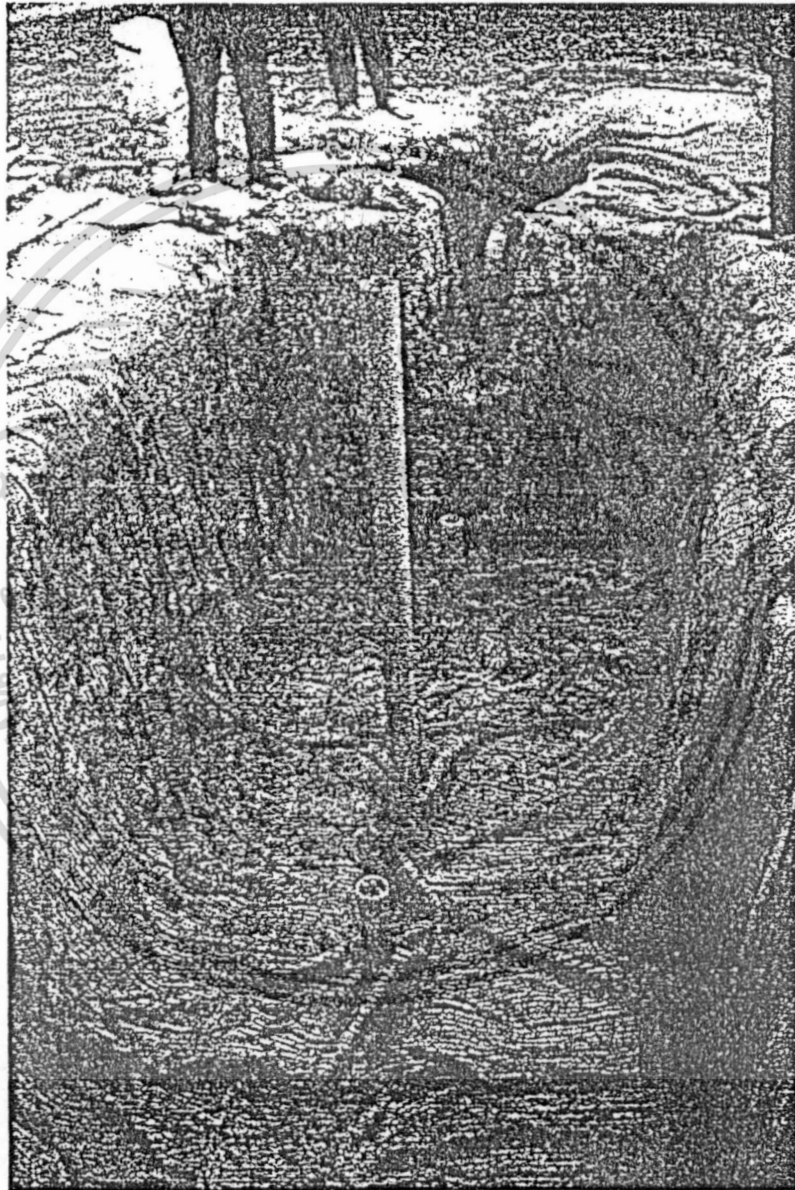


โครงการศึกษาศักยภาพทรายชั้นบนสุด

เพื่อ

เติมน้ำฝนสู่ใต้ดิน จังหวัดพิจิตร



คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

กรมชลประทาน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
1. บทนำ	
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1-1
1.2 ขอบเขตการศึกษา	1-1
1.3 พื้นที่ศึกษา	1-2
2. การดำเนินงาน	
2.1 การทดสอบหา Seepage coefficient ของชั้นดินในสนาม	2-1
2.2 การออกแบบระบบการซึมสำหรับรับน้ำจากหลังคาบ้านเรือนและ ความสามารถในการเติมน้ำสู่ใต้ดิน	2-4
2.3 การสำรวจพื้นที่ศึกษาในสนาม	2-7
2.4 Cross Section ของชั้นดินที่ได้จากการเจาะสำรวจ	2-8
2.5 ระบบการซึมตัวอย่างที่ได้ก่อสร้าง ณ โรงเรียนบ้านเนินขวาง	2-11
2.6 แบบจำลองคอมพิวเตอร์	2-13
2.7 ขั้นตอนการทดสอบ Seepage coefficient ของ Percolation well	2-23
2.8 การหาปริมาณน้ำฝนที่สามารถ Recharge ได้	2-24
2.9 การหาระยะยกตัวของน้ำใต้ดินที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของระบบการซึม	2-25
3. การวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน	
3.1 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ Seepage coefficient ของ Percolation well	3-1
3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำฝนที่สามารถ Recharge ได้	3-4
3.3 การวิเคราะห์การยกตัวของระดับน้ำใต้ดินกับปริมาณฝนที่ Recharge ได้	3-7
3.4 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินกับปริมาณฝน	3-10
4. สรุปผลการดำเนินงาน	
4.1 สรุปผลการดำเนินงาน	4-1
4.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป	4-2

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวก ผ-1	ข้อมูลชั้นดินที่เจาะโดยกรมชลประทาน	ผ-1
ภาคผนวก ผ-2	การทดสอบในสนามและการก่อสร้างระบบการซึม	ผ-2
ภาคผนวก ผ-3	รูปนำท่วมพื้นที่ศึกษา ในเดือนตุลาคม 2544	ผ-3
ภาคผนวก ผ-4	รูปแสดงผลการ Simulation	ผ-4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1-1	แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษา	1-2
รูปที่ 1-2	สมคูลน้ำในจังหวัดพิจิตร	1-4
รูปที่ 1-3	แผนที่ธรณีวิทยาของจังหวัดพิจิตร	1-8
รูปที่ 1-4	แผนที่อุทกธรณีวิทยาของจังหวัดพิจิตร	1-9
รูปที่ 2-1	อุปกรณ์การทดสอบในสนาม	2-1
รูปที่ 2-2	โซนคร่าวเรือนและ Contour line ของ Seepage coefficient	2-4
รูปที่ 2-2	การกระจายของบ่อเกษตรกรและพื้นที่น้ำท่วม	2-2
รูปที่ 2-3	สภาพแม่น้ำยมในวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2545	2-8
รูปที่ 2-4	แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อและแนว Cross section	2-9
รูปที่ 2-5	แนวตัดขวางชั้นดินแนว A-D	2-10
รูปที่ 2-6	รูปแบบการซึมและอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้	2-11
รูปที่ 2-7	ข้อมูลชั้นดิน ณ โรงเรียนบ้านเนินขวาง	2-12
รูปที่ 2-9	ระบบการซึมหลังทำการปรับปรุง	2-13
รูปที่ 2-10	ภาพแสดงหลักการของ TANK model	2-14
รูปที่ 2-11	Flow Chart Program	2-15
รูปที่ 2-12	ภาพแสดงหลักการทำงานของระบบการซึม	2-23
รูปที่ 3-1	ความสัมพันธ์ระหว่าง ac และ square residual	3-2
รูปที่ 3-2	ความสัมพันธ์ระหว่าง ac และ ระดับน้ำใน Trench	3-2
รูปที่ 3-3	ความสัมพันธ์ระหว่าง time step และ ระดับน้ำใน Trench	3-2
รูปที่ 3-4	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำใน Trench	3-3
รูปที่ 3-5	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลานับตั้งแต่เริ่มเติมน้ำกับระดับน้ำใต้ดิน	3-3
รูปที่ 3-6	กราฟแสดงการหาค่า Rainfall-Runoff Coefficient หรือค่า C โดยวิธี Simulation	3-4
รูปที่ 3-7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนที่ตกกับปริมาณฝนที่เติมได้	3-7
รูปที่ 3-8	กราฟแสดงการยกตัวของระดับน้ำใต้ดิน (GWL) กับพายุฝน	3-8

สารบัญรูป (ต่อ)

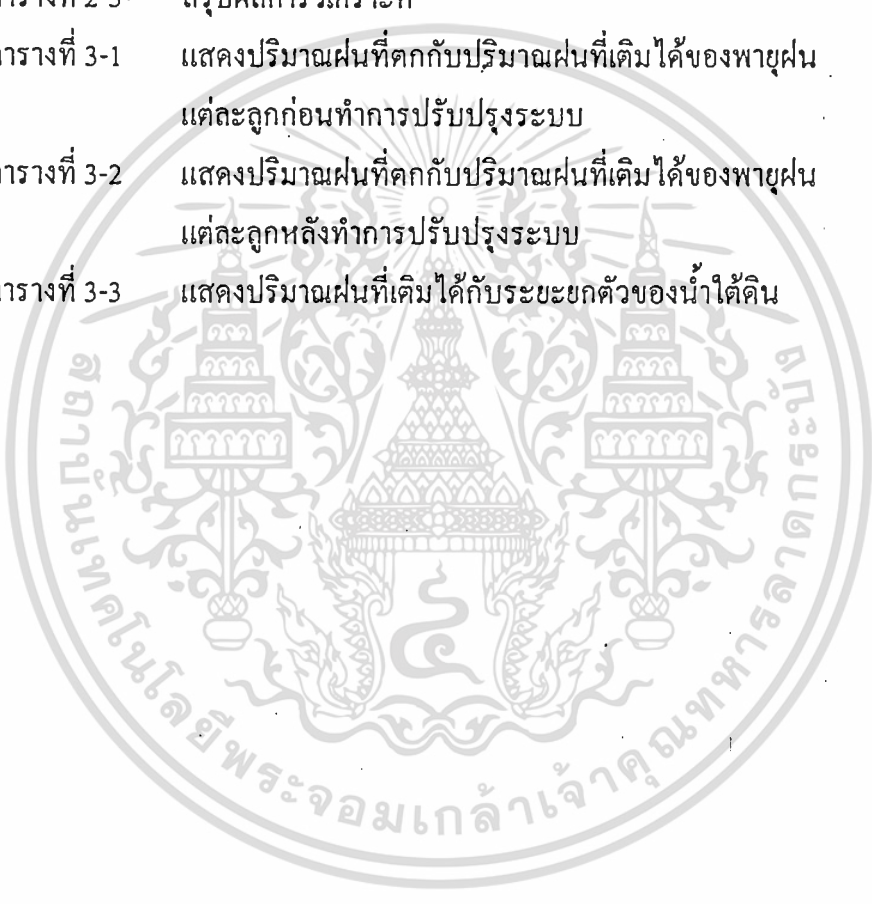
		หน้า
รูปที่ 3-9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรที่เติมได้กับระยะยกตัวของน้ำใต้ดิน	3-8
รูปที่ 3-10	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินและน้ำฝน	3-11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1-1	สถิติภูมิอากาศของจังหวัดพิจิตรในคาบ 35 ปี (พ.ศ. 2494-2528)	1-3
ตารางที่ 1-2	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและค่าการคายระเหยน้ำ และสถานภาพของน้ำใน ดินระยะเวลาต่าง ๆ	1-5
ตารางที่ 2-1	Seepage coefficient ของหลุมทดสอบ	2-3
ตารางที่ 2-3	สรุปผลการวิเคราะห์	2-6
ตารางที่ 3-1	แสดงปริมาณฝนที่ตกกับปริมาณฝนที่เค็มได้ของพายุฝน แต่ละลูกก่อนทำการปรับปรุงระบบ	3-5
ตารางที่ 3-2	แสดงปริมาณฝนที่ตกกับปริมาณฝนที่เค็มได้ของพายุฝน แต่ละลูกหลังทำการปรับปรุงระบบ	3-6
ตารางที่ 3-3	แสดงปริมาณฝนที่เค็มได้กับระยะยกตัวของน้ำใต้ดิน	3-9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

จังหวัดพิจิตรเป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำน่าน ตั้งอยู่ทางภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย มีอาณาเขตติดต่อกับ ทิศเหนือติดจังหวัดพิษณุโลก ทิศตะวันออกติดกับจังหวัดเพชรบูรณ์ ทิศใต้ติดจังหวัดนครสวรรค์ และทิศตะวันตกติดจังหวัดกำแพงเพชร มีระยะทางห่างจากกรุงเทพฯ 347 กิโลเมตร พื้นที่ทั้งหมดประมาณ 4,531 ตารางกิโลเมตร ประชาชนส่วนใหญ่มีอาชีพทำนา นอกนั้นจะเป็นอาชีพทำไร่ ปลูกผลไม้และผัก เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบน้ำท่วมถึง ดังนั้นจึงประสบกับปัญหาน้ำท่วมทำความเสียหายให้กับเกษตรเป็นประจำเกือบทุกปีในช่วงฤดูฝนเนื่องจากน้ำจากแม่น้ำยมและน่านไหลล้นตลิ่งประกอปกกับน้ำฝนในพื้นที่ที่ไม่สามารถระบายออกไปได้ ขณะเดียวกันพื้นที่ที่อยู่นอกเขตพื้นที่ชลประทานซึ่งต้องอาศัยน้ำใต้ดินในการทำเกษตรกรรมก็เริ่มประสบกับปัญหาการลดระดับตัวของน้ำใต้ดินลงอย่างต่อเนื่อง ชาวบ้านไม่สามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้หรือก็จำเป็นต้องขุดบ่อตามลงไปจนสามารถสูบได้

จากปัญหาที่เกิดขึ้นแนวความคิดในการพัฒนาแหล่งน้ำโดยการนำปริมาณน้ำฝนเดิมลงสู่ใต้ดินผ่านระบบการซึมจึงเกิดขึ้น เนื่องจากนอกจากสามารถลดปริมาณน้ำท่าผิวดินที่เกิดจากน้ำฝนได้แล้วยังสามารถเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดินได้อีกด้วยทั้งยังเป็นการฟื้นฟูสภาพลุ่มน้ำ

1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) ศึกษาศักยภาพทรายชั้นบนในการเติมน้ำฝนสู่ใต้ดิน
- 2) ออกแบบระบบการซึมสำหรับรับน้ำจากหลังคาบ้านเรือน
- 3) ออกแบบก่อสร้างระบบการซึมตัวอย่างและวิเคราะห์ถึงปริมาณฝนที่ตกและปริมาณฝนที่สามารถเติมได้เพื่อลด Surface runoff
- 4) วิเคราะห์ถึงผลกระทบของปริมาณฝนที่เติมได้กับการยกตัวของระดับน้ำใต้ดินเบื้องต้น

1.2 ขอบเขตการศึกษา

- 1) เก็บรวบรวมข้อมูลอุตุ-อุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา
- 2) ทดสอบหา Seepage capacity ของชั้นดินในสนาม
- 3) ออกแบบระบบการซึมสำหรับรับน้ำจากหลังคาบ้านเรือนและวิเคราะห์หาความสามารถในการเติมน้ำสู่ใต้ดิน
- 4) ก่อสร้างระบบการซึมและทดสอบหา Seepage capacity ของระบบเมื่อทำงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 สภาพภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษาแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดูกาล คือ

- 1) ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ เป็นฤดูที่มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่าน มีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งโดยทั่วไป
- 2) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงที่ลมจากทิศใต้และทิศตะวันออกเฉียงใต้ปกคลุม ทำให้มีอากาศร้อน
- 3) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม เป็นฤดูที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดียพัดผ่าน ทำให้มีฝนตกและอากาศชุ่มชื้น

1.3.2.1 ปริมาณน้ำฝน

จังหวัดพิจิตรมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,434 มิลลิเมตร มีฝนตกจำนวน 80 วัน เดือนที่มีปริมาณฝนตกมากที่สุดคือเดือนกันยายน มีฝนตกเฉลี่ย 317.3 มิลลิเมตร และฝนตกประมาณ 15 วัน ส่วนเดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุด คือ เดือนธันวาคม มีฝนตกเฉลี่ย 3.2 มิลลิเมตร

1.3.2.2 อุณหภูมิ

จังหวัดพิจิตรมีอากาศค่อนข้างร้อน มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 37.4 องศาเซลเซียสในเดือนเมษายน และมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 17.7 องศาเซลเซียสในเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีอากาศเย็นที่สุดในรอบปี

ตารางที่ 1-1 ตารางสถิติภูมิอากาศของจังหวัดพิจิตรในคาบ 35 ปี (พ.ศ. 2494-2528)

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ทั้งปี
อุณหภูมิ (°C) ^{1/}													
เฉลี่ย	23.9	25.4	28.9	30.6	29.6	29.5	29.0	27.7	27.1	27.5	26.0	24.0	27.4
สูงสุดเฉลี่ย	31.4	33.8	36.0	37.4	36.7	33.6	32.9	32.3	32.3	32.3	31.7	30.0	33.4
ต่ำสุดเฉลี่ย	17.7	20.3	22.1	25.0	25.1	24.7	24.4	24.1	24.4	23.9	21.4	18.2	22.7
ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ^{2/}													
เฉลี่ย	67.8	65.6	63.3	63.7	72.4	76.5	80.1	82.0	82.4	79.5	74.7	69.8	73.3
สูงสุดเฉลี่ย	87.0	84.4	81.9	81.4	87.6	91.3	92.3	93.1	93.2	90.3	85.2	82.4	88.6
ต่ำสุดเฉลี่ย	42.3	41.2	40.9	41.8	52.4	60.9	63.7	65.7	65.6	61.0	53.1	49.5	52.9
ฝน (มม.) ^{2/}													
เฉลี่ย	5.4	19.5	21.4	60.3	155.5	195.3	216.1	273.8	317.3	145.1	23.6	3.2	143.4
วันฝนตกเฉลี่ย	0.6	1.2	1.5	3.2	9.8	11.0	12.9	14.6	14.6	8.5	1.2	0.3	60.0

1/ ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศ ส.เมือง ๑.พิษณุโลก กรมอุตุนิยมวิทยา

2/ ข้อมูลจากสถานีตรวจฝน ส.เมือง ๑.พิจิตร กรมอุตุนิยมวิทยา

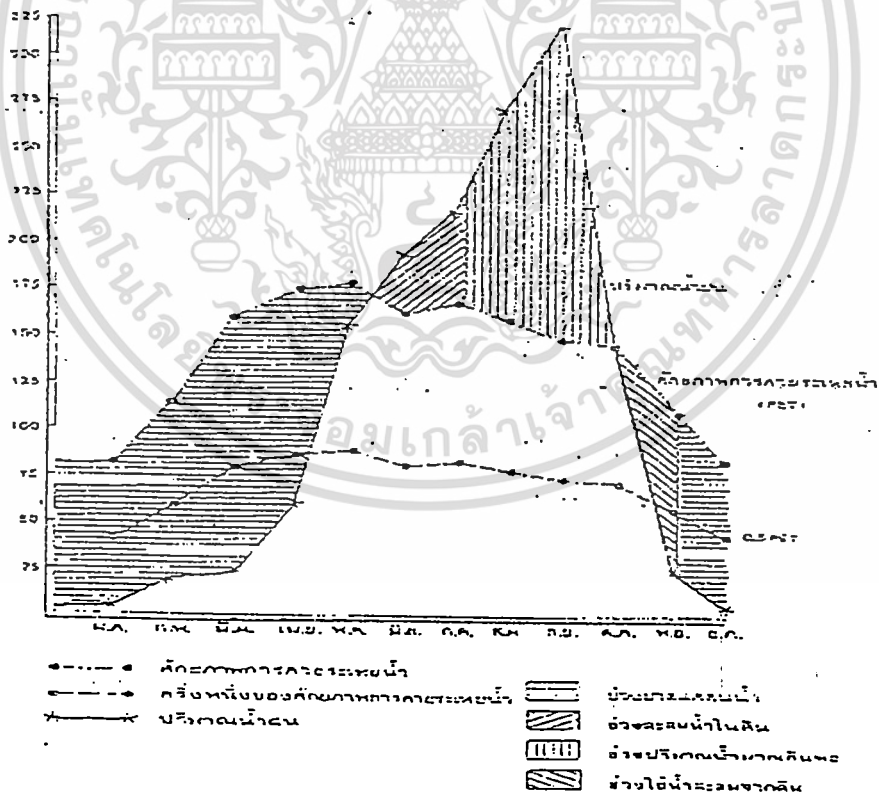
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2.3 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทั้งปีมีค่า 73.3 % โดยมีค่าต่ำสุดในเดือนมีนาคม 63.3% ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อน และมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายนซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝนที่เกิดจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (คูตารางสถิติภูมิอากาศของจังหวัดพิจิตรในคาบ 35 ปี)

1.3.2.4 สมดุลของน้ำเพื่อการเกษตร

การวิเคราะห์ค่าสมดุลของน้ำเพื่อการเกษตรของจังหวัดพิจิตร โดยการหาค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำพบว่า จังหวัดพิจิตรมีปริมาณฝนตกมากกว่าศักยภาพการคายระเหยน้ำตั้งแต่กลางเดือนมิถุนายนเป็นต้นไป ซึ่งปริมาณน้ำฝนที่มากกว่านี้จะถูกสะสมเอาไว้ในดินไปจนถึงประมาณต้นเดือนสิงหาคม ทำให้ดินถึงจุดอิ่มตัวเกินกว่าที่จะเก็บน้ำไว้ได้อีก ทำให้พื้นที่ที่มีค่ามากกว่าความต้องการไปจนถึงเดือนพฤศจิกายน ปริมาณฝนจะลดต่ำลงน้อยกว่าศักยภาพของการคายระเหยน้ำ ทำให้มีการนำน้ำที่สะสมไว้ในดินมาใช้ในการคายระเหยน้ำจนถึงต้นเดือนธันวาคม น้ำที่สะสมไว้ในดินหมดไป จะเป็นช่วงที่ดินขาดแคลนน้ำไปจนถึงกลางเดือนมิถุนายน



รูปที่ 1-2 สมดุลของน้ำในจังหวัดพิจิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1-2 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและค่าการคายระเหยน้ำ และ
สภาพภาพของน้ำใน ดินระยะเวลาต่าง ๆ

ปริมาณน้ำ (มม.)	พ.ค.	พ.ค.	มิ.ย.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. ฝน	54	12.5	21.4	60.3	155.5	133.0	215.1	273.2	317.5	146.1	23.6	3.2
2. ค่าศักยภาพการระเหยน้ำ (PET)	82.4	116.5	159.3	174.3	178.7	162.3	167.1	154.5	148.5	145.2	113.7	63.0
3. ผลต่างของปริมาณน้ำฝน ค่าศักยภาพการคาย ระเหยน้ำ (1-2)	-77.0	-65.0	-137.9	-114.0	-23.2	71.3	48.0	115.3	169.0	0.9	-90.1	-73.8
4. ความชื้นสะสมในดิน	0	0	0	0	0	31.3	79.3	100.0	100.0	93.5	15.0	0
5. การคายระเหยน้ำเป็นจริง	54	12.5	21.4	60.3	155.5	162.2	167.1	154.5	148.5	145.2	113.7	19.2
6. การระเหยน้ำ (2-5)	77.4	95.5	137.9	114.0	23.2	0	0	0	0	0	0	63.8
7. จำนวนน้ำที่เหลือ	0	0	0	0	0	0	0	94.5	169.0	100.9	0	0

ที่มา : - ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของจังหวัดสุโขทัย 55 ปี (2494-2528) กรมอุตุนิยมวิทยา
- ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำ โดยสูตรของ Thornthwaite (1948)
- ความชื้นสะสมในดิน โดยคำนวณโดยสันระดับความลึก 50 เซนติเมตร สามารถจะตมน้ำ
ได้สูงสุด 100 มิลลิเมตร เนื่องจากไม่มีร่องความชื้นในดินที่แท้จริง

1.3.3 ลักษณะทางธรณีวิทยา

1.3.3.1 หน่วยหินและอายุ

จังหวัดพิษณุโลกตั้งอยู่มาแต่เจ้าพระยาอโชนน พื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยชั้นตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวยุคควอเทอนารี ยกเว้นทางด้านตะวันออกของจังหวัด ซึ่งมีหินภูเขาไฟยุคเปอร์โมโทรแอสซิก โผล่ให้เห็นในรูปของเนินเขาหรือภูเขาโคด สภาพทางธรณีวิทยาจากแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000 ระวังจังหวัดพิษณุโลก (NE47-15) ระวังจังหวัดเพชรบูรณ์ (NE47-16) ระวังจังหวัดนครสวรรค์ (ND47-3) และระวังอำเภอบ้านหมี่ (ND47-4) ซึ่งจัดพิมพ์โดยกรมทรัพยากรธรณีระหว่างปี 2514-2519 ซึ่งสภาพทางธรณีวิทยาสามารถจำแนกได้ดังนี้

1) แหล่งสะสมตัวยุคควอเทอนารี ประกอบด้วยตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวที่สามารถแยกได้ 2 ประเภทคือ

- ตะกอนลำนํ้าปัจจุบัน : จะพบตามแนว 2 ฝั่งของกลุ่มแม่น้ำยม แม่นํ้าน่าน และตามลำน้ำสาขาแทบทุกสาย ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัด

โดยเฉพาะบริเวณตอนกลางของจังหวัด และเลยออกไปถึงเกือบสุดเขต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดพิจิตรด้านตะวันออก พื้นที่ซึ่งรองรับด้วยแหล่งสะสมตัวของ ตะกอนชนิดนี้ ซึ่งโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบเรียบสม่ำเสมอ ตะกอนที่พบส่วนใหญ่เป็นกรวด ทราย ทรายแป้ง และดินโคลนที่เกิด จากการกระทำของลำน้ำในปัจจุบัน มีอายุระหว่าง 0 - 10,000 ปี ซึ่งอยู่ในยุคโฮโลซีน

- ลานตะกอนแม่ น้ำและตะกอนรูปพัด : เป็นแหล่งสะสมของตะกอนตะกอนแม่ น้ำ ตะกอนรูปพัด ลานหินดินสผา และแหล่งเศษหินดินสผา มักจะพบ อยู่ตรงกลางลุ่มแม่น้ำยมและลุ่มแม่น้ำน่าน พบการกระจายอยู่ทางด้าน ตะวันตกและตะวันออกของจังหวัดสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ค่อนข้างราบ เรียบถึงที่ราบลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย ความสูงของตะกอนแม่ น้ำ ระดับสูง และตะกอนแม่ น้ำระดับต่ำนั้นมีค่าประมาณ 10 - 20 เมตร ตะกอนส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรวด ทรายแป้ง ดินเหนียว และบางส่วน มีศิลาแดง ซึ่งมีอายุประมาณ 0.01 - 1.67 ล้านปี อยู่ในช่วงอนุยุคไพลสโตซีน

2) หินภูเขาไฟยุคเพอร์โม - ไทรแอสซิก : ประกอบด้วยหินทัฟไฟ หินแอกลอมอ เรต หินไรโอไลต์ และหินแอนดีไซต์ปรากฏให้เห็นเป็นลักษณะเนินเขาโคค ซึ่งพบอยู่ทั่วไปทางด้านตะวันออกติดต่อเขตจังหวัดเพชรบูรณ์

3) หินภูเขาไฟจูราสสิก - ไทรแอสซิก : ประกอบด้วยหินไรโอไลต์ หินแอนดีไซต์ หินทัฟไฟ โดยมีหินแอกลอมอเรตและหินโคโคโรที่อยู่เป็นบางแห่ง ส่วนใหญ่ หินชุดนี้จะพบอยู่ตามเนินเขาโคค เกิดอยู่ในมหายุคมีโซโซอิก ลักษณะทาง ธรณีวิทยาของจังหวัดพิจิตรเกือบทั้งจังหวัดจะปกคลุมด้วยตะกอนไม่แข็งยุค ลวเทอนารี เกิดขึ้นโดยอิทธิพลของการกระทำของแม่น้ำ ตะกอนที่แม่น้ำพัดพา มาสะสมตัวยังไม่แข็งตัว

1.3.4 สภาพธรณีสัณฐานวิทยา

จังหวัดพิจิตรสามารถแบ่งสภาพธรณีสัณฐานวิทยาออกเป็น 5 ประเภทของภูมิทัศน์

1.3.4.1 ที่ราบน้ำท่วมถึง เป็นที่ราบที่เกิดจากการทับถมของตะกอนที่ถูกพัดพา มาโดยแม่น้ำในฤดูน้ำหลากและพัดพาเอาตะกอนมาทับถมทุกปี ซึ่งประกอบด้วย สันดินร่วนลำนน้ำ และที่ราบลุ่มลำนน้ำ สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นพื้นที่ราบเรียบ ความลาดชันน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ที่ราบน้ำท่วมถึงนี้พบอยู่บริเวณ 2 ฟังของแม่น้ำน่าน และแม่น้ำยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.4.2 ตะพักแม่น้ำกึ่งปัจจุบันและตะกอนรูปพัดต่อเนื่อง เกิดจากกระแสน้ำที่ไหลมาจากภูเขา จะพัดพาเอาตะกอนต่างๆ มาค้ำยเมื่อกระแสน้ำไหลผ่านพื้นหุบเขาหรือเชิงเขาซึ่งจะเป็นที่ราบ ทำให้กำลังของน้ำลดลง ทางน้ำก็กระจายไป ตะกอนที่ถูกพัดพามาก็ตกตะกอนขึ้น มีลักษณะคล้ายรูปพัด พื้นที่เหล่านี้จะพบทางตะวันตกของจังหวัดซึ่งเกิดจากตะกอนที่พัดมาจากตะกอนรูปพัดกำแพงเพชร และด้านตะวันออกของจังหวัดซึ่งเกิดจากตะกอนที่พัดมาจากจังหวัดเพชรบูรณ์ สภาพพื้นที่เป็นที่ราบเป็นรูปคลื่นเล็กน้อย โดยเป็นที่ราบสลับกับที่ลุ่ม โดยชั้นบนบางแห่งจะมีตะกอนลำน้ำกึ่งปัจจุบันปิดทับอยู่ทางตอนบน ความลาดชันส่วนใหญ่ไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์

1.3.4.3 ตะพักแม่น้ำเก่า เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำเก่า พื้นที่มีอายุมากกว่าที่ราบน้ำท่วมถึง และตะพักแม่น้ำกึ่งปัจจุบันและตะกอนรูปพัดต่อเนื่อง (Semi-Recent Terrace and Coalescing Alluvial Fans) พื้นที่ส่วนใหญ่ค่อนข้างเรียบ ความลาดชันน้อยกว่า 3 เปอร์เซ็นต์

1.3.4.4 พื้นที่ผิวที่เหล็ค่างจากการกัดกร่อน (Dissected Erosional Surfaces) ลักษณะภูมิทัศน์ (Landform) ชนิดนี้ไม่ได้เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำ แต่เป็นพื้นที่เหล็ค่างจากที่ถูกการกัดกร่อน (Erosion) ส่วนใหญ่แล้วเนื่องจากกระบวนการปรับระดับพื้นที่โดยอิทธิพลของน้ำ สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นมีความลาดชัน 2-8 เปอร์เซ็นต์

1.3.4.5 ภูเขา (Mountain) มีลักษณะเป็นโครงสร้างของภูเขาโคคของหินแอนดีไซต์ และไรโอไลต์เป็นส่วนใหญ่ สภาพพื้นที่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 1-3 แผนที่ธรณีวิทยาของจังหวัดพิจิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.5 สภาพอุทกธรณีวิทยา

จากการศึกษาสภาพอุทกธรณีวิทยาของภาคเหนือของกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี มาตรฐาน 1 : 500,000 ฉบับปรับปรุงแก้ไขในปี พ.ศ. 2521 ชั้นหินในท้องที่จังหวัดพิจิตรนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระดับ คือ ระดับต้นและระดับลึก การศึกษาลักษณะทางอุทกวิทยาและ ธรณีวิทยาของจังหวัดพิจิตร แบ่งได้เป็น 4 เขต ตามลักษณะธรณีฐานวิทยา ดังรูป คือ

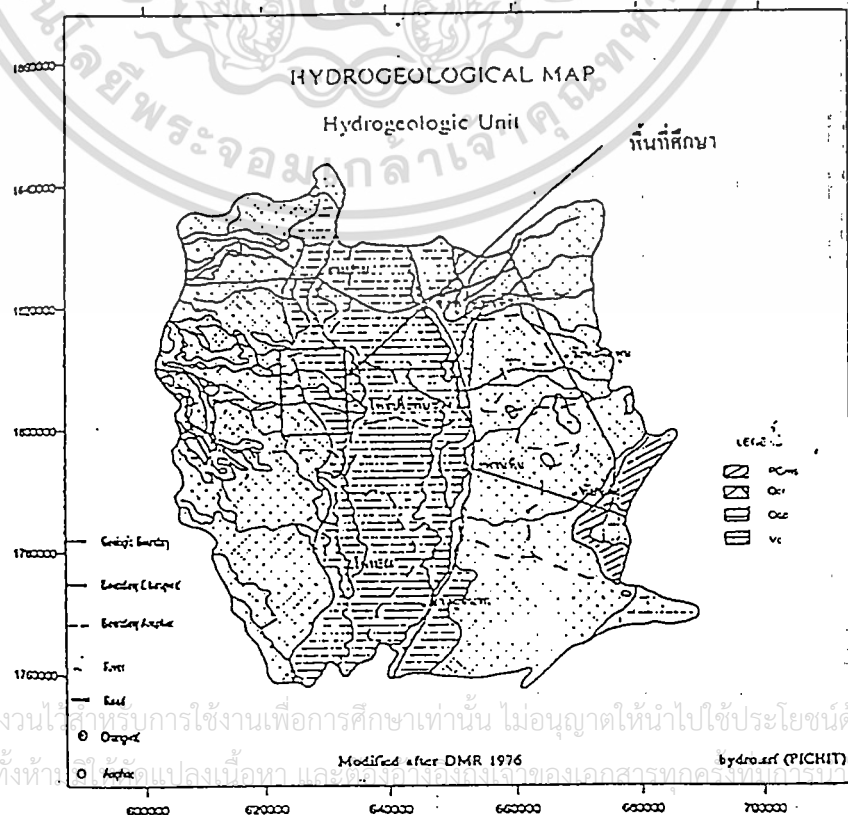
เขตที่ 1 (Qcp) แหล่งน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง บริเวณ 2 ฝั่งแม่น้ำยมและแม่น้ำน่าน แม่น้ำพิจิตร สามารถสูบมาใช้ได้ในอัตรา 45-113 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

เขตที่ 2 (Qcr) แหล่งน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่ราบถึงค่อนข้างราบเรียบ ทางด้านตะวันออกเป็น แนวยาวตั้งแต่เหนือจรดใต้และทางค้ำ้นตะวันตกบางส่วน สามารถสูบมาใช้ได้ในอัตรา 12 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง

เขตที่ 3 (Vc) แหล่งน้ำใต้ดินบริเวณที่เป็นหินภูเขาไฟ ประกอบด้วยหินไรโอไลต์และแอน ดีไซต์ หินกรวดภูเขาไฟ กระจายอยู่ทั่วไปทางด้านตะวันออกของจังหวัด สามารถสูบมาใช้ได้ใน อัตรา 2-4 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง หรืออาจจะไม่พบเลย

เขตที่ 4 (PCms) แหล่งน้ำใต้ดินบริเวณทางด้านตะวันออกเขตติดต่อกับจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วยหินดินดาน หินทราย และฟิลไลต์ สามารถสูบมาใช้ได้ในอัตรา 5-12 ลูกบาศก์เมตร ต่อชั่วโมง หรืออาจจะไม่พบเลย

จังหวัดพิจิตร



รูปที่ 1-4 แผนที่อุทกธรณีวิทยาของจังหวัดพิจิตร

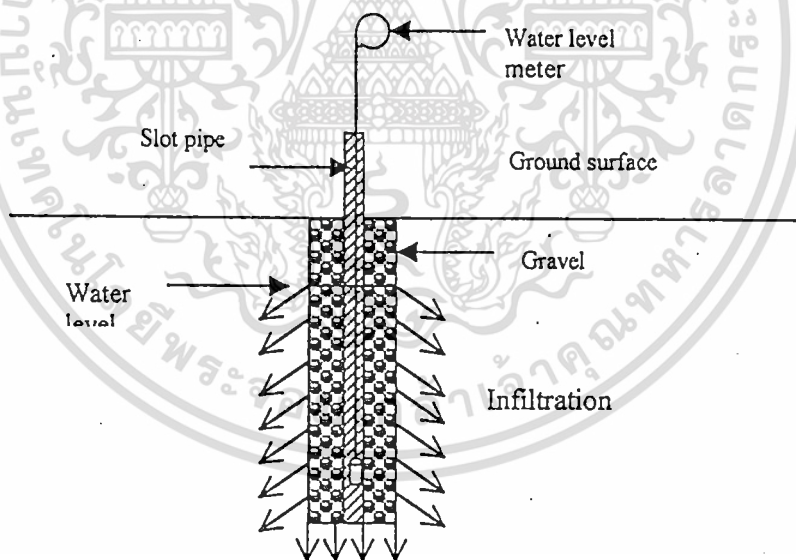
บทที่ 2

การดำเนินงาน

การดำเนินงานแบ่งเป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือ การทดสอบหา Seepage coefficient ของชั้นดินในสนามพร้อมทั้งออกแบบระบบการซึมสำหรับรับน้ำจากหลังคาบ้านเรือนและความสามารถในการเติมน้ำสู่ได้ดิน และส่วนที่สองคือการดำเนินงานสร้างและทดสอบระบบการซึมตัวอย่าง

2.1 การทดสอบหา Seepage coefficient ของชั้นดินในสนาม.

ในการศึกษาได้ทำการเจาะหลุมทดสอบหา Seepage coefficient ของชั้นดินในสนามจำนวน 17 หลุม ในเดือนตุลาคม 2543 และมีนาคม 2544 กระจายทั่วพื้นที่ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบประกอบไปด้วย Hand Auger เจาะได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 9 เซนติเมตร ลึกประมาณ 3-4.5 เมตร เครื่องวัดระดับน้ำ นาฬิกาจับเวลา ถังน้ำ กรวดและท่อPVC เซาะร่อง(หากลักษณะดินง่ายต่อการพังทลายของหลุม) อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบแสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์การทดสอบ ในสนาม

การทดสอบเป็นแบบ variable head โดยเริ่มด้วยการเติมน้ำลงไปหลุมจนเกือบเต็มแล้วเริ่มจับเวลาวัดการลดลงของระดับน้ำในหลุมที่ช่วงเวลา การคำนวณหา Seepage coefficient อาศัยกฎของ DARCY และคำจำกัดความที่ว่า

Seepage capacity คืออัตราการซึมต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เขียนเป็นสมการได้ว่า⁽¹⁾

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือนำไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$a = \frac{Q_s}{A} \quad (2.1)$$

เมื่อ a = seepage capacity (cm/s)
 A = area of seepage (cm²).

และ Seepage coefficient คือ Seepage capacity ต่อ head หนึ่งหน่วย ดังนั้นจะได้ว่า

$$Q_s = a_c AH \quad (2.2)$$

เมื่อ a_c = Seepage coefficient หรือ Coefficient of Seepage Capacity (1/s)
 H = head น้ำ

ในกรณีที่ head มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เมื่ออินทิเกรตสมการ 2.2 จะได้สมการการซึมที่เกิดขึ้นทั้งในแนวตั้งและแนวราบดังรูป 2.1 ว่า

$$Q_s = a_c \left[\frac{\pi}{4} D^2 h_t + \frac{\pi D}{2} h_t^2 \right] \quad (2.3)$$

เมื่อ h_t = head น้ำที่เวลา t

หากให้ h_t และ h_{t+dt} คือระดับน้ำในหลุมทดสอบที่เวลา t และ $t + dt$ ตามลำดับ ดังนั้นอัตราการซึมคำนวณได้จากสมการ

$$Q_s = \left[\frac{\pi D^2}{4} (h_t - h_{t+dt}) n \right] / dt \quad (2.4)$$

เมื่อ Q_s = อัตราการซึม (cm³/s)
 D = เส้นผ่าศูนย์กลางของหลุม (cm)
 dt = time interval (s)
 n = porosity (-), หากใส่หินในหลุม
 h_t = ระดับน้ำในหลุมทดสอบที่เวลา t (cm)
 h_{t+dt} = ระดับน้ำในหลุมทดสอบที่เวลา $t + dt$ (cm)

หากลักษณะดินในหลุมทดสอบมีสองชั้น อัตราการซึมของดินชั้นบนจะคำนวณได้จาก

$$Q_1 = a_1 \left[\frac{\pi D}{2} (h_1 - H_2)^2 \right], \quad (h_1 > H_2) \quad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Q_1 = อัตราการซึมในดินชั้นบน (cm^3/s)
 a_1 = Seepage Coefficient ของดินชั้นบน (1/s)
 H_2 = ความหนาของดินชั้นล่างในหลุม (cm).

อัตราการซึมของดินชั้นล่างจะคำนวณได้จาก

$$Q_2 = Q_r - Q_1 \quad (2.6)$$

เมื่อ Q_2 = อัตราการซึมในดินชั้นล่าง (cm^3/s).
 หากระดับน้ำ $h_i < H_2$, อัตราการซึมในดินชั้นล่างจะเป็น

$$Q_2 = a_2 \left[\frac{\pi}{4} D^2 h_i + \frac{\pi D}{2} h_i^2 \right] \quad (2.7)$$

ผลการทดสอบหา Seepage Coefficient (ac) ของดินชั้นบน ชั้นล่างและของหลุมทดสอบ (pit) แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 Seepage coefficient ของหลุมทดสอบ

Point no	ac (1/hr)			Depth of upper layer from ground (cm)
	upper layer	Lower layer	pit	
1	0.1440	59.7600	0.1440	100
2	3.1320	0.1512	0.1764	97
3	0.3960	0.0130	0.0216	123
4	1.0440	0.0648	0.1224	204
5	0.1224	0.0094	0.0126	163
6	0.6480	0.0162	0.0252	66
7	1.6200	0.0126	0.0360	161
8	0.2628	0.2628	0.2628	302
9	0.5400	0.0014	0.0090	128
10	0.6120	0.6120	0.6120	281
11	0.1800	0.1800	0.1800	270
12	0.0313	0.0313	0.0313	401
13	0.1440	0.1440	0.1440	401
14	0.0648	0.0008	0.0083	110
15	0.0216	0.0216	0.0216	403
16	0.7560	0.0040	0.0360	128
17	0.4680	0.1044	0.0864	178

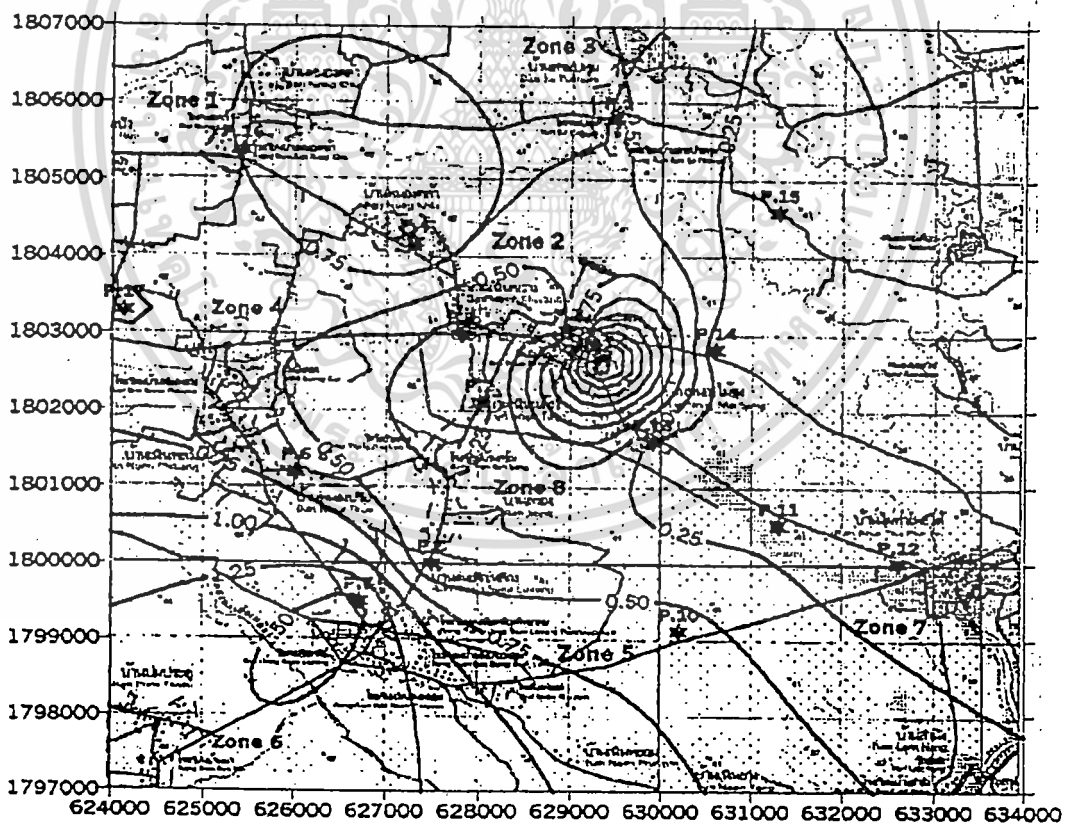
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น กรุณาอย่าเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์อื่น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าหลุมทดสอบจำนวน 10 แห่งมี ac ของดินชั้นบนมากกว่าดินชั้นล่าง และ 6 หลุมมีค่า ac ของดินชั้นบนและล่างไม่แตกต่างกัน มีเพียงจุดที่ 1 ที่ ac ของดินชั้นล่างมีค่าสูงกว่าดินชั้นบนมาก ซึ่งผลของ ac ที่ทดสอบได้สอดคล้องกับตัวอย่างดินที่เก็บมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ กล่าวได้ว่าลักษณะชั้นดินของพื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นชั้นสลับกัน โดยดินที่มี ac ต่ำชั้นอยู่ในดินที่มี ac สูงและสรุปได้ว่าดินชั้นบนในพื้นที่ศึกษาีความสามารถในการซึมดีกว่าดินชั้นล่าง

2.2 การออกแบบระบบการซึมสำหรับรับน้ำจากหลังคาบ้านเรือนและความสามารถในการเติมน้ำสู่ใต้ดิน

หลักการออกแบบระบบการซึมนี้คือเพื่อรวบรวมน้ำฝนจากหลังคาบ้านเติมสู่ใต้ดิน โดยผ่านทางระบบการซึม จากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 พบว่าการกระจายของครีวเรือนสามารถจัดเป็นโซน ได้ 8 โซน และค่า ac ของแต่ละ โซนคำนวณ ได้จากการเฉลี่ย ac Contour line ในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โซนครีวเรือนและ Contour line ของ Seepage coefficient

รูปแบบของระบบการซึมมาตรฐานที่ออกแบบมีลักษณะเป็นหลุมสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง-ยาว-ลึก 100x100x100 ลบ.ซม. และ 100x100x200 ลบ.ซม. ภายในหลุมบรรจุด้วยหินที่มีความพรุน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

48 % ซึ่งรูปแบบระบบการซึมนี้เรียกว่า Seepage Pit และการวิเคราะห์ถึงความสามารถในการรับน้ำฝนเติมให้กับใต้ดินของระบบ ใช้ข้อมูลฝนราย 3 ชั่วโมง จำนวน 20 ปี (2523-2542) จากสถานีตรวจวัดภูมิอากาศจังหวัดพิษณุโลกเนื่องจากไม่มีสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติในพื้นที่ศึกษาเลย และการวิเคราะห์เป็นแบบ Steady state ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ

กรณีที่ 1 ใช้ค่า ac ของดินชั้นบน โดย Seepage pit ที่ใช้วิเคราะห์มีขนาดเดียวคือ ขนาด 100x100x100 ลบ.ซม. เนื่องจากหากใช้ Seepage pit ขนาด 100x100x200 ลบ.ซม. วิเคราะห์ด้วยนั้น ความหนาของดินชั้นบนบางแห่งน้อยกว่า 200 ซม. ทำให้ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ใช้

กรณีที่ 2 ใช้ค่า ac ของ หลุม Seepage pit ที่ใช้วิเคราะห์มีทั้งสองขนาด

อัตราการไหลของน้ำฝนสู่ระบบใช้สมการ Rational method

$$Q_{in} = CIA \quad (2.8)$$

เมื่อ

Q_{in} = อัตราการไหลของน้ำฝนจากหลังคา (cm^3/s)
 C = runoff coefficient = 1
 I = ความเข้มฝน (cm/s)
 A = พื้นที่หลังคาซึ่งมีค่าประมาณ 60 ตารางเมตร ($600,000 \text{ cm}^2$)

การคำนวณอัตราการซึมสูงสุดของ Seepage pit รูปทรงสี่เหลี่ยม ได้จากสมการ

$$Q_r = a_c [WLh + WLh^2] + nWLh \quad (2.9)$$

เมื่อ

Q_r = อัตราการซึมสูงสุด (cm^3/s)
 W = ความกว้างของ Seepage pit (cm)
 L = ความยาวของ Seepage pit (cm)
 h = ความลึกของ Seepage pit (cm)

ตารางที่ 2.3 สรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้จะเห็นได้ว่าหากบ้านเรือนจำนวนทั้งหมด 1,864 หลังคาเรือน ใน 8 โซนนี้มีระบบการซึมขนาด $100 \times 100 \times 100 \text{ cm}^3$ เพื่อรับน้ำจากหลังคาเติมสู่ใต้ดินแล้ว จะสามารถเติมน้ำฝนสู่ใต้ดินได้ประมาณ 145,918 ลบ.ม./ปี เมื่อใช้ ac ของดินชั้นบนคำนวณหรือคิดเป็นปริมาณน้ำท่าที่ลดลงได้ถึง 94 % ของฝนที่ตกสู่หลังคา และเมื่อใช้ ac ของหลุมคำนวณ จะสามารถเติมน้ำฝนสู่ใต้ดินได้ประมาณ 115,674 ลบ.ม./ปี หรือคิดเป็นปริมาณน้ำท่าที่ลดลงได้ถึง 75 % ของฝนที่ตกสู่หลังคา

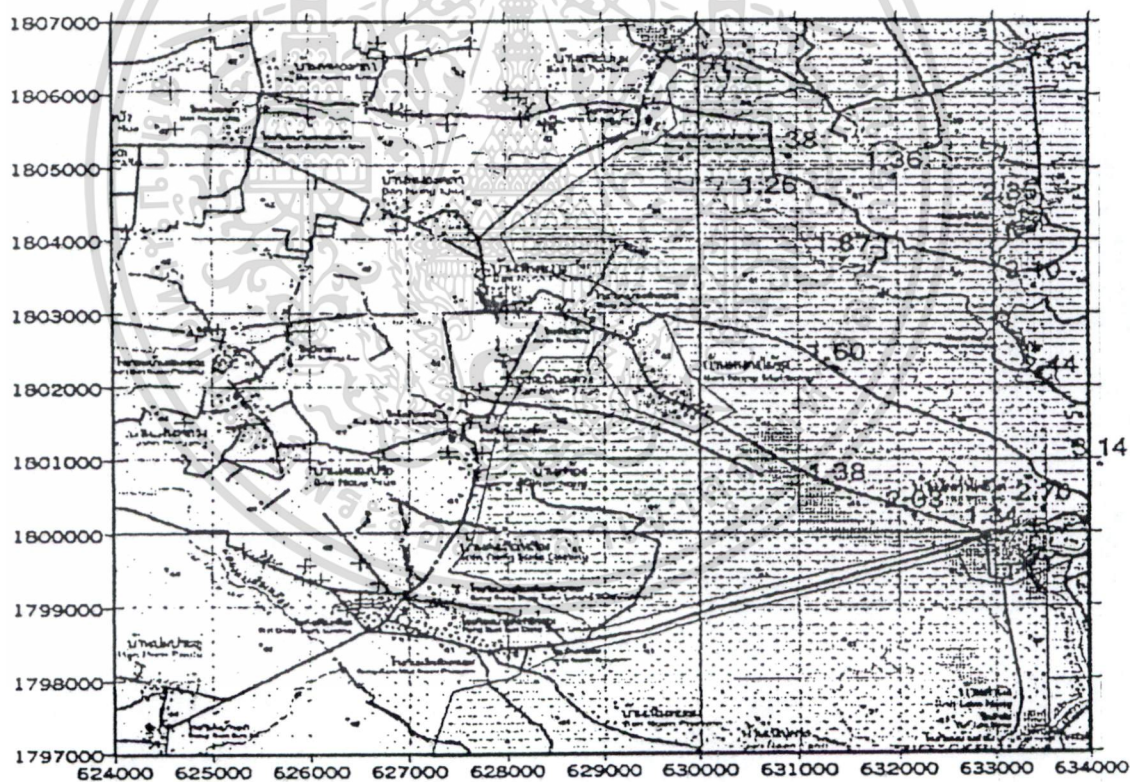
ตารางที่ 2.3 สรุปผลการวิเคราะห์

ความเข้มข้น (มม./3ชม.)	0.1-3	3.1-15	15.1-20	20.1-30	30.1-60	60.1-90	90.1-120	>120	Total
No. occurrence in 20 years*	3,258	1,145	152	164	131	17	3	19	4,889
% occurrence	66.6	23.4	3.1	3.4	2.7	0.3	0.1	0.4	100
Case 1.1 "ac" จากดินชั้นบน Pit size 100x100x100									
- ความลึกของน้ำฝนที่เติมได้, มม.	1,955	3,206	912	1,509	1,792	399	82	566	10,423
- ปริมาณน้ำฝนที่เติมได้, ลบ.ม.	27,328	44,820	12,750	21,093	24,721	5,573	1,202	8,432	145,918
- % ปริมาณน้ำที่เติมได้ ปริมาณน้ำฝนที่ตก	100	100	100	100	89	80	72	66	94
Case 1.2 "ac" จากหลุม PIT SIZE 100x100x100									
- ความลึกของน้ำฝนที่เติมได้, มม.	1,955	2,597	601	866	760	121	21	139	7,061
- ปริมาณน้ำฝนที่เติมได้, ลบ.ม.	27,328	41,644	10,425	15,916	14,781	2,400	416	2,764	115,674
- % ปริมาณน้ำที่เติมได้ ปริมาณน้ำฝนที่ตก	100	93	82	76	53	35	25	22	75
PIT SIZE 100x100x200									
- ความลึกของน้ำฝนที่เติมได้, มม.	1,955	2,891	769	1,230	1,407	285	58	416	9,011
- ปริมาณน้ำฝนที่เติมได้, ลบ.ม.	27,328	42,948	11,976	19,630	23,737	5,236	1,095	7,871	139,823
- % ปริมาณน้ำที่เติมได้ ปริมาณน้ำฝนที่ตก	100	96	94	93	85	76	65	62	90

หากใช้ระบบการซึมขนาด $100 \times 100 \times 200 \text{ cm}^3$ และเมื่อใช้ ac ของหลุมคำนวณจะสามารถ
 เดมน้ำฝนสู่ใต้ดินได้ประมาณ 139,823 ลบ.ม./ปี หรือคิดเป็นปริมาณน้ำท่าที่ลดลงได้ถึง 90 % ของ
 ฝนที่ตกสู่ห้วงคา

2.3 การสำรวจพื้นที่ศึกษาในสนาม

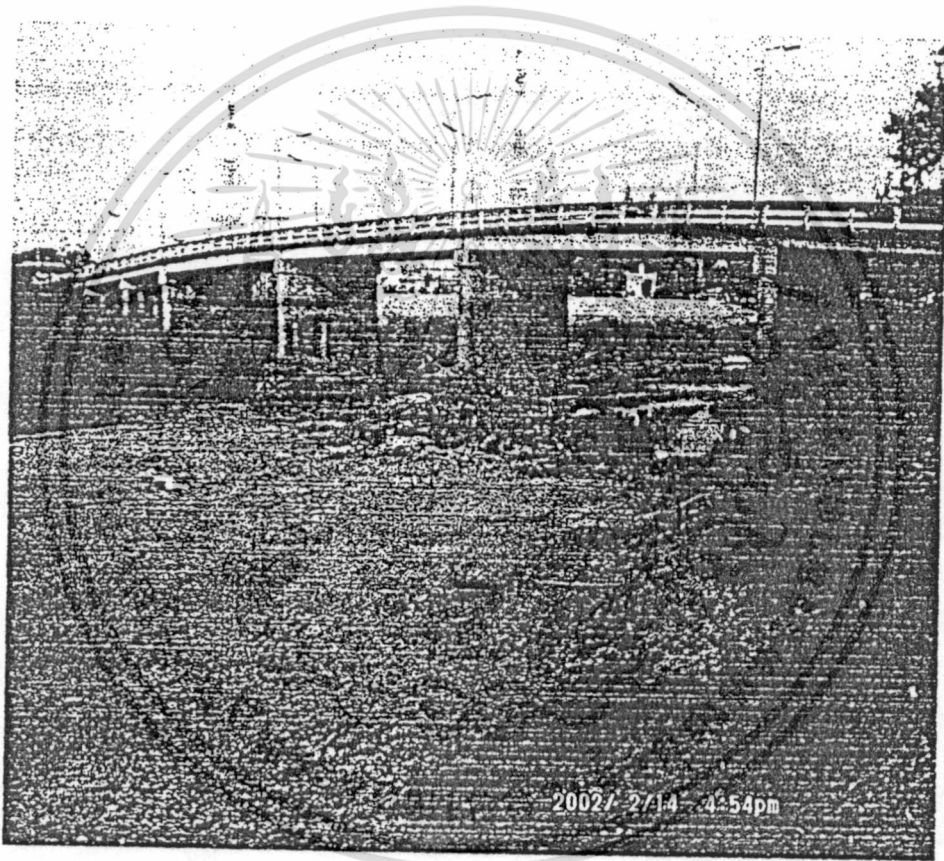
จากการสำรวจสภาพพื้นที่ศึกษาในสนามระหว่างวันที่ 10 ตุลาคม 2544 ถึงวันที่ 17 ตุลาคม
 2544 พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่นาหว่าน มีการทำนาปีละ 1-2 ครั้ง โดยอาศัยน้ำฝนและน้ำใต้
 ดินเป็นหลัก การไหลของน้ำใต้ดินอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงเหนือไปยังทิศตะวันออกเฉียงใต้ บ่อน้ำ
 ของเกษตรกรมีทั้งบ่อเจาะและบ่อขุดที่มีการทรุดบ่อลงไป 10-20 เมตร ความลึกบ่อประมาณ 15-
 40 เมตร จากการตรวจสอบพิกัดบ่อบาดาลของเกษตรกรโดยใช้ GPS ตามพื้นที่ซึ่งสามารถเข้าถึง
 ได้ไม่ลำบาก พบว่ามีบ่อบาดาลอย่างน้อย 265 บ่อ ในพื้นที่ 60 % ของพื้นที่ทั้งหมดที่ไม่ถูกน้ำ
 ท่วม กระจายกระจายดังรูปที่ 2-3



- | | | | |
|---|---------------------------|---|----------------|
| + | เครื่องสูบน้ำแบบ sumberge | □ | พื้นที่น้ำท่วม |
| | เครื่องสูบน้ำแบบห่อใจ | ☆ | ความลึกน้ำท่วม |
| △ | บ่อโยน | | |
| | ไม่มีข้อมูล | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาาใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ผู้อื่นใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 2-2 การกระจายของบ่อเกษตรกรและพื้นที่น้ำท่วม
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแบบสอบถามที่ถามชาวบ้าน พบว่าพื้นที่ศึกษามักเกิดอุทกภัยในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคมเป็นประจำทุกปี สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำท่วมเนื่องจากน้ำในแม่น้ำยมไหลล้นตลิ่งเข้าสู่พื้นที่ศึกษา และปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ศึกษาก็ไม่สามารถระบายออกไปได้ เนื่องจากระดับน้ำในแม่น้ำยมสูง พื้นที่น้ำท่วมในเดือนตุลาคม 2544 เกิดขึ้นประมาณ 40% ของพื้นที่ทั้งหมด ดังรูปที่ 2-2 ความลึกน้ำที่ท่วมมีค่าสูงสุดถึง 3.14 เมตร ส่วนในฤดูแล้งระดับน้ำในแม่น้ำยมจะลดลงอย่างมากจนบางปีไม่มีน้ำไหลในแม่น้ำยมเลย ดังตัวอย่างในรูปที่ 2-3

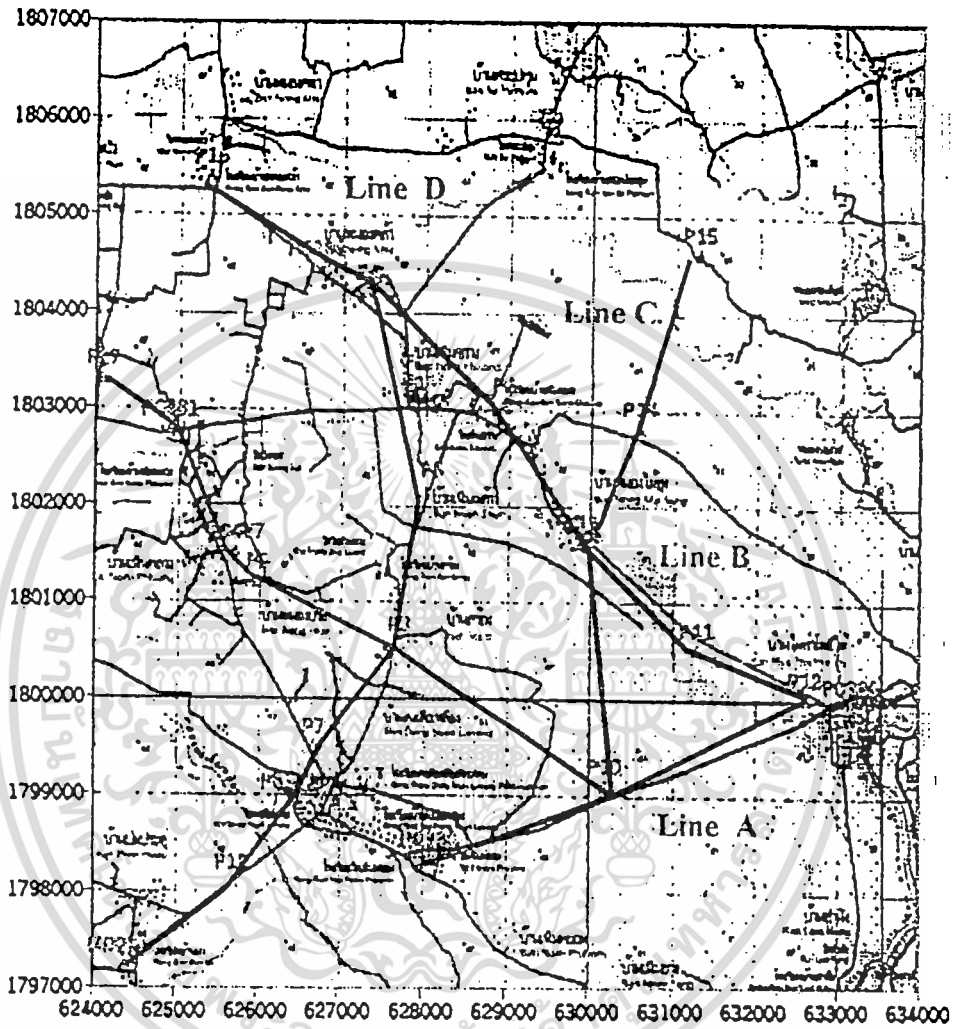


รูปที่ 2-3 สภาพแม่น้ำยมในวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2545

2.4 CROSS SECTION ของชั้นดินที่ได้จากการเจาะสำรวจ

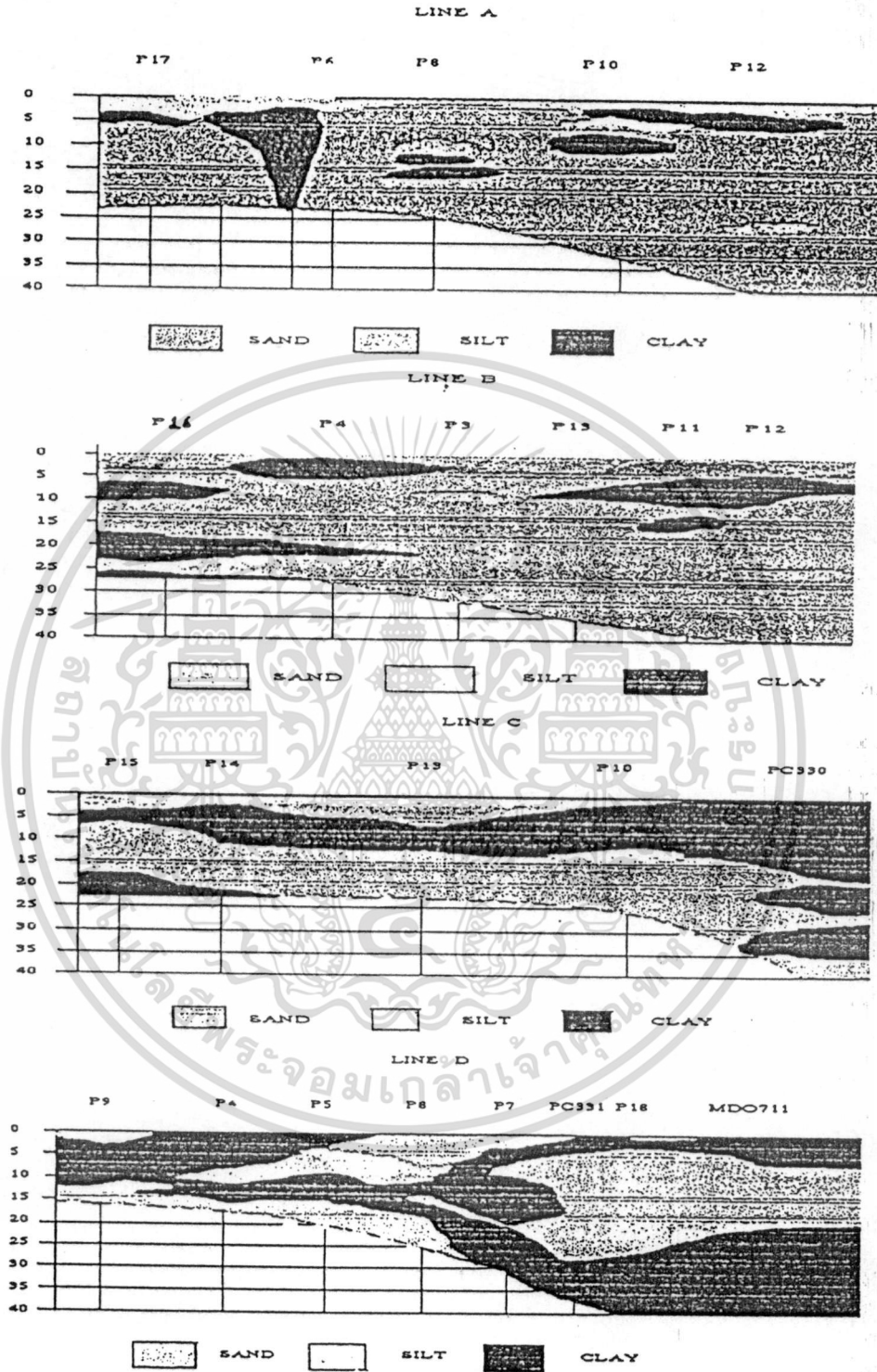
จากการที่กรมชลประทานได้ทำการเจาะสำรวจชั้นดินลึก 15 เมตร จำนวน 15 บ่อ และ 30 เมตร จำนวน 3 บ่อ พร้อมติดตั้งท่อเพื่อใช้วัดระดับน้ำได้ดินให้ในพื้นที่ศึกษา เมื่อนำมาผนวกกับข้อมูลชั้นดิน และข้อมูลบ่ออากาศที่รวบรวมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมทรัพยากรธรณี กรมโยธาธิการ กรมอนามัย ฯลฯ แล้วจัดทำเป็นแผนที่แสดงแนวคัดขวางชั้นดินในแนว A, B, C และ D ดังรูปที่ 2-4 และ 2-5 พบว่าสภาพชั้นทรายแนว A, B (แนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้) และ C (แนวตะวันออก-ตะวันตก) มีลักษณะเป็นทรายปนดินเหนียว และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกเฉียงใต้) มีความหนาและต่อเนื่องดี ส่วนแนว C และ D (แนวเหนือ-ใต้) ไม่มีความต่อเนื่องนัก และจะมีชั้นดินเหนียวสลับไปมา



รูปที่ 2.4 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อและแนว Cross Section

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำรูปไปใช้



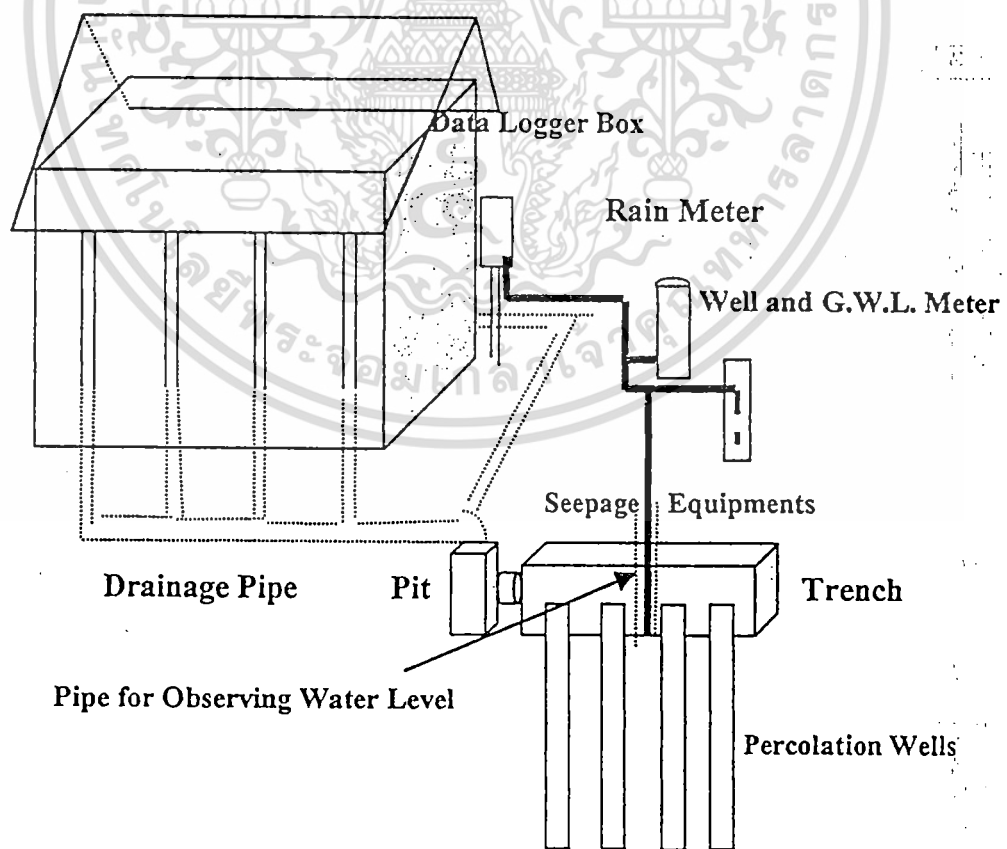
รูปที่ 2-5 ภาพแสดงแนวตัดขวางชั้นดินแนว A-D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ระบบการซึมตัวอย่างที่ได้ก่อสร้าง ณ โรงเรียนบ้านเนินขวาง

คณะศึกษาได้ทำการก่อสร้างระบบการซึมตัวอย่าง ณ โรงเรียนบ้านเนินขวาง ต.เนินสว่าง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร เมื่อเดือนธันวาคม 2543 ประกอบไปด้วย Pit ขนาด $1 \times 1 \times 1$ ลูกบาศก์เมตร (กว้าง \times ยาว \times สูง) Trench ขนาด $5 \times 2.2 \times 1.1$ ลูกบาศก์เมตร (กว้าง \times ยาว \times สูง) และ Percolation Well เป็นท่อ PVC เซาะร่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 2.4 เมตร จำนวน 4 ท่อ ระบบดังกล่าวจะไล่หินซึ่งมีความพรุน 29 % เพื่อป้องกันการพังทลายของหลุม ใน Trench ยังฝังท่อเพื่อติด Sensor วัดระดับน้ำใน Trench ต่อสายเคเบิลไปยัง Data Logger Box โดยตำแหน่งของ Sensor จะอยู่ต่ำกว่าระดับก้น Trench ประมาณ 52.6 ซม. การทำงานของระบบคือ จะรับน้ำฝนจากหลังคาโรงเรียนที่มีพื้นที่ขนาด 460 ตารางเมตร แล้วให้ซึมสู่ชั้นดินผ่านทางระบบการซึมนี้

นอกจากนี้ ยังได้ติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ, บ่อน้ำตื้นมีความลึก 8.40 เมตร ซึ่งติดตั้ง Sensor ไว้ที่ระดับประมาณ 8.6 เมตรจากผิวดินเพื่อวัดระดับน้ำใต้ดิน และบ่อน้ำลึกมีความลึก 26.10 เมตร ไว้เพื่อศึกษา ระดับน้ำใต้ดินที่เปลี่ยนแปลงไป รูปที่ 2-6 แสดงรูปแบบของระบบการซึมและอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ ส่วนข้อมูลชั้นดินของบ่อที่เจาะ แสดงในรูปที่ 2-7

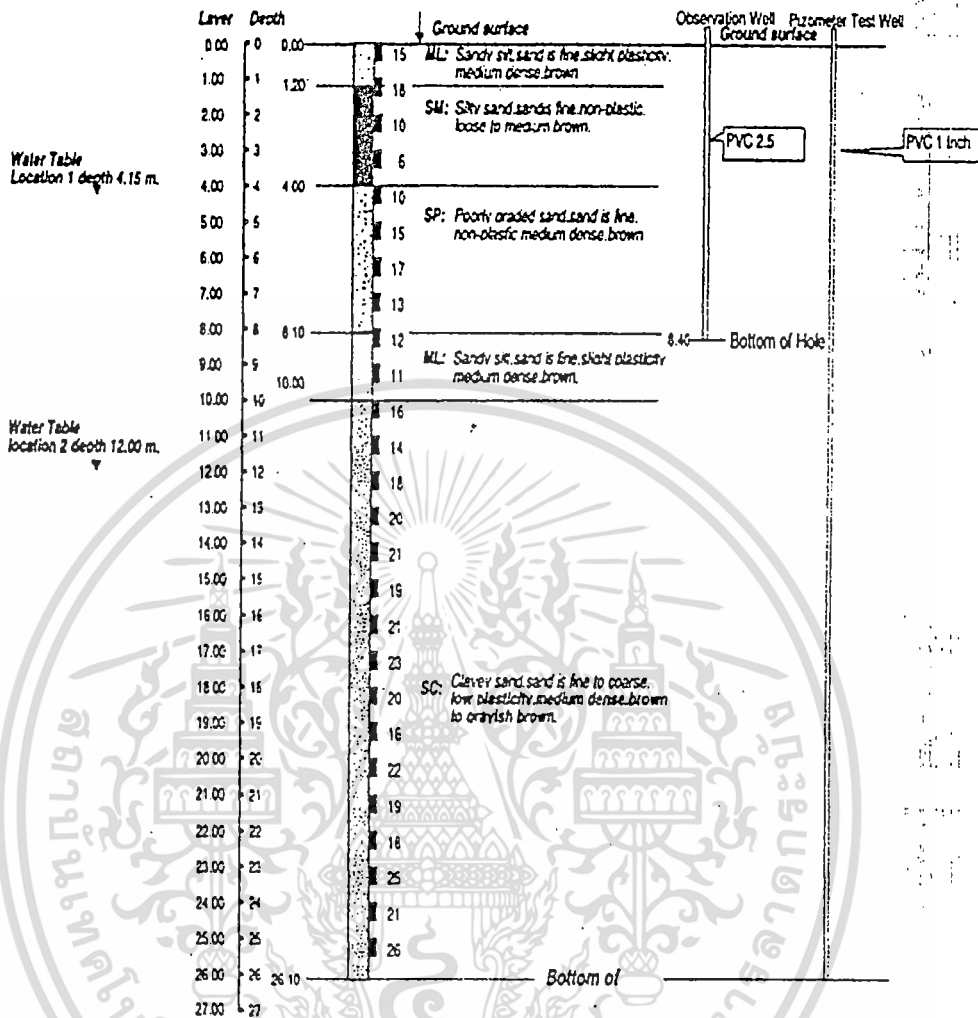


รูปที่ 2-6 ภาพแสดงรูปแบบการซึมและอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ban Hoen Khwang School Site

SPT.1



รูปที่ 2-7 แสดงข้อมูลชั้นดิน ณ โรงเรียนบ้านเนินขวาง ต.เนินสว่าง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร

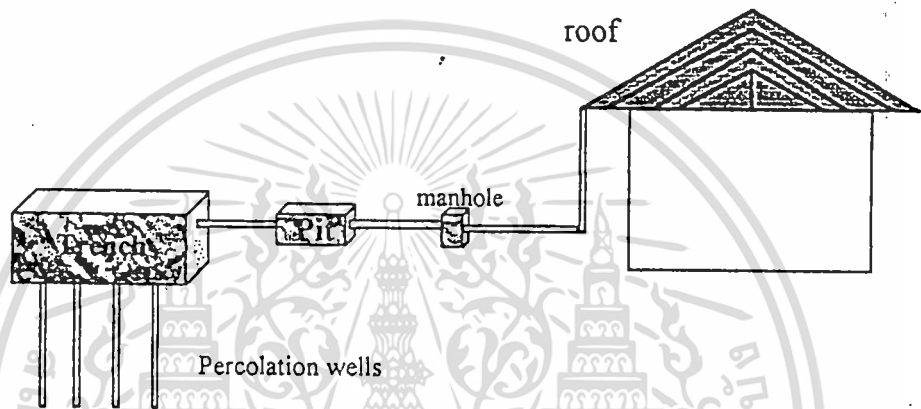
ผู้ศึกษาได้ทำการทดลองเติมน้ำสู่ระบบการซึมโดยตรงเมื่อเดือนมีนาคม 2544 พบว่า ระบบเมื่อเริ่มทดสอบประสิทธิภาพโดยเปิดน้ำจาก Tank มาใส่ไว้ใน Manhole อัตราการไหลของน้ำจาก Manhole ไปยัง Pit สามารถไหลได้ดีในช่วงแรก และเมื่อทดสอบไปได้ระยะเวลาหนึ่ง การไหลของน้ำจาก Manhole ไปสู่ Pit เป็นไปได้ช้ามาก ซึ่งสังเกตได้ว่ามีอากาศคั่งกลับจาก Pit มายัง Manhole ซึ่งหมายถึงการหมุนเวียนของอากาศในระบบการซึมเป็นไปไม่ได้

ผู้ศึกษาได้ทำการปรับปรุงระบบเดิม โดย

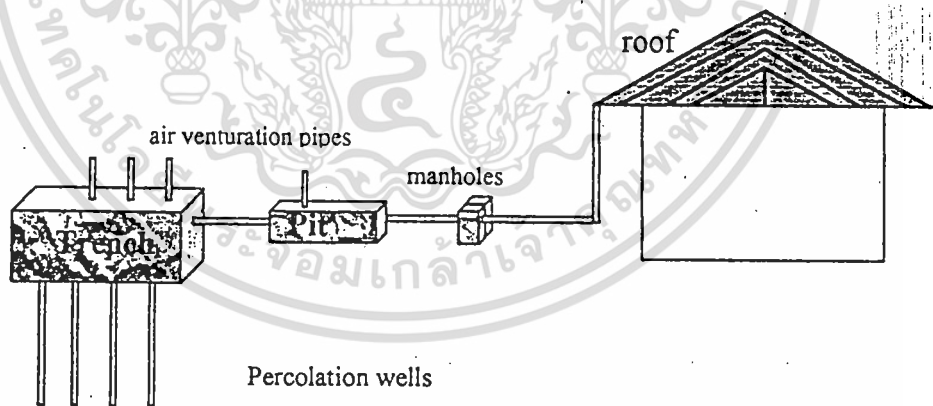
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ใส่ท่อระบายอากาศใน Trench จำนวน 3 ท่อ และใน Pit จำนวน 1 ท่อ สำหรับการคำนวณว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพิ่ม Manhole เข้าไปอีก 1 ตัว เพื่อเพิ่มความสามารถในการรับน้ำฝนจากหลังคาในช่วงที่มีความชันสูงๆ ไม่ให้ไหลล้น Manhole
3. ขยายขนาดของ Pit ให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้นจาก $1 \times 1 \times 1$ ลูกบาศก์เมตร เป็น $1 \times 2 \times 1$ ลูกบาศก์เมตร เนื่องจากการเจาะใส่ท่อระบายอากาศให้กับ Pit โดยตรงนั้นทำได้ยาก เพราะภายใน Pit นั้นเป็นชั้นหินที่ใส่ลงไปเพื่อกรองน้ำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการเพิ่มขนาดของ Pit แล้วจึงใส่ท่อระบายอากาศลงไปใน Pit

รูปที่ 2-8 และ 2-9 แสดงภาพของระบบการซึมก่อนและหลังทำการปรับปรุง ส่วนรูปการก่อสร้างจริงแสดงในภาคผนวก



รูปที่ 2-8 ระบบการซึมก่อนทำการปรับปรุง

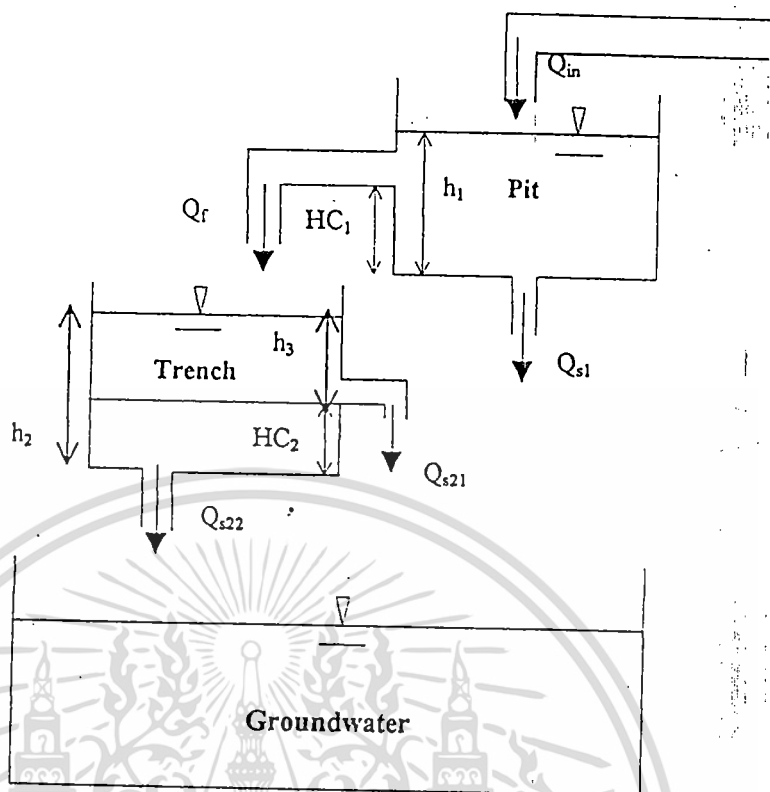


รูปที่ 2-9 ระบบการซึมหลังทำการปรับปรุง

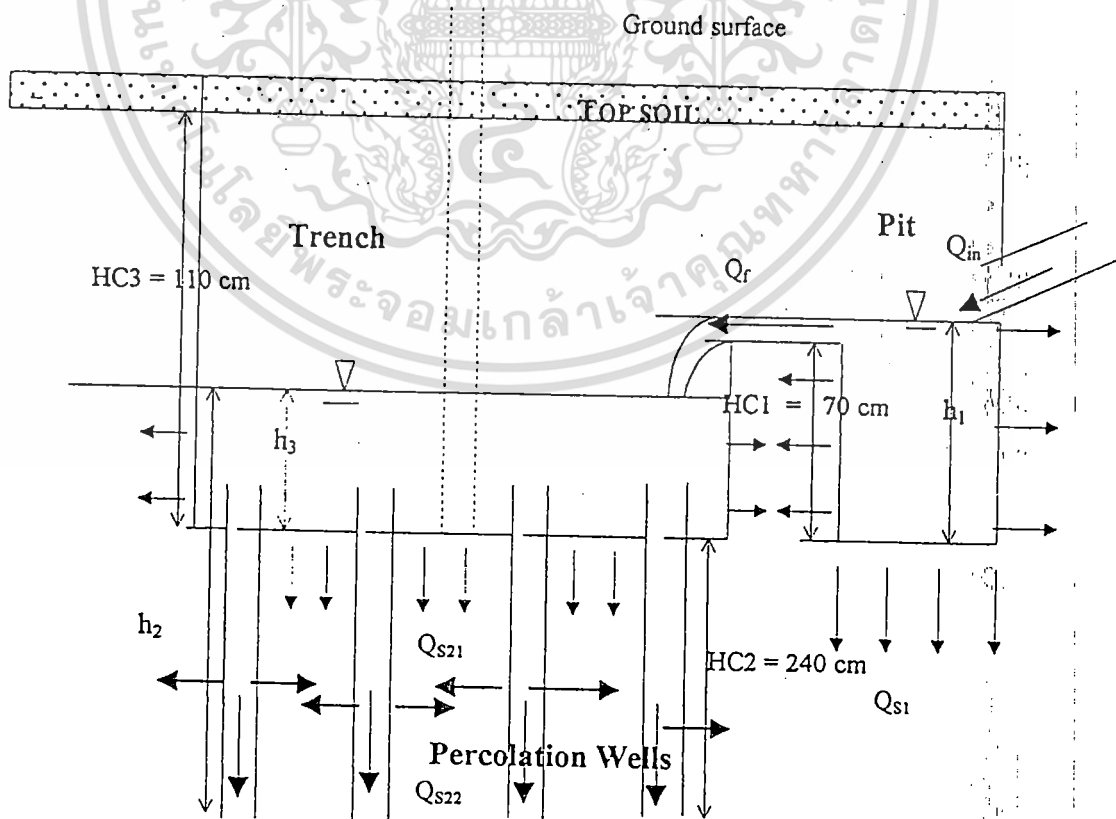
2.6 แบบจำลองคอมพิวเตอร์

แบบจำลองคอมพิวเตอร์ได้จัดทำขึ้นโดยใช้โปรแกรม Visual Basic โดยอาศัยหลักการของ Tank Model คือ การจำลองการไหลของน้ำส่วนต่างๆ เสมือนถัง โดยการพิจารณาน้ำที่ไหลเข้าและออกจากถังมีผลทำให้ระดับน้ำเปลี่ยนแปลงไป ระบบการซึมที่ก่อสร้างไว้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ถังใหญ่ๆ ดังรูปที่ 2-10 การไหลของน้ำมีลักษณะดังนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-10 ภาพแสดงหลักการของ Tank Model

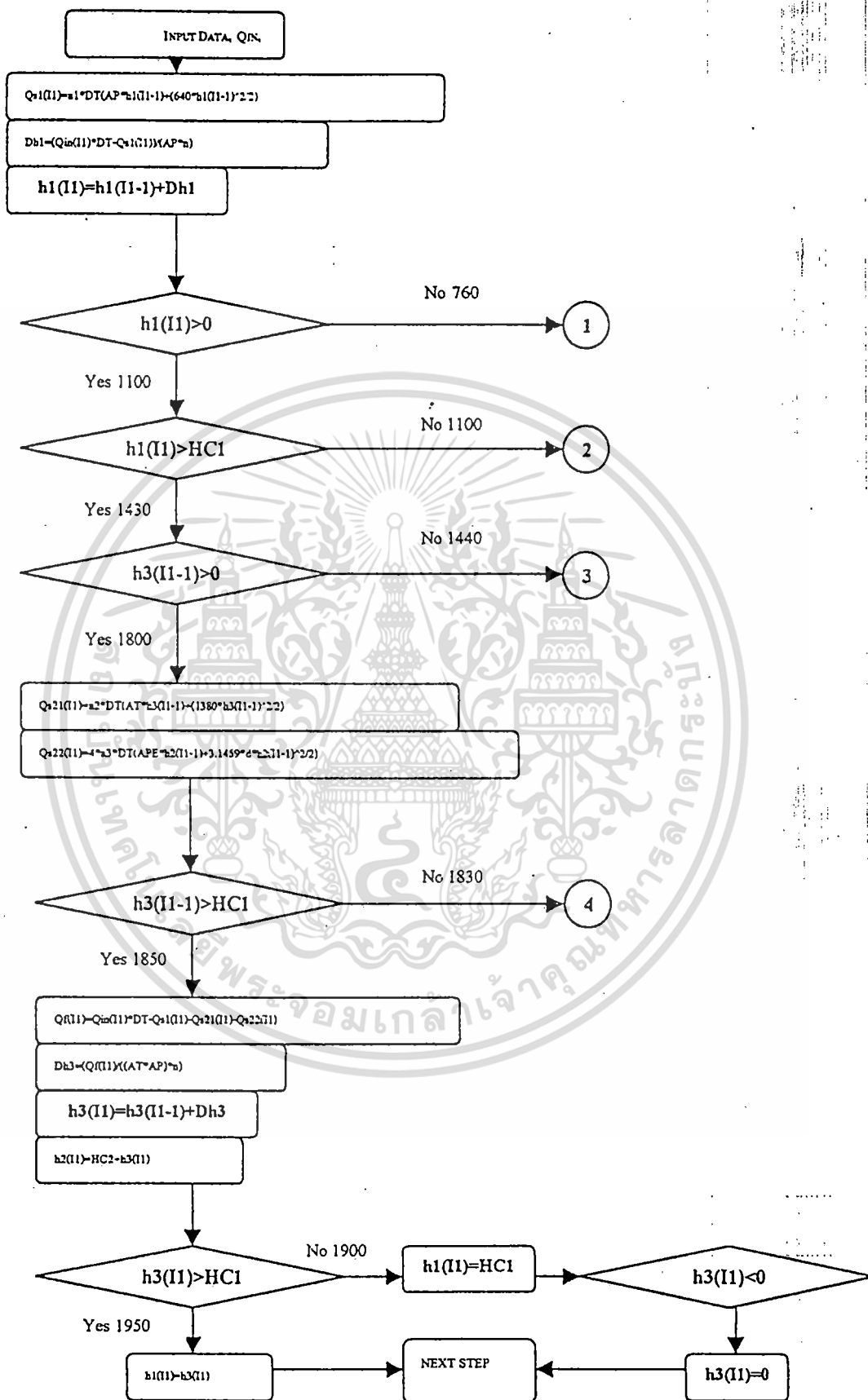


เอกสารนี้เป็นเอกสารรูปที่ 2-12 ภาพแสดงหลักการทำงานของระบบการซึม ญาติให้หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

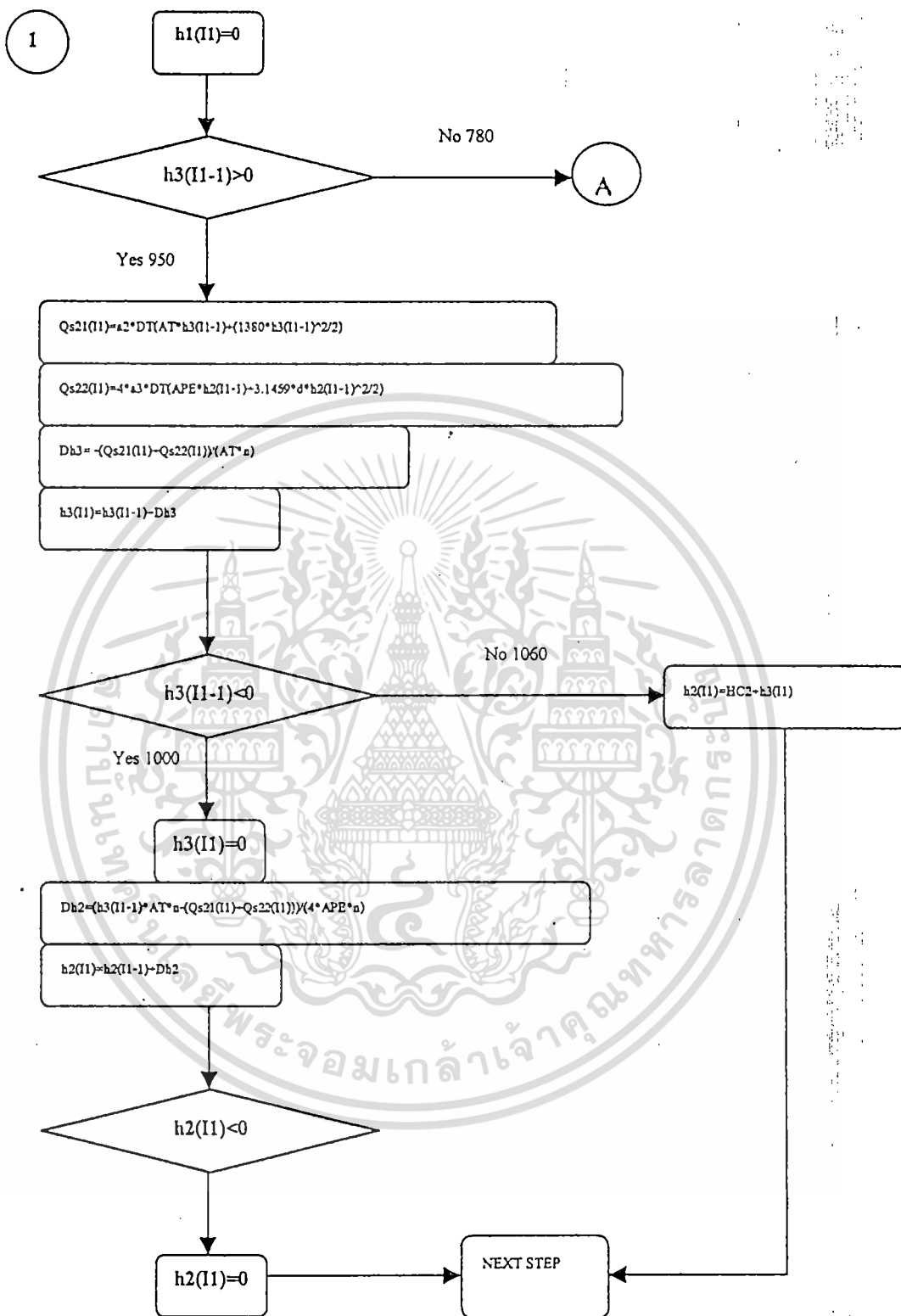
จากหลักการของ Tank Model และสภาพการไหลของน้ำในระบบ เมื่อนำมาเขียน Program จะมี Flow Chart ดังรูปที่ 2-11 Input ที่ต้องใส่ให้ Program ประกอบไปด้วย Q_{in} และ Rainfall-Runoff Coefficient, C

จากรูปที่ 2-12 พบว่า

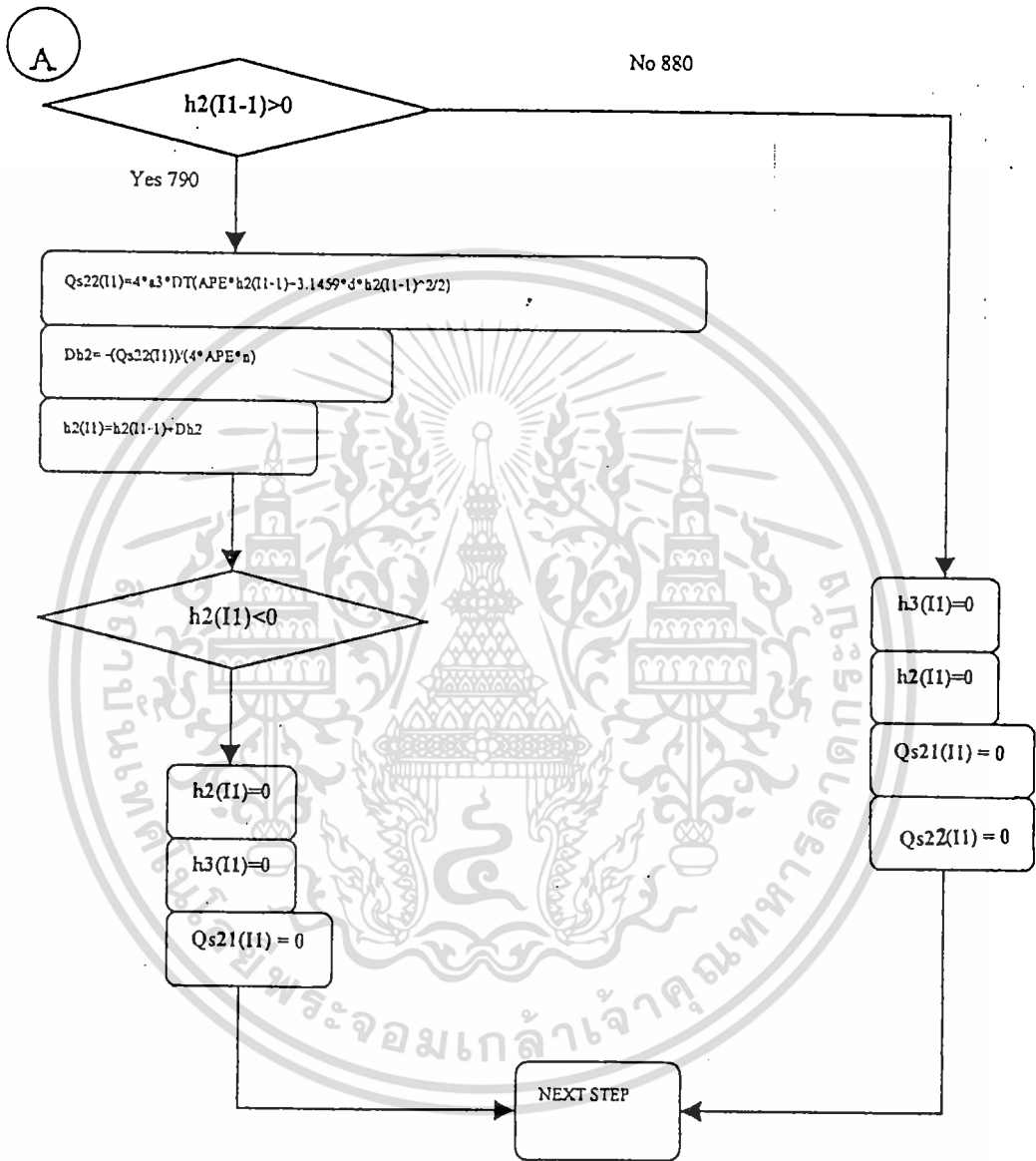
1. เมื่อน้ำ (Q_{in}) เริ่มไหลเข้ามาใน Pit น้ำจะมีการไหลซึมออกจาก Pit (Q_{s1}) และหาก $Q_{in} > Q_{s1}$ ระดับน้ำ (h_1) ใน Pit ก็จะเพิ่มขึ้น
2. เมื่อระดับน้ำใน Pit สูงเกิน 70 cm (HC1) น้ำจะไหลล้นไปสู่ Trench และ Percolation Well
3. น้ำที่ไหลล้นจาก Pit จะเกิดการซึม (Q_{s22}) ใน Percolation Well ก่อนจนกระทั่งระดับน้ำ (h_2) ใน Percolation Well เพิ่มขึ้นถึง 240 cm ระดับน้ำ (h_3) ใน Trench ก็จะเริ่มเกิดขึ้น
4. เมื่อระดับน้ำใน Trench เริ่มเพิ่มขึ้นแล้ว ก็จะเกิดการซึม (Q_{s21}) ใน Trench
5. น้ำจะเกิดการซึมทั้งใน Pit , Trench และ Percolation Well



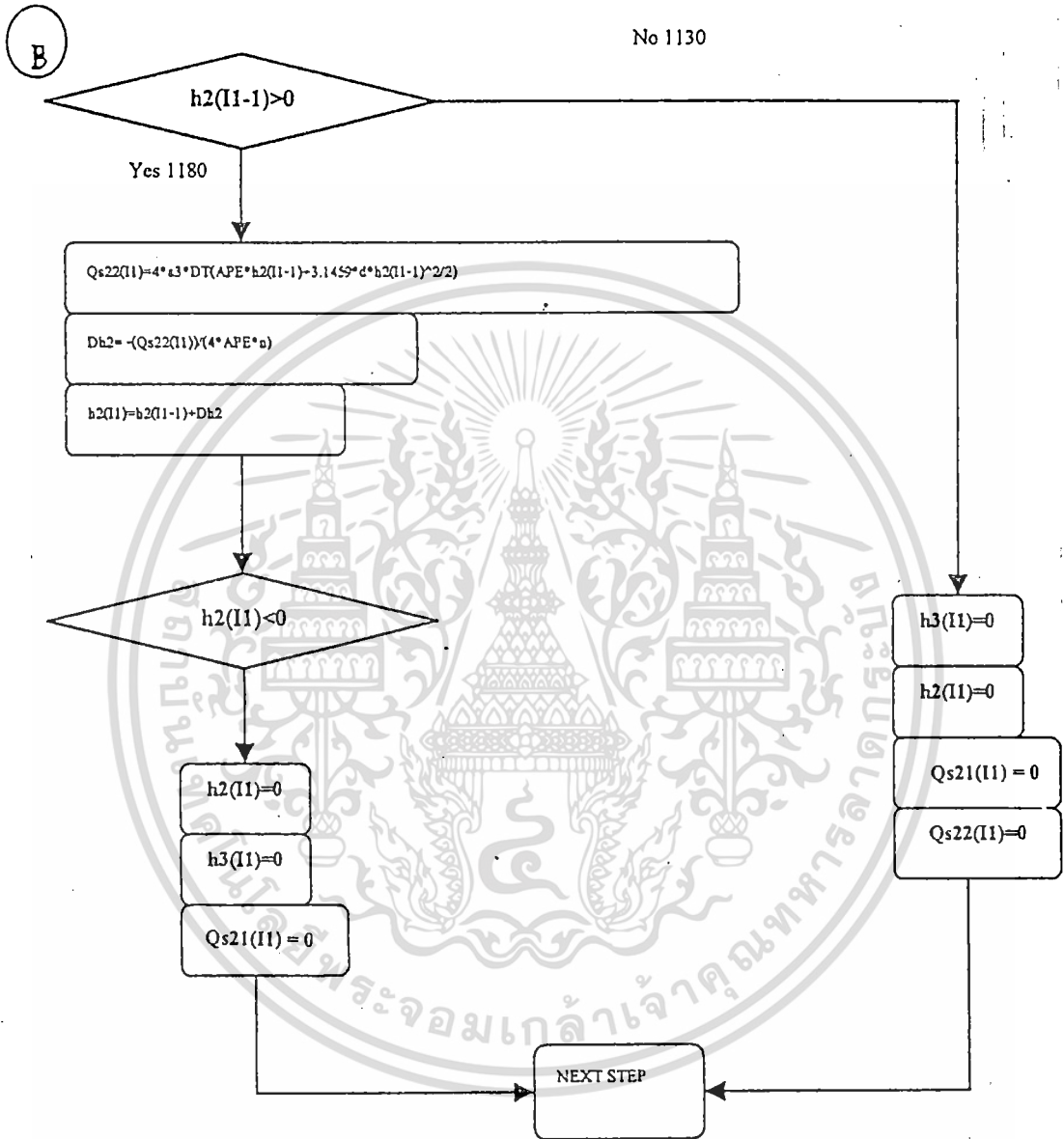
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



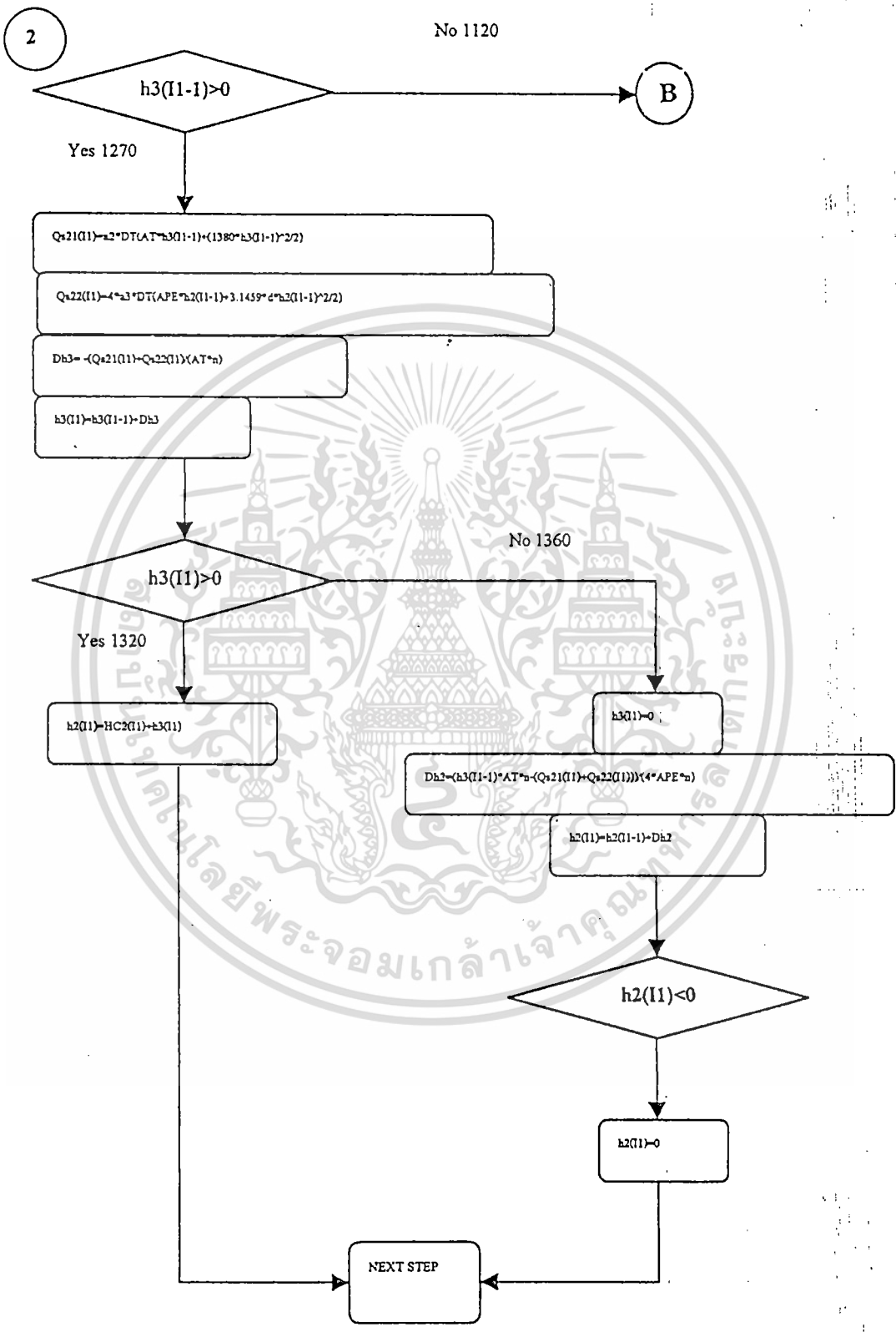
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



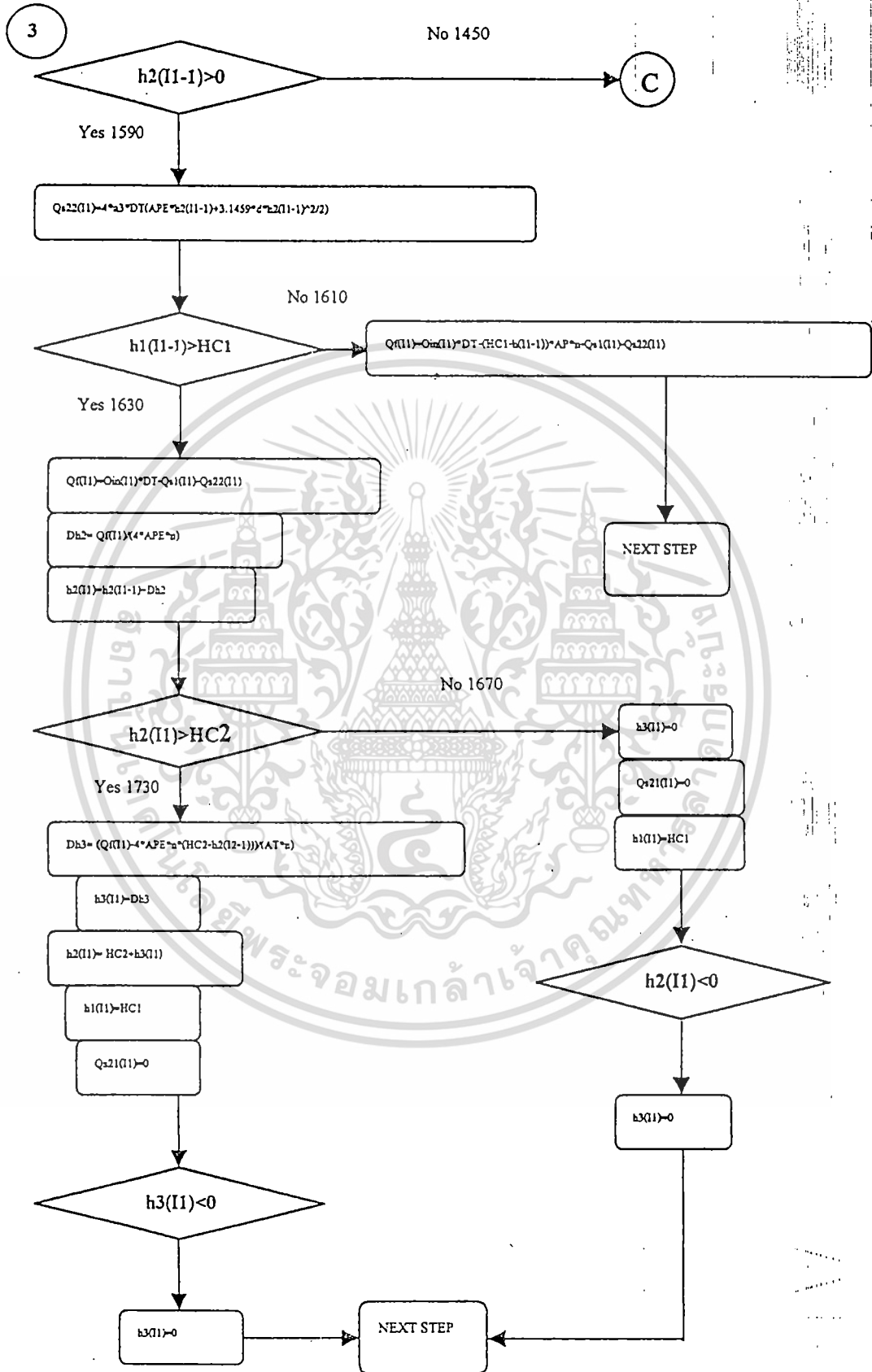
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



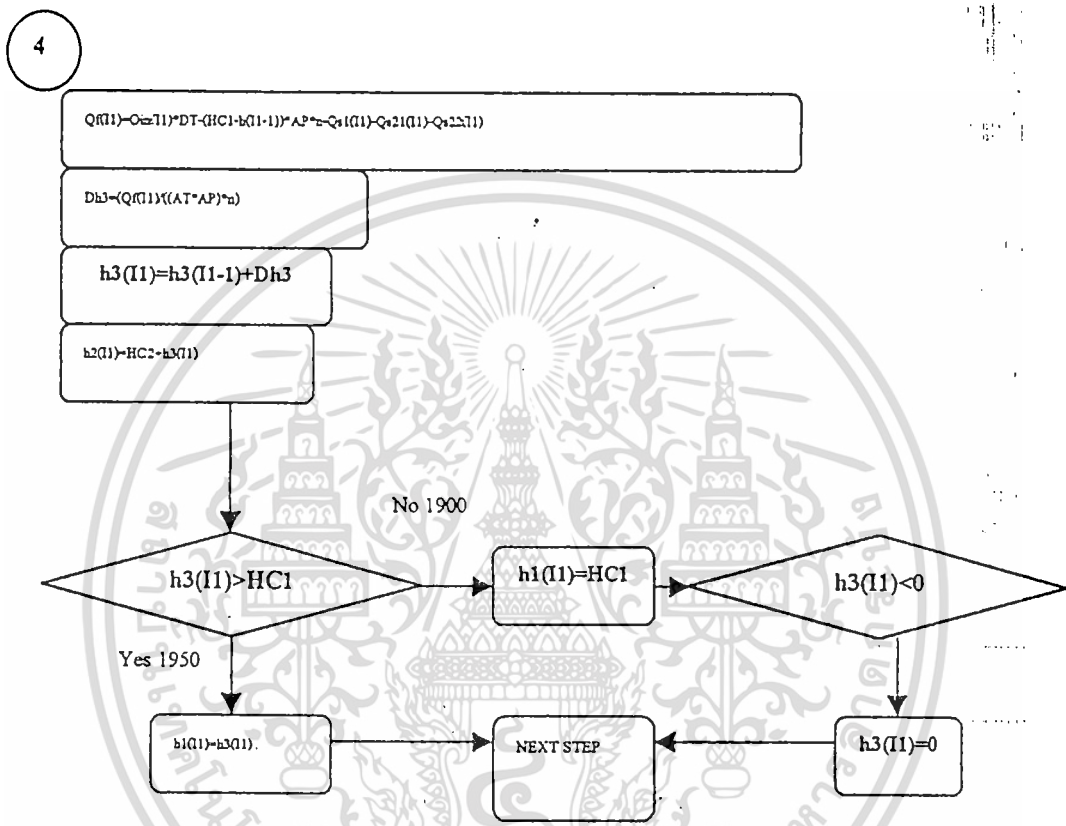
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

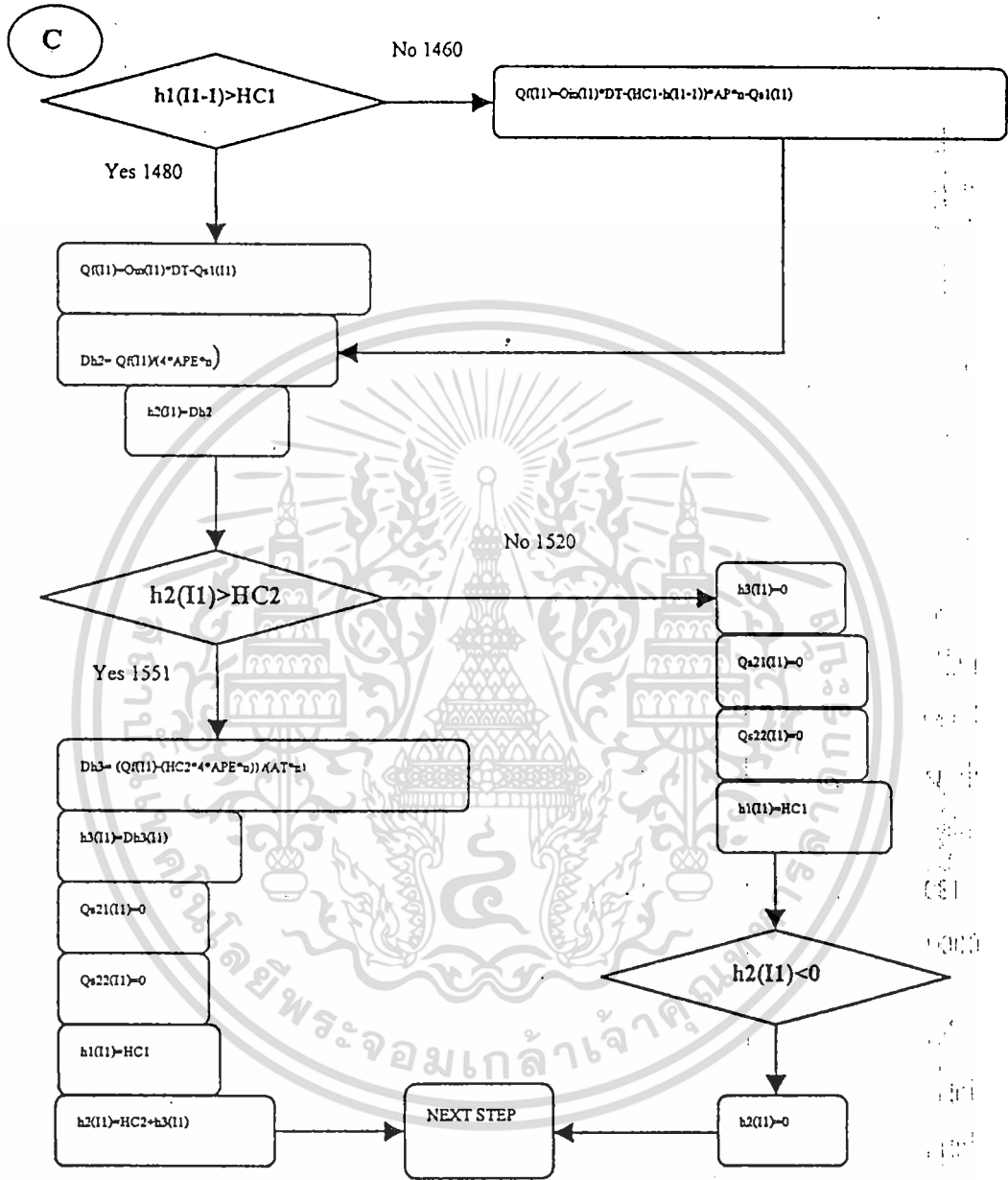


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-11 Flow Chart Program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำฝนที่ Recharge ได้ของฝนแต่ละลูก พิจารณาโดยการใช้แบบจำลอง คอมพิวเตอร์ ป้อนค่า Q_{in} แล้วหาค่าพารามิเตอร์ C ที่ทำให้ค่าของระดับน้ำใน Trench ที่ได้จาก แบบจำลองใกล้เคียงกับค่าจาก Data Logger ที่สุด เนื่องจากน้ำฝนที่ตกอาจมีการสูญเสียก่อนถึง ระบบโดยการสังรังน้ำฝนหรือสัน Manhole ได้ อัตราการไหลของน้ำฝนสู่ระบบสามารถ คำนวณหาได้จากสมการที่ (2-8) คือ

$$Q_{in} = CIA_{roof}$$

เมื่อ A_{roof} = พื้นที่หลังคาโรงเรียนซึ่งจากการวัดมีพื้นที่เท่ากับ 460 ตารางเมตร

โดยค่า C นั้นสามารถหาได้โดยใช้ค่า $ac_{pit} = 0.000000081 s^{-1}$, $ac_{trench} = 0.0000002 s^{-1}$ และ $ac_{percolation\ well} = 0.000036 s^{-1}$ แทนลงในโปรแกรมที่เขียนไว้ทุกครั้ง ส่วนค่า C นั้นจะใช้ วิธี Trial and Error จากนั้นจึง Run Program เพื่อหาค่า C ที่ทำให้ค่าระดับน้ำใน Trench ที่ Run ได้ มีค่าใกล้เคียงกับค่าระดับน้ำใน Trench ที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมด ก็จะได้ค่า C ของฝนแต่ละลูก

เมื่อได้ค่า C ของฝนแต่ละลูกแล้ว นำค่า C ไปคำนวณหาปริมาณน้ำฝนที่สามารถ Recharge ตู้น้ำใต้ดินดังสมการ (2-10)

$$\text{ปริมาณน้ำฝนที่ Recharge} = C \times \text{ปริมาณฝนที่ตก} \quad (2-10)$$

C = Rainfall-Runoff Coefficient ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1

2.9 การหาระยะยกตัวของน้ำใต้ดินที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของระบบ Seepage System

การหาระยะยกตัวของน้ำใต้ดินหาได้จากการนำข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน (Ground Water Level) ที่ได้จาก Data Logger และช่วงเวลาที่มีฝนตกมาพล็อตกราฟเพื่อเปรียบเทียบหาคกรยกตัวของระดับน้ำใต้ดินทั้งก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์นี้มี ได้พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินที่มีผลมาจากการไหลของน้ำใต้ดินจากบริเวณอื่นที่ ไหลเข้ามาสู่บริเวณบ่อ

บทที่ 3

การวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

3.1 การวิเคราะห์ผลการทดสอบหา Seepage coefficient ของ Percolation Well

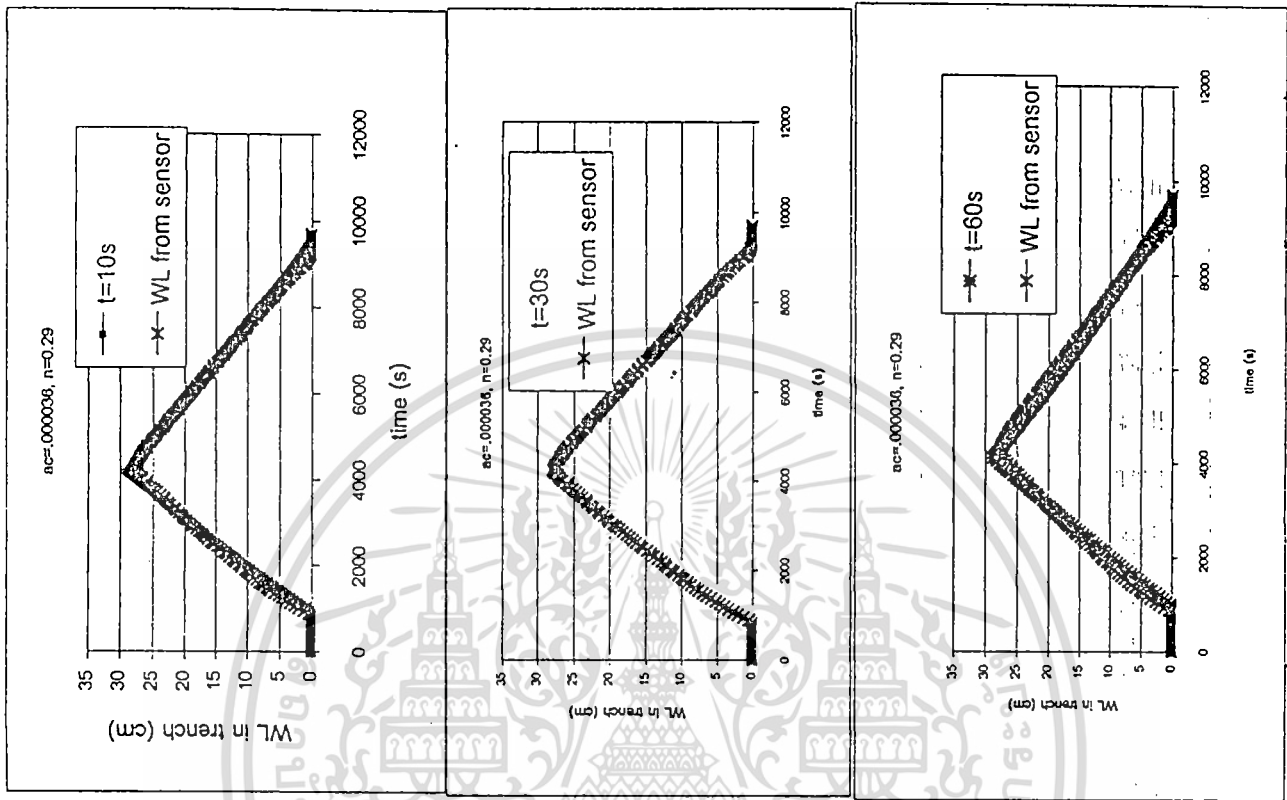
จากการทดลองเติมน้ำสู่ระบบการซึม โดยมีอัตราการเติมน้ำคงที่ประมาณ 28 ลิตร/นาที เป็นเวลา 70 นาที แล้วนำข้อมูลระดับน้ำใน Trench ซึ่งบันทึกทุก ๆ 1 นาที มาวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลองโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ซึ่งอาศัยหลักการของ Tank Model เพื่อคำนวณหา $ac_{\text{percolation well}}$ โดยครั้งแรกใช้ Time Step (Δt) = 30 วินาที ค่า $ac_{\text{percolation well}}$ พิจารณาจากค่าที่ให้ค่าระดับน้ำใน Trench จากการ Simulate ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงที่ได้จาก Sensor มากที่สุด โดยดัชนีที่ใช้คือ กำลังสองของความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการ Simulate กับค่าจริง (Residual²) ผลที่ได้แสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่า $ac_{\text{percolation well}} = 0.000036 \text{ S}^{-1}$ ให้ Residual² น้อยที่สุดคือเท่ากับ 130 cm^2

เมื่อนำค่าระดับน้ำใน Trench จาก sensor กับค่าระดับน้ำจากการ simulate โดยใช้ค่า $ac_{\text{percolation well}} = 0.000034, 0.000035, 0.000036 \text{ S}^{-1}$ มาเขียนกราฟดังรูปที่ 3.2 พบว่ากราฟระดับน้ำที่ simulate จากค่า $ac_{\text{percolation well}} = 0.000036 \text{ S}^{-1}$ ให้รูปร่างใกล้เคียงกับระดับน้ำใน Trench จาก sensor ดีและแตกต่างจากค่าใกล้เคียงเล็กน้อย

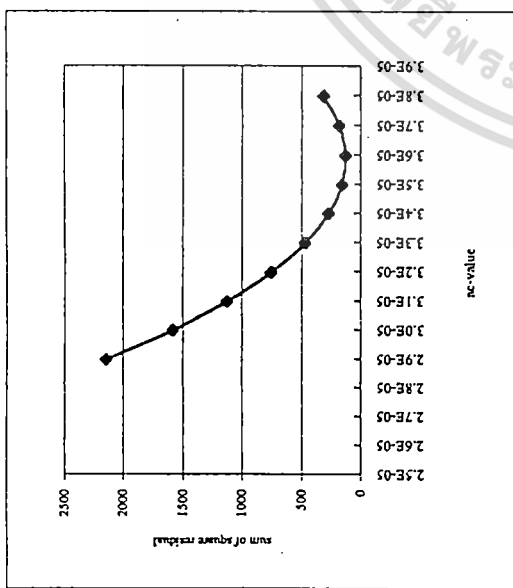
จากนั้นได้เปรียบเทียบการ simulate โดยใช้ Time Step (Δt) = 10, 30 และ 60 วินาที และใช้ค่า $ac_{\text{PERCOLATION WELL}} = 0.000036 \text{ S}^{-1}$ ผลที่ได้แสดงในรูปที่ 3.3 พบว่า Time Step ทั้ง 10, 30 และ 60 วินาทีจะให้ระดับน้ำในช่วงน้ำขึ้นต่ำกว่าค่าจาก SENSOR เล็กน้อย และจะมีรูปร่างใกล้เคียงกับค่าจาก sensor ในช่วง peak และช่วงน้ำลด และเมื่อพิจารณาอย่างละเอียดจึงเลือกใช้ Time Step 10 วินาที

รูปที่ 3-4 แสดงกราฟและสมการความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำจริงจาก sensor กับที่ Simulation ได้โดย $ac_{\text{PERCOLATION WELL}} = 0.000036 \text{ S}^{-1}$ และ Time Step 10 วินาที ซึ่งผลที่ได้พบว่าระดับน้ำที่ Simulation ได้กับค่าจาก sensor มีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างดี โดยมีค่า Regression Coefficient = 0.992 ดังนั้นในการวิเคราะห์กับฝนที่ตกจริงในหัวข้อต่อไปจะใช้ค่า $ac_{\text{PERCOLATION WELL}} = 0.000036 \text{ S}^{-1}$ และ Time Step 10 วินาที วิเคราะห์

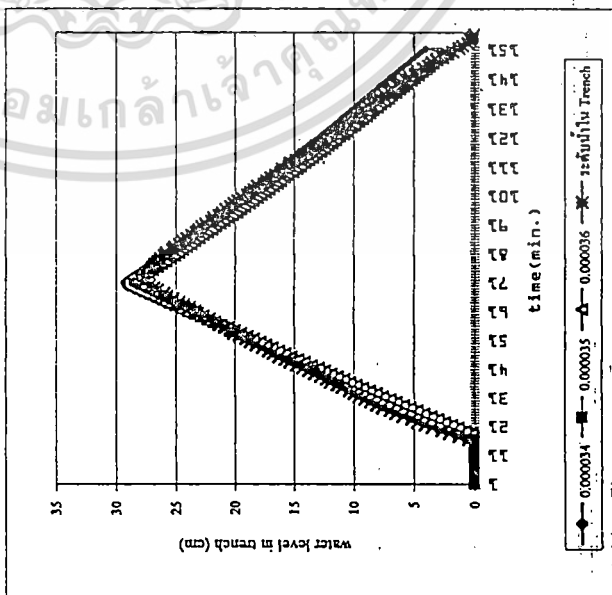
เมื่อนำข้อมูลระดับน้ำได้คืนที่ได้จาก data logger เริ่มตั้งแต่เติมน้ำเข้าสู่ระบบมาพล็อตกราฟดังรูปที่ 3-5 จะเห็นได้ว่าระดับน้ำได้คืนเริ่มยกตัวเมื่อเติมน้ำไปได้ประมาณ 40 นาทีและขึ้นสูงสุดหลังเติมไปได้ 2 ชั่วโมง 40 นาที ระยะยกตัวของน้ำได้คืนสูงสุดมีค่าเท่ากับ 15 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง time step และระดับน้ำใน Trench

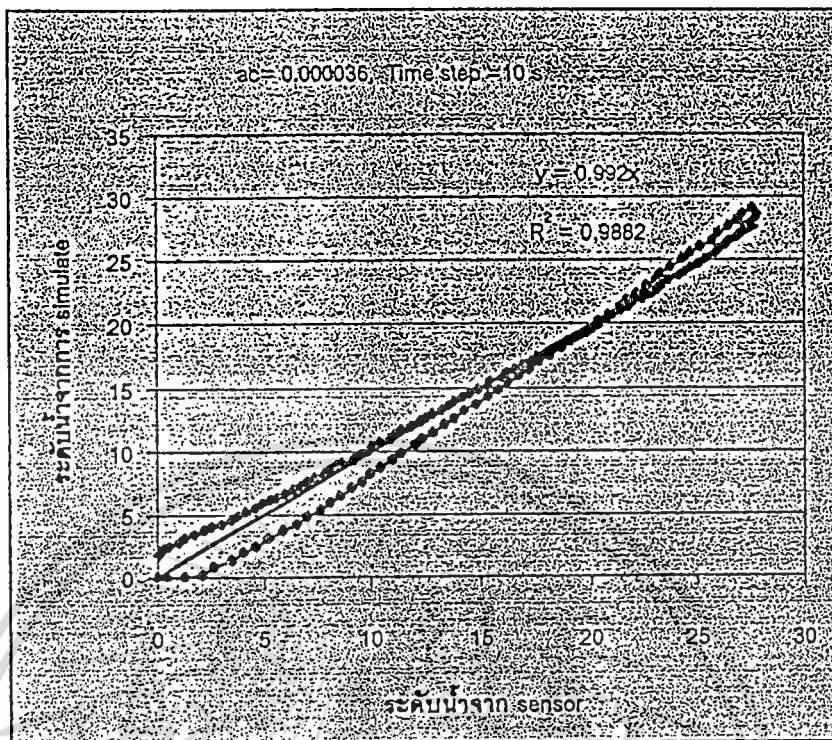


รูปที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง ac และ square residual

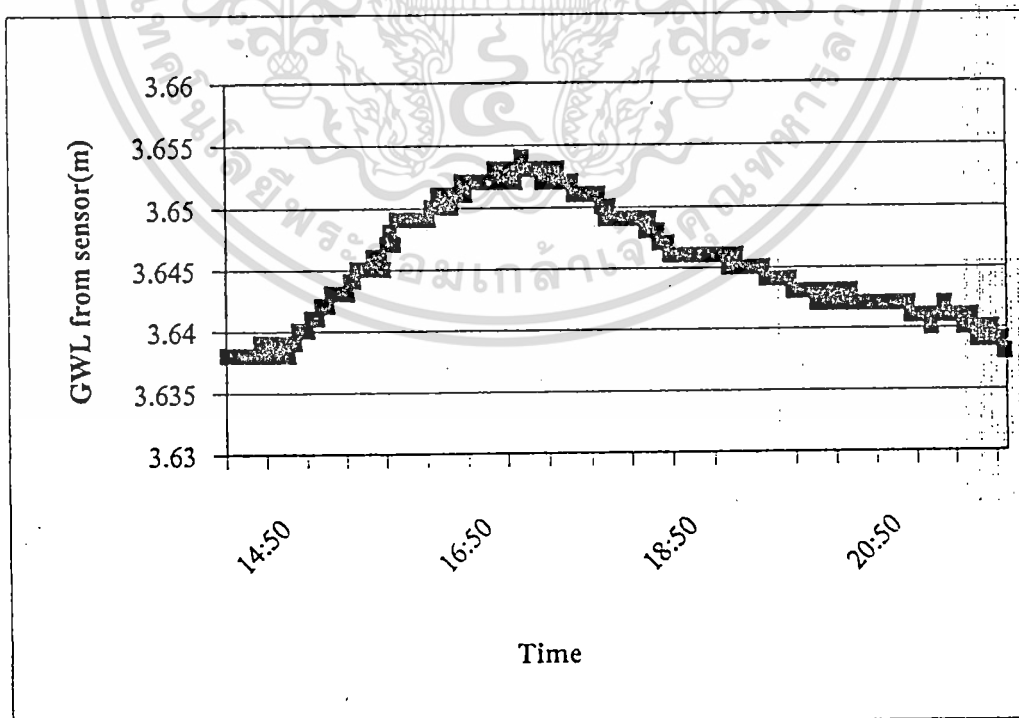


รูปที่ 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง ac และ ระดับน้ำใน Trench

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



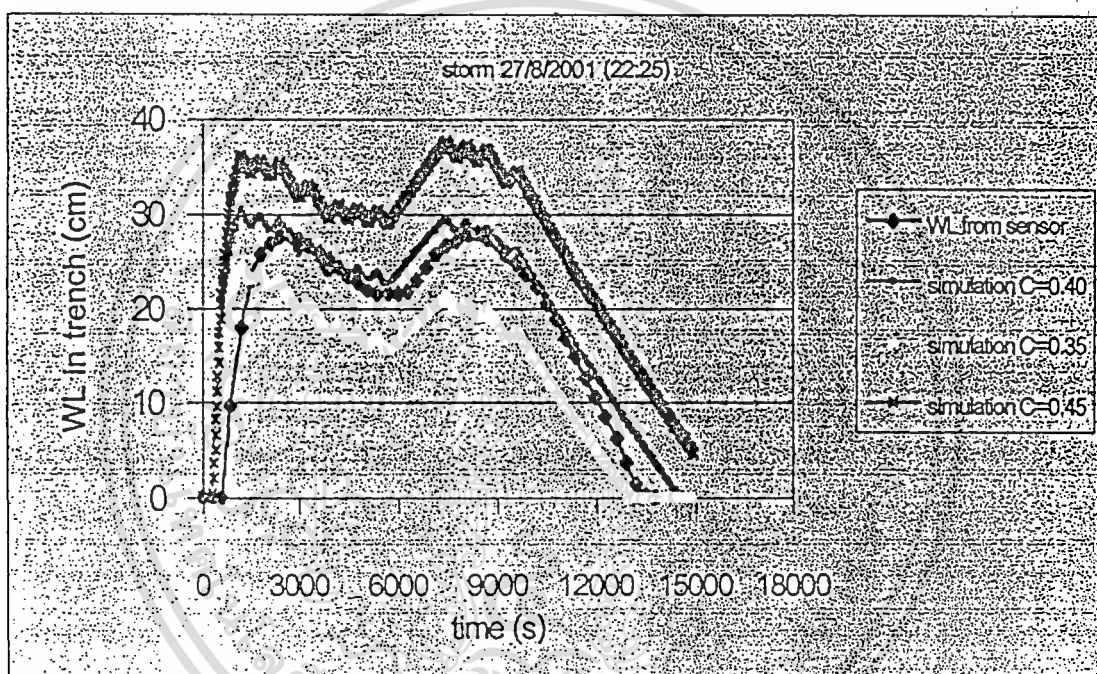
รูปที่ 3-4 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างระดับน้ำใน Trench ที่ได้จาก sensor กับค่าที่ได้จากการ Simulation



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รูปที่ 3-5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลานับตั้งแต่เริ่มเติมน้ำกับระดับน้ำได้ดิน

3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำฝนที่สามารถ Recharge ได้

น้ำฝนที่ตกบนหลังคาโรงเรียนจะถูกรวบรวมและลำเลียงด้วยรางน้ำ ท่อระบายน้ำและพักน้ำที่ Manhole คั่วสุดท้าย ก่อนไหลเข้าสู่ระบบการซึม เนื่องจากขณะการลำเลียงอาจมีน้ำฝนบางส่วนสูญเสียไปจากการไหลล้นรางระบายน้ำหรือล้น Manhole ดังนั้นในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำฝนที่สามารถ Recharge จึงใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้น Trial and Error ค่า Rainfall-Runoff Coefficient (C) ของฝนแต่ละลูกจนได้ค่า C ที่ทำให้ระดับน้ำใน Trench จากการ Simulation ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จาก Sensor มากที่สุด ดังตัวอย่างการวิเคราะห์ฝนลูกวันที่ 27 สิงหาคม 2544 รูปที่ 3-6



รูปที่ 3-6 กราฟแสดงการหาค่า Rainfall-Runoff Coefficient หรือค่า C โดยวิธี Simulation

จากรูปที่ 3-6 สามารถสรุปได้ว่าค่า Rainfall-Runoff Coefficient ที่เหมาะสมของฝนลูกตัวอย่าง วันที่ 27 สิงหาคม 2544 ที่ให้ระดับน้ำ (WL) ใน Trench ที่เกิดขึ้นจริง กับระดับน้ำใน Trench ที่ได้จากการ Simulation โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใกล้เคียงกัน มีค่าเท่ากับ 0.40

จากการวิเคราะห์น้ำฝนก่อนทำการปรับปรุงระบบ (ธันวาคม 2543 - 10 สิงหาคม 2544) จำนวน 23 ลูก และหลังปรับปรุงระบบ (10 สิงหาคม 2544 ถึง มกราคม 2545) จำนวน 39 ลูก โดยพิจารณาจากลูกฝนที่มีข้อมูลครบทั้งน้ำฝนและระดับน้ำใน Trench พบว่า ก่อนทำการปรับปรุงระบบระบบการซึมสามารถ Recharge น้ำฝนได้ 36.6 มม. จากฝนที่ตกทั้งหมด 418 มม. ค่าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือคิดเป็น 8.7 % ส่วนหลังทำการปรับปรุงระบบ สามารถ Recharge น้ำฝนได้ 166.12 มม. จากฝนที่ตกทั้งหมด 403 มม. ซึ่งคิดเป็น 41.2 % ตารางที่ 3-1 และ 3-2 เป็นตารางสรุปผลการ Simulation ก่อนและหลังทำการปรับปรุงระบบ

ตารางที่ 3-1 ตารางแสดงปริมาณฝนที่ตกกับปริมาณฝนที่เติมได้ของพายุฝนแต่ละลูกก่อนทำการปรับปรุงระบบ

วันที่	ปริมาณฝนที่ตก (mm)	ค่า c (%)	ปริมาณฝนที่เติมได้ (mm)
26/5/2001	5	14	0.7
30/5/2001	9	11	0.9
2/6/2001	34	5	1.6
5/6/2001	34	4	1.3
8/6/2001	18.5	6	1.0
10/6/2001	7.5	10	0.7
11/6/2001	15.5	8	1.3
14/6/2001	19	6	1.2
15/6/2001	21	5	1.0
23/6/2001	48	3	1.6
3/7/2001	16	10	1.5
5/7/2001	2.5	8	0.2
6/7/2001	7.5	34	2.6
8/7/2001	3	42	1.2
8/7/2001	13	33	4.3
11/7/2001	60.5	1	0.6
11/7/2001	18	15	2.6
3/8/2001	9.5	21	2.0
5/8/2001	2.5	36	0.9
5/8/2001	2.5	43	1.1
6/8/2001	60	9	5.4
7/8/2001	2.5	38	1.0
8/8/2001	9	20	1.8
รวม	418		36.6

ตารางที่ 3-2 ตารางแสดงปริมาณฝนที่ตกกับปริมาณฝนที่เติมได้ของพายุฝนแต่ละลูกหลัง
ทำการปรับปรุงระบบ

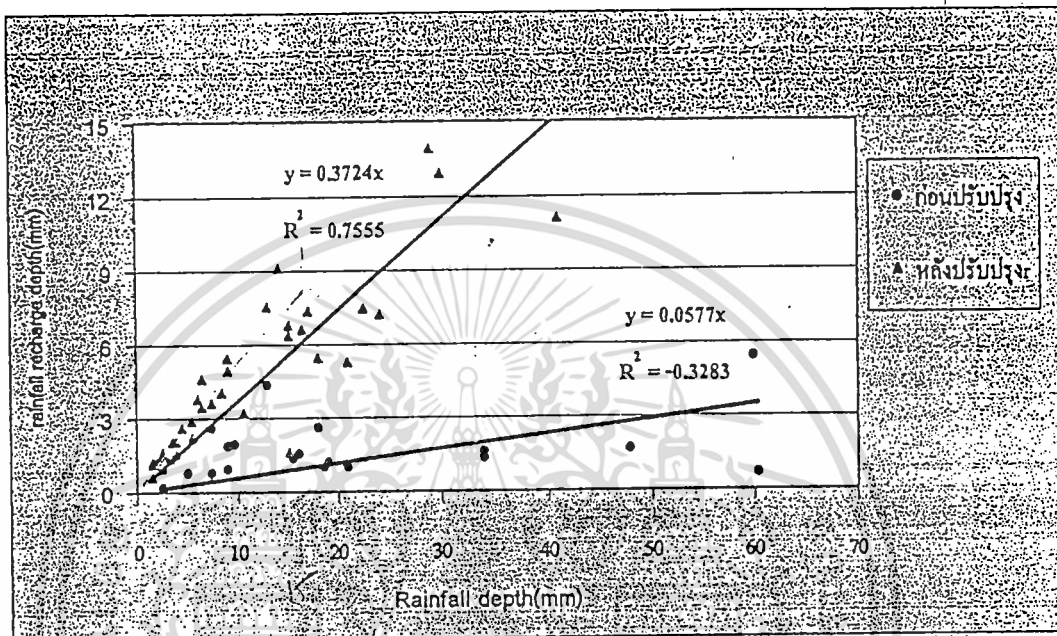
วันที่	ปริมาณฝน ที่ตก (mm)	ค่า c (%)	ปริมาณฝนที่ เติมได้ (mm)	วันที่	ปริมาณฝน ที่ตก (mm)	ค่า c (%)	ปริมาณฝนที่ เติมได้ (mm)
15/8/2001	30	63	1.6	24/9/2001	2.5	47	1.2
16/8/2001	70	55	1.4	25/9/2001	4	50	2.0
18/8/2001	160	33	7.4	26/9/2001	4	37	1.5
27/8/2001	155	40	6.6	27/9/2001	2.5	48	1.2
28/8/2001	155	53	3.4	30/9/2001	41	27	11.1
28/8/2001	50	75	1.1	2/10/2001	10.5	30	3.2
29/8/2001	430	55	5.0	4/10/2001	8.5	47	4.0
30/8/2001	10	57	2.0	4/10/2001	18	30	5.4
30/8/2001	85	52	2.9	6/10/2001	15	45	6.8
10/9/2001	145	48	3.6	6/10/2001	4.5	58	2.6
10/9/2001	55	25	5.3	9/10/2001	6	62	3.7
11/9/2001	30	70	4.6	23/10/2001	1.5	72	1.1
13/9/2001	145	40	2.2	23/10/2001	1.5	41	0.6
13/9/2001	105	60	5.4	23/10/2001	3.5	37	1.3
13/9/2001	195	65	9.1	24/10/2001	15	42	6.3
19/9/2001	115	43	7.3	25/10/2001	30	43	12.9
19/9/2001	375	48	13.9	28/10/2001	24	30	7.2
21/9/2001	40	78	1.2	28/10/2001	2	60	1.2
22/9/2001	170	58	7.5	14/1/2002	15	11	1.6
				รวม	403		166.1

เมื่อนำปริมาณฝนที่ตกกับปริมาณฝนที่ Recharge ได้มาพล็อตกราฟหาความสัมพันธ์ ดังรูป
ที่ 3-7 พบว่า

- กรณีก่อนทำการปรับปรุงระบบ ปริมาณน้ำฝนที่ Recharge ได้เท่ากับ 5.77 % ของ
ฝนที่ตกทั้งหมด หรือ $C = 0.0577$ อย่างไรก็ตาม Regression Coefficient มีค่า
เพียง - 0.3283 ทั้งนี้เนื่องจากมีปัญหาด้านการระบายอากาศภายในระบบการซึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรณีหลังทำการปรับปรุงระบบ ปริมาณน้ำฝนที่ Recharge ได้เท่ากับ 37.2% ของฝนที่ตกทั้งหมด หรือ $C = 0.372$ ส่วนค่า Regression Coefficient มีค่าถึง 0.755 แสดงว่าปริมาณน้ำฝนที่ Recharge ได้ กับปริมาณฝนที่ตกมีความสัมพันธ์กันพอสมควร



รูปที่ 3-7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนที่ตกกับปริมาณฝนที่เติมได้

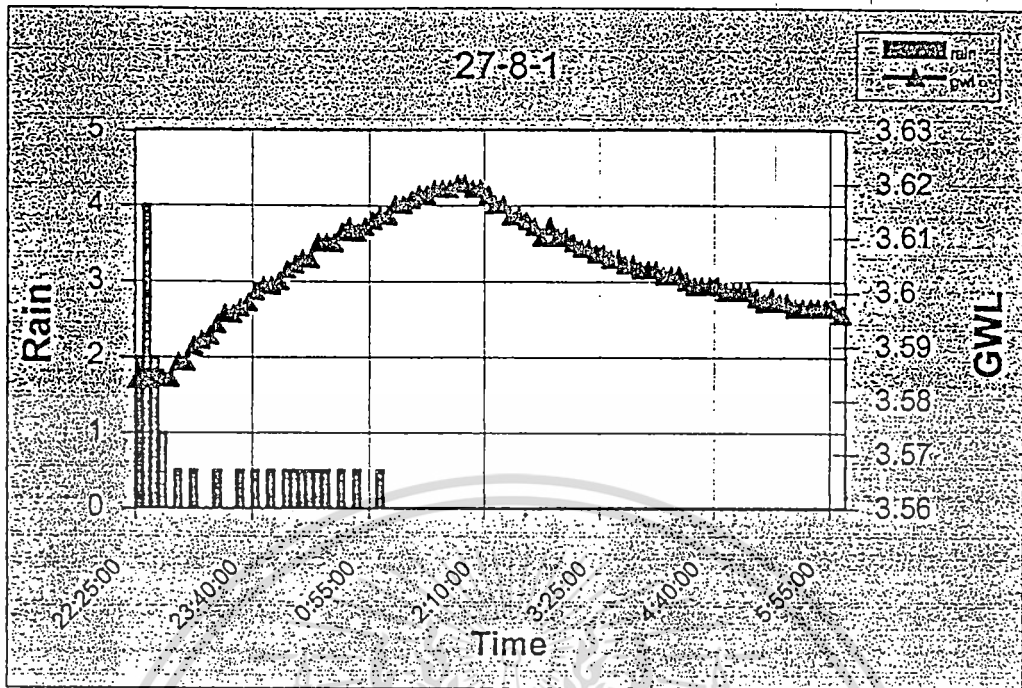
3.3 การวิเคราะห์การยกตัวของระดับน้ำใต้ดินกับปริมาณฝนที่ Recharge ได้

การวิเคราะห์การยกตัวของระดับน้ำใต้ดินได้จากการนำข้อมูลระดับน้ำใต้ดินจาก Data Logger ในช่วงเวลาที่สัมพันธ์กับฝนที่ตก มาพล็อตกราฟเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินและหาระยะที่น้ำใต้ดินยกตัวขึ้นดังตัวอย่างพายุฝนลูกวันที่ 27 สิงหาคม 2544 รูปที่ 3-8

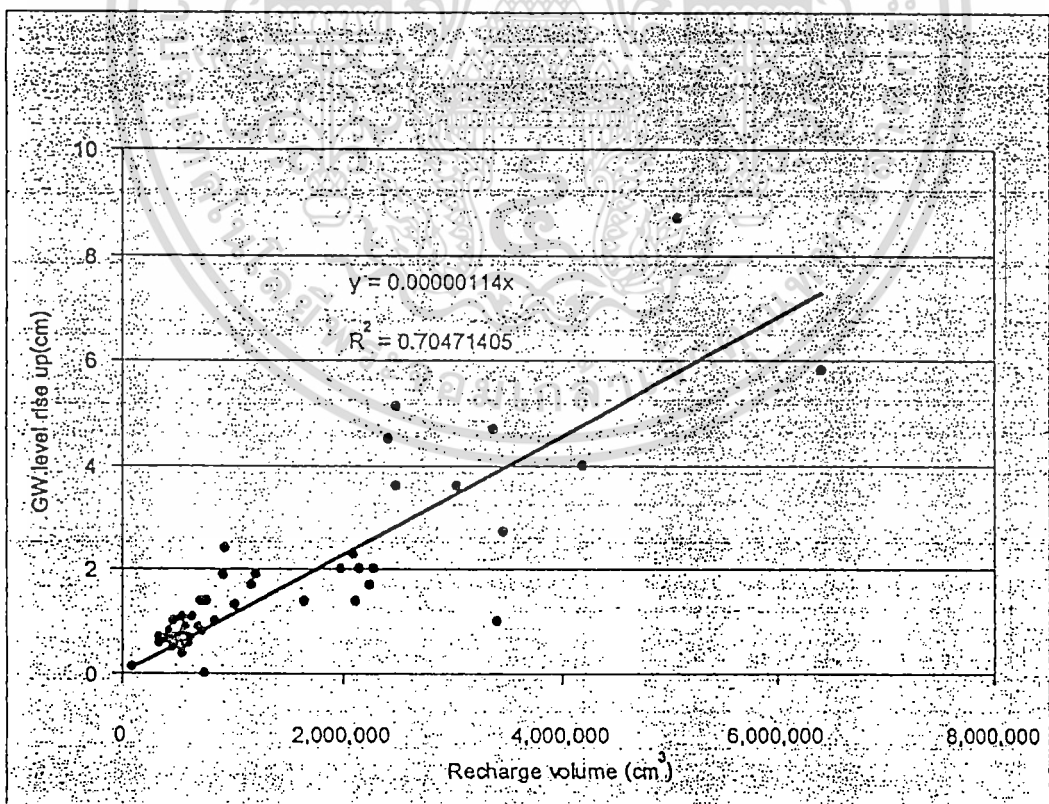
เมื่อนำฝนทุกลูกทั้งก่อนและหลังทำการปรับปรุงระบบการซึมมาวิเคราะห์หาระยะที่น้ำใต้ดินยกตัวขึ้น สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 3-3 อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์นี้พิจารณาเฉพาะข้อมูลน้ำใต้ดินจาก Data Logger เท่านั้น ไม่ได้พิจารณาผลกระทบเนื่องจากการไหลของน้ำใต้ดินจากบริเวณอื่นมาสู่พื้นที่ศึกษา ระยะการยกตัวของน้ำใต้ดินในเดือนตุลาคม 2544 ไม่สามารถแยกผลกระทบจากการ Recharge ของฝนแต่ละลูกได้อย่างชัดเจน จึงวิเคราะห์ในภาพรวมของฝนที่ตกทั้งเดือน

เมื่อนำระยะยกตัวของน้ำใต้ดินกับปริมาณฝนที่ Recharge ได้มาพล็อตกราฟหาความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3-9 พบว่า ระยะยกตัวของน้ำใต้ดินมีค่าเท่ากับ 1.14×10^{-6} เท่าของปริมาณน้ำฝนที่ Recharge ได้ โดยความสัมพันธ์นี้มีค่า Regression Coefficient = 0.7047

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-8 กราฟแสดงการยกตัวของระดับน้ำใต้ดิน (GWL) กับพายุฝน



รูปที่ 3-9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรที่เติมได้กับระยะยกตัวของน้ำใต้ดิน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านกำไรค่า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-3 ตารางแสดงปริมาณฝนที่เติมได้กับระยะยกตัวของน้ำใต้ดิน

วันที่	ปริมาณฝนที่เติมได้ (cm ³)	ระยะยกตัวของน้ำใต้ดิน (cm)	วันที่	ปริมาณฝนที่เติมได้ (cm ³)	ระยะยกตัวของน้ำใต้ดิน (cm)	
26/5/2001	327290	0.7	30/8/2001	9177000	1.7	
30/5/2001	434700	0.8	30/8/2001	13156000		
2/6/2001	735080	1.4	10/9/2001	16560000	1.4	
5/6/2001	602140	0.7	10/9/2001	24150000	4.5	
8/6/2001	479113	0.6	11/9/2001	20930000	2.3	
10/6/2001	334305	0.6	13/9/2001	10120000	1.3	
11/6/2001	601772	0.6	13/9/2001	24840000	3.6	
14/6/2001	533140	1.1	13/9/2001	41860000	4	
15/6/2001	471408	1	19/9/2001	33626000	4.7	
23/6/2001	750720	1.4	19/9/2001	64032000	5.8	
3/7/2001	700672	1.4	21/9/2001	5382000	0.5	
5/7/2001	94300	0.1	22/9/2001	34684000	2.7	
6/7/2001	1173000	1.7	24/9/2001	5405000	0.4	
8/7/2001	574080	0.9	25/9/2001	9200000	2.4	
8/7/2001	1979380	2	26/9/2001	6808000	0.9	
11/7/2001	294998	-	27/9/2001	5520000	0.8	
11/7/2001	1200600	1.9	30/9/2001	50922000	8.7	
3/8/2001	699300	1.9	2/10/2001	14490000	143.3	
5/8/2001	414000	0.65	4/10/2001	18377000		
5/8/2001	494500	0.7	4/10/2001	24840000		
6/8/2001	2484000	5.1	6/10/2001	31050000		
7/8/2001	437000	0.5	6/10/2001	12006000		
8/8/2001	828000	1	9/10/2001	17112000		
10/8/2001	2152800	2	23/10/2001	4968000		
15/8/2001	7245000	0.8	23/10/2001	2829000		
16/8/2001	6325000	1.1	23/10/2001	5957000		
18/8/2001	34155000	4	24/10/2001	28980000		
27/8/2001	30360000	3.6	25/10/2001	59340000		
28/8/2001	15847000	1.4	28/10/2001	33120000		
28/8/2001	5175000					
29/8/2001	22770000	2	28/10/2001	5520000		
			14/1/2002	7314000		0.009
			รวม	783,148,298		230.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

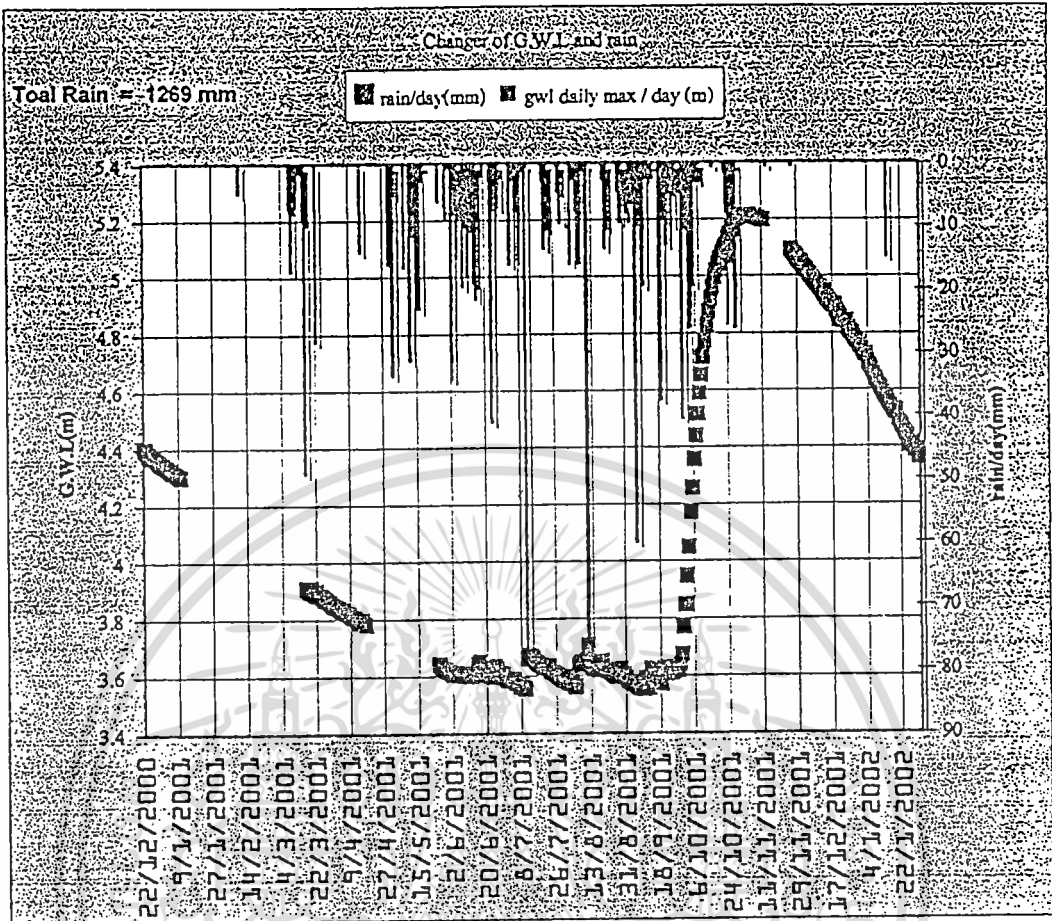
3.4 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินกับปริมาณฝน

เมื่อนำปริมาณฝนและข้อมูลระดับน้ำใต้ดินที่บันทึกได้จาก Data Logger ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2543 ถึงเดือนมกราคม 2545 มาพล็อตกราฟเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินกับปริมาณฝนที่ตกดังรูปที่ 3-10 พบว่าระดับน้ำใต้ดินมีการลดลงอย่างต่อเนื่องประมาณ 80 เซนติเมตร ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2543 ถึงเดือนมิถุนายน 2544 หลังจากนั้นระดับน้ำใต้ดินมีการขึ้น-ลงประมาณ 15 เซนติเมตร จนถึงสิ้นเดือนกันยายน 2544

ระดับน้ำใต้ดินมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วประมาณ 160 เซนติเมตร ในช่วงเดือนตุลาคม 2544 ซึ่งจากการสำรวจภาคสนามพบว่า ในระยะเวลาดังกล่าว ระดับน้ำในแม่น้ำยมสูงจนเกิดการล้นตลิ่งและมีการท่วมขังพื้นที่ศึกษาถึง 40 % ของพื้นที่ทั้งหมด ดังนั้น ระดับน้ำใต้ดินที่เพิ่มขึ้นนี้อาจมีผลเนื่องจาก

1. น้ำที่ท่วมขังรั่วซึมเป็นน้ำใต้ดิน
2. น้ำใต้ดินจากพื้นที่เหนือน้ำไหลมาสู่พื้นที่ศึกษา
3. น้ำฝนที่ Recharge จากระบบการซึมที่สร้างขึ้น

หลังจากเดือนตุลาคม 2545 ระดับน้ำใต้ดินมีการลดลงอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วประมาณวันละ 1 เซนติเมตร ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินกับปริมาณฝนและปริมาณน้ำที่ Recharge ได้นี้ จำเป็นจะต้องใช้ข้อมูลอื่น ๆ เช่น อัตราการไหลของน้ำใต้ดินจากบริเวณพื้นที่เหนือน้ำ ระดับน้ำใต้ดินของบ่อที่อยู่ใกล้เคียง อัตราการรั่วซึมของน้ำที่ท่วมขัง ฯลฯ ประกอบการศึกษาในรายละเอียดต่อไป



รูปที่ 3-10 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินและน้ำฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

สรุปผลการดำเนินงาน

4.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จังหวัดพิจิตรตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศ ประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพทางการเกษตร พื้นที่มักประสบกับปัญหาอุทกภัยในฤดูฝนอยู่เป็นประจำเกือบทุกปี เนื่องจากเป็นที่ราบลุ่มมีแม่น้ำขนาดใหญ่คือแม่น้ำและยมไหลผ่าน ขณะเดียวกันพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่นอกเขตชลประทานต้องอาศัยน้ำใต้ดินเพื่อใช้ในการเกษตร ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา มีการเจาะบ่อน้ำบาดาลขึ้นมาใช้อย่างมากมายทั้งภาครัฐและเอกชน เนื่องจากความต้องการน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ในการอุปโภคและเกษตรกรรมได้เพิ่มจำนวนมากขึ้น เป็นผลทำให้มีการลดตัวลงของระดับน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่องและไม่คืนตัว(Recovery) ลดลงมาก ทำให้เกษตรกรต้องประสบปัญหาในการเพาะปลูก

เมื่อมองในภาพรวมแล้ว แนวความคิดในการพัฒนาแหล่งน้ำโดยการนำน้ำฝนที่เหลือจากความต้องการ Recharge โดย Gravity ผู้ได้ดินผ่านทางระบบการซึม เพื่อค้ำปริมาณน้ำผิวดินในแต่ละเดิยวกันก็สามารถฟื้นฟูสภาพของแหล่งน้ำใต้ดินได้อีกด้วย โครงการศึกษาศักยภาพทรายชั้นบนสุดเพื่อเติมน้ำฝนสู่ใต้ดินได้ใช้พื้นที่ศึกษาขนาดประมาณ 100 ตารางกิโลเมตรในเขต อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร เนื่องจากมีชั้นทรายอยู่คั่นและประสบปัญหาน้ำท่วมเป็นประจำ ผลการศึกษารูปได้ว่า

1. จากการทดสอบคุณสมบัติชั้นดินในสนามจำนวน 17 หลุม กระจายทั่วพื้นที่ศึกษา นำค่า ac มาออกแบบระบบการซึมเพื่อรับน้ำจากหลังคาบ้านเรือน จำนวน 1,864 หลังคาเรือน พื้นที่หลังคาที่ใช้ออกแบบเท่ากับ 60 ตารางเมตร สามารถกำหนดรูปแบบระบบระบบการซึมได้โดยมีลักษณะเป็น seepage pit รูปทรงสี่เหลี่ยมมี 2 ขนาด คือความกว้าง-ยาว-ลึกเท่ากับ 100x100x100 และ 100x100x200 ลบ.เซนติเมตร ซึ่งหากใช้ขนาดแรกจะสามารถ recharge น้ำฝนได้ทั้งหมด 115,674 ลบ.เมตร/ปีหรือประมาณ 75 % ของปริมาณฝนทั้งหมดที่ตกบนหลังคา และหากใช้ความกว้าง-ยาว-ลึก 100x100x200 ลบ.เซนติเมตร จะสามารถ recharge น้ำฝนได้ทั้งหมด 139,823 ลบ.เมตร/ปีหรือประมาณ 90 % ของปริมาณฝนทั้งหมดที่ตกบนหลังคา

2. คณะศึกษได้ก่อสร้างระบบการซึมตัวอย่างไว้ ณ โรงเรียนบ้านเนินขวาง อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร เพื่อรับน้ำฝนจากหลังคาโรงเรียนซึ่งมีพื้นที่หลังคา 460 ตารางเมตร recharge ผู้ได้ดิน ขณะเดียวกันก็ได้ติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ บ่อน้ำคั่นและบ่อน้ำลึก ไว้เพื่อหาความสัมพันธ์ของการ recharge และศึกษาในระยะยาวต่อไป ระบบการซึมที่ก่อสร้างประกอบด้วย Pit ขนาด 1x2x1 ลูกบาศก์เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) Trench ขนาด 5 x 2.2 x 1.1 ลูกบาศก์เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) และ Percolation Well เป็นท่อ PVC ขนาดร่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 นิ้ว ขาว 2.4 เมตร จำนวน 4 ท่อ ระบบดังกล่าวจะใส่หินซึ่งมีความพรุน 29 % เพื่อป้องกันการพังทลายของหลุม ผลการวิเคราะห์พายุฝนตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2444 ถึงเดือน มกราคม 2545 เฉพาะลูกฝนที่มีข้อมูลครบทั้งความเข้มข้นและระดับน้ำใน Trench พบว่าระบบการซึมสามารถ recharge น้ำฝนสู่ใต้ดินได้ 166.1 มม. จากผลที่ตกทั้งหมด 403 มม. หรือ Recharge ได้ประมาณ 37.2 % ของฝนที่ตกทั้งหมดบนหลังคา ทั้งนี้เป็นผลจากการได้ปรับปรุงระบบระบายอากาศแล้ว

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำใต้ดินจาก Data Logger และปริมาณฝนที่ Recharge พบว่าการยกตัวของระดับน้ำใต้ดินเกิดขึ้นประมาณ 1.14×10^{-6} เท่าของปริมาณน้ำฝนที่ Recharge อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์นี้พิจารณาข้อมูลระดับน้ำใต้ดินจาก Data Logger แต่เพียงอย่างเดียว มิได้คิดปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลจากบริเวณอื่นมาสมทบด้วย

4. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้นโดยอาศัยหลักการของ Tank model สามารถจำลองการไหลในสภาพที่มีความเข้มข้นสูงได้เป็นอย่างดีแต่หากความเข้มข้นต่ำจะจำลองได้ไม่ดีนัก

4.2 ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป

จากการศึกษาและดำเนินงานครั้งนี้มีข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาต่อไปดังนี้

4.1 ในการพัฒนาและฟื้นฟูแหล่งน้ำใต้ดินเพื่อจัดไว้เป็นแหล่งน้ำสำรองและลดปัญหาอุทกภัยควรจัดทำแบบจำลองการไหลของพื้นที่ศึกษา และวิเคราะห์ผลจากการ Recharge น้ำฝนส่วนเกินลงสู่ใต้ดิน ซึ่งในการนี้จำเป็นต้องมีข้อมูลระดับน้ำใต้ดินและการทดสอบคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นน้ำใต้ดินด้วย ขณะนี้คณะศึกษาได้อยู่ในระหว่างเก็บข้อมูลระดับน้ำใต้ดินจากบ่อวัดระดับน้ำใต้ดินที่กรมชลประทาน ได้ติดตั้งและทำระดับปากบ่อไว้แล้ว ส่วนการทดสอบหาคุณสมบัติทางชลศาสตร์โดยการทำ pumping test คาดว่าจะดำเนินการเสร็จสิ้นภายในเร็ววันนี้

4.2 ควรศึกษาถึงความต้องการสูบน้ำบาดาลของเกษตรกรในพื้นที่ ช่วงเวลาและอัตราการสูบน้ำ เพื่อดูผลกระทบของการสูบน้ำกับระดับใต้ดิน ซึ่งคณะศึกษาได้ทำแบบสอบถามเกษตรกรในพื้นที่ จำนวน 1,300 ชุด เสร็จสิ้นเมื่อเดือน มีนาคม 2545 และอยู่ในระหว่างการประมวลผลอยู่

4.3 ควรพิจารณาจัดหาพื้นที่และแหล่งน้ำดิบที่เหมาะสม เพื่อทำการทดลองการเติมน้ำใต้ดินแบบต่างๆ สำหรับรองรับการใช้น้ำและสภาพปัญหาของน้ำใต้ดินโดยควรมีการทดลองปฏิบัติการภาคสนาม แล้วขยายผลเป็นโครงการขนาดใหญ่ต่อไปในอนาคต

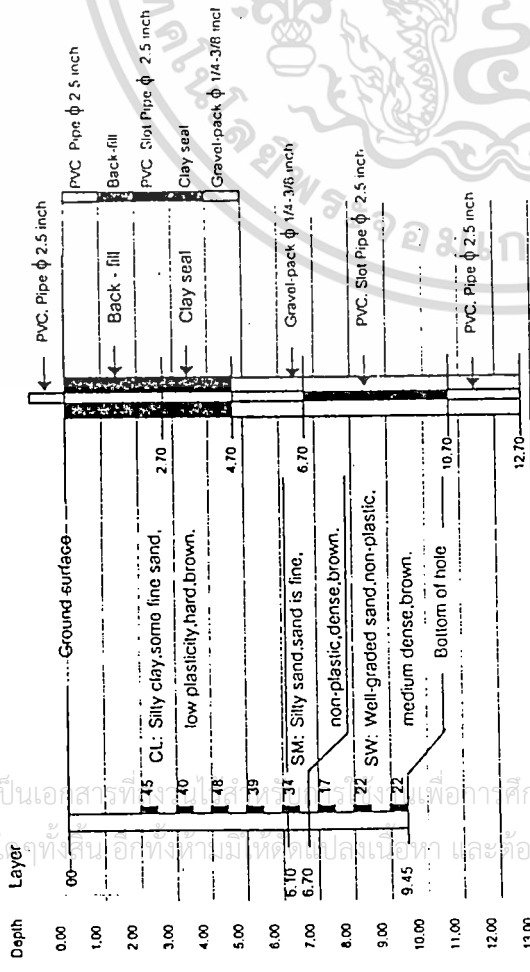
4.4 ในการเติมน้ำใต้ดินโดยระบบการซึม ปริมาณน้ำฝนที่เติมได้ถึงแม้จะมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับการเติมโดยธรรมชาติในฤดูฝน แต่ถ้าหากเพิ่มจำนวนพื้นที่หลังคารับน้ำฝนและจำนวนบ่อที่จะใช้เติมให้มากขึ้น ก็จะสามารถเติมน้ำใต้ดินได้มาก หรืออาจใช้วิธีเติมน้ำใต้ดินแบบสระ (Infiltration Basins) ร่วมด้วยก็จะสามารถเติมน้ำใต้ดินได้มากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Phichit Provincial Irrigation Project
Water Resource Reserve: Research Project

CT 4: Wat Sra Manee Themple, Phrairong Sub-District, Phophrathapchang District, Phichit Province.



Remark: GTD = Geotechnical Division, Royal Irrigation Department

N = Blow count number

Pie. = Piezometric well

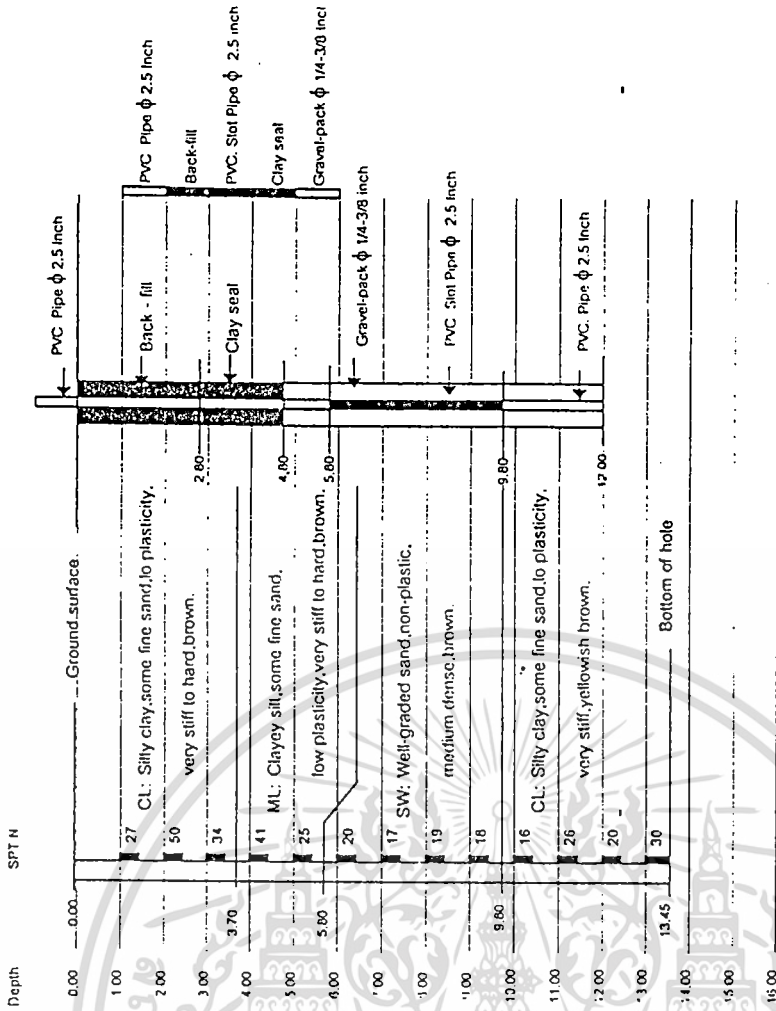
1 mark: GTD = Geotechnical Division, Royal Irrigation Department

N = Blow count number

Pie. = Piezometric well

Phichit Provincial Irrigation Project
Water Resource Reserve: Research Project

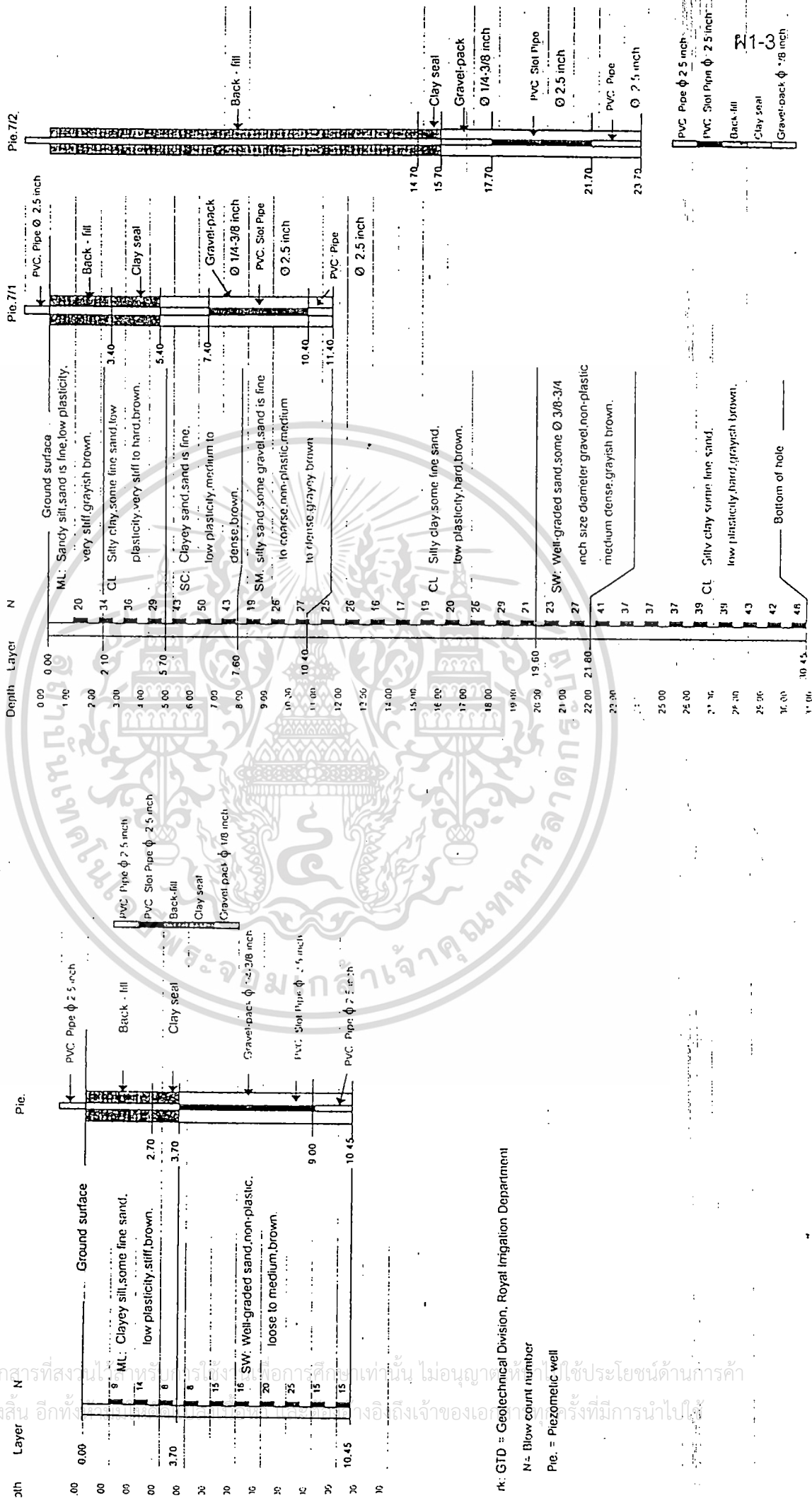
PCT.5: Mr. Pravid, Ban Dong sur leng subdistrict Phophrathabchang district, Phichit province



Pichit Provincial Irrigation Project
Water Resource Reserve: Research Project

PCT 7 Home of Mrs. Prayong Khayankhelgarn, Dongsourteang Village, Dongsourteang Sub-District,
Phophrathapchang District, Pichit Province

T 6



rk: GTD = Geotechnical Division, Royal Irrigation Department

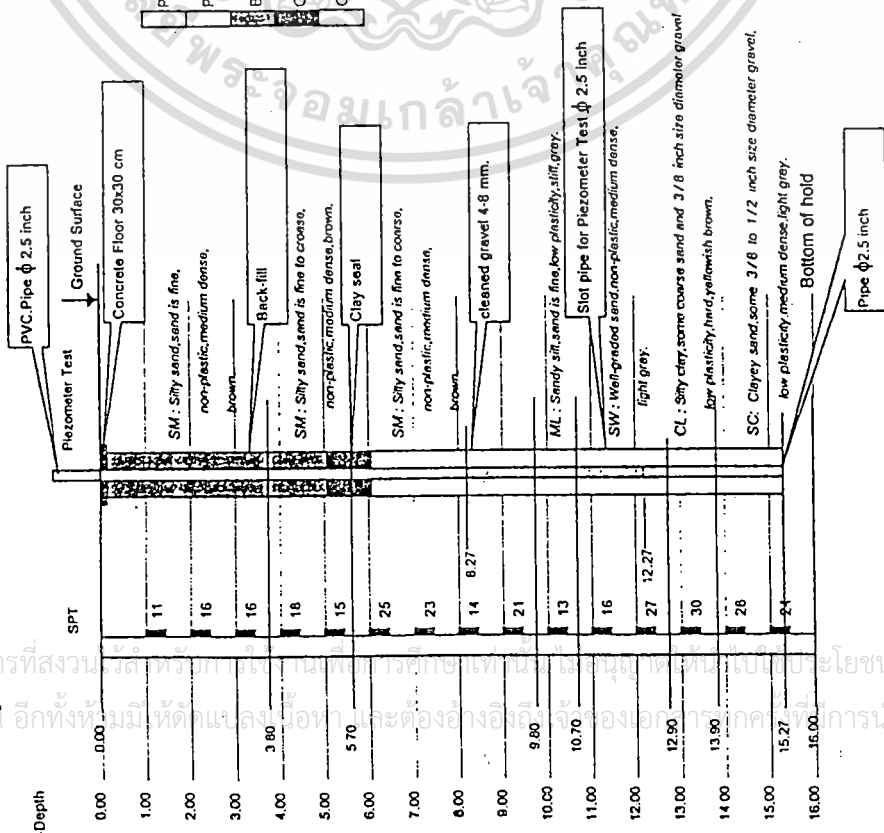
N = Blow count number

Pie. = Piezometric well

N1-3

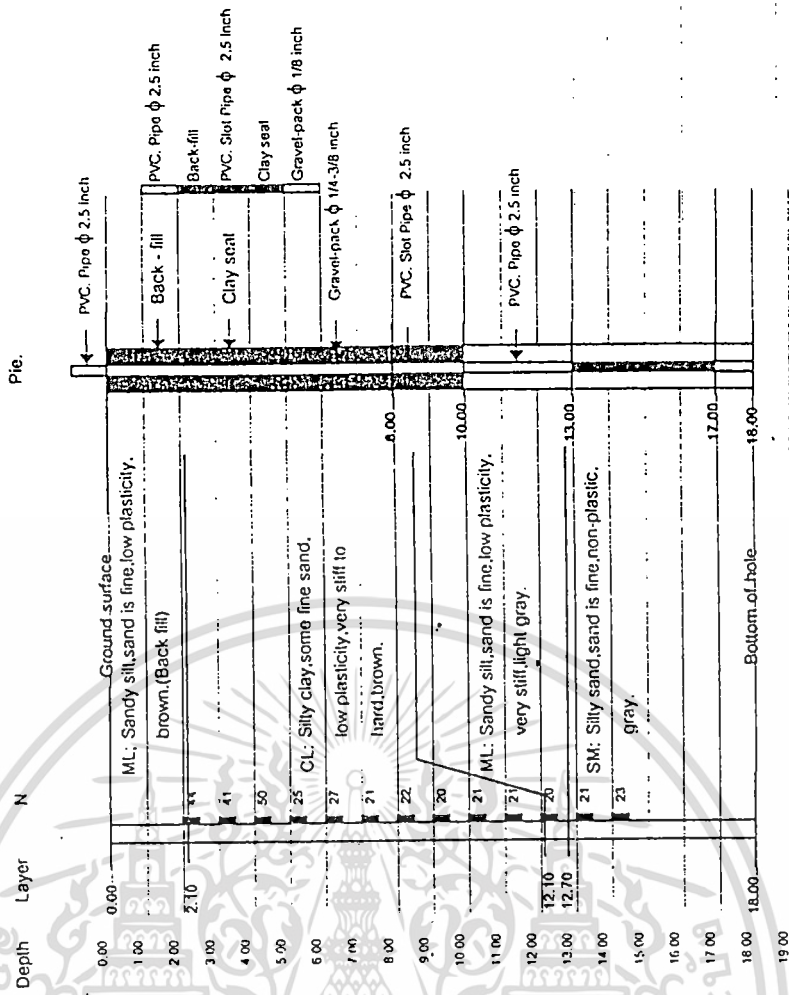
Pichit Provincial Irrigation Project
Water Resource Reserve: Research Project

PCT.8: #7 Village Head Officer (Mr. Song Phosri) Phaiapho subdistrict, Phopratatbchang district, Pichit province



Pichit Provincial Irrigation Project
Water Resource Reserve: Research Project

PCT.9: Wat Sra Pra Toum, Phairoop subdistrict, Phopratatbchang district, Pichit province



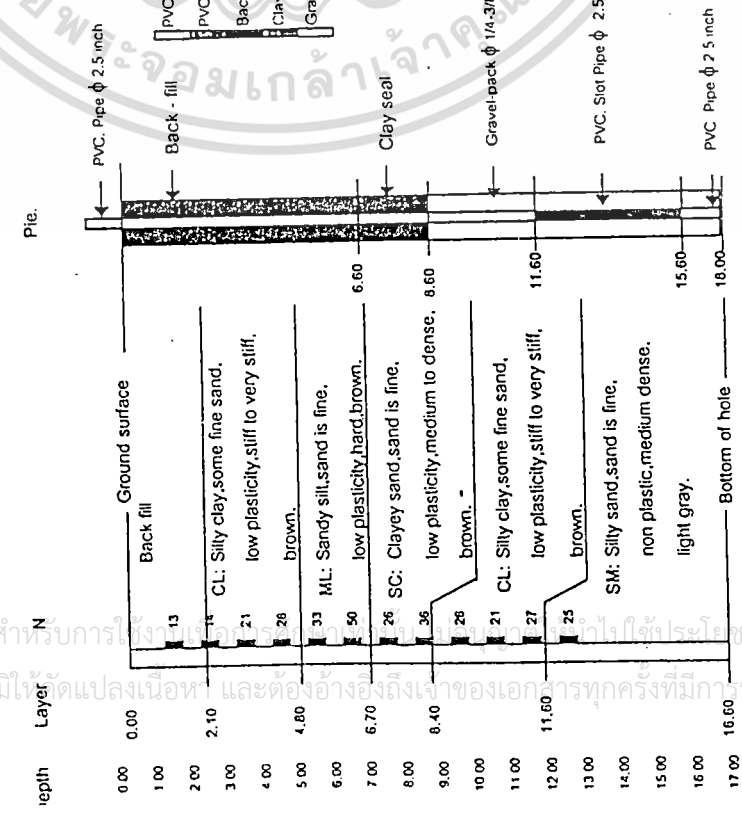
Remark: GTD = Geotechnical Division, Royal Irrigation Department

N = Blow count number

Pie. = Piezometric well

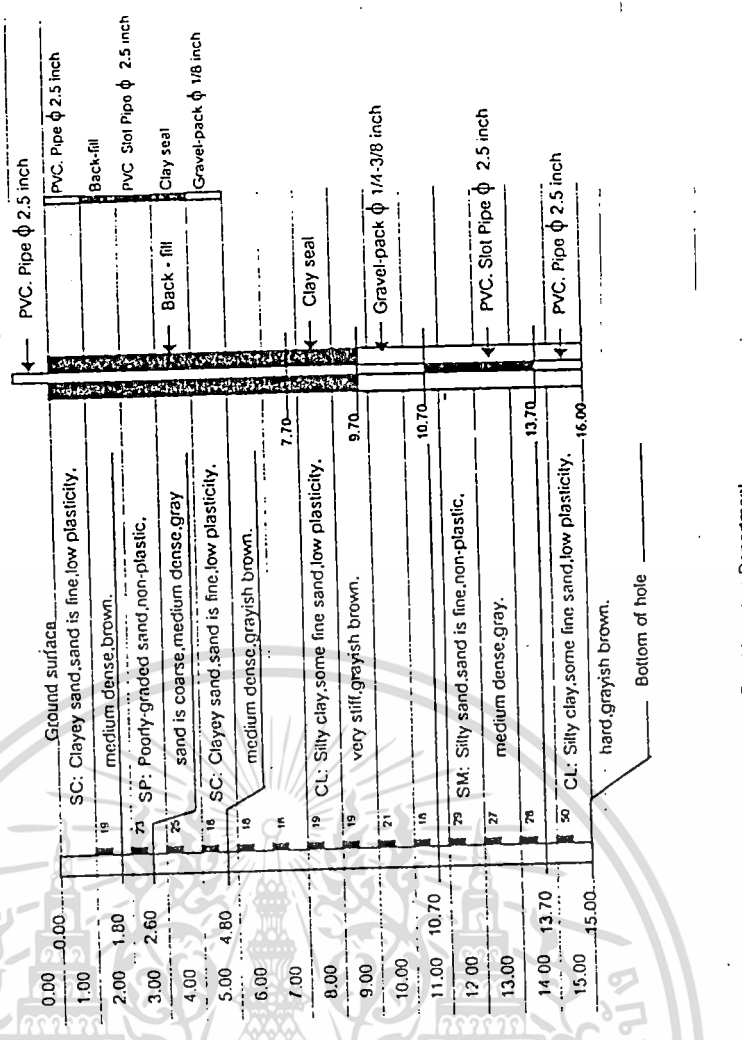
Pichit Provincial Irrigation Project
 Water Resource Reserve: Research Project

CT 10: kanjana conservative forest, phaitapho subdistrict, Phopratlabchang district, Pichit province



Pichit Provincial Irrigation Project
 Water Resource Reserve: Research Project

PCT-11: Phaitapho Adm. subdistrict-org. Office, Phaitapho subdistrict, Phopratlabchang district, Pichit province



Remark: GTD = Geotechnical Division, Royal Irrigation Department

N = Blow count number
 Pie = Piezometric well

Remark: GTD = Geotechnical Division, Royal Irrigation Department

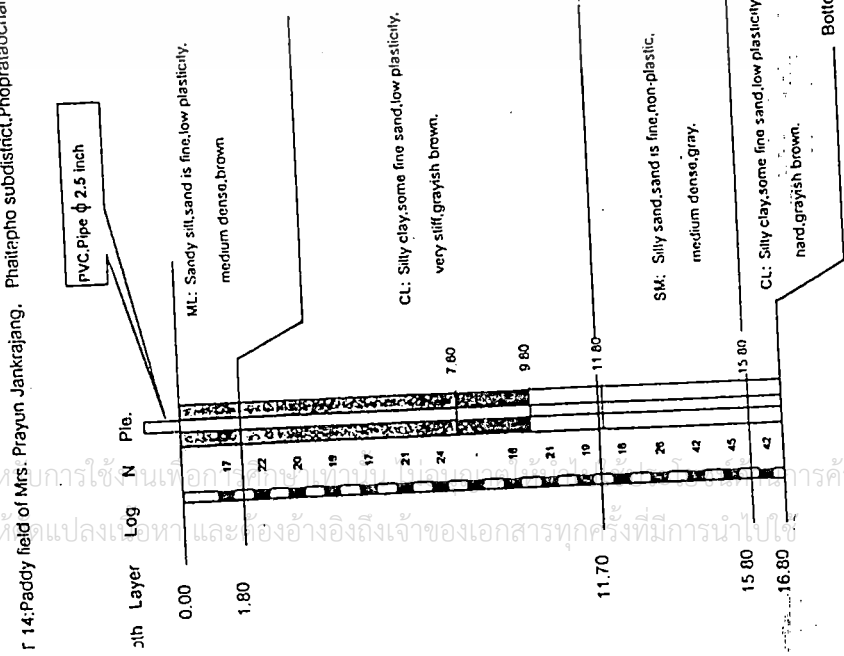
N = Blow count number
 Pie = Piezometric well

Phichit Provincial Irrigation Project
Water Resource Reserve: Research Project

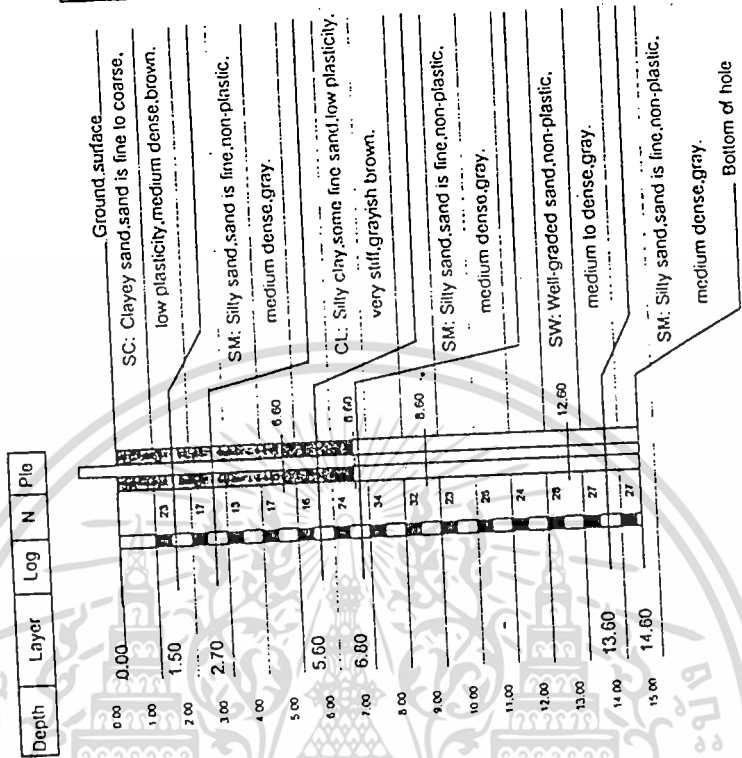
GTD 1 - 02

Phichit Provincial Irrigation Project
Water Resource Reserve: Research Project

r 14: Paddy field of Mrs. Prayun Jankrajang, Phaitapho subdistrict, Phopratbanchang district, Phichit province

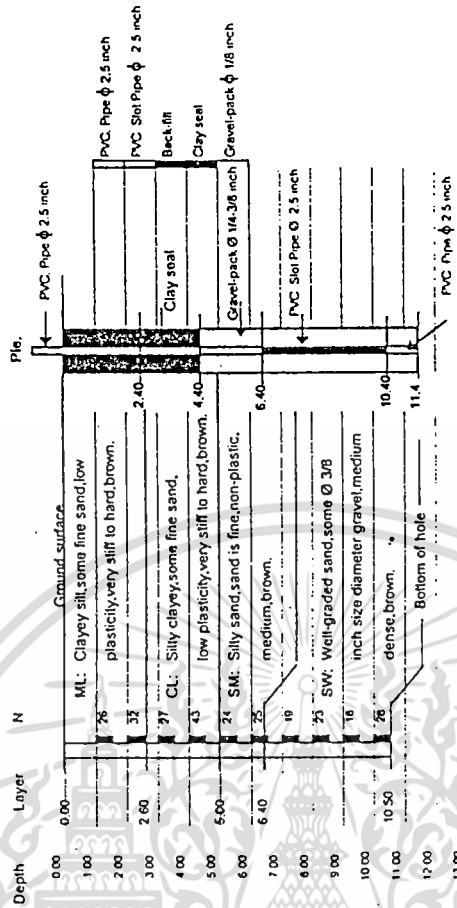


PCT 15: Paddy field of Mrs. Boonmark Asaman, Phaitapho subdistrict, Phopratbanchang district, Phichit province



Pichit Provincial Irrigation Project
Water Resource Reserve: Research Project

PCT - 17 Nong Pla Douk Village, Nong Seng Sub-District, Phatthaphong District, Pichit Province.



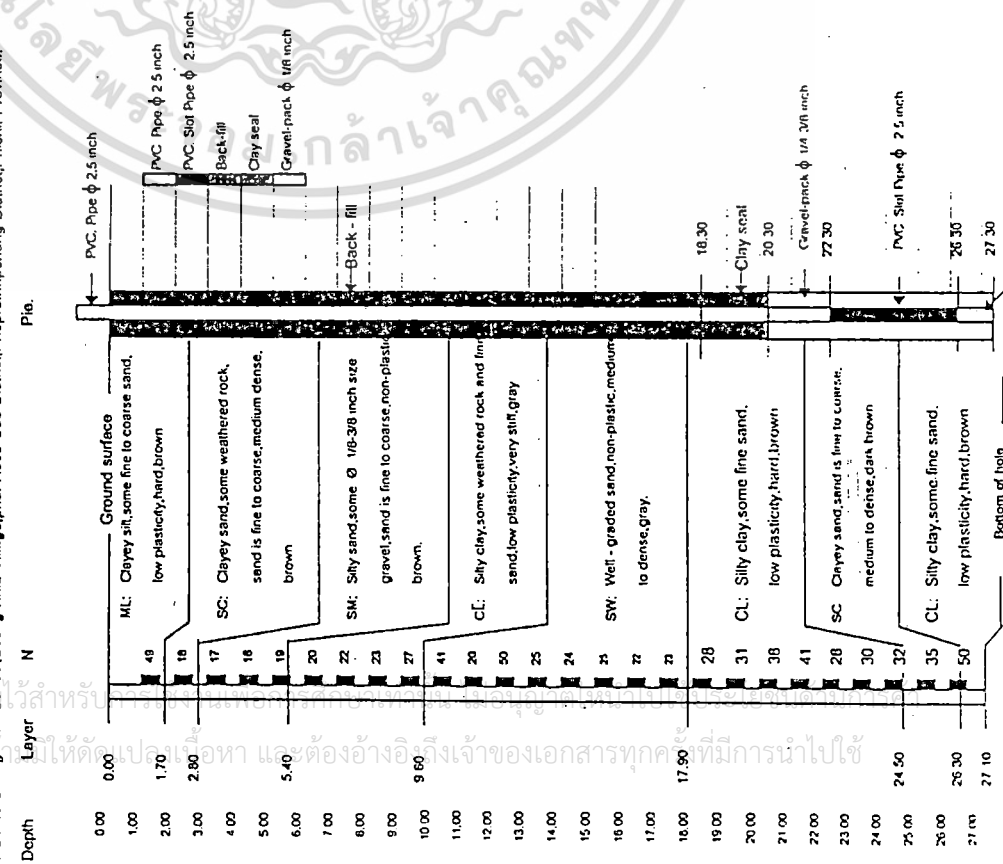
Remark: GTD = Geotechnical Division, Royal Irrigation Department

N = Blow count number

Pie. = Piezometric well

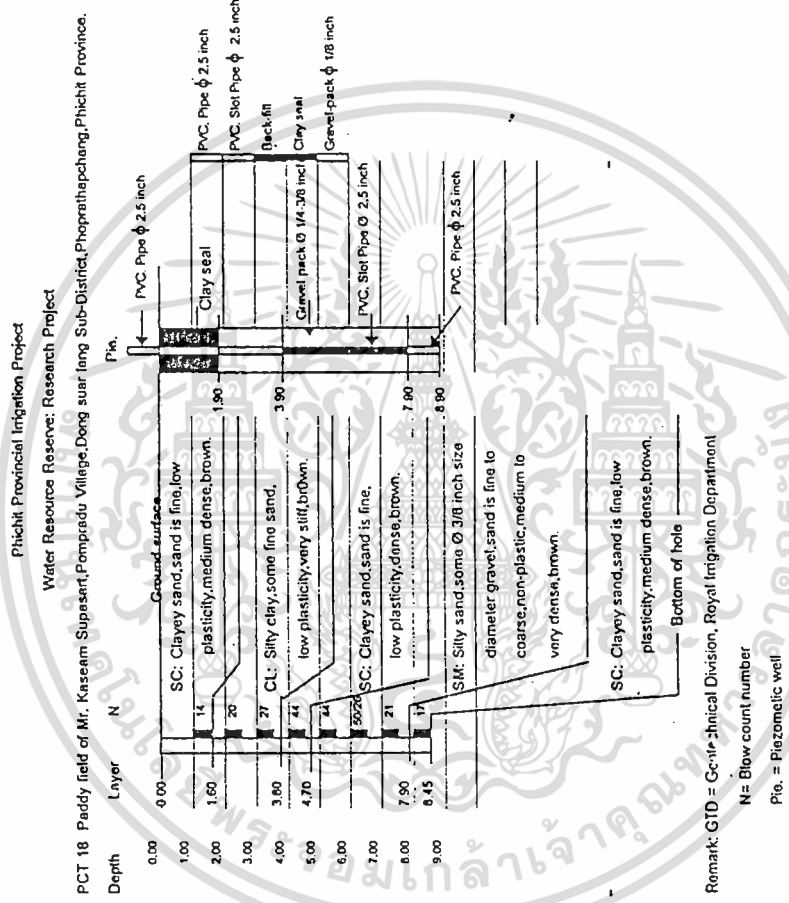
Pichit Provincial Irrigation Project
Water Resource Reserve: Research Project

PCT 16 Boung Khia School, Boung Khia Village, Phal Roob Sub-District, Phopraethinphang District, Pichit Province.



Remark: GTD = Geotechnical

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังไม่ได้ตัดเปลี่ยนเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ผ-2

การทดสอบในสนามและการก่อสร้างระบบการซึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

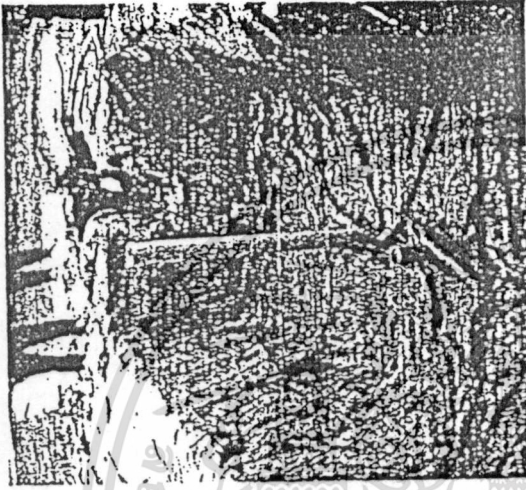


รูปแสดงการทดสอบภาคสนาม

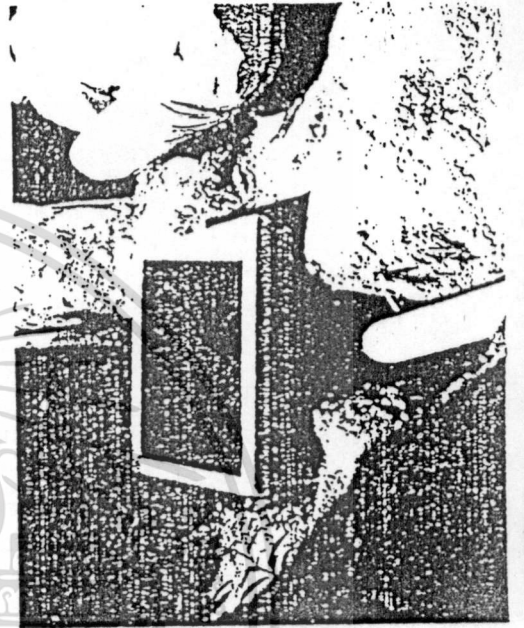


รูปแสดงการเจาะหลุมทดสอบโดยใช้ Hand Auger

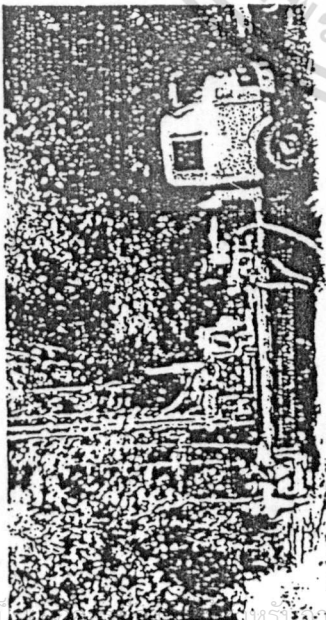
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



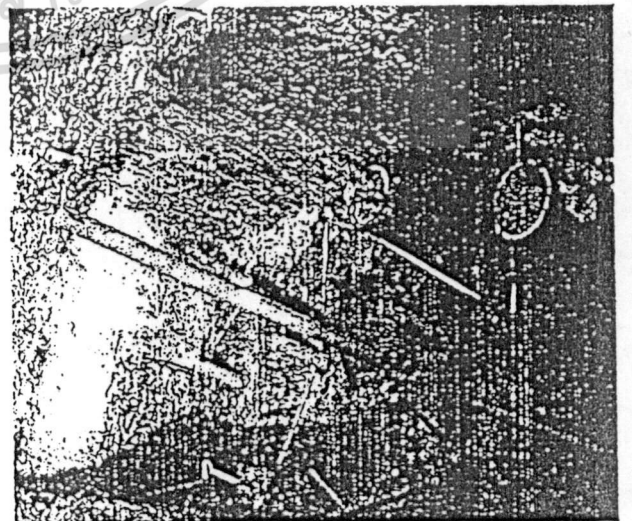
ทำ Percolation Wells ภาชนะ Trench



ระกอกับขันและ Manhole



ทำการขุดเจาะบ่อทดสอบ

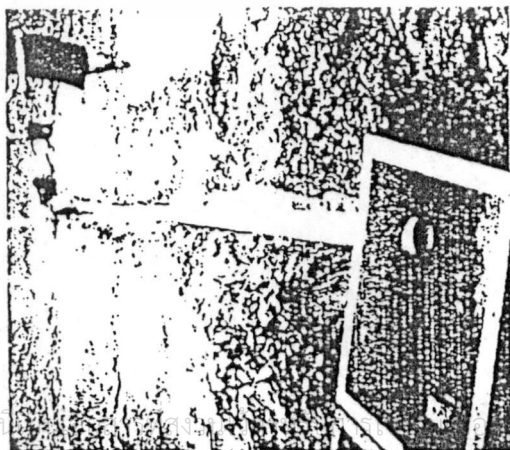
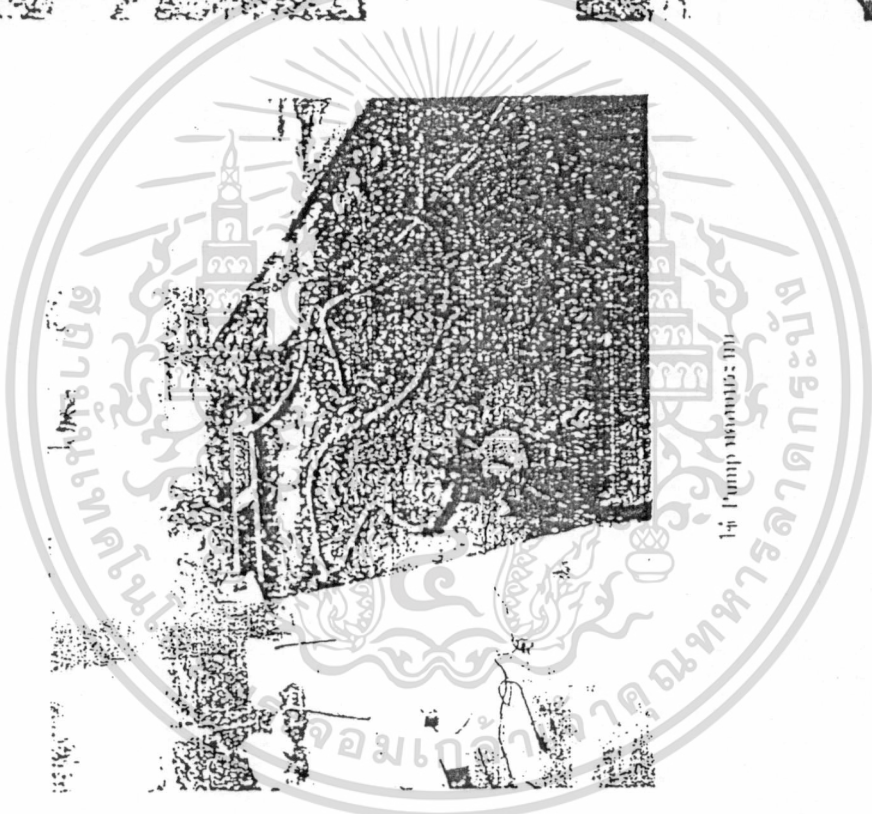
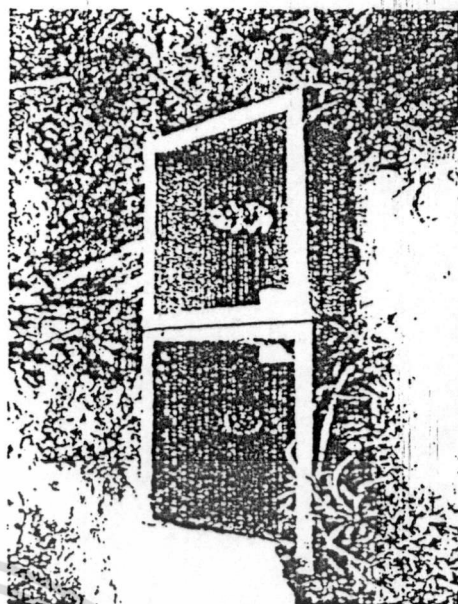


ทำ Percolation Wells ภาชนะ Trench

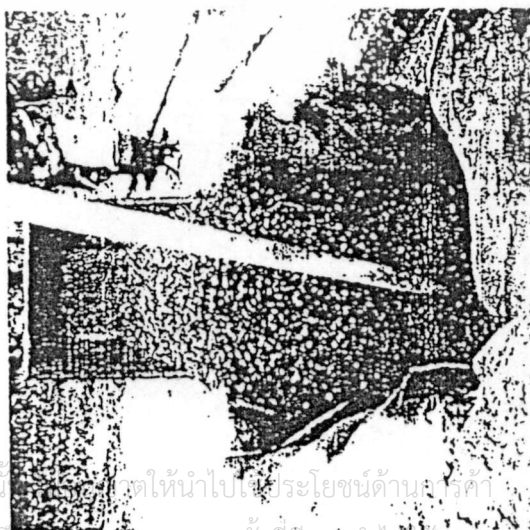
เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ใช้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



14. การชะล้างดินใน Trench เนื่องจากการชะล้างดิน



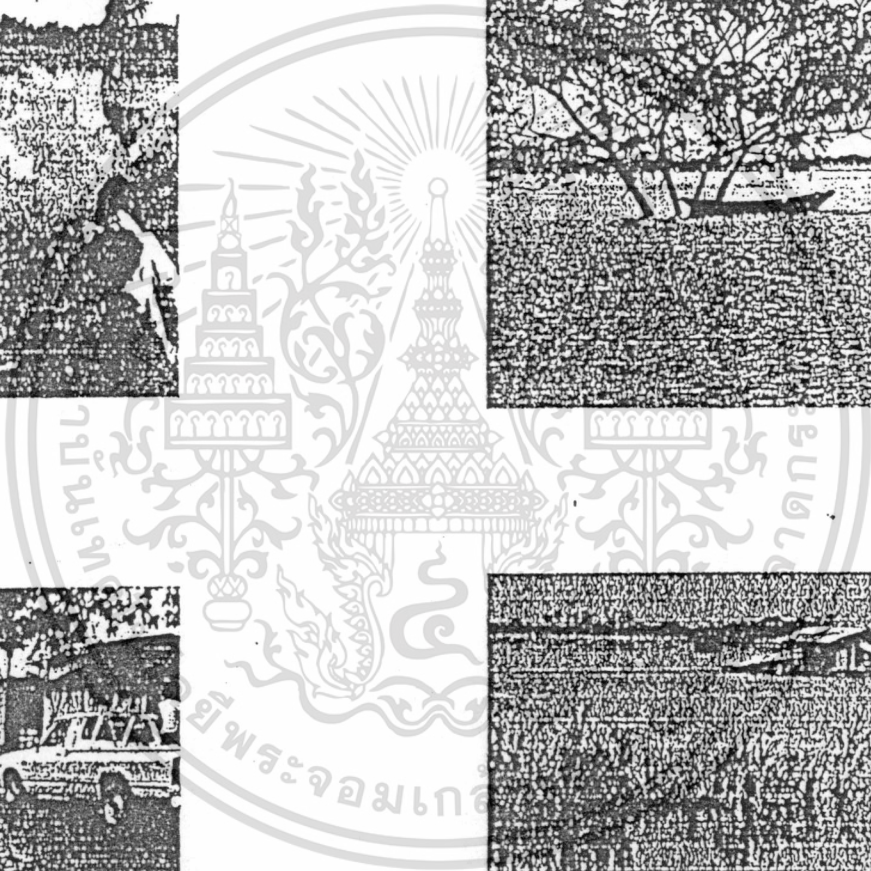
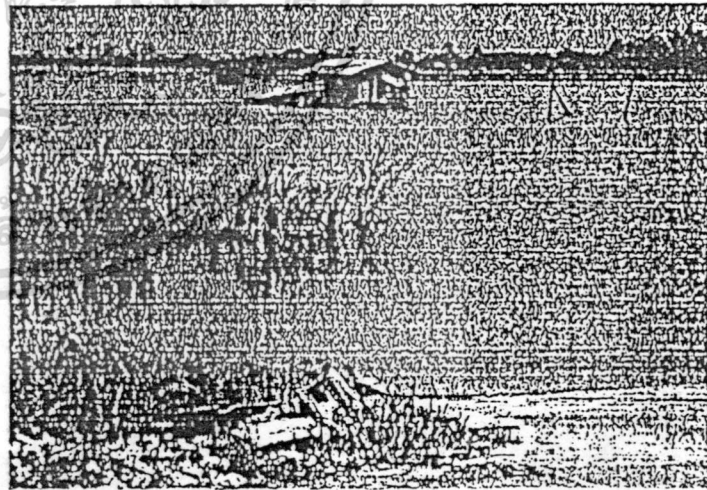
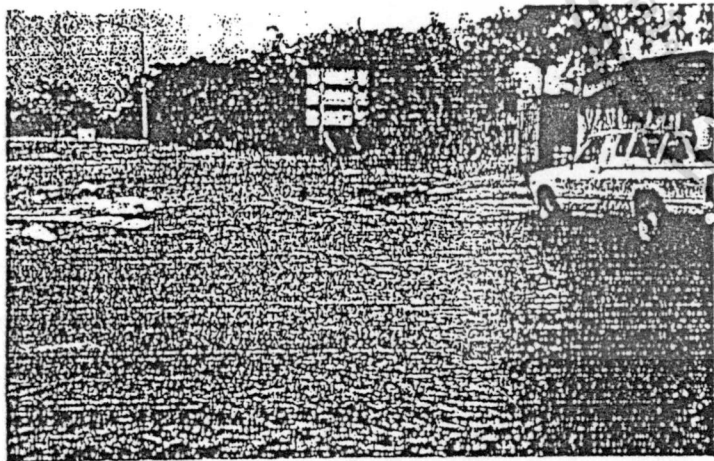
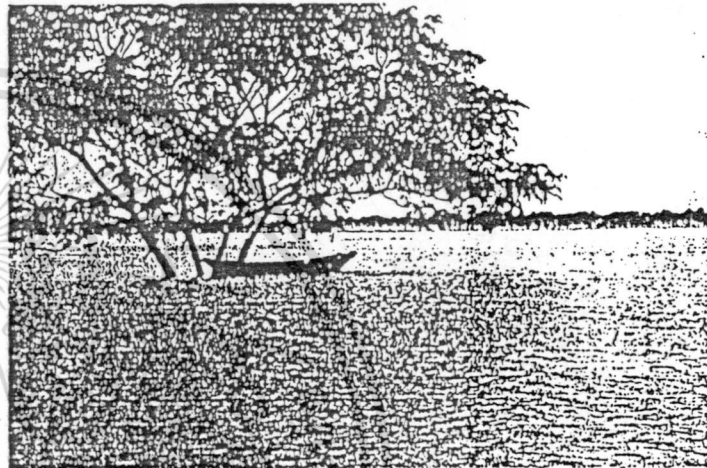
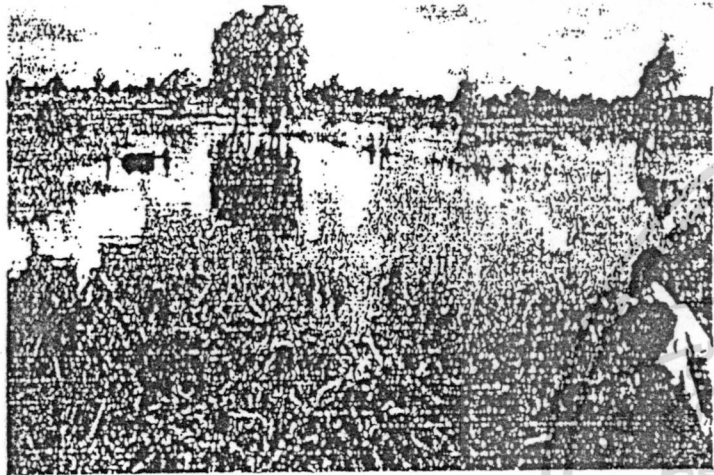
15. การชะล้างดินใน Trench



เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของกรมชลประทาน กรมส่งเสริมการเกษตร หากมีการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณินใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

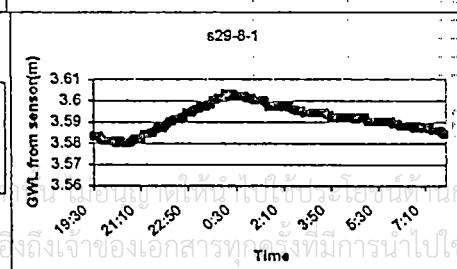
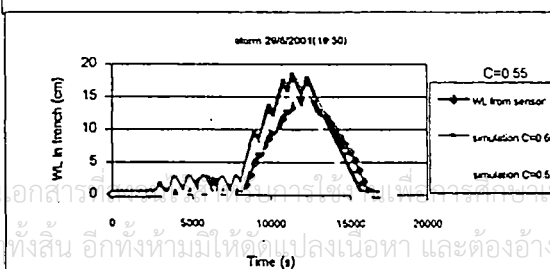
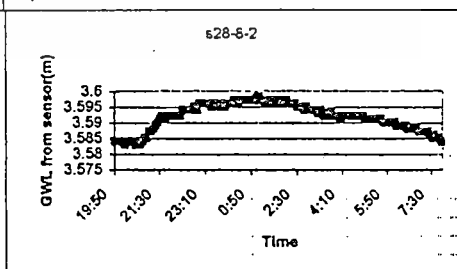
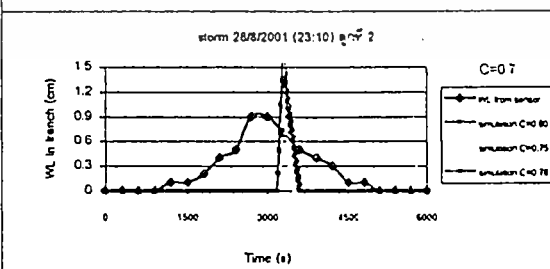
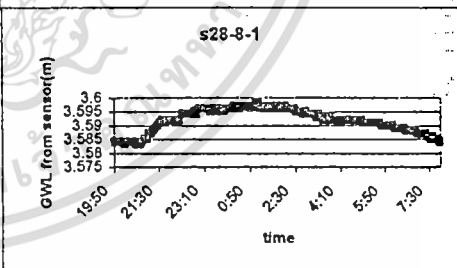
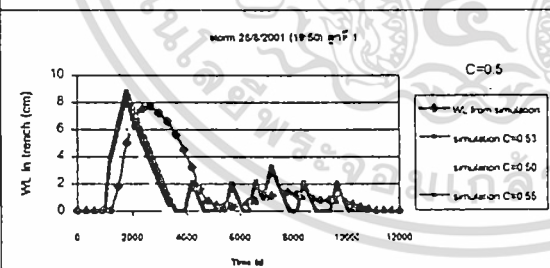
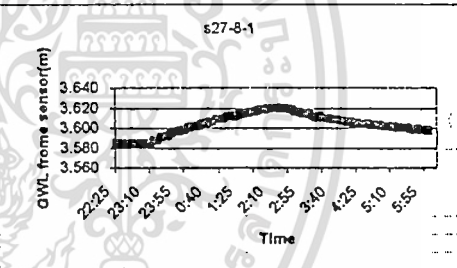
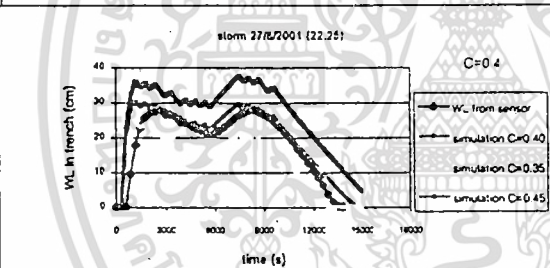
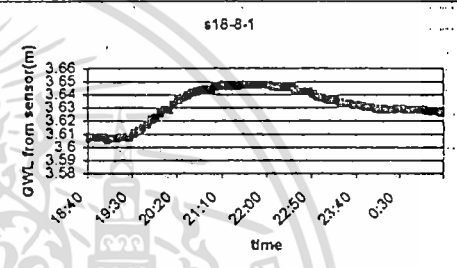
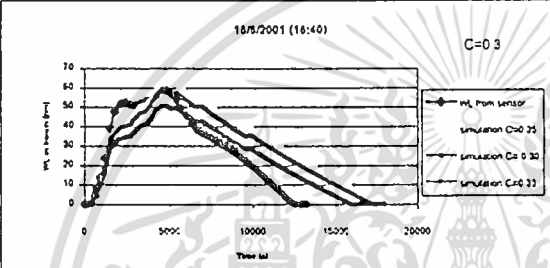
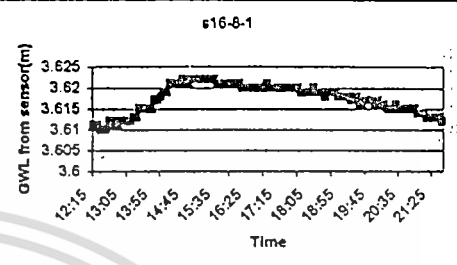
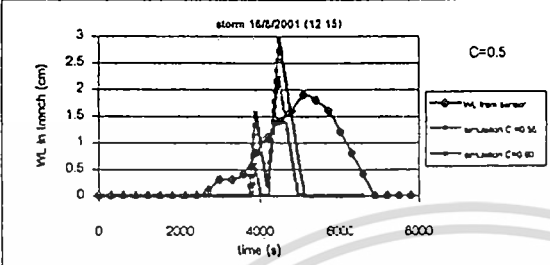
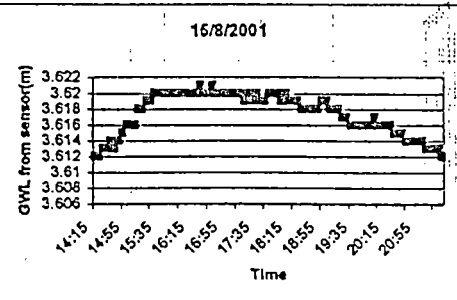
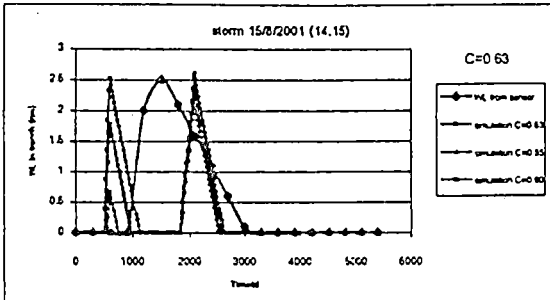


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

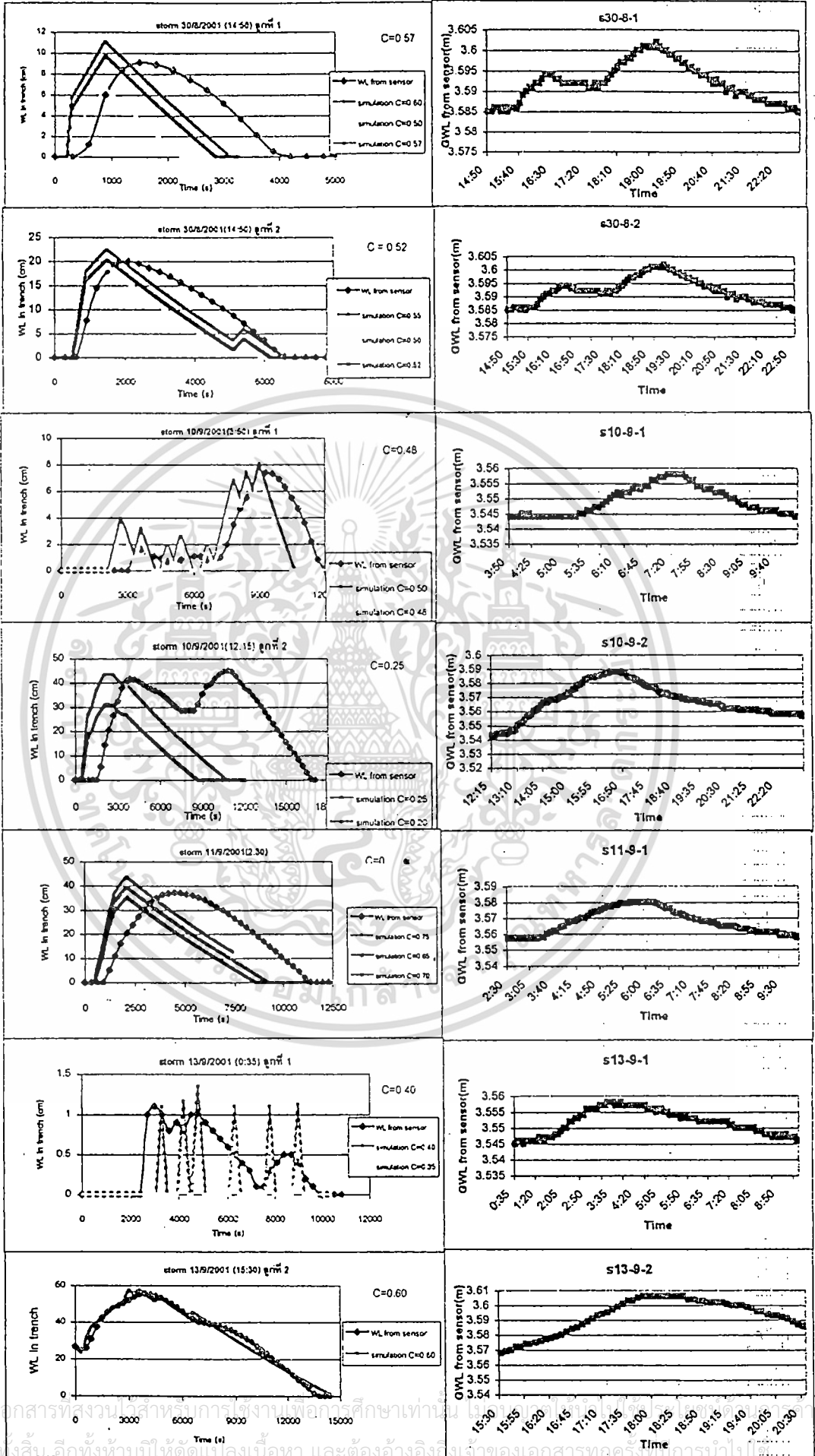


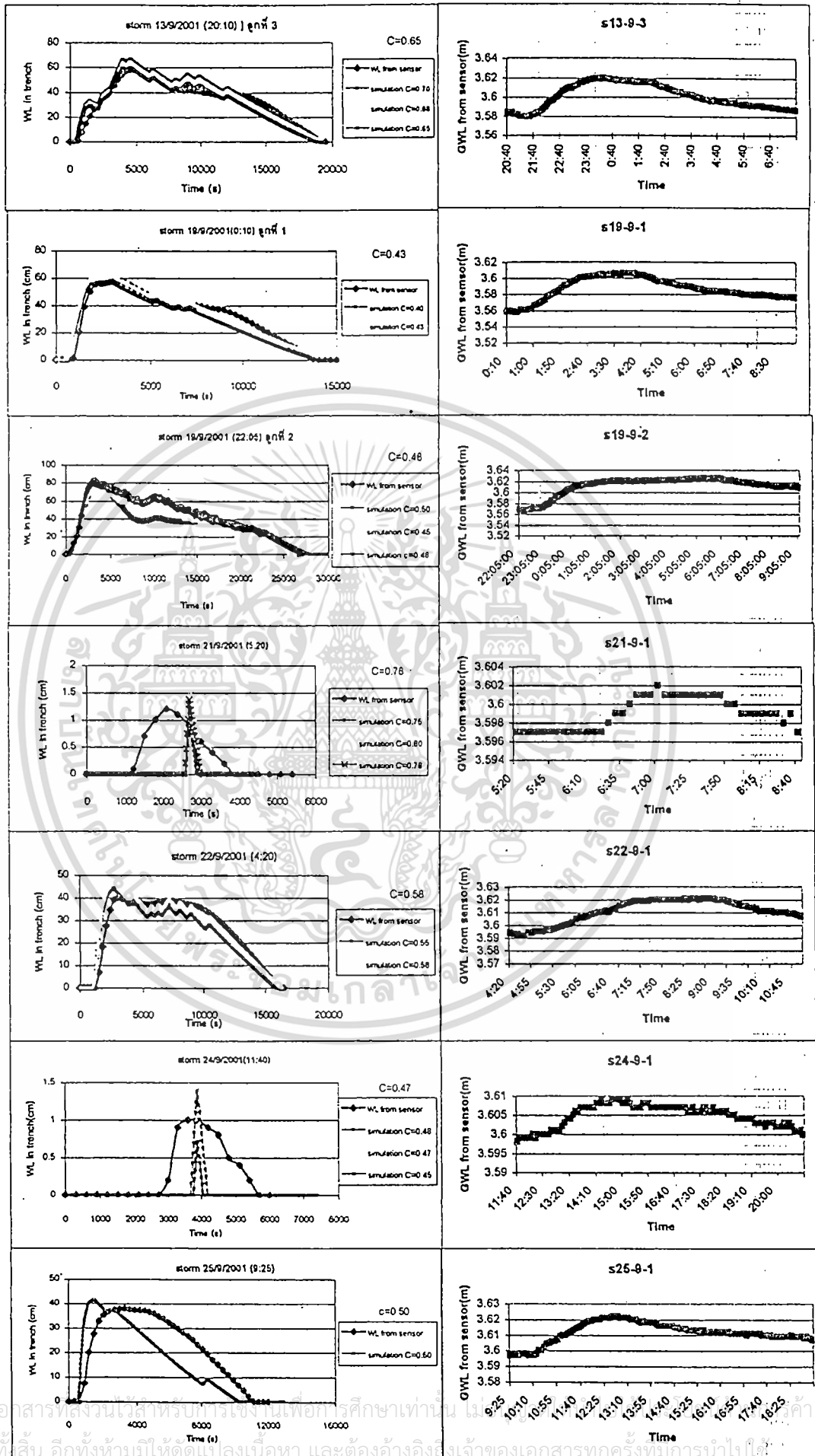


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

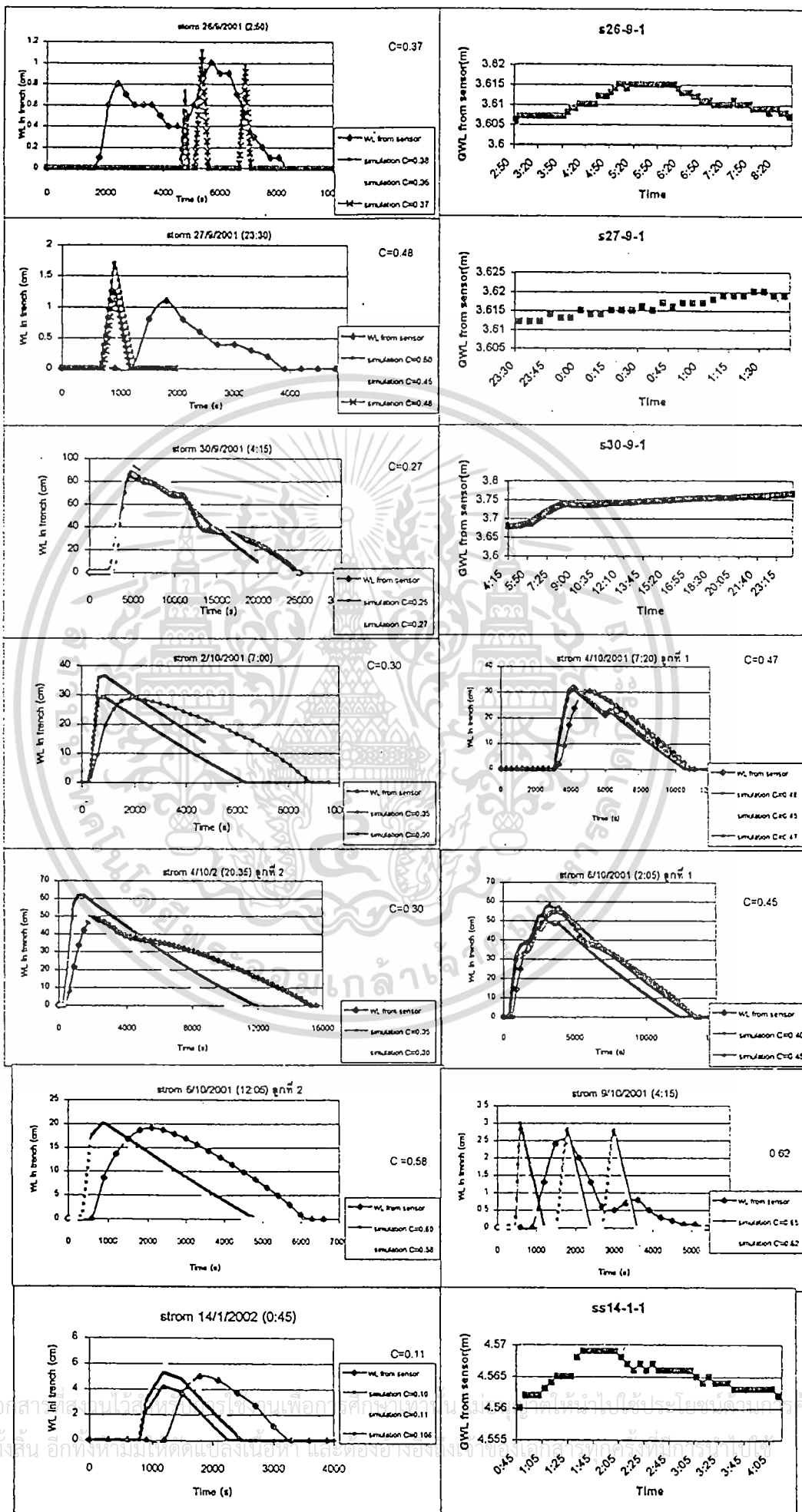


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้ในโอกาสการศึกษาเท่านั้น ไม่
ถือว่ากรณีใดๆที่สืบ ลึกซึ้งหยาบเขี้ยให้ดัดแปลงไปค้นหา และต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารฉบับลิขสิทธิ์ที่สงวนไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำมาเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต