดิบเพื่อนำเข้าสู่ระบบการผลิตน้ำประปาของวิทยาเขตกำแพงแสนในปัจจุบันพบว่าขีดความสามารถในการสูบน้ำดิบ มีดังนี้

1) โรงสูบน้ำดิบบริเวณโรงอาหารสัตว์ มีอัตราการสูบน้ำจริงเท่ากับ 100 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

2) อัตราการสูบน้ำจากบ่อบาดาล มีอัตราการสูบน้ำจริงเท่ากับ 85 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

3) โรงสูบน้ำจากบ่อ 1 มีอัตราการสูบน้ำจริงเท่ากับ 200 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

จากผลที่ได้จะเห็นว่าระบบสูบน้ำดิบของวิทยาเขตทั้ง 3 แห่ง มีอัตราการสูบน้ำรวมกันเท่ากับ 385 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง จากการคำนวณอัตราความต้องการสูบน้ำดิบเพื่อนำมาผลิตน้ำประปาทางทฤษฎี มีค่าเท่ากับ 220.40 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง สำหรับจำนวนประชากรภายในวิทยาเขตกำแพงแสนในปัจจุบันเท่ากับ 16,029 คน ทำให้สรุปได้ว่าระบบสูบน้ำดิบในปัจจุบันมีขีดความสามารถในการรองรับอัตราความต้องการน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาได้

5.5 ผลสรุปการศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปาภายในวิทยาเขตกำแพงแสน

จากการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำทางทฤษฎีและการตรวจสอบความสามารถของระบบผลิตน้ำประปาของวิทยาเขตกำแพงแสน ในปัจจุบัน สามารถสรุปผลได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 สรุประบบการผลิตน้ำประปาของวิทยาเขตกำแพงแสน

รายการ	หน่วย	ขนาด		หมายเหตุ
		ตามการคำนวณ	ระบบเดิมที่มีอยู่	
อัตราการสูบน้ำดิบ บริเวณโรงอาหารสัตว์	ลบ.ม./ชม.	220.40	100	พอเพียง
	ลบ.ม./ชม.		85	
	ลบ.ม./ชม.		200	
อัตราการผลิต น้ำประปา	ลบ.ม./ชม.	-	150	-
	ลบ.ม./ชม.	-	250	-
ปริมาตรถังสูง (ถังตะปู)	ลบ.ม.	951.45	1000	พอเพียง
อัตราการจ่ายน้ำประปา เข้าระบบ	ลบ.ม./ชม.	200.36	มากกว่า 200	พอเพียง

จากตารางที่ 5-3 สรุปได้ว่าระบบการผลิตน้ำประปาภายในวิทยาเขตกำแพงแสน สามารถสนองต่อความต้องการการใช้น้ำของจำนวนประชากรที่มีอยู่ในปัจจุบันรวมทั้งในอนาคตได้ด้วยเนื่องจาก คาดการณ์ว่าแนวโน้มจำนวนประชากรของวิทยาเขตกำแพงแสนนับจากนี้ไปไม่น่าจะเพิ่มมากขึ้น มีแต่จะคงที่หรือมีแนวโน้มลดลง แต่สิ่งที่ต้องเร่งดำเนินการคือการปรับปรุงและบำรุงรักษาระบบการผลิตน้ำประปาทุกระบบ เช่น โรงและเครื่องสูบน้ำดิบ โรงกรองน้ำ และระบบท่อจ่ายน้ำประปา เนื่องจากมีอายุการใช้งานมานาน หากระบบใดระบบหนึ่งเกิดการเสียหายจะส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของการดำเนินชีวิตภายในวิทยาเขตทันที

บทที่ 6

การศึกษาเพื่อพัฒนาระบบส่งน้ำ

จากระบบส่งน้ำชลประทานในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ในปัจจุบันที่มีระยะเวลาการใช้งานมานาน และประกอบกับการใช้ระบบคลองส่งน้ำเป็นหลักเพื่อส่งน้ำสำหรับการเกษตรแล้ว ยังส่งน้ำเพื่ออุปโภค-บริโภคด้วย ซึ่งมักพบปัญหาการปนเปื้อนจากสิ่งปฏิกูลหรือสารเคมีจากพื้นที่ข้างเคียงที่คลองส่งน้ำผ่านไปเพื่อไปส่งน้ำยังโรงกรองน้ำ ดังนั้นเพื่อพัฒนาระบบการส่งน้ำให้ดีขึ้น ในการศึกษาจึงได้จัดทำแผนพัฒนาระบบการส่งน้ำของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่มีความจำเป็น 2 ระบบได้แก่ การพัฒนาระบบการส่งน้ำดิบสำหรับการประปาจากการส่งน้ำโดยคลองส่งน้ำมาเป็นท่อส่งน้ำ จากแหล่งน้ำ(บ่อเก็บกักน้ำที่ 1) ถึงโรงกรองที่ 2 และการพัฒนาออกแบบวางแนวคูส่งน้ำเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถส่งน้ำได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้นเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการเพาะปลูกของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และนอกเหนือจากการพัฒนาระบบการส่งน้ำแล้ว ในการศึกษาครั้งนี้ยังทำการพัฒนาโปรแกรมสำหรับคำนวณการส่งน้ำ เพื่อใช้สำหรับคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการส่งออกจากบ่อ 1 ผ่านคลองส่งน้ำสาย 1L-1

6.1 การพัฒนาโปรแกรมคำนวณสำหรับการส่งน้ำ

การศึกษานี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมคำนวณความต้องการน้ำสำหรับส่งไปให้เพื่อทำการเกษตรสำหรับพื้นที่ของหน่วยงานต่างตามที่ได้มีการสำรวจไว้ โปรแกรมคำนวณสำหรับการส่งน้ำนี้เป็นตารางคำนวณค่าการใช้น้ำด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ชื่อว่า “โปรแกรมคำนวณความต้องการน้ำสำหรับส่งไปเพื่อการเกษตร มก.กพส.” โดยมีแผ่นการทำงานทั้งหมด 7 แผ่นงาน ประกอบด้วยแผ่นงานดังนี้

- 1) พื้นที่เพาะปลูก
- 2) ค่า Kc ของพืช
- 3) แผนการเพาะปลูกและใส่ค่า Kc
- 4) ข้อมูลฝนรายเดือน
- 5) ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน
- 6) ปริมาณน้ำที่ต้องส่ง
- 7) อัตราการส่งน้ำจากบ่อ 1

วิธีการใช้แผ่นงานแต่ละแผ่น มีดังนี้

1) **พื้นที่เพาะปลูก** เป็นแผ่นงานที่ผู้ใช้ต้องใส่ข้อมูลขนาดพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดของแต่ละหน่วยงาน ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานและจำเป็นเพื่อใช้ในการทำงานของแผ่นงานต่อไป โดยแผ่นงานนี้มีหน้าต่างแสดงดังภาพที่ 6-1

หน่วยงาน	ชนิดการเกษตร	จำนวนพื้นที่ (ไร่)
โครงการวิจัยกวาง	นาข้าว	
	พืชไร่	50
	พืชผัก	
	ไม้ผล	
	บ่อปลา-บ่อกุ้ง	
ฝ่ายจัดการเกษตรแห่งชาติ	นาข้าว	7
	พืชไร่	70
	พืชผัก	
	ไม้ผล	
	บ่อปลา-บ่อกุ้ง	
ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยฯ	นาข้าว	
	พืชไร่	
	พืชผัก	
	ไม้ผล	30
	บ่อปลา-บ่อกุ้ง	
ภาควิชาพืชไร่นา	นาข้าว	150
	พืชไร่	32
	พืชผัก	
	ไม้ผล	
	บ่อปลา-บ่อกุ้ง	

ภาพที่ 6-1 หน้าต่างแผ่นงานพื้นที่เพาะปลูก

2) **ค่า Kc ของพืช** เป็นแผ่นงานที่ผู้ใช้งานต้องนำเอาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดในแต่ละเดือน เริ่มตั้งแต่เดือนแรกที่ทำกรเพาะปลูกจนถึงเดือนสุดท้ายที่เก็บเกี่ยวพืช จากแผ่นงานแผ่นนี้ไปกรอกยังแผ่นงานที่ 3 ต่อไปโดยมีการแบ่งค่า Kc ของกิจกรรมการเกษตรเป็น 5 ชนิดคือ นาข้าว พืชไร่ พืชผัก ไม้ผล-ไม้ยืนต้น และบ่อปลา-บ่อกุ้ง ซึ่งแผ่นงานค่า Kc ของพืชมีหน้าต่างแสดงดังภาพที่ 6-2

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)												
ชนิดพืช	ช่วงการเจริญเติบโตเดือน (เดือน)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
นาข้าว	1.29	1.5	1.48	0.86								
พืชไร่	0.65	0.86	1.13	1.35	1.56	1.29	1.2	0.93	0.63	0.52	0.52	0.52
พืชผัก	1.01	1.35	1.09	0.85								
ไม้ผล-ไม้ยืนต้น	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
บ่อปลา-บ่อกุ้ง												

หมายเหตุ บ่อปลา-บ่อกุ้ง มีค่าการไม่เท่ากับอัตรากระเหย จึงไม่มีค่า Kc
ไม้ผล-ไม้ยืนต้น ไม้ค้ำ Kc ช่วงที่เจริญเติบโตเต็มที่

ภาพที่ 6-2 หน้าต่างแผ่นงานค่า Kc ของพืช

3) แผนการเพาะปลูกและใส่ค่า Kc เป็นแผ่นงานที่ผู้ใช้ต้องนำค่า Kc จากแผ่นที่ชื่อว่า “ค่า Kc ของพืช” มากรอกใส่ให้ตรงกับแผนการเพาะปลูกพืชและกิจกรรมทางการเกษตรของแต่ละหน่วยงาน หน้าต่างแผ่นงานสำหรับกรอกแผนการเพาะปลูกและใส่ค่า Kc แสดงดังภาพที่ 6-3

เดือน	ปริมาณดิน (ลบ.ม)	แพคเตอร์	ผลใช้การ (ลบ.ม)
มกราคม	3	1	3
กุมภาพันธ์	3	1	3
มีนาคม	2.1	1	2.1
เมษายน	2.4	1	2.4
พฤษภาคม	54	1	54
มิถุนายน	90	1	90
กรกฎาคม	90.31	1	90.31
สิงหาคม	117.8	0.7	82.46
กันยายน	210.8	0.6	126.48
ตุลาคม	207.9	0.6	124.74
พฤศจิกายน	77.5	1	77.5
ธันวาคม	3.1	1	3.1
รวม	861.91		659.09

ภาพที่ 6-4 หน้าต่างแผ่นงานคำนวณผลใช้การ

5) ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน เป็นแผ่นงานแสดงตารางการคำนวณค่าปริมาณความต้องการน้ำของกิจกรรมทางการเกษตรแต่ละชนิดตามแผนการปลูกพืชที่ระบุไว้ แสดงค่าออกมาในหน่วยลูกบาศก์เมตร ต่อ เดือน หน้าต่างแผ่นงานปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน แสดงดังภาพที่ 6-5

โครงการการศึกษาการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเกษตรและอุปโภค-บริโภค
ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อย่างยั่งยืน

หน่วยงาน	กิจกรรมที่ใช้น้ำชลประทาน	อายุ (เดือน)	พื้นที่ (ไร่)	ปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน (มม./เดือน)														
				มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม			
โครงการวิจัยการ	นาข้าว	4	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	พืชไร่	10	50	115.838	121.041	161.556	203.440	188.626	147.557	177.285	143.601	76.451	44.555	50.496	114.321			
	พืชผัก	4	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
	ปอปลาน-เลี้ยง	12	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
ฝ่ายจัดการเกษตรและพืช	นาข้าว	4	7	224.461	162.915	263.618	311.972	245.192	83.111	141.355	170.634	109.801	36.328	121.730	222.538			
	พืชไร่	10	70	115.838	121.041	161.556	203.440	188.626	147.557	177.285	143.601	76.451	44.555	50.496	114.321			
	พืชผัก	4	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
	ปอปลาน-เลี้ยง	12	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
ฝ่ายปฏิบัติการวิชา	นาข้าว	4	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
	พืชไร่	10	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
	พืชผัก	4	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
	ปอปลาน-เลี้ยง	12	30	170.149	180.156	217.371	227.181	167.616	101.524	102.764	106.269	52.629	52.781	90.430	167.326			
ภาควิชาพืชไร่	นาข้าว	4	150	224.461	162.915	263.618	311.972	245.192	83.111	141.355	170.634	109.801	36.328	121.730	222.538			
	พืชไร่	10	32	115.838	121.041	161.556	203.440	188.626	147.557	177.285	143.601	76.451	44.555	50.496	114.321			
	พืชผัก	4	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
	ปอปลาน-เลี้ยง	12	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
ภาควิชาสัตว	นาข้าว	4	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
	พืชไร่	10	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
	พืชผัก	4	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
	ปอปลาน-เลี้ยง	12	181	170.149	180.156	217.371	227.181	167.616	101.524	102.764	106.269	52.629	52.781	90.430	167.326			
ภาควิชาโรคพืช	นาข้าว	4	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
	พืชไร่	10	36	115.838	121.041	161.556	203.440	188.626	147.557	177.285	143.601	76.451	44.555	50.496	114.321			
	พืชผัก	4	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
	ปอปลาน-เลี้ยง	12	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			

ภาพที่ 6-5 หน้าต่างแผ่นงานปริมาณความต้องการน้ำรายเดือน

6) ปริมาณน้ำที่ต้องส่ง เป็นแผ่นงานที่ให้ผลสำหรับผู้ทำหน้าที่ควบคุมการจัดสรรน้ำของวิทยาเขต ได้ทราบว่าในแต่ละเดือนมีปริมาณความต้องการน้ำรวมในทุกกิจกรรมการเกษตรของทุกหน่วยงานเป็น กิโลบาศก์เมตร หน้าต่างแผ่นปริมาณน้ำที่ต้องส่งจากบ่อ 1 แสดงดังภาพที่ 6-6

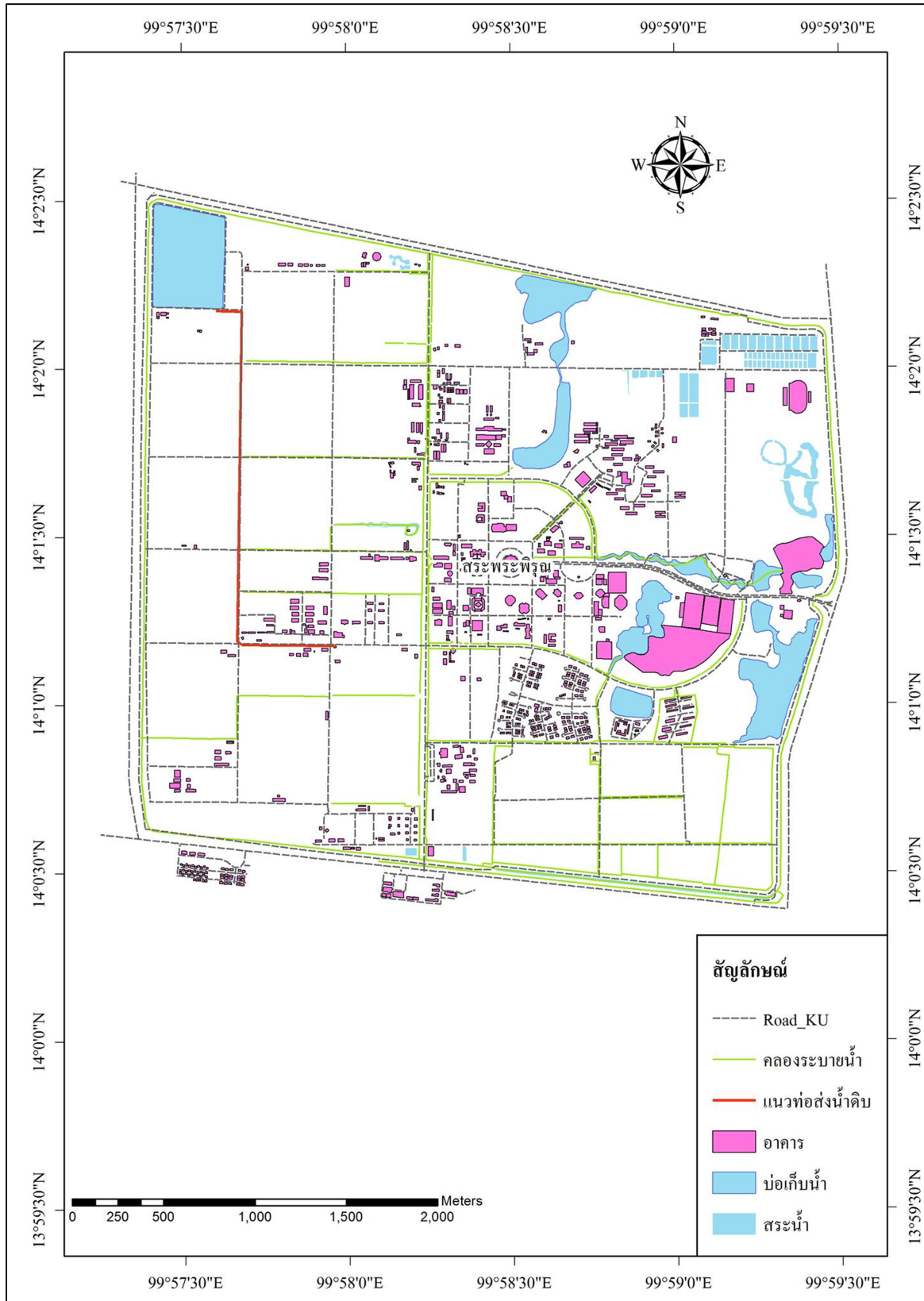
อัตราการส่งน้ำที่ปากคลอง 1L-1												
เดือน												
มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	
31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
ประสิทธิภาพการชลประทาน (%)												
50%												
อัตราการไหลที่ปากคลอง 1L-1 (ลบ.ม./เดือน)	440,304,778	564,690,027	761,950,707	895,746,441	691,364,434	416,224,572	502,453,216	536,809,556	305,971,444	207,929,987	255,339,601	442,308,553
อัตราการไหลที่ปากคลอง 1L-1 (ลบ.ม./วินาที)	0.329	0.467	0.569	0.691	0.516	0.321	0.375	0.401	0.236	0.155	0.197	0.330

ภาพที่ 6-7 หน้าต่างแผ่นงานอัตราการส่งน้ำจากบ่อ 1

6.2 การพัฒนาระบบท่อส่งน้ำดิบสำหรับการประปา

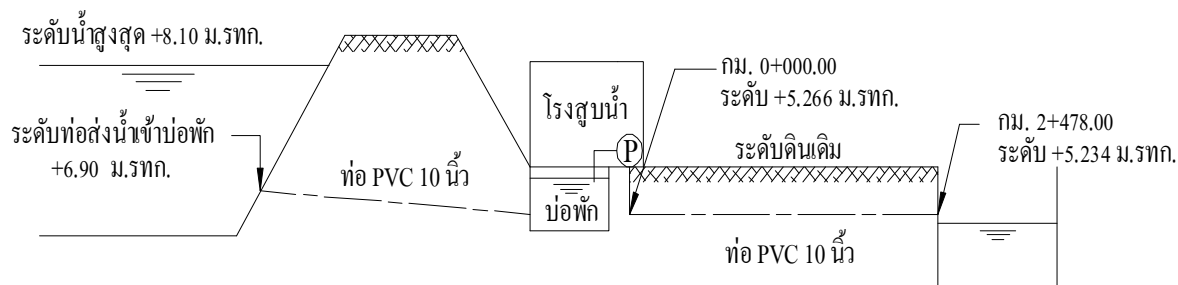
6.2.1 แนวท่อส่งน้ำดิบ

ในปัจจุบันมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีการส่งน้ำชลประทานจากบ่อเก็บกักที่ 1 ไปยังโรงกรองน้ำที่ 2 เพื่อนำไปใช้ผลิตน้ำประปา ด้วยระบบคลองส่งน้ำชลประทานร่วมไปกับการส่งน้ำเพื่อการเกษตร ซึ่งที่ผ่านมามักพบมีการปนเปื้อนของน้ำ จากแนวคิดเพื่อลดการปนเปื้อนของน้ำดิบ และการเพิ่มปริมาณน้ำดิบสู่โรงกรองที่ 2 ดังนั้นจึงปรับปรุงระบบส่งน้ำเดิมมาเป็นการวางท่อส่งน้ำดิบใต้ผิวดิน เริ่มต้นจากบ่อกักเก็บน้ำของวิทยาเขต (บ่อ1) ไปถึงโรงกรองน้ำที่ 2 ระยะทางรวมประมาณ 2.600 กิโลเมตร ดังภาพที่ 6-8



ภาพที่ 6-8 แผนที่แนวท่อส่งน้ำดิบ

6.2.2 ผลการออกแบบท่อส่งน้ำดิบ

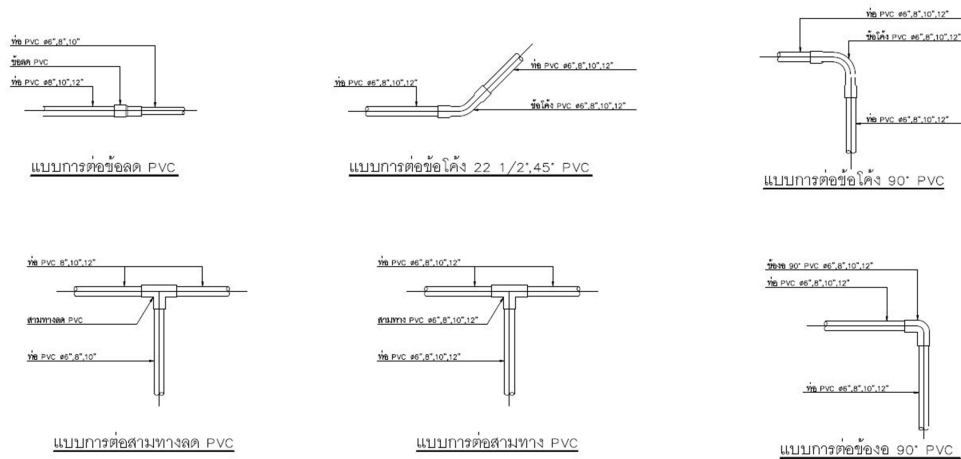


ภาพที่ 6-9 ระดับที่ใช้ในการออกแบบท่อส่งน้ำดิบ

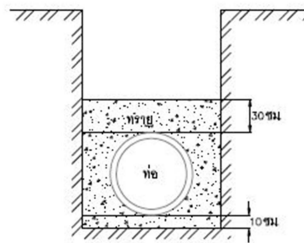
จากการสำรวจพบว่า ค่าระดับน้ำสูงสุดของบ่อบักน้ำที่ 1 อยู่ที่ +8.10 ม.รทก. ค่าระดับที่ใช้ในการออกแบบ ณ ตำแหน่งเริ่มต้นท่อคือ +6.90 ม.รทก.วางท่อจากจุดนี้ให้น้ำไหลโดยแรงโน้มถ่วงไปยังบ่อบักน้ำเพื่อสูบน้ำไปยังโรงกรองน้ำที่ 2 และค่าระดับ ณ ตำแหน่งปลายท่อที่โรงกรองน้ำที่ 2 คือ +5.234 ม.รทก. ดังที่แสดงในภาพที่ 6-9 และจากการสำรวจเบื้องต้นของงานภาคสนาม ทำให้ในการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้ท่อ PVC ในการออกแบบการพัฒนาระบบการส่งน้ำดิบสำหรับการประปา รายละเอียดที่ได้จากการออกแบบ มีดังนี้

- ใช้ท่อ PVC วางท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว รับน้ำจากบ่อบักน้ำที่ 1 ไหลด้วยแรงโน้มถ่วงมายังบ่อบักน้ำ (บริเวณโรงสูบน้ำเดิม)
- สูบน้ำจากบ่อบักน้ำผ่านท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 10 นิ้ววางใต้ผิวดินไปยังโรงกรองน้ำที่ 2
- อัตราการไหล เท่ากับ 150 ลบ.ม.ต่อ ชม. หรือ 0.042 ลบ.ม.ต่อ วินาที
- ความยาวท่อด้านจ่าย ทั้งหมดเท่ากับ 2.478 กิโลเมตร
- ความยาวท่อรวมทั้งหมด เท่ากับ 2.600 กิโลเมตร
- จำนวนเครื่องสูบน้ำ 1 เครื่องขนาดเท่ากับ 14.185 แรงม้า
- ขนาดมอเตอร์เท่ากับ 20.265 แรงม้า

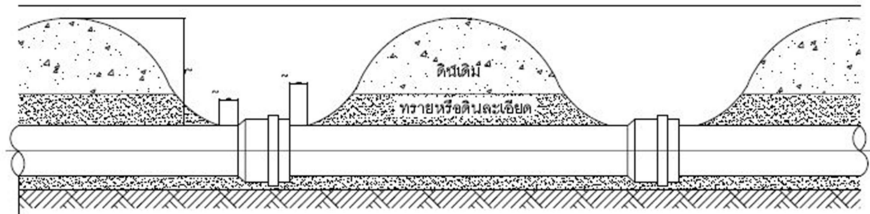
มีการติดตั้ง Air Vent และ Blow Off เพื่อลดแรงดันและระบายน้ำภายในท่อที่ระยะห่างกันไม่เกิน 500 เมตร ภาพที่ 6-10 เป็นภาพแปลนแสดงพิกัดและแนวท่อส่งน้ำดิบและรูปตัดตามยาวของแนวท่อ ส่วนภาพที่ 6-11 เป็นแบบมาตรฐาน (Typical drawing) สำหรับการก่อสร้างติดตั้งท่อ



- การกลบร่องดิน (BACK FILLING)



ระดับผิวดิน



1. หลังจากติดตั้งวางท่อแล้ว จะต้องมีการทดสอบความดันเพื่อตรวจสอบความมั่นใจตามจุดต่อของท่อในระบบ หากเป็นการวางท่อที่มีความยาวมากๆ การทดสอบความดันควรจะทำเป็นช่วงๆ โดยแต่ละช่วงที่ทดสอบควรมีความยาวไม่เกิน 500 เมตร
2. ท่อที่ประกอบต่อไว้แล้ว ควรมีการกลบดินภายในวันนั้น พยายามหลีกเลี่ยงการทิ้งแนวท่อที่ต่อไว้แล้วข้ามวัน อาจเกิดความเสียหายหากมีฝนตกหรือมีน้ำใต้ดินท่วมขังในร่อง เพราะท่อจะเกิดการลอยตัวหลุดออกจากกันได้ง่าย
3. การกลบร่องดิน ให้กลบช่วงกลางหลังท่อแต่ละท่อน โดยเว้นระยะข้อต่อไว้ทั้งด้านหน้าและด้านหลังด้านละไม่น้อยกว่า 20 ซม. การเว้นระยะข้อต่อไว้ก็เพื่อสามารถตรวจสอบการรั่วซึมช่วงต่อได้ง่ายหากมีปัญหาเกิดขึ้น การกลบดินหลังท่อควรไ้สูงประมาณ 80 ซม.
4. การกลบร่องดินชั้นต้น (INMAL BACKFILL) ดินที่ใช้กลบควรได้รับการคัดเลือกอย่าให้มีก้อนกรวดหรือหินก้อนขนาดใหญ่ผสมอยู่ และการกลบควรกระทำอย่างระมัดระวัง มีชั้นตอนที่เหมาะสมในการอัดชั้นดินให้แน่น และระยะความสูงของการกลบต้องไม่น้อยกว่า 30 ซม.

ภาพที่ 6-11 แบบมาตรฐานการต่อท่อและการเตรียมวางท่อ

6.3 การพัฒนาระบบส่งน้ำเพื่อเพิ่มพื้นที่เพาะปลูก

จากการสำรวจพื้นที่ภายในวิทยาเขต ก็พบว่ามีพื้นที่ที่มีกิจกรรมการเพาะปลูกแต่ไม่มีระบบชลประทานเข้าถึงหรืออยู่ห่างไกลจากคูส่งน้ำมาก ดังนั้นจึงได้ทำการวางแผนและออกแบบขนาดของคูส่งน้ำเพิ่มเติมขึ้นมา จำนวน 1 สาย จากการศึกษา ออกแบบคูส่งน้ำได้ผลการออกแบบ ดังนี้

6.3.1 การวางแผนคูส่งน้ำ 1R-1L-1

แนวคูส่งน้ำ 1R-1L-1 แยกออกจากคลองสาย 1L-1 ที่พิกัด N 603798.189, E 1550798.773 ยาวจนถึง กม. 1+140 ที่พิกัด N 603297.5620, E 155015.4017 มีระยะทางทั้งหมดเท่ากับ 1,140 เมตร แสดงดังภาพที่ 6-15 จากการสำรวจพื้นที่พบว่า ส่วนใหญ่พื้นที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่สำหรับการเลี้ยงสัตว์ ในการออกแบบวางแผนคูส่งน้ำ 1R-1L-1 มีอาคารชลประทาน ดังนี้

- อาคารท่อส่งน้ำเข้านา ตั้งอยู่ที่ กม. 0+000
- อาคารท่อลอดถนน ตั้งอยู่ที่ กม. 0+494
- อาคารท่อปลายคู ตั้งอยู่ที่ กม. 1+140

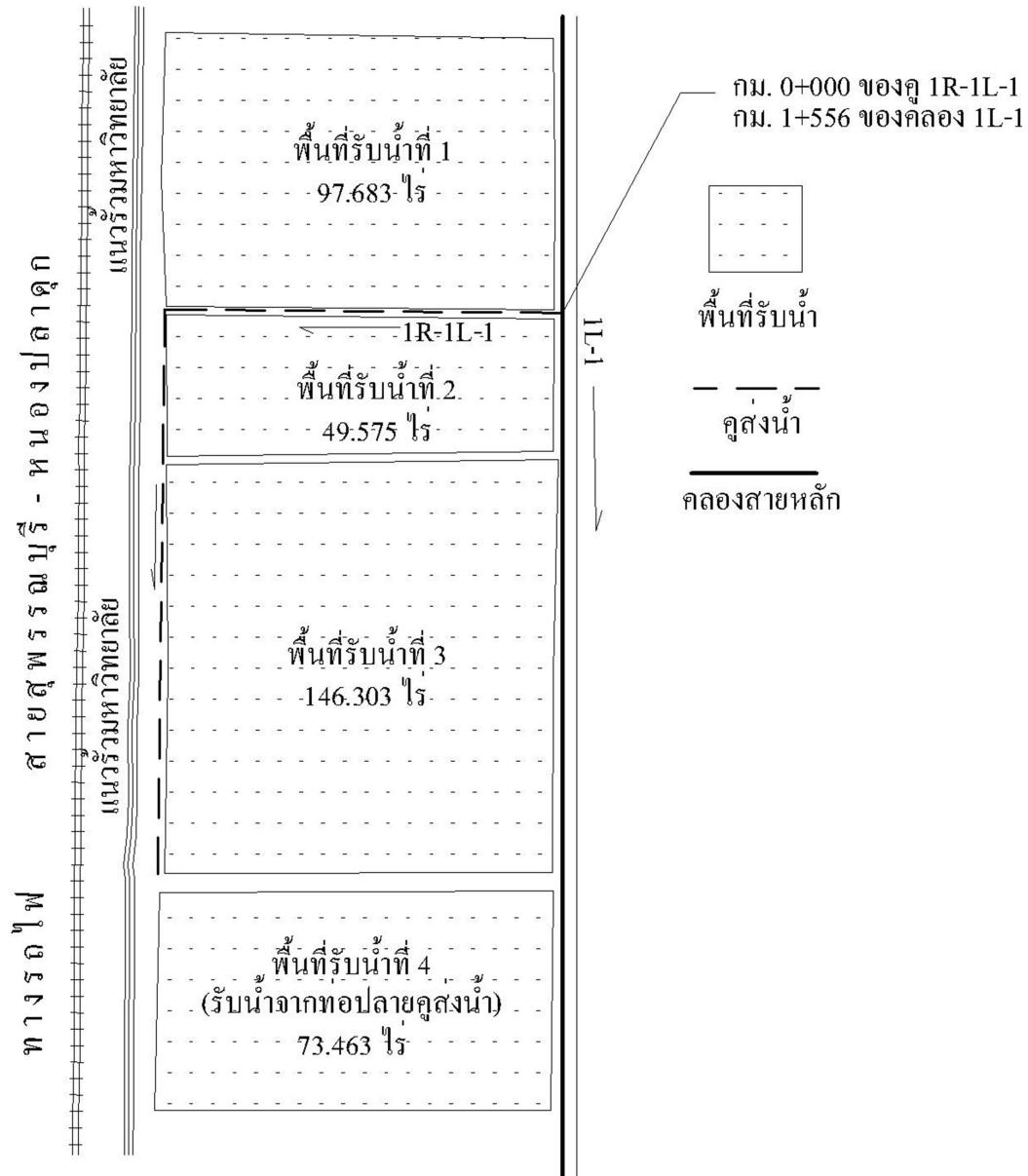
ในการคำนวณออกแบบคูส่งน้ำและอาคารชลประทาน จะใช้แบบมาตรฐานของกรมชลประทาน โดยมีหมายเลขแบบ ดังนี้

- แบบมาตรฐานรูปตัดตามขวางคูส่งน้ำ หมายเลขแบบ มฐ 06-01-004
- แบบมาตรฐานท่อส่งน้ำเข้านา หมายเลขแบบ จ. 09/2550-1-3-026
- แบบมาตรฐานท่อลอดถนน หมายเลขแบบ จ. 09/2550-1-3-013
- แบบมาตรฐานท่อปลายคูส่งน้ำ หมายเลขแบบ มฐ 04-24-001

6.3.2 การออกแบบคูส่งน้ำ 1R-1L-1

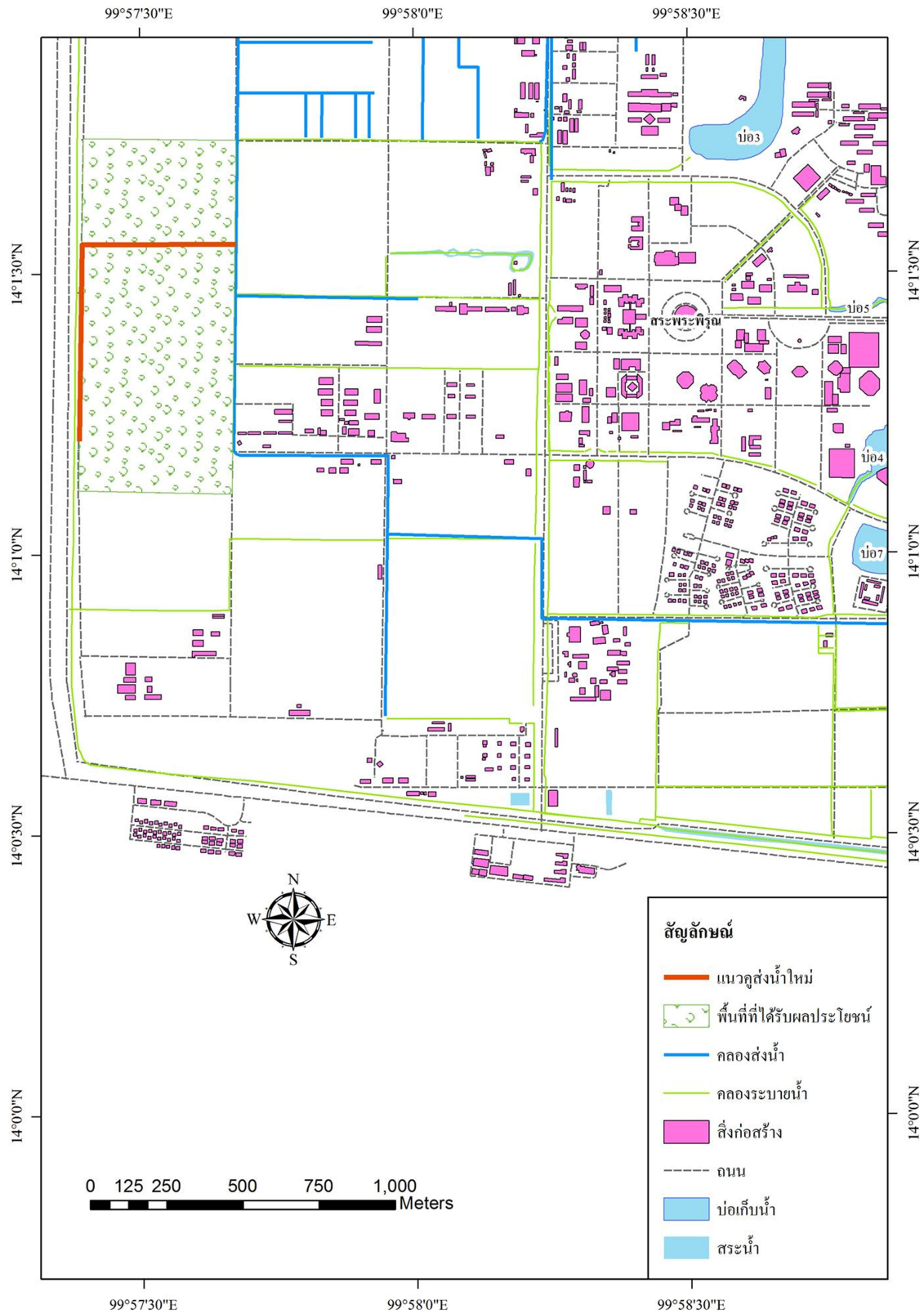
จากการคำนวณพบว่า คูส่งน้ำมีอัตราการไหลของคูส่งน้ำ (Q) เท่ากับ 0.090 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เนื่องจากคูส่งน้ำมีขนาดเล็กอัตราการไหลของคูส่งน้ำไม่มากจึงออกแบบให้มีหน้าตัดขนาดเดียวกันตลอดทั้งสาย ออกแบบให้คูส่งน้ำมีลักษณะเป็นรูปตัดคูส่งน้ำรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีความกว้างก้นคู (b) เท่ากับ 0.400 เมตร ความลึกน้ำมีค่า (d) เท่ากับ 0.430 เมตร ระยะเพื่อพ้นน้ำ (Freeboard) เท่ากับ 0.220 เมตร อัตราส่วนลาดด้านข้าง (ss) เท่ากับ 1:1 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของคอนกรีต (n) เท่ากับ 0.016 และความหนาของคอนกรีต (t) เท่ากับ 0.06 เมตร โดยการออกแบบคูส่งน้ำตามยาว ได้ใช้อัตราส่วนความลาดของคูส่งน้ำตามยาว (S) เท่ากับ 1 : 8000 ซึ่งในการออกแบบ กม. 0+494 มีอาคารชลประทานประเภท

ท่อลอดถนน ดังนั้นในการออกแบบจึงได้ลดระดับ (Drop) ของท้องคลองลง 0.05 เมตร ดังแสดงใน
ภาพที่ 6-12 ถึงภาพที่ 6-14



ภาพที่ 6-12 แนวคูส่งน้ำและพื้นที่รับน้ำของคูส่งน้ำ 1R-1L-1

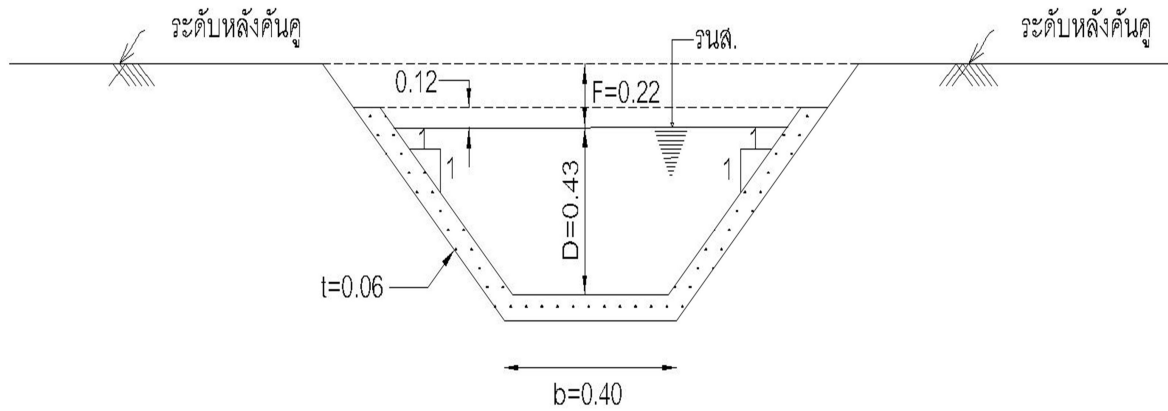
ที่มา : วันชนก และคณะ, 2560



ภาพที่ 6-13 แผนที่แนวคูส่งน้ำของคูส่งน้ำ 1R-1L-1

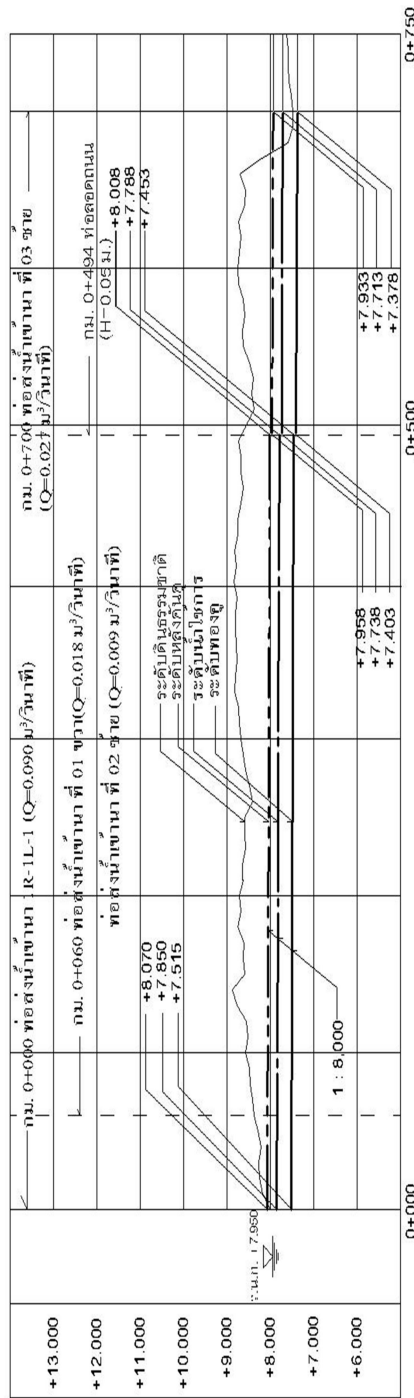
ตารางที่ 6-1 ผลออกแบบคูส่งน้ำ 1R-1L-1

ลำดับ	รายการ	ขนาด
1	พื้นที่รับน้ำจากคู	367 ไร่
2	ความกว้างของท้องคูส่งน้ำ	0.40 เมตร
3	ความลึกของคูส่งน้ำ	0.43 เมตร
4	ระยะเผื่อล้น	0.22 เมตร
5	ความลาดเทด้านข้าง	1:1
6	ความหนาของคอนกรีต	0.06 เมตร



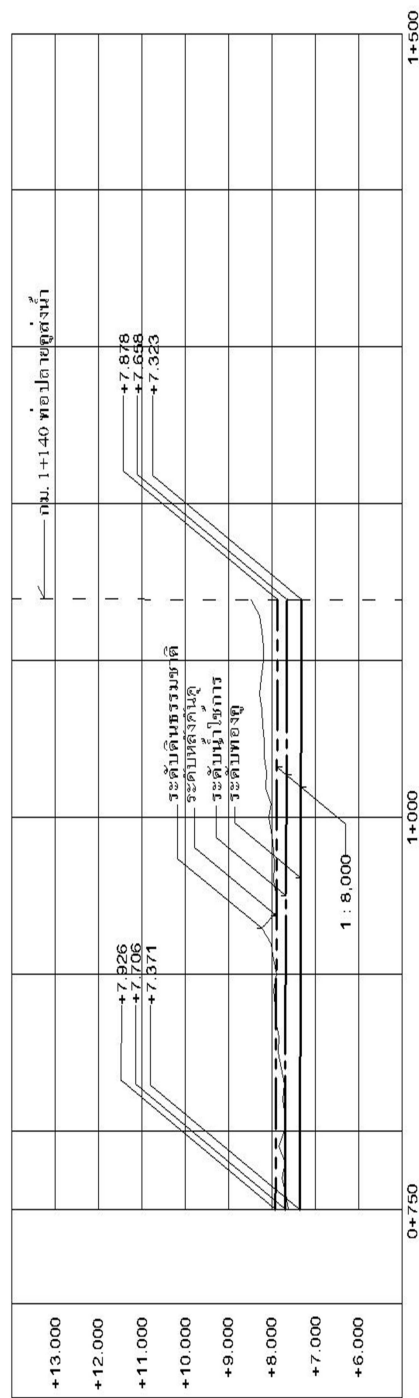
ภาพที่ 6-14 แสดงขนาดหน้าตัดคูส่งน้ำ 1R-1L-1

ที่มา : วันชนก และคณะ, 2560



(บ'น'๕) ๕๗๓ - ทุ่งนางเลาะ

ระยะทางเป็น - กิโลเมตร



(บ'น'๕) ๕๗๓ - ทุ่งนางเลาะ

ระยะทางเป็น - กิโลเมตร

รูปตัดตามขวาง

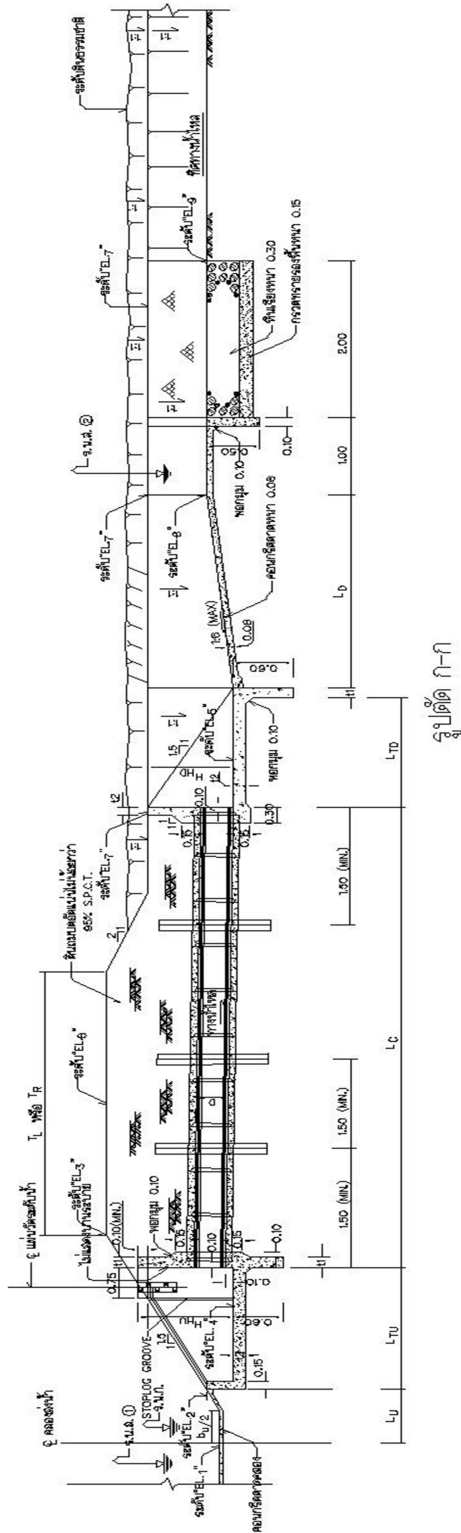
ภาพที่ 6-15 แสดงรูปตัดตามยาวของคูส่งน้ำ 1R-1L-1

6.3.3 ผลการออกแบบอาคารท่อส่งน้ำเข้านา

ผลการคำนวณ ค่าระดับต่างๆ ของท่อส่งน้ำเข้านาโดยใช้แบบมาตรฐานท่อส่งน้ำเข้านาของกรมชลประทาน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6-2 ภาพที่ 6-16 และภาพที่ 6-17

ตารางที่ 6-2 แสดงค่าผลการคำนวณและค่าระดับต่างๆ ของท่อส่งน้ำเข้านา

ลำดับ	รายการ	ขนาด
1	อัตราการไหล (Q)	0.090 ลบ.ม./วินาที
2	เส้นผ่าศูนย์กลาง (D)	0.500 เมตร
3	ความกว้างของช่วงต่อเชื่อมด้านปากท่อ (B_1)	0.800 เมตร
4	ความกว้างของช่วงต่อเชื่อมด้านหลัง (B_2)	0.700 เมตร
5	ความสูงกำแพงปากท่อ (H_{HU})	1.750 เมตร
6	ความสูงกำแพงหลังท่อ (H_{HD})	1.400 เมตร
7	ความยาวจากกึ่งกลางคลองสายหลักถึงจุดเริ่มต้นช่วงต่อเชื่อม (L_U)	0.517 เมตร
8	ความยาวท่อ (L_C)	11.000 เมตร
9	ความยาวช่วงต่อเชื่อมด้านท้ายท่อส่งน้ำเข้านา (L_{TD})	2.100 เมตร
10	ความยาวจากช่วงต่อเชื่อมด้านท้ายถึงปลายท่อส่งน้ำเข้านา (L_D)	3.120 เมตร
11	ร.น.ส.1	8.070 ม.รทก.
12	ร.น.ก.	7.950 ม.รทก.
13	ร.น.ส.2	7.771 ม.รทก.
14	ระดับ "EL.1"	7.515 ม.รทก.
15	ระดับ "EL.2"	7.750 ม.รทก.
16	ระดับ "EL.3"	8.395 ม.รทก.
17	ระดับ "EL.4"	6.745 ม.รทก.
18	ระดับ "EL.5"	6.821 ม.รทก.
19	ระดับ "EL.6"	8.395 ม.รทก.
20	ระดับ "EL.7"	8.221 ม.รทก.
21	ระดับ "EL.8"	7.341 ม.รทก.
22	ระดับ "EL.9"	7.341 ม.รทก.



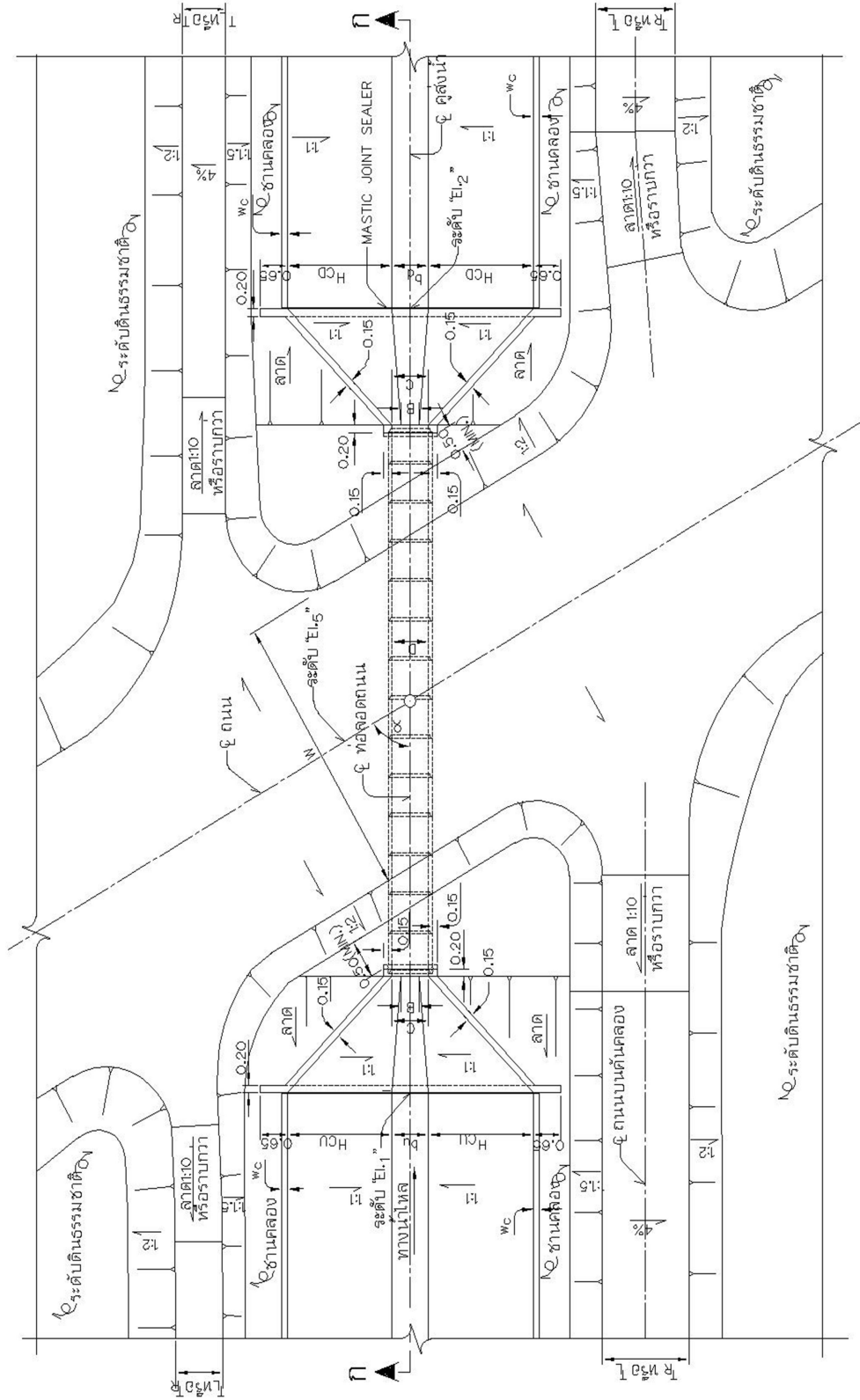
ภาพที่ 6-16 แปลนของท่อส่งน้ำเข้ามา

6.3.4 ผลการออกแบบท่อลอดถนน

ผลการออกแบบท่อลอดถนน โดยใช้แบบมาตรฐานของกรมชลประทาน แสดงรายละเอียดในตารางที่ 6-3 ภาพที่ 6-18 และภาพที่ 6-19

ตารางที่ 6-3 แสดงค่าระดับต่าง ๆ ของท่อลอดถนน

ลำดับ	รายการ	ขนาด
1	อัตราการไหล (Q)	0.090 ลบ.ม./วินาที
2	เส้นผ่าศูนย์กลาง (D)	0.400 เมตร
3	ความกว้างของกันคู (B)	0.400 เมตร
4	ความยาวท่อด้านเหนือน้ำ (L _{CU})	3.000 เมตร
5	ความยาวท่อด้านท้ายน้ำ (L _{CD})	3.000 เมตร
6	ความยาวของช่วงต่อเชื่อมด้านหน้าท่อส่งน้ำ (L _{TU})	1.000 เมตร
7	ความยาวช่วงต่อเชื่อมด้านท้ายท่อส่งน้ำ (L _{TD})	2.000 เมตร
8	ร.น.ส.1	7.788 ม.รทก.
9	ร.น.ส.2	7.738 ม.รทก.
10	ระดับ "EL.1"	7.358 ม.รทก.
11	ระดับ "EL.2"	7.308 ม.รทก.
12	ระดับ "EL.3"	7.308 ม.รทก.
13	ระดับ "EL.4"	7.278 ม.รทก.
14	ระดับ "EL.5"	8.841 ม.รทก.



แปลน
 ไม่แสดงขนาดส่วน

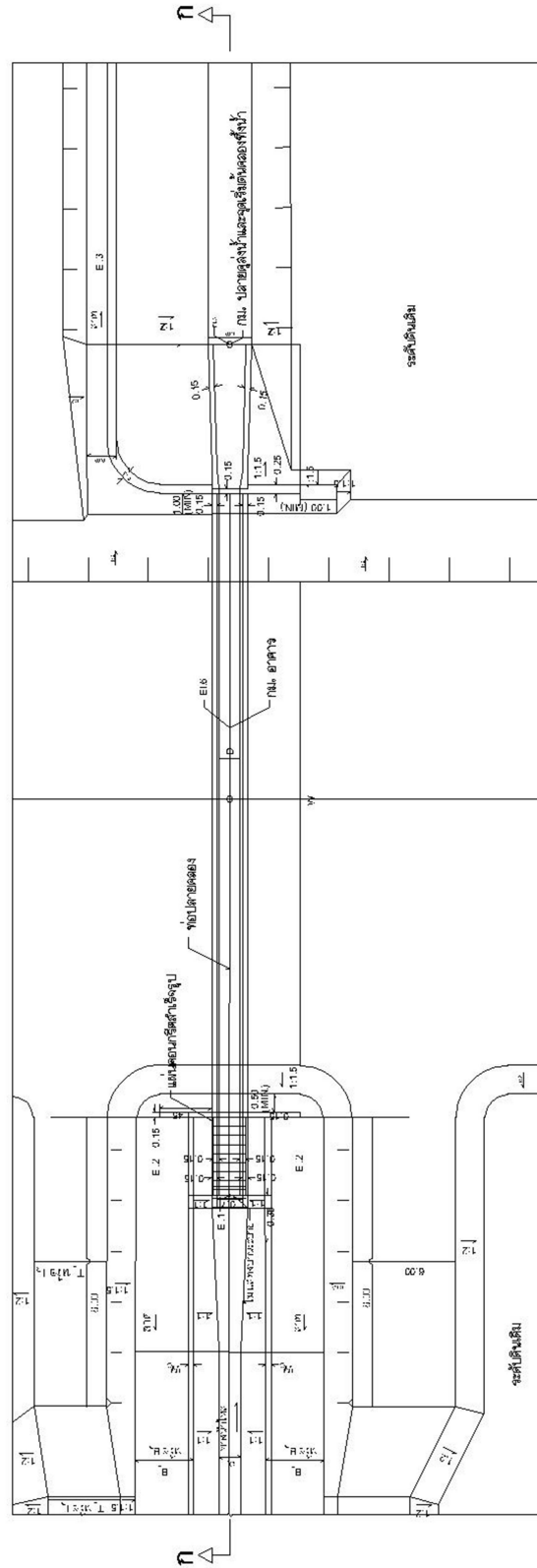
ภาพที่ 6-18 แปลนของท่อลอดถนน

6.3.5 ผลการออกแบบท่อปลายคูส่งน้ำ 1R-1L-1

จากการออกแบบท่อปลายคูส่งน้ำโดยใช้แบบมาตรฐานของกรมชลประทาน ผลการคำนวณและค่าระดับต่าง ๆ ของอาคารท่อปลายคูส่งน้ำแสดงในตารางที่ 6-4 ภาพที่ 6-20 และภาพที่ 6-21

ตารางที่ 6-4 แสดงค่าระดับต่างๆ ของอาคารท่อปลายคูส่งน้ำ

ลำดับ	รายการ	ขนาด
1	อัตราการไหล (Q)	0.030 ลบ.ม./วินาที
2	เส้นผ่าศูนย์กลาง (D)	0.300 เมตร
3	ความกว้างของกันคู (B)	0.400 เมตร
4	ความลึกของน้ำ (d)	0.260 เมตร
5	ความสูงระยะพื้นน้ำ (Freeboard)	0.220 เมตร
6	ความยาวท่อจากปลายลาดถนนด้านเหนือน้ำถึงด้านท้ายน้ำ	12.000 เมตร
7	ความยาวท่อด้านเหนือน้ำ (L_{CU})	6.000 เมตร
8	ความยาวท่อด้านท้ายน้ำ (L_{CD})	6.000 เมตร
9	ความยาวของช่วงต่อเชื่อมด้านหน้าท่อส่งน้ำ (L_{TU})	1.500 เมตร
10	ความยาวช่วงต่อเชื่อมด้านท้ายท่อส่งน้ำ (L_{TD})	3.500 เมตร
11	ร.น.ส.1	7.658 ม.รทก.
12	ร.น.ส.2	6.638 ม.รทก.
13	ระดับ "EL.1"	7.228 ม.รทก.
14	ระดับ "EL.2"	8.058 ม.รทก.
15	ระดับ "EL.3"	6.828 ม.รทก.
16	ระดับ "EL.4"	6.828 ม.รทก.
17	ระดับ "EL.5"	6.378 ม.รทก.
18	ระดับ "EL.6"	8.550 ม.รทก.



แปลน
สายส่งตรงภาคกลาง

ภาพที่ 6-20 แปลนของท่อปลายคูส่งน้ำ 1R-1L-1

บทที่ 7

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

7.1 ข้อมูลสำหรับจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS)

เนื่องจากข้อมูลภาคสนามเป็นสิ่งจำเป็นต่อการนำมาใช้เพื่อการบริหารจัดการน้ำภายในวิทยาเขต ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าจึงได้ทำการพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยการปรับปรุง เพิ่มเติมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เดิมของวิทยาเขตกำแพงแสนที่เคยมีอยู่เดิม (คณะกรรมการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 2554) ให้ข้อมูลเหล่านั้นมีความละเอียดและเป็นปัจจุบันมากขึ้น ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่สำคัญต่อการนำมาใช้งานจะเน้นเฉพาะข้อมูลเพื่อนำมาใช้บริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรเป็นหลัก เพราะจากการศึกษาวิทยาเขตมีปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเกษตรมากกว่าปริมาณการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค บริโภคในสัดส่วนประมาณ 80 : 20 ข้อมูลที่แสดงไว้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย

- 1) พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยงานต่างๆภายในวิทยาเขต
- 2) แนวคลองส่งน้ำและคูส่งน้ำทุกสาย พร้อมทั้งรายละเอียด
- 3) ตำแหน่งที่ตั้งของอาคารชลประทานพร้อมรายละเอียด
- 4) แนวคลองระบายน้ำ
- 5) ตำแหน่งบ่อเก็บน้ำ 1-7
- 6) แสดงภูมิประเทศของวิทยาเขตแบบดิจิตอล (DEM)
- 7) แนววางท่อส่งน้ำดิบ

ในการจัดทำข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในครั้งนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม ArcGIS สำหรับใช้ทำงานทำการศึกษารวบรวมข้อมูลดังที่กล่าวมา และจัดทำข้อมูลอื่นๆขึ้นมาเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้และเตรียมถ่ายโอนข้อมูลให้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตในระบบออนไลน์ต่อไป โดยอยู่ในไฟล์โปรแกรม ArcGIS ชื่อ “แผนที่ภูมิศาสตร์สารสนเทศระบบชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน” และมีไฟล์ย่อยดังแสดงในตารางภาคผนวก จ-1 แต่ละไฟล์มีตารางเอกสารที่แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่จำเป็นของระบบชลประทานของวิทยาเขต ดังที่แสดงไว้ตั้งแต่ตารางที่ 7-1 ถึงตารางที่ 7-11

ตารางที่ 7-1 รายละเอียดข้อมูลของคลองส่งน้ำ

ลำดับที่	รายการ	ความหมาย
1	OBJECTID	ลำดับที่
2	Name	ชื่อคลอง
3	Station	ระยะทางจากจุดเริ่มต้นคลอง ถึง ระยะทางจุดสิ้นสุดคลอง
4	b_m_	ความกว้างของท้องคลอง (เมตร)
5	Normal_Dep	ความลึกคลองที่ออกแบบ (เมตร)
6	Free_Boad_	ระยะเผื่อล้น (เมตร)
7	Length	ความยาวของคลอง (เมตร)
8	Q_cms	อัตราการไหลที่ออกแบบ (ลูกบาศก์เมตร ต่อ วินาที)
9	หมายเหตุ	หมายเหตุ

ตารางที่ 7-2 รายละเอียดข้อมูลของอาคารอัดน้ำ (Check)

ลำดับที่	รายการ	ความหมาย
1	OBJECTID	ลำดับที่
2	N	ค่าพิกัด N
3	E	ค่าพิกัด E

ตารางที่ 7-3 รายละเอียดข้อมูลของท่อลอดถนน

ลำดับที่	รายการ	ความหมาย
1	OBJECTID	ลำดับที่
2	Diameter_m	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (เมตร)
3	Head_Loss_	การสูญเสียเฮด (เมตร)
4	หมายเหตุ	หมายเหตุ

ตารางที่ 7-4 รายละเอียดข้อมูลของท่อส่งน้ำเข้านา

ลำดับที่	รายการ	ความหมาย
1	OBJECTID	ลำดับที่
2	N	ค่าพิกัด N
3	E	ค่าพิกัด E

ตารางที่ 7-5 รายละเอียดข้อมูลของท่อส่งน้ำเข้าแปลง

ลำดับที่	รายการ	ความหมาย
1	OBJECTID	ลำดับที่
2	N	ค่าพิกัด N
3	E	ค่าพิกัด E

ตารางที่ 7-6 รายละเอียดข้อมูลของคลองระบายน้ำ

ลำดับที่	รายการ	ความหมาย
1	OBJECTID	ลำดับที่
2	SHAPE_Leng	ความยาวของคลอง (เมตร)

ตารางที่ 7-7 รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน

ลำดับที่	รายการ	ความหมาย
1	FID	ลำดับที่
2	Name	ชื่อของหน่วยงานที่รับผิดชอบ
3	นาข้าว_ไร่	จำนวนพื้นที่ปลูกนาข้าว (ไร่)
4	พืชไร่_ไร่	จำนวนพื้นที่ปลูกพืชไร่ (ไร่)
5	ไม้ผล_ไร่	จำนวนพื้นที่ปลูกไม้ผล-ไม้ยืนต้น (ไร่)
6	พืชผัก_ไร่	จำนวนพื้นที่ปลูกพืชผัก (ไร่)
7	บ่อปลา_ไร่	จำนวนพื้นที่บ่อปลา (ไร่)

ตารางที่ 7-8 รายละเอียดข้อมูลของบ่อเก็บน้ำ 1-7

ลำดับที่	รายการ	ความหมาย
1	Name	ชื่อบ่อกักเก็บน้ำ
2	Deep_M	ความลึกเฉลี่ย (เมตร)
3	Area_rai	พื้นที่ผิวน้ำ (ไร่)
4	Storage_cm	ขนาดความจุ (ลูกบาศก์เมตร)
5	Inflow_cmh	อัตราการไหลเข้าสู่บ่อ (ลูกบาศก์เมตร ต่อ ชั่วโมง)
6	Outflow_cm	อัตราการไหลออกจากบ่อ (ลูกบาศก์เมตร ต่อ ชั่วโมง)
7	ผลิตน้ำประปา	อัตราการสูบเพื่อผลิตน้ำประปา (ลูกบาศก์เมตร ต่อ ชั่วโมง)
8	การเกษตร	อัตราการการใช้น้ำสำหรับการเกษตร (ลูกบาศก์เมตร ต่อ ชั่วโมง)
9	หมายเหตุ	หมายเหตุ

ตารางที่ 7-9 รายละเอียดข้อมูลของสระน้ำ

ลำดับที่	รายการ	ความหมาย
1	OBJECTID	ลำดับที่
2	SHAPE_Leng	ระยะทางรอบสระน้ำ (เมตร)
3	Shape_Area	พื้นที่ผิวน้ำ (ตารางเมตร)

ตารางที่ 7-10 รายละเอียดข้อมูลของแนวท่อส่งน้ำดิบ

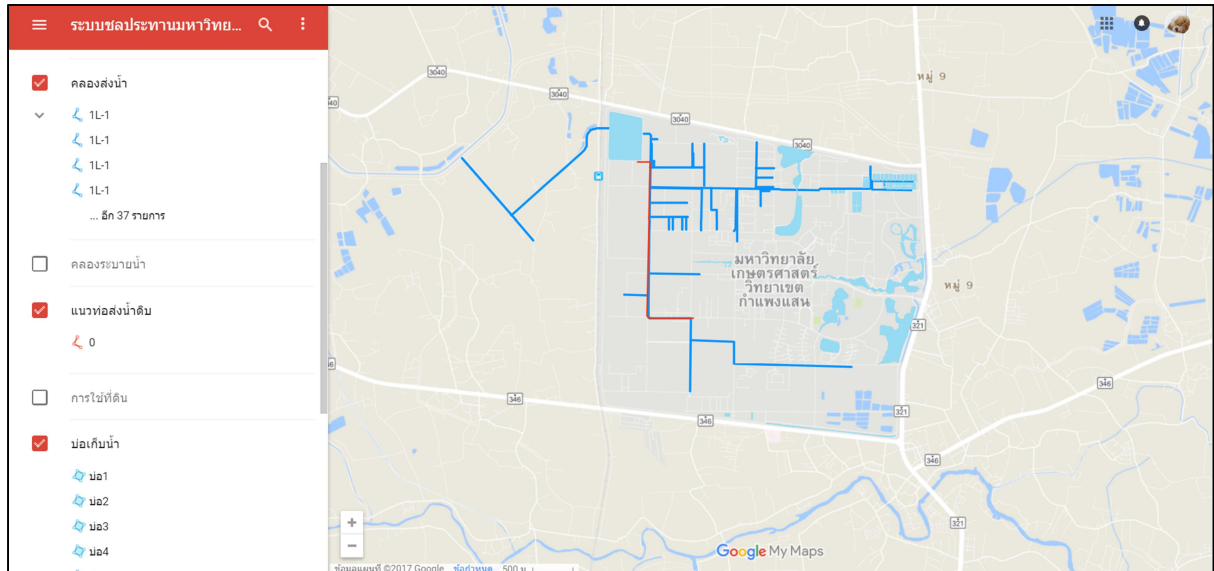
ลำดับที่	รายการ	ความหมาย
1	OBJECTID	ลำดับที่
2	length	ความยาวของแนวท่อส่งน้ำดิบ (เมตร)

7.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

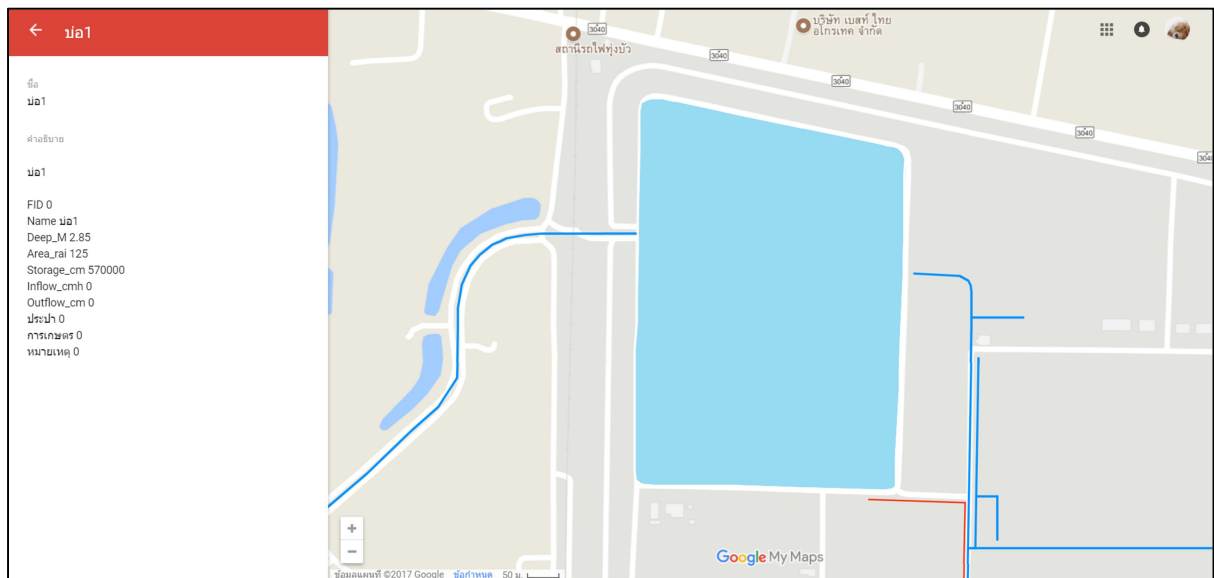
ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้เชื่อมโยงกับระบบออนไลน์ของ Google ซึ่งทำให้ง่ายต่อผู้ที่สนใจและนำไปใช้ต่อไปในอนาคต โดยข้อมูลต่างๆที่แสดงผลในระบบออนไลน์จะเป็นข้อมูลเดียวกับข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม ArcGIS

ตัวอย่างการแสดงผลในระบบออนไลน์ของงานในการศึกษาค้นคว้า ซึ่งจะแสดงเป็นแผนที่โดยอ้างอิงเหมือนระบบออนไลน์ของ Google Map และมีชุดข้อมูลที่ถ่ายโอนไว้ในทางซ้ายมือ ดังภาพที่ 7-1 และหาก

ผู้สนใจต้องการทราบข้อมูลหรือรายละเอียดของข้อมูล ก็สามารถคลิกเลือกดูจากหน้าต่างแสดงข้อมูล ซึ่งจะรายละเอียดตามความหมายดังตารางที่กล่าวมา โดยในภาพที่ 7-2 เป็นตัวอย่างในการเปิดดูแสดงข้อมูลของ บ่อ 1



ภาพที่ 7-1 ตัวอย่างการแสดงผลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



ภาพที่ 7-2 ตัวอย่างการแสดงผลของรายละเอียดบ่อ1 ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

บทที่ 8

สรุปผล

จากการรวบรวมข้อมูล การสำรวจภาคสนาม และนำมาศึกษา วิเคราะห์ผลทั้งจากข้อมูลที่ตรวจวัด และการคำนวณทางทฤษฎีถึงการใช้น้ำเพื่อการเกษตรและเพื่ออุปโภค บริโภครวมทั้งศึกษาจัดทำรายละเอียดที่เกี่ยวข้องสำหรับการนำไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำภายในวิทยาเขต ผลการศึกษาต่างๆ ที่ได้ สรุปได้ดังนี้

8.1 ผลการจัดทำสารสนเทศภูมิศาสตร์ระบบชลประทานของวิทยาเขต

ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ที่ได้จากการจัดทำขึ้น ประกอบด้วย

- 1) พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยงานต่างๆ ภายในวิทยาเขต
- 2) แผนที่แสดงแนวและคุณสมบัติของคลองส่งน้ำ
- 3) ตำแหน่งที่ตั้งและคุณสมบัติของอาคารชลประทาน
- 4) แผนที่แนวคลองระบายน้ำ
- 5) แผนที่ตำแหน่งที่ตั้งสระเก็บน้ำ
- 6) แผนที่ภูมิประเทศของวิทยาเขตแบบดิจิตอล (DEM)
- 7) แนวท่อส่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาที่เสนอไว้

8.2 ผลการศึกษาปริมาณความต้องการน้ำของวิทยาเขต

จากการศึกษา พบว่า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีแหล่งเก็บกักน้ำผิวดินหลักสำหรับการกักเก็บน้ำคือ บ่อ 1 ซึ่งมีขีดความสามารถในการเก็บกัก เท่ากับ 570,000 ลบ.ม. และมีแหล่งน้ำผิวดินสำรองอีก 6 บ่อ แต่ไม่มีระบบส่งน้ำออกไปใช้ จากการศึกษพบว่าแหล่งเก็บน้ำบ่อ 1 รับน้ำมาจากจากคลองชลประทาน 1L-6R-2Lของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน และปล่อยน้ำออกไปใช้เพื่อการเกษตรและการผลิตน้ำประปา ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรจากการคำนวณทางทฤษฎี

จากการพื้นที่เพาะปลูกภายในวิทยาเขตมีทั้งหมด 2,359 ไร่ ในการศึกษาได้แบ่งเป็นนาข้าว พืชไร่ พืชผัก ไม้ผล-ไม้ยืนต้น และบ่อปลา-บ่อกึ่ง โดยเป็นการปลูกพืชไร่มากที่สุด (1,308 ไร่) รองลงมาคือนาข้าว (537 ไร่) และเป็นบ่อปลา-บ่อกึ่งน้อยที่สุด (50 ไร่) มีความต้องการใช้น้ำรวมกันเท่ากับ 5,060,093.92 ลบ.ม. ต่อ ปี ค่าเฉลี่ยการใช้น้ำรายเดือนเท่ากับ 433,508.96 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณความต้องการน้ำสูงสุดในเดือน ตุลาคม ต่ำสุดคือ เดือนกุมภาพันธ์

ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค

ผลจากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า จำนวนประชากรของวิทยาเขตกำแพงแสน แบ่งออกเป็น 2กลุ่มหลักๆ คือ นิสิตและบุคลากร จากสถิติข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี พบว่าปี พ.ศ. 2559 มีจำนวน ประชากรสูงสุด 16,029 คน สถิติข้อมูลการใช้น้ำสำหรับการอุปโภค-บริโภค เฉลี่ย 5 ปีย้อนหลัง พบว่า ปริมาณการใช้น้ำสำหรับการอุปโภค-บริโภค ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1,200,193.2 ลบ.ม.ต่อปี (คิดเป็นค่าอัตราการใช้น้ำเฉลี่ยได้ 223.63 ลิตร ต่อ คน ต่อ วัน) และเมื่อใช้ จำนวนประชากรปี 2559 มาคิดปริมาณการใช้น้ำพบว่าปริมาณความต้องการใช้น้ำเมื่อใช้อัตราการใช้น้ำจาก สถิติย้อนหลัง 5 ปีมีค่าเท่ากับ 1,049,191.36 ลบ.ม.ต่อ ปี หากคำนวณจากอัตราการใช้น้ำมาตรฐาน (200 ลิตร ต่อ คน ต่อ วัน) ได้ค่าเท่ากับ 938,343.60 ลบ.ม.ต่อ ปี

การศึกษาปริมาณความเพียงพอของน้ำต้นทุน

จากการศึกษา พบว่าโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวนจะหยุดส่งน้ำในช่วงเดือนมกราคม ของทุกปี จากการวัดอัตราการไหลของน้ำด้วยเครื่องวัดน้ำ พบว่า ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าบ่อเก็บกักน้ำ (บ่อ 1) มีอัตราการไหลที่วัดได้จริงเฉลี่ยเท่ากับ 0.312 ลบ.ม./วินาที ซึ่งเป็นอัตราการไหลที่ต่ำกว่าอัตราการไหลที่กรม ชลประทานออกแบบไว้ (1.290 ลบ.ม./วินาที) และวัดอัตราการไหลของการส่งน้ำออกจากบ่อ 1 โดยคลองส่ง น้ำชลประทาน วัดอัตราการไหลจริงได้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.276 ลบ.ม./วินาที สรุปว่าปริมาณน้ำที่วิทยาเขต ได้รับจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวนรวมทั้งปี มากกว่าปริมาณความต้องการน้ำใช้น้ำรวมของ วิทยาเขต และเมื่อดูปริมาณน้ำที่ปล่อยจากบ่อ 1 รวมกับปริมาตรที่บ่อ 1 สำรองน้ำไว้ได้ จะมีปริมาณน้ำที่ ขาดอยู่บ้างในเดือนมีนาคม กับเดือนตุลาคม แต่หากปล่อยน้ำจากบ่อ 1 ให้ได้เต็มความจุของคลองคือ 0.770 ลบ.ม.ต่อ วินาที ก็จะไม่มีปัญหาการขาดน้ำเกิดขึ้น

8.3 ผลการศึกษาสภาพของระบบชลประทานในปัจจุบัน

จากศึกษาโดยการเดินสำรวจพบว่า คลองสายหลัก 2 สาย ได้แก่ คลอง 1L-1 และ 2L-1L-1 โดยสภาพของคลองส่งน้ำชลประทานร้อยละ 80 อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ อีกร้อยละ 20 มีการชำรุดทรุดโทรมเช่น คอนกรีตแตกกร้าว อาคารชำรุดบริเวณที่เป็นบานเปิด ปิด และมีวัชพืชปกคลุมมาก

8.4 ผลการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบการส่งน้ำ

จากศึกษาเพื่อพัฒนาระบบการส่งน้ำทั้งเพื่อการเกษตรและผลิตน้ำประปา สรุปได้ว่า มีแนวทางการพัฒนาระบบการส่งน้ำที่ควรดำเนินการเป็นลำดับแรกคือ ออกแบบปรับปรุงการส่งน้ำดิบจากบ่อ 1 ผ่านคลองส่งน้ำที่มีการใช้ร่วมในกิจกรรมการเพาะปลูกด้วย มาเป็นการส่งทางท่อส่งน้ำวางใต้ผิวดินจากบ่อเก็บกักที่ 1 ไปยังโรงกรองน้ำที่ 2 เป็นท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เท่า 10 นิ้ว ความยาวท่อ เท่ากับ 2,600 เมตร อัตราการไหล เท่ากับ 150 ลบ.ม.ต่อ ชม. ใช้เครื่องสูบน้ำขนาด 17.60 แรงม้า และการพัฒนาคลองส่งน้ำเพิ่มขึ้นอีก 1 สายเพื่อส่งน้ำไปให้พื้นที่ที่ยังไม่มีระบบน้ำไปถึง โดยออกแบบเป็นคูน้ำชื่อ 1R-1L-1 แยกออกมาจากคลองส่งน้ำ 1L-1 ที่ กม. 1+556 มีระยะทางรวม เท่ากับ 1,140 เมตร สามารถส่งให้พื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น 367.024 ไร่

8.5 ข้อเสนอแนะ

ด้านการส่งน้ำเพื่อการเกษตร

1. จากผลการศึกษาพบว่าคลองส่งน้ำสายหลักของวิทยาเขต เริ่มชำรุดราว 20 % และมีวัชพืชขึ้นปกคลุมกีดขวางการไหลของน้ำ ส่วนอาคารชลประทานตัวที่ทำหน้าที่ควบคุมน้ำมีลักษณะบานชำรุด ปิดเปิดได้ยาก ดังนั้นควรทำการซ่อมแซม ปรับปรุงคลอง คูส่งน้ำและอาคารตัวที่สำคัญ และวางแผนการบำรุงรักษาเป็นรายปีอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการซ่อมแซมบานประตูควบคุมของทุกอาคาร เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถปิดเปิดน้ำตามที่กำหนดไว้ได้

2. เมื่อทำการซ่อมแซมบานประตูของอาคารปากคลองส่งน้ำจากบ่อ 1 แล้ว ควรให้มีการสอบเทียบ (Calibration) อาคารปากคลองส่งน้ำจากบ่อ 1 นี้ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลคำนวณสำหรับใช้ปิด เปิดบานประตูน้ำให้ได้อัตราการไหลตามแผนการส่งน้ำที่กำหนด และต่อจากนั้นจะต้องมีการบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำที่เปิดเข้าคลองเป็นรายวัน (ที่ผ่านมาไม่มีการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลอัตราการไหลเข้าคลองส่งน้ำ) เพื่อนำมา

คำนวณค่าประสิทธิภาพการชลประทานของวิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งค่าประสิทธิภาพที่ได้จะบ่งบอกว่าวิทยาเขตมีการเปิดน้ำออกไปใช้พอดีหรือมากกว่าความต้องการทางทฤษฎี

3. ควรต้องมีการจำกัดหรือให้หน่วยงานใดๆที่ประสงค์จะทำการขุดคูน้ำสายซอยออกไปใช้งาน ต้องทำการขออนุญาตวิทยาเขตก่อนที่จะดำเนินการเองโดยพลการ เพราะทางวิทยาเขตจะได้วางแผนดำเนินการควบคุมการส่งน้ำให้พอดีกับความต้องการ เป็นมาตรการที่จะช่วยลดการสูญเสียน้ำที่จะเกิดขึ้นจากการใช้น้ำโดยปราศจากการควบคุมดูแล

4. ทุกหน่วยงานภายในวิทยาเขตที่มีการใช้น้ำชลประทานจากบ่อ 1 จะต้องทำการรายงานข้อมูลที่เป็นปัจจุบันได้แก่ ข้อมูลชนิดพืชที่ปลูก ขนาดพื้นที่ของแต่ละชนิดพืช ช่วงเวลาการปลูกและการใช้น้ำที่ถูกต้องให้แก่วิทยาเขต เพื่อใช้คำนวณวางแผนการส่งน้ำภายในวิทยาเขตได้อย่างถูกต้อง

5. ประสานงานกับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน เพื่อให้ดำเนินการขุดลอก กำจัดวัชพืช และซ่อมแซมบานประตูท่อระบายปากคลอง 1L-6R-2L ให้ใช้งานได้ เพื่อการควบคุมปริมาณน้ำเข้าสู่บ่อ 1

6. ปรับปรุงโครงสร้างและกำหนดบทบาทหน้าที่ของหน่วยงานที่ดูแลระบบส่งน้ำของวิทยาเขต ให้มีความชัดเจน พร้อมกำหนดอัตราค่าสิ่งสำหรับการปฏิบัติงานการบริหารจัดการน้ำ

ด้านการส่งน้ำดิบและการผลิตน้ำประปา

1. ถึงแม้ว่าผลการศึกษาพบว่าระบบผลิตน้ำประปาของวิทยาเขต พบว่ายังสามารถรองรับการเจริญเติบโตของประชากรของวิทยาเขตได้จนถึงปัจจุบันและในอนาคตหากประชากรไม่เพิ่มขึ้นมากกว่านี้ แต่ที่ต้องเร่งดำเนินการคือการซ่อมแซม ปรับปรุง บำรุงรักษาระบบที่มีอายุการใช้งานมานาน ได้แก่โรงกรองน้ำ ระบบท่อส่งน้ำ เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น

2. ควรมีการจัดทำข้อมูลของระบบประปาทั้งหมด ได้แก่ แนวท่อ ชนิดและขนาดท่ออุปกรณ์ต่างๆ และปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอย่างต่อเนื่อง เพื่อไว้ใช้ประโยชน์ต่อการซ่อมแซม บำรุงรักษาหรือออกแบบปรับปรุงในอนาคต ซึ่งในการจัดทำฐานข้อมูลเหล่านี้ต้องใช้เวลาและบุคลากรพอสมควร เนื่องจากเป็นระบบที่อยู่ใต้ดินยากแก่การตรวจสอบสภาพ ระบบถูกก่อสร้างมานาน มีการพัฒนา ปรับปรุงระบบท่อเพิ่มเติมขึ้นเป็นจำนวนมาก

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. คู่มือการปฏิบัติงาน ด้านการจัดสรรน้ำของกรมชลประทาน. แหล่งที่มา :

http://kmcenter.rid.go.th/kmc08/km_55/km55_4.htm

กรมทรัพยากรน้ำ. 2557. คู่มือออกแบบระบบน้ำประปาผิวดิน ขนาดอัตรากำลังผลิต 200 ลบ.ม./ชม.

รูปแบบมาตรฐานกรมทรัพยากรน้ำ. สำนักบริหารจัดการน้ำ กรมชลประทาน กระทรวงทรัพยากรน้ำ
และสิ่งแวดล้อม. แหล่งที่มา : <http://www.praprathai.com>.

กองบริหารวิชาการและนิสิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 73140. แหล่งที่มา :

http://esdpsd.psd.kps.ku.ac.th/v2/index.php?option=com_users&view=login&return=aHR0cDovL2VzZHBzZC5wc2Qua3BzLmt1LmFjLnRoL3YyL2luZGV4LnBocD9vcHRpb249Y29tX2NvbnRlbnQmdmldz1hcnRyY2xUmlkPTE0Jkl0ZW1pZD0yNDA,&fcreturn=YToyOntzOjI6ImkljtzOjI6IjE0IjtzOjI6ImNpZCI7aTowO30=

คณะกรรมการการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

2554. รายงานผลการดำเนินการโครงการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
นครปฐม. 73140.

ฝ่ายจัดสรรน้ำ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพนมทวน สำนักชลประทานที่ 13 กรมชลประทาน. แหล่งที่มา :

<http://irrigation.rid.go.th/phanomtuan/main.htm>

ัญญดร ออภะลา. 2553. เอกสารประกอบการสอนวิชา กลศาสตร์ของไหล (Fluid Mechanics).

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 73140.

วันชนก ศรีใจอินทร์, สรัฎฐ์ ทองเพียง และ พิพากษ์ ปิยภัทร์. 2560. การออกแบบคูส่งน้ำ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 73140.

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก

รายการคำนวณระบบการผลิตน้ำประปา

ก1 รายการคำนวณอัตราการกำลังการผลิตน้ำประปาที่ต้องการ

จากข้อมูลเบื้องต้น

จำนวนประชากร เท่ากับ 16,029 คน

ค่าความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภค เท่ากับ 200 ลิตร/คน/วัน

เมื่อ	อัตราการกำลังผลิตน้ำประปา	=	อัตราการใช้น้ำสูงสุดรายวัน + ปริมาณน้ำสูญเสีย (โดยปริมาณสูญเสียคิดจาก 20% ของอัตราการใช้น้ำสูงสุดรายวัน)
	อัตราการใช้น้ำสูงสุดรายวัน	=	1.25 × ความต้องการน้ำเฉลี่ยรายวัน
แทนค่า	อัตราการใช้น้ำสูงสุดรายวัน	=	1.25 × 200 = 250 ลิตร/คน/วัน
	อัตราการกำลังผลิตน้ำประปา	=	250 + 0.20(250) = 300 ลิตร/คน/วัน
จะได้	อัตราการกำลังผลิตน้ำประปา	=	$\frac{300 \times 16,029}{1,000}$ = 4,808 ลูกบาศก์เมตร/วัน = 200.36 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
ดังนั้น	อัตราการกำลังผลิตน้ำประปาที่ต้องการ	มีค่าเท่ากับ	200.36 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

ก2 การคำนวณอัตราการจ่ายน้ำประปาที่ต้องการ

จากข้อมูลเบื้องต้น

จำนวนประชากร เท่ากับ 16,029 คน

ปริมาณความต้องการใช้น้ำรายวันสูงสุด เท่ากับ 250 ลิตร/คน/วัน

จากตารางที่ 5-2 ต้องใช้ปริมาณน้ำเพื่อการดับเพลิง เท่ากับ 3 ลูกบาศก์เมตร/นาที่

เมื่อ	อัตราการจ่ายน้ำประปาที่ต้องการ	=	ความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุด + ความต้องการน้ำสำหรับดับเพลิง
	ความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุด	=	1.50 ถึง 2.00 เท่าของปริมาณความต้องการ ใช้น้ำรายวันสูงสุด
	เลือกใช้ค่าความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุดที่		1.75 เท่าของปริมาณความต้องการใช้น้ำรายวันสูงสุด
แทนค่า	ความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุด	=	$\frac{1.75 \times 250 \times 16029}{24 \times 1000} + 3(60)$ = 472.20 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
	ความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุด	=	0.131 ลูกบาศก์เมตร/วินาที
ดังนั้น	ความต้องการน้ำในชั่วโมงใช้น้ำสูงสุด	มีค่าเท่ากับ	472.20 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง หรือ 0.131 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

ก3 การคำนวณขนาดความจุของถังที่ต้องการ

จากข้อมูลเบื้องต้น

ปริมาณความต้องการใช้น้ำรายวันสูงสุด เท่ากับ 250 ลิตร/คน/วัน

	หาขนาดความจุของถังที่ต้องการ	=	0.20 x ปริมาณความต้องการใช้น้ำรายวันสูงสุด = $0.20 \times \frac{250 \times 16,029}{1,000}$ = 801.50 ลูกบาศก์เมตร/วัน
	เมื่อปริมาตรน้ำเพื่อการดับเพลิง	=	150.00 ลูกบาศก์เมตร
ดังนั้น	ขนาดความจุของถังที่ต้องการ	มีค่าเท่ากับ	951.45 ลูกบาศก์เมตร/วัน

ก4 การคำนวณหาอัตราการสูบน้ำดิบที่ต้องการ

จากอัตรากำลังผลิตน้ำประปาที่คำนวณได้ เท่ากับ 200.36 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

เมื่อ	อัตราการสูบน้ำดิบที่ต้องการ	=	1.10 x อัตรากำลังผลิตน้ำประปา
จะได้	อัตราการสูบน้ำดิบที่ต้องการ	=	1.10 x 200.36 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง = 220.40 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
ดังนั้น	อัตราการสูบน้ำดิบที่ต้องการ	เท่ากับ	220.40 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

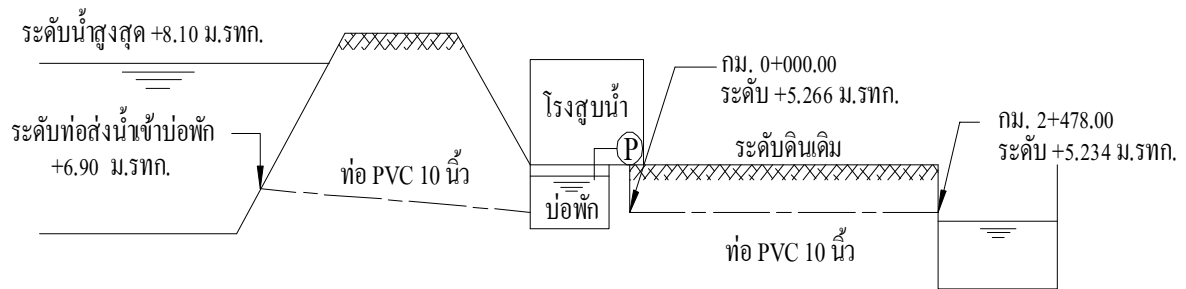
ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข

รายการคำนวณออกแบบท่อส่งน้ำดิบ

ข1 ข้อมูลเพื่อการออกแบบ

- ใช้ท่อ PVC
- ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (D) เท่ากับ 10 นิ้ว หรือ 0.254 เมตร
- อัตราการไหล (Q) เท่ากับ 150 ลบ.ม. ต่อ ชม. หรือ 0.042 ลบ.ม. ต่อ วินาที
- ความยาวท่อด้านจ่าย เท่ากับ 2.478 กิโลเมตร หรือ 2,478 เมตร
- ความยาวท่อด้านดูด 120 เมตร
- ข้อต่อ 45 องศา 4 ตัว
- ข้อต่อ 90 องศา 1 ตัว



ภาพผนวกที่ ข1-1 การแสดงค่าระดับที่จุดต่างๆของท่อส่งน้ำดิบ

ข2 คำนวณหาค่าการสูญเสียหลักและค่าการสูญเสียรองของระบบท่อ

1) การคำนวณค่าการสูญเสียหลัก

สูตร

$$H_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

จาก $L = 2600 \text{ m.}$

$D = 0.254 \text{ m.}$

f หาได้จากการนำค่า Reynolds Number กับ ค่า $\frac{\epsilon}{D}$ จากกราฟ Moody Diagram
ค่า Reynolds Number หาได้จากสูตร

$$\text{Re} = \frac{\rho V D}{\mu}$$

และค่า ϵ จะขึ้นอยู่กับชนิดของท่อ จากตารางภาคผนวกที่ ข2-1

ตารางภาคผนวกที่ ข2-1 ค่าความขรุขระของผนังท่อต่างๆ (ϵ)

Material	Absolute roughness (mm)
Riveted steel	3
Concrete	0.3-3
Wood	0.3
Cast iron	0.25
Galvanized iron	0.15
Stainless steel	0.045
Rubber	0.025
Fiberglass	0.005
Carbon steel	0.045
Plastic	0.0015
Copper	0.0015
Aluminum	0.0015
PVC	0.0015

ที่มา : ธีฎธร ออกะลา, 2553

หา V เพื่อนำไปคำนวณหา Reynolds Number

$$V = \frac{Q}{A}$$
$$V = \frac{0.042}{\frac{\pi \times 0.254^2}{4}}$$
$$V = 0.829 \text{ m/s}$$

คำนวณหา Reynolds Number

จาก $Re = \frac{\rho V D}{\mu}$

แทนค่า $Re = \frac{1,000 \times 0.829 \times 0.254}{1 \times 10^{-3}}$

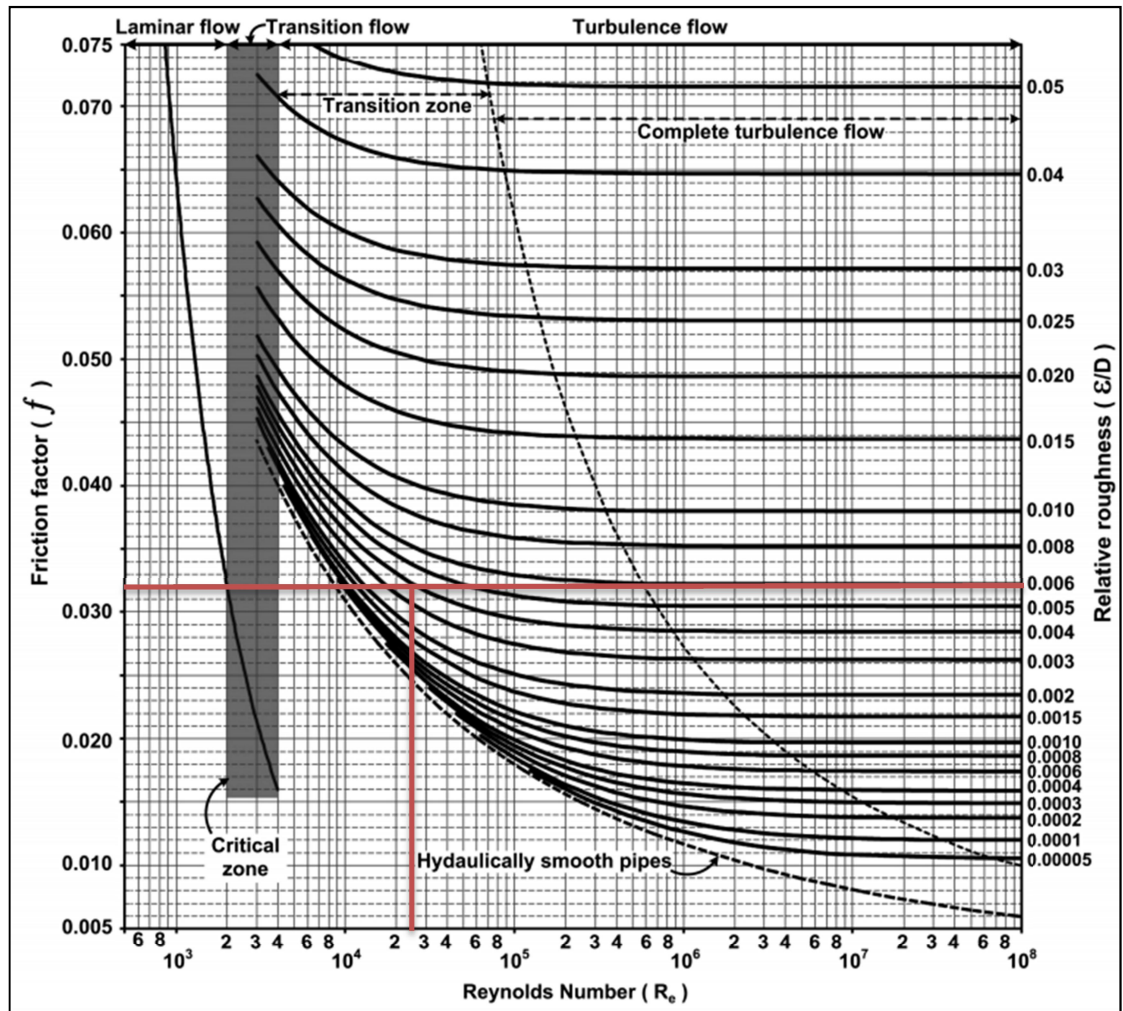
$$Re = 2.105 \times 10^5$$

ค่า \mathcal{E} ของท่อ PVC เท่า กับ 0.0015

ดังนั้น

$$\frac{\mathcal{E}}{D} = \frac{0.0015}{0.254}$$
$$\frac{\mathcal{E}}{D} = 0.006$$

จากกราฟ Moody Diagram เมื่อ $Re = 2.105 \times 10^5$ และ $\frac{\mathcal{E}}{D} = 0.006$ จะได้ค่า $f = 0.033$



ภาพผนวกที่ ข2-1 การอ่านค่า f ที่อ่านได้จาก Moody Diagram

แทนค่า f ในสูตร

$$H_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

$$H_f = 0.033 \times \frac{2600 \times 0.829^2}{0.254 \times 2 \times 9.81}$$

$$H_f = 11.832 \text{ เมตร}$$

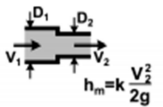

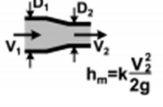
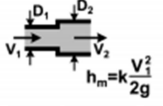
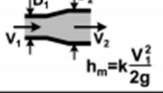
ดังนั้น การสูญเสียเฮดหลัก เท่ากับ 11.832 เมตร

2) การคำนวณหาการสูญเสียพลังงานรอง

สูตร

$$H_L = K \frac{V^2}{2g}$$

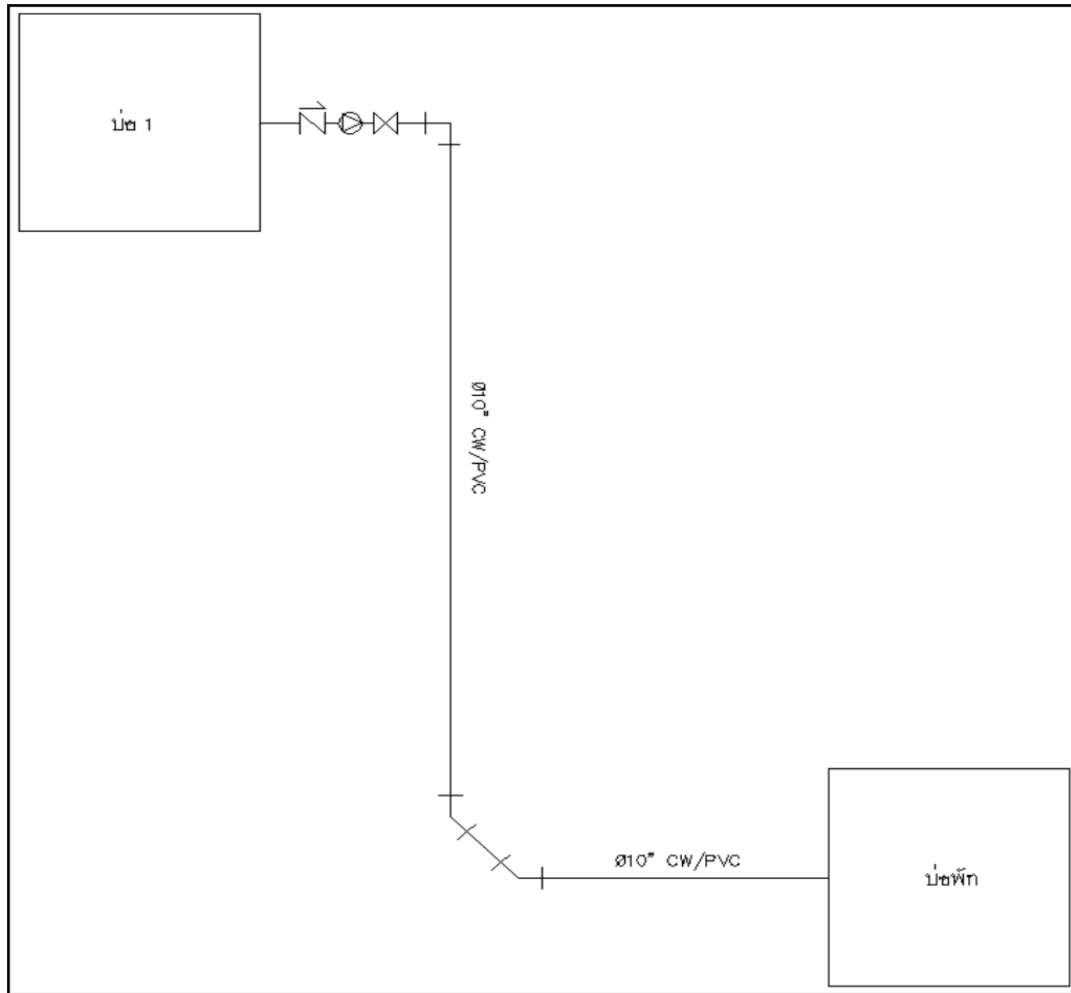
ค่า Minor loss coefficient (K) สามารถหาได้จากภาพภาคผนวกที่ ข2-2

Type of Component or Fitting : K	Type of Component or Fitting : K	Type of Component or Fitting : K
Pipe Entrance (Reservoir to Pipe)	Globe valve - fully open : 10.0	Cross
Square Connection : 0.50	Gate valve	Line flow : 0.50
Rounded Connection : 0.20	- fully open : 0.39	Branch flow : 0.75
Re-entrant (pipe juts into tank) : 1.00	- 3/4 open : 1.10	
Pipe Exit (Pipe to Reservoir)	- 1/2 open : 4.80	Mitered bend (θ)
Square Connection : 1.00	- 1/4 open : 27.0	15° : 0.05
Rounded Connection : 1.00	Ball Valve	30° : 0.10
Re-entrant (pipe juts into tank) : 1.00	- fully open : 0.05	45° : 0.20
Contraction – sudden	- 2/3 open : 5.50	60° : 0.35
 $D_2/D_1=0.80$: 0.18	- 1/3 open : 200	90° : 0.80
$D_2/D_1=0.50$: 0.37	Angle valve - fully open : 4.30	90° smooth bend
$D_2/D_1=0.20$: 0.49	Check valve – conventional : 4.00	 Bend radius/D = 4 : 0.16-0.18
Contraction – conical	Check valve – clearway : 1.50	Bend radius/D = 2 : 0.19-0.25
 $D_2/D_1=0.80$: 0.05	Check valve – ball : 4.50	Bend radius/D = 1 : 0.35-0.40
$D_2/D_1=0.50$: 0.07	Butterfly valve - fully open : 1.20	Elbows
$D_2/D_1=0.20$: 0.08	Cock - straight through : 0.50	Threaded Regular 90° : 1.50
Expansion – sudden	Foot valve – hinged : 2.20	Threaded Regular 45° : 0.40
 $D_2/D_1=0.80$: 0.16	Foot valve – poppet : 12.5	Threaded Long Radius 90° : 0.70
$D_2/D_1=0.50$: 0.57	Tee	Flanged Regular 90° : 0.30
$D_2/D_1=0.20$: 0.92	Line flow : 0.30-0.40	Flanged Long Radius 90° : 0.20
Expansion – conical	Branch flow : 0.75-1.80	Flanged Long Radius 45° : 0.20
 $D_2/D_1=0.80$: 0.03	Flanged, Line Flow : 0.20	
$D_2/D_1=0.50$: 0.08	Flanged, Branch Flow : 1.00	180° Return Bends
$D_2/D_1=0.20$: 0.13	Threaded, Line Flow : 0.90	Flanged : 0.20
	Threaded, Branch Flow : 2.00	Threaded : 1.50
	Threaded Union : 0.08	

ภาพผนวกที่ ข2-2 ค่า Minor loss coefficient (K) ของอุปกรณ์ต่างๆ

ที่มา : ธียุทธ ออภาเสลา, 2553

ท่อส่งน้ำดิบที่ออกแบบมีอุปกรณ์ข้อต่อต่างๆดัง ภาพผนวกที่ ข2-3 และค่า Minor loss coefficient (K) ต่างๆแสดงในตารางผนวกที่ ข2-2



ภาพผนวกที่ ข2-3 ภาพแปลนแสดงอุปกรณ์ท่อ

ตารางที่ ข2-3 อุปกรณ์และค่า Minor loss coefficient (K) ของท่อส่งน้ำดิบ

ลำดับ	อุปกรณ์	จำนวน	Minor loss coefficient (K)
1	ข้อต่องอ 45 องศา	4	0.2
2	ข้อต่องอ 90 องศา	1	0.8
3	Inlet	1	1
4	Outlet	1	1
5	Check Valve	1	4
6	Ball Valve (1/3 Open)	1	200
	รวมทั้งหมด		

นำค่า K ไปแทนในสูตร

$$H_L = K \frac{V^2}{2g}$$

$$H_L = [(4 \times 0.2) + (1 \times 0.8) + (1 \times 1) + (1 \times 1) + (1 \times 4) + (1 \times 200)] \times \frac{1.00^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_L = 10.581 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น การสูญเสียพลังงานรอง เท่ากับ 10.581 เมตร

$$\begin{aligned} \text{การสูญเสียพลังงานรวม} &= \text{การสูญเสียพลังงานหลัก} + \text{การสูญเสียพลังงานรอง} \\ &= 11.832 + 10.581 \end{aligned}$$

$$\text{การสูญเสียพลังงานรวม} = 22.413 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น การสูญเสียพลังงานรวม (TDH) เท่ากับ 22.413 เมตร

ดังนั้น การออกแบบเลือกใช้ขนาดปั๊มที่มีอัตราการไหล 150 ลบ.ม.ต่อชั่วโมง และสามารถรองรับการสูญเสียพลังงานรวม (TDH) เท่ากับ 22.413 เมตร ได้เป็นอย่างดี

ข3 การออกแบบขนาดปั๊มและมอเตอร์

1) การออกแบบขนาดปั๊ม

$$WHP = \frac{Q \times TDH}{237}$$

$$WHP = \frac{150 \times 22.413}{237}$$

$$WHP = 14.185 \text{ แรงม้า}$$

ดังนั้น เลือกใช้ขนาดปั๊ม 14.185 แรงม้า

2) การออกแบบขนาดมอเตอร์

สมมติให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์ 70%

$$BHP = \frac{WHP}{\eta}$$

$$BHP = \frac{14.185}{0.70}$$

$$BHP = 20.265 \text{ แรงม้า}$$

ดังนั้น เลือกใช้ขนาดมอเตอร์ 20.265 แรงม้า

ภาคผนวก ค

ภาคผนวก ค
คุณสมบัติคลองส่งน้ำภายในวิทยาเขต

ตารางภาคผนวกที่ ค-1 คุณสมบัติคลองส่งน้ำชลประทานภายในวิทยาเขตกำแพงแสน

ลำดับ	ชื่อคลอง	รายการ	ความกว้าง ท้องคลอง (ม.)	ความลึก ออกแบบ (ม.)	ระยะเพื่อสัน (ม.)	ความยาวคลอง (ม.)	อัตราการไหล ออกแบบ (ลบ.ม./วินาที)	หมายเหตุ
1	1L-1	0+000.00 to 0+720.00	1.000	0.800	0.200	720.000	0.779	เริ่ม กม 0+000.00 จาก บ่อ 1
2	1L-1	0+720.00 to 1+217.00	0.800	0.650	0.200	496.000	0.236	
3	1L-1	1+217.00 to 2+167.50	0.720	0.550	0.200	950.500	0.112	
4	1L-1	2+167.50 to 2+223.40	0.720	0.550	0.200	55.900	0.112	
5	1L-1	2+223.40 to 3+589.00	0.500	0.475	0.200	1365.600	0.084	
6	4L-1L-1	0+000.00 to 0+076.00	0.500	0.650	0.000	127.000	0.000	แยกจาก 1L-1 กม 0+127
7	1L-1L-1	0+000.00 to 0+639.00	0.400	0.470	0.000	639.000	0.067	แยกจาก 1L-1 กม 0+462.50
8	2L-1L-1	0+000.00 to 2+602.50	0.800	0.700	0.200	2602.500	0.286	แยกจาก 1L-1 กม 0+705.50
9	2L-1L-1	2+602.50 to 3+106.10	0.500	0.775	0.200	503.600	0.249	
10	3L-1L-1L-1	0+000.00 to 0+278.20	0.450	0.450	0.000	278.200	0.128	แยกจาก 1L-1L-1 กม 0+011.5
11	1R-3L-1L-1L-1	0+000.00 to 0+030.00	0.450	0.450	0.000	30.000	0.033	แยกจาก 3L-1L-1L-1 กม 0+075.70
12	1R-3L-1L-1L-1	0+000.00 to 0+072.50	0.450	0.450	0.000	72.500	0.033	แยกจาก 3L-1L-1L-1 กม 0+075.70

ตารางภาคผนวกที่ ค-1 (ต่อ) คุณสมบัติคลองส่งน้ำชลประทานภายในวิทยาเขตกำแพงแสน

ลำดับ	ชื่อคลอง	รายการ	ความกว้าง ท้องคลอง (ม.)	ความลึก ออกแบบ (ม.)	ระยะเพื่อสัน (ม.)	ความยาว คลอง (ม.)	อัตราการไหล ออกแบบ (ลบ.ม./วินาที)	หมายเหตุ
13	1L-1L-1L-1	0+000.00 to 0+268.80	0.400	0.500	0.000	268.800	0.071	แยกจาก 1L-1L-1 กม 0+496.90
14	4L-1L-1L-1	0+000.00 to 0+268.80	0.400	0.500	0.000	268.800	0.153	แยกจาก 1L-1L-1 กม 0+504.30
15	1R-2L-1L-1	0+000.00 to 0+498.50	0.200	0.250	0.000	498.500	0.035	แยกจาก 2L-1L-1 กม 0+614.60 และก่อบล็อก 20 cm
16	5L-2L-1L-1	0+000.00 to 0+465.55	0.400	0.450	0.000	465.550	0.143	แยกจาก 2L-1L-1 กม 1+131.5
17	1R-5L-2L-1L-1	0+000.00 to 0+205.60	0.250	0.350	0.000	205.600	0.146	แยกจาก 5L-2L-1L-1 กม 0+042.40
18	2R-5L-2L-1L-1	0+000.00 to 0+205.20	0.250	0.350	0.000	205.200	0.101	แยกจาก 5L-2L-1L-1 กม 0+152.30
19	3R-5L-2L-1L-1	0+000.00 to 0+204.60	0.250	0.350	0.000	204.600	0.122	แยกจาก 5L-2L-1L-1 กม 0+263.00
20	6R-2L-1L-1	0+000.00 to 0+194.60	0.500	0.550	0.000	194.600	0.812	แยกจาก 2L-1L-1 กม 1+209 (ปูผ้าใบ)
21	1L-6R-2L-1L-1	0+000.00 to 0+101.00	0.500	0.550	0.000	101.000	0.730	แยกจาก 6R-2L-1L-1 กม 0+018.50
22	7L-2L-1L-1	0+000.00 to 0+170.50	0.450	0.950	0.000	170.500	1.911	แยกจาก 2L-1L-1 กม 2+602.5
23	3R-2L-1L-1	0+000.00 to 0+500.00	0.450	0.350	0.000	500.000	0.246	แยกจาก 2L-1L-1 กม 0+908.70

ตารางภาคผนวกที่ ค-1(ต่อ) คุณสมบัติคลองส่งน้ำชลประทานภายในวิทยาเขตกำแพงแสน

ลำดับ	ชื่อคลอง	รายการ	ความกว้าง ท้องคลอง (ม.)	ความลึก ออกแบบ (ม.)	ระยะเพื่อสัน (ม.)	ความยาวคลอง (ม.)	อัตราการไหล ออกแบบ (ลบ.ม./ วินาที)	หมายเหตุ
24	2R-2L-1L-1	0+000.00 to 0+550.00	0.250	0.450	0.000	550.000	0.156	แยกจาก 2L-1L-1 กม 0+724.50
25	4R-2L-1L-1	0+000.00 to 0+585.20	0.350	0.500	0.000	585.200	0.207	แยกจาก 2L-1L-1 กม 0+930.55
26	8R-2L-1L-1	0+000.00 to 0+487.00	0.500	0.700	0.000	487.000	0.822	แยกจาก 2L-1L-1 กม 2+722.80
27	9R-2L-1L-1	0+000.00 to 0+094.00	0.550	0.750	0.000	94.000	1.054	แยกจาก 2L-1L-1 กม 2+847.80
28	5L-1L-1	0+000.00 to 0+590.00	0.550	0.600	0.000	590.000	0.095	แยกจาก 1L-1 กม 0+720.20
29	6L-1L-1	0+000.00 to 0+442.40	0.600	0.600	0.000	445.400	0.109	แยกจาก 1L-1 กม 0+881.00
30	7L-1L-1	0+000.00 to 0+450.00	0.400	0.400	0.000	450.000	0.144	แยกจาก 1L-1 กม 1+046.00
31	1R-7L-1L-1	0+000.00 to 0+146.60	0.400	0.400	0.000	16.600	0.331	แยกจาก 7L-1L-1 กม 0+224.90
32	2R-7L-1L-1	0+000.00 to 0+147.60	0.400	0.470	0.000	147.600	0.359	แยกจาก 7L-1L-1 กม 0+287.10
33	3R-7L-1L-1	0+000.00 to 0+149.00	0.400	0.470	0.000	149.000	0.306	แยกจาก 7L-1L-1 กม 0+388.70
34	4R-7L-1L-1	0+000.00 to 0+149.00	0.400	0.470	0.000	149.000	0.336	แยกจาก 7L-1L-1 กม 0+431.40
35	8L-1L-1	0+000.00 to 0+602.00	0.400	0.450	0.000	602.000	0.163	แยกจาก 1L-1 กม 1+727.30

ตารางภาคผนวกที่ ค-1 (ต่อ) คลองส่งน้ำชลประทานภายในวิทยาเขตกำแพงแสน

ลำดับ	ชื่อคลอง	รายการ	ความกว้างท้อง คลอง (ม.)	ความลึก ออกแบบ (ม.)	ระยะฝื่อน (ม.)	ความยาวคลอง (ม.)	อัตราการไหล ออกแบบ (ลบ.ม./ วินาที)	หมายเหตุ
36	9R-1L-1	0+000.00 to 0+292.00	0.300	0.300	0.000	292.000	0.082	แยกจาก 1L-1 กม 1+976.50
37	2L-1L-1L-1	0+000.00 to 0+280.70	0.400	0.500	0.000	280.700	0.149	แยกจาก 1-1L-1 กม 0+639.60
38	1R-1L-1L-1	0+000.00 to 0+211.60	0.400	0.500	0.000	211.600	0.108	แยกจาก 1-1L-1 กม 0+639.60
39	คลองดิน	0+000.00 to 2+120.00	0.800	1.000	0.000	0.000	0.000	คลองดิน

ภาคผนวก ง

โครงการการศึกษาการใช้น้ำชลประทานเพื่อการเกษตรและอุปโภค-บริโภค
ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อย่างยั่งยืน

ภาคผนวก ง

ตารางคำนวณเปรียบเทียบปริมาณน้ำต้นทุนกับปริมาณความต้องการน้ำ

ตารางคำนวณปริมาณน้ำรับจากคลองส่งน้ำ 1 กับ ปริมาณความต้องการใช้น้ำ

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณ	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	รวม	หมายเหตุ
(1)	จำนวนวัน	วัน	31	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	
(2)	ปริมาณน้ำรับจากโครงการ (จัดตั้ง)	ลบ.ม.	0.00	835,660.80	808,704.00	835,660.80	808,704.00	835,660.80	808,704.00	808,704.00	835,660.80	808,704.00	835,660.80	9,003,571.20	
(3)	ปริมาณฝน	มม.	0.10	0.70	0.80	1.80	3.00	3.10	3.80	6.80	6.30	2.50	0.10	29.10	
(4)		ลบ.ม.	620.00	4,340.00	4,800.00	11,160.00	18,000.00	19,220.00	23,560.00	40,800.00	39,060.00	15,000.00	620.00	177,740.00	
(5)	อัตราการระเหย+	มม.	9.70	10.30	11.50	11.20	10.80	10.50	10.30	9.70	9.50	9.50	9.70	124.80	
(6)	ปริมาณการซึม	ลบ.ม.	60,140.00	57,680.00	71,300.00	69,440.00	64,800.00	65,100.00	63,860.00	58,200.00	58,900.00	57,000.00	60,140.00	759,160.00	
(7)	ปริมาณน้ำต้นทุน	ลบ.ม.	-59,520.00	697,670.40	740,904.00	777,380.80	761,904.00	789,780.80	795,360.80	791,304.00	815,820.80	766,704.00	776,140.80	8,422,151.20	
(8)	ปริมาณน้ำต้นทุน + ปริมาณน้ำในบ่อต้นคันน้ำ (ต่อ 1)	ลบ.ม.	510,480.00	1,267,670.40	1,310,904.00	1,347,380.80	1,331,904.00	1,359,780.80	1,365,360.80	1,361,304.00	1,385,820.80	1,336,704.00	1,346,140.80	15,262,151.20	ปริมาณความจุของบ่อ 1 เท่ากับ 570,000 ลบ.ม.
(9)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำสำหรับกวาดตวร	ลบ.ม.	440,304.78	564,690.03	761,950.71	691,364.43	416,224.57	502,453.22	536,809.56	305,971.44	207,929.99	255,339.60	442,308.55	6,021,093.32	
(10)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำสำหรับอุปโภค-บริโภค ในกรณีที่ 1	ลบ.ม.	44,901.25	103,950.65	111,119.67	44,901.25	43,452.82	44,901.25	111,119.67	107,535.16	111,119.67	107,535.16	111,119.67	1,049,191.36	การอุปโภค-บริโภคเฉลี่ยเดือน (การใช้น้ำตามความจริง)
(11)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำสำหรับอุปโภค-บริโภค ในกรณีที่ 2	ลบ.ม.	40,157.40	92,968.20	99,379.80	40,157.40	38,862.00	40,157.40	99,379.80	96,174.00	99,379.80	96,174.00	99,379.80	938,343.60	การอุปโภค-บริโภค 200 ลิตร/คน/วัน (การใช้น้ำตามความจริง)
(12)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำรวมทั้งหมด ในกรณีที่ 1	ลบ.ม.	485,206.02	668,640.68	873,070.37	736,265.68	459,677.39	547,354.46	647,929.22	413,506.60	319,049.65	362,874.76	553,428.22	7,070,284.67	
(13)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำรวมทั้งหมด ในกรณีที่ 2	ลบ.ม.	480,462.18	657,658.23	861,330.51	731,521.83	455,086.57	542,610.62	636,189.36	402,145.44	307,309.79	351,513.60	541,688.35	6,959,436.92	
(14)	ปริมาณความเพียงพอของน้ำต้นทุนทั้งหมด ในกรณีที่ 1	ลบ.ม.	25,273.98	599,029.72	465,630.43	611,115.12	872,226.61	812,426.34	717,431.58	947,797.40	1,066,771.15	973,829.24	792,712.58	8,191,866.53	
(15)	ปริมาณความเพียงพอของน้ำต้นทุนทั้งหมด ในกรณีที่ 2	ลบ.ม.	30,017.82	610,012.17	477,370.29	615,838.97	876,817.43	817,170.18	729,171.44	959,158.56	1,078,511.01	985,190.40	804,452.45	8,302,714.28	

ตารางภาคผนวกที่ ง-2 การคำนวณปริมาณน้ำออกจากร่อง 1 สู่คลอง 1L-1 กับ ปริมาณความต้องการใช้น้ำ

ลำดับ	รายการ	หน่วย	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	รวม	หมายเหตุ
(1)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ สำหรับเกษตรกร	ลบ.ม.	440,304.78	564,690.03	761,950.71	895,746.44	691,364.43	416,224.57	502,453.22	536,809.56	305,971.44	207,929.99	255,339.60	442,308.55	6,021,093.32	
(2)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ สำหรับกรอุปโภค-บริโภค กรณีที่ 1	ลบ.ม.	44,901.25	103,950.65	111,119.67	107,535.16	44,901.25	43,452.82	44,901.25	111,119.67	107,535.16	111,119.67	107,535.16	111,119.67	1,049,191.36	กรณีที่ 1 กรอุปโภค-บริโภค เฉลี่ยรายเดือน
(3)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ สำหรับกรอุปโภค-บริโภค กรณีที่ 2	ลบ.ม.	40,157.40	92,968.20	99,379.80	96,174.00	40,157.40	38,862.00	40,157.40	99,379.80	96,174.00	99,379.80	96,174.00	99,379.80	938,343.60	(การใช้น้ำตามความจริง) กรณีที่ 2 กรอุปโภค-บริโภค 200 ลิตร/คน/วัน (การใช้น้ำตามทฤษฎี)
(4)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ รวมทั้งหมด กรณีที่ 1	ลบ.ม.	485,206.02	668,640.68	873,070.37	1,003,281.60	736,265.68	459,677.39	547,354.46	647,929.22	413,506.60	319,049.65	362,874.76	553,428.22	7,070,284.67	
(5)	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ รวมทั้งหมด กรณีที่ 2	ลบ.ม.	480,462.18	657,658.23	861,330.51	991,920.44	731,521.83	455,086.57	542,610.62	656,189.36	402,145.44	307,309.79	351,513.60	541,688.35	6,959,436.92	
(6)	จำนวนน้ำส่งไปเขตล่อง	ลบ.ม.	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365	
(7)	ปริมาณน้ำที่ส่งไปเขตล่อง (วัดจริง)	ลบ.ม.	739,238.40	667,699.20	739,238.40	715,392.00	739,238.40	715,392.00	739,238.40	739,238.40	715,392.00	739,238.40	715,392.00	739,238.40	8,703,936.00	
(8)	ปริมาณความเพียงพอของน้ำ ที่ส่งออกทางบ่อ 1 กรณีที่ 1	ลบ.ม.	254,032.38	-941.48	-133,831.97	-287,889.60	2,972.72	255,714.61	191,883.94	91,309.18	301,885.40	420,188.75	352,517.24	185,810.18	1,633,651.33	
(9)	ปริมาณความเพียงพอของน้ำ ที่ส่งออกทางบ่อ 1 กรณีที่ 2	ลบ.ม.	258,776.22	10,040.97	-122,092.11	-276,528.44	7,716.57	260,305.43	196,627.78	105,049.04	313,246.56	431,928.61	363,878.40	197,550.05	1,744,499.08	

ภาคผนวก จ

ตารางภาคผนวกที่ จ-1 แผนที่ภูมิศาสตร์สารสนเทศระบบชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน

ลำดับ	ชื่อไฟล์	คำอธิบาย	ที่อยู่ไฟล์ข้อมูล
1	สิ่งก่อสร้าง	ตำแหน่งที่ตั้งอาคาร	E:\Shapefile Irrigation system\สิ่งก่อสร้าง.shp
2	เส้นชั้นความสูง	เส้นชั้นความสูงของวิทยาเขต	E:\Shapefile Irrigation system\เส้นชั้นความสูง.shp
3	ถนน	ถนนของวิทยาเขต	E:\Shapefile Irrigation system\ถนน.shp
4	การใช้ที่ดิน	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของหน่วยงานต่างๆ ภายในวิทยาเขต	E:\Shapefile Irrigation system\การใช้ที่ดิน.shp
5	แปลงเพาะปลูก	พื้นที่แปลงเพาะปลูก	E:\Shapefile Irrigation system\แปลงเพาะปลูก.shp
6	บ่อเก็บน้ำ	บ่อเก็บน้ำ (บ่อ1-7)	E:\Shapefile Irrigation system\บ่อเก็บน้ำ.shp
7	สระน้ำ	สระน้ำ	E:\Shapefile Irrigation system\สระน้ำ.shp
8	คลองระบายน้ำ	แนวคลองระบายน้ำ	E:\Shapefile Irrigation system\คลองระบายน้ำ.shp
9	คลองส่งน้ำ	แนวคลองส่งน้ำและคูส่งน้ำ	E:\Shapefile Irrigation system\คลองส่งน้ำ.shp
10	ท่อลอดถนน	ตำแหน่งท่อลอดถนน	E:\Shapefile Irrigation system\ท่อลอดถนน.shp
11	ท่อส่งน้ำเข้าแปลง	ตำแหน่งท่อส่งน้ำเข้าแปลง	E:\Shapefile Irrigation system\ท่อส่งน้ำเข้าแปลง.shp
12	ท่อส่งน้ำเข้านา	ตำแหน่งท่อส่งน้ำเข้านา	E:\Shapefile Irrigation system\ท่อส่งน้ำเข้านา.shp
13	อาคารทตน้ำ	ตำแหน่งอาคารทตน้ำ	E:\Shapefile Irrigation system\อาคารทตน้ำ.shp
14	แนวท่อส่งน้ำดิบ	แนวท่อส่งน้ำดิบใหม่	E:\Shapefile Irrigation system\แนวท่อส่งน้ำดิบ.shp
15	แนวคูส่งน้ำใหม่	แนวคูส่งน้ำใหม่	E:\Shapefile Irrigation system\แนวคูส่งน้ำใหม่.shp
16	พื้นที่ที่ได้รับผลประโยชน์	พื้นที่ที่ได้รับผลประโยชน์ของแนวคูส่งน้ำใหม่	E:\Shapefile Irrigation system\พื้นที่ที่ได้รับ ผลประโยชน์.shp