

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

การหาค่าการซึมผ่านในแนวตั้งจากปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่โครงการส่งน้ำ และ บำรุงรักษา  
น้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย

**DETERMINATION OF VERTICAL RECHARGE FROM RAINFALL FOR THE  
GROUNDWATER PROJECT AREA IN SUKHOTHAI**



เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน **58566**  
**25 ส.ค. 2549**  
วัน,เดือน,ปี.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร

b.....  
i.....

**DETERMINATION OF VERTICAL RECHARGE FROM RAINFALL FOR THE  
GROUNDWATER PROJECT AREA IN SUKHOTHAI**




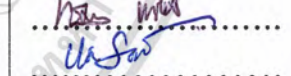



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHONOLOGY LADKRABANG

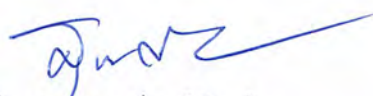
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ	การหาค่าการซึมผ่านในแนวตั้งจากปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่โครงการส่งน้ำ และ บำรุงรักษา น้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย		
นักศึกษา	นายศิริวัชร	สีปชมภู	รหัสประจำตัว 43010781
	นายเกียรติศักดิ์	ภูตระกูล	รหัสประจำตัว 43010583
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. อูมา	สีบุญเรือง	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อ. สมเกียรติ สีสนอง		

	คณะกรรมการสอบหัวข้อโครงการพิเศษ	ลายมือชื่อ
1.	ดร. อูมา สีบุญเรือง	
2.	ผศ. สุวัฒน์ ถิรเศรษฐ์	
3.	ผศดร. จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง	
4.	อ. ทรงกลด แซ่เอ็ง	
5.	อ. อุบะ สิริแก้ว	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

  
( นายสุพจน์ ศรีนิล )

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ 1 เดือน เมษายน พ.ศ. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ

การหาค่าการซึมผ่านในแนวตั้งจากปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่  
โครงการส่งน้ำ และ บำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย  
DETERMINATION OF VERTICAL RECHARGE  
FROM RAINFALL FOR THE GROUNDWATER  
PROJECT AREA IN SUKHOTHAI

นักศึกษา

นายศิริวัชร สืบชมภู

นายเกียรติศักดิ์ ภูตระกูล

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. อุมา สีนุญเรือง

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อ. สมเกียรติ สีสนอง

ระดับการศึกษา

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

ภาควิชา

วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

ปีการศึกษา

2546

## บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดินที่มีผลต่อการเติมน้ำลงชั้นน้ำตื้น  
ในบริเวณโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย อันประกอบไปด้วยการศึกษา  
กราฟเส้นจำเพาะซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันของน้ำและความชื้นของดิน ซึ่งเป็นคุณสมบัติ  
ทางกายภาพที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์อัตราการซึมผ่านของน้ำผ่านดินชั้นไม่อิ่มตัวและการเคลื่อน  
ที่ของสิ่งปนเปื้อนผ่านชั้นดินนั้นๆ ตลอดจนการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถอัตราการดูดซึมน้ำของผิว  
ดิน และนอกจากนี้จากการวิเคราะห์ทำให้สามารถทราบถึงปริมาณของน้ำท่าที่สามารถเกิดขึ้นได้สูงสุด  
โดยขึ้นอยู่กับข้อมูลน้ำฝนและความสามารถในการดูดซึมน้ำของน้ำฝนผ่านชั้นดิน การศึกษาดังกล่าว  
ประกอบไปด้วยการทดลองภาคปฏิบัติทั้งในห้องทดลองและหน้างานจริงและการประยุกต์ใช้แบบ  
จำลองทางคณิตศาสตร์ในการหาค่าของความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : DETERMINATION VERTICAL RECHARGE FROM  
RAINFALL FOR THE GROUNDWATER PROJECT AREA  
IN SUKHOTHAI  
Name : MR.SIRAWAT SUBCHOMPHU  
MR. KIATTISAK PUTRAKUN  
Field : CIVIL ENGINEERING  
Department : CIVIL ENGINEERING  
Faculty : ENGINEERING  
Advisor : DR. UMA SEEBOONRUANG  
Co-Advisor : SOMKIA SEEASNONG

## ABSTRACT

This special project is the study of physical properties which are important to the recharge of water to shallow aquifers in the Sukhothai Groundwater Project in the Sukhothai province. The study includes the determination of the characteristic curve indicating the relationship between capillary pressure and soil water content. This property is somewhat important in analyzing recharge and subsurface contaminant transport through particular unsaturated soil layer. The study also focuses on the determination of infiltration capacity of the soil in the studying area. Furthermore, the evaluation of the maximum runoff is performed based on the obtained rainfall and infiltration capacity. The research components are both laboratory and field experiments and the application of numerical modeling to best approximate all the variables.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ดีด้วยความอนุเคราะห์ของ ดร. อума สิบบุญ เรือง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษนี้ และ อาจารย์ สมเกียรติ สีสนอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงการพิเศษนี้ ซึ่งท่านได้ให้ความรู้เกี่ยวกับ การใช้อุปกรณ์ ตลอดจนแนวทางการทำงาน และในตลอดระยะเวลาที่ได้ทำโครงการพิเศษนี้ ท่านได้ให้คำแนะนำ และ การสั่งสอนสิ่งต่าง ๆ มากมายนอกจากการเรียนในห้องเรียน อีกทั้งยังให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่อข้าพเจ้าอย่างดียิ่ง นับตั้งแต่การเริ่มทำการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนถึงสิ้นสุดการทำงาน ความกรุณาของอาจารย์ทั้ง 2 ท่านในครั้งนี้ ขอกล่าวคำขอบคุณ และ น้อมน้อมอย่างสูง นอกจากนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบคุณ บรรดาคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้วิชาความรู้ต่างๆ ทั้งในความรู้ทางการศึกษาและความรู้ทั่วไปจนทำให้ข้าพเจ้าได้ความรู้ที่อาจารย์ได้สอนมาพัฒนาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการทำโครงการพิเศษนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และ ข้าพเจ้าหวังว่าโครงการพิเศษที่ข้าพเจ้าได้ทำมาจะมีประโยชน์ไม่มากนักน้อยต่อผู้ที่ศึกษาต่อไปในอนาคต

อนึ่งข้าพเจ้าขอขอบคุณ โครงการบำรุง และ รักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา รวมทั้งเจ้าหน้าที่กองอาคารสถานที่ทุกท่าน ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา และอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ทั้งหมดในโครงการพิเศษนี้ อีกทั้งเพื่อนๆ ในภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่ช่วยให้คำแนะนำ คำติชม รวมทั้งเป็นกำลังใจในการทำงานแก่ข้าพเจ้าด้วยดีเสมอมาจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ท้ายสุดนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา และญาติพี่น้องซึ่งสนับสนุนด้านการเงิน และ ให้กำลังใจ ตลอดจนมอบความรักความห่วงใยแก่ผู้ศึกษาเสมอมาจนจบการศึกษา

นาย ศิรวัชร            สืบชมภู  
นาย เกียรติศักดิ์    ภูตระกูล  
ผู้ประพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน(ภาษาไทย)	ก
	ปกใน(ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ญ
	สารบัญรูป	ฎ
1	บทนำ	
	1.1 กล่าวนำ	1
	1.2 ประวัติโครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย	1
	1.3 ประมาณน้ำที่สูบมาใช้ได้	2
	1.4 การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับศักยภาพของน้ำบาดาล	2
	1.4.1 ลักษณะพื้นที่	2
	1.4.2 ระบบน้ำใต้ดิน	3
	1.4.3 แหล่งเติมน้ำให้กับน้ำใต้ดิน	3
	1.5 วัตถุประสงค์ของโครงการ	4
	1.6 ขอบเขตในการศึกษา	4
	1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2	พื้นที่ศึกษา	6
	2.1 สภาพภูมิประเทศ และการจำแนกชนิดดิน	6
	2.2 สภาพการใช้น้ำบาดาล	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.3 ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย	17
3	หลักการและทฤษฎี	18
	3.1 อัตราการดูดซึม	18
	3.1.1 ทฤษฎีที่นำมาใช้	18
	3.2 กราฟเส้นจำเพาะ	20
	3.2.1 ปริมาณน้ำในดินภายในชั้นดินไม่อิ่มตัว	20
	3.2.2 ทฤษฎีที่นำมาใช้	22
4	การดำเนินงานภาคสนาม	24
	4.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล	24
	4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	24
	4.3 ขั้นตอนการหาค่าอัตราการดูดซึมของน้ำในภาคสนาม	25
	4.4 การหาค่าความชื้นในดิน	27
	4.5 การประมาณชั้นดินคร่าว ๆ	30
5	การทดลองในห้องปฏิบัติการ	43
	5.1 การทดลองหาความสัมพันธ์ของกราฟเชิงเส้นจำเพาะ	43
	5.1.1 วัตถุประสงค์	43
	5.1.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดิน	43
	5.1.3 เครื่องมือ	44
	5.1.4 วิธีการทดสอบ	44
	5.1.5 การคำนวณและรายงานผล	48
	5.1.6 บันทึกและข้อควรระวัง	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
6	การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	50
	6.1 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองของอัตราการดูดซึมของน้ำ	50
	6.1.1 วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	50
	6.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	51
	6.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองของกราฟเส้นจำเพาะ	62
	6.2.1 วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	62
	6.2.2 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	63
	6.3 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝน	75
	6.3.1 หลักการการวิเคราะห์ผลการทดลอง	75
	6.3.1.1 ปริมาณน้ำฝน	75
	6.3.1.2 การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์เทียบเท่าของปริมาณน้ำทำ กับปริมาณฝนที่ตกสะสม สูงสุดต่อ 1 ครั้งในแต่ละเดือน	76
7	สรุปและข้อเสนอแนะ	85
	หนังสืออ้างอิง	86
	บรรณานุกรม	87
	ภาคผนวก	
	- ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลองหาอัตราการซึมผ่านตารางแสดง ปริมาณความชื้นกับความลึกและผลการทดสอบหากราฟเส้นจำเพาะ	ผก1
	- ภาคผนวก ข ตารางและกราฟแสดงผลการวิเคราะห์หาค่าตัวแปร ของทฤษฎีที่เกี่ยวกับอัตราการดูดซึมและทฤษฎีที่เกี่ยวกับกราฟเส้นจำเพาะ	ผข1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
2.1	แสดงปริมาณการสูบน้ำในบ่อผลิตโซน 2 ในช่วงปี ค.ศ. 1981-1998	16
2.2	แสดงปริมาณการสูบน้ำในบ่อผลิตโซน 1 ในช่วงปี ค.ศ. 1981-1998	17
4.1	แสดงตัวอย่างการหาค่าปริมาณความชื้นก่อนทำการทดสอบอัตราการดูดซึม	29
4.2	แสดงตัวอย่างการหาค่าปริมาณความชื้นหลังจากทำการทดสอบอัตราการดูดซึม	29
4.3	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 4/1	32
4.4	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 4/2	32
4.5	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 4/3	33
4.6	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 7/1	33
4.7	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 7/2	34
4.8	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 7/3	35
4.9	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 15/1	36
4.10	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 15/2	36
4.11	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 15/3	37
4.12	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 33/1	38
4.13	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 33/2	38
4.14	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 33/3	39
4.15	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 38/1	39
4.16	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 38/2	40
4.17	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 38/3	40
4.18	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 33B/38B/1	41
4.19	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 33B/38B/2	41
4.20	แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 33B/38B/3	42
5.1	แสดงการหาค่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน 4/1 ณ ความดันที่ 0.1 bar	48
5.2	แสดงตัวอย่างตารางสรุปผลการทำ pressure plate ณ ความดันต่างๆ ของ ตัวอย่างดิน 4/1	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
6.1	แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ ทฤษฎีของ Horton และ Philip ของ ดินตัวอย่างที่ 4/1	50
6.2	แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ ทฤษฎีของ Brooks and Corey และ Van Genuchten ของตัวอย่างดินที่ 4/1	62
6.3	แสดงการเรียงลำดับของปริมาณฝนตกต่อ 1 ครั้ง เพื่อหาค่าของปริมาณฝนที่ตกมากที่สุดในเดือนเมษายนปี ค.ศ. 1999 และปริมาณฝนที่ตกต่อ 1 ครั้ง สูงสุดในรอบ 5 ปี เดือนเมษายนปี ค.ศ. 1999 ถึงปี ค.ศ. 2003	75
6.4	แสดงวิธีการหาค่าของเปอร์เซ็นต์เทียบเท่าของปริมาณน้ำเท่ากับปริมาณฝนที่ตกสะสมสูงสุดต่อ 1 ครั้ง ในเดือนกันยายน	77
6.5	แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จัดทำให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์เทียบเท่าของปริมาณฝนที่ตกสะสม	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
2.1	แสดงตัวอย่างพื้นที่ที่ได้ทำการสำรวจตามหน่วยแผนที่ต่างๆและ พิกัดทางภูมิศาสตร์	10
2.2	แสดงการแบ่งหน่วยแผนที่และตำแหน่งที่ได้ดำเนินการสำรวจพร้อม พิกัดทางภูมิศาสตร์	11
2.3	แสดงการแบ่งหน่วยแผนที่และตำแหน่งที่ได้ดำเนินการสำรวจพร้อม พิกัดทางภูมิศาสตร์	12
2.4	แสดงการแบ่งหน่วยแผนที่และตำแหน่งที่ได้ดำเนินการสำรวจพร้อม พิกัดทางภูมิศาสตร์	13
2.5	แสดงการแบ่งหน่วยแผนที่และตำแหน่งที่ได้ดำเนินการสำรวจพร้อม พิกัดทางภูมิศาสตร์	14
2.6	กราฟแสดงปริมาณการสูบน้ำในบ่อผลิตโซน 2 ในช่วงปี ค.ศ. 1981-1998	15
2.7	กราฟแสดงปริมาณการสูบน้ำในบ่อผลิตโซน 1 ในช่วงปี ค.ศ. 1981-1998	16
3.1	แสดงความสัมพันธ์ชั้นดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ และชั้นดินที่ไม่อิ่มตัว	20
4.1	แสดงการตอก double ring	25
4.2	แสดงการวัดขนาดของ double ring ทั้งวงในและวงนอก	26
4.3	แสดงการเติมน้ำและน้ำเสียวัชพืชออก	26
4.4	แสดงการทดสอบแบบระดับน้ำคงที่ และ ระดับน้ำไม่คงที่	27
4.5	แสดงการเจาะโดยใช้ Hand Auger	27
4.6	แสดงตัวอย่างดินตามความลึกในภาชนะก่อนทำการอบแห้งก่อนและหลัง การทดลองอัตราการดูดซึม	28
4.7	แสดงตารางที่ซึ่งหาปริมาณความชื้นและคู่อบดินที่ใช้ในการทดสอบ	28
4.8	แสดงการเรียงลำดับชั้นดินตามแนวตั้งของตัวอย่างหน่วยแผนที่ ที่ได้ทำการสำรวจ	31
5.1	แสดงการแช่ plate ในน้ำกลั่น	45
5.2	แสดงภาชนะใส่ตัวอย่างทดสอบ pressure plate	45
5.3	แสดงอุปกรณ์ pressure plate	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
5.4	แสดงขั้นตอนการเตรียมภาชนะใส่ตัวอย่างดินจำนวน 10 วางลงใน plate	46
5.5	แสดงการตักดินใส่ในภาชนะใส่ตัวอย่างดินและการเติมน้ำใส่ลงใน pressure plate	46
5.6	แสดงการปรับค่าความดันของอุปกรณ์ pressure plate	46
5.7	แสดงคู่มือและการนำตัวอย่างดินใส่คู่มือ	47
5.8	แสดงเครื่องชั่งความละเอียด 0.01 กรัม	47
5.9	แสดงตัวอย่างดินอบแห้งตัวอย่างที่ 33/3	47
6.1	กราฟแสดงอัตราการดูดซึมน้ำของผิวดินที่เกิดจากการหาค่าเฉลี่ยจากทฤษฎีของ Horton และ Philip	53
6.2	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 4/1	54
6.3	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 4/3	54
6.4	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 7/1	55
6.5	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 7/2	55
6.6	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 7/3	56
6.7	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 15/1	56
6.8	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 15/2	57
6.9	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมน้ำจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 15/3	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
6.10	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับ ทฤษฎีตัวอย่างที่ 33/1	58
6.11	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับ ทฤษฎีตัวอย่างที่ 33/2	58
6.12	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับ ทฤษฎีตัวอย่างที่ 33/3	59
6.13	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับ ทฤษฎีตัวอย่างที่ 38/1	59
6.14	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับ ทฤษฎีตัวอย่างที่ 38/2	60
6.15	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับ ทฤษฎีตัวอย่างที่ 38/3	60
6.16	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับ ทฤษฎีตัวอย่างที่ 33B/38B/2	61
6.17	กราฟแสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับ ทฤษฎีตัวอย่างที่ 33B/38B/3	61
6.18	กราฟ แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากการหาค่าเฉลี่ยจากทฤษฎี ของ Brooks and Corey และ Van Genuchten	65
6.19	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 4/1	66
6.20	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 4/2	66
6.21	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 4/3	67
6.22	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 7/1	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
6.23	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 7/2	68
6.24	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 7/3	68
6.25	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 15/1	69
6.26	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 15/2	69
6.27	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 15/3	70
6.28	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 33/1	70
6.29	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 33/2	71
6.30	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 33/3	71
6.31	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 38/1	72
6.32	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 38/2	72
6.33	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 38/3	73
6.34	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 33B/38B/1	73
6.35	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 33B/38B/2	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
6.36	กราฟแสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎี ตัวอย่างที่ 33B/38B/3	74
6.37	กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนมกราคม	77
6.38	กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนกุมภาพันธ์	78
6.39	กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนมีนาคม	78
6.40	กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนเมษายน	79
6.41	กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนพฤษภาคม	79
6.42	กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนมิถุนายน	80
6.43	กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนกรกฎาคม	80
6.44	กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนสิงหาคม	81
6.45	กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนกันยายน	81
6.46	กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนตุลาคม	82
6.47	กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนพฤศจิกายน	82
6.48	กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนธันวาคม	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงประวัติโครงการส่งน้ำ และ บำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย , ประมาณน้ำที่สูบมาใช้ได้ , สักยภาพของน้ำใต้ดิน , วัตถุประสงค์ , ขอบเขตการศึกษา และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

### 1.1 บทนำ

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย มีความสำคัญในด้านเกษตรกรรมและ การกสิกรรม ของจังหวัดสุโขทัย ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 2 อำเภอ ประกอบด้วย อำเภอสวรรคโลก และอำเภอศรีนคร โดยมีพื้นที่ของการเพาะปลูกทั้งสิ้น ประมาณ 70,000ไร่ โดยแหล่งที่มาของน้ำใต้ดินส่วนใหญ่ มาจากปริมาณน้ำฝนที่ตก และเนื่องจากปริมาณการสูบน้ำขึ้นมาใช้มีความต้องการเพิ่มสูงขึ้น ในแต่ละปีการหาค่าปริมาณของน้ำฝนที่ถูกดูดซึมลงไป ในแนวตั้งจึงมีความสำคัญอย่างสูง การศึกษาประกอบไปด้วยการทดสอบเพื่อหาค่าความสามารถในการซึมได้ผ่านชั้นดินปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบนำมาเปรียบเทียบเพื่อสังเกตการณ์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้จริงเมื่อมีการเติมน้ำโดยน้ำฝน การทดสอบเพื่อหาราฟเส้นจำเพาะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและแรงดันของชั้นดิน ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของชั้นดินไม่อิ่มตัวและมีผลต่ออัตราการซึมได้ของชั้นดินนั้น นอกจากนี้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ได้ถูกนำมาใช้ในการคำนวณตัวแปรที่กล่าวมาข้างต้นและเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดสอบหน้างาน ผลการทดลองที่ได้เป็นส่วนหนึ่งที่สามารถทำให้ทราบถึงค่าของปริมาณน้ำที่คาดว่าจะมีได้ในชั้นน้ำบาดาลระดับตื้นตลอดจนสามารถประมาณค่าของการสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้ โดยไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อชั้นน้ำบาดาลและคุณสมบัติทางกายภาพของดินได้ในอนาคต

### 1.2 ประวัติโครงการส่งน้ำ และ บำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย<sup>1</sup>

โครงการน้ำใต้ดินสุโขทัยโดยกรมชลประทาน โดยความช่วยเหลือของประชาคมยุโรป รัฐบาลอังกฤษ และเงินงบประมาณสมทบของรัฐบาล ได้ทำการพัฒนาบ่อสูบน้ำใต้ดิน (Tube well) ระหว่างปี พ.ศ. 2523 –ปี พ.ศ.2530 โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 โซน มีขนาดใกล้เคียงกัน โดยมีจำนวนบ่อสูบน้ำ ทั้งหมด 204 บ่อ มีอัตราการสูบต่อบ่อ เฉลี่ย ประมาณ 180 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง (55 ลิตรต่อเอกซาร์นี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วินาที) โดยแต่ละบ่อจะส่งน้ำให้กับพื้นที่ประมาณ 350ไร่ จึงสามารถส่งน้ำให้กับพื้นที่รวมทั้งสิ้น 70,000 ไร่โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงมาตรฐานความเป็นอยู่ของเกษตรกร โดยใช้ระบบเกษตรชลประทาน แบบยั่งยืน สำหรับข้อมูลด้านเทคนิคของระบบสูบน้ำและระบบการกระจายน้ำมีดังนี้หลุมเจาะมีขนาด กว้าง 20 นิ้ว ความลึกของบ่อสูบน้ำประมาณ 100- 150 เมตร ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ โดยมีท่อกรูและ ท่อกรองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว ตั้งแต่ระดับ 35 เมตร จากผิวดินลงไป สำหรับท่อด้านบนจะมี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 14 นิ้ว ทั้งนี้จะทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำชนิด vertical turbine pump ซึ่งจะอยู่ที่ระดับประมาณ 21-30 เมตร โดยมีต้นกำเนิดเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 50 กำลังม้า

ในการดำเนินงานของโครงการพัฒนาน้ำใต้ดินสุโขทัยจะมีความแตกต่างจากโครงการ ชลประทานแห่งอื่นในประเทศไทย คือ เกษตรกรเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายสำหรับค่ากระแสไฟฟ้าในการสูบ หมด

### 1.3 ประมาณน้ำที่สูบมาใช้ได้<sup>1</sup>

จากพื้นที่ศึกษาของแบบจำลองขนาดประมาณ 1600 ตารางกิโลเมตร บริเวณที่ราบ สุโขทัยพบว่า ถ้ามีการสูบน้ำมาใช้ประมาณปีละ 72 ล้านลูกบาศก์เมตร จะทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลง อย่างต่อ เนื่อง ถ้ามีการสูบน้ำมาใช้ประมาณปีละ 58 ล้านลูกบาศก์เมตร อาจจะทำให้ระดับน้ำลดลงบ้าง จากข้อ มูลล่าสุดพบว่า ปริมาณการสูบน้ำที่จะไม่ทำให้กระทบกระเทือนต่อระดับน้ำใต้ดิน คือ ประมาณ 44 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ทั้งนี้ไม่รวมปริมาณน้ำที่ใช้โดยเกษตรกรทั่วไปอีกประมาณปีละ 9 ล้านลูก บาศก์เมตร

### 1.4 การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับศักยภาพของน้ำบาดาล<sup>1</sup>

ผลการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับศักยภาพของน้ำบาดาลโดย บริษัทโฮเวิร์ด ฮัมฟรีย์พบว่า ภาคเหนือ ตอนล่างในบริเวณจังหวัดสุโขทัย กำแพงเพชร และพิษณุโลก มีปริมาณน้ำใต้ดินที่สามารถ นำไปใช้ได้ค่อนข้างมาก สามารถพัฒนาเพื่อเกษตรกรรมได้จึงได้ทำการพัฒนาน้ำใต้ดินเพื่อเกษตรกรรม ในบริเวณจังหวัดสุโขทัยซึ่งพอสรุปข้อมูลโดยสังเขปได้ดังนี้

#### 1.4.1 ลักษณะพื้นที่

เป็นที่ราบไม่สม่ำเสมอ และมีการระบายน้ำที่ไม่ดี มีฝนเฉลี่ยรายปีประมาณ 1200 มม. ด้านทิศเหนือกับด้านทิศตะวันตกล้อมรอบโดยภูเขา ด้านทิศตะวันออกเป็นที่ราบต่อเนื่องกับแม่น้ำน่าน ส่วน ทิศใต้เป็นที่ราบต่อเนื่องกับจังหวัดพิษณุโลกบริเวณกลางพื้นที่มีแม่น้ำยมไหลผ่านลักษณะ ของ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ การค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินเป็นชั้นดินตะกอนหนาซึ่งมีส่วนประกอบของทราย กรวด ดินเหนียว และตะกอนทราย บริเวณด้านที่ใกล้เชิงเขาชั้นดินจะมีความลึกน้อยมากจนถึงหลายร้อยเมตร แต่บริเวณตอนกลางชั้นดินจะมีความลึกเพิ่มขึ้นเป็นหลายพันเมตร เขตดำเนินงานของ โครงการมีพื้นที่ส่งน้ำทั้งสิ้นประมาณ 81600 ไร่ แบ่งเป็น 2 โซนคือ

- โซนที่ 1 มีบ่อผลิตน้ำบาดาลจำนวน 104 บ่อ ตั้งอยู่บริเวณ อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย
- โซนที่ 2 มีบ่อผลิตน้ำบาดาลจำนวน 100 บ่อ ตั้งอยู่บริเวณ อ.ศรีนคร จ.สุโขทัย

#### 1.4.2 ระบบน้ำใต้ดิน

ประกอบด้วยชั้นดินเหนียวที่หนาประมาณ 5-50 เมตร ชั้นล่างลงไปเป็นชั้นทราย โดยมีชั้นดินเหนียวแทรกอยู่บางช่วง และมีชั้นหินเป็นขอบเขตด้านล่างของน้ำใต้ดินด้านทิศเหนือและทิศตะวันตก ส่วนทิศตะวันออกและทิศใต้ชั้นหินอยู่ที่ความลึกมาก ลักษณะของชั้นน้ำใต้ดินเป็นระบบกึ่งปิด (semiconfined aquifer) โดยมีทิศทางการไหลของน้ำใต้ดินไปทางตะวันออกเฉียงใต้ ระบบน้ำใต้ดินอยู่ระหว่าง 5-15 เมตร จากผิวดิน ค่าความสามารถการส่งผ่าน (transmissivity) อยู่ระหว่าง 120-2500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และ สัมประสิทธิ์การเก็บกัก (storage coefficient) อยู่ระหว่าง 0.002-0.004 สำหรับชั้นดินที่น้ำมีค่าการซึมผ่าน (permeability) 0.001-0.003 เมตรต่อวัน และความสามารถการเก็บกัก (storability) ประมาณ 3 %

#### 1.4.3 แหล่งเติมน้ำให้กับน้ำใต้ดิน

ระบบน้ำใต้ดิน มาจาก 3 แหล่ง คือ การไหลจากพื้นที่ข้างเคียง (lateral inflow) การรั่วซึมจากแม่น้ำ (riverbed infiltration) และการซึมในแนวตั้ง (vertical infiltration) สำหรับการไหลจากพื้นที่ข้างเคียงอาจเกิดในด้านทิศเหนือจากความแตกต่างของระดับน้ำใต้ดิน (hydraulic gradient) ซึ่งคาดว่ามีความน้อยมากคือประมาณ 1 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สำหรับการไหลซึมเข้าจากแม่น้ำผลจากการศึกษาโดยรายงานโครงการรายงานการประเมินผลแผนงานและโครงการการจัดการน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินและผิวดิน รายงานฉบับสุดท้ายปี 2543 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์พบว่า จะได้รับน้ำจากแม่น้ำน่านประมาณ 4.5 ล้าน ลูกบาศก์เมตร/ปี เนื่องจาก แม่น้ำยมไม่พบการเชื่อมโยงไฮดรอลิกกับชั้นน้ำใต้ดินจึงไม่เป็นแหล่งเติมน้ำให้กับแหล่งน้ำใต้ดิน จากผลการศึกษาพบว่า การไหลซึมในแนวตั้งเนื่องจากปริมาณน้ำฝน เป็นแหล่งน้ำต้นทุนที่สำคัญที่สุดสำหรับศักยภาพของการเติมน้ำในแนวตั้ง จากการศึกษาโดยวิธี water budget ซึ่งมีค่าโดยประมาณ 10 - 12 % ของน้ำฝนเฉลี่ยรายปี

ดังนั้น จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาวิจัยเพื่อหาความสามารถในการซึมได้ในแนวตั้งจากปริมาณน้ำฝนที่ตกชั้นผิวดินด้วยวิธีการตรวจวัดค่าโดยตรง และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของชั้นดินไม่อึมตัวซึ่งนอกจากมีผลต่อประสิทธิภาพในการซึมได้ในแนวดิ่งจากปริมาณน้ำฝนที่ตกชั้นผิวดินแล้วยังเป็นปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์อันตรายที่เกิดจากสารเคมีและยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในดินในพื้นที่โครงการน้ำใต้ดินสุโขทัย ที่แท้จริงของในพื้นที่ เพื่อนำไปใช้ในการทำนายปริมาณน้ำใต้ดินที่จะสามารถเกิดขึ้นจากความสามารถในการซึมได้ในแนวดิ่งจากปริมาณน้ำฝน (Vertical infiltration) ได้ในอนาคต

## 1.5 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) ศึกษาหาความสามารถในการซึมได้ในแนวดิ่งจากปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย ค่าที่ได้สามารถนำไปใช้ในการทำนายหาปริมาณน้ำใต้ดินชั้นตื้นที่เกิดจากน้ำฝนที่ตกในพื้นที่โครงการได้ในอนาคต
- 2) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดินไม่อึมตัวที่มีผลต่อประสิทธิภาพการซึมได้ในแนวดิ่งของน้ำฝนที่ตกในพื้นที่โครงการฯ และยังมีผลต่อการวิเคราะห์ภัยอันตรายที่เกิดจากการสะสมของปริมาณสารเคมีหรือยาฆ่าแมลง

## 1.6 ขอบเขตในการศึกษา

- 1) เก็บข้อมูลต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษา เช่น ประเภทของดิน, ลักษณะการใช้ดิน, การแบ่งประเภทของดิน, ข้อมูลทางอุคณิยวิทยา, ข้อมูลจำนวนบ่อสูบน้ำ
- 2) ทดสอบค่า Infiltration Rate ( $i$ ) และ ค่า water content ( $\theta_w$ ) ของพื้นที่ที่ศึกษาจากภาคสนาม
- 3) ทดสอบ ค่าของความดันกับค่าของ water content ( $\theta_w$ ) เพื่อใช้หา Characteristic Curve ของพื้นที่ที่ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ
- 4) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากพื้นที่ที่ศึกษากับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี
- 5) สรุปผลและดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ทำให้ทราบถึงความสามารถในการซึมได้ในแนวดิ่งจากน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ โครงการส่งน้ำ และ บำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย
- 2) ทำให้ทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพของดินไม่อึดตัวที่มีผลต่อประสิทธิภาพการซึมได้ในแนวดิ่งจากปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่โครงการส่งน้ำ และ บำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย
- 3) เป็นแนวทางในการทราบปริมาณน้ำที่ควรสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้โดยไม่เกิดผลกระทบต่อ คุณสมบัติทางกายภาพของชั้นผิวดิน
- 4) นำไปใช้ในการประเมินค่าความเสี่ยงที่เกิดจากการตกค้างของสารพิษและปุ๋ยเคมี
- 5) เป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากน้ำใต้ดินได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### พื้นที่ศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงพื้นที่ศึกษาและข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย สภาพภูมิประเทศและ การจำแนกชนิดดิน , ปริมาณการใช้น้ำ และปริมาณน้ำฝน

#### 2.1 สภาพภูมิประเทศ และ การจำแนกชนิดดิน<sup>2</sup>

การศึกษาในการทำโครงการพิเศษนี้ได้ทำการแบ่งพื้นที่ที่ทำการศึกษาตาม รายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจของจังหวัดสุโขทัย โดยกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

การดำเนินงานจัดทำแผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับการปลูกพืชเศรษฐกิจ ขนาดมาตราส่วน 1: 50,000 ได้อาศัยข้อมูลที่ได้มาจากรายงานการสำรวจดินและแผนที่ระดับก่อนข้างหยาบของจังหวัดสุโขทัย เป็นหลักในการดำเนินงาน ขั้นตอนในการดำเนินงานโดยสังเขปมีดังนี้

- 1) ศึกษาดินจากรายงานการสำรวจดินและแผนที่ดินแบบก่อนข้างหยาบของจังหวัดสุโขทัย
- 2) รวมดินชนิดที่มีศักยภาพและการจำแนกพวกเดียวกันหรือคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกันแล้วจัดเข้าเป็นกลุ่มๆ จากนั้นถ่ายทอดขอบเขตลงในแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารบก ขนาดมาตราส่วน 1:50,000 พร้อมกับได้แบ่งขอบเขตของกลุ่มดินดังกล่าวออกเป็นขอบเขตย่อยโดยใช้ลักษณะภูมิประเทศ

ในแผนที่จะแสดงขอบเขตดินกลุ่มต่างๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มมีหมายเลขกำกับ หมายเลขนี้เรียกว่า “หน่วยแผนที่ดิน” ซึ่งแต่ละหน่วยจะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามหมายเลข ดินที่ปรากฏในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย พอแบ่งออกได้เป็นหน่วยหรือกลุ่มใหญ่ ได้ 29 หน่วยใหญ่ แต่ละหน่วยได้แสดงอาณาเขตไว้แล้วในแผนที่ขนาดมาตราส่วน 1:50,000 หมายเลขประจำหน่วยแผนที่ดินอาจไม่เรียงลำดับครบทุกหมายเลข บางหมายเลขอาจมีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับ ได้แก่ B , C , D หรือ E ซึ่งหมายถึงชั้นความลาดชันของพื้นที่ที่พบหน่วยแผนที่ดินนั้นอยู่ เช่น 47B , 47C , 47D หรือ 47E หมายถึง หน่วยแผนที่ดินหมายเลข 47 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน B (2-5%) , C (5-12%) , D (12-20%) และ E (20-35%) ตามลำดับ และขอบเขตของดินบางขอบเขตอาจมี 2 หมายเลขกำกับ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น 31C/36C ซึ่งมีความหมายว่าบริเวณดังกล่าวประกอบด้วยหน่วยแผนที่ดินที่ 31C และหมายเลข 36C ปะปนกันอยู่ โดยขอบเขตการศึกษาโครงการพิเศษนี้ได้ดำเนินการภายในขอบเขตโครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย ซึ่งประกอบด้วย 2 อำเภอคือ อำเภอสวรรคโลก และศรีนคร ซึ่งมีลักษณะของหน่วยแผนที่ดินแต่ละหน่วยดังนี้

#### 1) หน่วยแผนที่ที่ 4

หน่วยแผนที่นี้เป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว ดินบนมีสีเทาเข้ม ดินล่างมีสีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลหรือสีเทาปนสีเขียวมะกอก มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง สีเหลืองหรือสีน้ำตาลแก้อาจพบก้อนปูนหรือก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็ก และ แมงกา นีสในชั้นดินล่าง กลุ่มดินนี้เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว พบบริเวณพื้นที่ราบเรียบ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดเล็กน้อย ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ประมาณ 6.0-6.5 แต่ถ้าดินมีก้อนปูนปะปนจะมีปฏิกริยาค่อนข้างเป็นด่าง หรือมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 7.0-8.0

ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวส่วนใหญ่ใช้ทำนาข้าว บางแห่งยกทรงเพื่อปลูกพืชผักหรือไม้ผล ซึ่งมักให้ผลผลิตค่อนข้างสูง

ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ชุดดินชยันต ชุดดินราชบุรี ชุดดินสระบุรี

#### 2) หน่วยแผนที่ที่ 7

หน่วยแผนที่นี้เป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินเหนียว มีสีเทาหรือสีน้ำตาลปนเทา พบจุดประสีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีแดงปะปนตลอดชั้นดิน กลุ่มดินนี้เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ เป็นดินลึก มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว พบบริเวณพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลางปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0-7.0

ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวส่วนใหญ่ใช้ทำนา ถ้าหากมีการชลประทานและการจัดการที่ดีสามารถทำนาได้ 2 ครั้งให้ผลผลิตค่อนข้างสูง

ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ชุดดินนครปฐม ชุดดินอุตรดิตถ์ ชุดดินเดิมบาง ชุดดินสุโขทัย และชุดดินท่าตะโก

3) หน่วยแผนที่ที่ 15 นี้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยแผนที่นี้เป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินร่วนเหนียวหรือดินร่วนปนทรายแข็ง ดินบนมีสีน้ำตาลปนเทา ดินล่างมีสีน้ำตาลหรือสีเทาปนชมพูพบจุดประสีเหลืองหรือสีน้ำตาลปนเหลือง ตลอดชั้นดิน ในชั้นดินล่างมักพบก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็กและแมงกานีส กลุ่มดินนี้เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบบริเวณพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบ เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็ว ดินมีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างอ่อน มีความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.5-7.5 ปัญหาสำคัญของหน่วยแผนที่นี้ โดยทั่วไปไม่มีแม้บางแห่งดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำแต่พอปรับปรุงได้ไม่ยาก

ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ทำนา ในฤดูแล้งบริเวณใกล้แหล่งน้ำใช้ปลูกยาสูบ พืชผักต่างๆ หรือพืชไร่บางชนิด ถ้ามีระบบชลประทานใช้ทำนาได้ 2 ครั้งในรอบปี

ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินแม่สาย และชุดดินหล่มสัก

#### 4) หน่วยแผนที่ที่ 33

หน่วยแผนที่นี้เป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินร่วนปนทรายแข็ง ดินบนเป็นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลปนแดง บางแห่งในดินล่างลึกๆ มีจุดประสีเทาและสีน้ำตาล อาจมีแร่ไมก้าหรือก้อนปูนปะปนอยู่ด้วย เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบบนสันดินริมน้ำเก่าและเนินตะกอนรูปพัด มีพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาด เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ดินชั้นบนมักมีปฏิกริยาเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดปานกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-6.5 ส่วนดินล่างมักมีความเป็นกรดน้อยกว่า ถ้ามีก้อนปูนปะปน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะวัดได้ประมาณ 7.0-8.0

ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้ปลูกพืชไร่ต่างๆ เช่น ข้าวโพด อ้อย ฝ้าย ยาสูบ ถั่วต่างๆ บางแห่งใช้ปลูกไม้ผล หรือเป็นที่อยู่อาศัย ดินกลุ่มนี้ไม่มีปัญหาด้านการใช้งาน

ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินกำแพงแสน

## 5) หน่วยแผนที่ที่ 38

หน่วยแผนที่นี้เป็นกลุ่มดินที่มีเนื้อดินเป็นพวกดินร่วน หรือดินร่วนปนทรายละเอียด มีลักษณะการทับถมเป็นชั้นๆ ของตะกอนลำน้ำ ในแต่ละช่วงเวลา สีดินเป็นสีน้ำตาลอ่อน อาจพบจุดประสีเทา และสีน้ำตาลในชั้นดินล่าง เกิดจากวัสดุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบบริเวณสันดินริมน้ำ ที่มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยเป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำที่ดี มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.0- 7.0

ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวใช้เป็นที่อยู่อาศัย ปลูกพืชผัก และสวนผลไม้ บางแห่งปลูกยาสูบ ในช่วงฤดูฝนน้ำในลำน้ำอาจเอ่อล้นฝั่งก่อให้เกิดความเสียหายแก่พืชผลได้

ตัวอย่างชุดดินที่อยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดดินท่าม่วง และชุดดินไทรงาม

โดยจากขอบเขตของโครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย ซึ่งประกอบด้วย 2 อำเภอคือ อำเภอสวรรคโลก และศรีนคร มีพื้นที่ที่มีความกว้างมากดังนั้นจึงทำการจำแนกพื้นที่ในการดำเนินการสำรวจออกเป็น 18 จุด ครอบคลุมหน่วยแผนที่ทั้งหมด 5 หน่วยแผนที่และอีก 1 หน่วยแผนที่ ซึ่งประกอบด้วยลักษณะของหน่วยแผนที่ 2 ชนิดปนกัน รวมเป็น 6 หน่วยแผนที่โดยแต่ละหน่วยแผนที่จะประกอบด้วย 3 จุดแยกตามพิกัดทางภูมิศาสตร์โดยใช้การอ่านจากเครื่อง GPS เช่น 926092 คือ ละติจูดที่ 92.6 ลองจิจูดที่ 9.2 โดยมีรายละเอียดของพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแต่ละหน่วยแผนที่ได้ทำการสำรวจดังต่อไปนี้

### 1) หน่วยแผนที่ที่ 4

- 4/1 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 926092 ระดับความสูงเท่ากับ 55 เมตร
- 4/2 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 868153 ระดับความสูงเท่ากับ 61 เมตร
- 4/3 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 934053 ระดับความสูงเท่ากับ 74 เมตร

### 2) หน่วยแผนที่ที่ 7

- 7/1 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 796161 ระดับความสูงเท่ากับ 62 เมตร
- 7/2 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 841176 ระดับความสูงเท่ากับ 60 เมตร
- 7/3 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 021147 ระดับความสูงเท่ากับ 72 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) หน่วยแผนที่ที่ 15

- 15/1 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 827157 ระดับความสูงเท่ากับ 70 เมตร
- 15/2 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 779199 ระดับความสูงเท่ากับ 86 เมตร
- 15/3 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 990164 ระดับความสูงเท่ากับ 61 เมตร

4) หน่วยแผนที่ที่ 33

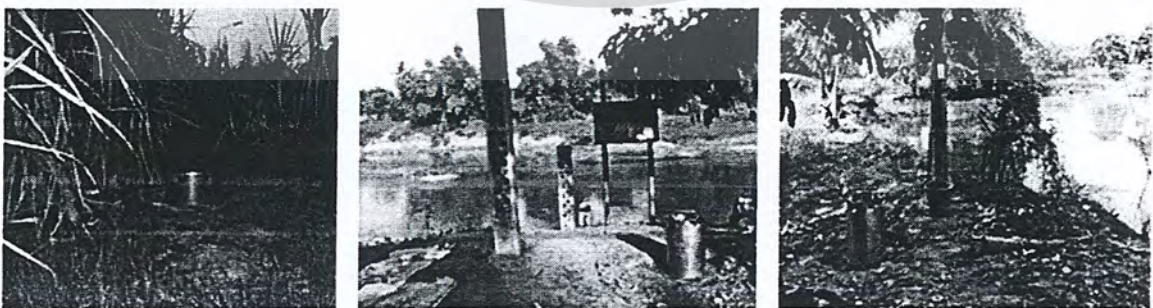
- 33/1 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 957096 ระดับความสูงเท่ากับ 58 เมตร
- 33/2 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 870173 ระดับความสูงเท่ากับ 70 เมตร
- 33/3 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 979151 ระดับความสูงเท่ากับ 77 เมตร

5) หน่วยแผนที่ที่ 38

- 38/1 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 939115 ระดับความสูงเท่ากับ 59 เมตร
- 38/2 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 911166 ระดับความสูงเท่ากับ 57 เมตร
- 38/3 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 940096 ระดับความสูงเท่ากับ 68 เมตร

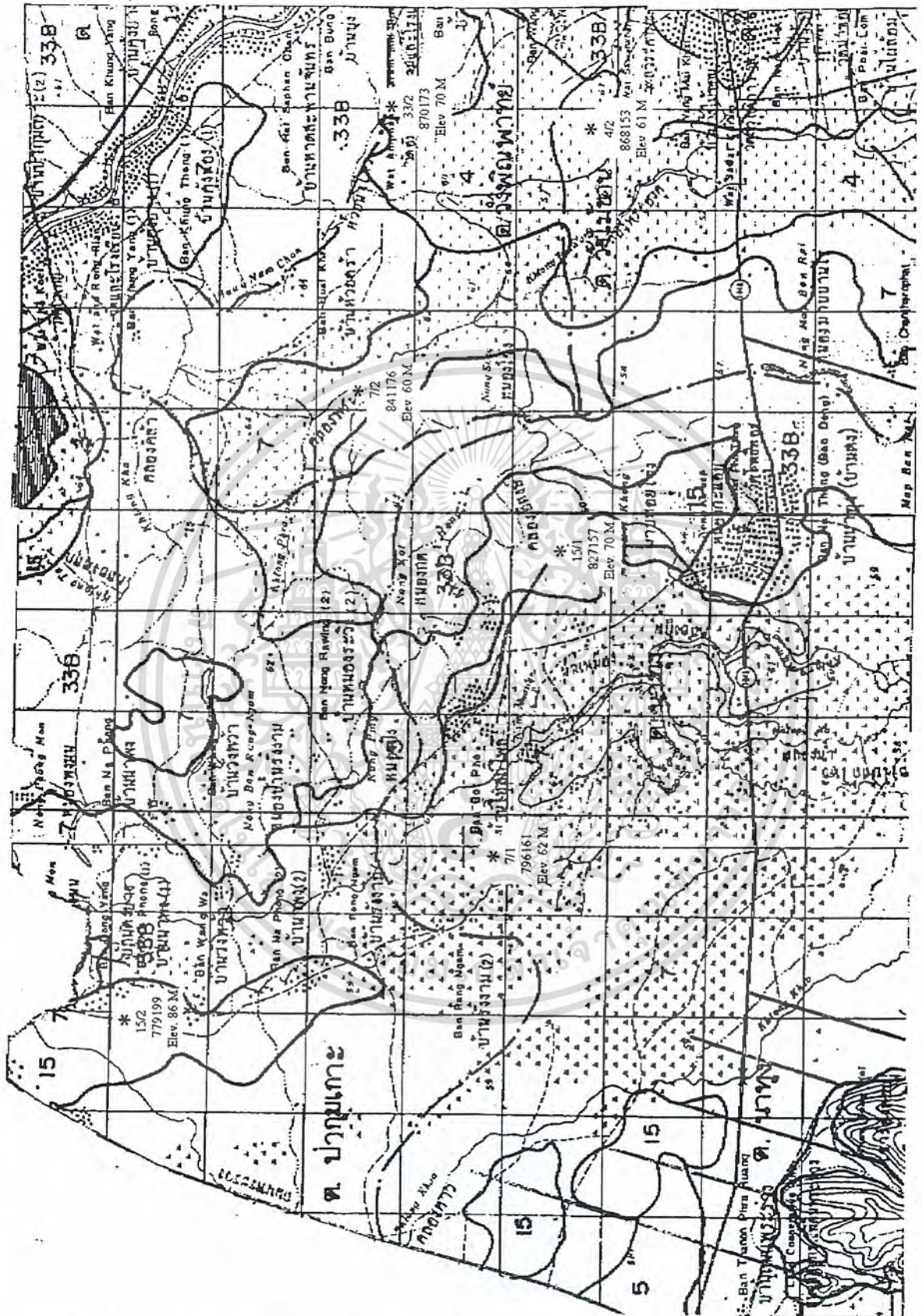
6) หน่วยแผนที่ที่ 33B/38B

- 33B/38B/1 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 896160 ระดับความสูงเท่ากับ 72 เมตร
- 33B/38B/2 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 884126 ระดับความสูงเท่ากับ 60 เมตร
- 33B/38B/3 มีพิกัดทางภูมิศาสตร์คือ 886098 ระดับความสูงเท่ากับ 57 เมตร



รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างพื้นที่ที่ได้ทำการสำรวจตามหน่วยแผนที่ต่างๆและพิกัดทางภูมิศาสตร์

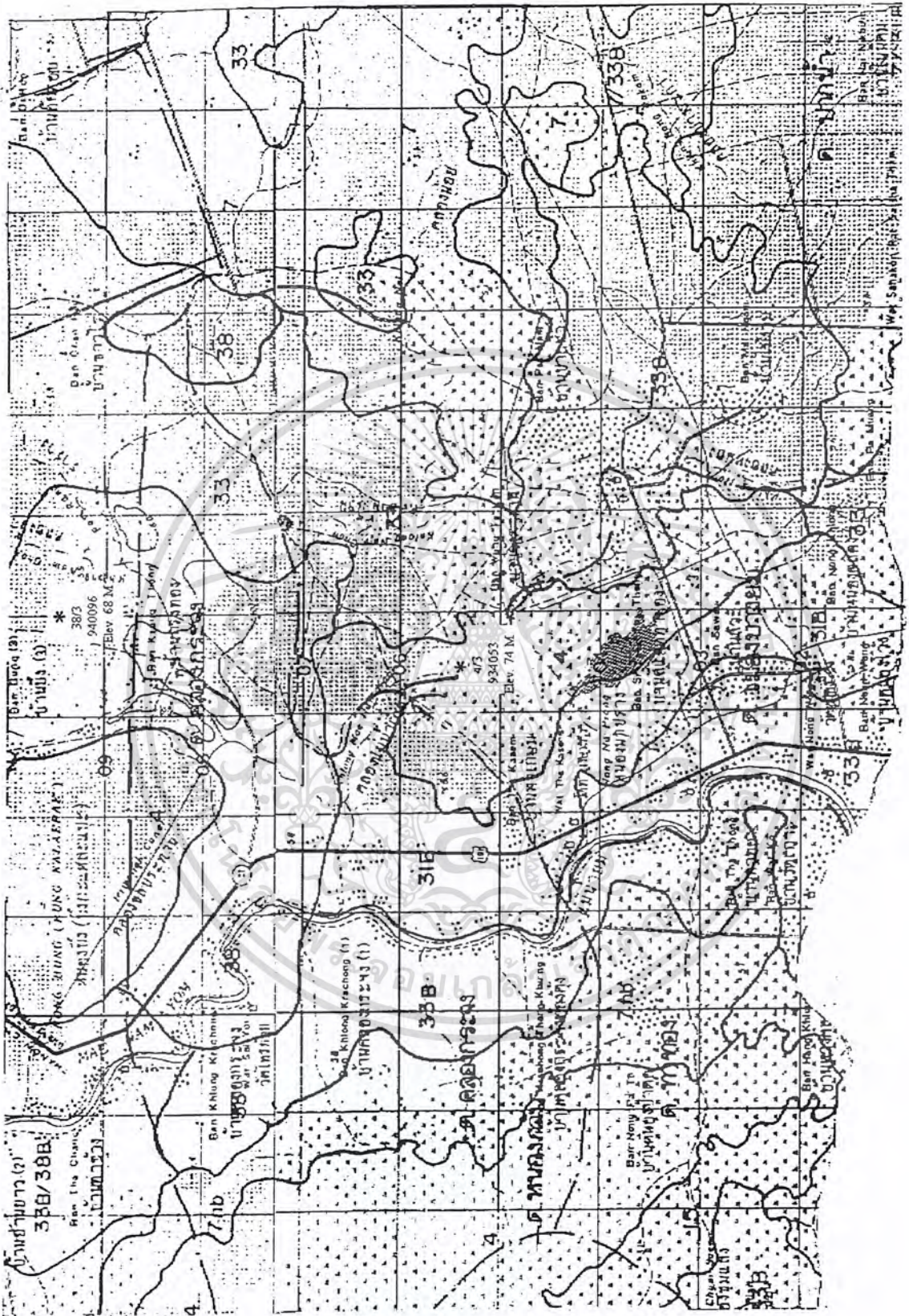
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงการแบ่งหน่วยแผนที่และตำแหน่งที่ได้ดำเนินการสำรวจพร้อมพิกัดทางภูมิศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





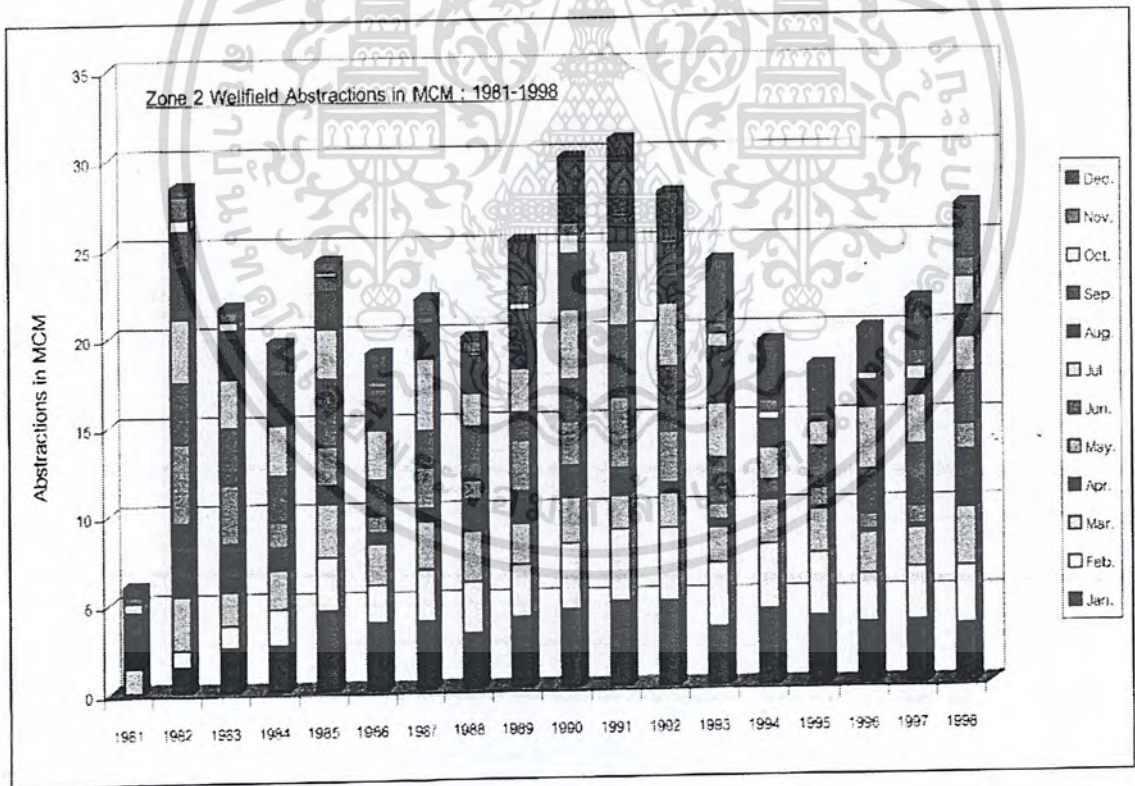
รูปที่ 2.4 แสดงการแบ่งหน่วยแผนที่และตำแหน่งที่ได้ดำเนินการสำรวจพร้อมพิกัดทางภูมิศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## 2.2 สภาพการใช้น้ำบาดาล<sup>3</sup>

บ่อสูบน้ำใน โชน 2 เริ่มทำการสูบน้ำขึ้นมาใช้ในปี ค.ศ. 1981 ประมาณ 5.94 ล้านลูกบาศก์เมตรและในปีต่อๆมา มีการสูบน้ำปริมาณเพิ่มมากขึ้นและในปี ค.ศ. 1991 ได้ทำการสูบน้ำขึ้นมาใช้เป็นปริมาณสูงสุด คือ 30.773 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณการสูบน้ำจากบ่อผลิตใน โชน 2 โดยเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981-1998 ประมาณ 23.408 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ดังรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.1 ส่วนบ่อผลิตใน โชน 1 เริ่มทำการสูบน้ำขึ้นมาใช้ในปี ค.ศ. 1983 ประมาณ 0.042 ล้านลูกบาศก์เมตร และในต่อๆมา มีการสูบน้ำปริมาณเพิ่มมากขึ้น และในปี ค.ศ. 1992 ได้ทำการสูบน้ำขึ้นมาใช้เป็นปริมาณสูงสุด คือ 18.183 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณการสูบน้ำจากบ่อผลิตใน โชน 1 โดยเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981-1998 ประมาณ 9.732 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ดังรูปที่ 2.6 และตารางที่ 2.2 รวมปริมาณการสูบน้ำขึ้นมาใช้ทั้ง 2 โชน โดยเฉลี่ยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981-1998 ประมาณ 32.140 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และในปี ค.ศ. 1991 มีการสูบน้ำขึ้นมาใช้ทั้ง 2 โชน สูงสุดเป็นปริมาณ 46.396 ล้านลูกบาศก์เมตร



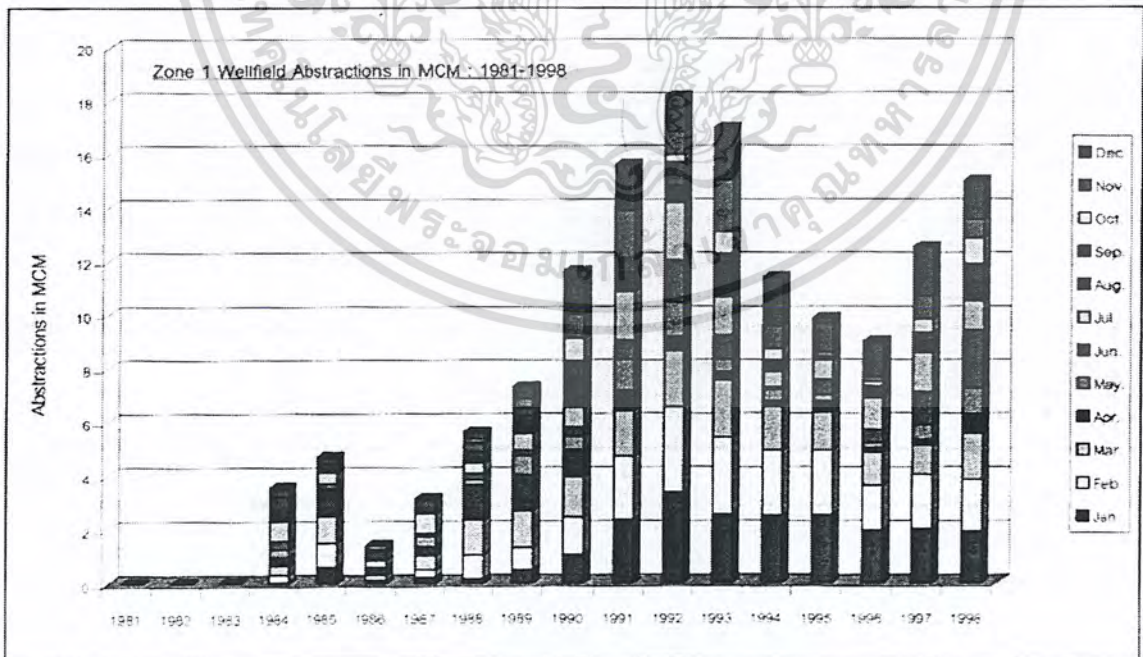
รูปที่ 2.6 กราฟแสดงปริมาณการสูบน้ำในบ่อผลิตโชน 2 ในช่วงปี ค.ศ. 1981-1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณการสูบน้ำในบ่อผลิตโซน 2 ในช่วงปี ค.ศ. 1981-1998

ZONE 2 WELLFIELD MONTHLY ABSTRACTIONS IN MCM: 1981-1998													
Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Total
1981	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.457	1.758	1.321	0.548	0.398	0.459	5.941
1982	1.449	0.938	3.053	4.115	4.516	3.387	3.610	2.847	2.071	0.650	1.336	0.413	28.385
1983	2.516	1.238	1.895	2.722	3.353	3.166	2.758	2.235	0.541	0.454	0.562	0.208	21.648
1984	2.599	2.030	2.211	1.278	1.423	2.639	2.841	2.736	0.444	0.000	0.004	1.465	19.670
1985	4.499	2.992	3.053	1.035	2.225	3.793	2.810	2.116	0.817	0.212	0.079	0.561	24.192
1986	3.805	2.096	2.317	0.648	1.009	1.980	2.805	1.935	0.429	0.037	0.320	1.601	18.982
1987	3.869	2.895	2.698	0.733	2.346	2.059	4.063	1.984	0.377	0.118	0.173	0.718	22.033
1988	3.136	2.850	2.897	1.752	1.128	2.995	1.874	1.724	0.454	0.122	0.659	0.222	19.813
1989	3.989	2.947	2.307	1.808	2.896	1.548	2.515	2.133	1.172	0.347	1.047	2.517	25.226
1990	4.400	3.684	2.586	1.776	2.505	2.361	3.945	2.633	0.511	1.078	0.703	3.650	29.832
1991	4.798	4.050	1.898	1.520	4.033	4.011	4.219	1.494	0.409	0.010	0.195	4.136	30.773
1992	4.765	4.101	1.941	0.579	2.919	3.652	3.556	1.431	1.873	0.044	0.223	2.680	27.764
1993	3.279	3.565	2.028	0.399	0.945	2.542	3.067	2.978	0.223	0.750	0.599	3.548	23.923
1994	4.249	3.634	2.473	0.173	0.160	0.751	1.858	1.438	0.163	0.429	0.654	3.358	19.340
1995	3.845	3.498	2.479	0.076	1.112	2.284	1.416	0.073	0.027	0.154	0.216	2.773	17.953
1996	3.428	2.664	2.315	0.156	0.932	2.487	3.480	1.423	0.125	0.364	0.151	2.443	19.968
1997	3.492	3.001	2.159	0.136	1.124	3.446	2.760	0.648	0.183	0.820	0.867	2.935	21.571
1998	3.247	3.247	3.247	3.247	1.451	2.907	1.984	1.203	0.543	1.651	1.029	3.109	26.865
Mean	3.610	2.908	2.445	1.383	2.005	2.706	2.915	1.824	0.610	0.426	0.519	2.137	23.408

ที่มา : โครงการสูบน้ำและบำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย



รูปที่ 2.7 กราฟแสดงปริมาณการสูบน้ำในบ่อผลิตโซน 1 ในช่วงปี ค.ศ. 1981-1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณการสูบน้ำในบ่อผลิตโซน 1 ในช่วงปี ค.ศ. 1981-1998

ZONE 1 WELLFIELD MONTHLY ABSTRACTIONS IN MCM : 1981-1998													
Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Total
1981	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
1982	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
1983	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.008	0.030	0.042
1984	0.056	0.245	0.349	0.357	0.260	0.318	0.741	0.901	0.242	0.009	0.027	0.054	3.505
1985	0.626	0.873	0.999	0.949	0.067	0.220	0.387	0.380	0.146	0.027	0.023	0.024	4.721
1986	0.033	0.083	0.190	0.212	0.023	0.066	0.248	0.317	0.064	0.029	0.126	0.030	1.421
1987	0.235	0.272	0.509	0.349	0.390	0.106	0.746	0.461	0.029	0.022	0.039	0.018	3.176
1988	0.147	0.893	1.312	1.302	0.173	0.241	0.399	0.413	0.310	0.038	0.139	0.256	5.623
1989	0.504	0.817	1.377	1.335	0.719	0.214	0.591	0.694	0.216	0.085	0.305	0.466	7.323
1990	1.063	1.378	1.500	1.049	0.466	0.353	0.701	1.193	0.596	0.822	0.906	1.611	11.638
1991	2.361	2.359	1.684	0.764	1.138	0.749	1.790	0.736	0.438	0.081	1.777	1.746	15.623
1992	3.384	3.172	2.079	0.519	1.308	1.572	2.153	0.638	0.898	0.253	0.868	1.339	18.183
1993	2.570	2.851	2.117	0.332	0.437	0.922	1.429	1.330	0.303	0.775	1.950	1.969	16.985
1994	2.520	2.414	1.635	0.216	0.407	0.102	0.561	0.386	0.071	0.425	0.831	1.827	11.395
1995	2.536	2.395	1.414	0.415	0.237	0.573	0.725	0.052	0.010	0.055	0.190	1.286	9.888
1996	1.958	1.660	1.228	0.190	0.156	0.501	1.186	0.366	0.106	0.123	0.197	1.324	8.995
1997	2.008	2.019	1.077	0.235	0.540	1.253	1.445	0.447	0.306	0.501	0.833	1.847	12.511
1998	1.912	1.916	1.742	0.707	0.974	2.163	1.094	0.704	0.683	0.952	0.677	1.472	14.996
Mean	1.461	1.556	1.281	0.595	0.488	0.624	0.946	0.601	0.295	0.280	0.593	1.015	9.732

ที่มา : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย

### 2.3 ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย

การใช้ประโยชน์จากปริมาณน้ำฝนเพื่อดำเนินงาน โครงการพิเศษนี้ จะใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ราย 3 ชั่วโมง จากสถานีตรวจอากาศการบินสุโขทัย กรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดสุโขทัย โดยข้อมูลจะอยู่ในช่วงปี ค.ศ. 1999 ถึง ปี ค.ศ. 2003 ซึ่งจะหาให้อยู่ในรูปของปริมาณฝนที่ตกต่อ 1 ครั้งในแต่ละเดือน โดยข้อมูลในภาพรวมของปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยทั้งหมดได้มาจากการเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในระยะเวลา 10 ปีซึ่งได้ทำการตรวจวัด ณ สถานีอุตุนิยมวิทยาสุโขทัย อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1994 ถึงปี ค.ศ. 2003 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดปีมีปริมาณ 1,292 มิลลิเมตร มีวันฝนตก 115 วัน
- เดือนที่มีปริมาณฝนตกมากที่สุด คือเดือนกันยายน มีฝนตกเฉลี่ย 258.3 มิลลิเมตร และฝนตกประมาณ 18 วัน
- เดือนที่มีปริมาณฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนมกราคม มีฝนตกเฉลี่ย 7.4 มิลลิเมตร

## บทที่ 3

### หลักการและทฤษฎี

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งมีหัวข้อประกอบด้วยทฤษฎีของอัตราการดูดซึมน้ำฝนของดิน และทฤษฎีการหาค่าของกราฟเส้นจำเพาะของดินไม่อิ่มตัว

#### 3.1 อัตราการดูดซึม ( Infiltration rate )

การดูดซึมเป็นขบวนการโดยที่น้ำซึมผ่านลงไปใต้ดิน กระบวนการนี้แบ่งแยกน้ำเป็น 2 ส่วนประกอบ คือ น้ำผิวดินหรือน้ำท่า และ น้ำที่ถูกเติมลงใต้ดิน ซึ่งส่วนหนึ่งกลายเป็นน้ำใต้ดิน การประเมินความเสี่ยงของน้ำผิวดินมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องมาจากน้ำผิวดินมีความเกี่ยวพันโดยตรงกับสารพิษอันตราย การคำนวณหาค่าอัตราการดูดซึมที่มีความถูกต้องจะมีประโยชน์มากสำหรับความน่าเชื่อถือในการทำนายปริมาณน้ำผิวดิน การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญกับผลกระทบระยะยาว ซึ่งจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลการดูดซึมที่นำเชื่อถือเป็นระยะเวลานานช่วงหนึ่ง สำหรับการวางแผนใดๆที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำท่าหรือน้ำเติมลงใต้ดินมีความจำเป็นที่ต้องรู้ค่าความมีเสถียรภาพและความน่าเชื่อถือของข้อมูลการดูดซึม ภายใต้การควบคุม และคุณสมบัติ เฉพาะของดินเพื่อให้มีการถูกต้องและเหมาะสมต่อการทำนายค่าทางอุทกวิทยา

อัตราการดูดซึมหรือความสามารถในการดูดซึมของดินขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน เช่น ความลึกของน้ำที่ขังอยู่บนผิวดิน ลักษณะ โครงสร้างของดิน เนื้อดิน อุณหภูมิของน้ำ และดิน ตลอดจนความชื้นที่มีอยู่ในดิน ในตอนแรกที่มีการให้น้ำแก่ดิน อัตราการซึมผ่านจะมีค่าสูง เนื่องจากผิวดินยังแห้งอยู่จึงดูดซับเอาน้ำไว้ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นน้ำจำนวนหนึ่งจะไหลเข้าไปบรร จูอยู่ในรอยแตกกระแหงหรือ โพรงที่เกิดจากการเน่าผุของรากพืชจนเต็มระดับน้ำที่ขังอยู่บนผิวดินจึงลดลงอย่างรวดเร็วแต่เมื่อการให้น้ำดำเนินต่อไป ดินชั้นบนจะเริ่มอิ่มตัวอัตราการซึมผ่านผิวดินจะค่อยๆลดลง และในที่สุดก็จะถึงจุดหนึ่งซึ่งอัตราการซึมผ่านผิวดินจะมีค่าเกือบคงที่ตลอดไปจนกว่าจะหยุดให้น้ำ ค่าที่เกือบคงที่ดังกล่าวนี้ จะประมาณเท่ากับความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ของดิน ( permeability ) นั่นเอง

#### 3.1.1 ทฤษฎีที่นำมาใช้

##### 1) Horton Model

$$i_H = i_f + (i_o - i_f) e^{-Bt} \quad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย

- $i_H$  อัตราการดูดซึมของ Horton (mm/hr)
- $i_r$  อัตราการดูดซึมสุดท้ายซึ่งมีค่าคงที่เมื่อเวลาผ่านไป (mm/hr)
- $i_o$  อัตราการดูดซึมเริ่มต้น (mm/hr)
- B ตัวแปรขึ้นอยู่กับชนิดดินซึ่งใช้ในการอธิบายการลดลงของอัตราการดูดซึม ( $hr^{-1}$ )
- t เวลา (hr)

สมการของ Horton นี้มีความหมายทางกายภาพคือ เมื่อแรกเริ่มนั้นอัตราการดูดซึมมีค่าเป็น  $i_o$  และเมื่อเวลาผ่านไปค่าอัตราการดูดซึมของดินจะมีค่าน้อยลงเรื่อยๆ จนกระทั่งความสามารถในการดูดซึมของดินมีค่าคงที่คือ  $i_r$

## 2) Philip Model

$$i_p = \frac{S}{\sqrt{4t}} + A \quad (3.2)$$

โดย

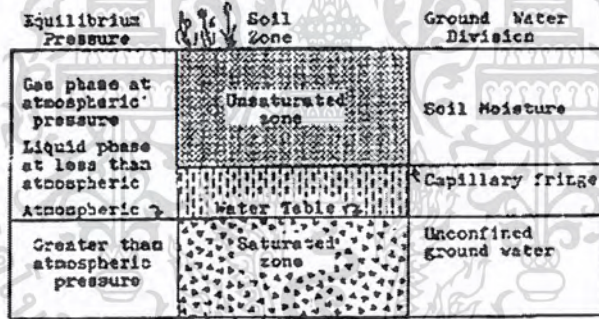
- $i_p$  อัตราการดูดซึมของ Philip (mm/hr)
- S การดูดซับ ( $mm \cdot hr^{-1/2}$ )
- A แฟกเตอร์ของแรงโน้มถ่วงซึ่งมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำ (mm/hr)
- t เวลา (hr)

โดยที่ปริมาณความชื้นเริ่มต้นและความชื้นสุดท้ายจะมีอิทธิพลต่อการดูดซับ เมื่อปริมาณความชื้นเข้าใกล้ปริมาณอิ่มตัว ค่าการดูดซับจะมีค่าโน้มเอียงเข้าใกล้ศูนย์และอัตราการดูดซึมจะมีค่าเท่ากับความสามารถในการซึมผ่านได้ของน้ำภาคสนามที่มีความอิ่มตัว โดยมีความหมายว่าการคงที่ของอัตราการดูดซึมหลังจากเวลาผ่านไปจะเป็นอิสระจากปริมาณความชื้นก่อนหน้านั้น

### 3.2 กราฟเส้นจำเพาะ (Characteristic Curve)

#### 3.2.1 ปริมาณน้ำในดินภายในชั้นดินไม่อิ่มตัว (Soil water in the Unsaturated Zone)

ในชั้น Vadose Zone หรือ Unsaturated Zone ซึ่งเป็นชั้นดินที่ช่องว่างระหว่างเม็ดดินประกอบด้วยอากาศและน้ำ นี้สามารถแบ่งชั้นความชื้นออกได้ 3 ลักษณะ ดังแสดงในรูป 3.1 ความชื้นในชั้นที่รากพืชแทงลงไปถึง เรียกว่า soil water ซึ่งปริมาณน้ำและความชื้นจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจากการที่พืชดูดน้ำไปใช้หลังจากฝนตก เหนือระดับน้ำใต้ดินขึ้นไป ความชื้นจะถูกดูดขึ้นไปยังระดับ capillary fringe ด้วยแรง capillarity ระดับของ capillary fringe นี้อาจจะอยู่เหนือระดับน้ำใต้ดินเพียงไม่กี่นิ้วจนถึงระดับหลายฟุต ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของช่องว่างระหว่างอนุภาคของดิน ในกรณีที่ระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้กับผิวดิน ชั้น soil water และ capillary fringe อาจจะอยู่ในลักษณะทับกัน ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกมากก็จะเกิดชั้นตรงกลางที่มีความชื้นคงที่ที่จุด field capacity ของดินในชั้นนั้น



รูปที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ชั้นดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ( saturation zone ) และชั้นดินที่ไม่อิ่มตัว( unsaturation zone )

จากรูปที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ชั้นดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ( saturation zone ) และชั้นดินที่ไม่อิ่มตัว( unsaturation zone ) รูปนี้ยังแสดง capillary fringe ซึ่งเป็นระดับที่ดินอิ่มตัวที่จุดสมดุลแต่มีความดันน้อยกว่าความดันบรรยากาศ ความสูงที่ capillary fringe จะขึ้นไปได้นั้นขึ้นอยู่กับว่าระดับใต้ดินสูงขึ้นหรือต่ำลง และ ขึ้นอยู่กับว่าขนาดของช่องว่างระหว่างอนุภาคของดินหรือชนิดดิน

ความชื้นในดินอาจอยู่ในลักษณะต่าง ๆ กัน กล่าวคือ (1) ในลักษณะของ Gravity water โดยเฉพาะที่ช่องว่างอนุภาคดินมีขนาดใหญ่ (2) ในลักษณะของ capillary water โดยเฉพาะที่ช่องว่างอนุภาคดินมีขนาดเล็ก (3) ในลักษณะของ Hygroscopic moisture โดยการเคลือบคล้ายฟิล์มบางๆ รอบเม็ดดินและ (4) ในลักษณะของ water vapor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 เนื่องจากเม็ดดินที่เรียงตัวกันอยู่มีช่องว่างระหว่างเม็ดดิน น้ำจะแทรกเข้าไปอยู่ในช่องว่างและเกาะติดอยู่กับเม็ดดินในลักษณะต่างๆ ด้วยแรง 2 ชนิดด้วยกันคือ adhesive force และ cohesive force ถ้าหากน้ำเข้าไปแทนที่อากาศจนเต็มทุกช่องว่าง ก็กล่าวได้ว่า ดินอยู่ในสภาพอิ่มตัว และน้ำที่อยู่ในช่องว่างนั้นทั้งหมดจะเป็นปริมาณสูงสุดที่ดินจะเก็บกักเอาไว้ได้ หากไม่มีแรงจากภายนอกมากระทำ แต่เนื่องจากว่าสสารทุกอย่างที่อยู่บนโลกจะถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งน้ำที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินด้วย และในช่องว่างที่มีขนาดใหญ่แรง adhesive ระหว่างอนุภาคของน้ำที่อยู่ตรงกลางของช่องว่างกับเม็ดดินจะน้อยกว่าในช่องว่างที่มีขนาดเล็กกว่า ดังนั้นเมื่อผลรวมของแรง cohesive และ adhesive น้อยกว่าแรงดึงดูดของโลก น้ำก็จะไหลสู่ระดับที่ต่ำกว่า น้ำในดินที่ไหลด้วยสาเหตุดังกล่าวนี้ก็คือ gravity water หรือ free water ส่วนน้ำในช่องว่างขนาดเล็กซึ่งไม่สามารถไหลไปได้ด้วยแรงดึงดูดของโลก แต่จะมีการเคลื่อนที่ด้วยแรงดูดซับ (capillary force) น้ำซึ่งอยู่ในสภาพดังกล่าวนี้เรียกว่า capillary water และจะมีทิศทางไปทางใดก็ได้สำหรับน้ำที่ยึดติดแน่นกับเม็ดดินและไม่สามารถที่จะทำให้เคลื่อนที่ได้ด้วยแรงดึงดูดของโลกหรือแรงดูดซับได้เลยนั้นเรียกว่า hygroscopic moisture

ภายใต้สภาวะแรงดันสถิตของน้ำ โดยแรงดันของน้ำเหนือระดับชั้นน้ำใต้ดินจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามค่าความลึกโดยมีค่าดังสมการดังนี้

$$p_w = -\rho_w g z \quad (3.3)$$

เมื่อ  $Z$  คือค่าความลึกเหนือระดับน้ำใต้ดิน (โดยที่ระดับน้ำใต้ดินจะเป็นจุดที่มีความดันเท่ากับความดันบรรยากาศ) และค่าคงที่ของความหนาแน่นของน้ำพิสูจน์ว่าแรงดันของน้ำในชั้นดินไม่อิ่มตัวมีค่าติดลบและน้ำจะอยู่ในรูปของแรงดึง

ความดันของการดูดซับ (capillary pressure,  $p_c$ ) คือค่าผลต่างระหว่างความดันอากาศและน้ำ ดังแสดงได้ในสมการดังนี้

$$p_c = p_a - p_w \quad (3.4)$$

เพื่อความสะดวกในการคำนวณ เราจะแทนค่าความดันของการดูดซับ ในรูปของความสูงซึ่งเกิดจากแรงดันน้ำในคอลัมน์คือ หัวความดัน (capillary pressure head) ดังแสดงได้ในสมการดังนี้

$$\Psi = \frac{p_c}{\rho_w g} \quad (3.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 ทฤษฎีที่นำมาใช้

#### 1) Brooks and Corey Model

$$\Theta = 1 \text{ สำหรับ } \Psi \leq \Psi_b \quad ;$$
$$\Theta = (\Psi_b / \Psi)^\lambda \text{ สำหรับ } \Psi > \Psi_b \quad (3.6)$$

โดย

$$\Theta = \frac{\theta_w - \theta_{wr}}{n - \theta_{wr}} = \frac{S_w - S_{wr}}{1 - S_{wr}} \quad (3.7)$$

- $\Theta$  ค่าการอิ่มตัวลด ( reduced saturation )
- $\Psi_b$  หัวความดันน้อยสุดที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ (displacement pressure head)
- $\Psi$  หัวความดัน (Capillary pressure head)
- $\lambda$  ดรรชนีการกระจายขนาดของช่องว่าง (pore size distribution index)
- $\theta_w$  ปริมาณความชื้น ( water content )
- $\theta_{wr}$  ปริมาณความชื้นที่ไม่สามารถลดลงได้อีก ( irreducible water content )
- $n$  ความพรุน ( porosity )
- $S_w$  ค่าการอิ่มตัว ( saturation )
- $S_{wr}$  ค่าการอิ่มตัวที่ไม่สามารถลดลงได้อีก (irreducible saturation)

โดยที่ หัวความดันที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ (Displacement pressure head) มีความหมายทางกายภาพคือค่าความสูงของ capillary หรือ capillary rise ซึ่งก็คือค่าความหนาของพื้นที่อิ่มตัวของ capillary fringe เหนือระดับน้ำใต้ดิน ค่าหัวความดันเคลื่อนที่แสดงถึงช่องว่างระหว่างเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่และน้ำในช่องว่างระหว่างเม็ดดินนั้นๆ ไหลออกได้ขึ้นอยู่กับแรงดูดซับที่กระทำต่อเม็ดดิน ค่าของ  $\Psi_b$  ทราบจะมีค่าน้อยกว่า ดินเหนียวเพราะช่องว่างภายในเม็ดทรายมีขนาดใหญ่กว่าและการระบายน้ำในช่องว่างขนาดใหญ่อาจจะเกิดจากแรงดูดเพียงเล็กน้อย

ดรรชนีการกระจายขนาดของช่องว่าง,  $\lambda$  คือค่าแสดงการกระจายของขนาดช่องว่างภายในดิน ค่าดรรชนีมากสอดคล้องกับการกระจายขนาดช่องว่างที่น้อยและค่าดรรชนีน้อยสอดคล้องกับขนาดช่องว่างที่มีการกระจายตัวสูง ถ้าดินมีค่าดรรชนีมากนั้นหมายถึงดินนั้นมีขนาดของช่องว่างระหว่างเม็ดดินใกล้เคียงกัน การเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยของแรงดันจะทำให้ น้ำซึ่งอาศัยอยู่ในช่องว่างนี้ถูกขับ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออก ในทางตรงกันข้าม ถ้าดินมีค่าครรชนี้น้อย ต้องใช้แรงดันที่มีค่าแตกต่างกันมากในการขับน้ำออกจากช่องว่างระหว่างเม็ดดิน

$\theta_{wr}$  และ  $S_{wr}$  มีความหมายถึงค่าของปริมาณความชื้นของดินที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อีกแม้ว่าจะมีแรงดึงดูดเนื่องจากความดันที่มากขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับการเคลือบเป็นฟิล์มของน้ำและน้ำที่ยึดเกาะ ณ จุดสัมผัสระหว่างเม็ดดิน

## 2) Van Genuchten Model

$$\Theta = \left( 1 / (1 + (\alpha\Psi)^N) \right)^M$$

โดย

$\Theta$  ค่าการอิ่มตัวลด ( reduced saturation )

$\Psi$  หัวความดัน ( capillary pressure head )

$\alpha, N, M$  เป็นค่าตัวแปรหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กับ Mualem's relative permeability model และค่าตัวแปร  $N$  และ  $M$  มีความสัมพันธ์กันโดย

$$M = 1 - 1/N \quad \text{หรือ} \quad N = 1 / (1 - M)$$

จากค่าสมการจะเห็นได้ว่าค่าตัวแปร  $\alpha, N, M$  ไม่มีความเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติ

ทางกายภาพของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การดำเนินงานภาคสนาม

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎี ซึ่งมีหัวข้อประกอบด้วยขั้นตอนการเก็บข้อมูล , ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล และการทดสอบ อัตราการซึมผ่านได้ในสนาม

#### 4.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

ในขั้นตอนการเก็บข้อมูลนี้มีการแบ่งข้อมูลเป็น 3 ส่วนสำคัญคือ

- 1) รวบรวมข้อมูลลักษณะดิน จาก กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูล รายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ จังหวัดสุโขทัย
- 2) รวบรวมข้อมูลน้ำฝนจากสถานีตรวจอากาศการบินสุโขทัย กรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดสุโขทัย โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลราย 3 ชั่วโมง ในช่วงตั้งแต่ก่อตั้งสถานีปี พ.ศ. 2542 ถึงปี พ.ศ. 2546
- 3) รวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำแผนที่การสำรวจ ชั้นรายละเอียด และเพื่อความเหมาะสมในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ในการศึกษา ดังนี้
  - แผนที่ภูมิประเทศของกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มาตรฐาน 1: 50,000
  - แผนที่แสดงขอบเขตโครงการของกรมชลประทาน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย มาตรฐาน 1: 50,000

#### 4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) ดำเนินการกำหนดพื้นที่โครงการ โดยอ้างอิงจากข้อมูลแผนที่แสดงขอบเขตโครงการของกรมชลประทาน ลงบนแผนที่ภูมิประเทศของกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- 2) ดำเนินการรวบรวมข้อมูลชนิดดินและกำหนดขอบเขตแต่ละชนิดดินในพื้นที่โครงการ ฯ โดยอ้างอิงจากแผนที่ภูมิประเทศของกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) กำหนดพิกัดตำแหน่งที่ต้องการทดสอบด้วย GPS โดยอ้างอิงจากสภาพพื้นที่ภาคสนามในการเข้าถึงได้โดยสะดวก และอยู่ในขอบเขตชุดดินในพื้นที่โครงการ โดยอ้างอิงจากแผนที่ภูมิประเทศของกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

#### 4.3 ขั้นตอนการหาค่าอัตราการดูดซึมของน้ำในภาคสนาม

ได้ดำเนินการโดยใช้ Double ring infiltrometer ในการหาค่าความสามารถการซึมได้ของน้ำผ่านชั้นผิวดินซึ่งคือ ถังเหล็กทรงกลมกลวงประกอบด้วยถัง 2 วงซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่างกันประมาณ 13 เซนติเมตรแต่มีค่าความสูงของทั้ง 2 วงเท่ากัน

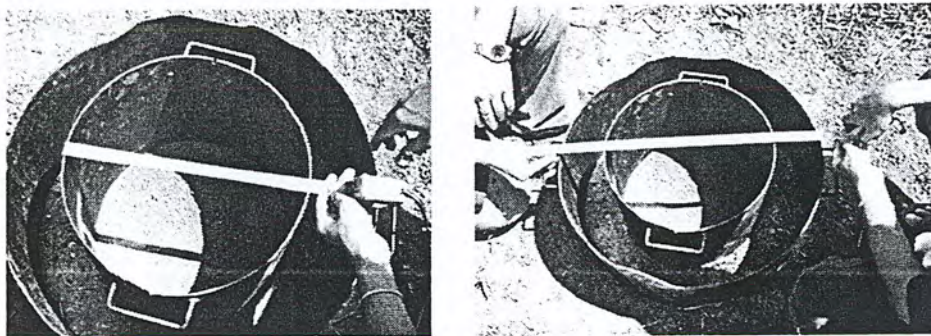
- 1) ใช้มีดถางวัชพืชออก และขุดเปิดหน้าดินประมาณ 10 เซนติเมตร
- 2) ทำการตอก double ring infiltrometer โดยวงในตอกลึกลงไปดินประมาณ 10 เซนติเมตร และวงนอกตอกลึกลงไปดินประมาณ 15 เซนติเมตร เพื่อรักษาระดับน้ำไม่ให้เกิดการไหลออกทางด้านข้าง



รูปที่ 4.1 แสดงการตอก double ring

- 3) ทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของ double ring infiltrometer ทั้งวงในและวงนอก และทำการบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงการวัดขนาดของ double ring ทั้งวงในและวงนอก

- 4) ทำการเติมน้ำลงวงนอกและวงในให้มีระดับเท่ากัน สูงประมาณ 20 เซนติเมตร จากพื้น กำจัดเศษวัชพืชออกจากผิวน้ำ



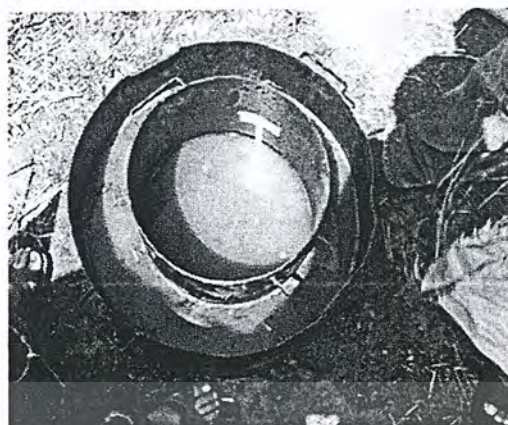
รูปที่ 4.3 แสดงการเติมน้ำและนำเศษวัชพืชออก

- 5) ทำการเริ่มจับเวลาและบันทึกอัตราการลดลงของน้ำต่อเวลา โดยการทดสอบมี 2 แบบ คือ
- ระดับน้ำคงที่ (Constant Head) โดยคอยรักษาระดับน้ำให้คงที่ ณ เวลาต่างๆ และวัด ค่าระดับน้ำที่ต้องเติม
  - ระดับน้ำไม่คงที่ (Falling Head) โดยไม่มีการเติมน้ำเพิ่ม ณ เวลาต่าง ๆ และทำการวัด ระยะที่ระดับน้ำลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ระดับน้ำคงที่



ระดับน้ำไม่คงที่

รูปที่ 4.4 แสดงการทดสอบแบบระดับน้ำคงที่ และ ระดับน้ำไม่คงที่

- 6) คำนวณค่าอัตราการดูดซึมที่ได้เมื่อสังเกตว่ามีค่าคง ที่ ณ เวลาผ่านไปซ้ำกันหลายค่า ให้ทำการบันทึกผลและยุติการทดลอง

#### 4.4 การหาค่าความชื้นในดิน

- 1) เจาะหลุมทดสอบด้วย Hand Auger จนกระทั่งถึงระดับความลึกทุกๆ 20 เซนติเมตร ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ได้ใส่ในที่เก็บตัวอย่างเพื่อนำไปทดสอบ โดยการเก็บจะแบ่งการเก็บออกเป็น 2 ขั้นตอนด้วยกันคือ

- ก่อนการทดสอบการดูดซึมน้ำ
- หลังจากการทดสอบการดูดซึมเสร็จ

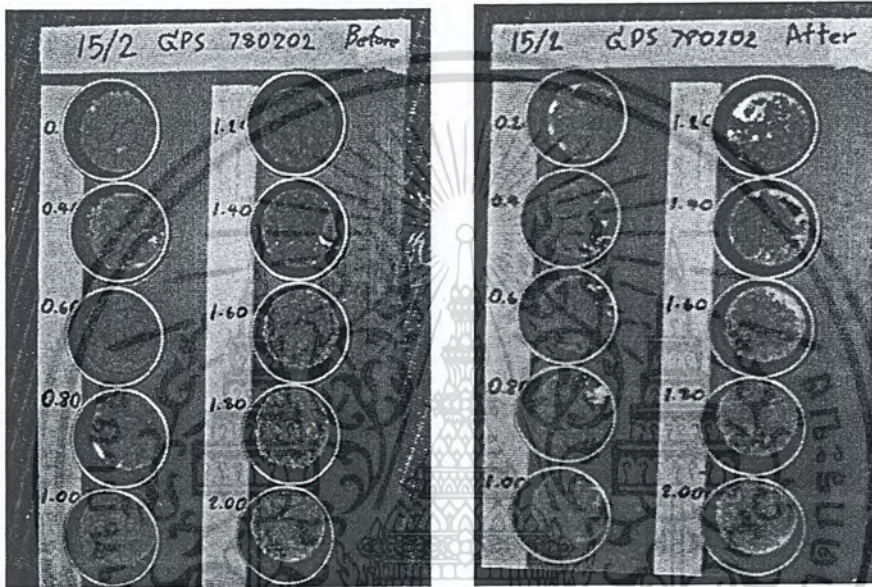


รูปที่ 4.5 แสดงการเจาะโดยใช้ Hand Auger

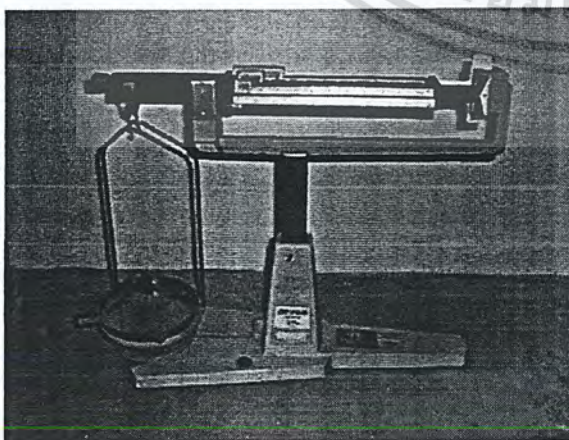
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) นำดินที่ได้ทั้งก่อนและหลังการทดสอบค่าการดูดซึมของน้ำ ทำการชั่งน้ำหนักพร้อมทั้งภาชนะที่ใส่ นำเข้าสู่ตู้อบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน แล้วนำดินที่ได้ไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง จะสามารถหาปริมาณความชื้นในดินได้จากสูตรที่ 4.1 โดยผลการทดลองแสดงในภาคผนวก

$$\text{ปริมาณความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักดินเปียก} - \text{น้ำหนักดินแห้ง})}{(\text{น้ำหนักดินแห้ง} - \text{น้ำหนักภาชนะ})} \times 100 \% \quad (4.1)$$



รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างดินตามความลึกในภาชนะก่อนทำการอบแห้งก่อนและหลังการทดลองอัตราการดูดซึม



รูปที่ 4.7 แสดงตราชั่งที่ชั่งหาปริมาณความชื้นและตู้อบดินที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างการหาค่าปริมาณความชื้นก่อนทำการทดสอบอัตราการดูดซึม

sample 4/1 Before				
Depth at (m)	นน. container	นน.ดินเปียก+ container	นน.ดินแห้ง+ container	ปริมาณความชื้น(%)
0.20	6.59	53.4	46.32	17.82
0.40	7.14	54.88	46.4	21.60
0.60	6.78	56.31	48.57	18.52
0.80	6.53	56.4	47.98	20.31
1.00	6.63	57.85	47.13	26.47

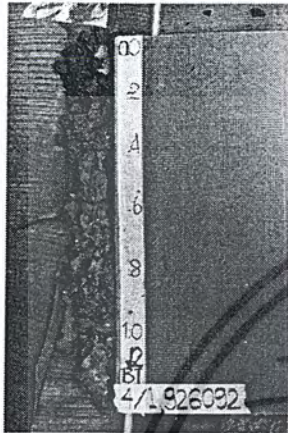
ตารางที่ 4.2 แสดงตัวอย่างการหาค่าปริมาณความชื้นหลังจากทำการทดสอบอัตราการดูดซึม

Sample 4/1 After				
Depth at (m)	นน. container	นน.ดินเปียก+ container	นน.ดินแห้ง+ container	ปริมาณความชื้น(%)
0.20	6.3	56.75	46.6	25.19
0.40	6.39	57.72	47.21	25.75
0.60	7.15	58.15	46.72	28.89
0.80	6.3	57.6	46.31	28.22
1.00	6.51	55.35	44.1	29.93

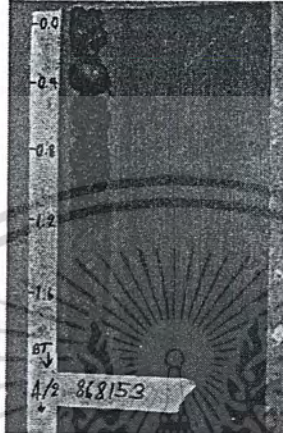
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5 การประมาณชั้นดินคร่าว ๆ ( Soil Classification )

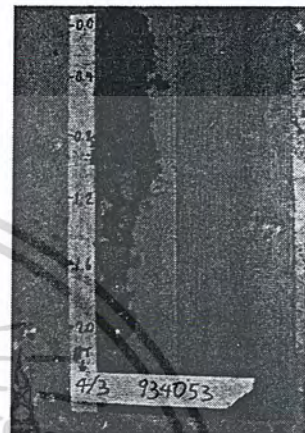
เจาะหลุมทดสอบด้วย Hand Auger จนกระทั่งถึงระดับความลึกทุก 20 เซนติเมตร นำดินที่ได้นำมาเรียงตามระดับความลึก วิเคราะห์ด้วยการพิจารณา สีที่เปลี่ยนไป และการวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นดังตาราง



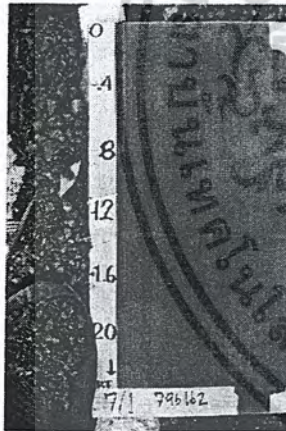
4/1



4/2



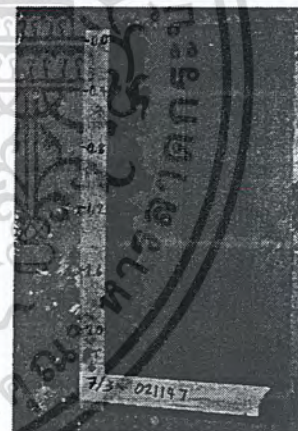
4/3



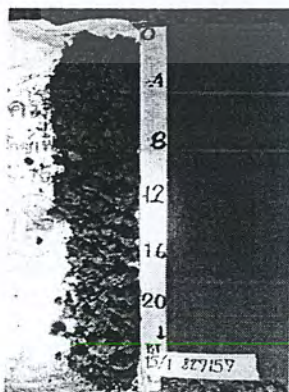
7/1



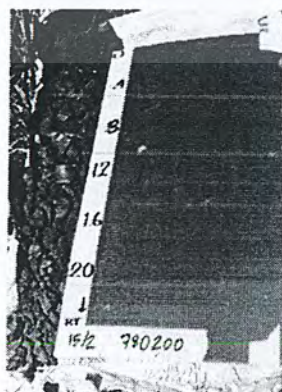
7/2



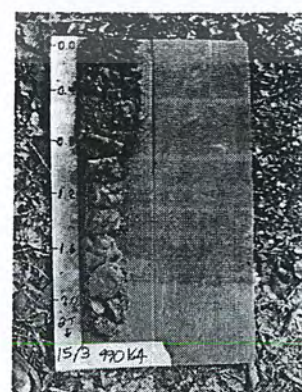
7/3



15/1

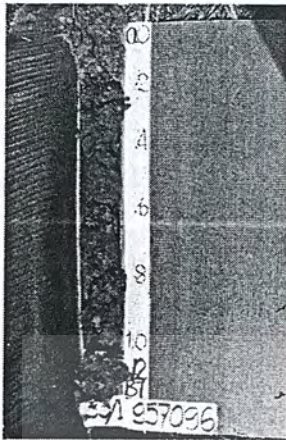


15/2

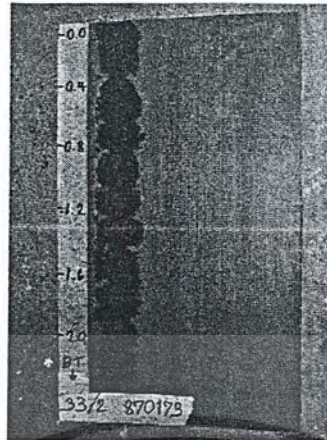


15/3

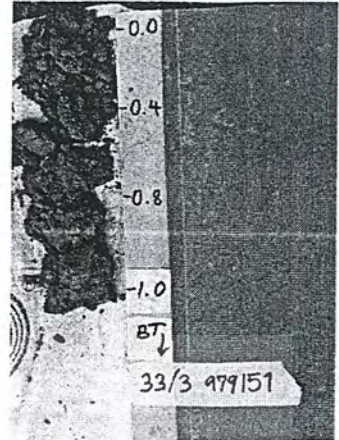
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



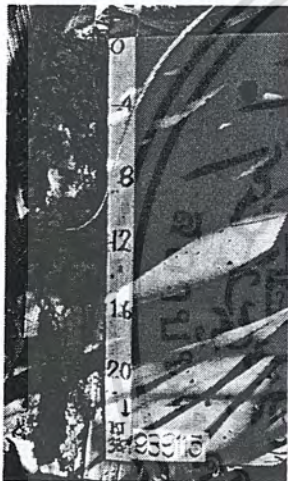
33/1



33/2



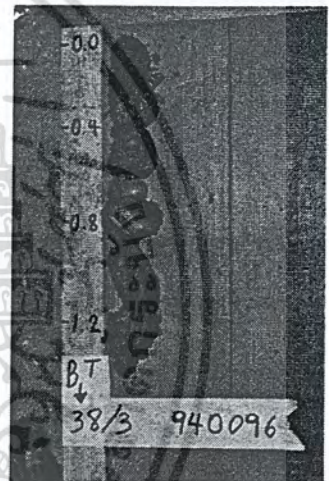
33/3



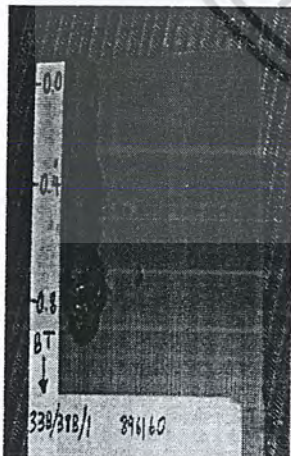
38/1



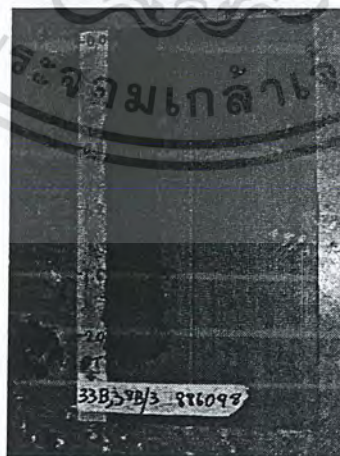
38/2



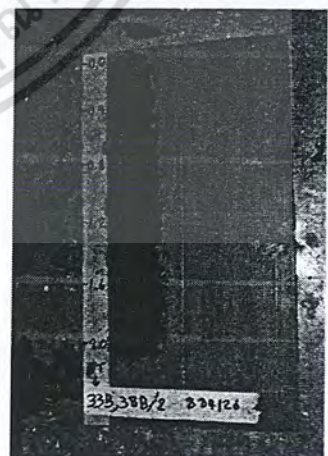
38/3



33B/38B/1



33B/38B/2



33B/38B/3

รูปที่ 4.8 แสดงการเรียงลำดับชั้นดินตามแนวตั้งของตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ได้ทำการสำรวจ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 4/1

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 4/1 contains Date /time 18/10/46 14.30 น.  
 Test Location 926092 Elev. 55 M Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง ( cm )	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	สีดา ตะกอนปนรากพืช MH	พื้นที่โดยรอบเป็นไร้กล้วยตานี และนาข้าว ชุดเจอน้ำใต้ดินที่ 75cm
20-80	สีน้ำตาลเหลือง MH	
80-100	สีน้ำตาลเหลือง MH	
100-120	สีน้ำตาล ดินเหนียว CH	

ตารางที่ 4.4 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 4/2

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 4/2 contains Date /time 20/10/46 9.55 น.  
 Test Location 868153 Elev. 61 M Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง ( cm )	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-60	สีน้ำตาลเหลือง ตะกอนดิน ความเหนียวสูง มีรากพืช ความชื้นสูง มีทราย ละเอียดปน	ทดลองภายในทุ่งนา โดยใช้น้ำใน นาข้าว
60-80	มีเศษอิฐแดง ดินเหนียวปน มีปริมาณ อิฐแดงผสม ไม่มีทรายปน	
80-160	มีดินปนเหลืองปนลูกรัง ความชื้นปานกลาง สีเหลือง ปริมาณทรายละเอียด เพิ่มขึ้น ทรายละเอียดประมาณ 10 % ดินละเอียดประมาณ 85%	
60-80	low plastic	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 4/3

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 4/3 contains  
Test Location 934053 Elev. 74 M

Date /time 21/10/46 9.30 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง ( cm )	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
20-80	สีน้ำตาล มีรากพืช ทรายละเอียดหยาบ ML	ทดลองภายในสวนผลไม้ ใต้ดินกล้วย ห่างจากคลอง 30 M
80-120	สีน้ำตาลปนแดง มีความเหนียว CL	
120-140	ทรายละเอียดหยาบ ความเหนียวลดลง ML	
140-160	ทรายละเอียดหยาบ ความเหนียวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ML	
160-180	สีน้ำตาลปนแดง มีความเหนียว CL	
180-200	ทรายละเอียดปนหยาบ มีความเหนียวพอสมควร CL	
100-120	CL	

ตารางที่ 4.6 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 7/1

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 7/1 contains  
Test Location 796162 Elev. 62 M

Date /time 19/10/46 11.45 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง ( cm )	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	สีน้ำตาลปนเทา มีรากพืช MH	ทดลองภายในสถานีสูบน้ำโซน 1 บ่อสูบน้ำ D1 ติดกับนาข้าว
20-40	สีน้ำตาลปนแดงมีรากพืช มีทรายละเอียดถึงหยาบ มีความเหนียว MH	
40-60	สีน้ำตาลปนแดงมีรากพืช มีทรายละเอียดถึงหยาบ มีความเหนียว	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60-80	MH สีน้ำตาลปนแดง มีทรายละเอียดถึงหยาบ มีความเหนียว
80-100	MH สีน้ำตาลปนแดง มีทรายละเอียดถึงหยาบ มีความเหนียว
100-120	MH สีน้ำตาลปนแดง มีทรายละเอียดถึงหยาบ มีความเหนียว
120-140	MH สีน้ำตาลปนแดงมีรากวัช พืชเล็กน้อย มีทรายละเอียดถึงหยาบ มีความเหนียว
140-160	MH สีน้ำตาลปนแดง มีทรายละเอียดถึงหยาบ มีความเหนียว
160-180	MH สีน้ำตาลปนแดง มีทรายละเอียดถึงหยาบ มีความเหนียว
180-200	MH สีน้ำตาลปนแดง มีทรายละเอียดถึงหยาบ มีความเหนียว

ตารางที่ 4.7 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 7/2

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 7/2 contains

Date /time 20/10/46 9.45 น.

Test Location 841176 Elev. 60 M

Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง ( cm )	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	สีเทาดำ มีรากไม้ ดินเหนียวปนตะกอน CL	ทดลองบริเวณคลองพระองค์ติดกับ ฝายทดน้ำ
20-40	สีเทาดำ ดินเหนียวปนตะกอน CL	
40-60	สีเทาดำ มีรากหญ้า มีทรายหยาบเล็กน้อย	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับโครงการวิจัยในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60-80	ML สีเทาต่ำ มีรากวัชพืช
80-100	ML มีกระเปาะตะกอน ดินเหนียวปนตะกอน ทรายละเอียดปนเล็กน้อย
100-120	CL มีกระเปาะตะกอน ดินเหนียวปนตะกอน ทรายละเอียดปนเล็กน้อย
120-140	CL ดินเหนียว มีทรายละเอียดปนเล็กน้อย
140-160	CL ดินเหนียว มีทรายละเอียดปนเล็กน้อย
160-180	CL สีเทาต่ำ มีทรายปน

ตารางที่ 4.8 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 7/3

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 7/3 contains  
Test Location 021147 Elev. 72 M

Date /time 22/10/46 10.45 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง (cm)	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	สีน้ำตาลปนเทา มีรากวัชพืชเล็กน้อย มีความเหนียว มีทรายหยาบละเอียด มีหินปูนเล็กน้อย ML	ติดกับนาข้าว ที่บริเวณบ่อสูบน้ำ Zone 2 บ่อที่ 25
20-40	สีน้ำตาลอมแดง รากวัชพืชเล็กน้อย มีทรายละเอียดถึงหยาบ ML	
40-180	สีน้ำตาลอมแดง มีทรายหยาบถึงละเอียดปน ML	
180-200	สีน้ำตาลอมแดง มีทรายหยาบถึงละเอียดปนเพิ่มขึ้น ML	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 15/1

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 15/1 contains  
Test Location 827157 Elev. 70 M

Date /time 19/10/46 9.45 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง (cm)	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-40	สีน้ำตาล ทรายหยาบปนละเอียด ตะกอนมีรากพืชปนเล็กน้อย MH	ทดลองภายในสถานีสูบน้ำโซน 1 บ่อสูบน้ำ E7 รอบข้างปลูกอ้อย และกล้วยตานี
40-80	สีน้ำตาล ตะกอนปนทรายหยาบ-ละเอียด มีความเหนียวสูง มีorganic สีดำ มีรากพืชเล็กน้อย	
80-200	สีน้ำตาล ตะกอนปนทรายหยาบละเอียด เหล็ก oxide	

ตารางที่ 4.10 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 15/2

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 15/2 contains  
Test Location 779199 Elev. 86 M

Date /time 19/10/46 12.30 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง (cm)	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-40	สีน้ำตาลดำ มีเศษอิฐ มีรากพืช MH	คาดว่าเป็นดินเดิม ภายในนาข้าว
40-120	สีน้ำตาลดำ มีเศษอิฐ มีรากพืช CL	
120-180	สีน้ำตาลปนเหลือง มีเศษอิฐ CL	
180-200	สีน้ำตาลปนเหลือง ดินเหนียวปนทราย เหล็ก oxide CL	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 15/3

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 15/3 contains  
Test Location 990164 Elev. 61 M

Date /time 22/10/46 14.00 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง ( cm )	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	มีหินผุปนรากวัชพืช สีเทาอมดำ MH	ทดลองภายในบ่อสูบน้ำโซน 2 บ่อที่ 17 ติดคลองส่งน้ำด้านหน้า และนาข้าว
20-40	มีหินผุปนรากวัชพืช สีเทาอมดำ MH	
40-60	มีรากวัชพืชเล็กน้อย สีน้ำตาลปนเหลือง มีสนิมเหล็กเป็นจุดๆ MH	
60-80	มีรากวัชพืชเล็กน้อย สีน้ำตาลปนเหลือง มีสนิมเหล็กเป็นจุดๆ MH	
80-100	สีน้ำตาลปนเหลือง มีสนิมเหล็กเป็นจุดๆ MH	
100-120	สีน้ำตาลปนแดง ทรายหยาบปนละเอียด ความเหนียวเล็กน้อย SM	
120-140	สีน้ำตาลปนแดง ทรายหยาบปนละเอียด ความเหนียวเล็กน้อย SM	
140-160	สีน้ำตาลปนแดง ทรายหยาบปนละเอียด ความเหนียวเล็กน้อย SM	
160-180	สีดาปนเทา มีรากวัชพืชเล็กน้อย ML	
180-200	สีน้ำตาลปนแดง มีรากวัชพืชเล็กน้อย ML	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 33/1

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 33/1 contains  
Test Location 957096 Elev. 58 M

Date /time 18/10/46 13.00 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง ( cm )	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	สีเทาปนดำ(เป็นดินมวลเบา) มีรากพืช มีความเหนียวดินต่ำ ดินตะกอนปนทราย ML	พื้นที่รอบข้างเพาะปลูกถั่วเหลือง และปลูกกล้วยตานี ระดับน้ำใต้ดิน 120 cm
20-40	สีเทาปนดำ(เป็นดินมวลเบา) มีความเหนียวดินต่ำ ดินตะกอนปนทราย ML	
40-60	สีเทาปนดำ(เป็นดินมวลเบา) มีความเหนียวดินต่ำ ดินตะกอนปนทราย ML	
60-100	สีน้ำตาลอ่อน ทรายปนดินเหนียว ความเหนียวมาก MH	

ตารางที่ 4.13 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 33/2

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 33/2 contains  
Test Location 870173 Elev. 70 M

Date /time 20/10/46 9.50 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง ( cm )	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	สีเทา มีรากหญ้า ML	บริเวณไร่พุดรา และบริเวณไร่อ้อย
20-40	สีน้ำตาล ML	
40-120	สีน้ำตาล CL	
120-180	สีน้ำตาล มีหินผุ CL	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 33/3

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 33/3 contains  
Test Location 979151 Elev. 77 M

Date /time 22/10/46 10.00 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง ( cm )	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	สีเทา มีรากไม้สด รากพืช 40 % CL	ทดลองภายในสถานีสูบน้ำ โซน 2
20-40	สีเทาปนน้ำตาลปนสนิมเหล็ก หินผุ มีรากพืชเล็กน้อย CL	บ่อสูบน้ำบ่อที่ 17 ห่างจากสระน้ำประมาณ 6 M ติดกับที่ปลูกผักบุ้ง
40-60	สีน้ำตาลอมเทา มีรากพืช มีกระเปาะสีเทา ศูนย์กลาง 2cm ครึ่ง ML	น้ำใต้ดิน 80 cm
60-80	สีน้ำตาลอมเทา มีรากพืช มีกระเปาะสีเทา ศูนย์กลาง 2cm ครึ่ง ความเหนียวเพิ่มเล็กน้อย ML	
80-100	ทรายละเอียดสีน้ำตาล หยาบปน ขนาดหินผุ 3/8" ปนพอประมาณ ML	

ตารางที่ 4.15 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 38/1

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 38/1 contains  
Test Location 939115 Elev. 59 M

Date /time 18/10/46 15.30 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง ( cm )	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	สีน้ำตาลดินเหนียว MH	พื้นที่โดยรอบเป็นไร่อ้อย
20-40	สีน้ำตาลดินเหนียว MH	ที่มีการขุดหน้าดิน 60 cm
40-60	สีน้ำตาลดินเหนียว	3 ปีครึ่ง ปีนี้เป็นปีแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60-80	MH สีน้ำตาลดินเหนียว MH	
80-100	สีน้ำตาลดินเหนียว MH	
100-120	สีน้ำตาลดินเหนียว MH	
120-140	สีน้ำตาลดินเหนียว MH	

ตารางที่ 4.16 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 38/2

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 38/2 contains

Date /time 20/10/46 14.30 น.

Test Location 911160 Elev. 57 M

Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง (cm)	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	สีเทา เป็นตะกอนดินถม	บริเวณนาฝักบึง
20-80	สีน้ำตาล เป็นดินตะกอน มีความเหนียวต่ำ ML	
80-100	สีน้ำตาลแดง เป็นดินทรายปนตะกอน มีความเหนียวต่ำ SM	

ตารางที่ 4.17 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 38/3

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 38/3 contains

Date /time 21/10/46 9.10 น.

Test Location 940096 Elev. 68 M

Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง (cm)	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-40	สีน้ำตาลอมเทา มีความเหนียว CL	ทดลองภายในสถานีสูบน้ำโซน 1 บ่อสูบน้ำที่ L7 ด้านข้างเป็นป่ามะม่วง ฝั่งตรงข้ามเป็นป่ากล้วยตานี
40-60	สีน้ำตาลปนแดง CL	
60-100	สีน้ำตาลปนแดง มีหินปูนเล็กน้อย ML	
100-120	สีน้ำตาลอมเทา มีทรายหยาบละเอียด มีความเหนียว CL	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 33B/38B/1

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 33B/38B/1 contains  
Test Location 896160 Elev. 60 M

Date /time 20/10/46 16.30 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง ( cm )	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	สีเทาเข้ม เป็นตะกอนดินถม	ทดลองภายในสถานีสูบน้ำโซน 1 บ่อสูบน้ำ G1 ติดกับไร้อ้อยและไหลถนนโดยมีระดับน้ำใต้ดินที่ 70 cm
20-40	สีเทา ความเหนียวต่ำ เป็นดินตะกอน	
40-60	ML สีน้ำตาลเข้ม ความเหนียวต่ำ เป็นตะกอนทราย	
	MH	

ตารางที่ 4.19 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 33B/38B/2

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 33B/38B/2 contains  
Test Location 884126 Elev. 60 M

Date /time 21/10/46 14.20 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง ( cm )	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	สีน้ำตาลปนเทา มีทรายหยาบละเอียด ความเหนียวพอประมาณ	ทดลองบริเวณริมแม่น้ำยม ห่างตลิ่งประมาณ 10 M แถวหัววัดระดับน้ำ
20-60	ML สีน้ำตาลปนเทา ทรายหยาบละเอียด	
60-120	ML สีน้ำตาลปนเหลือง มีทรายหยาบละเอียด ความเหนียวลดลง	
120-200	SM สีน้ำตาลปนเหลือง มีทรายหยาบละเอียด ความเหนียวลดลง มีรากวัชพืชปนเล็กน้อย	
	SM	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 แสดงการประมาณชั้นดินคร่าวๆ ของหน่วยแผนที่ 33B/38B/3

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**

Project identification 33B/38B/3 contains  
Test Location 886098 Elev. 57 M

Date /time 20/10/46 14.50 น.  
Tested By การประมาณเบื้องต้น

ระดับความลึกของชั้นเก็บตัวอย่าง (cm)	ลักษณะทางกายภาพของดิน	สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป
0-20	สีน้ำตาลปนเหลือง มีทรายหยาบ ละเอียด	ไร่ส้มโอ บริเวณบ้านคู่อุทยานาคัยดินเดิม
20-100	เหนียวเล็กน้อย SP สีน้ำตาล ทรายหยาบละเอียด ความเหนียวเพิ่มเล็กน้อย	
100-200	SP สีน้ำตาลปนเหลือง มีทรายละเอียดถึง หยาบ ความเหนียวพอ ประมาณ ML	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### การทดลองในห้องปฏิบัติการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบในห้องปฏิบัติการซึ่งมีหัวข้อประกอบด้วยทฤษฎี, วิธีการทดสอบ และการคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ของกราฟเส้นจำเพาะ

#### 5.1 การทดลองหาความสัมพันธ์ของกราฟเชิงเส้นจำเพาะ ( Characteristic Curve )

กราฟเชิงเส้นจำเพาะ เป็นความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันของน้ำและอากาศ และ ปริมาณความชื้นในดินสำหรับเฉพาะค่าดินหนึ่งๆ การเพิ่มขึ้นของความดันมีผลทำให้ผิวสัมผัสระหว่าง เม็ดดินของปริมาณน้ำและอากาศแคบลงทำให้ช่องว่างระหว่างเม็ดดินมีขนาดเล็กลง จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาณความชื้นจะเป็นฟังก์ชันที่สำคัญของการเคลื่อนที่ของช่องว่างระหว่างเม็ดดิน

##### 5.1.1 วัตถุประสงค์

หาความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นและความดันเพื่อใช้ในการเขียนกราฟเชิงเส้นจำเพาะ

##### 5.1.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดิน

- 1) นำตัวอย่างดินจากภาคสนามมาทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 วัน
- 2) ใช้ค้อนยางทุบตัวอย่างดินที่ผ่านการอบแห้งให้แยกออกจากกัน
- 3) นำดินที่ผ่านการทุบร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200
- 4) นำดินตัวอย่างที่ได้เก็บใส่ภาชนะเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

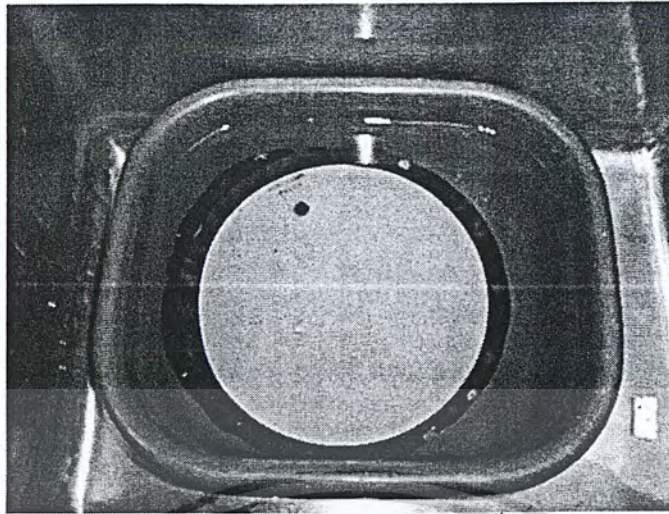
### 5.1.3 เครื่องมือ

- 1) เครื่องมือจำเพาะ
  - 1.1) pressure plate
  - 1.2) อุปกรณ์ใส่ตัวอย่าง
  - 1.3) plate เซรามิกขนาดความดัน 1 , 5 , 15 บาร์
- 2) เครื่องมือทั่วไป
  - 2.1) ตู้อบ
  - 2.2) กระจกบอกระดับน้ำ
  - 2.3) ภาชนะเก็บตัวอย่างดิน
  - 2.4) เครื่องชั่งอ่านละเอียด 0.01-0.1 กรัม
  - 2.5) ที่ตัดตัวอย่างดิน
  - 2.6) น้ำกลั่น

### 5.1.4 วิธีการทดสอบ

- 1) นำ plate ไปแช่ในน้ำกลั่นเพื่อให้อิ่มตัวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- 2) นำ plate ที่แช่ในน้ำกลั่นขึ้นมาใส่ลงใน pressure plate
- 3) นำภาชนะใส่ตัวอย่างดินจำนวน 10 ว่างลงใน plate ที่อยู่ภายในอุปกรณ์ pressure plate
- 4) ตักดินตัวอย่างที่ได้จากการเตรียมตัวอย่างลงในภาชนะใส่ดิน
- 5) เติมน้ำกลั่นโดยเติมในช่องว่างระหว่างภาชนะใส่ตัวอย่างไม่ให้ถูกตัวอย่างให้ทั่วทั้ง plate และไม่สูงจนท่วมตัวอย่าง
- 6) ทำการปิดฝา pressure plate ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง
- 7) ทำการตั้งค่าของความดันที่ต้องการโดยตรวจสอบว่าทำการปิดฝาแน่นแล้ว เริ่มเปิดความดันอุปกรณ์ pressure plate
- 8) ทิ้งการทดสอบไว้จนมั่นใจว่าไม่มีน้ำไหลออกมาจากอุปกรณ์ pressure plate แล้วจึงทำการปิดความดัน
- 9) นำตัวอย่างดินใส่ในภาชนะเก็บตัวอย่างไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำเข้าสู่ตู้อบด้วยอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างดินที่ได้ชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณความชื้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แสดงการแช่ plate ในน้ำกลั่น

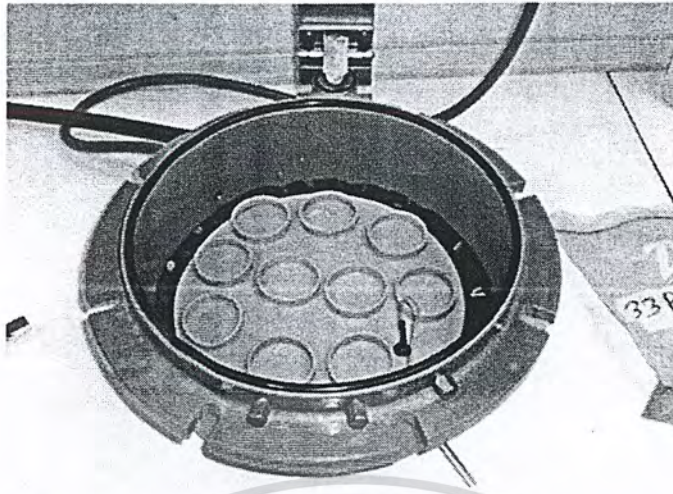


รูปที่ 5.2 แสดงภาชนะใส่ตัวอย่างทดสอบ pressure plate



รูปที่ 5.3 แสดงอุปกรณ์ pressure plate

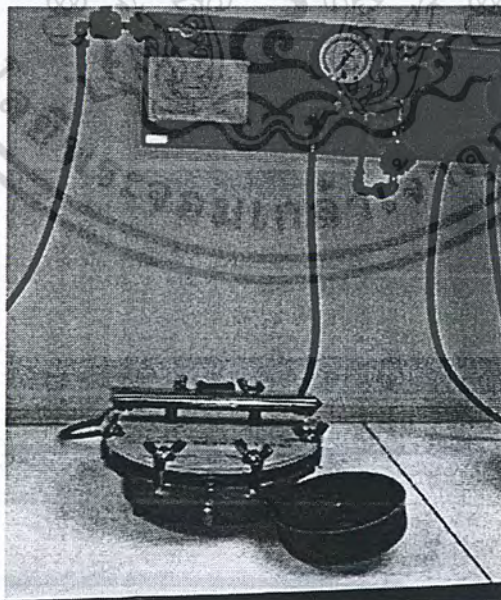
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดงขั้นตอนการ เตรียมภาชนะใส่ตัวอย่างดินจำนวน 10 วง วางลงใน plate

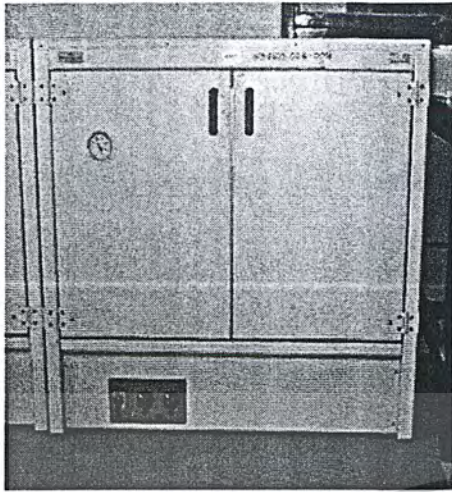


รูปที่ 5.5 แสดงการตักดินใส่ในภาชนะใส่ตัวอย่างดินและการเติมน้ำใส่ลงใน pressure plate



รูปที่ 5.6 แสดงการปรับค่าความดันของอุปกรณ์ pressure plate

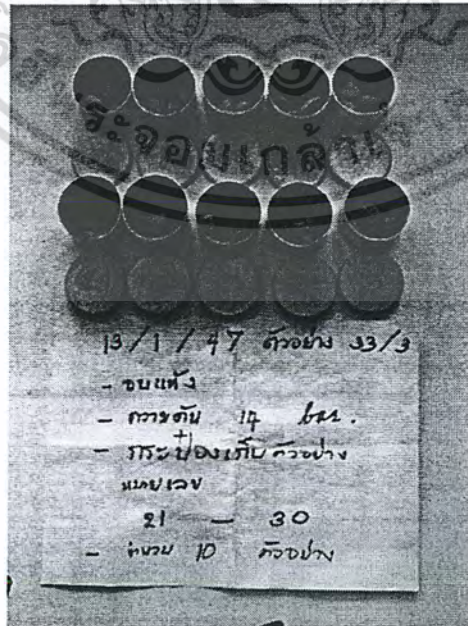
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 แสดงตู้อบและการนำตัวอย่างดินใส่ตู้อบ



รูปที่ 5.8 แสดงเครื่องชั่งความละเอียด 0.01 กรัม



รูปที่ 5.9 แสดงตัวอย่างดินอบแห้งตัวอย่างที่ 33/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.1.5 การคำนวณและรายงานผล

นำดินที่ได้ทั้งก่อนและหลังการทดสอบ ทำการชั่งน้ำหนักพร้อมทั้งภาชนะที่ใส่ นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำดินที่ได้ไปชั่งน้ำหนักอีกครั้ง จะสามารถหาปริมาณความชื้นในดิน ณ ที่ความดันต่างๆได้จากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักดินเปียก}-\text{น้ำหนักดินแห้ง})}{(\text{น้ำหนักดินแห้ง}-\text{น้ำหนักภาชนะ})} \times 100 \%$$

นำค่าปริมาณความชื้นที่ได้มาเรียงลำดับจากค่าสูงสุดถึงต่ำสุดแล้วทำการตัดค่าสูงสุดและค่าสุดออกเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการทดลอง นำค่าที่เหลือมาทำการหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่าความชื้น ณ ความดันที่ได้ทำการทดสอบดังตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงการหาค่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างดิน 4/1 ณ ความดันที่ 0.1 bar

Type 4/1 deep 40 cm Pressure plate use pressure 1/10 bar

นน.container	นน.ดินเปียก+ container	นน.ดินแห้ง+ container	ปริมาณความชื้น(%)
17.31	38.22	32.10	41.379
18.34	45.12	37.26	41.543
18.40	39.50	33.21	42.471**ค่าสูงสุด
17.49	38.02	32.09	40.616**ค่าต่ำสุด
17.50	38.08	32.09	41.056
17.91	41.59	34.75	40.618
18.33	39.54	33.29	41.778
18.17	42.23	35.14	41.780
17.71	37.48	31.71	41.214
17.77	38.17	32.19	41.470

หมายเหตุ : ตัดสูงสุดและต่ำสุดของค่า water content ออกแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยจะได้ดังนี้

$$w_n = \frac{(41.379+41.543+41.056+40.618+41.778+41.780+41.214+41.470)}{8}$$

$$w_n = 41.355 \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงตัวอย่างตารางสรุปผลการทำ pressure plate ณ ความดันต่างๆ ของตัวอย่างดิน 4/1

ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 4/1

ความดัน ( bar )	water content (%)
0.1	41.355
0.3	33.193
1	26.203
5	19.767
10	17.851
14	17.289

#### 5.1.6 บันทึกลงและข้อควรระวัง

- 1) การเติมน้ำลงใน plate ควรระมัดระวังไม่ให้ถูกตัวอย่างดินและไม่มากจนเกินไป เพราะจะทำให้ตัวอย่างดินเลยจุดอิ่มตัวทำให้ผลที่ได้เกิดความคลาดเคลื่อน
- 2) การตักดินใส่ภาชนะบรรจุควรตักให้พอดีไม่มากไม่น้อยเกินไป
- 3) ควรทำการชั่งน้ำหนักและอบดินทันทีหลังจากออกจาก pressure plate เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 6

## การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองของอัตราการดูดซึม และกราฟเส้นจำเพาะของชุดดินตามหน่วยพื้นที่ โดยการใช้โปรแกรม Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel ในการวิเคราะห์และประมวลผลการทดลองเพื่อเทียบกับทฤษฎีต่างๆและหาค่าตัวแปรที่มีความสำคัญ

### 6.1 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองของอัตราการดูดซึมของน้ำ

#### 6.1.1 วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel ในการคำนวณหาค่าตัวแปรที่ต้องการในสมการ Horton & Philip ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 โดยกำหนดให้หาค่าผลต่างระหว่างค่าที่วัดได้และค่าที่คำนวณได้จากสมการ Horton & Philip ที่มีค่าน้อยที่สุดดังแสดงได้ในตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 6.1 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ ทฤษฎีของ Horton และ Philip ของ ดิน

ตัวอย่างที่ 4/1

1	2	3	4	1	2	3	4
		$a \cdot \exp(-b \cdot t) + c$				$a / (\sqrt{4 \cdot t}) + b$	
	a	0.401783859		a		1.788407157	
	b	0.04622855		b		0	
	c	0.065864531					
time	rate	equation	ABS(ERR)	time	rate	equation	ABS(ERR)
15	0.2667	0.26670000	0.00000000	15	0.2667	0.23088237	0.03581763
30	0.2000	0.16625405	0.03374595	30	0.2000	0.16325849	0.03674151
45	0.1333	0.11604518	0.01725482	45	0.1333	0.13330000	0.00000000
60	0.0667	0.09094780	0.02424780	60	0.0667	0.11544119	0.04874119
75	0.0667	0.07840264	0.01170264	75	0.0667	0.10325374	0.03655374
90	0.0667	0.07213182	0.00543182	90	0.0667	0.09425733	0.02755733
120	0.0667	0.06743047	0.00073047	120	0.0667	0.08162925	0.01492925
150	0.0667	0.06625580	0.00044420	150	0.0667	0.07301142	0.00631142
180	0.0667	0.06596229	0.00073771	180	0.0667	0.06665000	0.00005000
		sum	0.09429543			sum	0.20670206

โดยที่  $a = i_0 - i_f$  ,  $b = B$  ,  $c = i_f$  จะได้สมการคือ โดยที่  $a = S$  ,  $b = A$  จะได้สมการคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	$i_H = i_r + (i_o - i_r) e^{-Bt}$
$i_f =$	0.065865
$i_o =$	0.335919
$B =$	0.046229

	$i_H = S/(\text{sqrt}(4t)) + A$
$S =$	1.788407
$A =$	0.000000

หมายเหตุ

- ช่องที่ 1 แทนค่าเวลาที่ใช้ในการทำการทดลอง
- ช่องที่ 2 แทนค่าอัตราการดูดซึมที่ได้จากการทดสอบในพื้นที่ที่ทำการศึกษา
- ช่องที่ 3 แทนค่าอัตราการดูดซึมที่ได้จากทฤษฎีของ Horton หรือ Philip
- ช่องที่ 4 แทนค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างช่องที่ 2 และช่องที่ 3

กำหนดให้เป้าหมายที่ต้องการหาค่าคือ ผลรวมค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างอัตราการดูดซึมที่ได้จากการทดสอบในพื้นที่ที่ทำการศึกษาและค่าอัตราการดูดซึมที่ได้จากทฤษฎีของ Horton หรือ Philip มีค่าน้อยที่สุด โดยกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร a , b และ c เพื่อให้มีความสอดคล้องกับผลรวมค่าสัมบูรณ์ของผลต่างที่มีค่าน้อยที่สุด

โดยเราจะใช้วิธีดังกล่าวกับดินทุกชนิดที่ได้ทำการศึกษาโดยผลการวิเคราะห์ของแต่ละตัวอย่างจะได้กล่าวถึงต่อไป

### 6.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดสอบมีทั้งหมด 18 ผลการทดลองแต่เนื่องจากการทดสอบ 2 จุดมีการซึมผ่านเพียงเล็กน้อยไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบข้อมูลกับข้อมูลอื่นได้ ดังนั้นการวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์เพียง 16 จุด ซึ่งจุดที่ยกเว้นได้แก่ 4/2 และ 33B/38B/1 โดยมีผลวิเคราะห์ดังนี้

1) Horton Model (  $i_H = i_r + (i_o - i_r) e^{-Bt}$  )

ตัวแปร	4-1	4-3	7-1	7-2	7-3	15-1	15-2	15-3
$i_r =$	0.0659	0.2876	0.0000	2.6655	0.0999	0.0284	0.0330	1.4757
$i_o =$	0.3359	2.2684	4.7972	0.7905	1.0181	0.1540	0.5495	14.0258
$B =$	0.0462	0.1030	0.0240	0.0388	0.1609	0.0256	0.0609	0.0774

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปร	33-1	33-2	33-3	38-1	38-2	38-3	33B-38B-2	33B-38B-3
$i_f =$	0.0333	0.0333	0.2000	2.9995	0.1670	0.2248	0.0900	0.6215
$i_o =$	0.5021	0.9342	0.1536	0.0000	2.8507	1.6635	0.6761	10.2450
$B =$	0.0389	0.1070	0.0900	0.1072	0.2574	0.2377	0.0814	0.2132

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากตัวอย่างที่ 7/2, 15/3 และ 38/1 มีอัตราการดูดซึมสุดท้าย  $i_f$  สูงกว่าการทดลองจากตัวอย่างอื่นมากดังนั้นเพื่อป้องกันการผิดพลาดจากค่าเฉลี่ยที่สูงเกินค่าความเป็นจริงจึงได้ทำการหาค่าเฉลี่ยข้อมูลโดยตัดค่าที่ได้จากตัวอย่างที่ 7/2, 15/3 และ 38/1 ออกโดยค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดของแบบจำลอง Horton มีค่าดังนี้

- $i_f = 0.1450 \text{ mm/min}$
- $i_o = 2.0114 \text{ mm/min}$
- $B = 0.1112 \text{ min}^{-1}$

โดยมีค่าของความเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยจากผลการทดลองทั้งหมดที่ได้ดังนี้

- $i_f = 0.1619$
- $i_o = 2.6961$
- $B = 0.0778$

2) Philip Model ( $i_p = S/(\sqrt{4t}) + A$ )

ตัวแปร	4-1	4-3	7-1	7-2	7-3	15-1	15-2	15-3
$S =$	1.1856	4.2699	13.0139	6.8645	1.1561	0.6592	0.8296	31.3800
$A =$	0.0098	0.0680	0.0000	2.5305	0.0356	0.0130	0.0000	0.0000

ตัวแปร	33-1	33-2	33-3	38-1	38-2	38-3	33B-38B-2	33B-38B-3
$S =$	0.8414	1.1547	1.0423	0.6019	2.5298	0.8459	1.6729	9.7564
$A =$	0.0095	0.0000	0.1479	2.9798	0.0063	0.1997	0.0014	0.1687

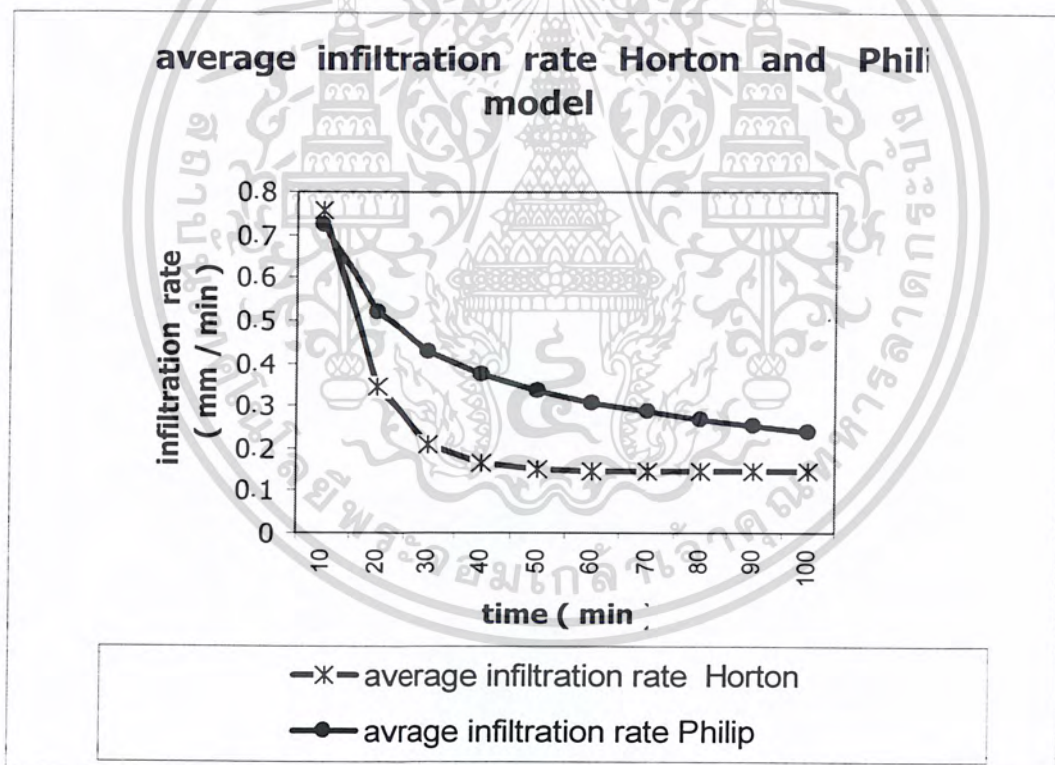
โดยค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดของแบบจำลอง Philip มีค่าดังนี้

- S = 3.0949 mm-min<sup>-1/2</sup>
- A = 0.4113 mm/min

โดยมีค่าของความเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยจากผลการทดลองทั้งหมดที่ได้ดังนี้

- S = 3.6832
- A = 0.9252

โดยจากสมการการดูดซึมน้ำของผิวดินที่เกิดจากการหาค่าเฉลี่ยจากสมการของ Horton และ Philip สามารถนำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซึมน้ำกับเวลาที่มีค่าดังนี้

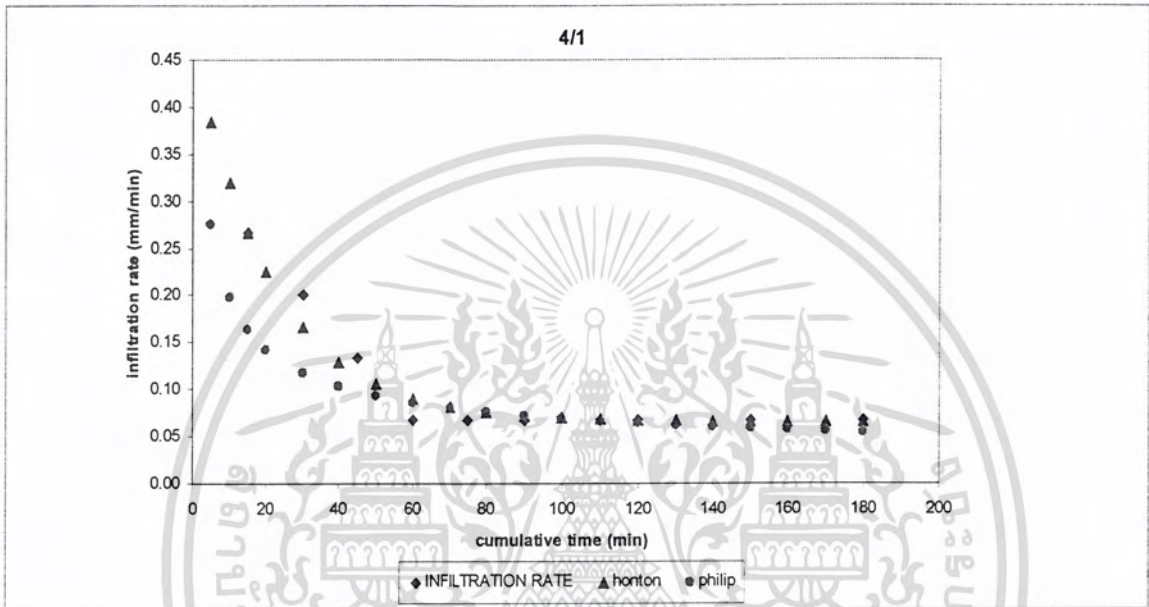


กราฟที่ 6.1 แสดงอัตราการดูดซึมน้ำของผิวดินที่เกิดจากการหาค่าเฉลี่ยจากทฤษฎีของ Horton และ Philip

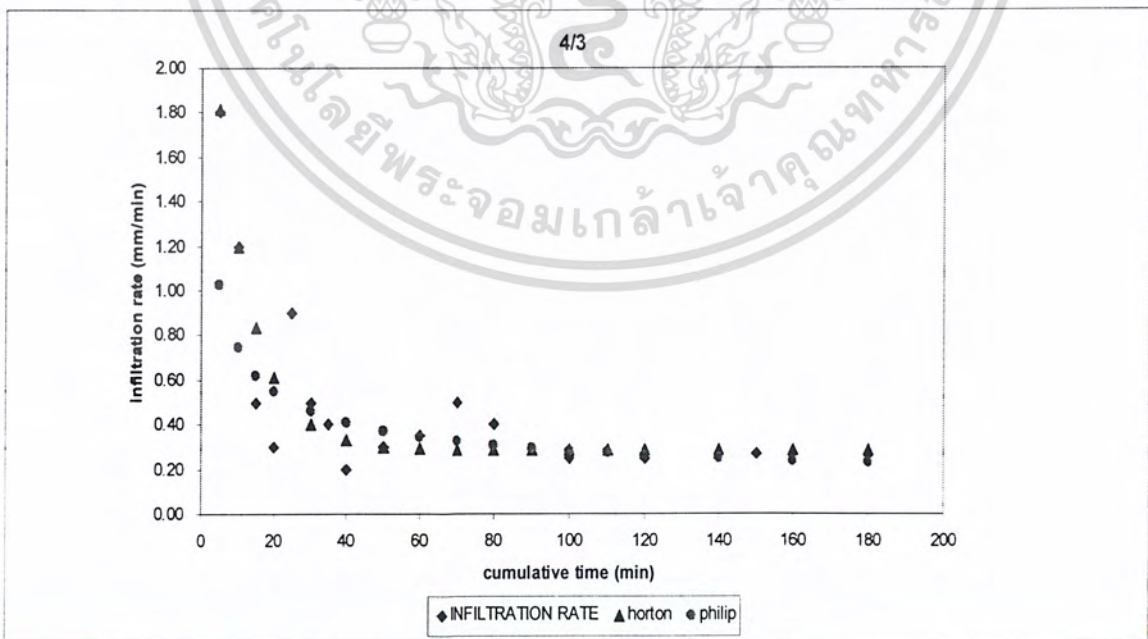
จากกราฟจะเห็นได้ว่า สมการจากทฤษฎีของ Philip จะมีอัตราการซึมน้ำของผิวดินเริ่มต้นมีค่าต่ำกว่าสมการของ Horton และค่าสุดท้ายยังคงไม่คงที่ต่างจากสมการจากทฤษฎีของ Horton จะมีอัตราการซึมน้ำของผิวดิน ณ เวลาผ่านไปเริ่มเข้าสู่ค่าที่คงที่ซึ่งตรงกับหลักการดูดซึมน้ำของผิวดินที่ค่าเอกสารเป็นเอกสารทงวนไวสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับเอาค่าไปใช้ประโยชน์ในการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของอัตราการดูดซึมเมื่อเวลาผ่านไปจะมีค่าคงที่และมีค่าเท่ากับความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ของดิน ดังนั้นการคำนวณค่าเกี่ยวกับอัตราการดูดซึมน้ำของผิวดินจะใช้สมการของ Horton ในการอ้างอิง

โดยที่กราฟแสดงอัตราการดูดซึมน้ำของผิวดินที่วัดได้จากการทดลองในพื้นที่โครงการฯ พร้อมด้วยกราฟที่ได้โดยการแทนค่าตัวแปรจากสมการของ Horton และ Philip สำหรับตัวอย่างดินที่ได้ทำการสำรวจมีค่าดังนี้

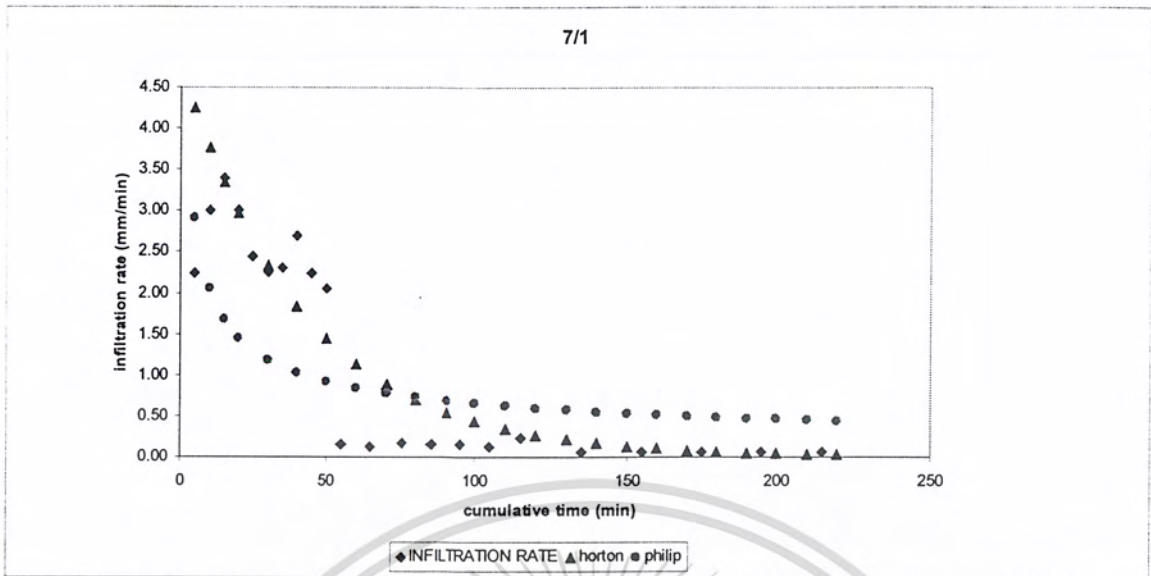


กราฟที่ 6.2 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 4/1

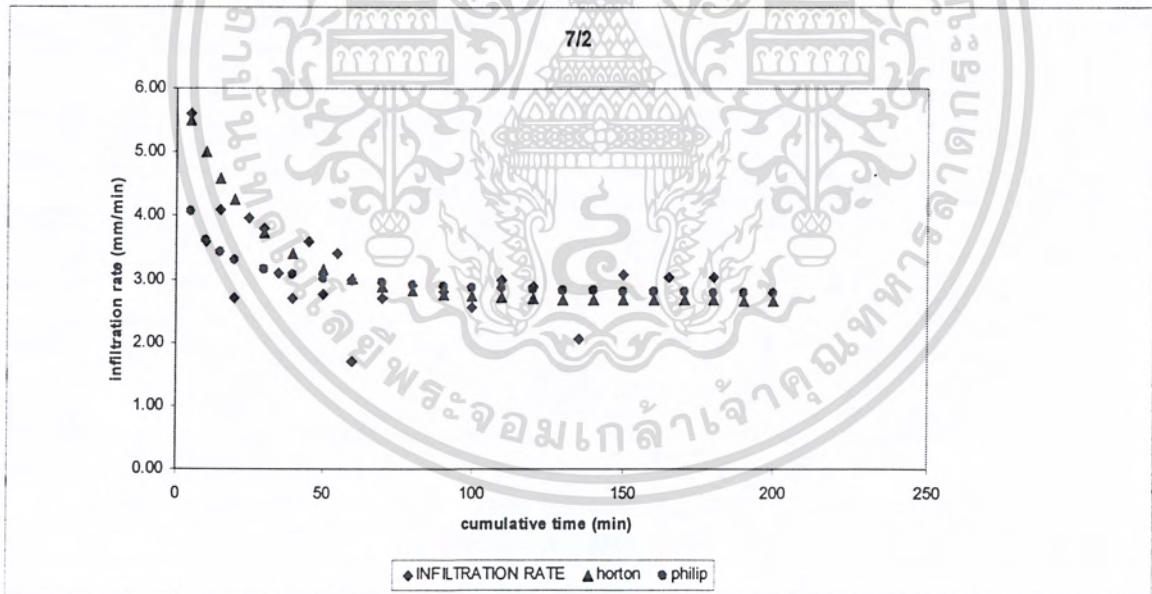


กราฟที่ 6.3 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 4/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

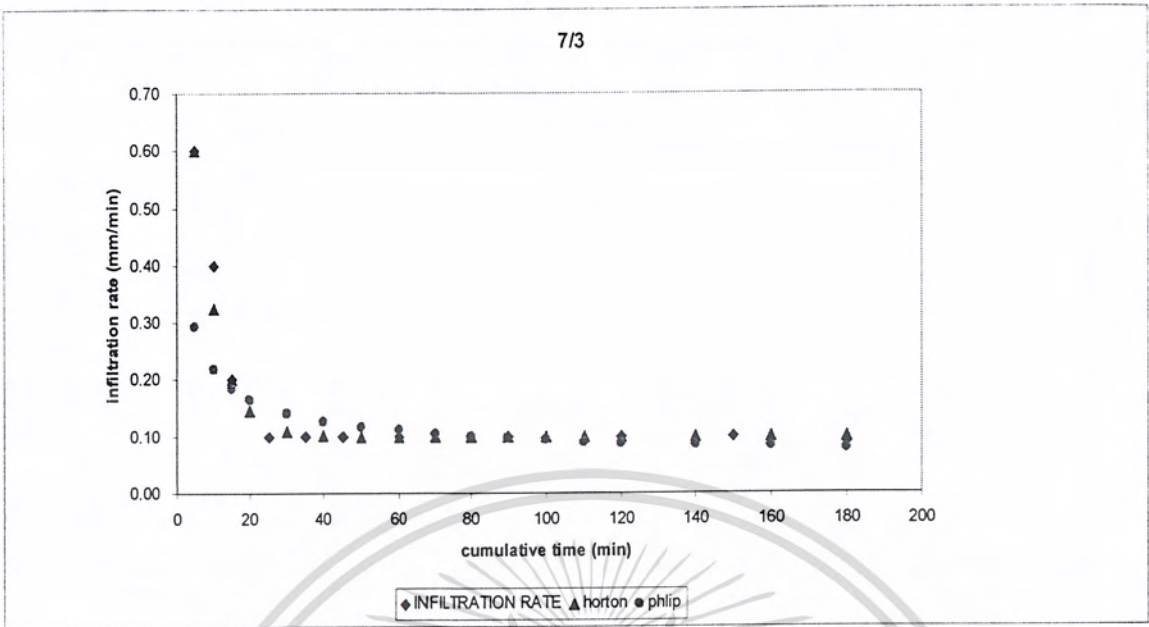


กราฟที่ 6.4 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 7/1

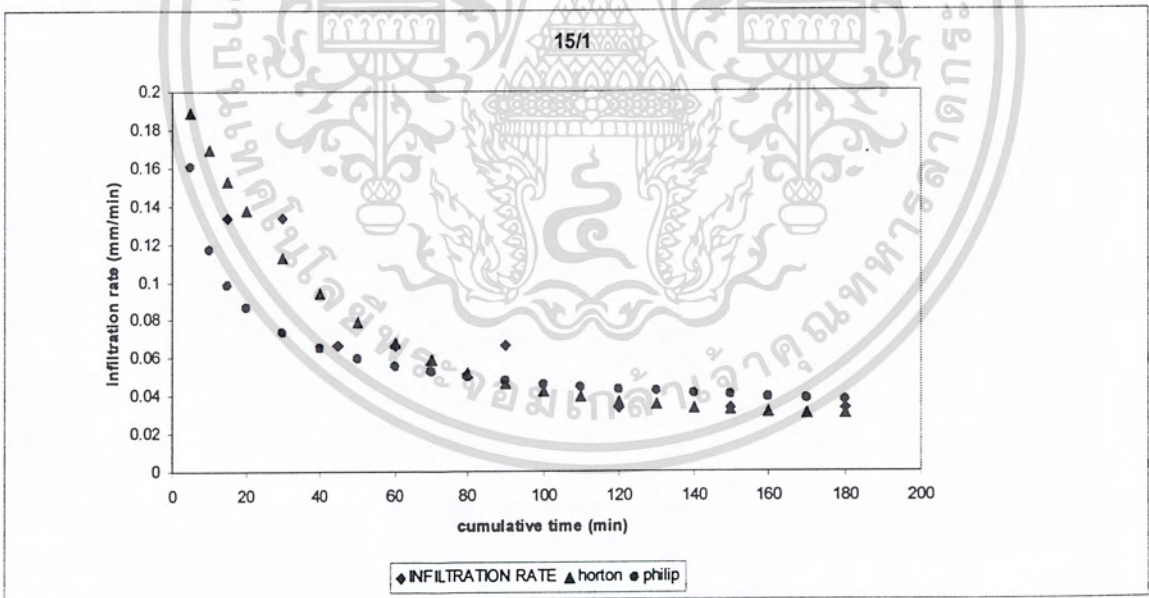


กราฟที่ 6.5 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 7/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

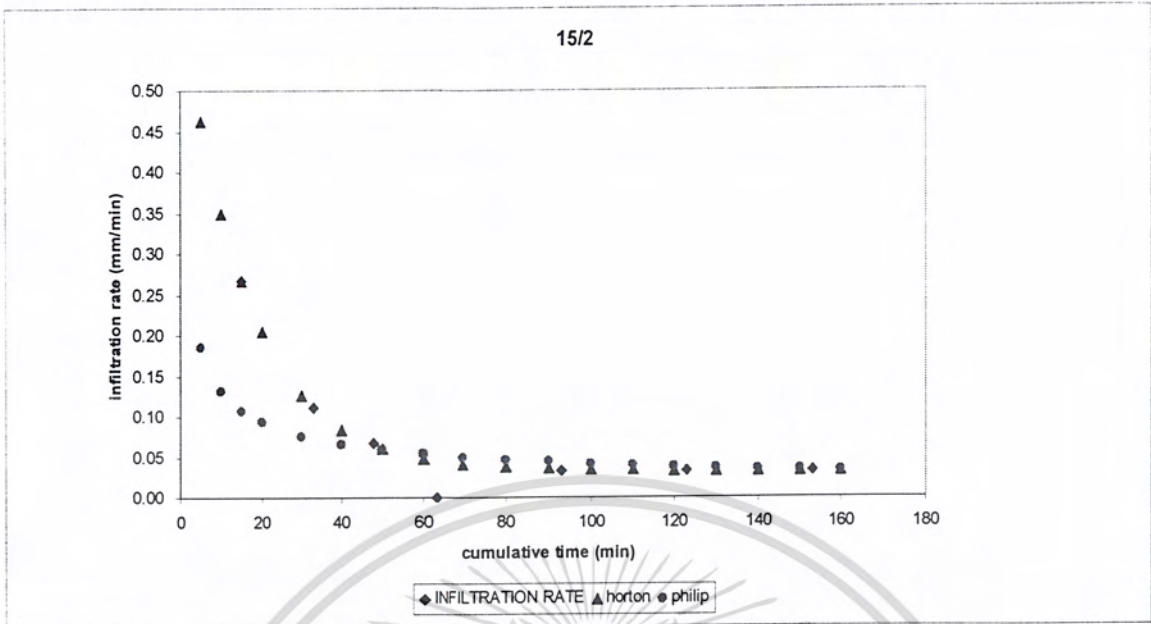


กราฟที่ 6.6 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 7/3

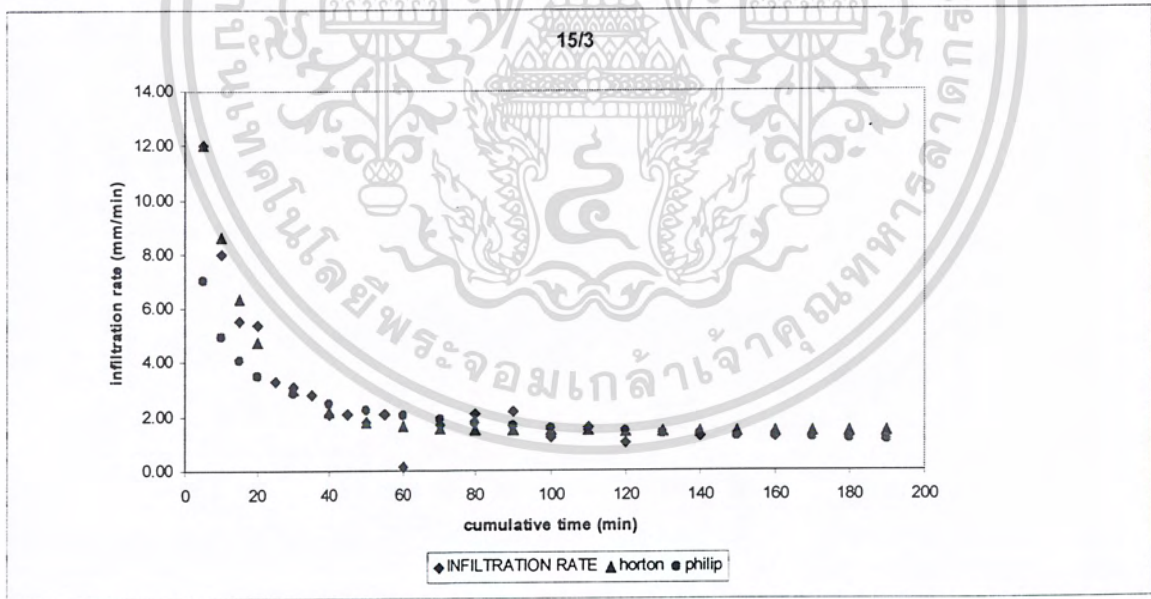


กราฟที่ 6.7 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 15/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

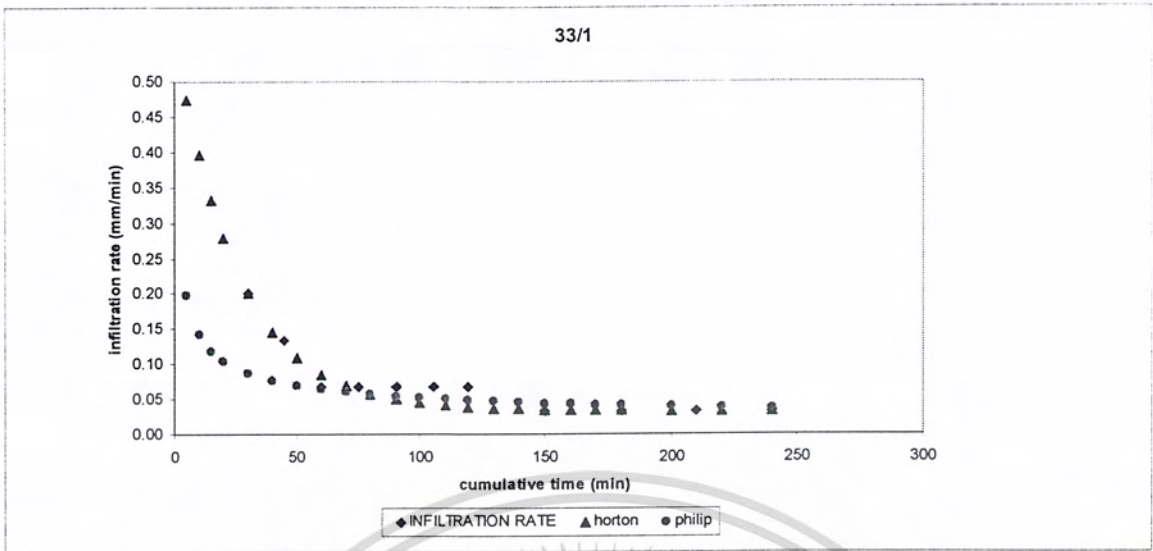


กราฟที่ 6.8 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 15/2

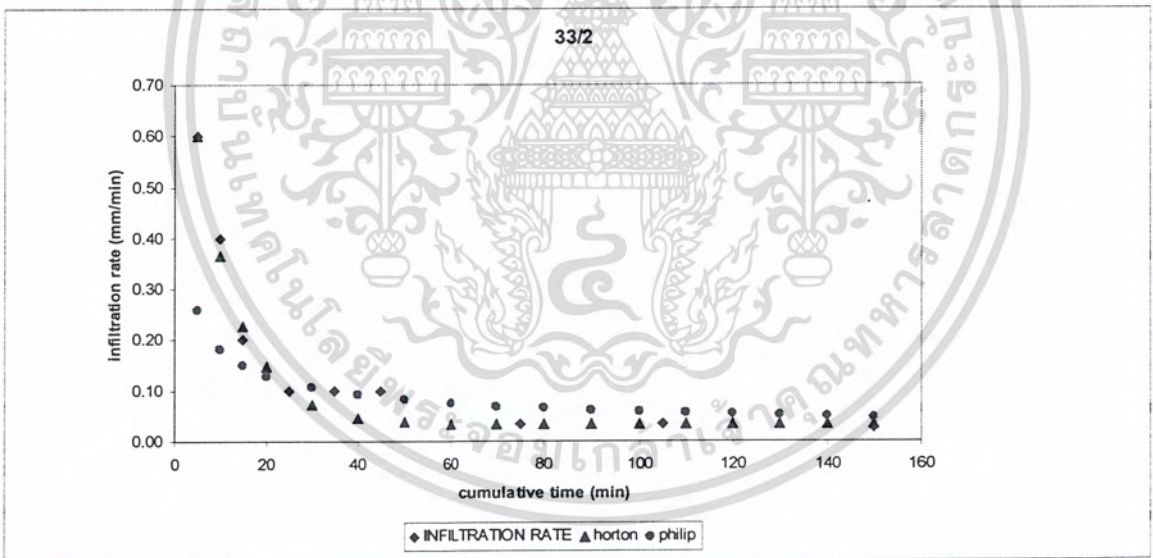


กราฟที่ 6.9 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 15/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

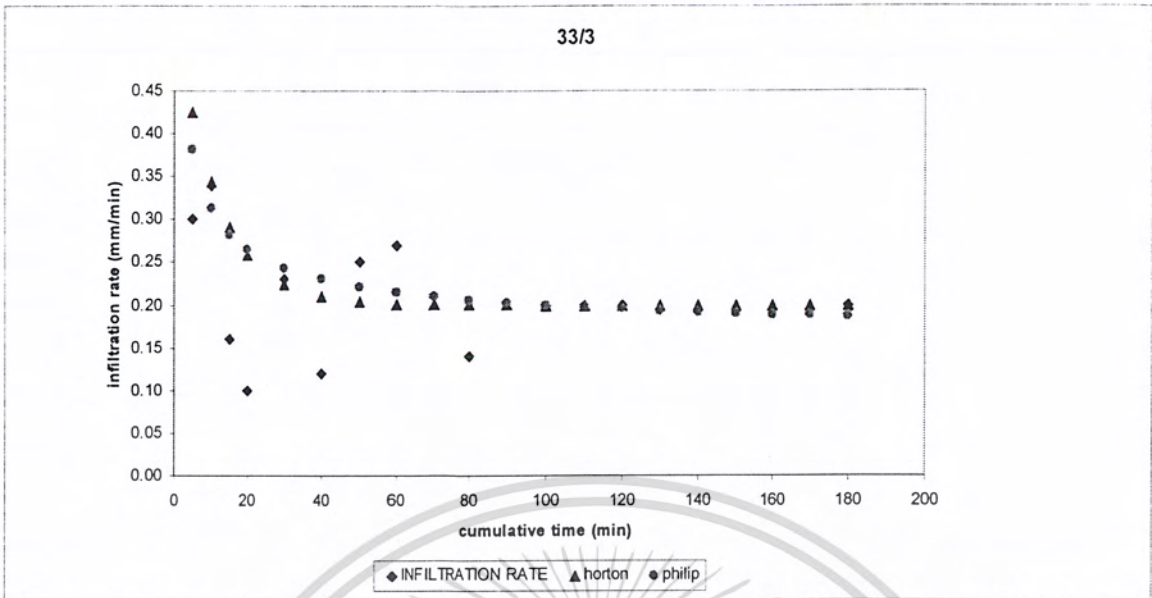


กราฟที่ 6.10 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 33/1

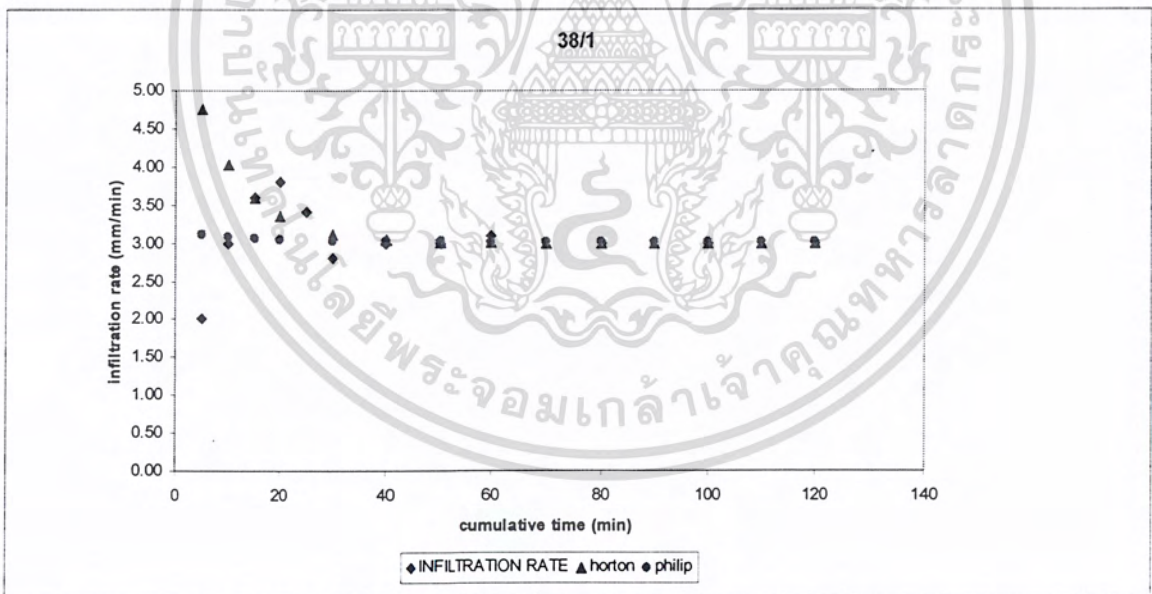


กราฟที่ 6.11 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 33/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

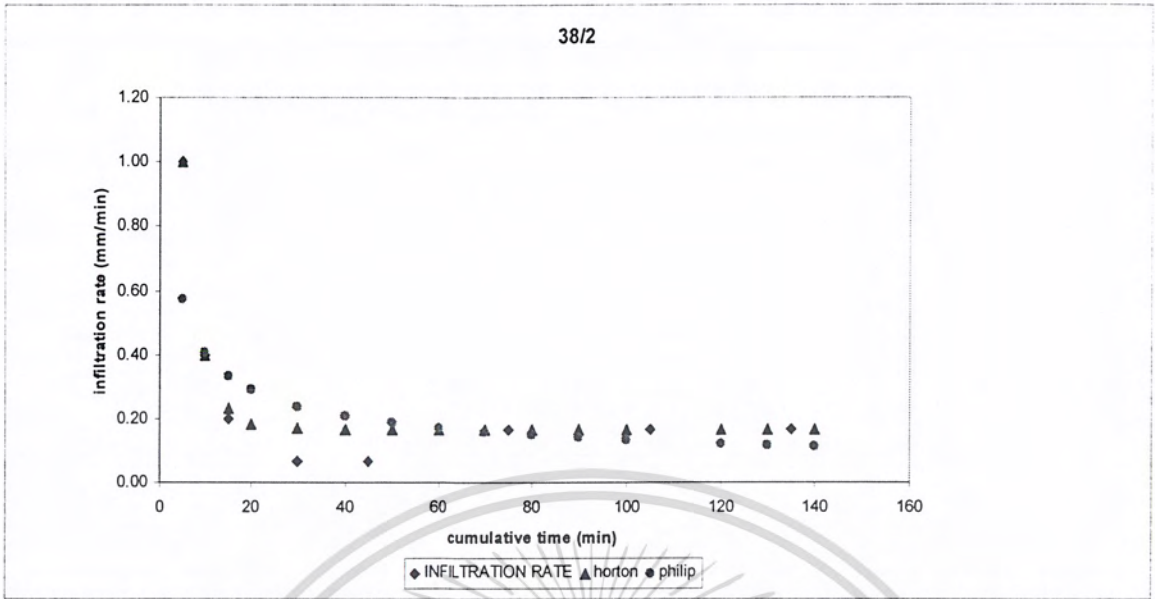


กราฟที่ 6.12 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 33/3

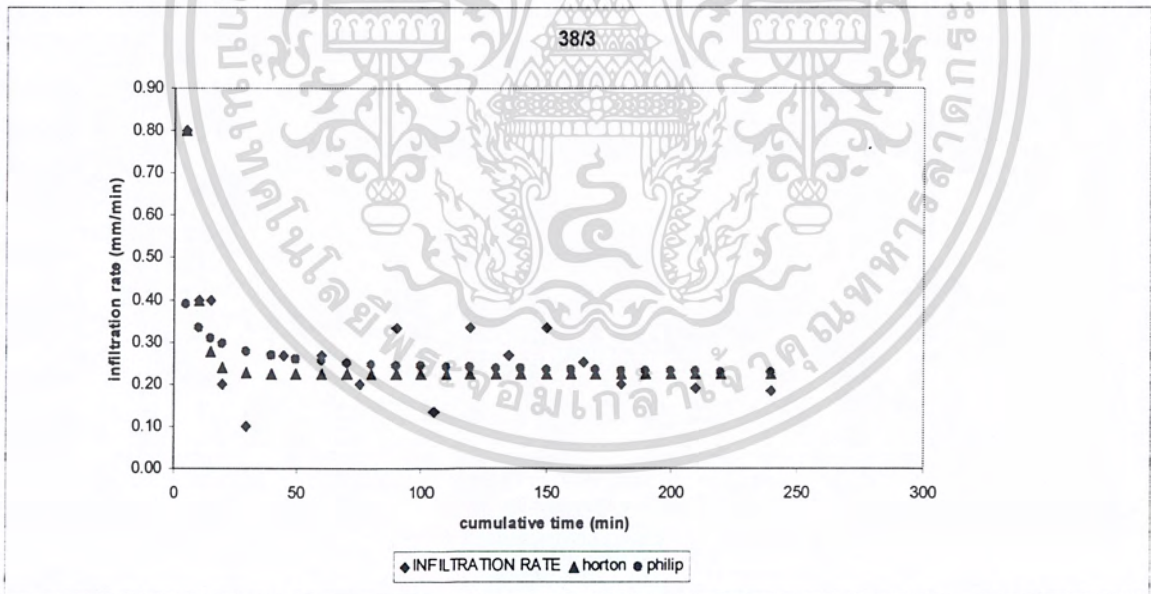


กราฟที่ 6.13 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 38/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

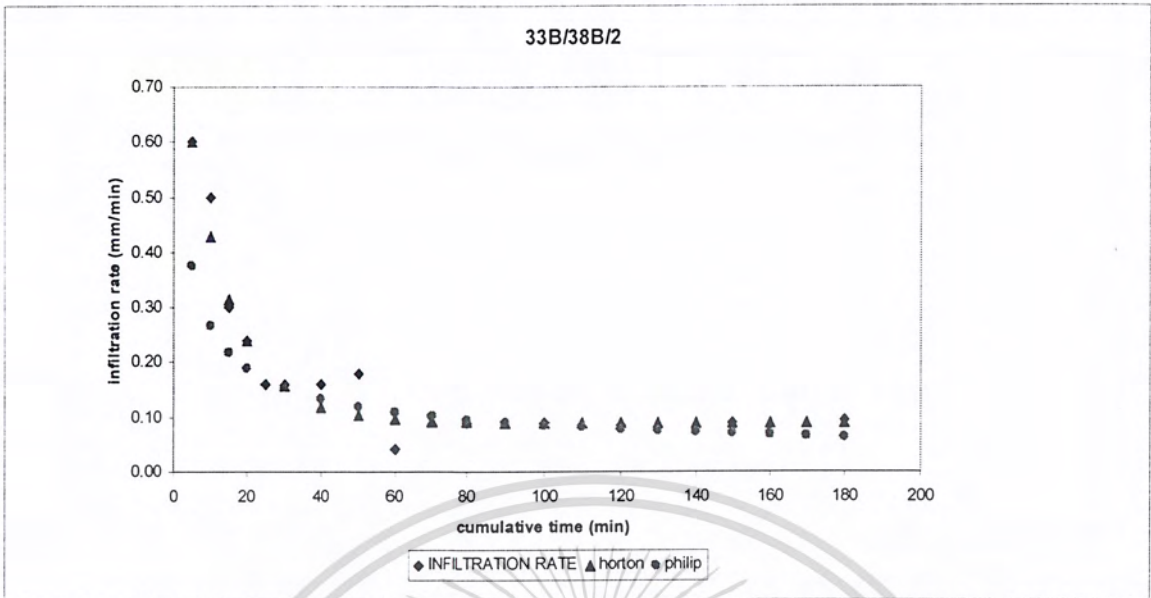


กราฟที่ 6.14 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 38/2

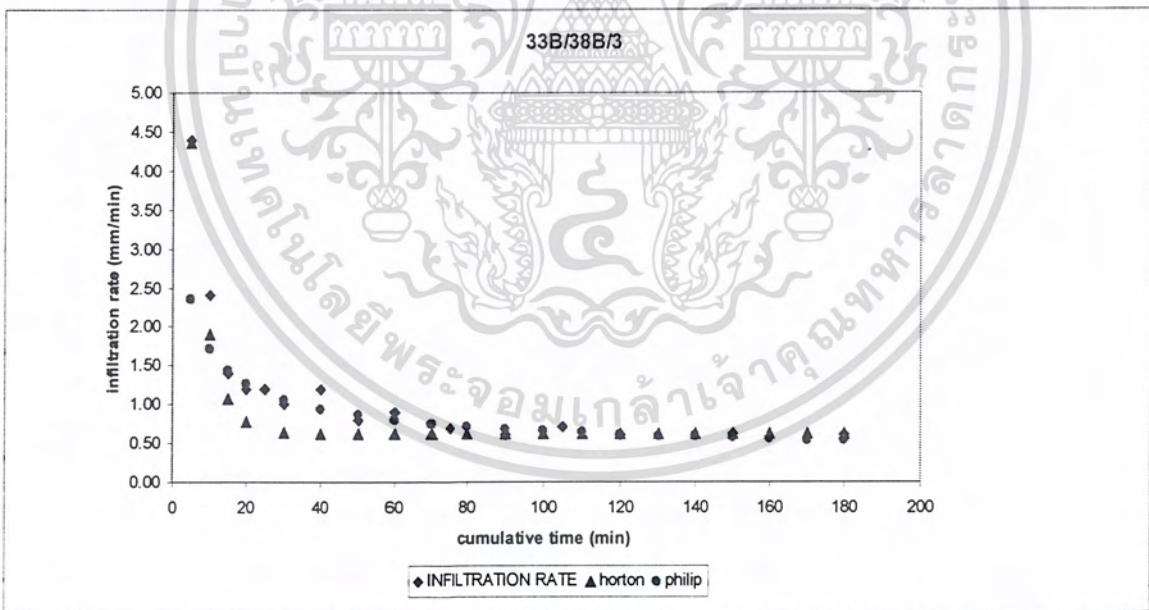


กราฟที่ 6.15 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 38/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 6.16 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 33B/38B/2



กราฟที่ 6.17 แสดงการหาค่าอัตราการดูดซึมจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 33B/38B/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.2 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองของกราฟเส้นจำเพาะ

### 6.2.1 วิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรม Solver ใน Microsoft Excel ในการคำนวณหาค่าตัวแปรที่ต้องการในสมการ Brooks and Corey และ Van Genuchten ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 โดยกำหนดให้หาค่าผลต่างระหว่างค่าที่วัดได้และค่าที่คำนวณได้จากสมการ Brooks and Corey และ Van Genuchten ที่มีค่าน้อยที่สุดดังแสดงได้ในตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 6.2 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ ทฤษฎีของ Brooks and Corey และ Van Genuchten ของตัวอย่างดินที่ 4/1

1	2	3	4	1	2	3	4
a	0.1	b	0.518327	a =	3.4579587	b =	1.7763329
ความดัน (bar)	water content (%)	water content (%) by brooks	ABS(Err)	ความดัน (bar)	water content (%)	water content (%) by van	ABS(Err)
0.1	41.355	40.000	1.355	0.1	41.355	38.641	2.714
0.3	33.193	30.140	3.053	0.3	33.193	33.823	0.630
1	26.203	24.174	2.029	1	26.203	25.570	0.633
5	19.767	20.279	0.512	5	19.767	19.767	0.000
10	17.851	19.376	1.525	10	17.851	18.739	0.888
14	17.289	19.042	1.753	14	17.289	18.406	1.117
		sum	10.227			sum	5.982

โดยที่  $a = \Psi_b$  ,  $b = \lambda$  จะได้สมการคือ

$$\Theta = (\Psi_b / \Psi)^2$$

$$\Psi_b = 0.1$$

$$\lambda = 0.518327$$

โดยที่  $a = \alpha$  ,  $b = N$  และ  $M = 1 - (1/N)$  จะได้สมการคือ

$$\Theta = ( 1 / (1 + (\alpha \Psi)^N ) )^M$$

$$\alpha = 3.4579587$$

$$N = 1.7763329$$

$$M = 0.437042$$

หมายเหตุ

- ช่องที่ 1 แทนค่าความดันที่ใช้ในการทำการทดลอง
- ช่องที่ 2 แทนค่าปริมาณความชื้นที่ได้จากการทดสอบในพื้นที่ที่ทำการศึกษา
- ช่องที่ 3 แทนค่าปริมาณความชื้นที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey หรือ Van Genuchten
- ช่องที่ 4 แทนค่าสัมบูรณ์ของผลต่างช่องที่ 2 และช่องที่ 3

กำหนดให้เป้าหมายที่ต้องการหาค่าคือ ผลรวมค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างอัตราการดูดซึมน้ำที่ได้จากการทดสอบในพื้นที่ที่ทำการศึกษาและค่าอัตราการดูดซึมน้ำที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey หรือ Van Genuchten มีค่าน้อยที่สุด โดยกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร a และ b เพื่อให้มีความสอดคล้องกับผลรวมค่าสัมบูรณ์ของผลต่างที่มีค่าน้อยที่สุด

โดยเราจะใช้วิธีดังกล่าวกับดินทุกชนิดที่ได้ทำการศึกษาโดยผลการวิเคราะห์ของแต่ละตัวอย่างจะได้กล่าวถึงต่อไป

### 6.2.2 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดสอบมีทั้งหมด 18 ผลการทดลองที่ความลึก 40 เซนติเมตร โดยนำมาเปรียบเทียบข้อมูลกับข้อมูลอื่น ณ ค่าความดันต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการหาค่าเฉลี่ย ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

#### 1) Brooks and Corey Model ( $\Theta = (\Psi_b / \Psi)^n$ )

ตัวแปร	4/1	4/2	4/3	7/1	7/2	7/3	15/1	15/2	15/3
$\theta_{wr} =$	17.289	18.628	9.376	22.78	20.092	14.622	16.328	22.76	15.224
$\Psi_b =$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.050775	0.06538	0.1	0.093437
$\lambda =$	0.518327	0.508423	0.518327	0.518327	0.518329	0.51909	0.640674	0.551513	0.517324

ตัวแปร	33/1	33/2	33/3	38/1	38/2	38/3	33B-38B-1	33B-38B-2	33B-38B-3
$\theta_{wr} =$	12.309	16.428	17.822	17.837	21.316	20.365	12.939	17.791	8.622
$\Psi_b =$	0.038806	0.071336	0.1	0.062333	0.098398	0.1	0.026496	0.1	0.073836
$\lambda =$	0.509041	0.520303	0.464338	0.509203	0.522551	0.440979	0.510583	0.518327	0.518816

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรจากจำนวนตัว อย่างทั้งหมดของแบบจำลอง Brooks and Corey มีค่า ดังนี้

$$\begin{aligned}\theta_{wr} &= 16.8071 \\ \Psi_b &= 0.0823 \\ \lambda &= 0.5180\end{aligned}$$

โดยมีค่าของความเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยจากผลการทดลองทั้งหมดที่ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\theta_{wr} &= 3.990022 \\ \Psi_b &= 0.023663 \\ \lambda &= 0.037503\end{aligned}$$

2) Van Genuchten Model ( $\Theta = (1 / (1 + (\alpha\Psi)^N))^M$ )

ตัวแปร	4/1	4/2	4/3	7/1	7/2	7/3	15/1	15/2	15/3
$\theta_{wr}$	17.289	18.628	9.376	22.780	20.092	14.622	16.328	22.760	15.224
$\alpha$	3.458	3.191	0.639	3.457	1.510	4.360	9.377	4.291	1.140
N	1.776	2.206	3.752	1.771	2.062	1.909	1.743	1.851	2.990
M	0.437	0.547	0.733	0.435	0.515	0.476	0.426	0.460	0.666

ตัวแปร	33/1	33/2	33/3	38/1	38/2	38/3	33B-38B-1	33B-38B-2	33B-38B-3
$\theta_{wr}$	12.309	16.428	17.822	17.837	21.316	20.365	12.939	17.791	8.622
$\alpha$	3.458	3.493	0.890	4.209	2.692	0.885	5.675	0.336	1.498
N	1.776	1.844	2.269	1.805	2.218	2.268	1.814	6.573	2.162
M	0.437	0.458	0.559	0.446	0.549	0.559	0.449	0.848	0.537

โดยค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรจากจำนวนตัว อย่างทั้งหมดของแบบจำลอง Van Genuchten มีค่า ดังนี้

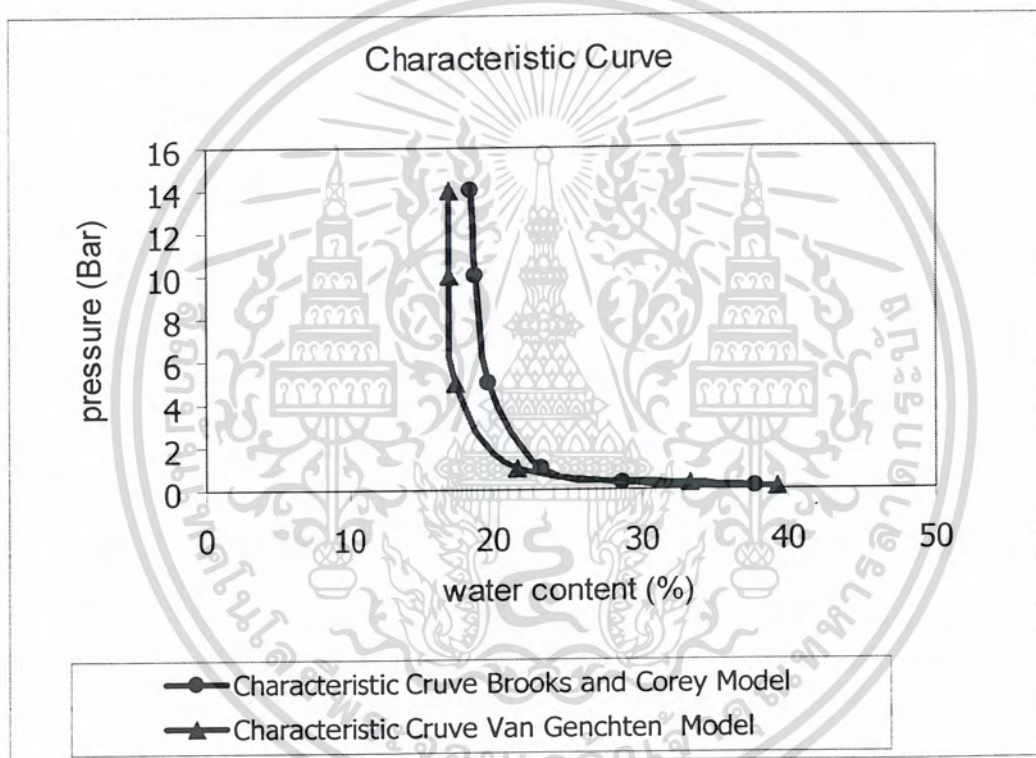
$$\begin{aligned}\theta_{wr} &= 16.8071 \\ \alpha &= 3.1423 \\ N &= 2.3412 \\ M &= 0.5219\end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีค่าของความเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยจากผลการทดลองทั้งหมดที่ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \theta_{wr} &= 4.086645 \\ \alpha &= 2.162936 \\ N &= 1.153351 \\ M &= 0.110513 \end{aligned}$$

โดยสามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและความดันซึ่งเกิดจากการหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่ทั้งหมดโดยใช้สมการของ Brooks and Corey และ Van Genuchten ซึ่งมีค่าดังนี้

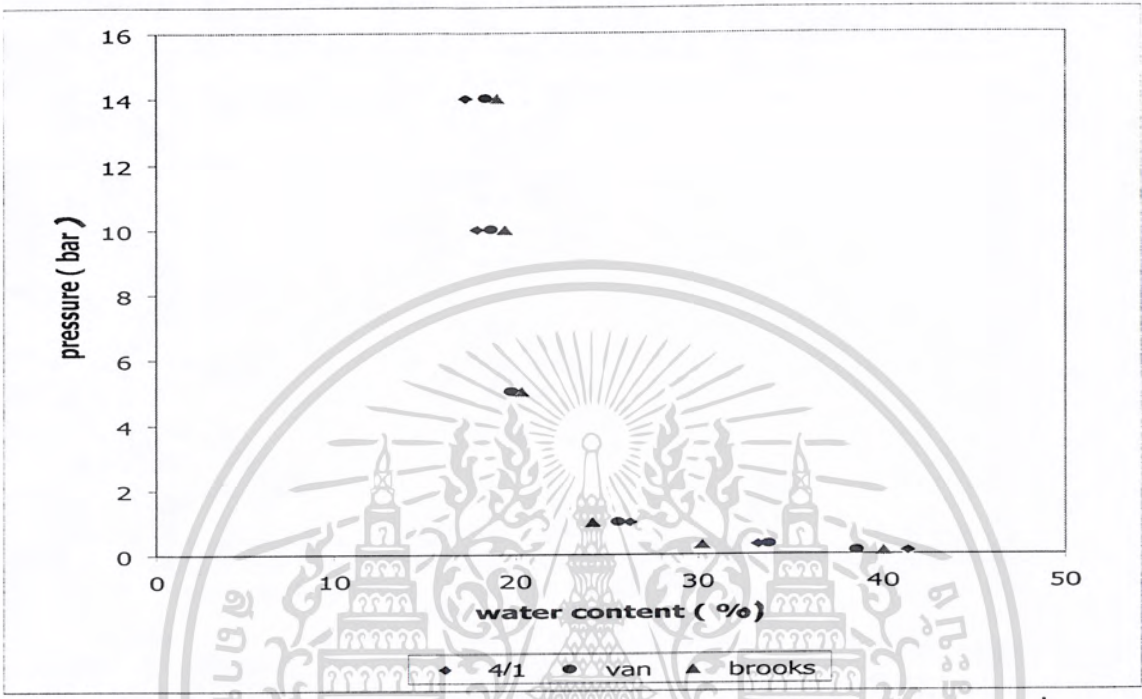


กราฟที่ 6.18 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากการหาค่าเฉลี่ยจากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ Van Genuchten

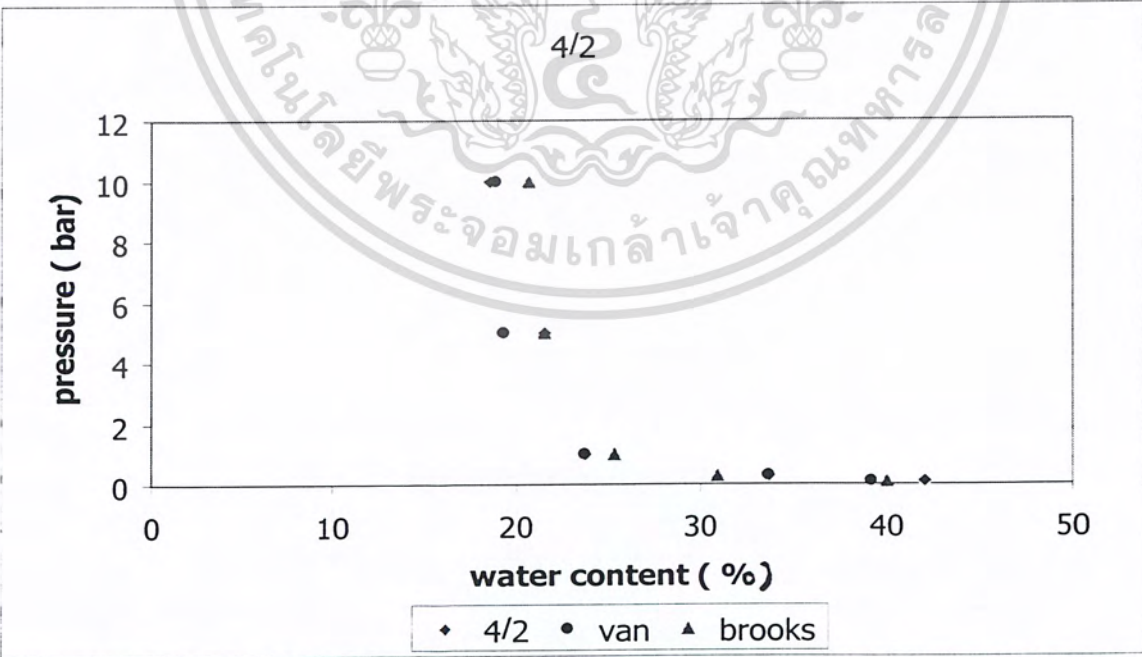
จากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อค่าความดัน ( $\Psi$ ) มีการเปลี่ยนแปลงจนถึงค่าหนึ่งจะทำให้ปริมาณความชื้น ( $\theta_w$ ) มีค่าลดลงจนถึงปริมาณความชื้นค่าหนึ่งซึ่งเมื่อทำการเพิ่มความดันสูงขึ้นปริมาณความชื้นจะไม่สามารถลดลงได้อีก ( $\theta_{wr}$ ) โดยค่าของดรชนีการกระจายขนาดของช่องว่าง ( $\lambda$ ) ที่ได้เคยแสดงว่าดินเป็นชนิดดินเหนียวหรือดินร่วนปนทรายซึ่งตรงกับชนิดของหน่วยแผนที่แตกต่างกันที่ได้ทำการสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่กราฟแสดง Characteristic Curve ที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ พร้อมด้วยกราฟที่ได้โดยการแทนค่าตัวแปรจากสมการของ Brooks and Corey และ Van Genuchten สำหรับตัวอย่างดินที่ได้ทำการสำรวจมีค่าดังนี้

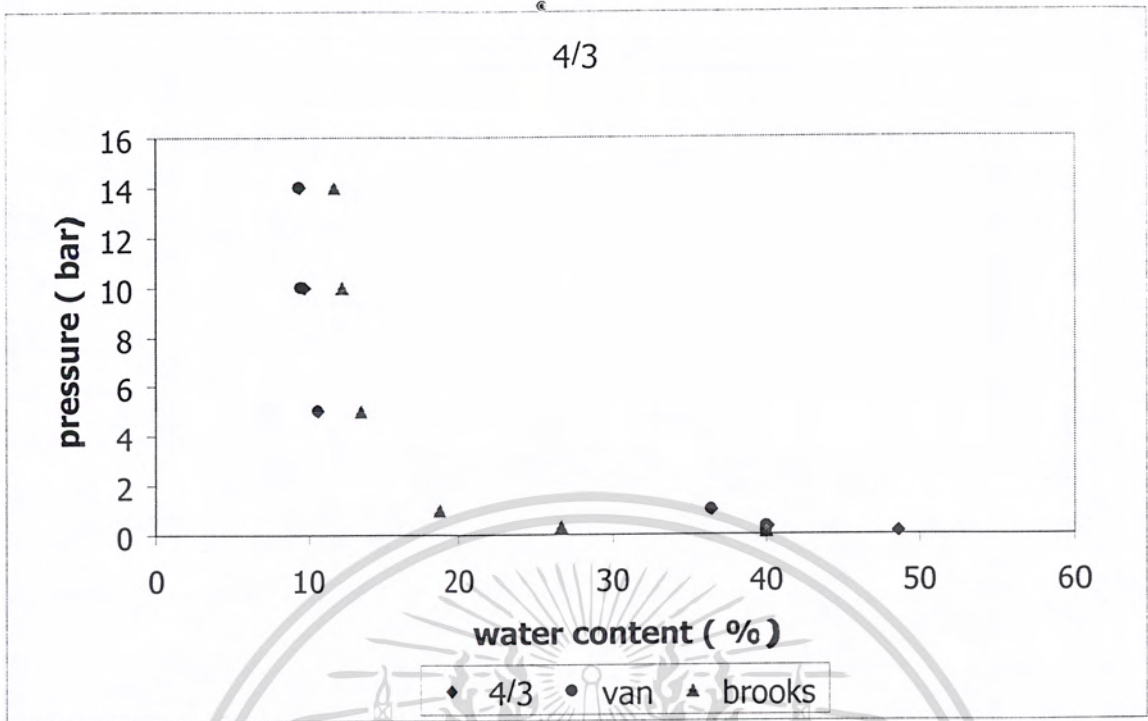


กราฟที่ 6.19 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 4/1

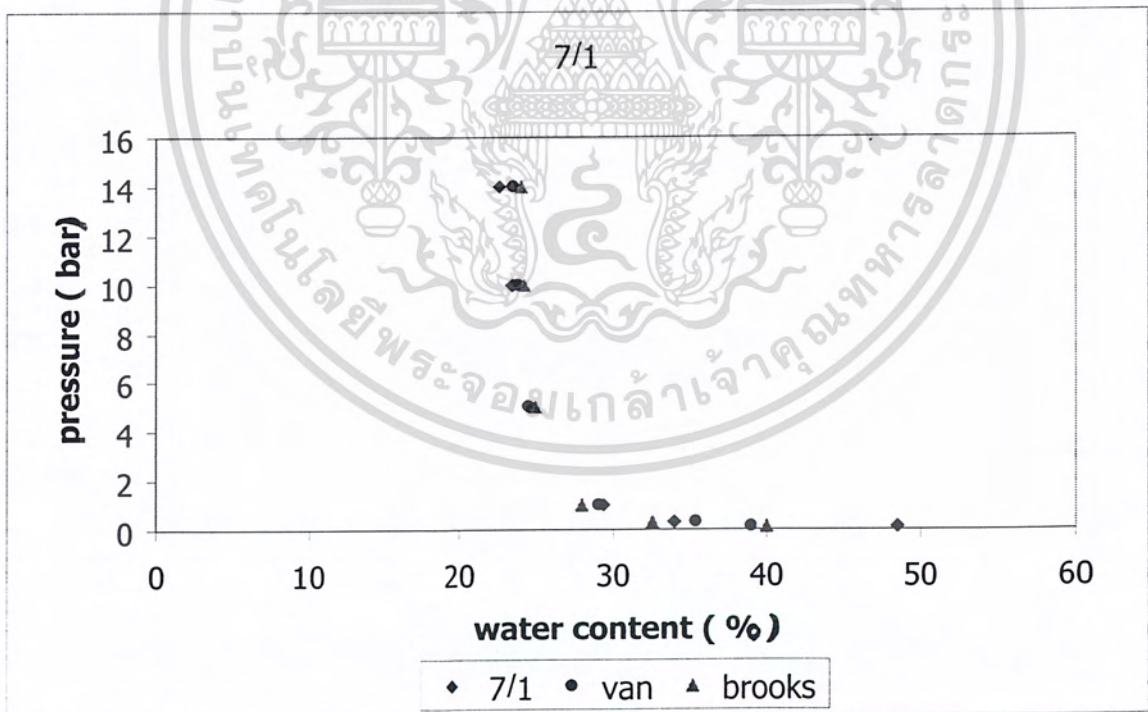


กราฟที่ 6.20 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 4/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

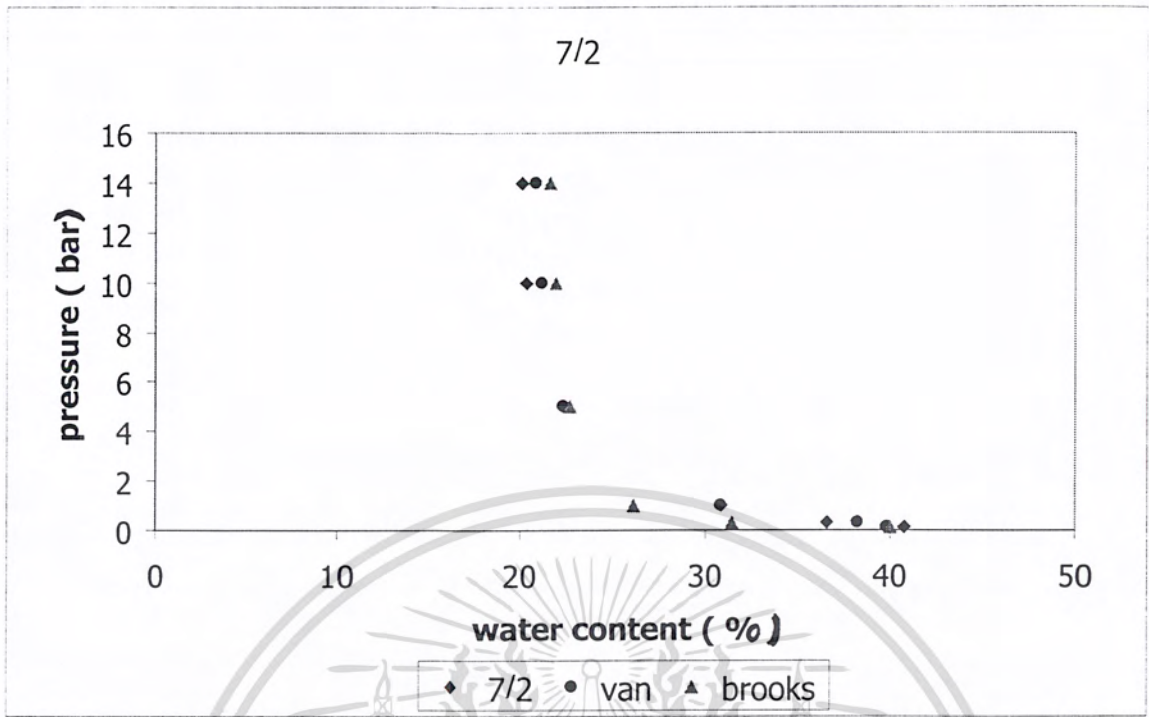


กราฟที่ 6.21 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 4/3

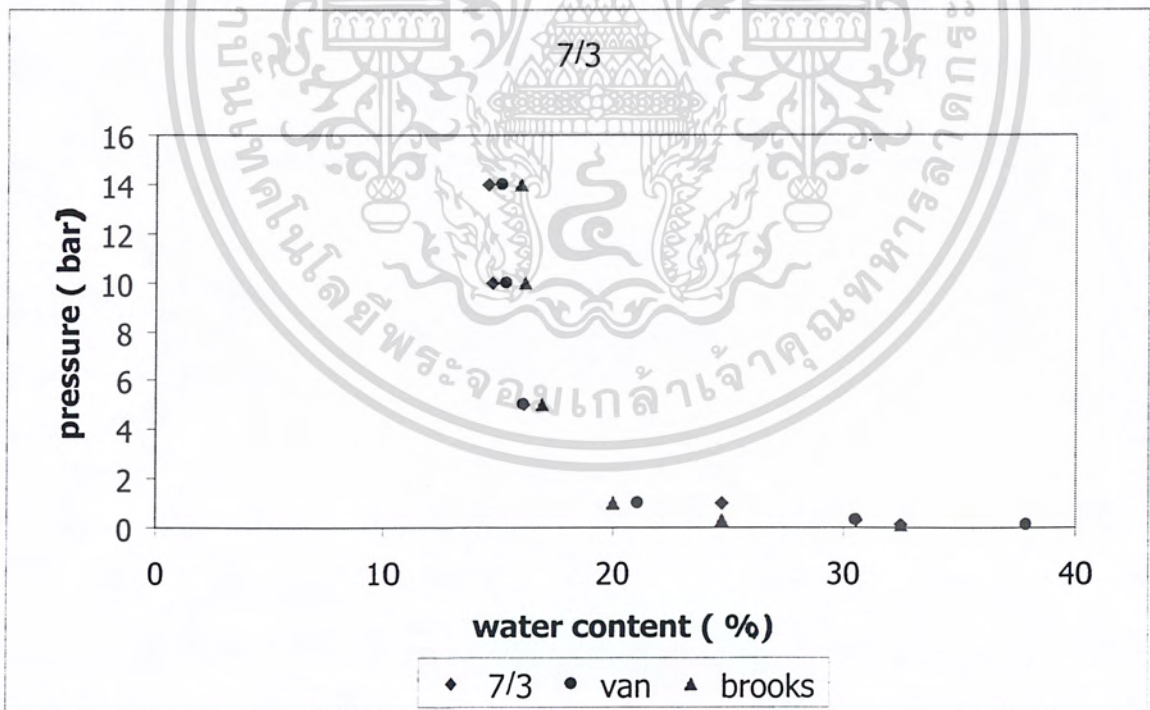


กราฟที่ 6.22 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 7/1

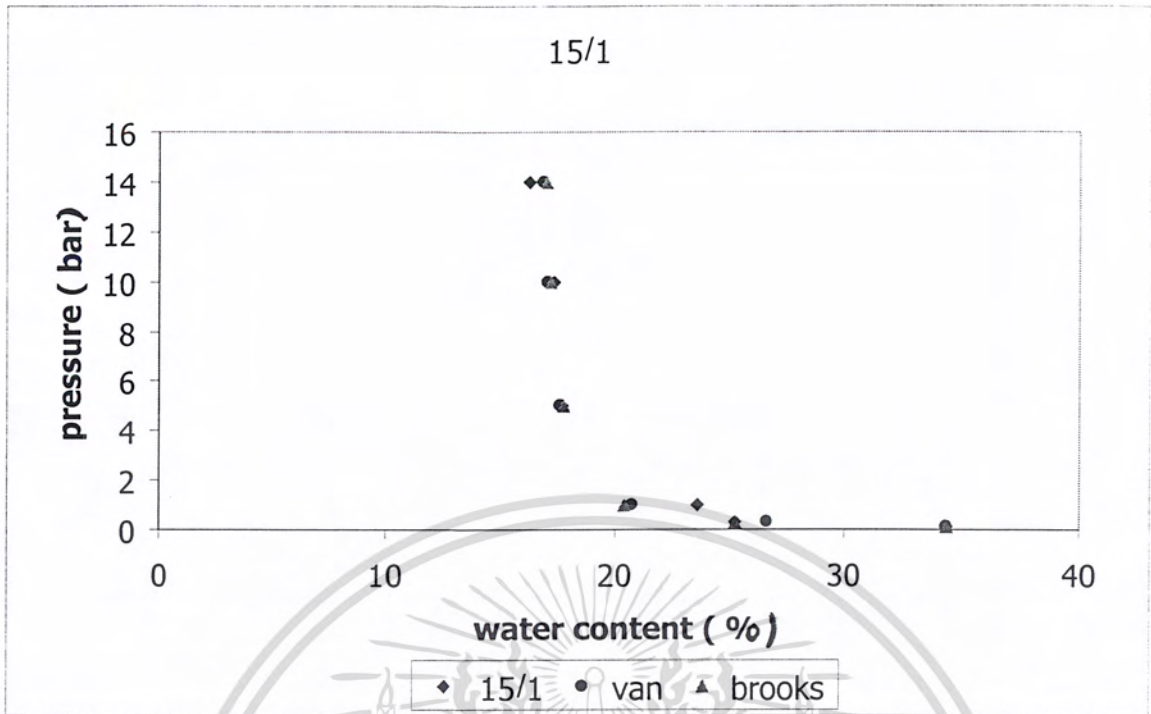
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



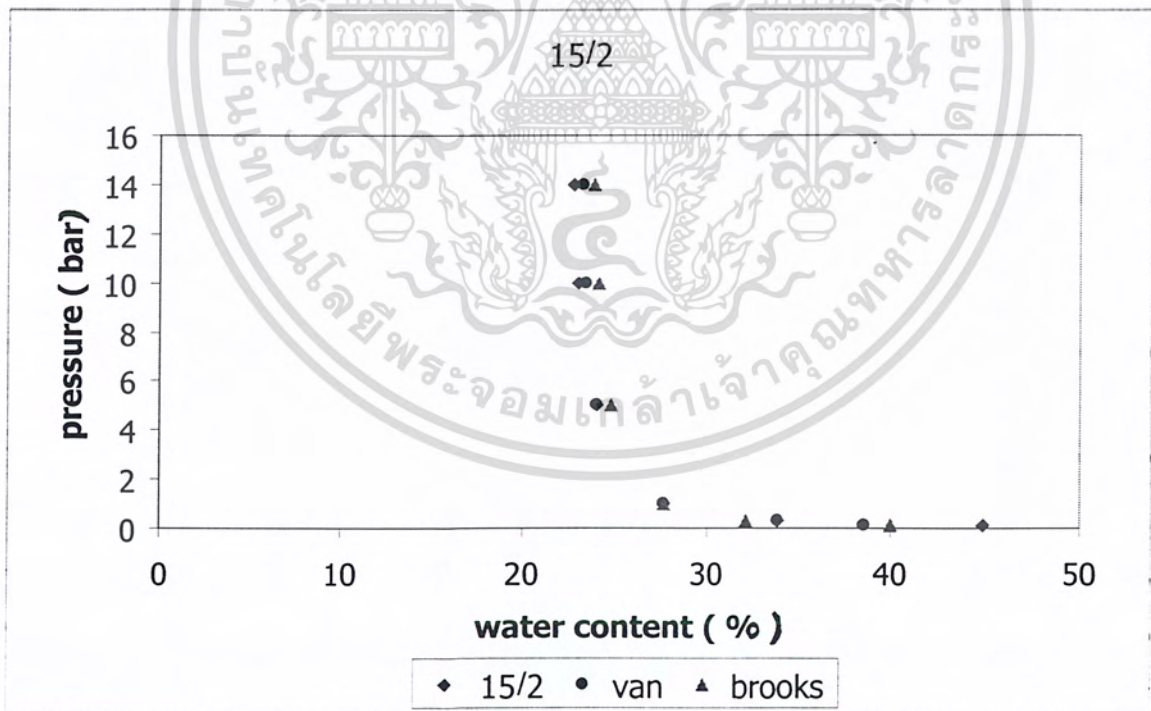
กราฟที่ 6.23 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 7/2



กราฟที่ 6.24 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 7/3

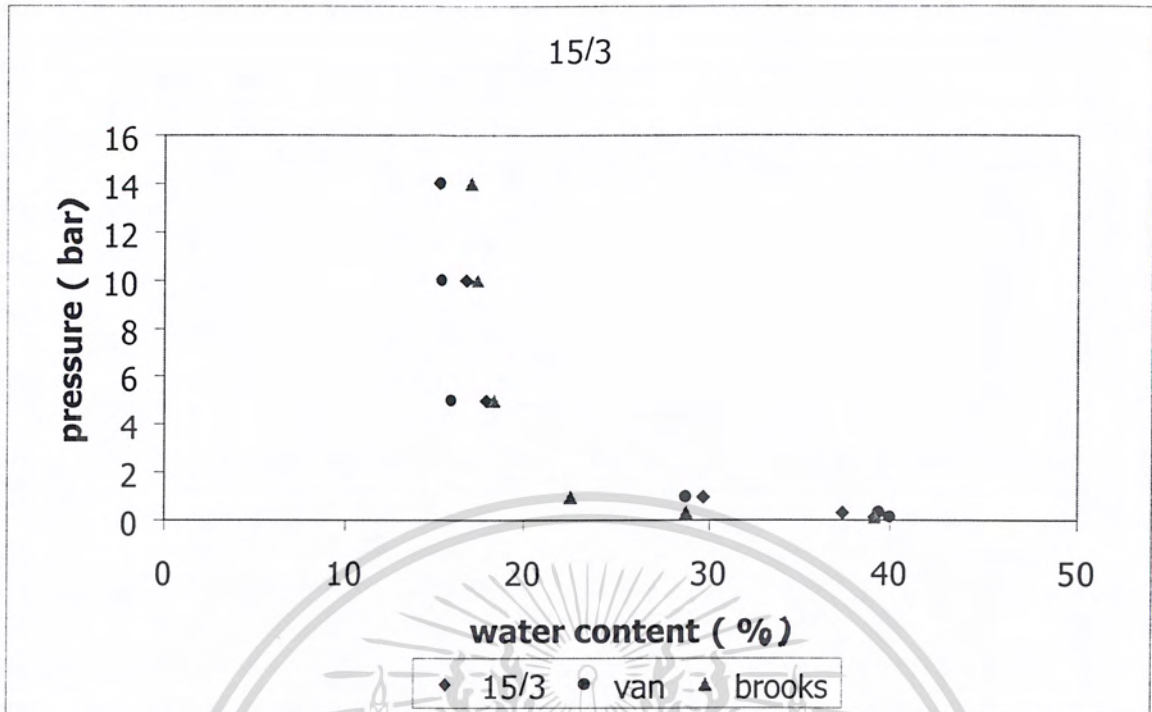


กราฟที่ 6.25 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 15/1

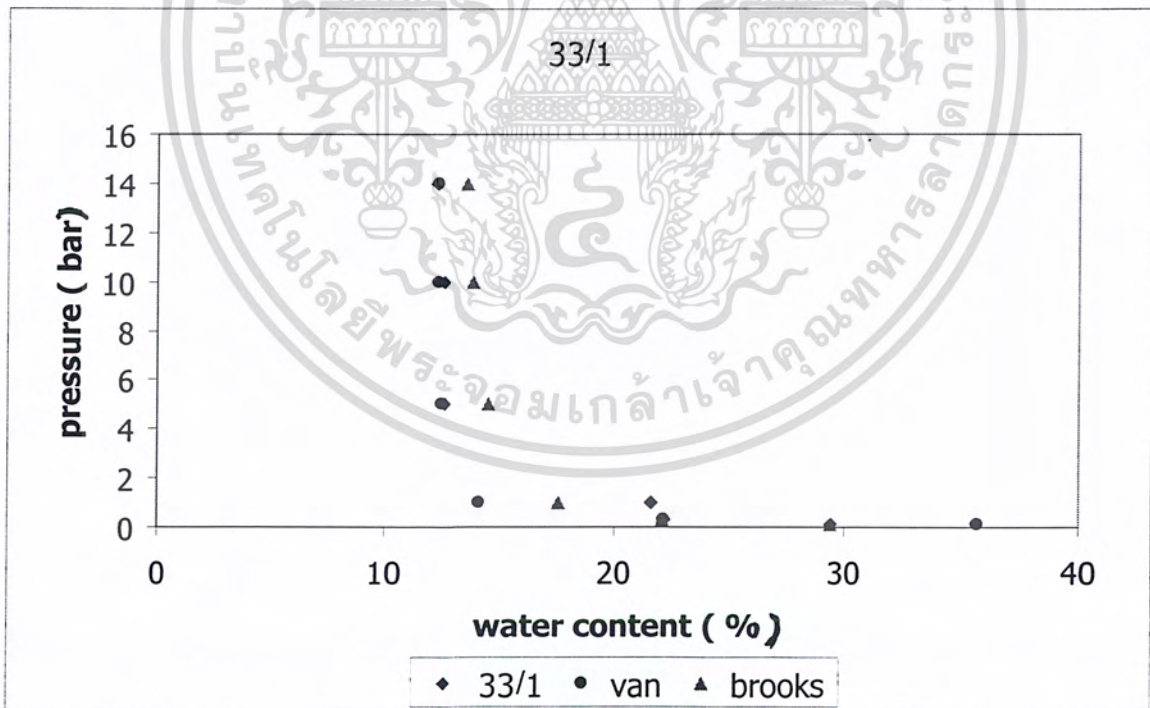


กราฟที่ 6.26 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 15/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

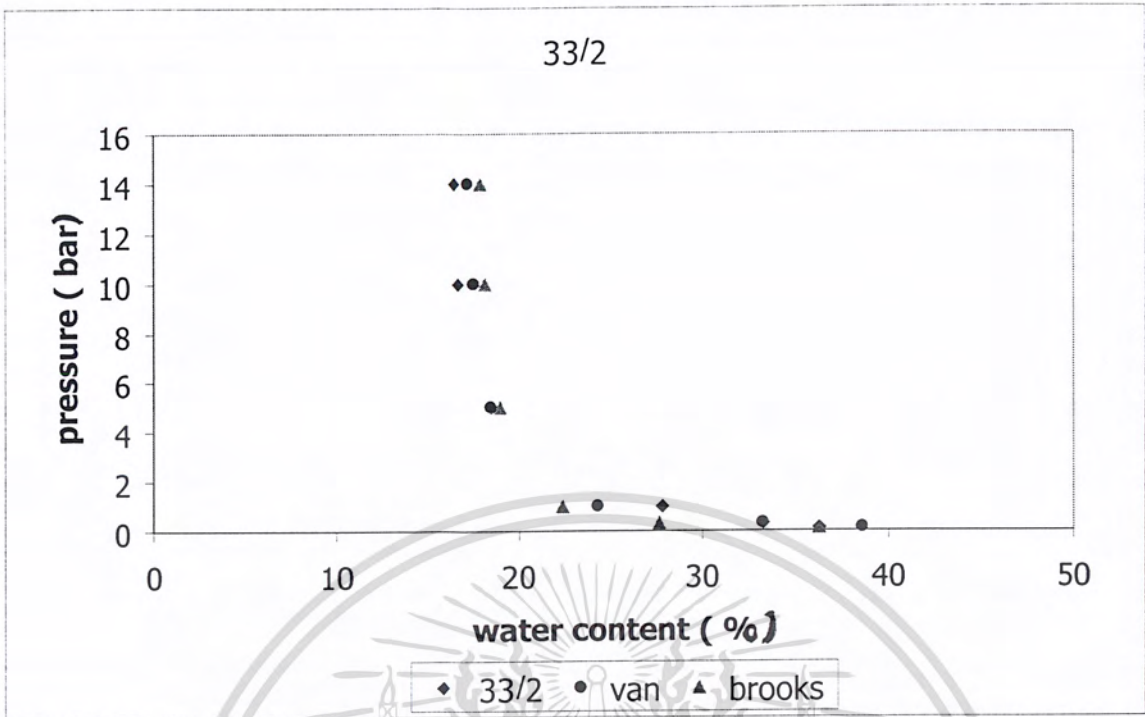


กราฟที่ 6.27 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 15/3

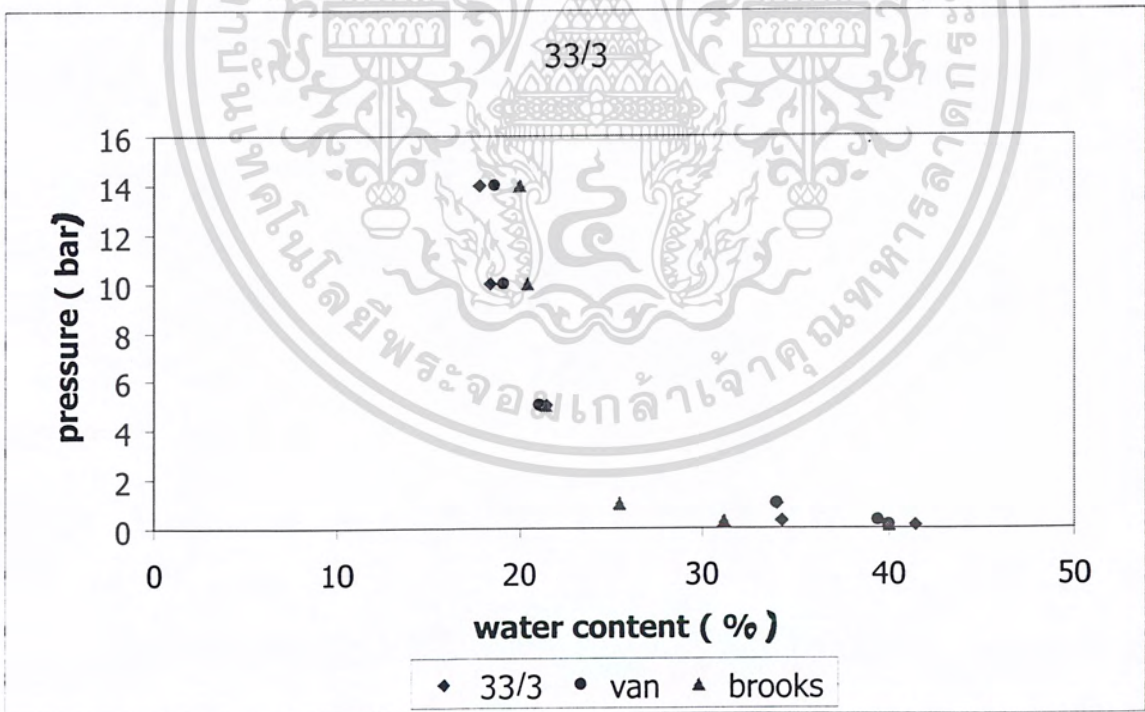


กราฟที่ 6.28 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 33/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

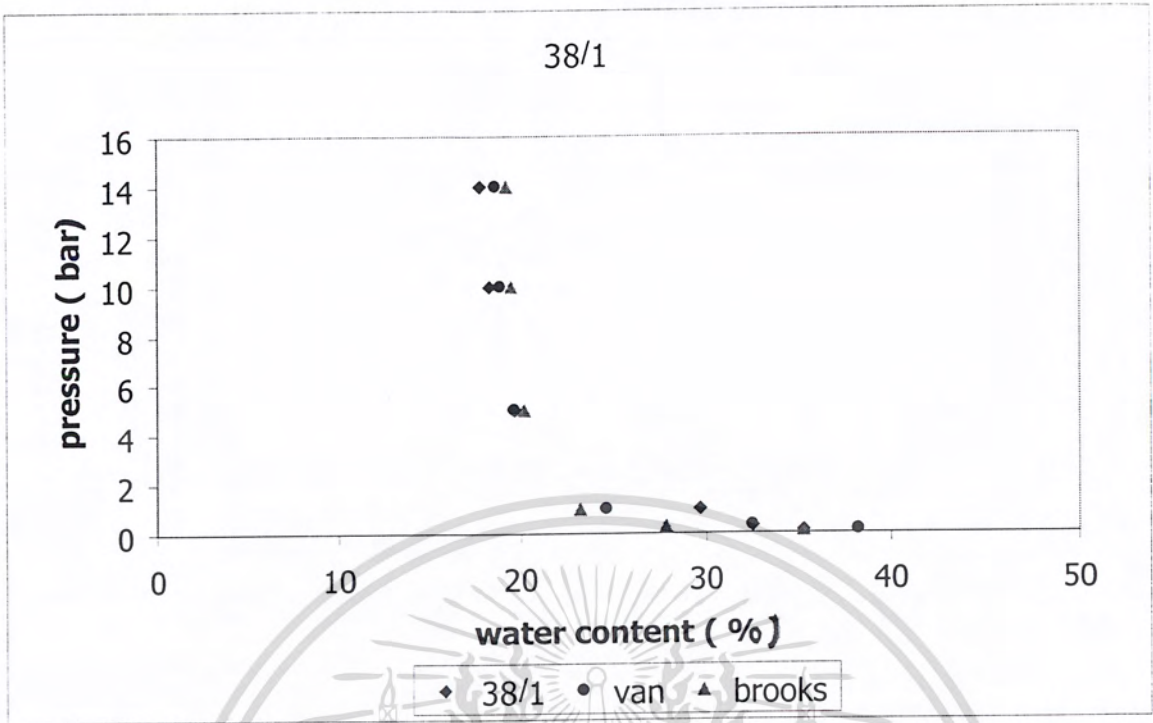


กราฟที่ 6.29 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 33/2

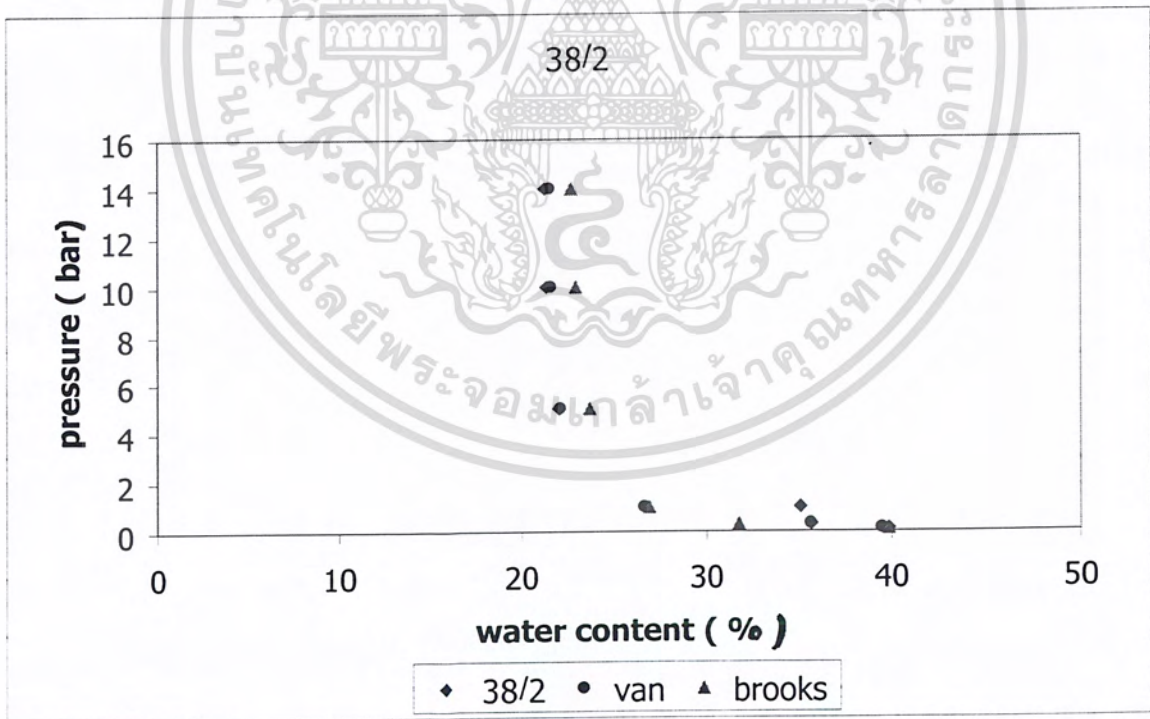


กราฟที่ 6.30 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 33/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

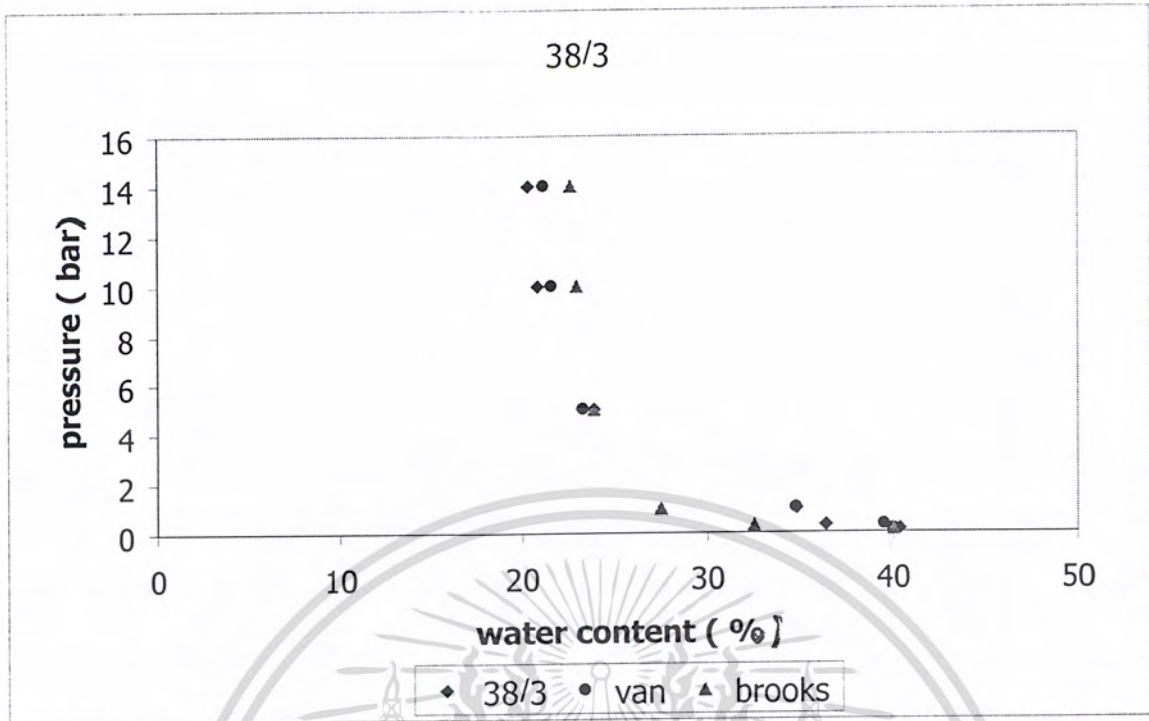


กราฟที่ 6.31 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 38/1

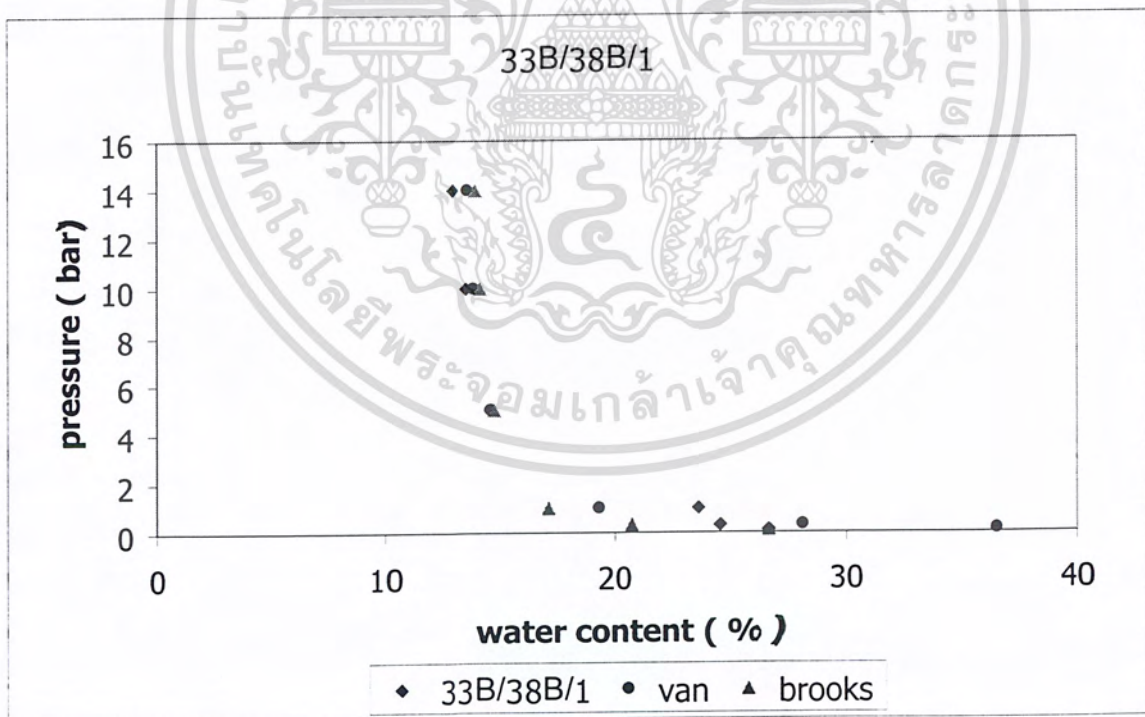


กราฟที่ 6.32 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 38/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

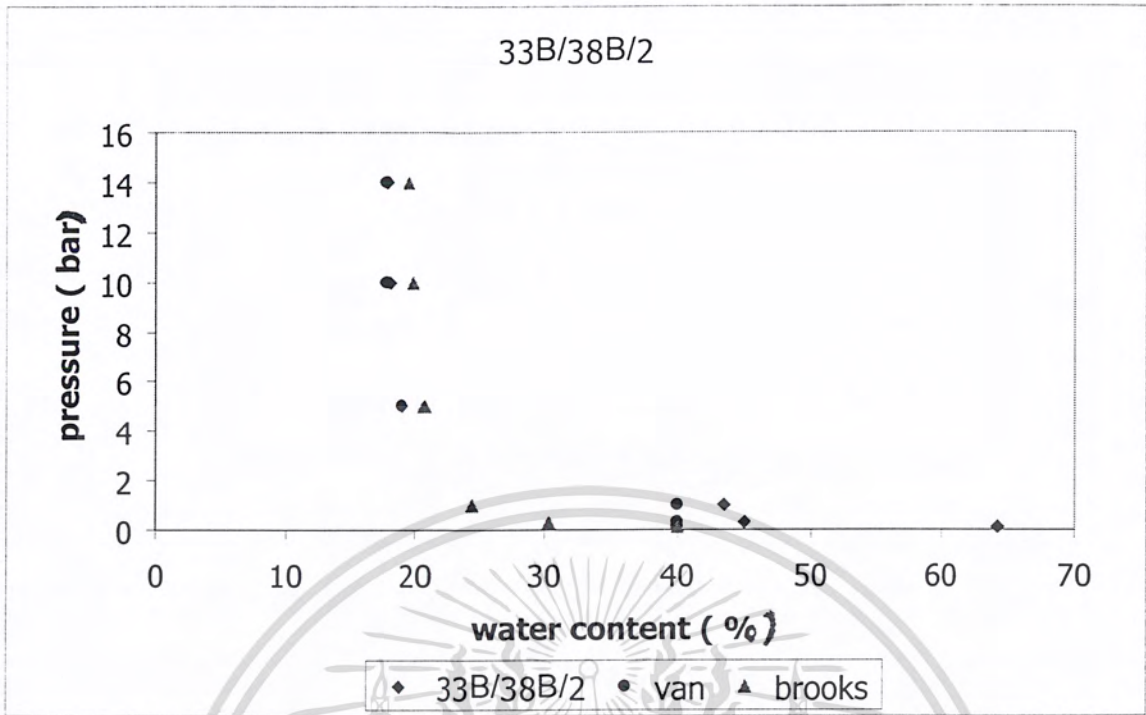


กราฟที่ 6.33 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 38/3

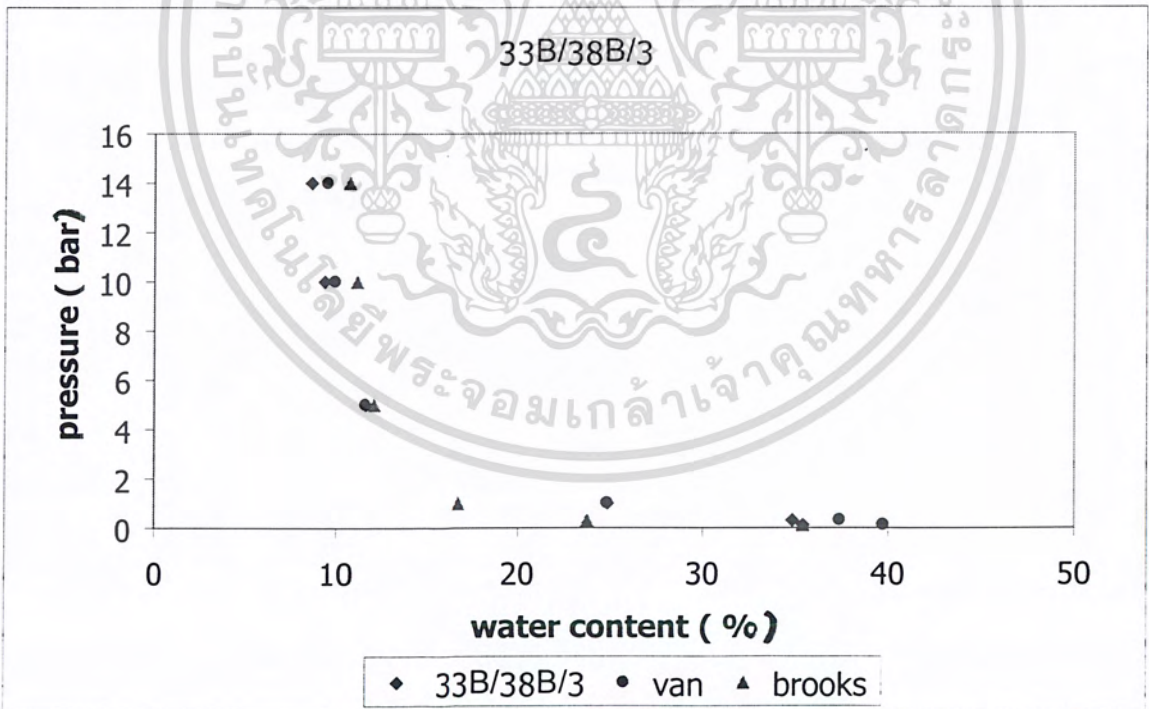


กราฟที่ 6.34 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 33B/38B/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 6.35 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 33B/38B/2



กราฟที่ 6.36 แสดง Characteristic Curve ที่เกิดจากผลทดลองเทียบกับทฤษฎีตัวอย่างที่ 33B/38B/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 6.3 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำฝน

#### 6.3.1 หลักการการวิเคราะห์ผลการทดลอง

##### 6.3.1.1) ปริมาณน้ำฝน

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ซึ่งทำการตรวจวัดโดยสถานีตรวจอากาศการบินสุโขทัย กรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดสุโขทัย โดยข้อมูลจะอยู่ในช่วงปี ค.ศ. 1999 ถึง ปี ค.ศ. 2003 ซึ่งเป็นข้อมูลน้ำฝนราย 3 ชั่วโมง และทำการวิเคราะห์โดย

- 1) นำข้อมูลน้ำฝนมาเรียงลำดับให้อยู่ในรูปของปริมาณฝนตกที่มีช่วงเวลาที่ติดต่อกันต่อ 1 ครั้งในแต่ละเดือน
- 2) พิจารณาข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดในแต่ละเดือนของแต่ละปี นำมาจัดเรียงใหม่โดยใช้การเทียบค่าของปริมาณของน้ำฝนที่ตกต่อ 1 ครั้งที่มีค่ามากที่สุดในแต่ละเดือนทั้งหมด 5 ปี
- 3) นำค่าที่มีค่ามากที่สุดที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนนำไปใช้ในการหาค่าปริมาณของน้ำท่าโดยคิดออกมาในรูปของเปอร์เซ็นต์สูงสุดที่คาดว่า จะเกิดปริมาณของน้ำท่าโดยรายละเอียดจะได้นำแสดงต่อไป

ตารางที่ 6.3 แสดงการเรียงลำดับของปริมาณฝนตกต่อ 1 ครั้ง เพื่อหาค่าของปริมาณฝนที่ตกมากที่สุดในเดือนเมษายนปี ค.ศ. 1999 และปริมาณฝนที่ตกต่อ 1 ครั้งสูงสุดในรอบ 5 ปี เดือนเมษายนปี ค.ศ. 1999 ถึงปี ค.ศ. 2003

Rainfall data  
April 2000

ปริมาณฝน	4.0	0.0	0.0	0.0
ปริมาณฝน	0.8	0.0	0.0	0.0
ปริมาณฝน	0.6	3.0	0.0	0.0
ปริมาณฝน	0.8	1.2	1.8	0.0
ปริมาณฝน	1.0	1.0	0.0	0.0
ปริมาณฝน	2.6	0.0	0.0	0.0
ปริมาณฝน	12.1	15.0	0.0	0.0
ปริมาณฝน	8.2	0.0	0.0	0.0
<b>Max</b>	<b>12.1</b>	<b>15.0</b>	<b>1.8</b>	<b>0.0</b>
1ครั้ง	12.1	15.0	0.0	0.0

Rainfall data

April	ปริมาณฝน			
1999	2.9	0.3	20.5	0.0
2000	12.1	15.0	0.0	0.0
2001	7.1	3.0	0.0	0.0
2002	93.1	0.0	0.0	0.0
2003	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Max</b>	<b>93.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3.1.2) การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์เทียบเท่าของปริมาณน้ำเท่ากับปริมาณฝนที่ตกสะสม สูงสุดต่อ 1 ครั้งในแต่ละเดือน

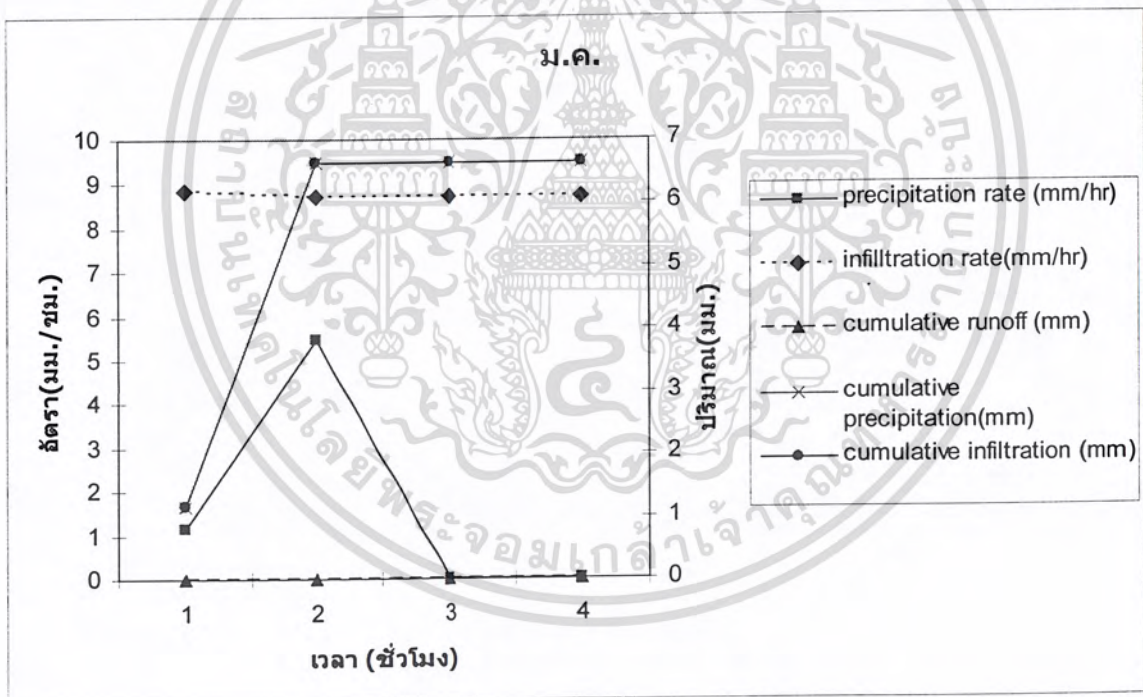
การวิเคราะห์ข้อมูลของปริมาณน้ำท่ากระทำได้โดยการใช้ Microsoft Excel ในการกำหนดเงื่อนไขเพื่อหาค่าของปริมาณต่างๆ ในรูปของเปอร์เซ็นต์เทียบเท่ากับปริมาณน้ำฝนที่ตกสะสม โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ทำการแปลงค่าของปริมาณของน้ำฝนให้อยู่ในรูปของ mm/hr โดยแสดงได้ในตารางช่องที่ 2 ในตารางที่ 6.4 ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์มาจากหัวข้อที่ 6.3.1.1
- 2) หาค่าของอัตราการดูดซึมที่ได้จากค่าเฉลี่ยของพื้นที่ทั้งหมดที่ได้จากสมการของ Horton ที่ได้หาค่ามาแล้วจากหัวข้อที่ 6.2 หาให้อยู่ในรูปของ mm/hr โดยแสดงได้ในตารางช่องที่ 4 ในตารางที่ 6.4
- 3) การหาปริมาณน้ำท่ากระทำได้โดยกำหนดให้ถ้าช่องที่ 2 มากกว่าช่องที่ 4 แล้วช่องที่ 5 จะมีค่าเท่ากับผลต่างของช่องที่ 2 และช่องที่ 4 แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่ากำหนดให้มีค่าเท่ากับศูนย์ โดยมีความหมายว่าปริมาณน้ำฝนจะถูกดูดซึมลงผิวดินทั้งหมดไม่มีปริมาณของน้ำท่าเกิดขึ้น ปริมาณน้ำท่าที่เกิดสะสม(ช่องที่5)คือผลรวมของปริมาณน้ำท่าในชั่วโมงต่าง ๆ
- 4) การหาค่าสะสมของน้ำฝน (ช่องที่ 6) คือค่าผลรวมสะสมของช่องที่ 2
- 5) การหาปริมาณซึมของฝนกระทำได้โดยกำหนดให้ถ้าช่องที่ 2 มากกว่าช่องที่ 4 ช่องที่ 7 จะมีค่าเท่ากับช่องที่ 4 แต่ถ้ามีค่าน้อยกว่ากำหนดให้มีค่าเท่ากับช่องที่ 2 โดยมีความหมายว่าปริมาณน้ำฝนที่มีค่ามากกว่าอัตราการดูดซึมจะเกิดอัตราการดูดซึมที่คงที่สูงสุดตามสมการแต่ถ้ามีค่าน้อยกว่าแสดงว่าอัตราการดูดซึมจะเกิดขึ้นมากสูงสุดมีค่าเท่ากับปริมาณฝนที่ตกที่มีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากสมการของ Horton และปริมาณน้ำซึมผ่านชั้นดินสะสม (ช่องที่7) คือผลรวมของปริมาณน้ำซึมผ่านชั้นดินในชั่วโมงต่าง ๆ

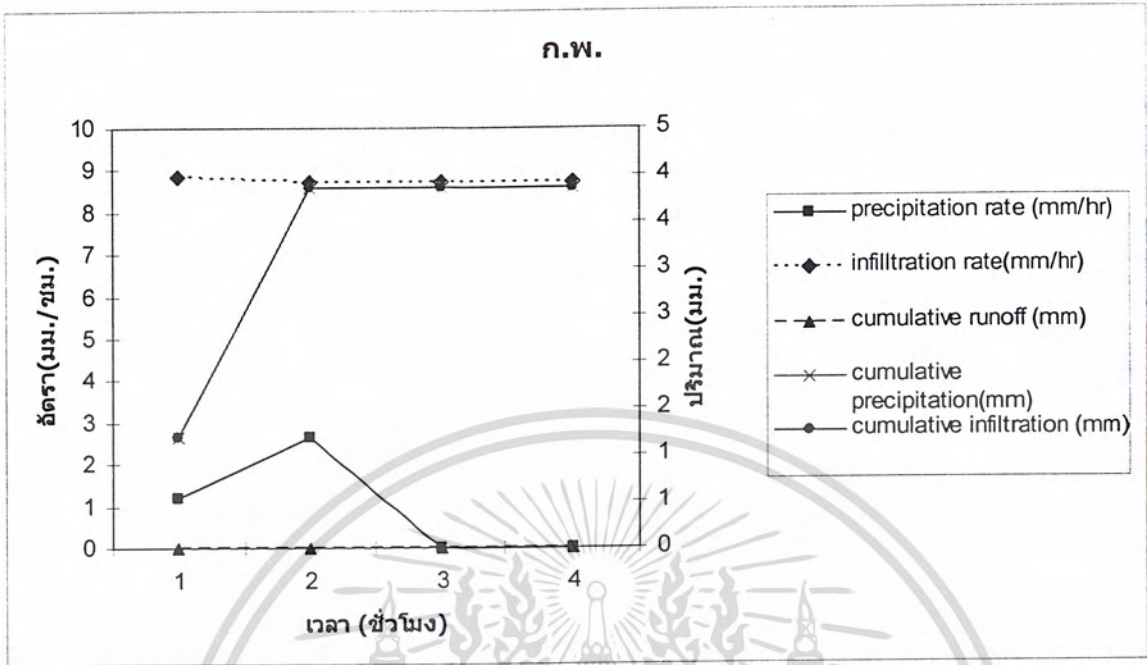
ตารางที่ 6.4 แสดงวิธีการหาค่าของเปอร์เซ็นต์เทียบเท่าของปริมาณน้ำเท่ากับปริมาณฝนที่ตกสะสมสูงสุดต่อ 1 ครั้ง ในเดือนกันยายน

1	2	3	4	5	6	7
ปริมาณฝน(mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
0.4	0.1333	1	8.8396	0.0000	0.1333	0.1333
172.5	57.5000	2	8.6984	48.8016	57.6333	8.8317
31.4	10.4667	3	8.6982	50.5701	68.1000	17.5299
6.0	2.0000	4	8.6982	50.5701	70.1000	19.5299
0.4	0.1333	5	8.6982	50.5701	70.2333	19.6633

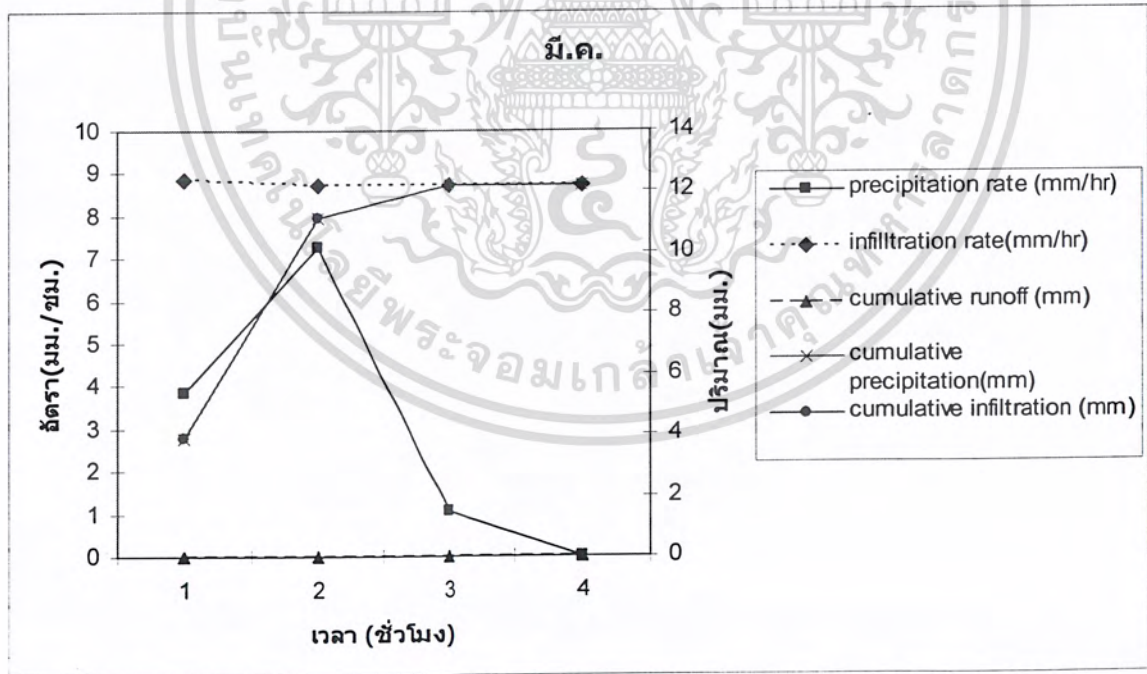
โดยจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทั้งหมด 12 เดือนแสดงได้ดังกราฟต่อไปนี้



กราฟที่ 6.37 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนมกราคม

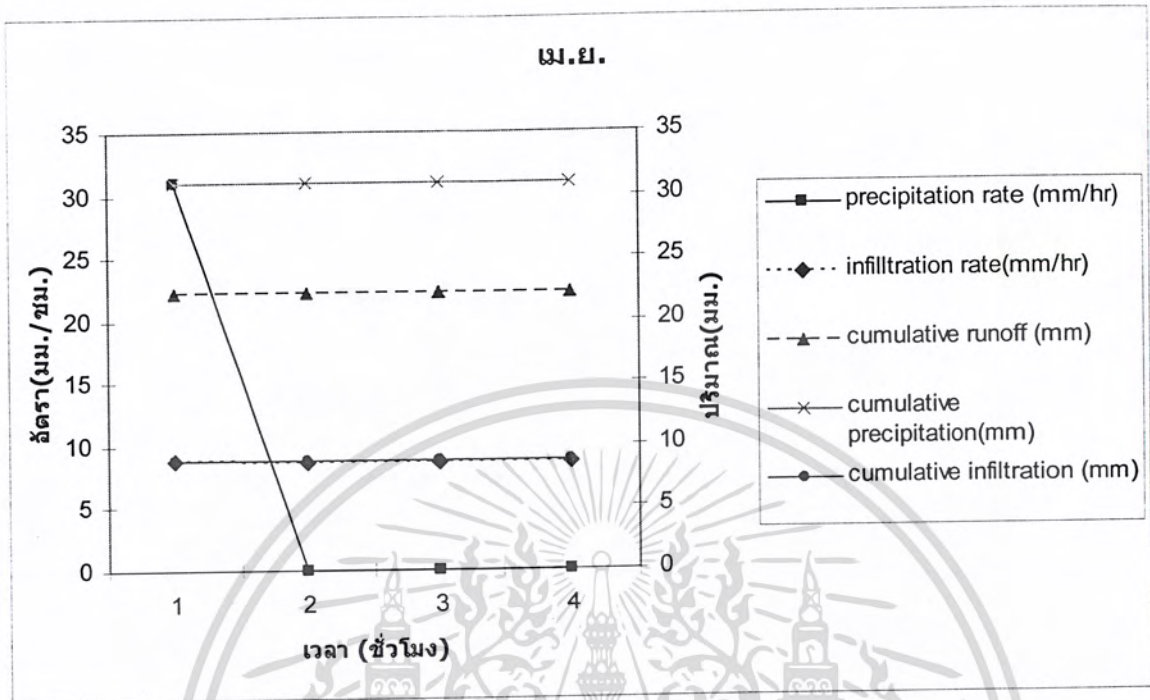


กราฟที่ 6.38 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนกุมภาพันธ์

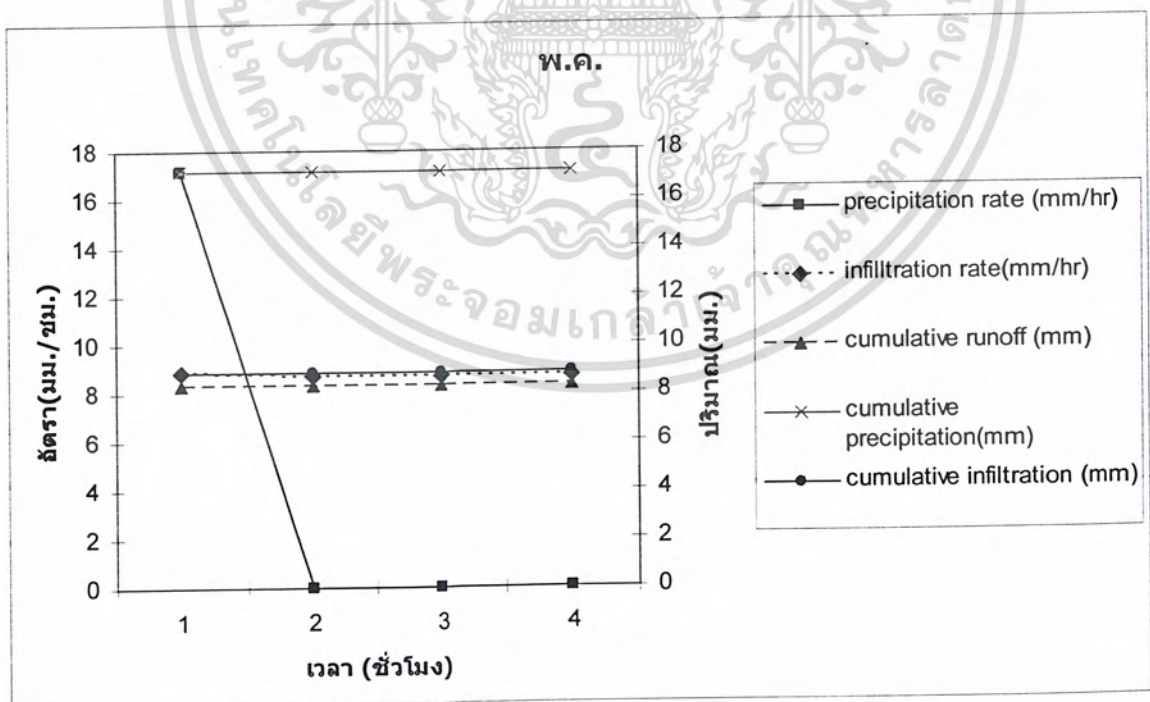


กราฟที่ 6.39 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนมีนาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

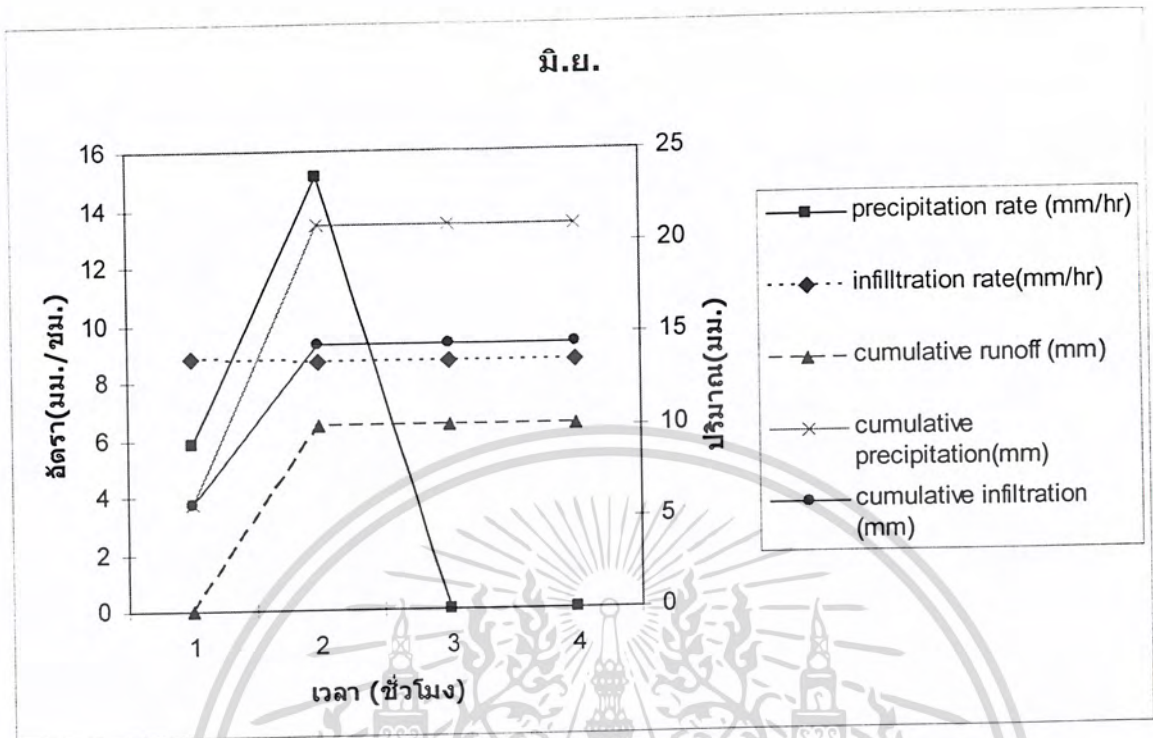


กราฟที่ 6.40 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนเมษายน

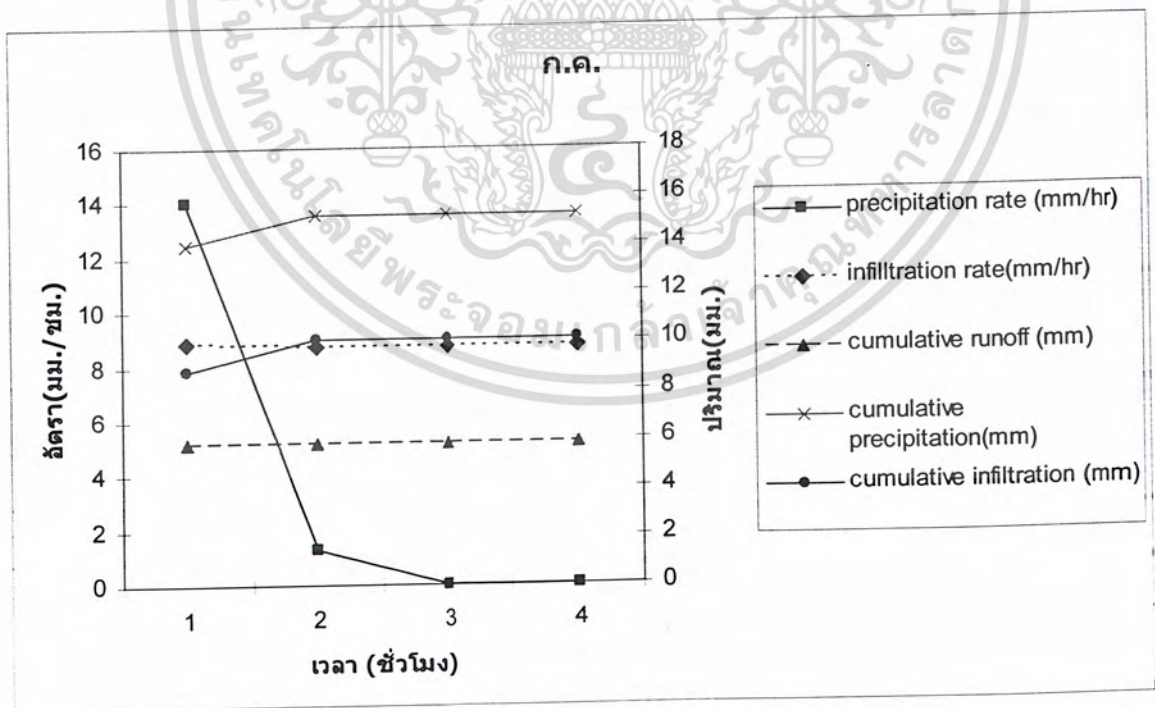


กราฟที่ 6.41 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนพฤษภาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

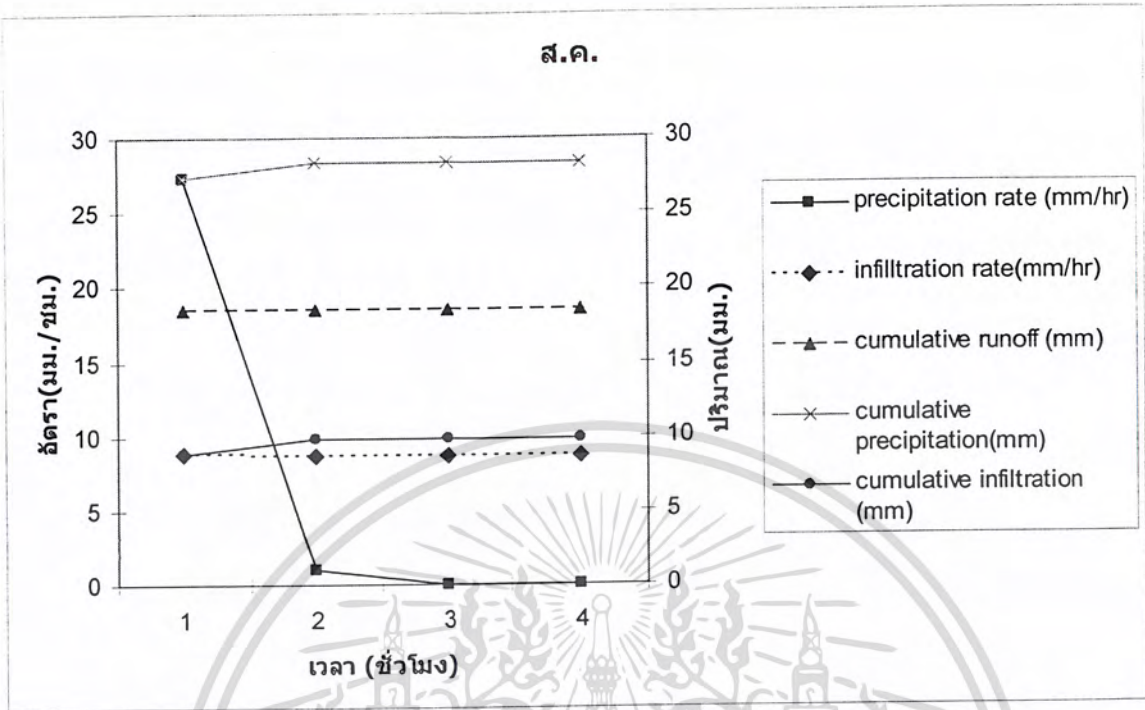


กราฟที่ 6.42 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนมิถุนายน

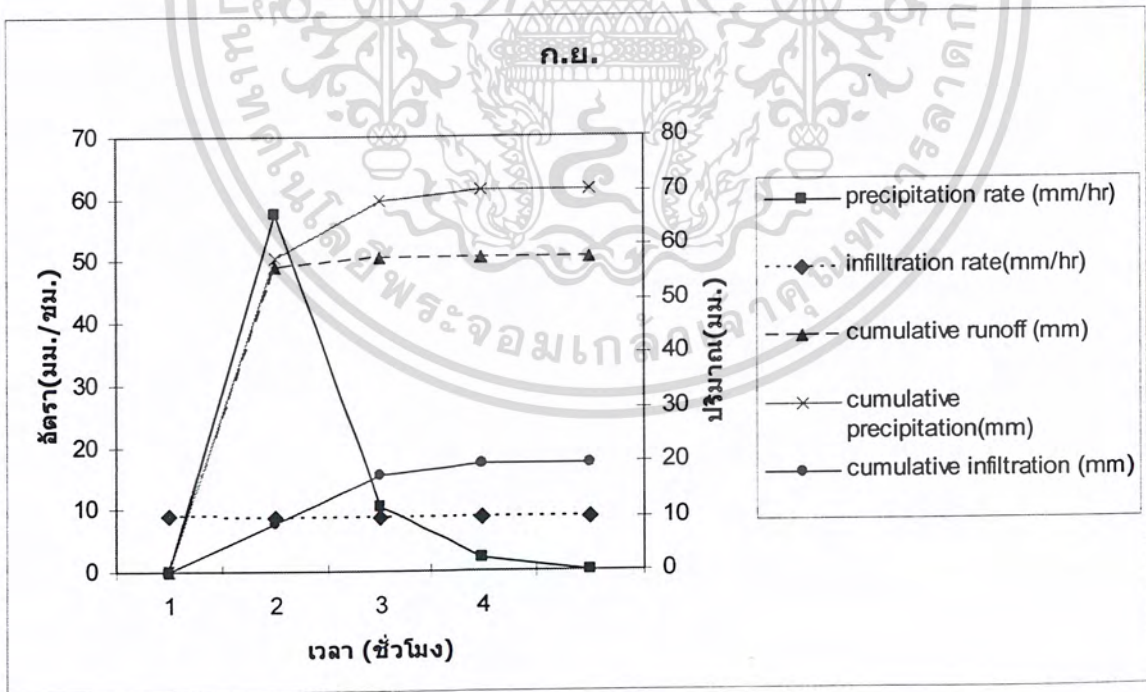


กราฟที่ 6.43 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนกรกฎาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

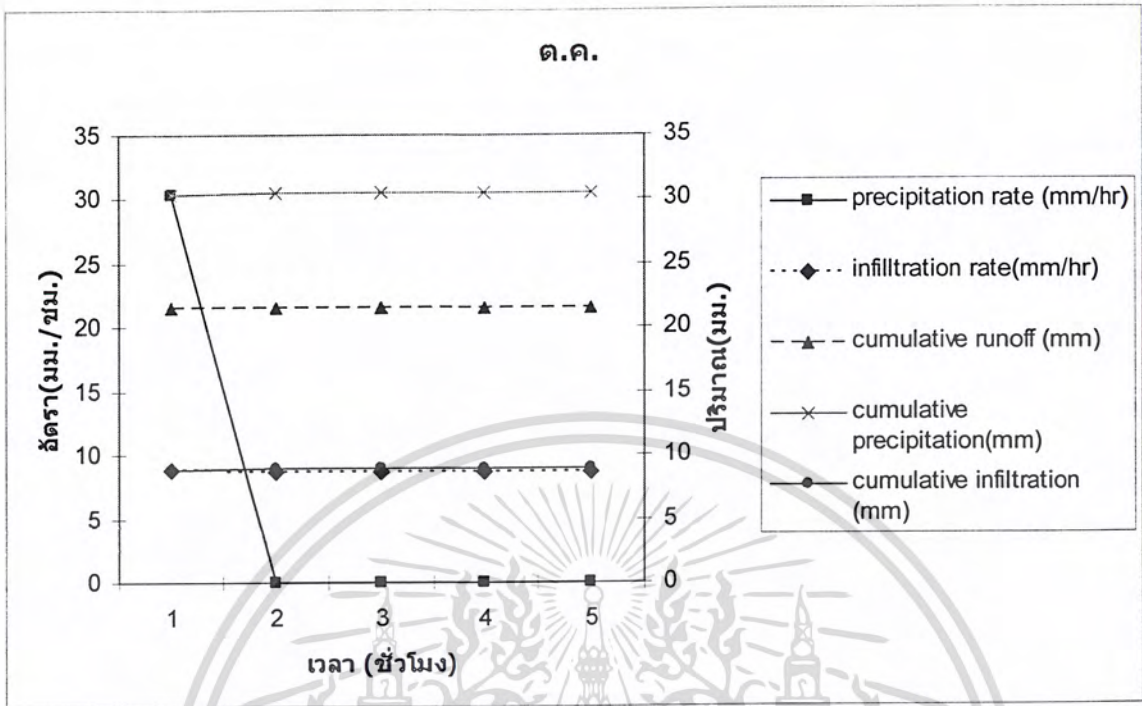


กราฟที่ 6.44 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนสิงหาคม

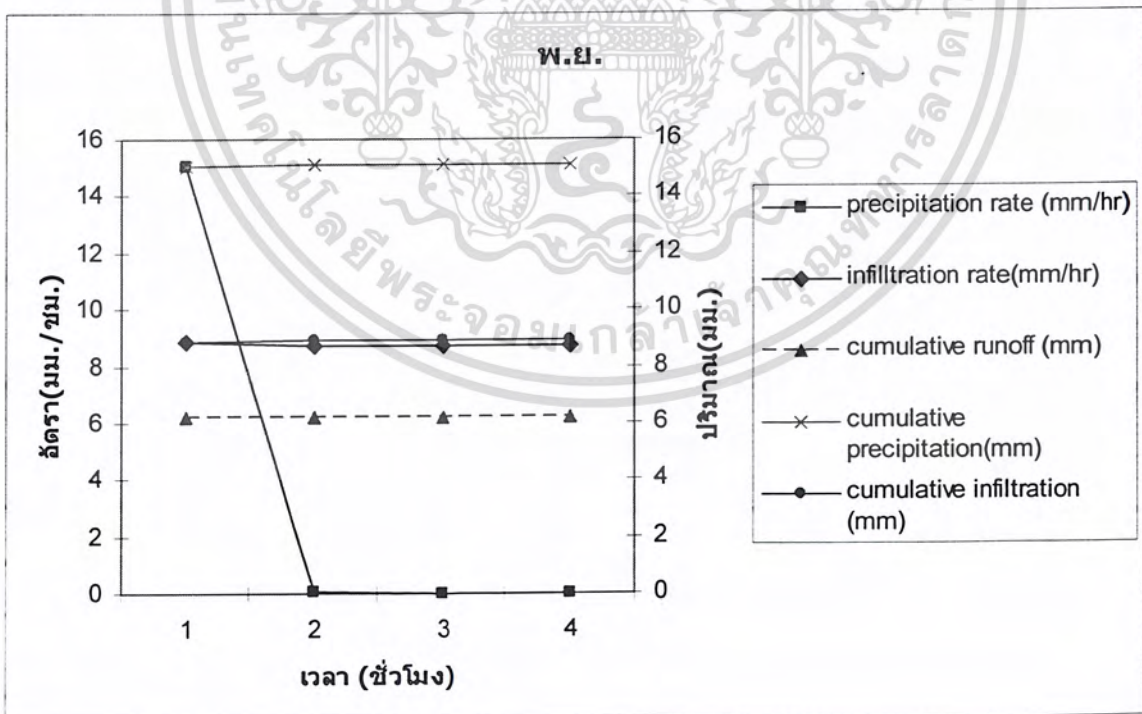


กราฟที่ 6.45 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนกันยายน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

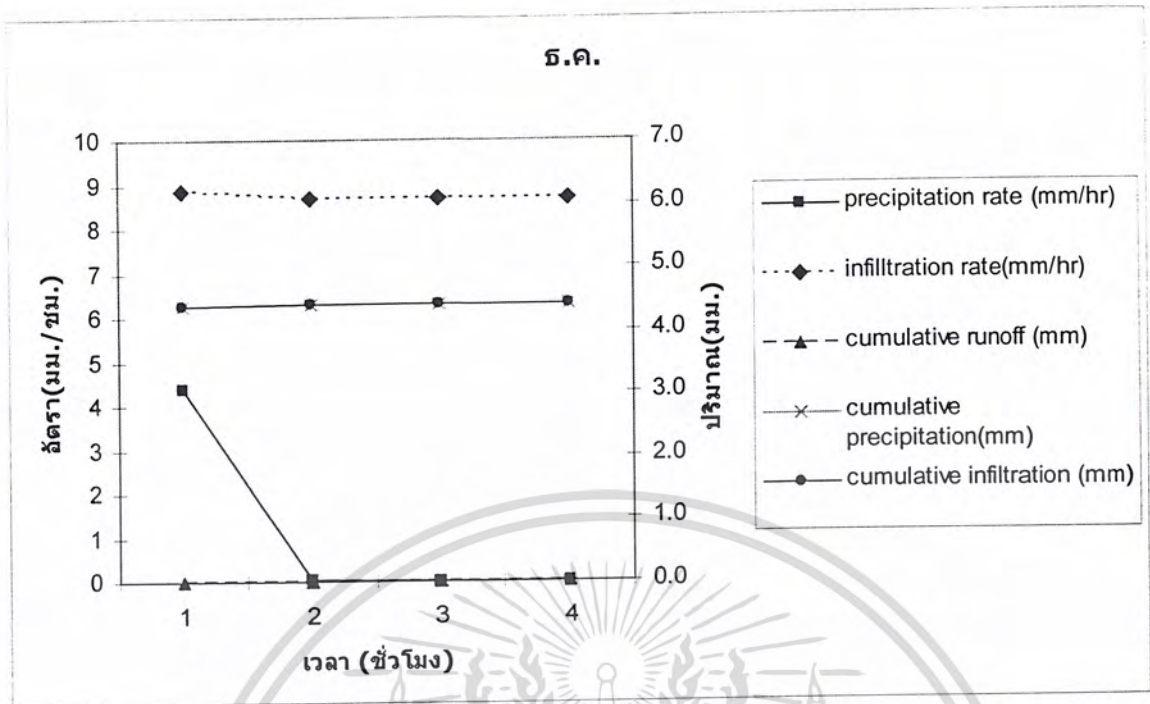


กราฟที่ 6.46 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนตุลาคม



กราฟที่ 6.47 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนพฤศจิกายน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 6.48 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนที่ตกกับค่าอัตราการดูดซึมของผิวดินเดือนธันวาคม

ตารางที่ 6.5 แสดงผลการวิเคราะห์ได้จัดทำให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์เทียบเท่าของปริมาณฝนที่ตกสะสม

เดือน	cumulative precipitation (%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
ม.ค.	100	100.00	0.00
ก.พ.	100	100.00	0.00
มี.ค.	100	100.00	0.00
เม.ย.	100	28.48	71.52
พ.ค.	100	51.59	48.41
มิ.ย.	100	69.26	30.74
ก.ค.	100	66.20	33.80
ส.ค.	100	34.77	65.23
ก.ย.	100	28.00	72.00
ต.ค.	100	29.23	70.77
พ.ย.	100	58.98	41.02
ธ.ค.	100	100.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางสามารถสรุปผลได้ว่าปริมาณน้ำฝนที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำท่าสูงสุดจะเกิดขึ้นในเดือนกันยายนและเดือนที่ไม่เกิดน้ำท่าคือเดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม และเดือนธันวาคมซึ่งแสดงว่าปริมาณของน้ำฝนทั้งหมดจะถูกดูดซึมลงสู่ดินทั้งหมด แต่ผลการคำนวณที่ได้ยังไม่รวมถึงผลการเกิดอัตราการระเหยของปริมาณฝนที่ตกลงมาซึ่งอาจจะทำให้อัตราการดูดซึมลงสู่ผิวดินมีค่าลดลง



## บทที่ 7

### สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลของการสำรวจดินในพื้นที่โครงการส่งน้ำ และ บำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัยซึ่งได้ทำการแบ่งชนิดดินตามหน่วยแผนที่ดิน ในรายงานการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจของจังหวัดสุโขทัย โดยกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้เป็น 6 หน่วยแผนที่ โดยมีจุดที่ทำการสำรวจทั้งหมด 18 จุดมีค่าเฉลี่ยจากการทำการทดลองโดยใช้การเปรียบเทียบเข้ากับทฤษฎีต่างๆ ดังนี้

อัตราการดูดซึมโดยอาศัยทฤษฎีของ Horton โดยมีค่าตัวแปรต่างๆคือ  $i_f = 0.1450$  mm/min ,  $i_o = 2.0114$  mm/min ,  $B = 0.1112$  min<sup>-1</sup> และทฤษฎีของ Philip โดยมีค่าตัวแปรต่างๆคือ  $S = 3.0949$  mm-min<sup>-1/2</sup>,  $A = 0.4113$  mm/min แต่เนื่องจากการวิเคราะห์ผลที่ได้สมการจากทฤษฎีของ Horton ให้ผลที่ดีกว่าจึงใช้สมการที่ได้ของ Horton ในการอ้างอิง ดังนั้นความสามารถในการดูดซับน้ำฝนของดินชั้นบน คือ 0.1450 mm/hr

การหากราฟเส้นจำเพาะซึ่งเป็นกราฟที่แสดงคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของดินโดยอาศัยทฤษฎีของ Brooks and Corey โดยมีค่าตัวแปรต่างๆคือ  $\theta_{wr} = 16.8071$ ,  $\Psi_b = 0.0823$ ,  $\lambda = 0.5180$  <sup>1</sup> และทฤษฎีของ Van Genuchten โดยมีค่าตัวแปรต่างๆคือ  $\theta_{wr} = 16.8071$ ,  $\alpha = 3.1423$   $N = 2.3412$ ,  $M = 0.5219$

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำท่าซึ่งหาจากปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยและความสามารถในการดูดซับน้ำฝนของดินชั้นบนที่ได้จากการทดลองพบว่าปริมาณน้ำฝนที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำท่าสูงสุดจะเกิดขึ้นในเดือนกันยายนและเดือนที่ไม่เกิดน้ำท่าคือเดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม และเดือนธันวาคมซึ่งแสดงว่าปริมาณของน้ำฝนทั้งหมดจะถูกดูดซึมลงสู่ดินทั้งหมด แต่ผลการคำนวณที่ได้ยังไม่รวมถึงผลการเกิดอัตราการระเหยของปริมาณฝนที่ตกลงมาซึ่งอาจจะทำให้อัตราการดูดซึมลงสู่ผิวดินมีค่าลดลง

เนื่องจากพื้นที่โครงการส่งน้ำ และ บำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย มีการทำการเกษตรกรรมและการกสิกรรมเป็นส่วนใหญ่มีการใช้สารเคมีทางการเกษตรหลายชนิดการที่เราทราบถึงค่าของกราฟเส้นจำเพาะและความสามารถในการดูดซับน้ำของชั้นดินนั้นทำให้เราสามารถนำไปใช้ในการประเมินค่าความเสี่ยงที่อาจเกิดการสะสมของสารเคมีชนิดต่างๆได้ตลอดจนนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองต่างๆที่มีความสำคัญเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการรักษาสภาพแวดล้อมตลอดจนการรักษาคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับประชาชนแบบยั่งยืน

## หนังสืออ้างอิง

- <sup>1</sup>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , โครงการรายงานการประเมินผลแผนงานและโครงการการจัดการน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินและผิวดิน รายงานฉบับสุดท้าย ปี 2543
- <sup>2</sup> กองสำรวจและจำแนกดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, พุทธศักราช 2534, รายงานการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ จังหวัดสุโขทัย
- <sup>3</sup> ฝ่ายสำรวจน้ำบาดาลเพื่อการชลประทาน, ส่วนวิทยาการธรณี, สำนักงานสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา, กรมชลประทาน , เมษายน 2542. การวิเคราะห์รูปแบบจำ ลงทางคณิตศาสตร์ของแหล่งน้ำบาดาล โครงการน้ำใต้ดินสุโขทัย: ปี ค.ศ. 1981 –1998.
- <sup>4</sup> วัระพล เต็มสมบัติ , 2533. หลักสูตรวิทยา. กรุงเทพฯ: หจก. สำนักพิมพ์ ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- ฝ่ายพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อการชลประทาน กองวิทยาการธรณี, กรมชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, พฤศจิกายน 2538. การแก้ไขและปรับปรุงบ่อน้ำบาดาล โครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษาน้ำใต้ดินสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย.
- Randall J, Groundwater Hydraulics And Pollutant Transport



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก  
ตารางและกราฟบันทึกผลการทดลองการหาค่าอัตราการดูดซึม  
ของปริมาณน้ำ  
การหาค่าปริมาณความชื้นในแนวคิดทั้งก่อนและหลังการ  
ทดลองหาค่าอัตราการดูดซึม  
และผลการทดลองหากกราฟเส้นจำเพาะ

ตารางที่ ผ.ก. 1 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 4/1

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 4/1 contains area ( cm<sup>2</sup> ) Depth of liquid ( cm )  
 Date /time 18/10/46 14.30 น. Inner Ring 415.48 36  
 Test Location 926092 Elev. 55M Annular Space 132.73 36  
 Liquid Used น้ำประปาบาด Tested By Infiltrometer

Reading on the clock			Time difference ( min )	cumulative time ( min )	water level reading		infiltration ( mm )	infiltration rate ( mm/min )	infiltration rate ( mm/hour )	cumulative infiltration ( mm )
hr	min	sec			before filling ( mm )	after filling ( mm )				
14.30-14.45	15		15	360.0	356.0	4.0	0.2667	0.0044	4.0	
14.45-15.00	15		30	356.0	353.0	3.0	0.2000	0.0033	7.0	
15.00-15.15	15		45	353.0	351.0	2.0	0.1333	0.0022	9.0	
15.15-15.30	15		60	351.0	350.0	1.0	0.0667	0.0011	10.0	
15.30-15.45	15		75	350.0	349.0	1.0	0.0667	0.0011	11.0	
15.45-16.00	15		90	349.0	348.0	1.0	0.0667	0.0011	12.0	
16.00-16.30	30		120	348.0	346.0	2.0	0.0667	0.0011	14.0	
16.30-17.00	30		150	346.0	344.0	2.0	0.0667	0.0011	16.0	
17.00-17.30	30		180	344.0	342.0	2.0	0.0667	0.0011	18.0	

\*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังอลูมิเนียมถึงยาว ทดสอบแบบ Falling Head  
 - พื้นที่โดยทั่วไปเป็นกล้วยตานี และนาข้าว ระดับน้ำใต้ดิน 75 cm



ตารางที่ ผ.ก. 3 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยพื้นที่ที่ 4/3

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 4/3 contains

area (cm<sup>2</sup>)

Depth of liquid (cm)

Date /time 21/10/46 9.30 น.

Inner Ring

804.24

13

Test Location 934053 Elev. 74 M

Annular Space

415.48

13

Liquid Used น้ำจากแม่น้ำ

Tested By

Infiltrometer

Reading on the clock			Time difference (min)	cumulative time (min)	water level reading		infiltration (mm)	infiltration rate (mm/min)	infiltration rate (mm/hour)	cumulative infiltration (mm)
hr	min	sec			before filling (mm)	after filling (mm)				
9.30	9.35		5	5	130.0	121.0	9.0	1.8000	0.0300	9.0
9.35	9.40		5	10	121.0	115.0	6.0	1.2000	0.0200	15.0
9.40	9.45		5	15	115.0	112.5	2.5	0.5000	0.0083	17.5
9.45	9.50		5	20	112.5	111.0	1.5	0.3000	0.0050	19.0
9.50	9.55		5	25	111.0	106.5	4.5	0.9000	0.0150	23.5
9.55	10.00		5	30	106.5	104.0	2.5	0.5000	0.0083	26.0
10.00	10.05		5	35	104.0	102.0	2.0	0.4000	0.0067	28.0
10.05	10.10		5	40	101.0	100.0	1.0	0.2000	0.0033	29.0
10.10	10.20		10	50	100.0	97.0	3.0	0.3000	0.0050	32.0
10.20	10.30		10	60	97.0	93.5	3.5	0.3500	0.0058	35.5
10.30	10.40		10	70	93.5	88.5	5.0	0.5000	0.0083	40.5
10.40	10.50		10	80	88.5	84.5	4.0	0.4000	0.0067	44.5
10.50	11.10		20	100	84.5	79.5	5.0	0.2500	0.0042	49.5
11.10	11.30		20	120	79.5	74.5	5.0	0.2500	0.0042	54.5
11.30	12.00		30	150	74.5	66.5	8.0	0.2667	0.0044	62.5
12.00	12.30		30	180	66.5	58.7	7.8	0.2600	0.0043	70.3

\*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังอลูมิเนียมแบบ Falling Head

- ทดลองภายในสวนผลไม้ได้ต้นกล้วย ห่างจากคลอง 30 M

ตารางที่ ผ.ก. 4 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 7/1

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 7/1 contains

area ( cm<sup>2</sup> )

Depth of liquid ( cm )

Date /time 19/10/46

Inner Ring

415.48

36

Test Location 796161 Elev. 62 M

Annular Space

132.73

36

Liquid Used น้ำจากนาข้าวด้านหลังสถานีสูบน้ำ

Tested By

Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
11.45-11.50	5	5	360	348.8	11.2	2.2400	0.0373	11.2
11.50-11.55	5	10	348.8	333.8	15.0	3.0000	0.0500	26.2
11.55-12.00	5	15	333.8	316.8	17.0	3.4000	0.0567	43.2
12.00-12.05	5	20	316.8	301.8	15.0	3.0000	0.0500	58.2
12.05-12.10	5	25	301.8	289.6	12.2	2.4400	0.0407	70.4
12.10-12.15	5	30	289.6	278.3	11.3	2.2600	0.0377	81.7
12.15-12.20	5	35	278.3	266.8	11.5	2.3000	0.0383	93.2
12.20-12.25	5	40	266.8	253.3	13.5	2.7000	0.0450	106.7
12.25-12.30	5	45	253.3	242.1	11.2	2.2400	0.0373	117.9
12.30-12.35	5	50	242.1	231.8	10.3	2.0600	0.0343	128.2
12.35-12.40	5	55	231.8	231.0	0.8	0.1600	0.0027	129.0
12.50-13.00	10	65	231	229.7	1.3	0.1300	0.0022	130.3

ตารางที่ ผ.ก. 4 (ต่อ) แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยพื้นที่ที่ 7/1

Reading on the clock			Time difference ( min )	cumulative time ( min )	water level reading		infiltration ( mm )	infiltration rate ( mm/min )	infiltration rate ( mm/hour )	cumulative infiltration ( mm )
hr	min	sec			before filling ( mm )	after filling ( mm )				
13.00	13.10		10	75	229.7	228.0	1.7	0.1700	0.0028	132.0
13.10	13.20		10	85	228	226.4	1.6	0.1600	0.0027	133.6
13.20	13.30		10	95	226.4	224.9	1.5	0.1500	0.0025	135.1
13.30	13.40		10	105	224.9	223.7	1.2	0.1200	0.0020	136.3
13.40	13.50		10	115	223.7	221.4	2.3	0.2260	0.0038	138.6
13.50	14.10		20	135	221.4	220.2	1.2	0.0575	0.0010	139.8
14.10	14.30		20	155	220.2	219.0	1.2	0.0575	0.0010	141.0
14.30	14.50		20	175	219	217.8	1.2	0.0575	0.0010	142.2
14.50	15.20		20	195	217.8	216.6	1.2	0.0575	0.0010	143.4
15.20	15.40		20	215	216.6	215.4	1.2	0.0575	0.0010	144.6

\*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังอลูมิเนียมยาว แบบ Falling Head (เติมน้ำ 1 ครั้ง)  
- ทดลองภายในสถานีสูบน้ำโซน 1 บ่อสูบน้ำ D1 ติดกับนาข้าว

ตารางที่ ผ.ก. 5 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 7/2

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 7/2 contains

area ( cm<sup>2</sup> )

Depth of liquid ( cm )

Date /time 20/10/46 9.45 น.

Inner Ring

804.24

15

Test Location 841176 Elev. 60 M

Annular Space

415.48

15

Liquid Used น้ำจากคลองพระองค์

Tested By

Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
9.45-9.50	5	5	150.0	122.0	28.0	5.6000	0.0933	28.0
9.50-9.55	5	10	150.0	132.0	18.0	3.6000	0.0600	46.0
9.55-10.00	5	15	150.0	129.5	20.5	4.1000	0.0683	66.5
10.00-10.05	5	20	150.0	136.5	13.5	2.7000	0.0450	80.0
10.05-10.10	5	25	150.0	130.2	19.8	3.9600	0.0660	99.8
10.10-10.15	5	30	150.0	131.0	19.0	3.8000	0.0633	118.8
10.15-10.20	5	35	150.0	134.5	15.5	3.1000	0.0517	134.3
10.20-10.25	5	40	150.0	136.5	13.5	2.7000	0.0450	147.8
10.25-10.30	5	45	150.0	132.0	18.0	3.6000	0.0600	165.8
10.30-10.35	5	50	150.0	136.2	13.8	2.7600	0.0460	179.6
10.35-10.40	5	55	150.0	133.0	17.0	3.4000	0.0567	196.6
10.40-10.45	5	60	150.0	141.5	8.5	1.7000	0.0283	201.1
10.45-10.55	10	70	150.0	123.0	27.0	2.7000	0.0450	234.1
10.55-11.05	10	80	150.0	121.0	29.0	2.9000	0.0483	263.1

ตารางที่ ผ.ก. 5 (ต่อ) แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยพื้นที่ที่ 7/2

Reading on the clock			Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
					before filling	after filling				
hr	min	sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
11.05	11.15		10	90	150.0	122.0	28.0	2.8000	0.0467	291.1
11.15	11.25		10	100	150.0	124.5	25.5	2.5500	0.0425	316.6
11.25	11.35		10	110	150.0	120.2	29.8	2.9800	0.0497	346.4
11.35	11.45		10	120	150.0	121.2	28.8	2.8800	0.0480	375.2
11.45	12.00		15	135	150.0	104.2	45.8	3.0533	0.0509	421.0
12.00	12.15		15	150	150.0	104.0	46.0	3.0667	0.0511	467.0
12.15	12.30		15	165	150.0	104.5	45.5	3.0333	0.0506	515.2
12.30	12.45		15	180	150.0	104.4	45.6	3.0400	0.0507	558.1

\*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังอลูมิเนียมเส้น แบบ constant head  
 - ทดลองบริเวณคลองพระองค์ดิดกับฝายटना

ตารางที่ ผ.ก. 6 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยพื้นที่ที่ 7/3

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 7/3 contains

area ( cm<sup>2</sup> )

Depth of liquid ( cm )

Date/time 22/10/46 10.45 น.

Inner Ring

804.24

15

Test Location 021147 Elev. 72 M

Annular Space

415.48

15

Liquid Used น้ำจากสระน้ำด้านข้าง

Tested By

Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
10.45-10.50	5	5	150.0	147.0	3.0	0.6000	0.0100	3.0
10.50-10.55	5	10	147.0	145.0	2.0	0.4000	0.0067	5.0
10.55-11.00	5	15	145.0	144.0	1.0	0.2000	0.0033	6.0
11.00-11.10	10	25	144.0	143.0	1.0	0.1000	0.0017	7.0
11.10-11.20	10	35	143.0	142.0	1.0	0.1000	0.0017	8.0
11.20-11.30	10	45	142.0	141.0	1.0	0.1000	0.0017	9.0
11.30-11.45	15	60	141.0	139.5	1.5	0.1000	0.0017	10.5
11.45-12.15	30	90	139.5	136.5	3.0	0.1000	0.0017	13.5
12.15-12.45	30	120	136.5	133.5	3.0	0.1000	0.0017	16.5
12.45-13.15	30	150	133.5	130.5	3.0	0.1000	0.0017	19.5
13.15-13.45	30	180	130.5	127.8	2.7	0.0900	0.0015	22.2

\*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถุงอะลูมิเนียมสัน แบบ Falling head  
- ติดกับนาข้าว ที่บริเวณบ่อสูบน้ำ zone 2 บ่อสูบน้ำที่ 25

ตารางที่ ผ.ก. 7 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 15/1

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 15/1 contains area ( cm<sup>2</sup> ) Depth of liquid ( cm )  
 Date/time 19/10/46 9.55 น. Inner Ring 1017.88 18  
 Test Location 827157 Elev. 70 M Annular Space 283.53 18  
 Liquid Used น้ำจากการสูบน้ำจากผิวดิน Tested By Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	commulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
9.55-10.10	15	15	180.0	178.0	2.0	0.1333	0.0022	2
10.10-10.25	15	30	180.0	178.0	2.0	0.1333	0.0022	4
10.25-10.40	15	45	180.0	179.0	1.0	0.0667	0.0011	5
10.40-10.55	15	60	180.0	179.0	1.0	0.0667	0.0011	6
10.55-11.25	30	90	180.0	178.0	2.0	0.0667	0.0011	8
11.25-11.55	30	120	180.0	179.0	1.0	0.0333	0.0006	9
11.55-12.25	30	150	180.0	179.0	1.0	0.0333	0.0006	10
12.25-12.55	30	180	180.0	179.0	1.0	0.0333	0.0006	11
12.55-13.25	30	210	180.0	177.5	2.5	0.0833	0.0014	13.5
13.25-13.55	30	240	180.0	175.0	5.0	0.1667	0.0028	18.5
13.55-14.25	30	270	180.0	177.0	3.0	0.1000	0.0017	21.5
14.25-14.55	30	300	180.0	177.3	2.7	0.0900	0.0015	24.2

**\*\*หมายเหตุ** - ทดลองโดยใช้ ถังดำ แบบ Constant head  
 - ทดลองภายในสถานีสูบน้ำโซน I ปอสูบน้ำ E 7 รอบข้างปลุกอ้อย และกล้วยตานี

ตารางที่ ผ.ก. 8 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 15/2

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 15/2 contains

area ( cm<sup>2</sup> )

Depth of liquid ( cm )

Date/time 19/10/46 13.10 น.

Inner Ring

804.24

10.6

Test Location 779199 Elev. 86 M

Annular Space

415.48

10.6

Liquid Used น้ำจากบ่อมาดาล

Tested By

Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
13.10-13.25	15	15	106.0	106.4	4.0	0.2667	0.00444	4.0
13.25-13.43	18	33	106.4	106.6	2.0	0.1111	0.00185	6.0
13.43-13.58	15	48	106.6	106.7	1.0	0.0667	0.00111	7.0
13.58-14.13	15	63	106.7	106.7	0.0	0.0000	0.00000	7.0
14.13-14.43	30	93	106.7	106.8	1.0	0.0333	0.00056	8.0
14.43-15.13	30	123	106.8	106.9	1.0	0.0333	0.00056	9.0
15.13-15.43	30	153	106.9	107.0	1.0	0.0333	0.00056	10.0

\*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังอะลูมิเนียมสัน แบบ Falling head  
- คาดว่าเป็นดินเดิม ภายในนาข้าว

ตารางที่ ผ.ก. 9 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยพื้นที่ที่ 15/3

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 15/3 contains

area ( cm<sup>2</sup> )

Depth of liquid ( cm )

Date /time 22/10/46 14.00 น.

Inner Ring

415.48

36

Test Location 990164 Elev. 61 M

Annular Space

132.73

36

Liquid Used น้ำจากคลองระบายน้ำ

Tested By

Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
14.00-14.05	5	5	360.0	300.0	60.0	12.000	0.2000	60
14.05-14.10	5	10	300.0	260.0	40.0	8.000	0.1333	100
14.10-14.15	5	15	260.0	232.5	27.5	5.500	0.0917	127.5
14.15-14.20	5	20	232.5	205.5	27.0	5.400	0.0900	154.5
14.20-14.25	5	25	205.5	189.0	16.5	3.300	0.0550	171
14.25-14.30	5	30	189.0	173.5	15.5	3.100	0.0517	186.5
14.30-14.35	5	35	173.5	159.5	14.0	2.800	0.0467	200.5
14.35-14.40	5	40	159.5	149.0	10.5	2.100	0.0350	211
14.40-14.45	5	45	149.0	138.5	10.5	2.100	0.0350	221.5
14.45-14.50	5	50	138.5	129.5	9.0	1.800	0.0300	230.5
14.50-14.55	5	55	129.5	119.0	10.5	2.100	0.0350	241
14.55-15.00	5	60	119.0	118.2	0.8	0.160	0.0027	241.8
15.00-15.10	10	70	118.2	101.2	17.0	1.700	0.0283	258.8

ตารางที่ ผ.ก. 9 (ต่อ) แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 15/3

Reading on the clock			Time difference ( min )	cumulative time ( min )	water level reading		infiltration ( mm )	infiltration rate ( mm/min )	infiltration rate ( mm/hour )	cumulative infiltration ( mm )
hr	min	sec			before filling ( mm )	after filling ( mm )				
15.10	15.20		10	80	300.0	279.0	21.0	2.100	0.0350	279.8
15.20	15.30		10	80	279.0	257.0	22.0	2.200	0.0367	301.8
15.30	15.40		10	100	257.0	245.0	12.0	1.200	0.0200	313.8
15.40	15.50		10	110	245.0	229.0	16.0	1.600	0.0267	329.8
15.50	16.00		10	120	229.0	219.0	10.0	1.000	0.0167	339.8
16.00	16.20		20	140	219.0	194.0	25.0	1.250	0.0208	364.8
16.20	16.40		20	160	194.0	168.5	25.5	1.275	0.0213	390.3
16.40	17.00		20	180	168.5	143.5	25.0	1.250	0.0208	415.3

\*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังอะลูมิเนียมยาว แบบ falling head ( มีการเติมน้ำ 1 ครั้ง )  
 - ทดลองภายในบ่อสูบน้ำโซน 2 บ่อที่ 17 ติดคลองส่งน้ำด้านหน้า และนาข้าว

ตารางที่ ผ.ก. 10 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 33/1

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 33/1 contains

area (cm<sup>2</sup>)

Depth of liquid (cm)

Date /time 18/10/46 13.00 น.

Inner Ring

1296

15

Test Location 957096 Elev. 58 M

Annular Space

1729

15

Liquid Used น้ำบาดาล

Tested By

Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
13.00-13.15	15	15	150.0	149.0	1.0	0.0667	0.0011	1.0
13.15-13.30	15	30	150.0	147.0	3.0	0.2000	0.0033	4.0
13.30-13.45	15	45	150.0	148.0	2.0	0.1333	0.0022	6.0
13.45-14.00	15	60	150.0	149.0	1.0	0.0667	0.0011	7.0
14.00-14.15	15	75	150.0	149.0	1.0	0.0667	0.0011	8.0
14.15-14.30	15	90	150.0	149.0	1.0	0.0667	0.0011	9.0
14.30-14.45	15	105	150.0	149.0	1.0	0.0667	0.0011	10.0
14.45-15.00	15	120	150.0	149.0	1.0	0.0667	0.0011	11.0
15.00-15.30	30	150	150.0	149.0	1.0	0.0333	0.0006	12.0
15.30-16.00	30	180	150.0	149.0	1.0	0.0333	0.0006	13.0
16.00-16.30	30	210	150.0	149.0	1.0	0.0333	0.0006	14.0
16.30-17.00	30	240	150.0	149.0	1.0	0.0333	0.0006	15.0

\*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังดำ แบบ Constant head

- พื้นที่รอบข้างเพาะปลูกทั่วเหลือง และปลูกกล้วยตานีระดับน้ำใต้ดิน 120 cm

ตารางที่ ผ.ก. 11 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 33/2

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 33/2 contains

Date/time 20/10/46 9.50 น.  
 Test Location 870173 Elev. 70 M  
 Liquid Used น้ำฝนจากโอ่ง

area ( cm<sup>2</sup> )

Depth of liquid ( cm )

Inner Ring 415.48  
 Annular Space 132.73  
 Tested By Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
9.50-9.55	5	5	360.0	357.0	3.0	0.6000	0.0100	3
9.55-10.00	5	10	357.0	355.0	2.0	0.4000	0.0067	5
10.00-10.05	5	15	355.0	354.0	1.0	0.2000	0.0033	6
10.05-10.15	10	25	354.0	353.0	1.0	0.1000	0.0017	7
10.15-10.25	10	35	353.0	352.0	1.0	0.1000	0.0017	8
10.25-10.35	10	45	352.0	351.0	1.0	0.1000	0.0017	9
10.35-11.05	30	75	351.0	350.0	1.0	0.0333	0.0006	10
11.05-11.35	30	105	350.0	349.0	1.0	0.0333	0.0006	11
11.35-12.20	45	150	349.0	347.8	1.2	0.0267	0.0004	12.6

\*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังยาวอะลูมิเนียม แบบ Falling head  
 - พื้นที่โดยรอบบริเวณไร้พุทรา และบริเวณไร้อ้อย

ตารางที่ ผ.ก. 12 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 33/3

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 33/3 contains area ( cm<sup>2</sup> ) Depth of liquid ( cm )  
 Date /time 22/10/46 10.00 น. Inner Ring 415.48 36  
 Test Location 979151 Elev. 77 M Annular Space 132.73 36  
 Liquid Used น้ำจากสระติดกับนาข้าว Tested By Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	commulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
10.00-10.05	5	5	360.0	358.5	1.5	0.3000	0.0050	1.5
10.05-10.10	5	10	358.5	356.8	1.7	0.3400	0.0057	3.2
10.10-10.15	5	15	356.8	356.0	0.8	0.1600	0.0027	4.0
10.15-10.20	5	20	356.0	355.5	0.5	0.1000	0.0017	4.5
10.20-10.30	10	30	355.5	353.2	2.3	0.2300	0.0038	7.8
10.30-10.40	10	40	353.2	352.0	1.2	0.1200	0.0020	9.0
10.40-10.50	10	50	352.0	349.5	2.5	0.2500	0.0042	11.5
10.50-11.00	10	60	349.5	346.8	2.7	0.2700	0.0045	14.2
11.00-11.20	20	80	346.8	344.0	2.8	0.1400	0.0023	17.0
11.20-11.40	20	100	344.0	340.0	4.0	0.2000	0.0033	21.0
11.40-12.00	20	120	340.0	336.0	4.0	0.2000	0.0033	25.0
12.00-12.30	30	150	336.0	330.2	5.8	0.1933	0.0032	30.8
12.30-13.00	30	180	330.2	324.2	6.0	0.2000	0.0033	36.8

- \*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังอะลูมิเนียมยาว แบบ Falling head  
 - ทดลองภายในสถานีสูบน้ำ โชน 2 บ่อสูบน้ำที่ 17 ห่างจากสระน้ำประมาณ 6 m ติดกับที่ปลูกผักบุ้ง  
 - ระดับน้ำใต้ดิน 80 cm

ตารางที่ ผ.ก. 13 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 38/1

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 38/1 contains

area ( cm<sup>2</sup> )

Depth of liquid ( cm )

Date /time 18/10/46 15.30 น.

Inner Ring

804.24

15

Test Location 939115 Elev. 59 M

Annular Space

415.48

15

Liquid Used น้ำจากคลอง

Tested By

Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
15.30-15.35	5	5	150.0	140.0	10	2.00	0.0333	10
15.35-15.40	5	10	150.0	135.0	15	3.00	0.0500	25
15.40-15.45	5	15	150.0	132.0	18	3.60	0.0600	43
15.45-15.50	5	20	150.0	131.0	19	3.80	0.0633	62
15.50-15.55	5	25	150.0	133.0	17	3.40	0.0567	79
15.55-16.00	5	30	150.0	136.0	14	2.80	0.0467	93
16.00-16.10	10	40	150.0	120.0	30	3.00	0.0500	123
16.10-16.20	10	50	150.0	120.0	30	3.00	0.0500	153
16.20-16.30	10	60	150.0	119.0	31	3.10	0.0517	184
16.30-16.50	20	80	150.0	90.0	60	3.00	0.0500	244
16.50-17.10	20	100	150.0	90.0	60	3.00	0.0500	304
17.10-17.30	20	120	150.0	90.0	60	3.00	0.0500	364

- \*\*หมายเหตุ** - ทดลองโดยใช้ถังอะลูมิเนียมสัน แบบ constant head  
 - พื้นที่โดยรวมเป็นไร่ย่อย ที่มีการขุดดิน 3 ปีครั้ง ปีนี้เป็นปีแรก

ตารางที่ ผ.ก. 14 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 38/2

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 38/2 contains

area ( cm<sup>2</sup> )

Depth of liquid ( cm )

Date /time 20/10/46 14.30 น.

Inner Ring

415.48

36

Test Location 911166 Elev. 57 M

Annular Space

132.73

36

Liquid Used น้ำบาดาล

Tested By

Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
14.30-14.35	5	5	360.0	355.0	5.0	1.0000	0.0167	5.0
14.35-14.40	5	10	355.0	353.0	2.0	0.4000	0.0067	7.0
14.40-14.45	5	15	353.0	352.0	1.0	0.2000	0.0033	8.0
14.45-15.00	15	30	352.0	351.0	1.0	0.0667	0.0011	9.0
15.00-15.15	15	45	351.0	350.0	1.0	0.0667	0.0011	10.0
15.15-15.45	30	75	350.0	349.5	0.5	0.0167	0.0003	10.5
15.45-16.15	30	105	349.5	349.0	0.5	0.0167	0.0003	11.0
16.15-16.45	30	135	349.0	348.5	0.5	0.0167	0.0003	11.5

\*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังอะลูมิเนียมแบบ falling head  
- บริเวณนาฬิกา

ตารางที่ ผ.ก. 15 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 38/3

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 38/3 contains

area ( cm<sup>2</sup> )

Depth of liquid ( cm )

Date /time 21/10/46 9.10 น.

Inner Ring

415.48

36

Test Location 940096 Elev. 68 M

Annular Space

132.73

36

Liquid Used น้ำจากสระขุดเอง

Tested By

Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
9.10-9.15	5	5	360.0	356.0	4.0	0.8000	0.0133	4.0
9.15-9.20	5	10	356.0	354.0	2.0	0.4000	0.0067	6.0
9.20-9.25	5	15	354.0	352.0	2.0	0.4000	0.0067	8.0
9.25-9.30	5	20	352.0	351.0	1.0	0.2000	0.0033	9.0
9.30-9.40	10	30	351.0	350.0	1.0	0.1000	0.0017	10.0
9.40-9.55	15	45	350.0	346.0	4.0	0.2667	0.0044	14.0
9.55-10.10	15	60	346.0	342.0	4.0	0.2667	0.0044	18.0
10.10-10.25	15	75	342.0	339.0	3.0	0.2000	0.0033	21.0
10.25-10.40	15	90	339.0	334.0	5.0	0.3333	0.0056	26.0
10.40-10.55	15	105	334.0	332.0	2.0	0.1333	0.0022	28.0
10.55-11.10	15	120	332.0	327.0	5.0	0.3333	0.0056	33.0
11.10-11.25	15	135	327.0	323.0	4.0	0.2667	0.0044	37.0
11.25-11.40	15	150	323.0	318.0	5.0	0.3333	0.0056	42.0
11.40-11.55	15	165	318.0	314.2	3.8	0.2533	0.0042	45.8
11.55-12.10	15	180	314.2	311.2	3.0	0.2000	0.0033	48.8
12.10-12.40	30	210	311.2	305.5	5.7	0.1900	0.0032	54.2
12.40-13.10	30	240	305.5	300.0	5.5	0.1833	0.0031	59.7

\*\*หมายเหตุ ทดลองโดยใช้ถังอะลูมิเนียมยาวแบบ falling head และทดลองภายในสถานีสูบน้ำโซน 1 บ่อน้ำที่ L7 ด้านข้างเป็นป่ามะม่วง ฝั่งตรงข้ามเป็นปากกล้วยตานี

ตารางที่ ผ.ก. 16 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ 33B/38B/1

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 33B/38B/1 contains area ( cm<sup>2</sup> ) Depth of liquid ( cm )  
 Date /time 20/10/46 16.30 น. Inner Ring 804.24 15  
 Test Location 896160 Elev. 72 M Annular Space 415.48 15  
 Liquid Used น้ำฝนที่ขังในแอ่งน้ำเล็กๆ Tested By Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
16.30-16.35	5	5	150.0	150.0	0	0	0	0
16.35-16.40	5	10	150.0	150.0	0	0	0	0
16.40-16.45	5	15	150.0	150.0	0	0	0	0
16.45-16.50	5	20	150.0	150.0	0	0	0	0
16.50-17.20	30	50	150.0	150.0	0	0	0	0
17.20-17.50	30	80	150.0	150.0	0	0	0	0
17.50-18.20	30	110	150.0	150.0	0	0	0	0
18.20-18.50	30	140	150.0	150.0	0	0	0	0

\*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังอะลูมิเนียมสัน แบบ falling head  
 - ทดลองภายในสถานีสูบน้ำโซน 1ปอสูบน้ำ G1 ติดกับไร้อ้อยและไหลลงถนนโดยมีระดับน้ำใต้ดินที่ 70 cm

ตารางที่ ผ.ก. 17 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 33B/38B/2

ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 33B/38B/1 contains

area ( cm<sup>2</sup> )

Depth of liquid ( cm )

Date /time 21/10/46 14.20 น.

Inner Ring

415.48

36

Test Location 884126 Elev. 60 M

Annular Space

132.73

36

Liquid Used น้ำจากแม่น้ำยม

Tested By

Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
14.20-14.25	5	5	360.0	357.0	3.0	0.6000	0.0100	3.0
14.25-14.30	5	10	357.0	354.5	2.5	0.5000	0.0083	5.5
14.30-14.35	5	15	354.5	353.0	1.5	0.3000	0.0050	6.5
14.35-14.40	5	20	353.0	351.8	1.2	0.2400	0.0040	7.7
14.40-14.45	5	25	351.8	351.0	0.8	0.1600	0.0027	8.5
14.45-14.50	5	30	351.0	350.2	0.8	0.1600	0.0027	9.3
14.50-15.00	10	40	350.2	349.0	1.2	0.1200	0.0020	10.5
15.00-15.10	10	50	349.0	347.2	1.8	0.1800	0.0030	12.3
15.10-15.20	10	60	347.2	346.8	0.4	0.0400	0.0007	12.7
15.20-15.40	20	80	346.8	345.0	1.8	0.0900	0.0015	14.5
15.40-16.00	20	100	345.0	343.2	1.8	0.0900	0.0015	16.3
16.00-16.20	20	120	343.2	341.5	1.7	0.0850	0.0014	18.0
16.20-16.50	30	150	341.5	338.8	2.7	0.0900	0.0015	20.7
16.50-17.20	30	180	338.8	336.0	2.8	0.0933	0.0016	23.5

- \*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังอะลูมิเนียมยาว แบบ Falling head  
- ทดลองบริเวณริมแม่น้ำยม ห่างตลิ่งประมาณ 10 M แถวหัววัดระดับน้ำ

ตารางที่ ผ.ก. 18 แสดงตารางบันทึกผลการหาค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำชั้นผิวดินตัวอย่างหน่วยแผนที่ที่ 33B/38B/3

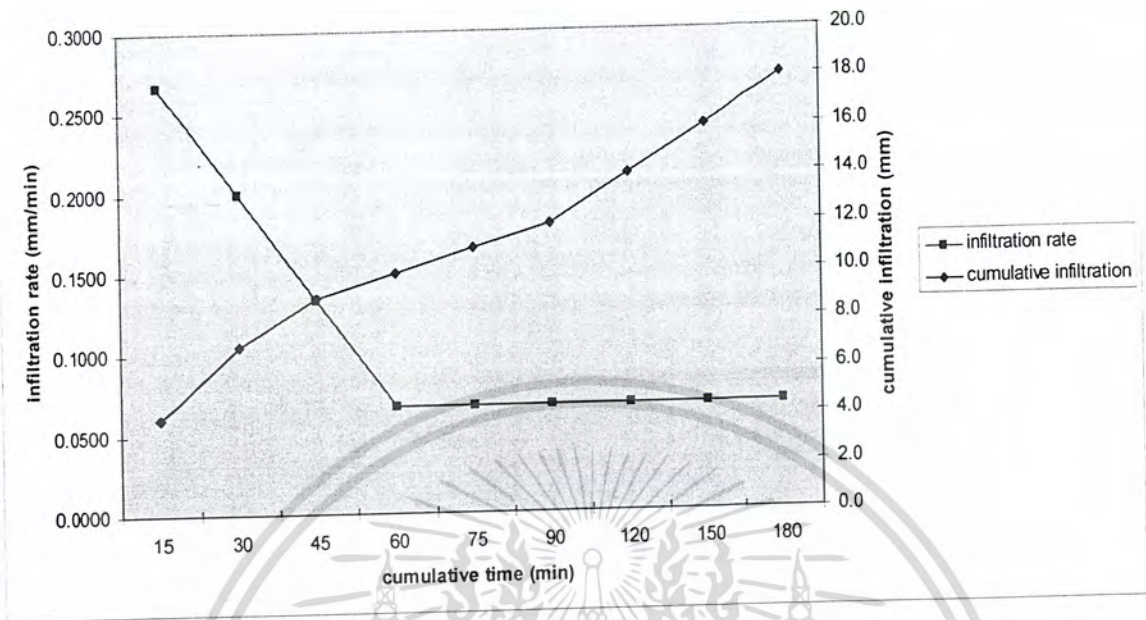
ตารางบันทึกผลการทดลอง

Project identification 33B/38B/3 contains area ( cm<sup>2</sup> ) Depth of liquid ( cm )  
 Date/time 21/10/46 14.50 น. Inner Ring 804.24 15  
 Test Location 886098 Elev. 57 M Annular Space 415.48 15  
 Liquid Used น้ำบาดาลจากบ้านของชาวบ้าน Tested By Infiltrometer

Reading on the clock	Time difference	cumulative time	water level reading		infiltration	infiltration rate	infiltration rate	cumulative infiltration
			before filling	after filling				
hr min sec	( min )	( min )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm/min )	( mm/hour )	( mm )
14.50-14.55	5	5	150.0	128.0	22.0	4.4000	0.0733	22.0
14.55-15.00	5	10	150.0	138.0	12.0	2.4000	0.0400	34.0
15.00-15.05	5	15	150.0	143.0	7.0	1.4000	0.0233	41.0
15.05-15.10	5	20	150.0	144.0	6.0	1.2000	0.0200	47.0
15.10-15.15	5	25	150.0	144.0	6.0	1.2000	0.0200	53.0
15.15-15.20	5	30	150.0	145.0	5.0	1.0000	0.0167	58.0
15.20-15.30	10	40	150.0	138.0	12.0	1.2000	0.0200	70.0
15.30-15.40	10	50	150.0	142.0	8.0	0.8000	0.0133	78.0
15.40-15.50	10	60	150.0	141.0	9.0	0.9000	0.0150	87.0
15.50-16.05	15	75	150.0	139.5	10.5	0.7000	0.0117	97.5
16.05-16.20	15	90	150.0	140.8	9.2	0.6133	0.0102	106.7
16.20-16.35	15	105	150.0	139.4	10.6	0.7067	0.0118	117.3
16.35-16.50	15	120	150.0	141.0	9.0	0.6000	0.0100	126.3
16.50-17.20	30	150	150.0	131.5	18.5	0.6167	0.0103	144.8
17.20-17.50	30	180	150.0	132.0	18.0	0.6000	0.0100	162.8

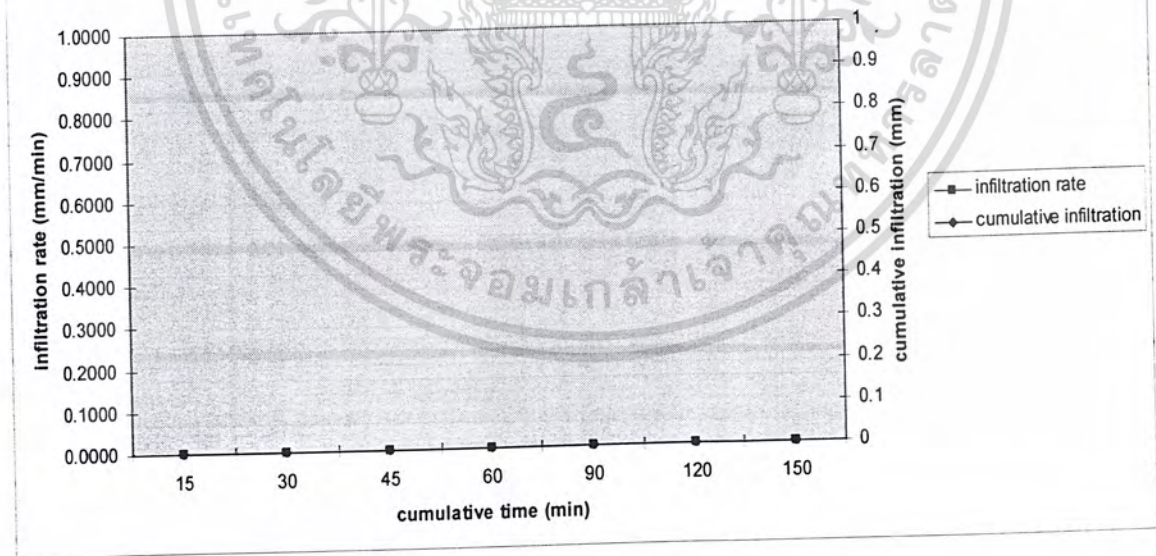
\*\*หมายเหตุ - ทดลองโดยใช้ถังอะลูมิเนียมสัน แบบ Constant head  
 - บริเวณไร่ส้มโอ บริเวณบ้านคู่อุทัยดิ้นเดิม

4/1



กราฟที่ ผก.1 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 4/1

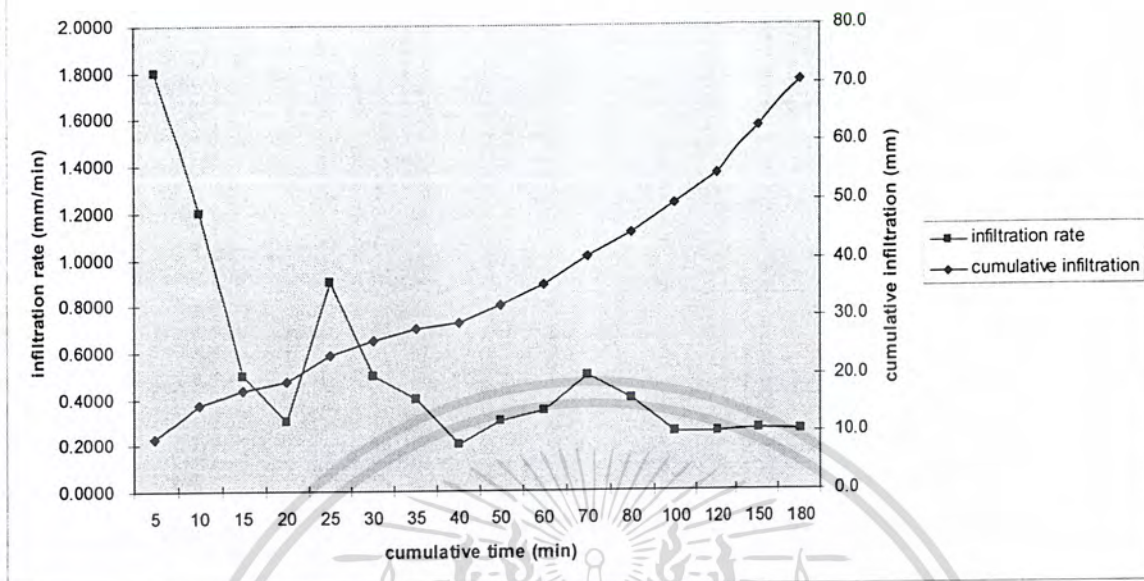
4/2



กราฟที่ ผก.2 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 4/2

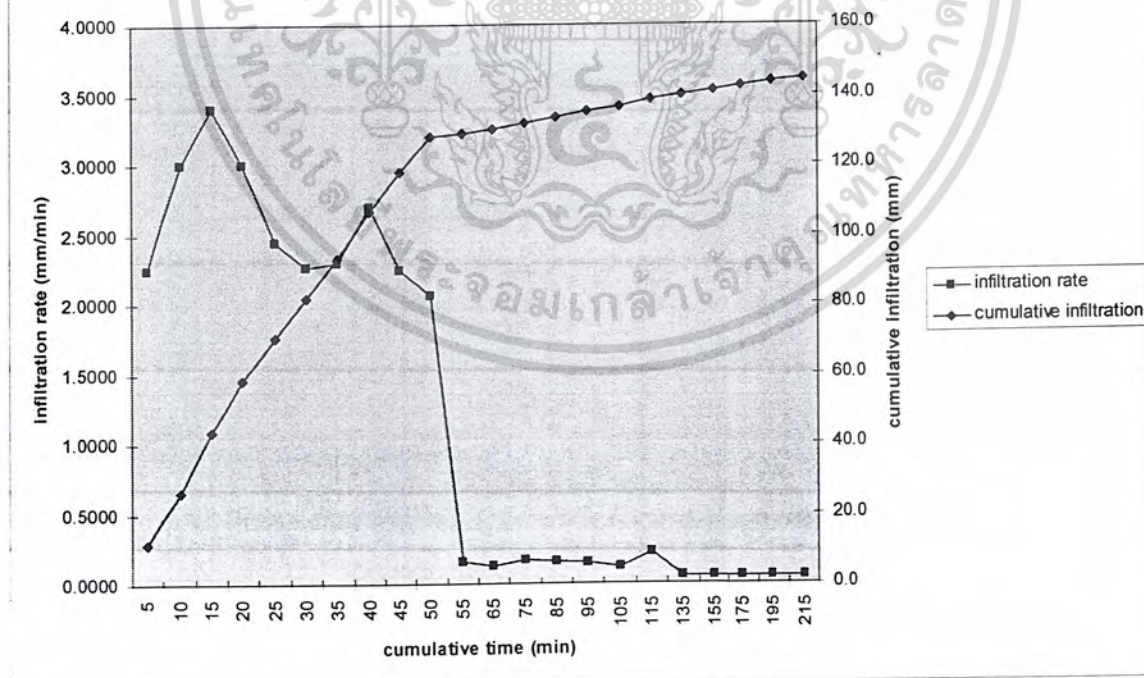
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4/3



กราฟที่ ผก.3 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 4/3

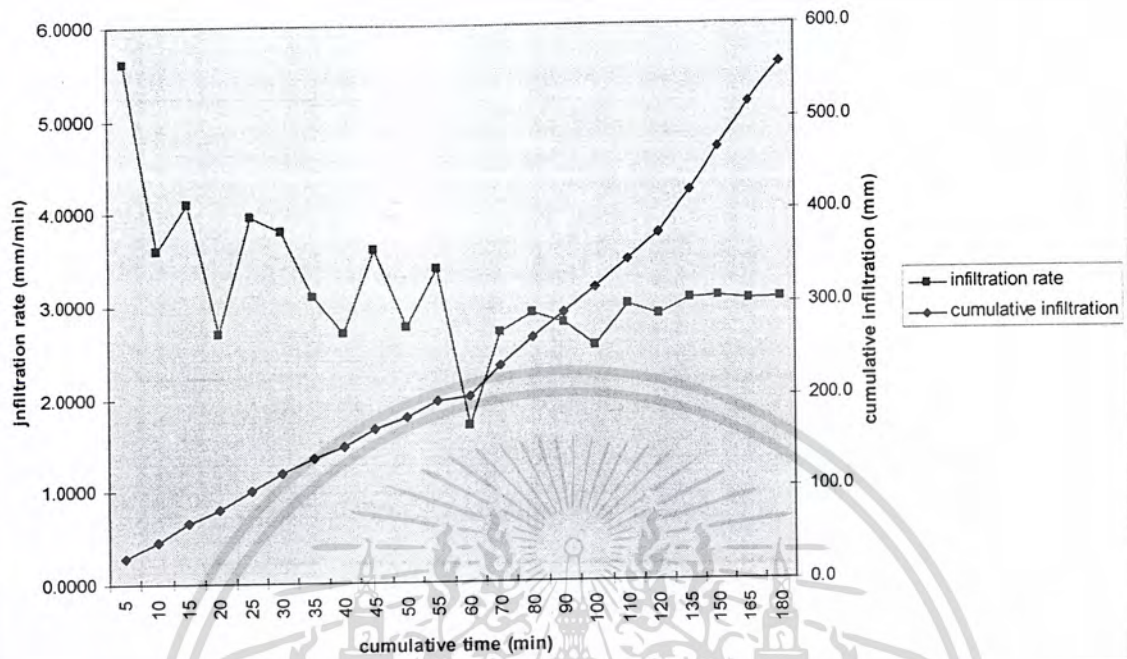
7/1



กราฟที่ ผก.4 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 7/1

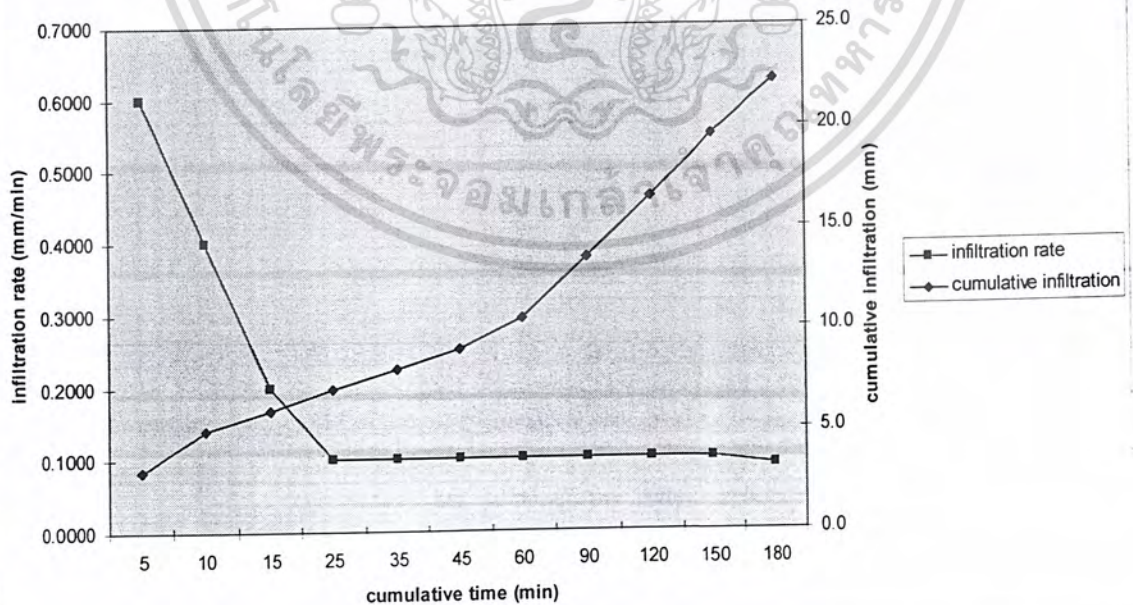
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7/2



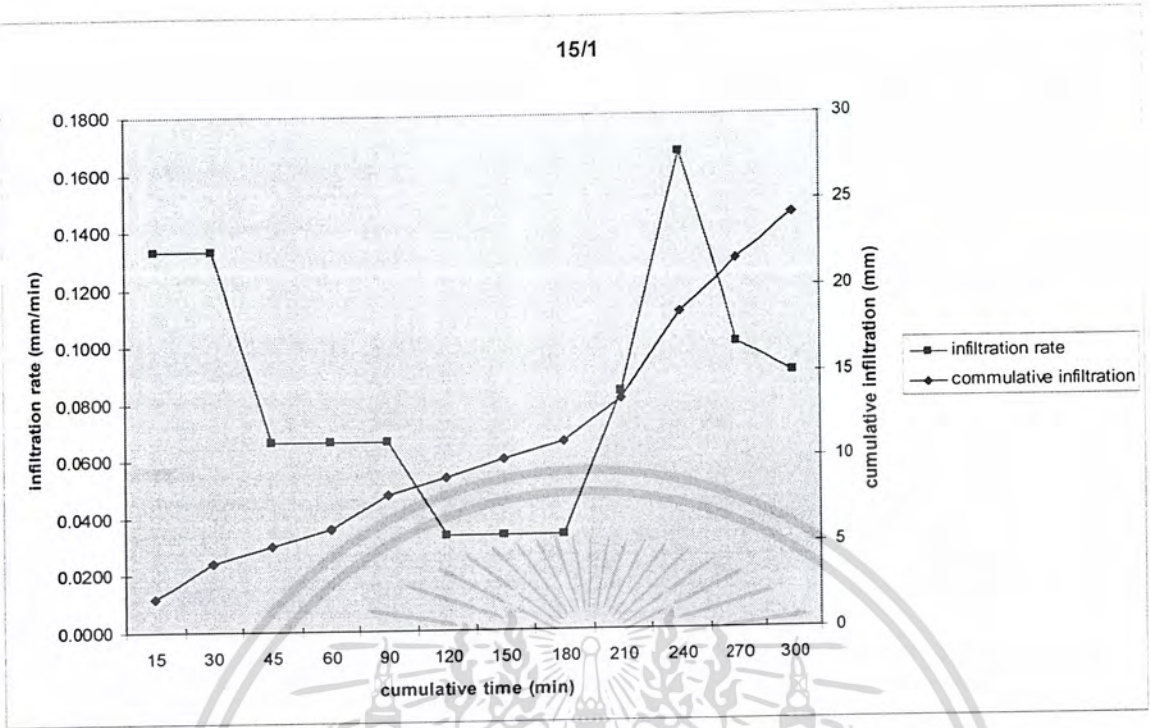
กราฟที่ ผก.5 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึ่มกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 7/2

7/3

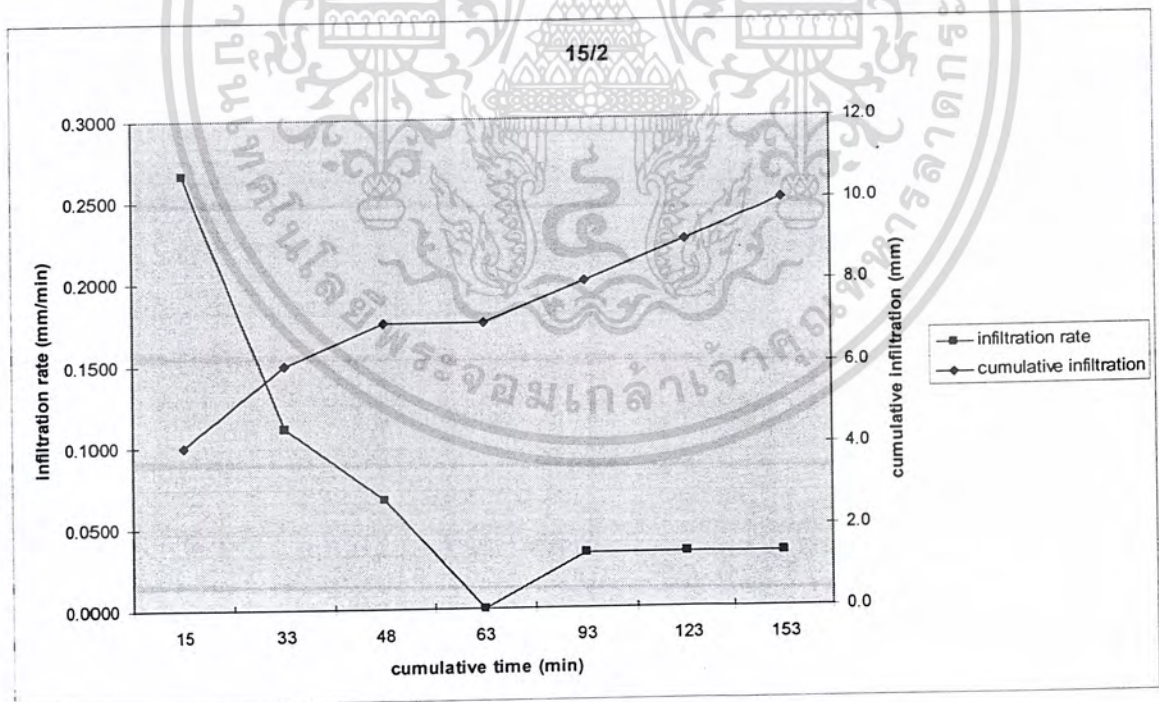


กราฟที่ ผก.6 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึ่มกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 7/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



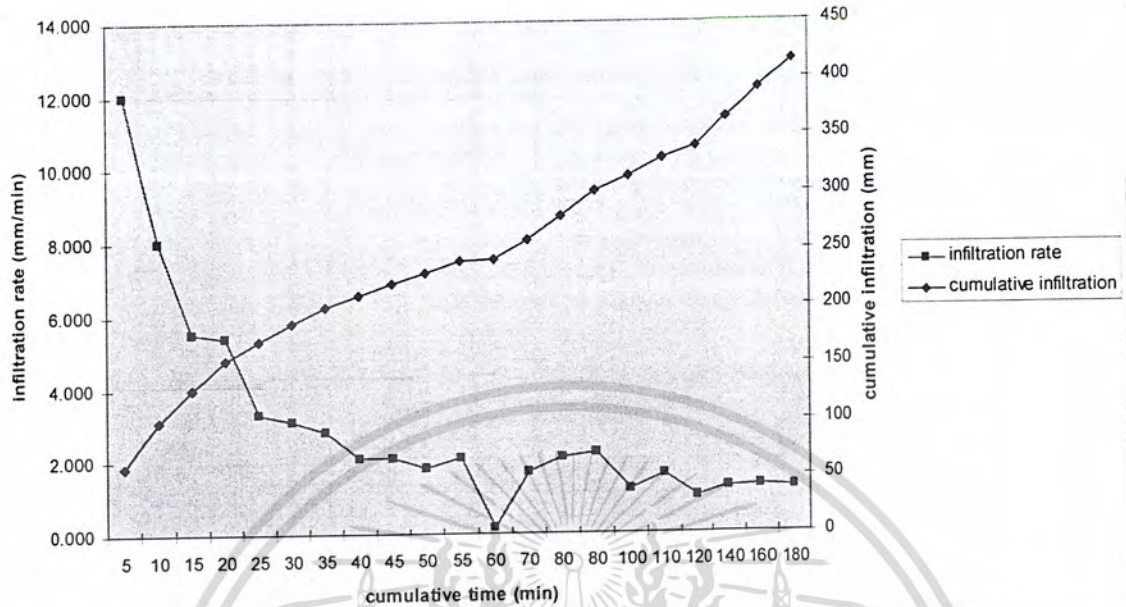
กราฟที่ ผก.7 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 15/1



กราฟที่ ผก.8 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 15/2

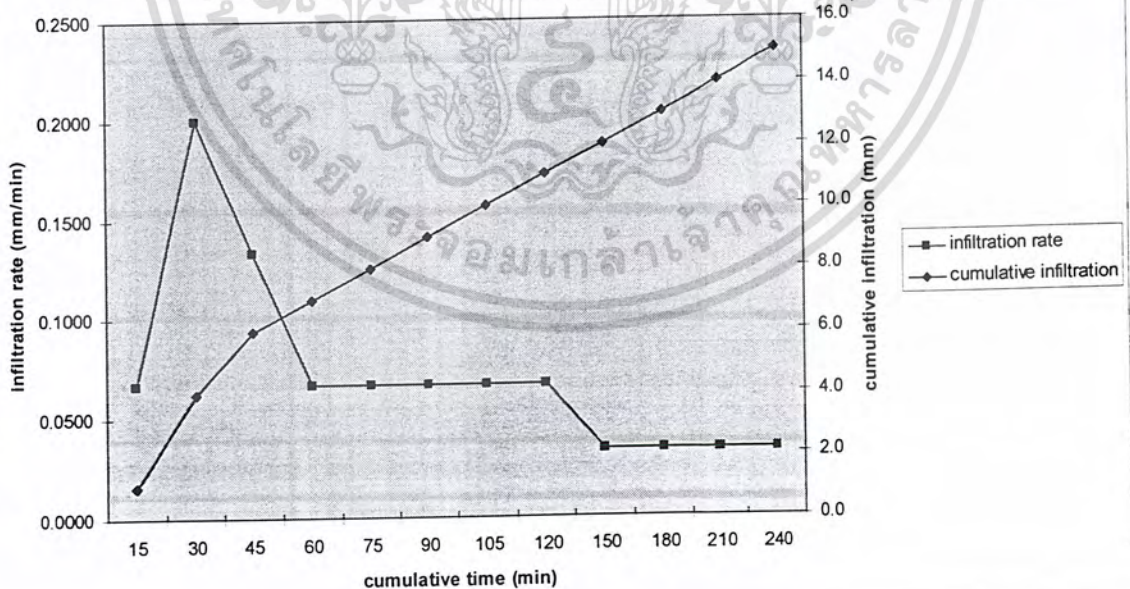
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15/3



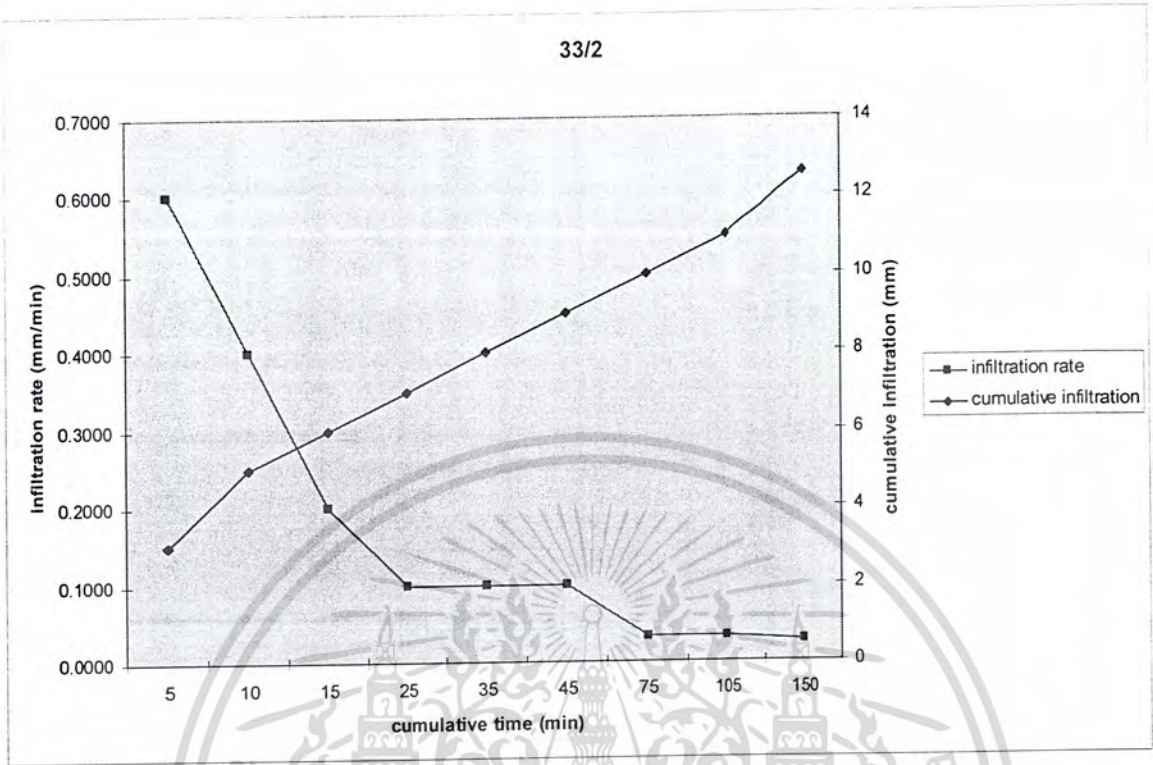
กราฟที่ ผก.9 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 15/3

33/1

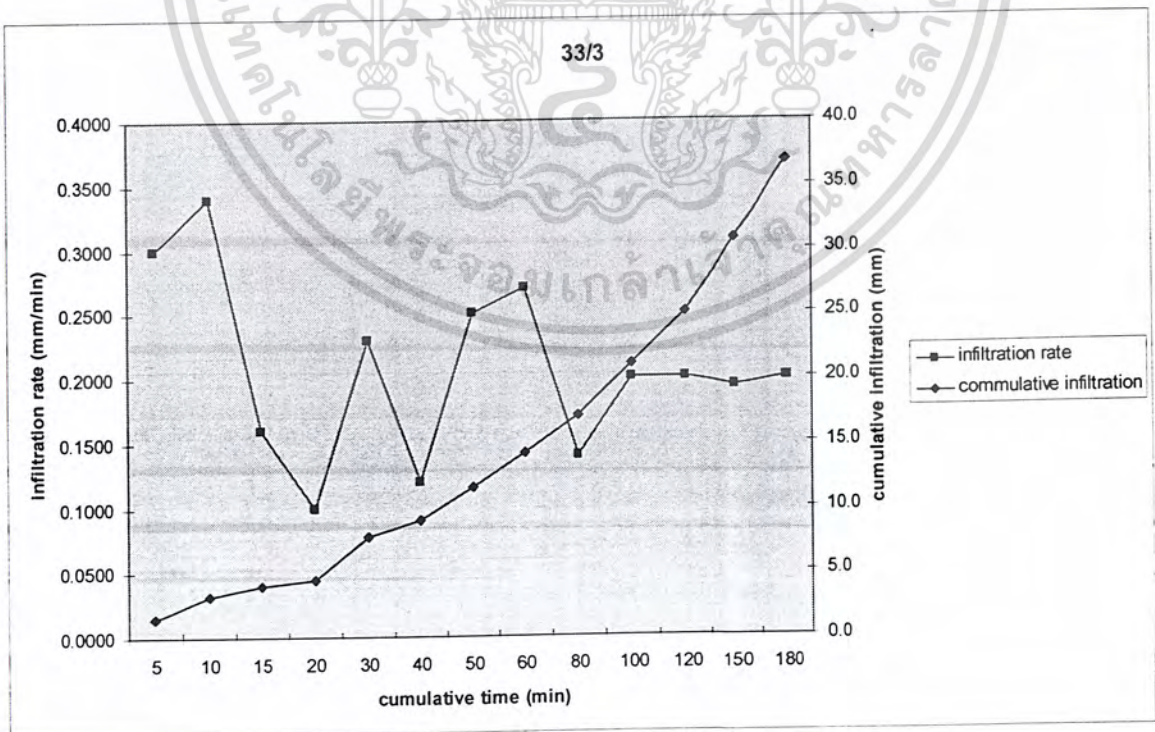


กราฟที่ ผก.10 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 33/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

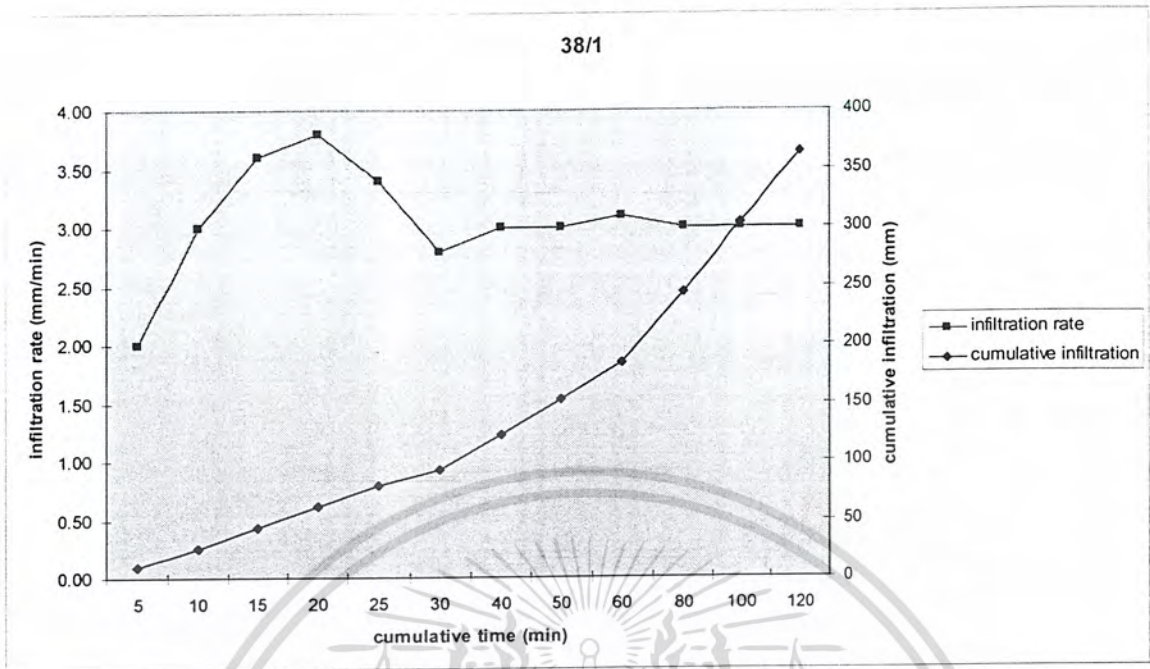


กราฟที่ ผก.11 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึ่มกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 33/2

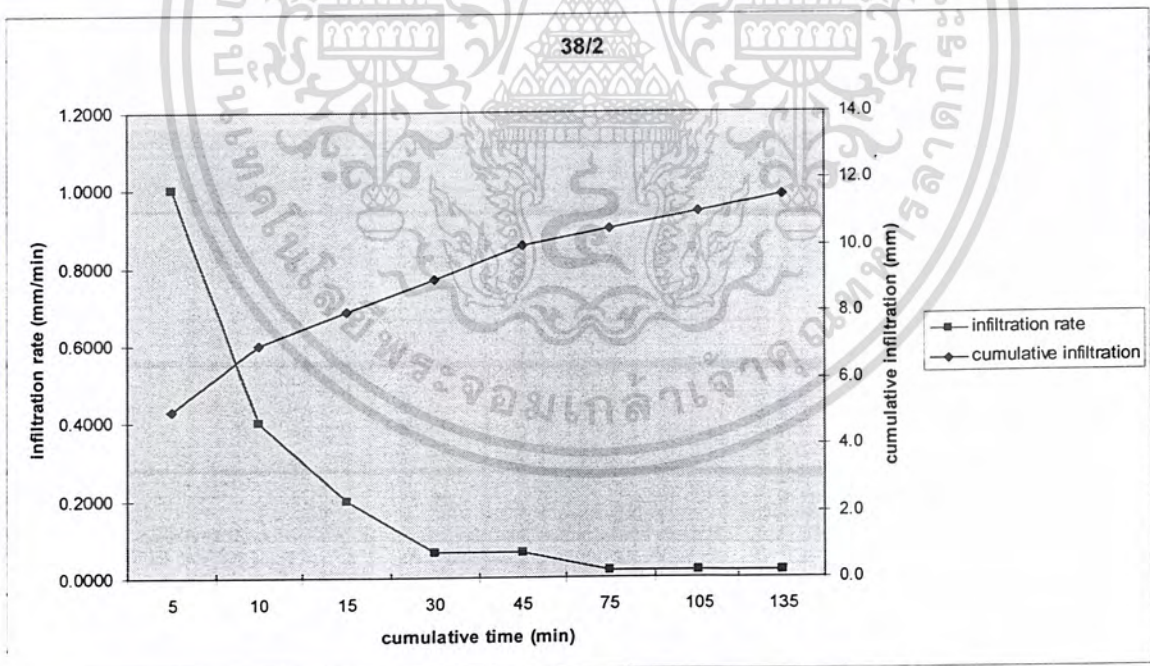


กราฟที่ ผก.12 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึ่มกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 33/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

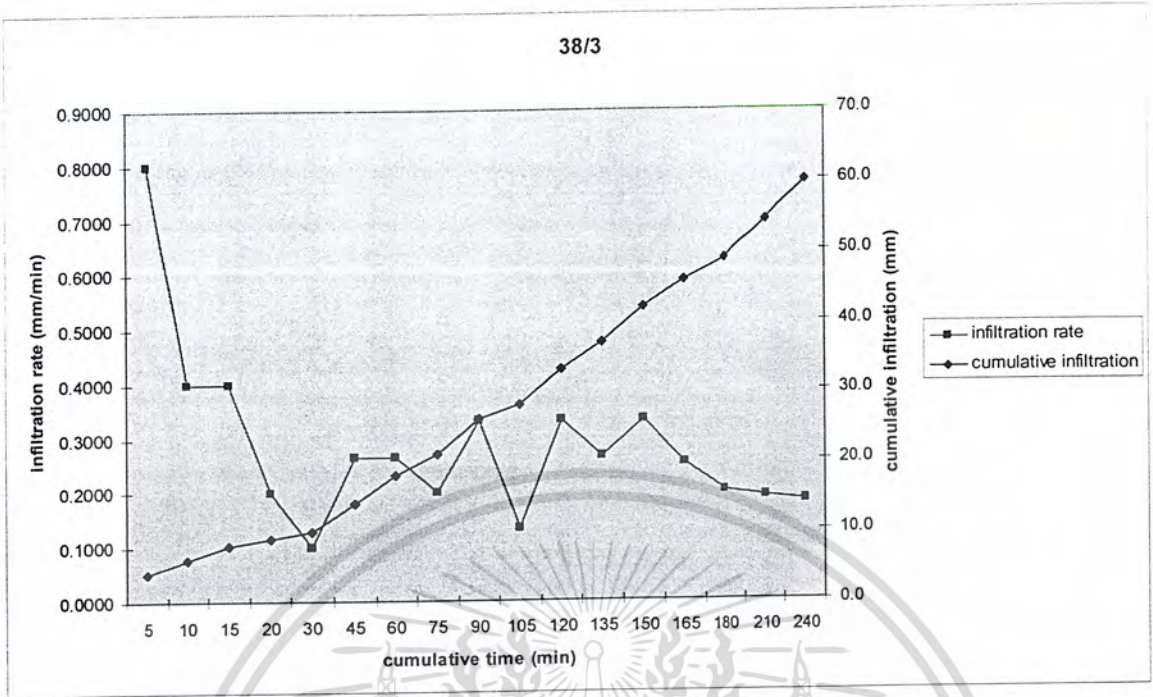


กราฟที่ ผก.13 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึ่มกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 38/1

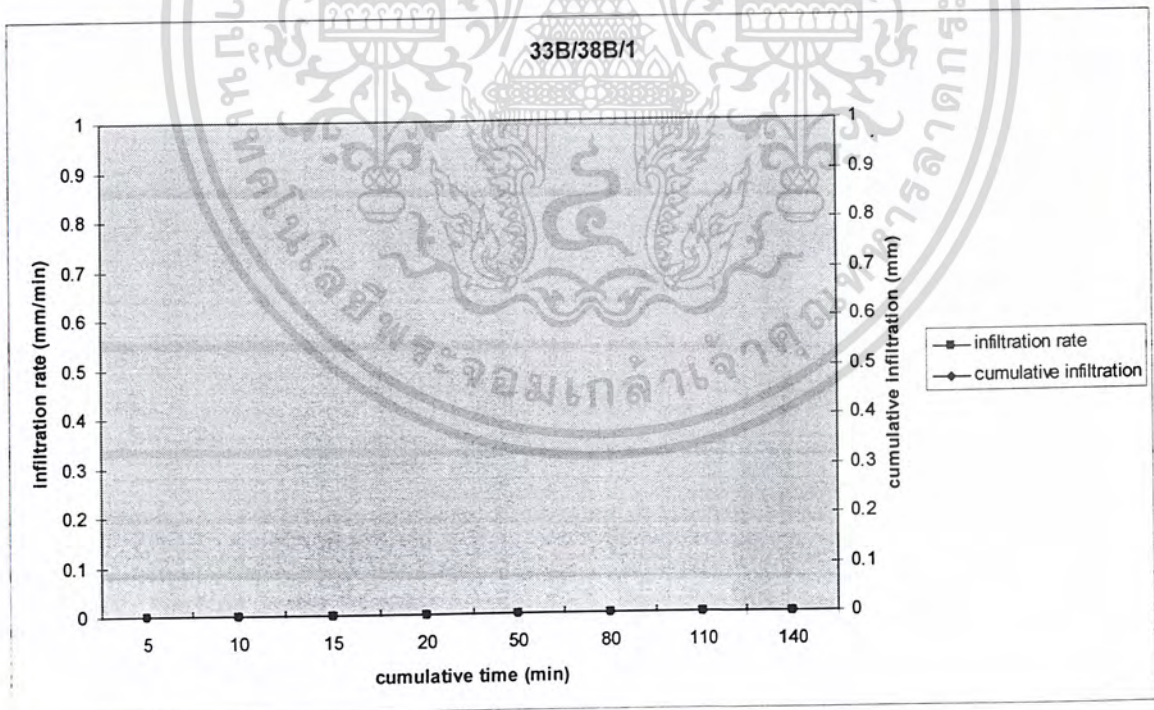


กราฟที่ ผก.14 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึ่มกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 38/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

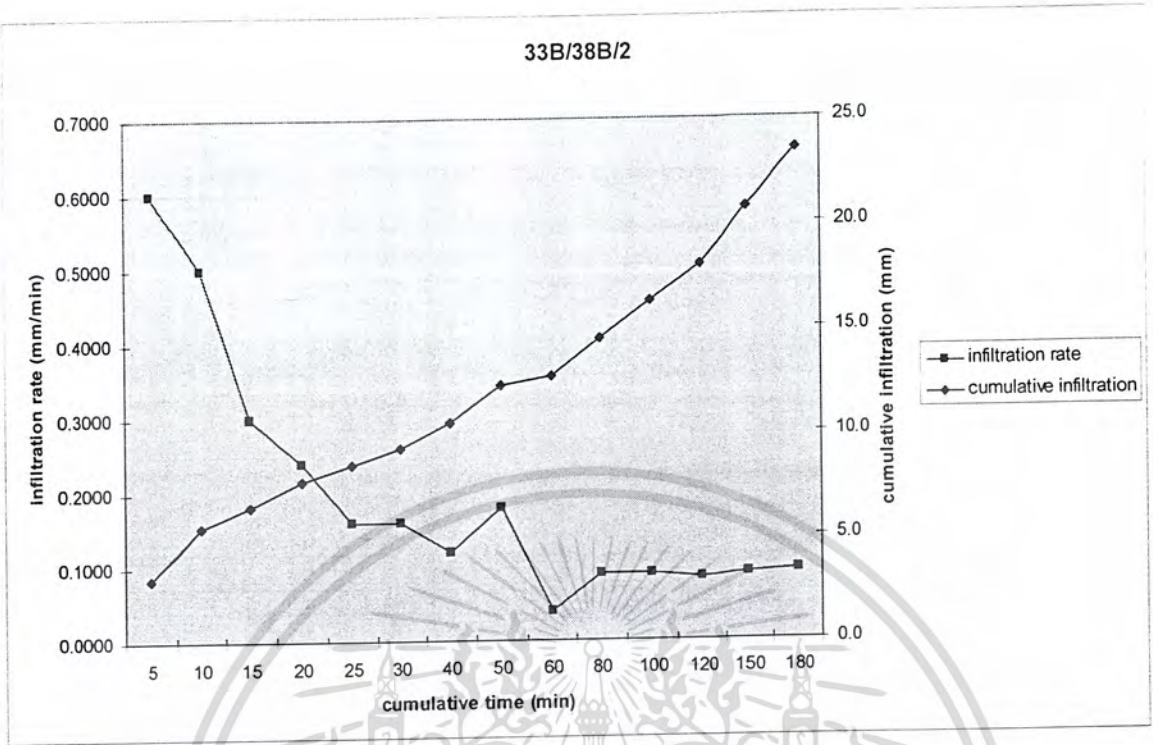


กราฟที่ ผก.15 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 38/3

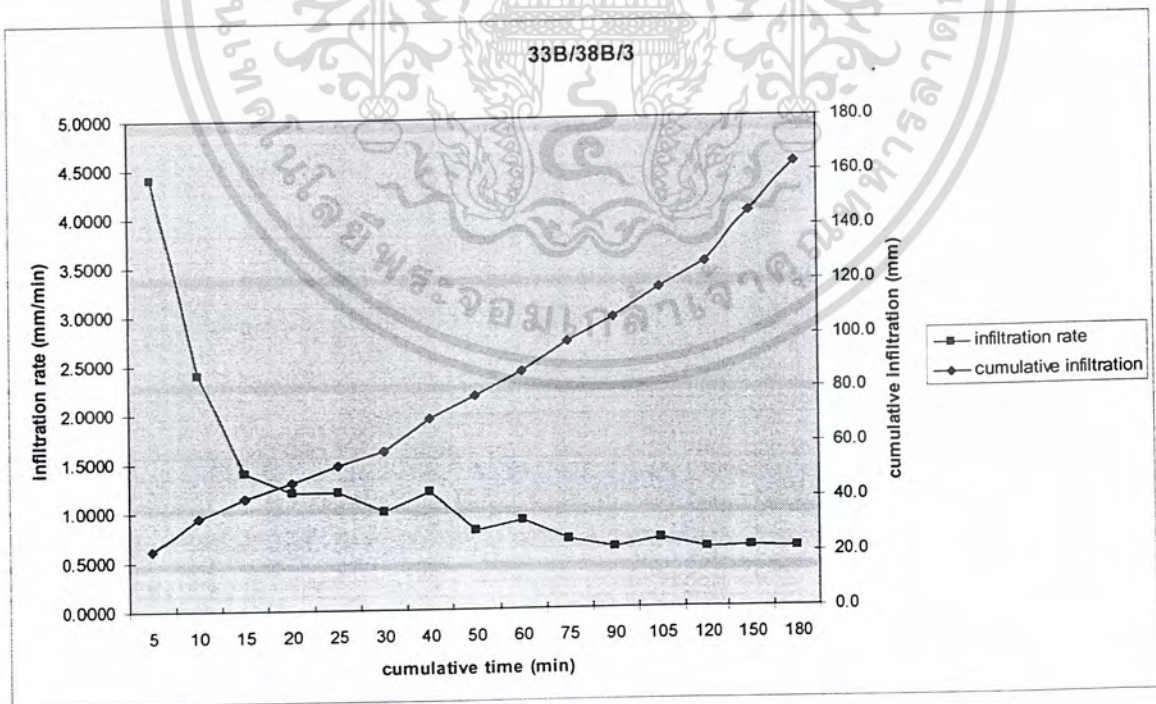


กราฟที่ ผก.16 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 33B/38B/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ ผก.17 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 33B/38B/2



กราฟที่ ผก.18 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการดูดซึมกับเวลาผลการทดลองตัวอย่างที่ 33B/38B/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 19 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชิมตามค่าความลึกในแนวตั้งตัวอย่างดินที่ 4/1

water content 4/1

Sample 4/1 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.59	53.40	46.32	17.82
0.40	7.14	54.88	46.40	21.60
0.60	6.78	56.31	48.57	18.52
0.80	6.53	56.40	47.98	20.31
1.00	6.63	57.85	47.13	26.47

Sample4/1 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.30	56.75	46.60	25.19
0.40	6.39	57.72	47.21	25.75
0.60	7.15	58.15	46.72	28.89
0.80	6.30	57.60	46.31	28.22
1.00	6.51	55.35	44.10	29.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 20 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชื้นตามค่าความลึกในแนวตั้งตัวอย่างดินที่ 4/2

water content 4/2

Sample 4/2 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	20.32	53.58	47.15	23.97
0.40	21.48	69.19	59.51	25.45
0.60	19.94	66.22	57.81	22.21
0.80	18.58	66.58	59.55	17.16
1.00	17.48	68.86	61.47	16.80
1.20	20.36	69.90	63.49	14.86
1.40	17.87	64.65	59.12	13.41
1.60	19.95	67.34	61.95	12.83

Sample 4/2 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	21.50	67.98	58.39	26.00
0.40	19.50	66.75	57.85	23.21
0.60	18.50	67.60	58.72	22.08
0.80	17.60	68.80	58.41	25.46
1.00	20.61	66.85	57.61	24.97
1.20	19.85	65.92	55.9	27.79
1.40	17.11	69.12	61.71	16.61
1.60	19.65	64.80	56.61	22.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 21 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชิมตามค่าความลึกในแนวดิ่งตัวอย่างดินที่ 4/3

water content 4/3

Sample 4/3 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.38	54.65	48.33	15.07
0.40	6.41	54.15	47.21	17.01
0.60	6.47	50.00	43.29	18.22
0.80	6.36	55.62	48.10	18.02
1.00	7.00	54.91	46.65	20.83
1.20	6.39	54.49	45.31	23.59
1.40	7.08	60.55	50.49	23.17
1.60	6.40	66.61	54.51	25.15
1.80	6.74	57.51	47.72	23.89
2.00	6.49	62.19	51.20	24.58

Sample 4/3 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	20.32	88.41	76.09	22.09
0.40	21.48	87.99	75.01	24.25
0.60	19.94	88.95	78.11	18.64
0.80	18.58	82.95	71.69	21.20
1.00	17.48	88.29	74.61	23.95
1.20	20.36	95.42	81.51	22.75
1.40	17.87	86.20	72.83	24.33
1.60	19.95	87.65	74.52	24.06
1.80	18.91	91.19	75.85	26.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 22 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชุ่มตามค่าความลึกในแนวตั้งตัวอย่างดินที่ 7/1

water content 7/1

Sample 7/1 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.38	54.54	46.45	20.19
0.40	6.41	55.74	47.42	20.29
0.60	6.47	51.28	43.90	19.72
0.80	6.36	56.32	48.60	18.28
1.00	7.00	63.24	55.00	17.17
1.20	6.39	59.82	52.82	15.08
1.40	7.08	69.55	62.06	13.62
1.60	6.40	55.75	49.43	14.69
1.80	6.74	57.84	50.84	15.87
2.00	6.49	64.35	54.59	20.29

Sample 7/1 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.61	54.59	42.69	32.98
0.40	7.09	63.18	48.27	36.21
0.60	7.24	58.92	44.88	37.30
0.80	6.50	61.91	48.14	33.07
1.00	6.57	61.62	46.57	37.63
1.20	7.34	71.79	56.73	30.49
1.40	6.80	61.59	48.62	31.01
1.60	6.47	62.24	49.69	29.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 23 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชุ่มตามค่าความลึกในแนวตั้งตัวอย่างดินที่ 7/2

water content 7/2

Sample 7/2 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.98	54.46	46.41	20.42
0.40	6.83	54.60	46.42	20.66
0.60	6.89	55.60	44.92	28.08
0.80	7.23	53.30	43.69	26.36
1.00	7.08	53.95	44.39	25.62
1.20	6.47	56.28	46.11	25.66
1.40	15.77	58.80	50.00	25.71
1.60	15.46	57.96	48.60	28.24
1.80	16.38	55.25	48.52	20.94
2.00	15.62	56.60	49.19	22.07

Sample 7/2 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	13.87	58.38	48.11	29.99
0.40	13.40	55.88	46.66	27.72
0.60	13.61	55.30	45.50	30.73
0.80	12.24	55.05	47.22	22.38
1.00	21.23	55.54	48.96	23.73
1.20	26.00	56.56	50.41	25.19
1.40	14.56	56.66	48.41	24.37
1.60	14.54	56.10	47.99	24.25
1.80	15.66	56.40	49.96	18.78
2.00	15.73	57.16	51.01	17.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 24 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชุ่มตามค่าความลึกในแนวตั้งตัวอย่างดินที่ 7/3

water content 7/3

Sample 7/3 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.38	53.62	44.11	25.21
0.40	6.41	53.10	45.69	18.86
0.60	6.47	57.18	48.35	21.08
0.80	6.36	55.00	46.51	21.15
1.00	7.00	58.05	48.79	22.16
1.20	6.39	56.32	46.51	24.45
1.40	7.08	53.45	45.15	21.80
1.60	6.40	59.68	50.01	22.17
1.80	6.74	58.42	48.79	22.90
2.00	6.49	57.72	46.71	27.37

Sample 7/3 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.30	58.35	47.69	25.76
0.40	6.39	55.15	47.12	19.72
0.60	7.15	53.20	45.36	20.52
0.80	6.30	54.60	46.09	21.39
1.00	6.51	56.82	47.49	22.77
1.20	6.59	54.28	45.36	23.01
1.40	7.14	58.78	49.11	23.04
1.60	6.78	57.95	48.16	23.66
1.80	6.53	59.95	49.96	23.00
2.00	6.63	56.24	46.85	23.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 25 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชื้นตามค่าความลึกในแนวตั้งตัวอย่างดินที่ 15/1

water content 15/1

Sample 15/1 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.98	62.47	55.09	15.34
0.40	6.83	66.42	57.54	17.51
0.60	6.89	53.21	45.98	18.50
0.80	7.23	56.24	48.59	18.50
1.00	7.08	52.39	44.95	19.65
1.20	6.47	50.35	43.25	19.30
1.40	15.77	59.53	52.68	18.56
1.60	15.46	54.06	48.35	17.36
1.80	16.38	61.62	53.98	20.32
2.00	15.62	62.61	54.82	19.87

Sample 15/1 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.30	58.80	49.20	22.38
0.40	6.39	56.40	47.77	20.86
0.60	7.15	55.40	47.38	19.94
0.80	6.30	63.45	53.39	21.36
1.00	6.51	58.00	49.20	20.61
1.20	6.59	51.90	43.97	21.21
1.40	7.14	51.33	43.65	21.04
1.60	6.78	51.47	43.38	22.10
1.80	6.53	52.00	44.35	20.23
2.00	6.63	56.17	47.65	20.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 26 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชื้นตามค่าความลึกในแนวดิ่งตัวอย่างดินที่ 15/2

water content 15/2

Sample 15/2 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	13.87	95.20	79.11	24.66
0.40	13.46	84.49	70.60	24.31
0.60	13.61	77.29	65.00	23.92
0.80	12.24	78.69	66.20	23.15
1.00	21.23	76.69	65.68	24.77
1.20	26.00	61.71	51.10	42.27
1.40	14.56	52.98	45.23	25.27
1.60	14.54	55.51	48.21	21.68
1.80	15.66	57.00	49.71	21.41
2.00	15.73	57.80	54.37	8.88

Sample 15/2 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	20.32	104.28	87.93	24.18
0.40	21.48	90.29	77.11	23.69
0.60	19.94	101.87	86.36	23.35
0.80	18.58	101.15	85.59	23.22
1.00	17.48	96.45	81.37	23.60
1.20	20.36	98.70	82.84	25.38
1.40	17.87	93.37	77.60	26.40
1.60	19.95	92.90	79.60	22.30
1.80	19.54	91.62	78.50	22.25
2.00	17.76	99.65	85.96	20.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 27 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชึ้ตามค่าความลึกในแนวตั้งตัวอย่างดินที่ 15/3

water content 15/3

Sample15/3 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.98	55.58	48.91	15.91
0.40	6.83	57.12	49.79	17.06
0.60	6.89	56.2	48.98	17.15
0.80	7.23	57.02	50.05	16.28
1.00	7.08	55.02	47.25	19.34
1.20	6.47	56.60	46.90	23.99
1.40	15.77	69.34	62.52	14.59
1.60	15.46	67.80	60.00	17.51
1.80	16.36	65.90	56.09	24.69

Sample15/3 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	21.50	74.90	64.64	23.78
0.40	19.50	84.60	72.91	21.89
0.60	18.50	87.05	74.21	23.05
0.80	17.67	87.00	74.31	22.40
1.00	20.99	82.65	71.19	22.83
1.20	19.85	85.90	74.88	20.03
1.40	17.11	88.78	75.09	23.61
1.60	19.65	87.35	74.86	22.62
1.80	20.25	87.40	74.29	24.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 28 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชัมตามค่าความลึกในแนวตั้งตัวอย่างดินที่ 33/1

water content 33/1

Sample 33/1 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.61	53.8	47.19	16.29
0.40	7.09	56.18	47.93	20.20
0.60	7.24	58.24	49.01	22.10
0.80	6.50	57.82	48.22	23.01
1.00	6.57	52.65	43.89	23.47
1.20	7.34	53.34	43.49	27.25

Sample 33/1 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.38	54.39	46.35	20.12
0.40	6.41	51.98	45.01	18.06
0.60	6.47	56.60	47.95	20.85
0.80	6.36	58.12	48.29	23.44
1.00	7.00	57.26	46.29	27.92
1.20	6.39	54.65	44.25	27.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 29 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชิมตามค่าความลึกในแนวดิ่งตัวอย่างดินที่ 33/2

water content 33/2

Sample 33/2 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.61	56.10	49.35	15.79
0.40	7.09	55.08	47.99	17.33
0.60	7.24	57.02	49.42	18.02
0.80	6.50	58.45	50.41	18.31
1.00	6.57	57.71	49.81	18.27
1.20	7.34	58.19	50.51	17.79
1.40	6.85	51.60	44.45	19.02
1.60	6.47	52.90	46.19	16.89
1.80	7.18	54.21	47.21	17.49
2.00	7.14	55.42	48.01	18.13

Sample 33/2 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.38	56.42	46.05	26.14
0.40	6.41	56.42	49.40	16.33
0.60	6.47	57.9	50.69	16.30
0.80	6.36	52.75	45.72	17.86
1.00	7.00	53.30	46.39	17.54
1.20	6.39	53.70	46.98	16.56
1.40	7.08	53.30	46.56	17.07
1.60	6.40	54.90	47.46	18.12
1.80	6.74	56.55	49.31	17.01
2.00	6.49	56.40	49.50	16.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 30 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชิมตามค่าความลึกในแนวดิ่งตัวอย่างดินที่ 33/3

water content 33/3

Sample 33/3 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.61	53.38	48.68	11.17
0.40	7.09	54.1	43.69	28.44
0.60	7.24	55.28	43.59	32.16
0.80	6.5	58.8	46.51	30.72
1.00	6.57	57.95	45.39	32.35

Sample 33/3 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.39	58.08	45.61	31.80
0.40	7.08	53.88	42.67	31.50
0.60	6.4	53.52	41.39	34.67
0.80	6.74	54.65	42.78	32.94
1.00	6.49	56.42	43.25	35.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 31 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชิมตามค่าความลึกในแนวดิ่งตัวอย่างดินที่ 38/1

water content 38/1

Sample 38/1 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.98	56	46.31	24.64
0.40	6.83	56.1	46.3	24.83
0.60	6.89	59.1	48.5	25.47
0.80	7.23	59.05	47.91	27.38
1.00	7.08	52.08	42.02	28.79
1.20	6.47	56.29	44.59	30.69
1.40	15.77	55.31	46.42	29.00
1.60	15.46	56.01	47	28.57
1.80	16.38	54.61	46.11	28.59
2.00	15.62	58.68	49.41	27.43

Sample 38/1 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	13.87	53.4	43.14	35.05
0.40	13.4	56.65	45.52	34.65
0.60	13.61	56.29	46.34	30.40
0.80	12.24	53.16	46.38	19.86
1.00	21.23	56.85	48.51	30.57
1.20	26	59.56	51.71	30.53
1.40	14.56	54.1	45.11	29.43
1.60	14.54	54.32	45.61	28.03
1.80	15.66	59.29	49.82	27.72
2.00	15.73	58.3	48.71	29.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 32 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชุ่มตามค่าความลึกในแนวตั้งตัวอย่างดินที่ 38/2

water content 38/2

Sample 38/2 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.3	53.5	43.82	25.80
0.40	6.39	54.05	44.99	23.47
0.60	7.15	57.08	46.55	26.73
0.80	6.3	58.28	47.35	26.63
1.00	6.51	56.3	45.59	27.41

Sample 38/2 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.59	57.6	46.61	27.46
0.40	7.14	58.18	46.6	29.35
0.60	6.78	58.79	48.35	25.11
0.80	6.53	52.1	44.1	21.29
1.00	6.63	52.7	44.11	22.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 33 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชิมตามค่าความลึกในแนวดิ่งตัวอย่างดินที่ 38/3

**water content 38/3**

Sample 38/3 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	19.29	77	64.29	28.24
0.40	18.99	78.05	65.12	28.03
0.60	17.41	89	72.35	30.31
0.80	18.72	94.19	76.22	31.25
1.00	18.19	69.95	57.33	32.24
1.20	20.05	75.95	61.85	33.73

Sample 38/3 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	14.21	71.21	58.52	28.64
0.40	13.61	73.91	59.79	30.58
0.60	12.94	83.32	67.41	29.21
0.80	13.61	86.29	68.61	32.15
1.00	13.21	82.41	66.3	30.34
1.20	13.59	70	56.01	32.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 34 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชุ่มตามค่าความลึกในแนวตั้งตัวอย่างดินที่ 33B/38B/1

**water content 33B/38B/1**

Sample 33B,38B/1 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.85	55.92	46.31	24.35
0.40	6.47	55.58	45.61	25.47
0.60	7.18	56.4	45.72	27.71
0.80	7.14	55.84	45.61	26.59

Sample 33B,38B/1 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	7.08	55.4	45.51	25.74
0.40	6.4	53.48	42.8	29.34
0.60	6.74	58.58	46.3	31.04
0.80	6.49	59.49	48.01	27.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 35 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชุ่มตามค่าความลึกในแนวตั้งตัวอย่างดินที่ 33B/38B/2

water content 33B/38B/2

Sample 33B,38B/2 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.3	49.75	42.15	21.20
0.40	6.39	31.61	24.45	39.65
0.60	7.15	49.51	39.01	32.96
0.80	6.3	43.65	37.81	18.53
1.00	6.51	67.01	54.64	25.70
1.20	6.59	65.35	54.65	22.26
1.40	7.14	59.71	51.45	18.64
1.60	6.78	48.31	41.41	19.92
1.80	6.53	61.81	51.01	24.28
2.00	6.63	52.95	46.09	17.38

Sample 33B,38B/2 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.61	51.25	42.09	25.82
0.40	7.09	30.06	23.25	42.14
0.60	7.24	66.49	54.69	24.87
0.80	6.5	51.15	42.15	25.25
1.00	6.57	44.25	37.24	22.86
1.20	7.34	44.91	39.19	17.96
1.40	6.85	68.99	55.8	26.95
1.60	6.47	54.65	45.09	24.75
1.80	7.18	59.81	51.82	17.90
2.00	7.14	51.12	44.5	17.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

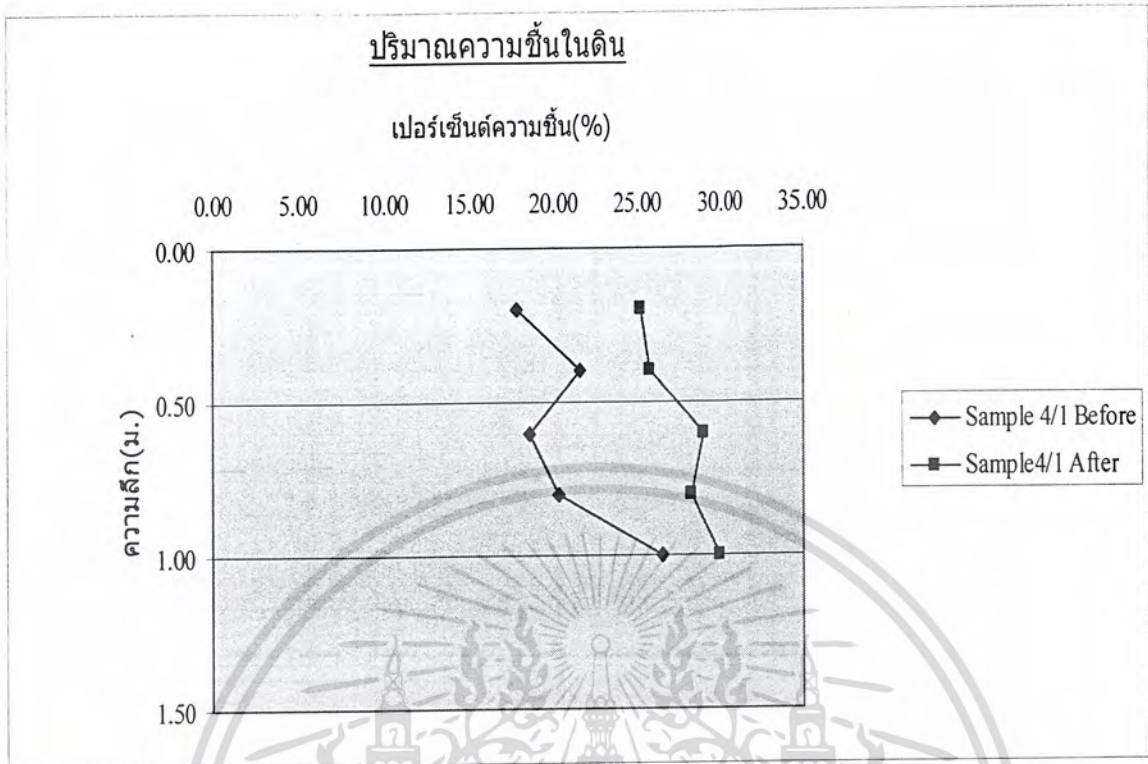
ตารางที่ ผ.ก. 36 แสดงการทดสอบหาค่าปริมาณความชื้นก่อนและหลังการทดสอบหาค่าอัตราการดูด  
 ชิมตามค่าความลึกในแนวตั้งตัวอย่างดินที่ 33B/38B/3

water content 33B/38B/3

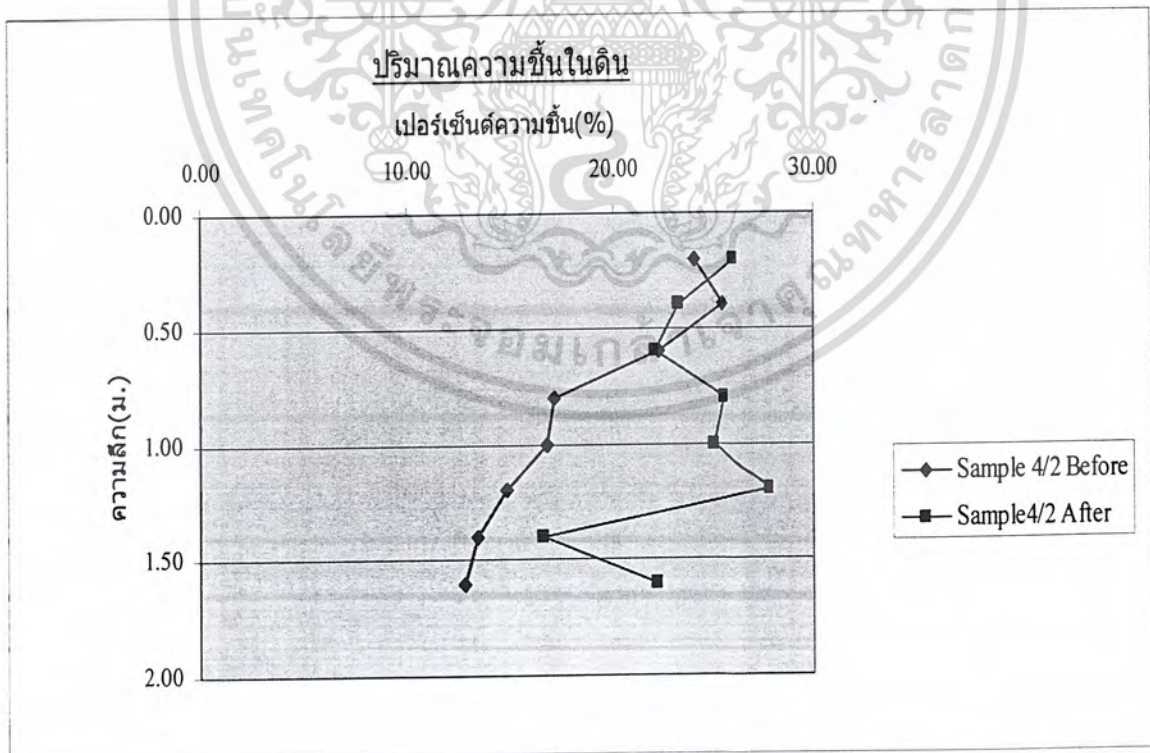
Sample 33B,38B/3 Before				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+ container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	21.5	70.95	61.82	22.64
0.40	19.5	85.37	75.6	17.42
0.60	18.5	71.41	62.24	20.96
0.80	17.61	85.65	77.31	13.97
1.00	20.99	70.75	65.61	11.52
1.20	19.85	68.61	64.42	9.40
1.40	17.11	69.11	62.41	14.79
1.60	19.65	70.5	63.39	16.26
1.80	20.25	80.82	73.47	13.81
2.00	20.26	74.52	68.61	12.22

Sample 33B,38B/3 After				
Depth at (m)	นน.container (กรัม)	นน.ดินเปียก+ container (กรัม)	นน.ดินแห้ง+container (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
0.20	6.98	47.85	39.75	24.72
0.40	6.83	55.99	44.21	31.51
0.60	6.89	57.65	45.79	30.49
0.80	7.23	45.65	37.85	25.47
1.00	7.08	47.89	41.45	18.74
1.20	6.47	51.42	44.11	19.42
1.40	15.77	46.41	41.55	18.85
1.60	15.46	50.31	44.77	18.90
1.80	16.36	46.35	42.45	14.95
2.00	15.62	47.11	42.51	17.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

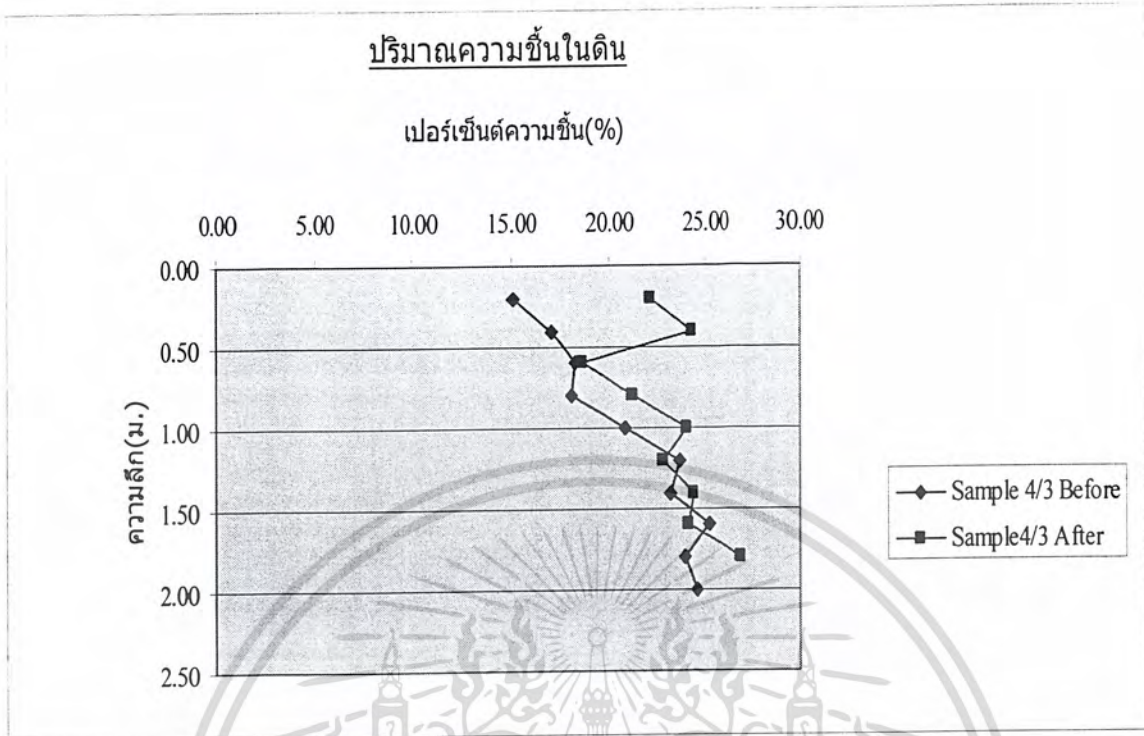


กราฟที่ ผก.19 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 4/1

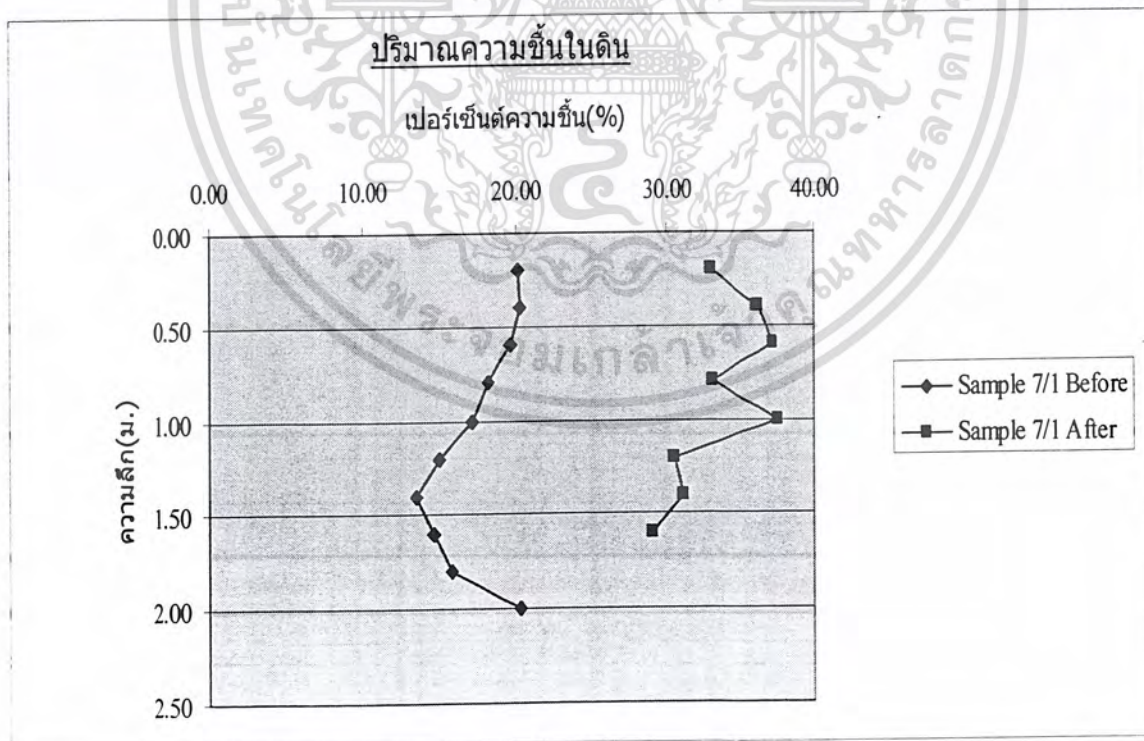


กราฟที่ ผก.20 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 4/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

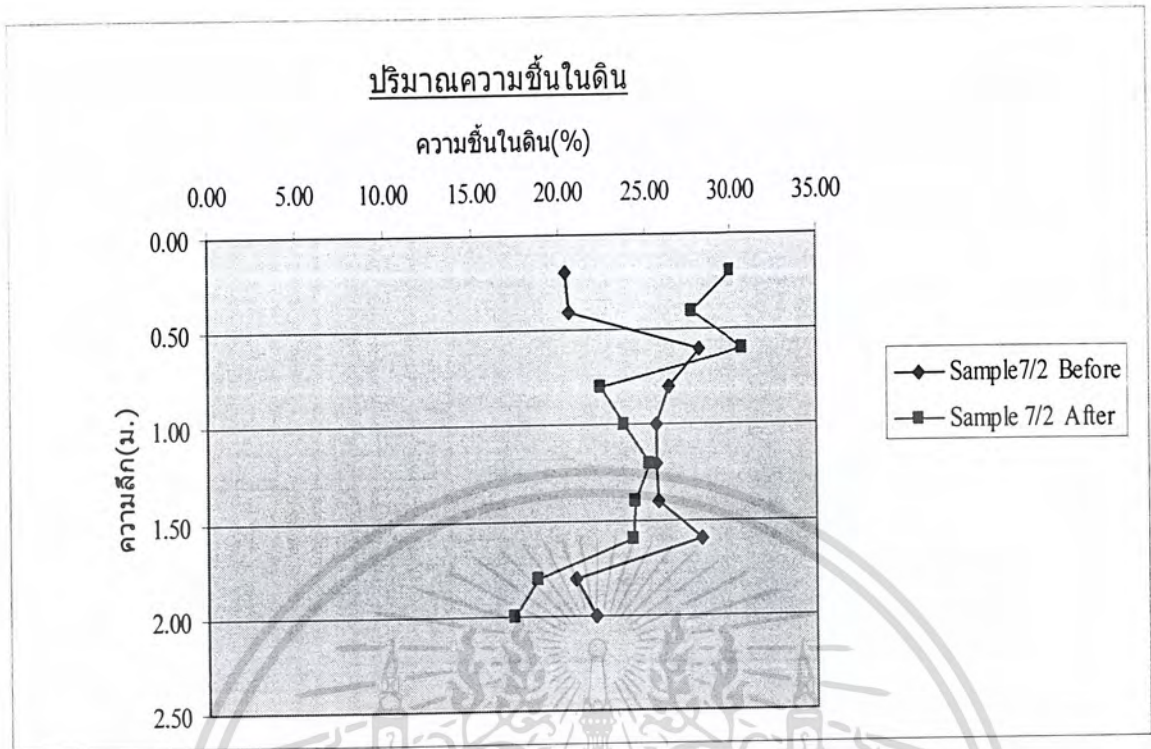


กราฟที่ ผก.21 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 4/3

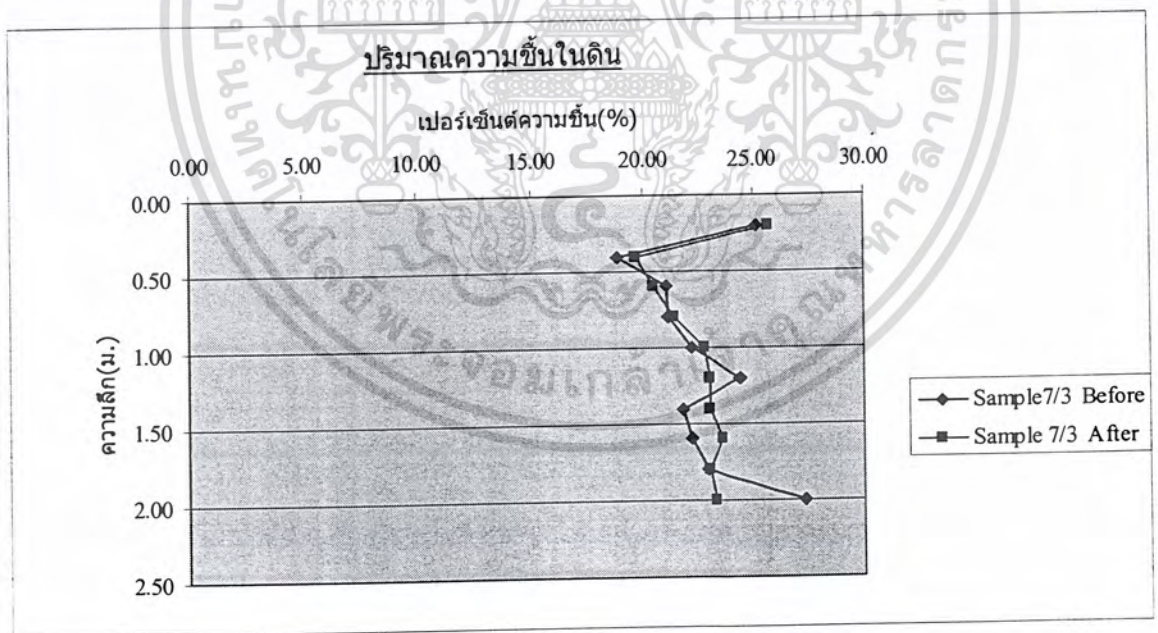


กราฟที่ ผก.22 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 7/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

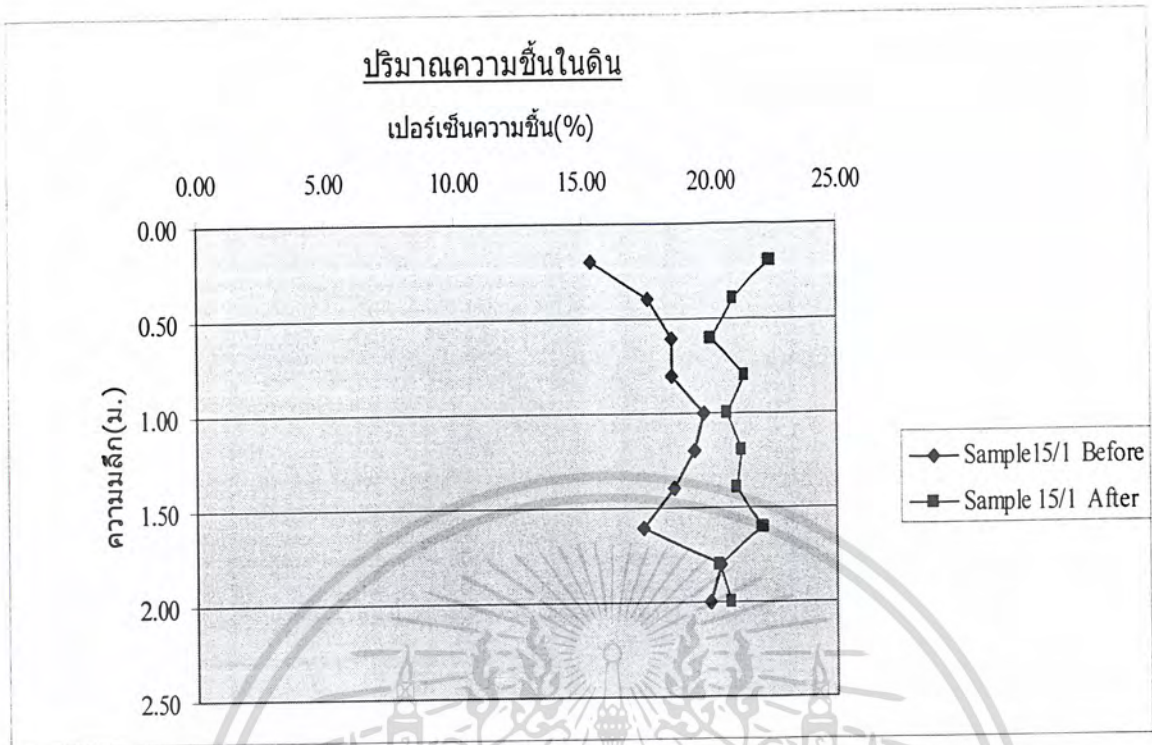


กราฟที่ ผก.23 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 7/2

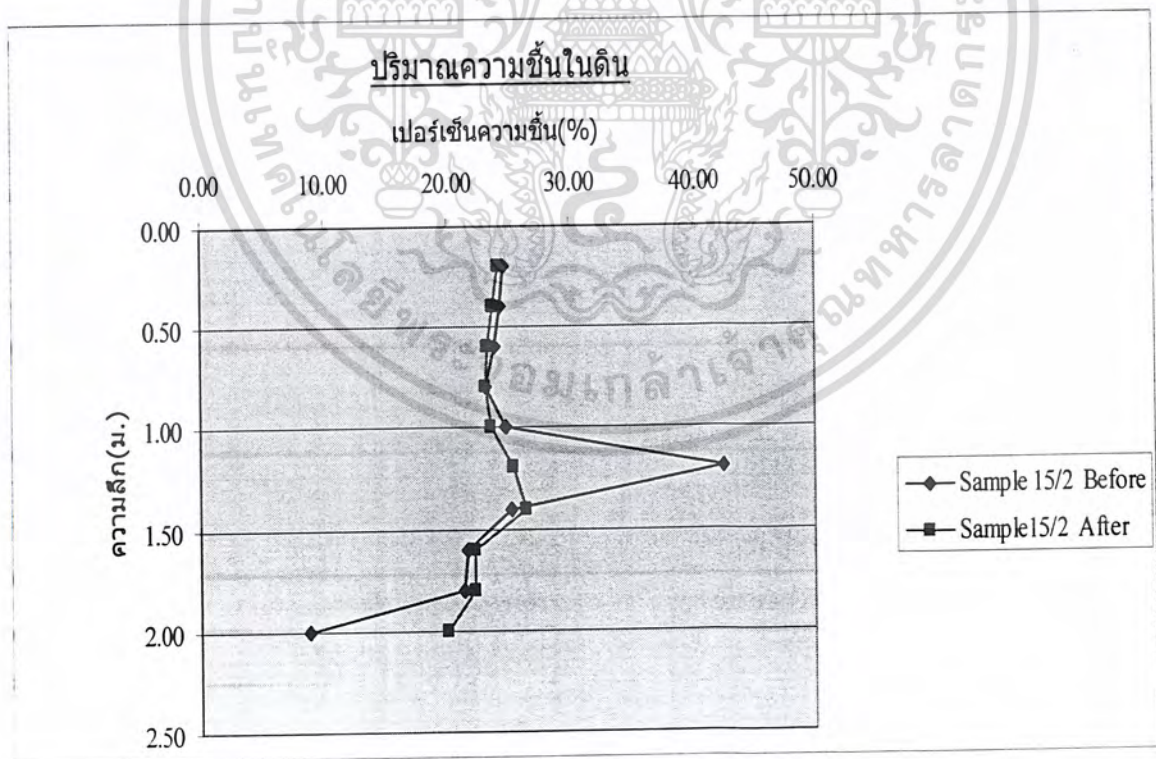


กราฟที่ ผก.24 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 7/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

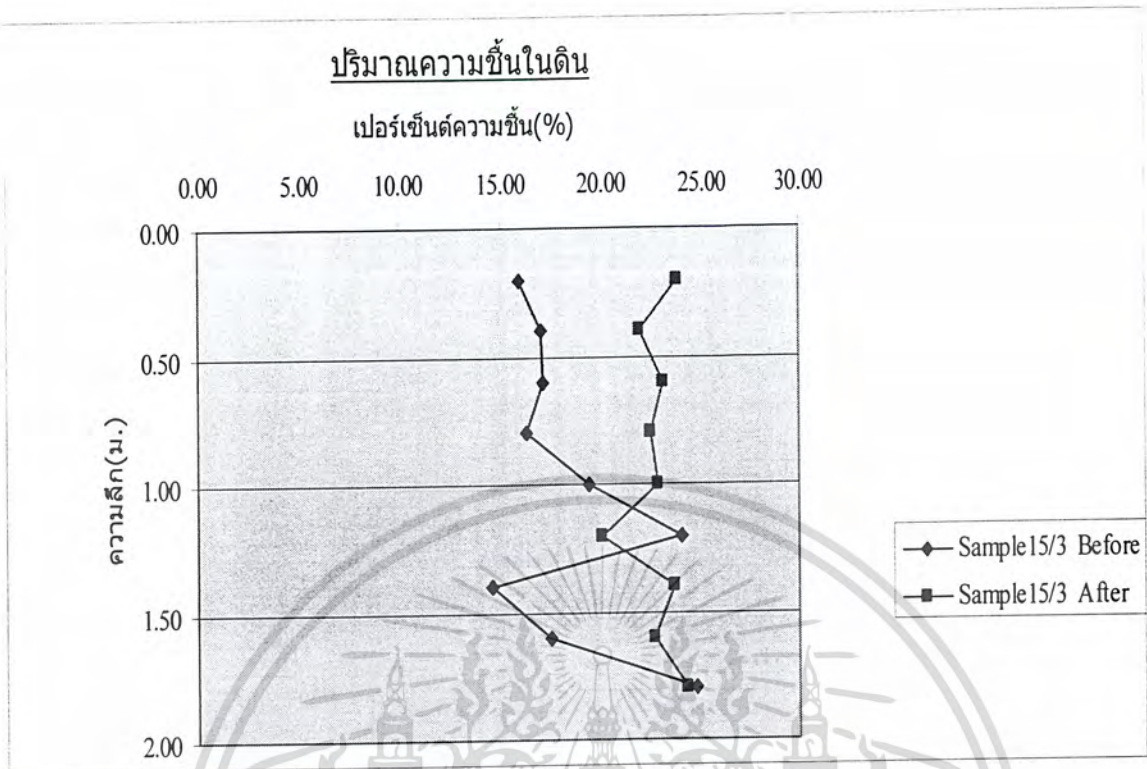


กราฟที่ ผก.25 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 15/1

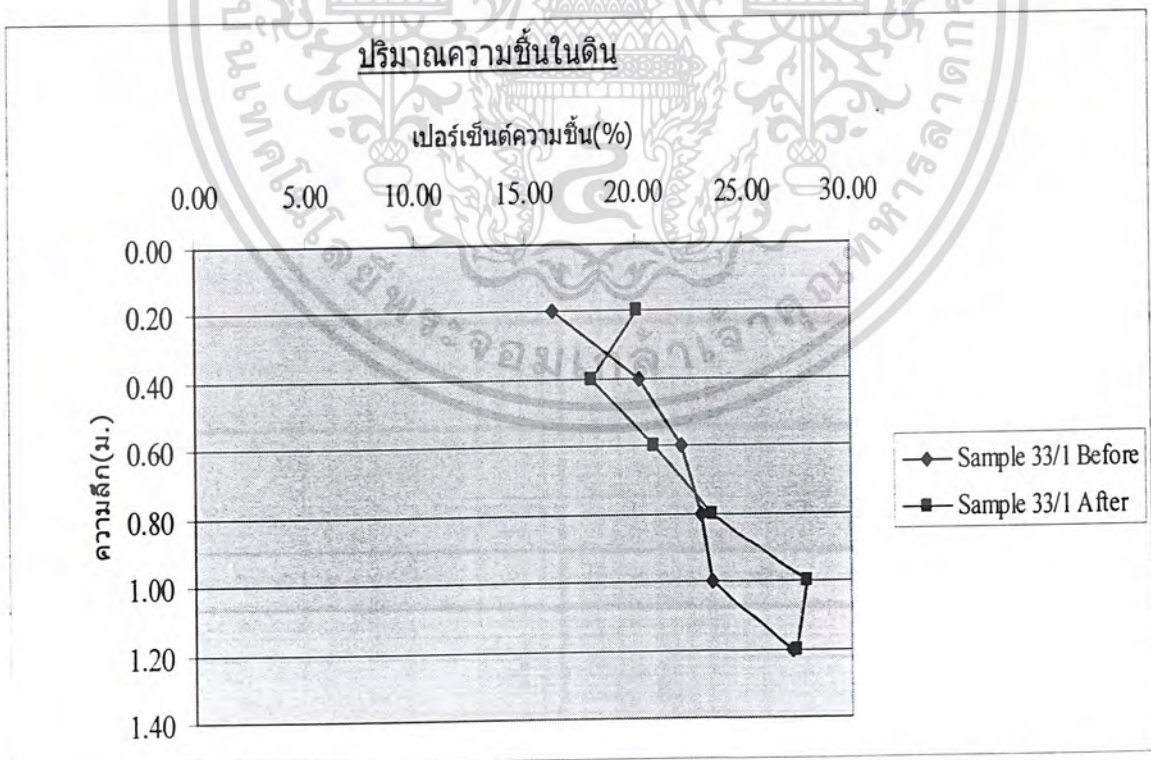


กราฟที่ ผก.26 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 15/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

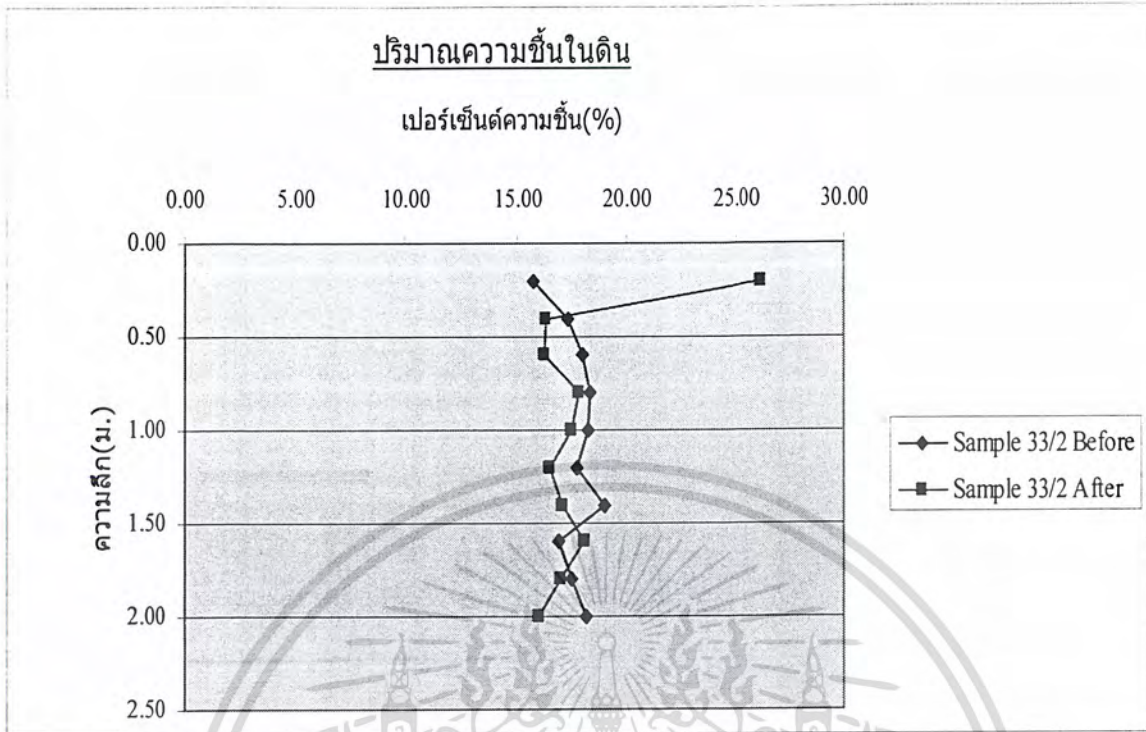


กราฟที่ ผก.27 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 15/3

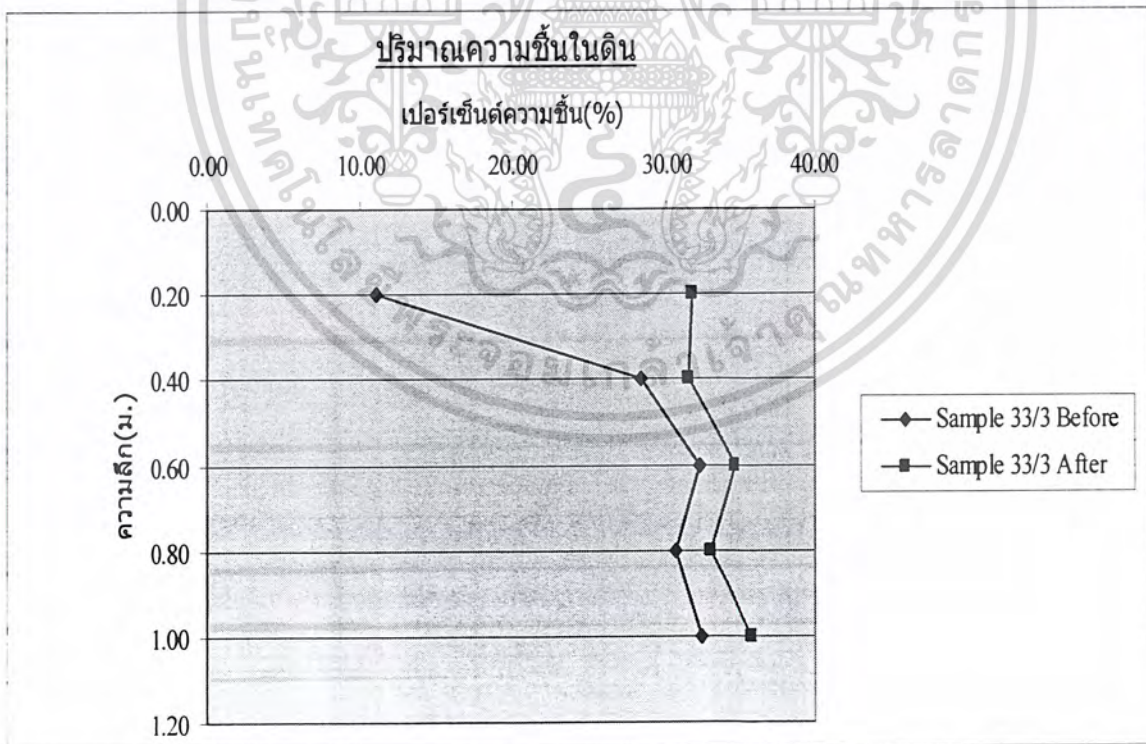


กราฟที่ ผก.28 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 33/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ ผก.29 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 33/2

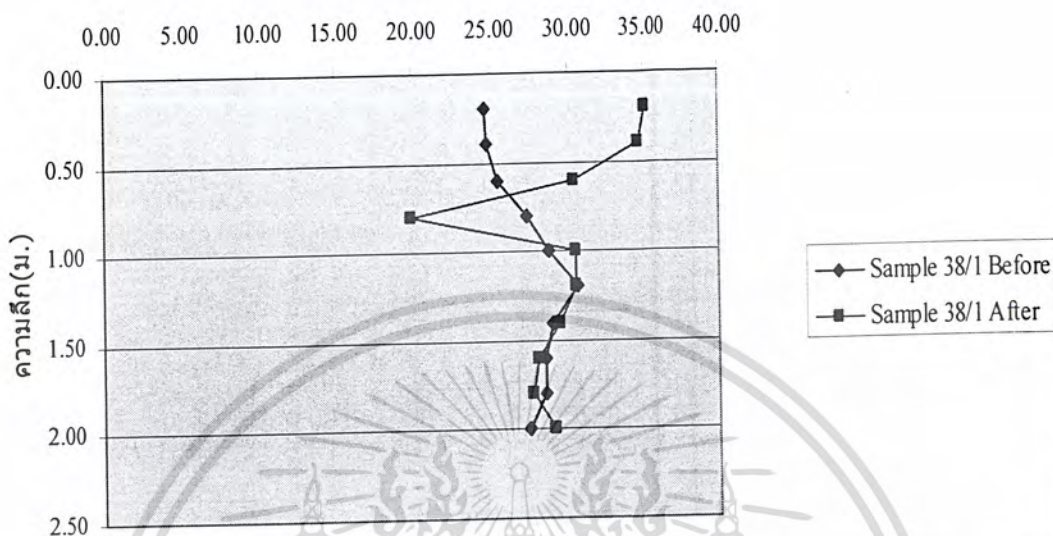


กราฟที่ ผก.30 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 33/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณความชื้นในดิน

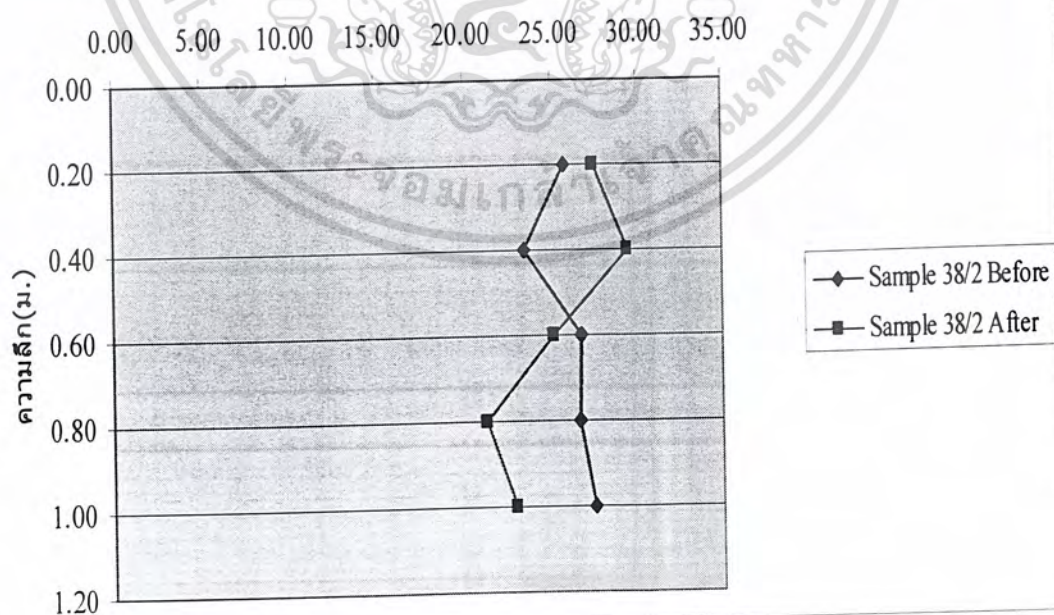
เปอร์เซ็นต์ความชื้น(%)



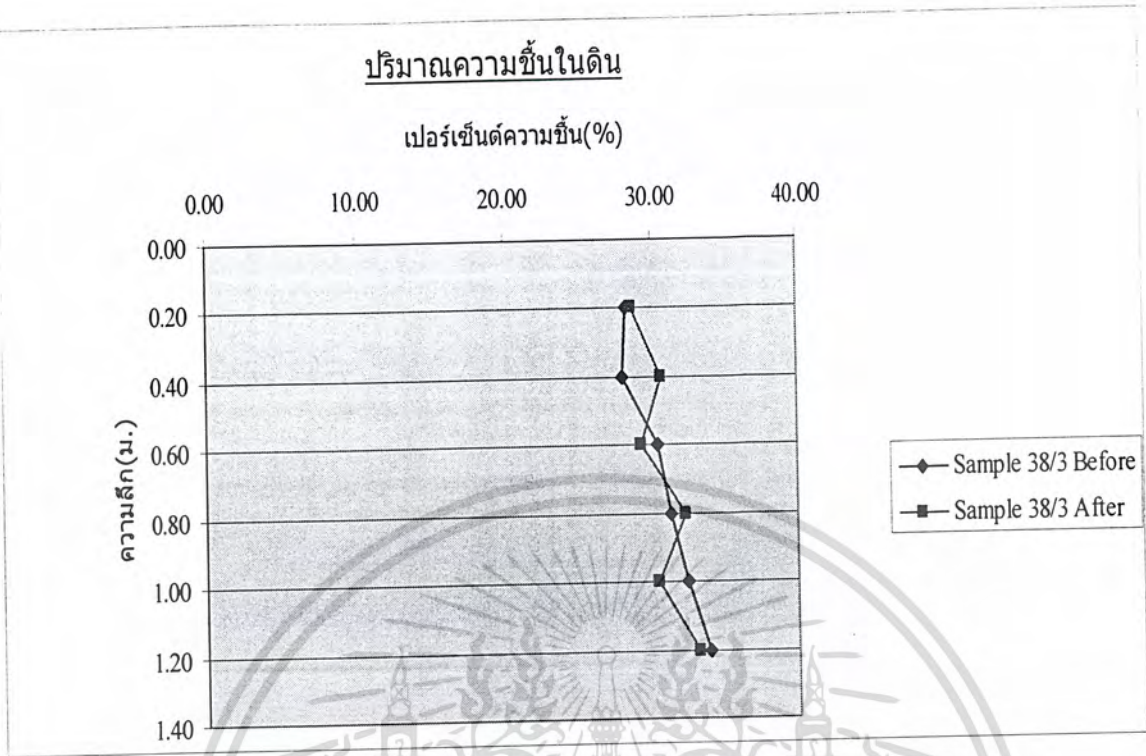
กราฟที่ ผก.31 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 38/1

ปริมาณความชื้นในดิน

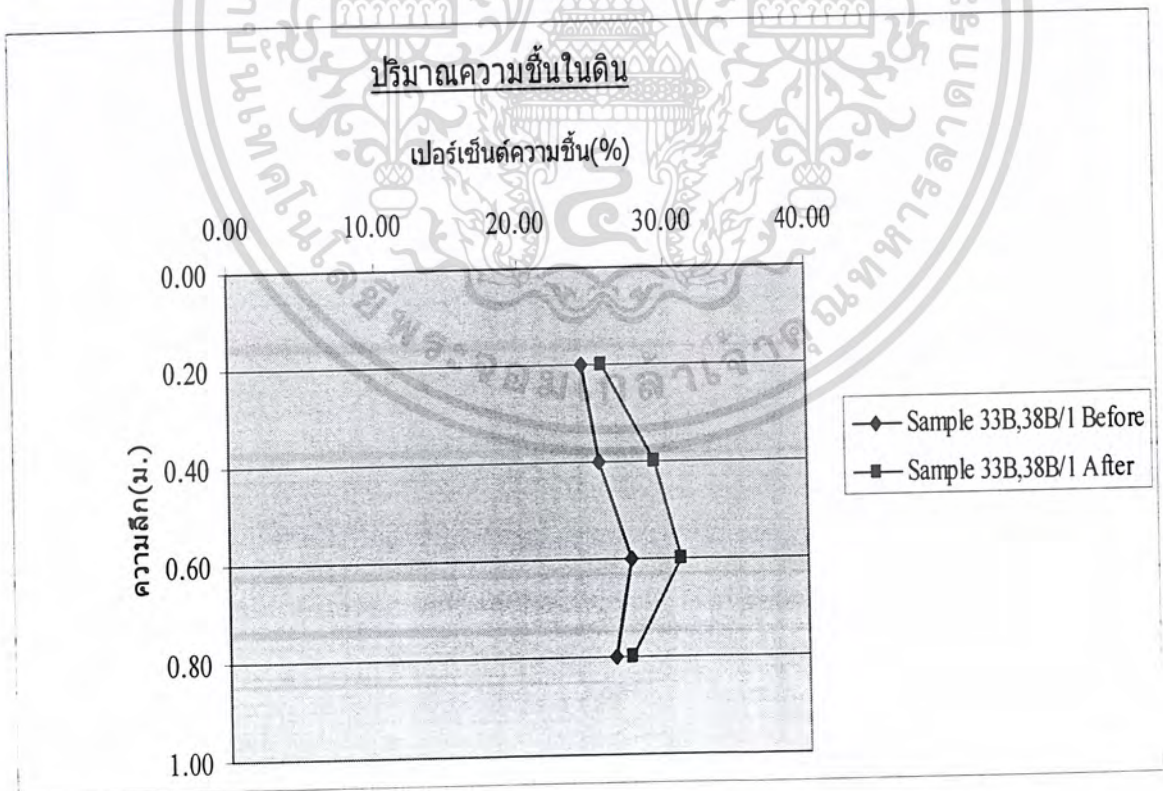
เปอร์เซ็นต์ความชื้น(%)



กราฟที่ ผก.32 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 38/2 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



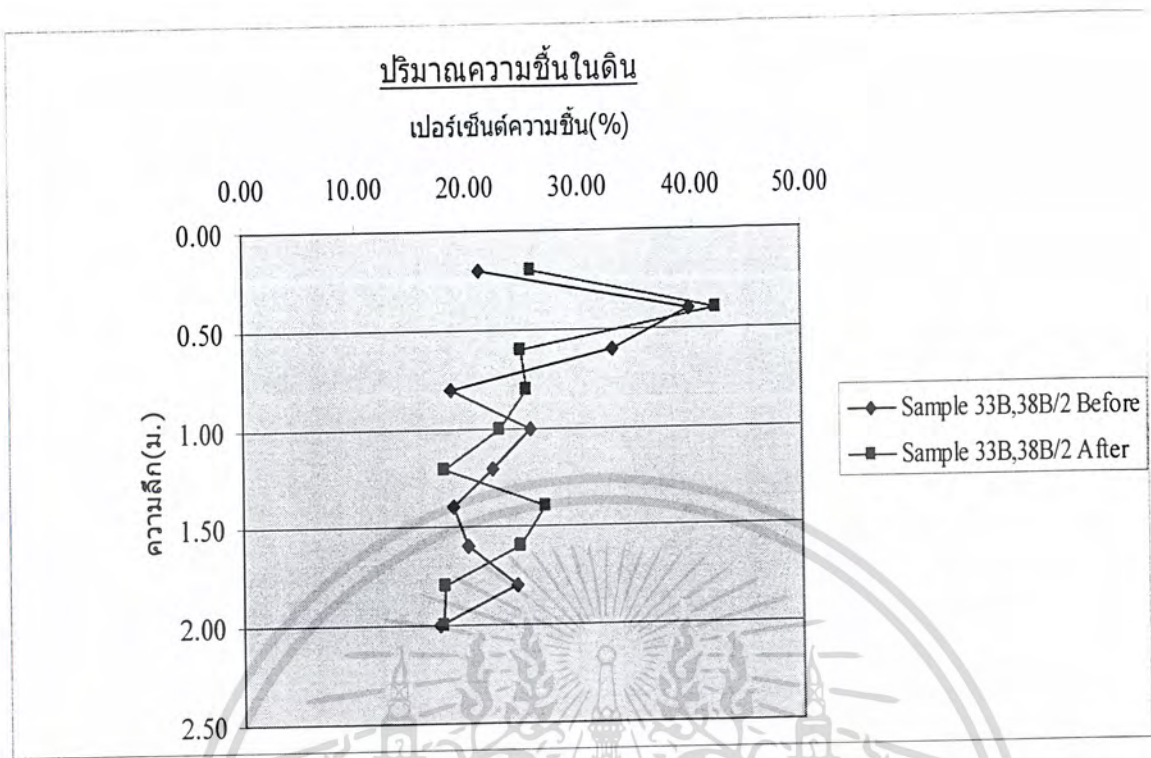
กราฟที่ ผก.33 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 38/3



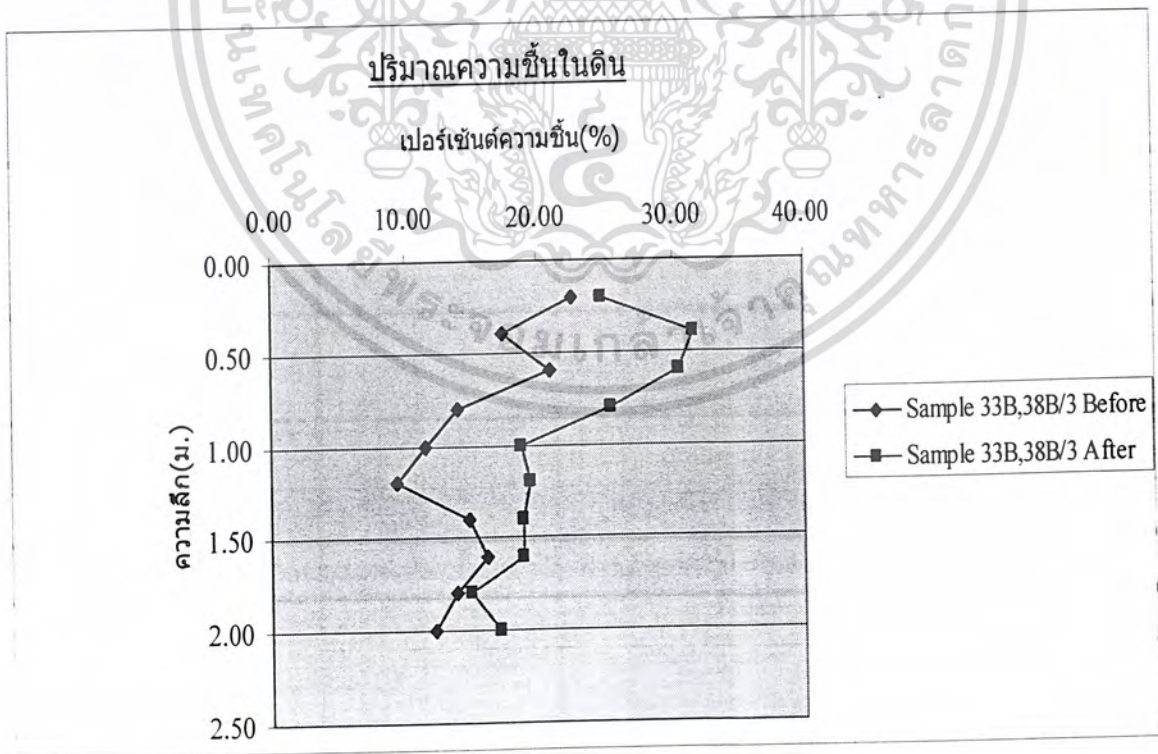
กราฟที่ ผก.34 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่

33B/38B/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ ผก.35 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่ 33B/38B/2



กราฟที่ ผก.36 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับความลึกผลการทดลองตัวอย่างที่

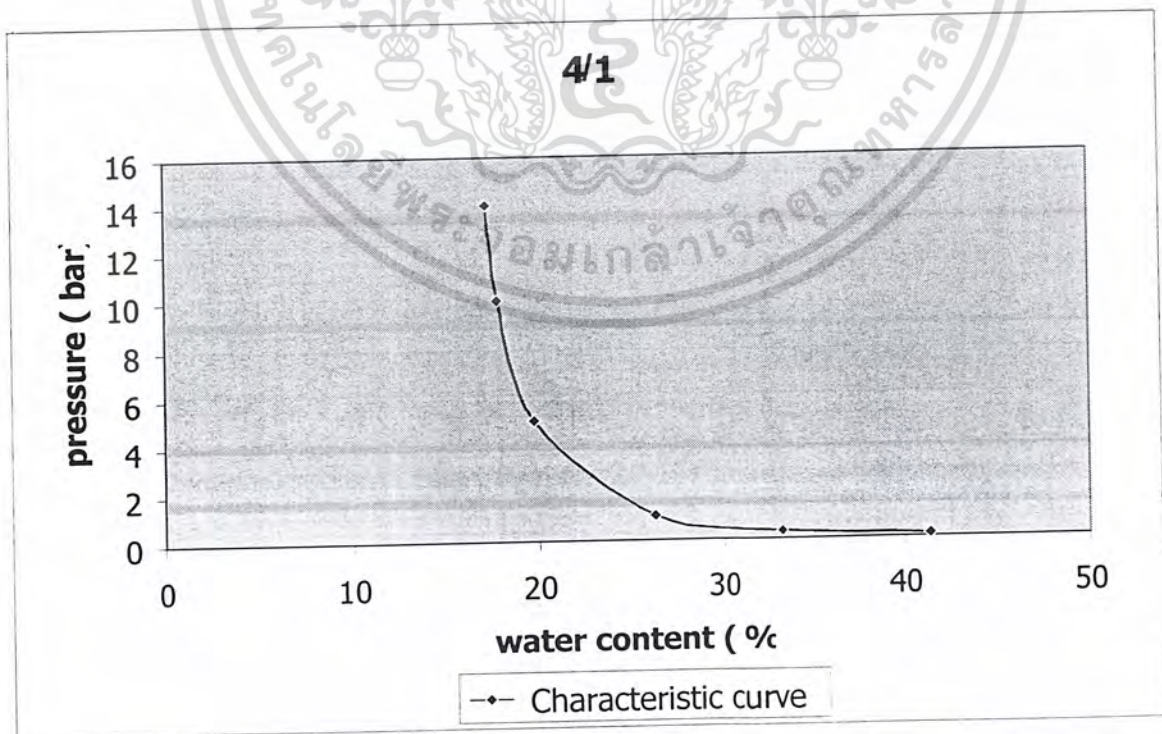
33B/38B/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

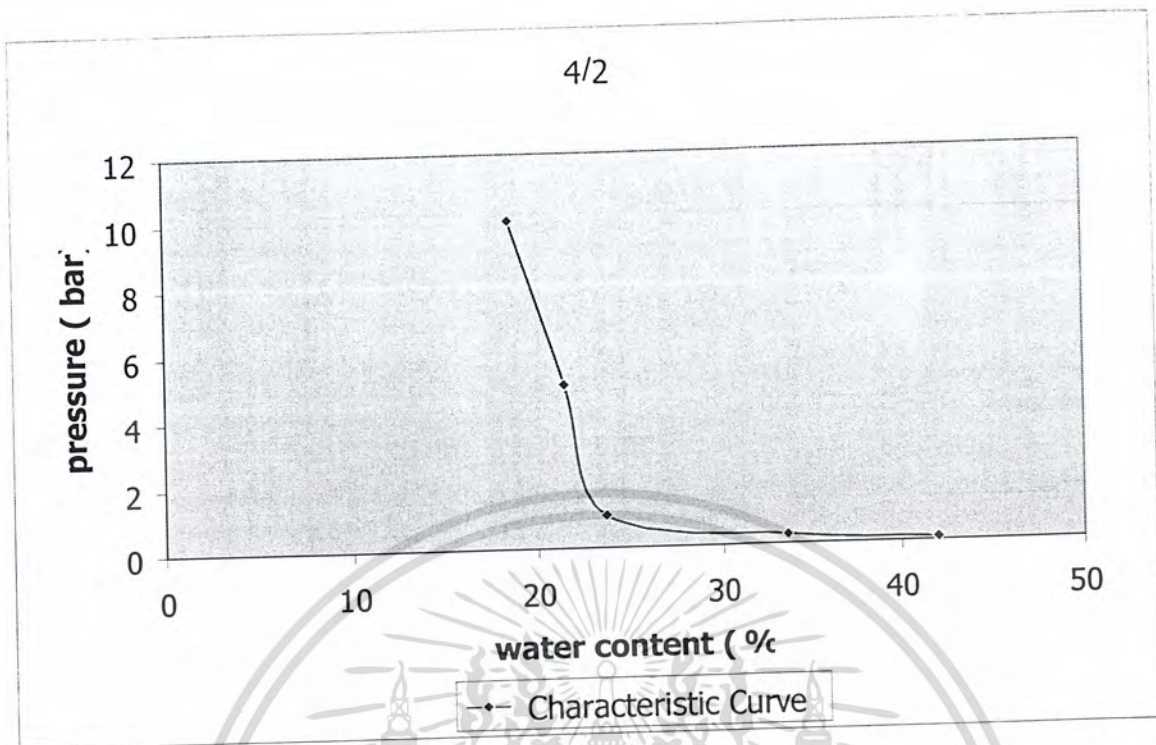
ตาราง ผก.37 แสดงผลการทดลองปริมาณความชื้นกับความดันของตัวอย่างดินชนิดต่างๆเพื่อนำไปหาความสัมพันธ์ของ Characteristic Curve

ความดัน ( bar )	water content ( % )								
	4/1	4/2	4/3	7/1	7/2	7/3	15/1	15/2	15/3
0.1	41.355	42.007	48.591	48.512	40.768	32.473	34.358	44.927	39.145
0.3	33.193	33.64	40.039	33.922	36.541	30.525	25.247	33.877	37.381
1	26.203	23.691	36.395	29.492	30.794	24.717	23.548	27.602	29.7
5	19.767	21.554	10.617	24.687	22.401	16.163	17.789	24.034	17.998
10	17.851	18.628	9.719	23.542	20.338	14.805	17.412	23.029	16.848
14	17.289	-	9.376	22.78	20.092	14.622	16.328	22.760	15.224

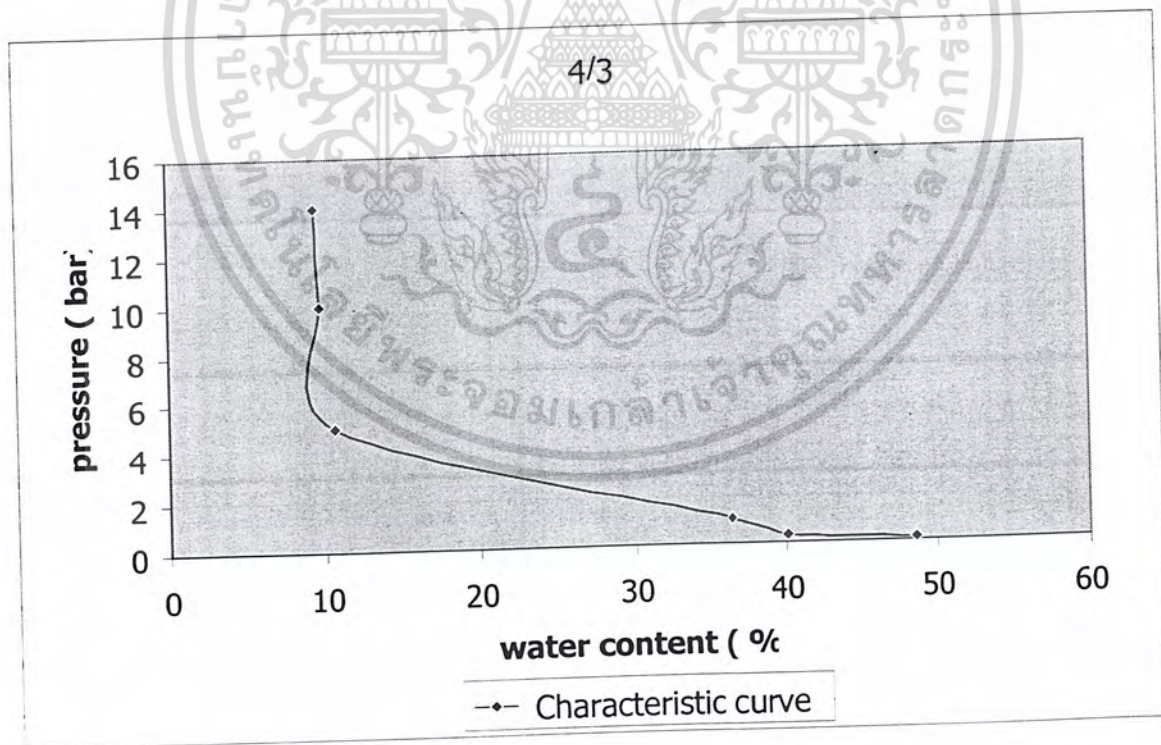
ความดัน ( bar )	water content ( % )								
	33/1	33/2	33/3	38/1	38/2	38/3	33B-38B-1	33B-38B-2	33B-38B-3
0.1	29.412	36.201	41.437	35.259	39.843	40.339	26.674	64.299	35.431
0.3	22.144	33.247	34.198	32.504	35.639	36.302	24.603	45.023	34.771
1	21.635	27.818	33.95	29.611	35.073	34.686	23.664	43.498	24.894
5	12.641	18.529	21.428	19.741	22.042	23.863	14.712	18.982	11.632
10	12.636	16.728	18.407	18.368	21.379	20.891	13.645	18.038	9.385
14	12.309	16.428	17.822	17.837	21.316	20.365	12.939	17.791	8.622



เอกสารนี้เป็นเอกสารภาพที่ ผก.37 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 4/1  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



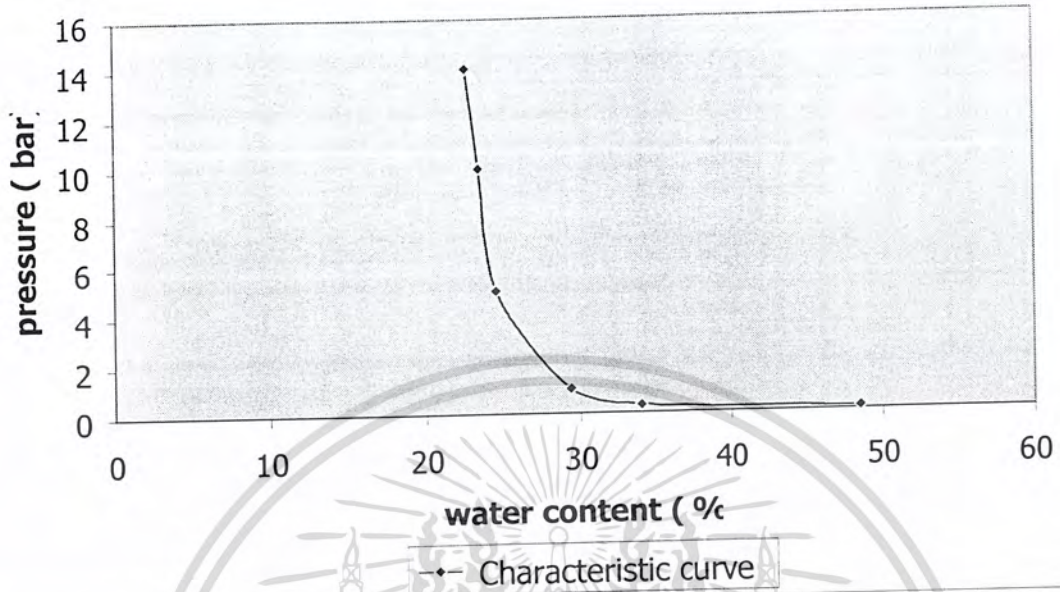
กราฟที่ ผก.38 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 4/2



กราฟที่ ผก.39 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 4/3

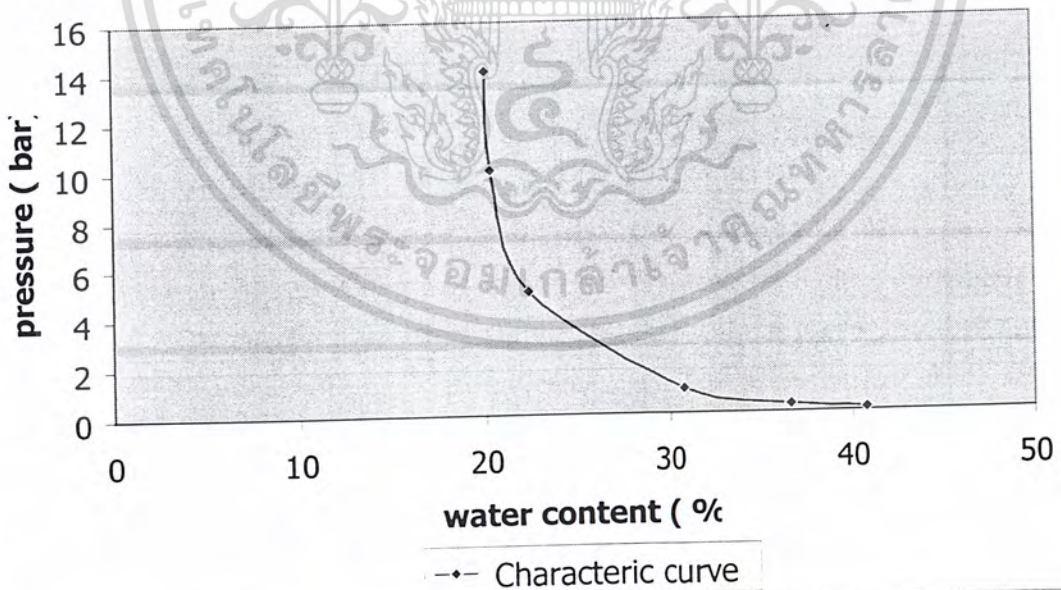
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7/1



กราฟที่ ผก.40 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 7/1

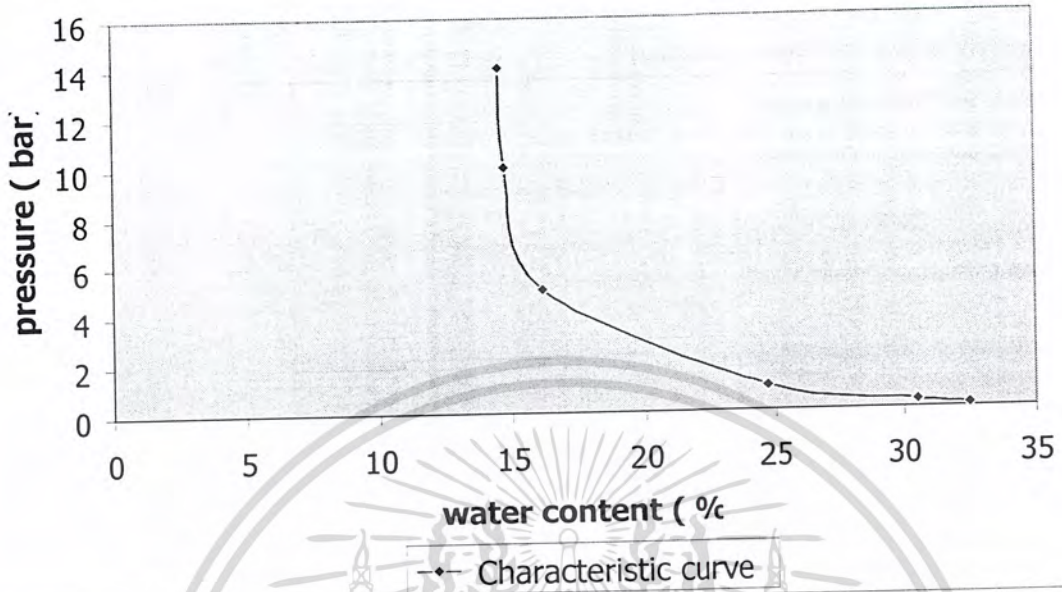
7/2



กราฟที่ ผก.41 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 7/2

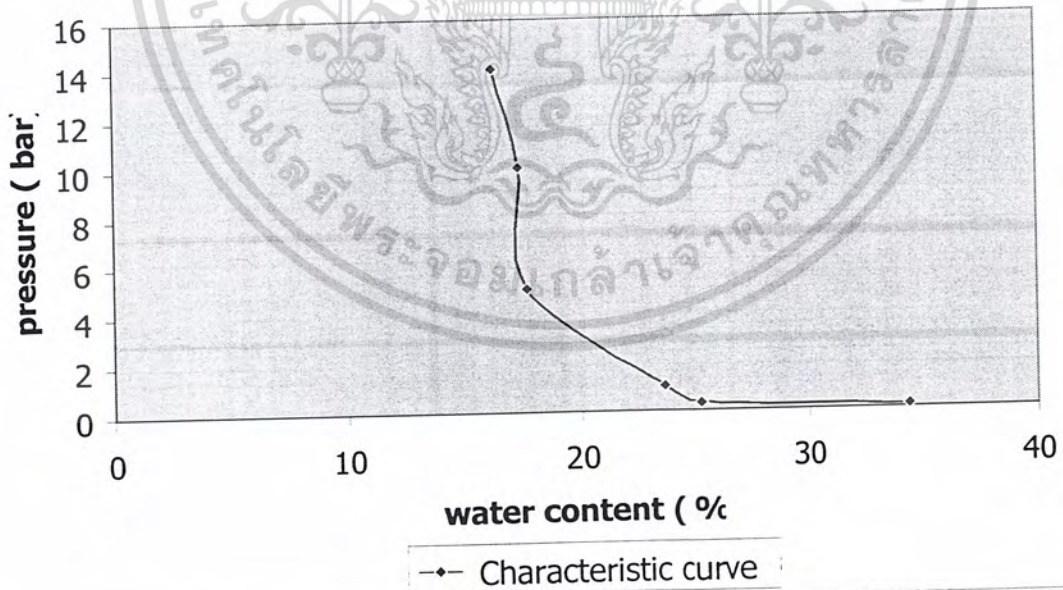
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7/3



กราฟที่ ผก.42 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 7/3

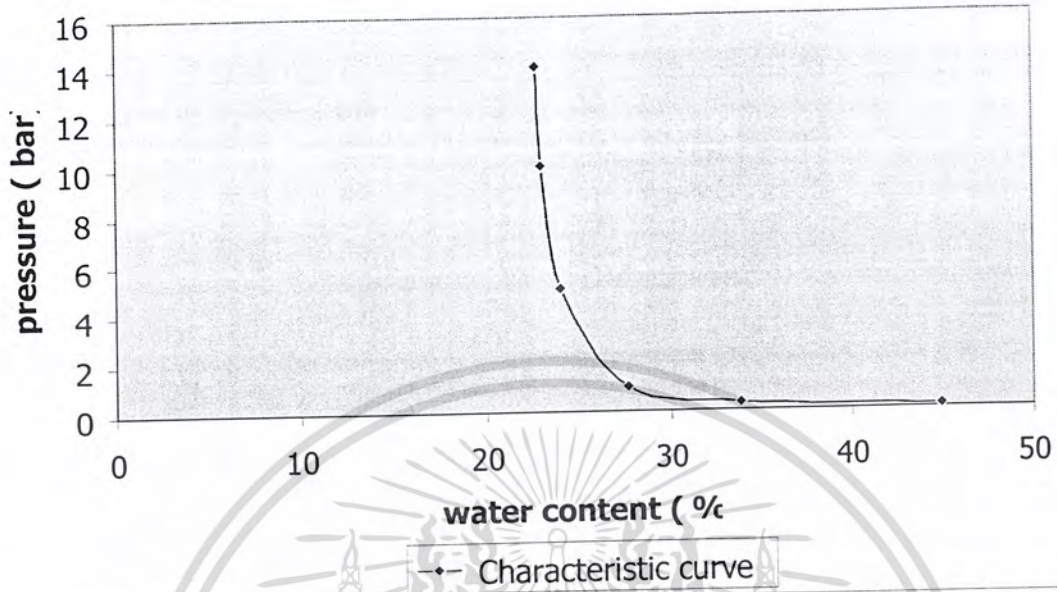
15/1



กราฟที่ ผก.43 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 15/1

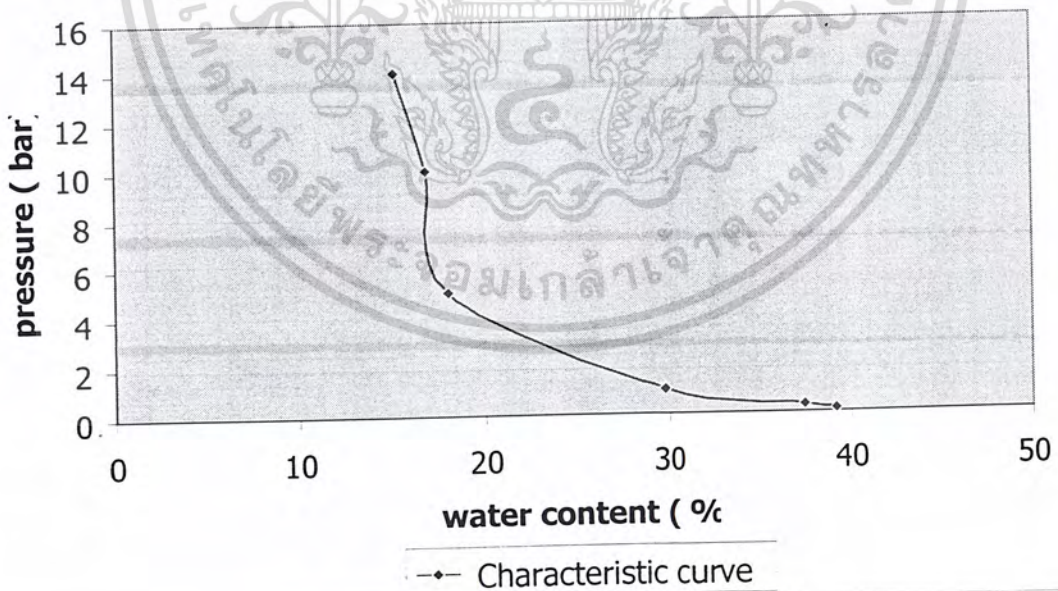
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15/2



กราฟที่ ผก.44 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 15/2

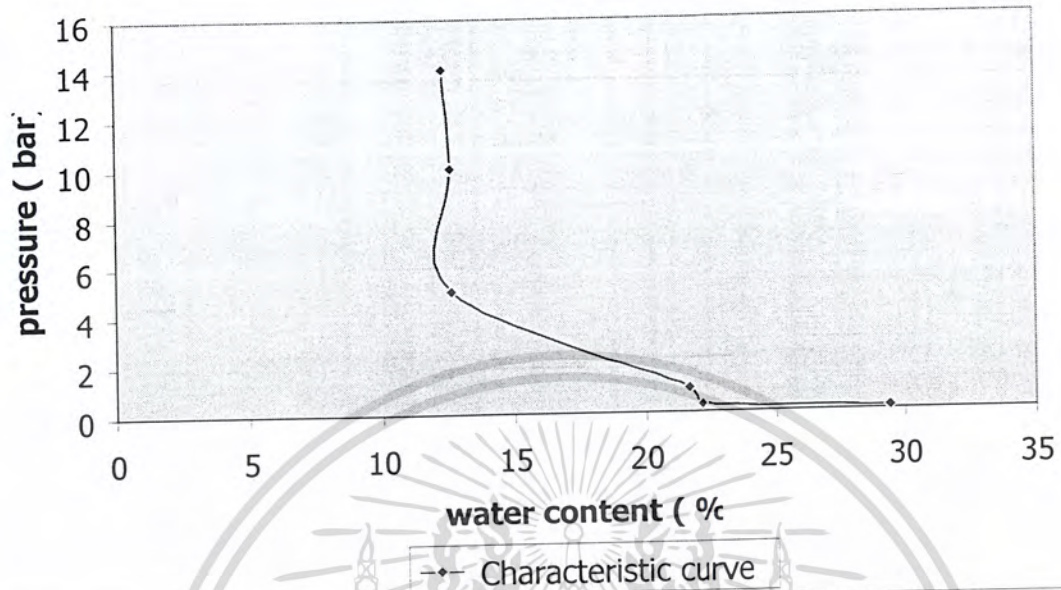
15/3



กราฟที่ ผก.45 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 15/3

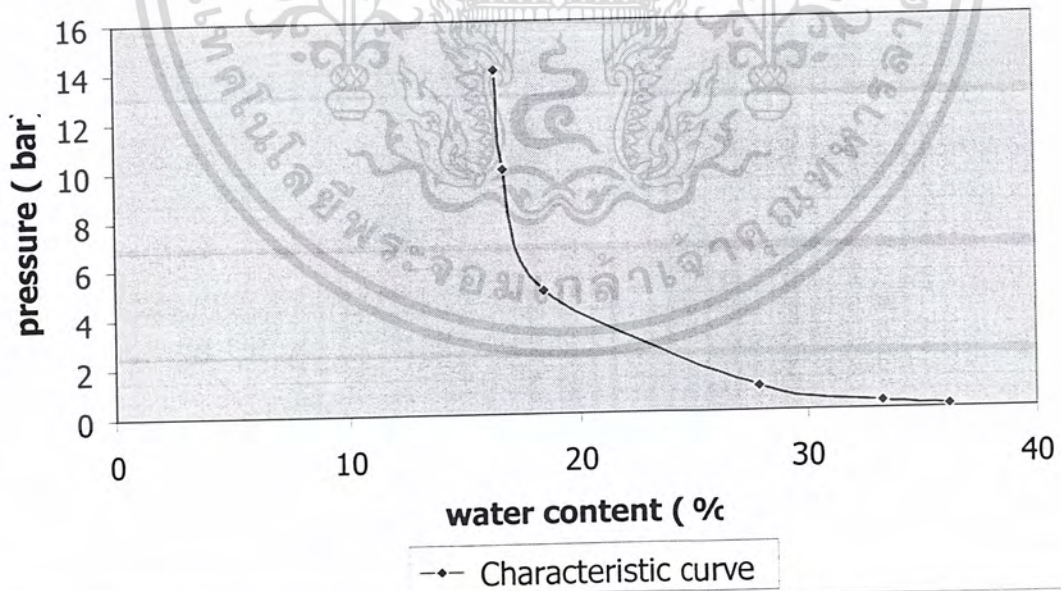
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33/1



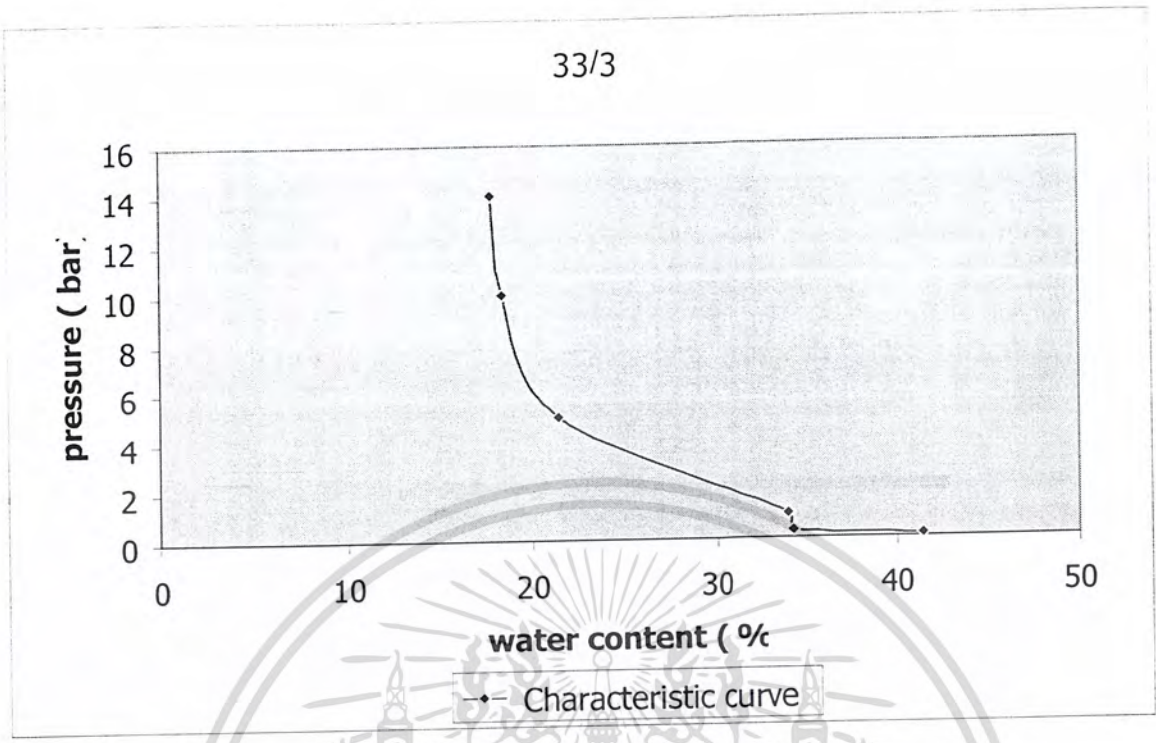
กราฟที่ ผก.46 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 33/1

33/2

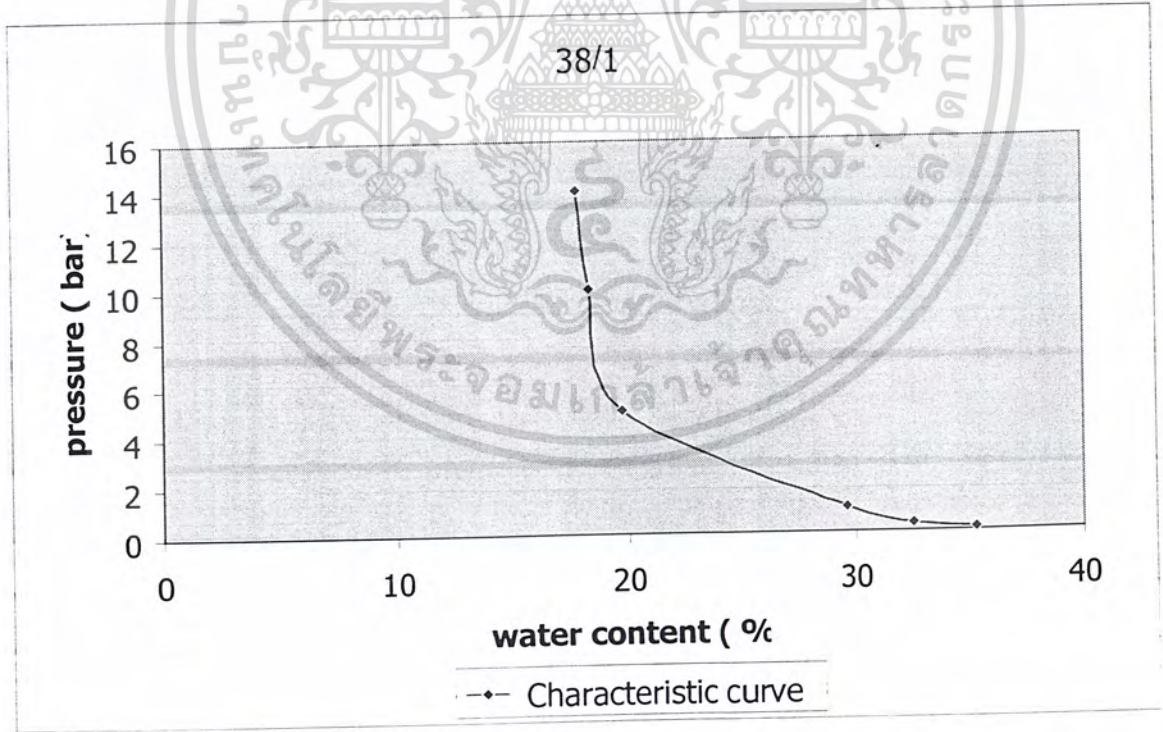


กราฟที่ ผก.47 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 33/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



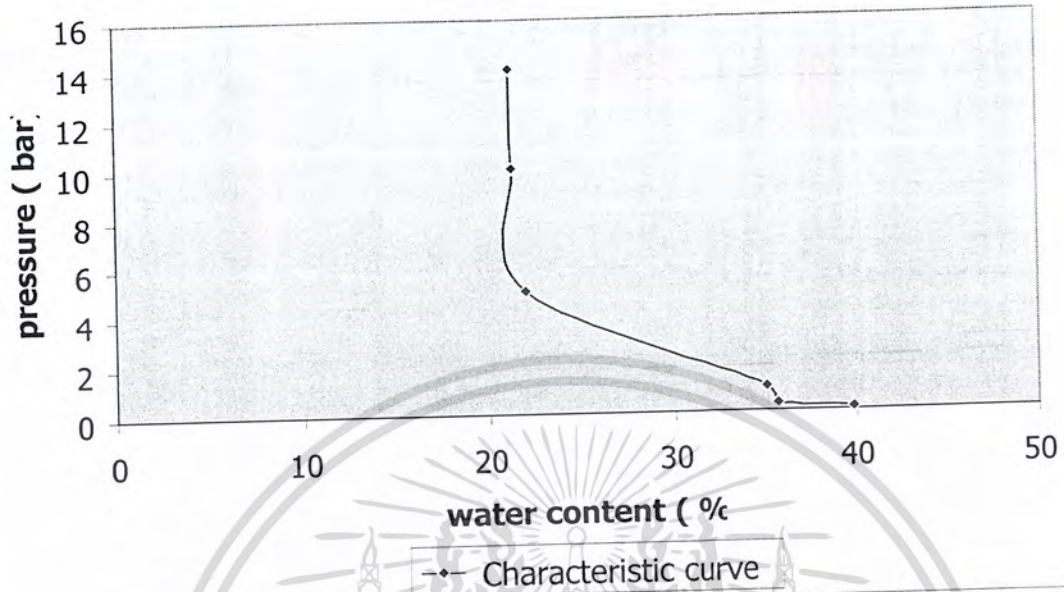
กราฟที่ ผก.48 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 33/3



กราฟที่ ผก.49 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 38/1

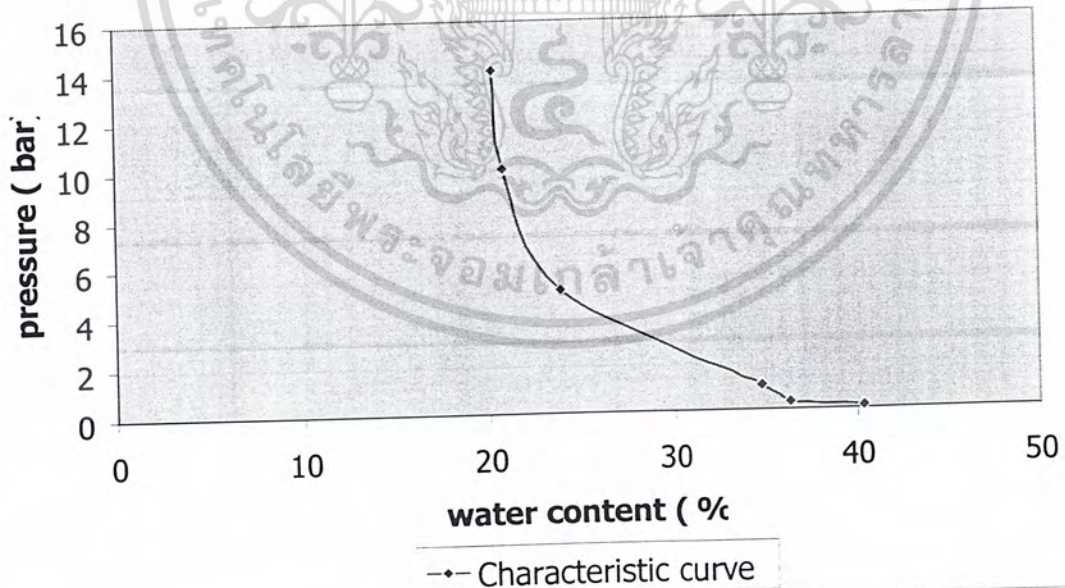
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

38/2



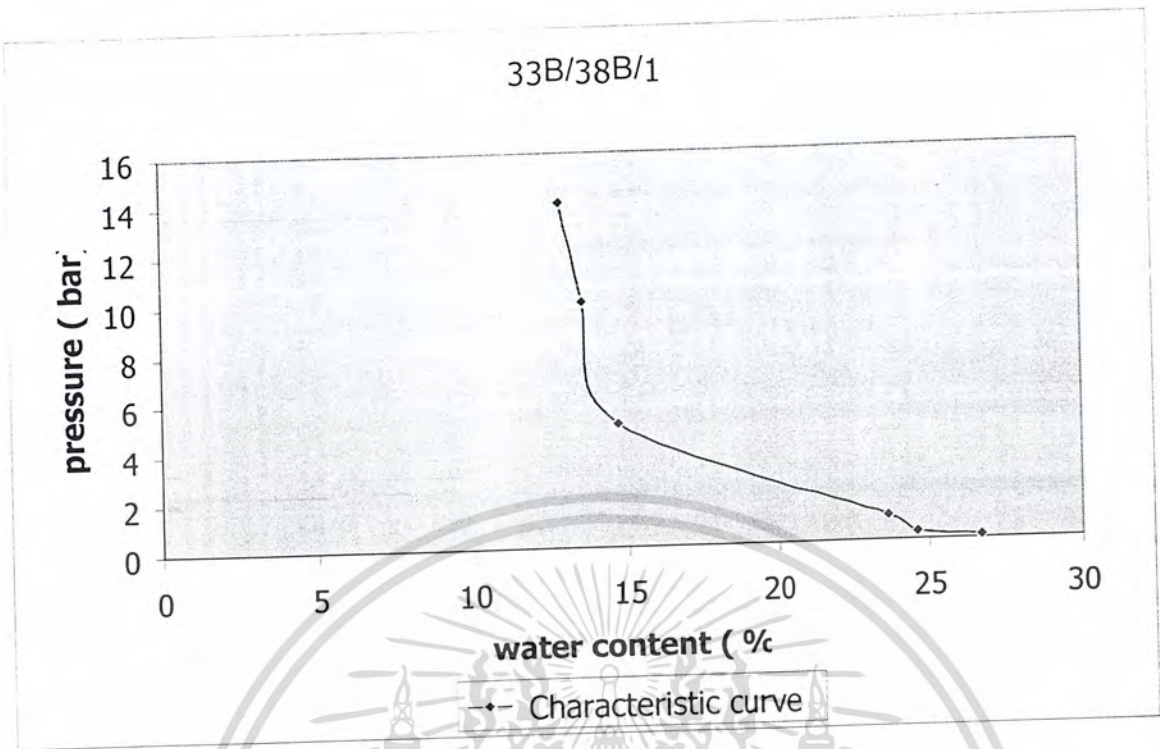
กราฟที่ ผก.50 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 38/2

38/3

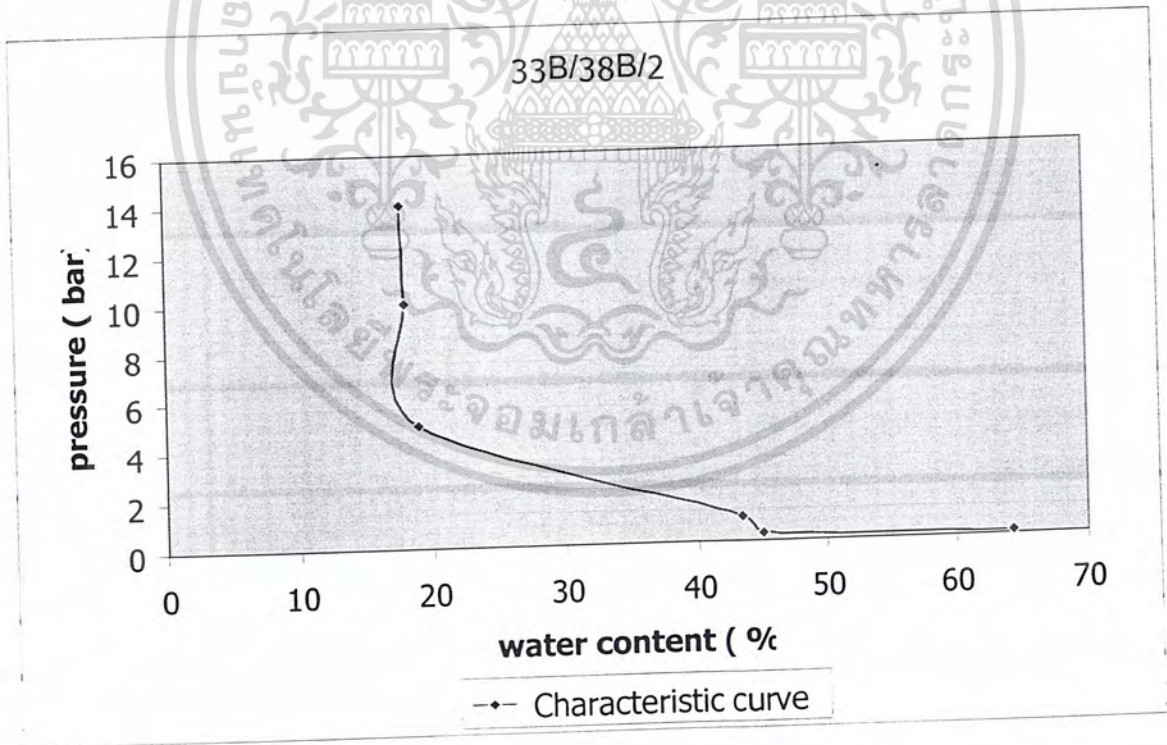


กราฟที่ ผก.51 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 38/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



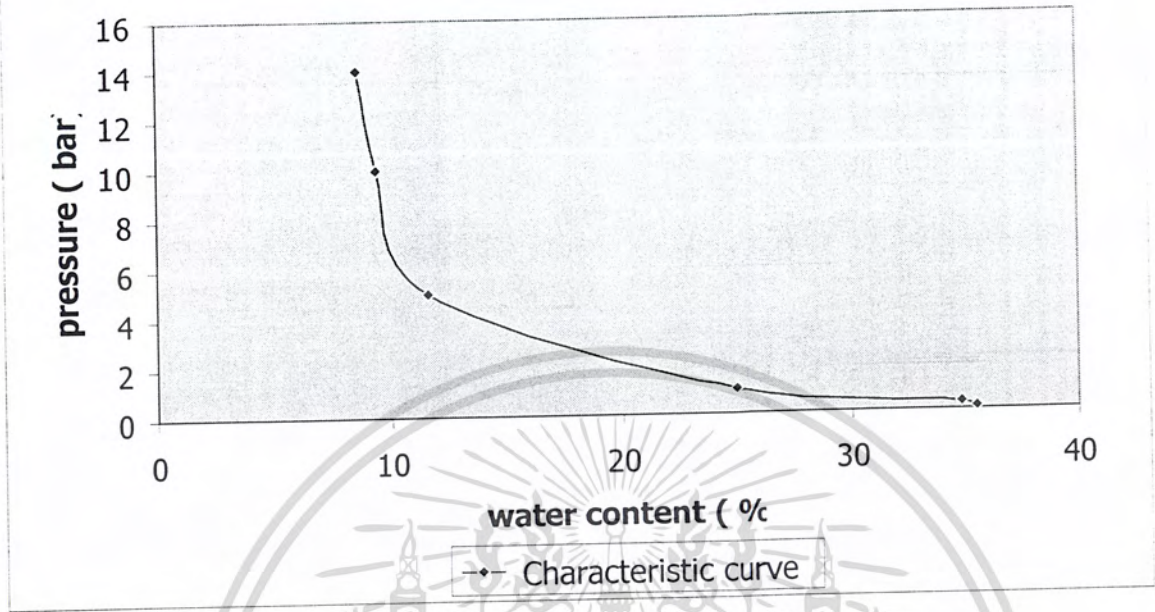
กราฟที่ ผก.52 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 33B/38B/1



กราฟที่ ผก.53 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 33B/38B/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33B/38B/3



กราฟที่ ผก.54 แสดง Characteristic Curve ของตัวอย่างดินที่ 33B/38B/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

ตารางและกราฟแสดงผลการวิเคราะห์หาค่า  
ตัวแปรของทฤษฎีที่เกี่ยวกับอัตราการดูดซึมและ  
ทฤษฎีที่เกี่ยวกับกราฟเส้นจำเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 1 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 4/1

Horton Model	
$i_H = i_r + (i_o - i_r) e^{-Bt}$	
$i_f =$	0.065865
$i_o =$	0.335919
$B =$	0.046229

Philip Model	
$i_p = S/(\text{sqrt}(4t)) + A$	
$S =$	1.18562668
$A =$	0.00976247

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
15	0.2667	5	0.3847	0.2749
30	0.2000	10	0.3189	0.1972
45	0.1333	15	0.2667	0.1628
60	0.0667	20	0.2253	0.1423
75	0.0667	30	0.1663	0.1180
90	0.0667	40	0.1291	0.1035
120	0.0667	50	0.1057	0.0936
150	0.0667	60	0.0909	0.0863
180	0.0667	70	0.0817	0.0806
		80	0.0758	0.0760
		90	0.0721	0.0723
		100	0.0698	0.0690
		110	0.0684	0.0663
		120	0.0674	0.0639
		130	0.0669	0.0618
		140	0.0665	0.0599
		150	0.0663	0.0582
		160	0.0661	0.0566
		170	0.0660	0.0552
		180	0.0660	0.0539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 2 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 4/3

Horton Model	
$i_H = i_f + (i_o - i_f) e^{-Bt}$	
$i_f =$	0.287603
$i_o =$	2.268408
$B =$	0.103013

Philip Model

$$i_p = S/(\sqrt{4t}) + A$$

S = 4.26989505  
A = 0.06803121

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
5	1.8000	5	1.8147	1.0228
10	1.2000	10	1.2000	0.7432
15	0.5000	15	0.8327	0.6193
20	0.3000	20	0.6133	0.5454
25	0.9000	30	0.4039	0.4578
30	0.5000	40	0.3291	0.4056
35	0.4000	50	0.3024	0.3700
40	0.2000	60	0.2929	0.3437
50	0.3000	70	0.2895	0.3232
60	0.3500	80	0.2883	0.3067
70	0.5000	90	0.2878	0.2931
80	0.4000	100	0.2877	0.2815
100	0.2500	110	0.2876	0.2716
120	0.2500	120	0.2876	0.2629
150	0.2667	140	0.2876	0.2485
180	0.2600	160	0.2876	0.2368
		180	0.2876	0.227161

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 3 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 7/1

Horton Model	
$i_H = i_f + (i_0 - i_f) e^{-Bt}$	
$i_f =$	0.000000
$i_0 =$	4.797169
$B =$	0.024022

Philip Model	
$i_p = S/(\sqrt{4t}) + A$	
$S =$	13.013925
$A =$	0.000000

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
5	2.2400	5	4.2542	2.9100
10	3.0000	10	3.7728	2.0577
15	3.4000	15	3.3458	1.6801
20	3.0000	20	2.9671	1.4550
25	2.4400	30	2.3335	1.1880
30	2.2600	40	1.8352	1.0288
35	2.3000	50	1.4433	0.9202
40	2.7000	60	1.1351	0.8400
45	2.2400	70	0.8927	0.7777
50	2.0600	80	0.7021	0.7275
55	0.1600	90	0.5521	0.6859
65	0.1300	100	0.4342	0.6507
75	0.1700	110	0.3415	0.6204
85	0.1600	120	0.2686	0.5940
95	0.1500	130	0.2112	0.5707
105	0.1200	140	0.1661	0.5499
115	0.2260	150	0.1306	0.5313
135	0.0575	160	0.1027	0.5144
155	0.0575	170	0.0808	0.4991
175	0.0575	180	0.0636	0.4850
195	0.0575	190	0.0500	0.4721
215	0.0575	200	0.0393	0.4601
		210	0.0309	0.4490
		220	0.0243	0.4387

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 4 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 7/2

**Horton Model**

$$i_H = i_f + (i_0 - i_f) e^{-Bt}$$

$i_f = 2.665467$   
 $i_0 = 0.790533$   
 $B = 0.038800$

**Philip Model**

$$i_p = S/(\sqrt{4t}) + A$$

$S = 6.864546$   
 $A = 2.530459$

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
5	5.6000	5	5.5120	4.0654
10	3.6000	10	5.0101	3.6158
15	4.1000	15	4.5966	3.4167
20	2.7000	20	4.2561	3.2979
25	3.9600	30	3.7446	3.1571
30	3.8000	40	3.3975	3.0731
35	3.1000	50	3.1621	3.0159
40	2.7000	60	3.0024	2.9736
45	3.6000	70	2.8940	2.9407
50	2.7600	80	2.8205	2.9142
55	3.4000	90	2.7707	2.8923
60	1.7000	100	2.7368	2.8737
70	2.7000	110	2.7139	2.8577
80	2.9000	120	2.6983	2.8438
90	2.8000	130	2.6878	2.8315
100	2.5500	140	2.6806	2.8205
110	2.9800	150	2.6757	2.8107
120	2.8800	160	2.6724	2.8018
135	2.0533	170	2.6702	2.7937
150	3.0667	180	2.6687	2.7863
165	3.0333	190	2.6676	2.7795
180	3.0400	200	2.6669	2.7732

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 5 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 7/3

**Horton Model**

$$i_H = i_r + (i_0 - i_r) e^{-Bt}$$

$i_f = 0.099928$   
 $i_0 = 1.018133$   
 $B = 0.160907$

**Philip Model**

$$i_p = S/(\text{sqrt}(4t)) + A$$

$S = 1.15614521$   
 $A = 0.03560107$

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
5	0.6000	5	0.6000	0.2941
10	0.4000	10	0.3236	0.2184
15	0.2000	15	0.2000	0.1849
25	0.1000	20	0.1447	0.1649
35	0.1000	30	0.1089	0.1411
45	0.1000	40	0.1017	0.1270
60	0.1000	50	0.1003	0.1174
90	0.1000	60	0.1000	0.1102
120	0.1000	70	0.0999	0.1047
150	0.1000	80	0.0999	0.1002
180	0.0900	90	0.0999	0.0965
		100	0.0999	0.0934
		110	0.0999	0.0907
		120	0.0999	0.0884
		140	0.0999	0.0845
		160	0.0999	0.0813
		180	0.0999	0.0787

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 6 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 15/1

Horton Model	
$i_H = i_f + (i_0 - i_f) e^{-Bt}$	
$i_f =$	0.028389
$i_0 =$	0.154023
$B =$	0.025567

Philip Model	
$i_p = S/\sqrt{4t} + A$	
$S =$	0.65920240
$A =$	0.01298009

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
15	0.1333	5	0.1889	0.1604
30	0.1333	10	0.1696	0.1172
45	0.0667	15	0.1527	0.0981
60	0.0667	20	0.1378	0.0867
90	0.0667	30	0.1131	0.0732
120	0.0333	40	0.0940	0.0651
150	0.0333	50	0.0792	0.0596
180	0.0333	60	0.0677	0.0555
		70	0.0589	0.0524
		80	0.0520	0.0498
		90	0.0467	0.0477
		100	0.0425	0.0459
		110	0.0393	0.0444
		120	0.0369	0.0431
		130	0.0350	0.0419
		140	0.0335	0.0408
		150	0.0323	0.0399
		160	0.0314	0.0390
		170	0.0308	0.0383
		180	0.0302	0.0375

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 7 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 15/2

Horton Model	
$i_H = i_f + (i_0 - i_f) e^{-Bt}$	
$i_f =$	0.032974
$i_0 =$	0.549511
$B =$	0.060877

Philip Model	
$i_p = S/(\text{sqrt}(4t)) + A$	
$S =$	0.82956135
$A =$	0.00000000

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
15	0.2667	5	0.4626	0.1855
33	0.1111	10	0.3499	0.1312
48	0.0667	15	0.2667	0.1071
63	0.0001	20	0.2054	0.0927
93	0.0333	30	0.1268	0.0757
123	0.0333	40	0.0840	0.0656
153	0.0333	50	0.0607	0.0587
		60	0.0481	0.0535
		70	0.0412	0.0496
		80	0.0374	0.0464
		90	0.0354	0.0437
		100	0.0343	0.0415
		110	0.0337	0.0395
		120	0.0334	0.0379
		130	0.0332	0.0364
		140	0.0331	0.0351
		150	0.0330	0.0339
		160	0.0330	0.0328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 8 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 15/3

Horton Model	
$i_H = i_r + (i_o - i_r) e^{-Bt}$	
$i_f =$	1.475684
$i_o =$	14.025771
$B =$	0.077449

Philip Model

$$i_p = S/(\text{sqrt}(4t)) + A$$

S = 31.37999834  
A = 0.00000000

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
5	12.000	5	12.0000	7.0168
10	8.000	10	8.6209	4.9616
15	5.500	15	6.3267	4.0511
20	5.400	20	4.7692	3.5084
25	3.300	30	2.9938	2.8646
30	3.100	40	2.1754	2.4808
35	2.800	50	1.7982	2.2189
40	2.100	60	1.6244	2.0256
45	2.100	70	1.5442	1.8753
50	1.800	80	1.5073	1.7542
55	2.100	90	1.4902	1.6539
60	0.160	100	1.4824	1.5690
70	1.700	110	1.4788	1.4960
80	2.100	120	1.4771	1.4323
90	2.200	130	1.4763	1.3761
100	1.200	140	1.4760	1.3260
110	1.600	150	1.4758	1.2811
120	1.000	160	1.4757	1.2404
140	1.250	170	1.4757	1.2034
160	1.275	180	1.4757	1.1695
180	1.250	190	1.4757	1.1383

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 9 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 33/1

**Horton Model**

$$i_H = i_f + (i_0 - i_f) e^{-Bt}$$

$i_f =$	0.033330
$i_0 =$	0.502137
$B =$	0.038925

**Philip Model**

$$i_p = S/\sqrt{4t} + A$$

$S =$	0.84144747
$A =$	0.00950442

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
15	0.0667	5	0.4741	0.1977
30	0.2000	10	0.3961	0.1425
45	0.1333	15	0.3320	0.1181
60	0.0667	20	0.2792	0.1036
75	0.0667	30	0.1999	0.0863
90	0.0667	40	0.1462	0.0760
105	0.0667	50	0.1098	0.0690
120	0.0667	60	0.0851	0.0638
150	0.0333	70	0.0684	0.0598
180	0.0333	80	0.0571	0.0565
210	0.0333	90	0.0494	0.0539
240	0.0333	100	0.0443	0.0516
		110	0.0407	0.0496
		120	0.0383	0.0479
		130	0.0367	0.0464
		140	0.0356	0.0451
		150	0.0349	0.0439
		160	0.0344	0.0428
		170	0.0340	0.0418
		180	0.0338	0.0409
		200	0.0336	0.0393
		220	0.0334	0.0379
		240	0.0334	0.0367

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 10 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 33/2

Horton Model	
$i_H = i_f + (i_0 - i_f) e^{-Bt}$	
$i_f =$	0.033279
$i_0 =$	0.934209
$B =$	0.106967

Philip Model

$$i_p = S/(\text{sqrt}(4t)) + A$$

S = 1.15470053  
A = 0.00000000

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
5	0.6000	5	0.6000	0.2582
10	0.4000	10	0.3652	0.1826
15	0.2000	15	0.2277	0.1491
25	0.1000	20	0.1472	0.1291
35	0.1000	30	0.0724	0.1054
45	0.1000	40	0.0467	0.0913
75	0.0333	50	0.0379	0.0816
105	0.0333	60	0.0349	0.0745
150	0.0267	70	0.0338	0.0690
		80	0.0335	0.0645
		90	0.0333	0.0609
		100	0.0333	0.0577
		110	0.0333	0.0550
		120	0.0333	0.0527
		130	0.0333	0.0506
		140	0.0333	0.0488
		150	0.0333	0.0471

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 11 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้  
จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 33/3

Horton Model	
$i_H = i_r + (i_0 - i_r) e^{-Bt}$	
$i_f =$	0.199997
$i_0 =$	0.153569
$B =$	0.089998

Philip Model	
$i_p = S/(\sqrt{4t}) + A$	
$S =$	1.04232583
$A =$	0.14788368

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
5	0.3000	5	0.4254	0.3810
10	0.3400	10	0.3437	0.3127
15	0.1600	15	0.2917	0.2824
20	0.1000	20	0.2584	0.2644
30	0.2300	30	0.2238	0.2430
40	0.1200	40	0.2097	0.2303
50	0.2500	50	0.2039	0.2216
60	0.2700	60	0.2016	0.2152
80	0.1400	70	0.2006	0.2102
100	0.2000	80	0.2003	0.2062
120	0.2000	90	0.2001	0.2028
150	0.1933	100	0.2000	0.2000
180	0.2000	110	0.2000	0.1976
		120	0.2000	0.1955
		130	0.2000	0.1936
		140	0.2000	0.1919
		150	0.2000	0.1904
		160	0.2000	0.1891
		170	0.2000	0.1879
		180	0.2000	0.1867

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 12 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 38/1

Horton Model	
$i_H = i_f + (i_0 - i_f) e^{-Bt}$	
$i_f =$	2.999536
$i_0 =$	0.000000
$B =$	0.107234

Philip Model	
$i_p = S/(\sqrt{4t}) + A$	
$S =$	0.60185788
$A =$	2.97981399

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
5	2.000	5	4.7542	3.1144
10	3.000	10	4.0260	3.0750
15	3.600	15	3.6000	3.0575
20	3.800	20	3.3508	3.0471
25	3.400	30	3.1197	3.0348
30	2.800	40	3.0407	3.0274
40	3.000	50	3.0136	3.0224
50	3.000	60	3.0044	3.0187
60	3.100	70	3.0012	3.0158
80	3.000	80	3.0001	3.0135
100	3.000	90	2.9997	3.0115
120	3.000	100	2.9996	3.0099
		110	2.9996	3.0085
		120	2.9995	3.0073

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 13 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 38/2

Horton Model	
$i_H = i_r + (i_0 - i_r) e^{-Bt}$	
$i_f =$	0.167000
$i_0 =$	2.850744
$B =$	0.257446

Philip Model	
$i_p = S/(\sqrt{4t}) + A$	
$S =$	2.52982213
$A =$	0.00625000

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
5	1.0000	5	1.0000	0.5719
10	0.4000	10	0.3969	0.4062
15	0.2000	15	0.2305	0.3328
30	0.0667	20	0.1845	0.2891
45	0.0667	30	0.1683	0.2372
75	0.1670	40	0.1671	0.2062
105	0.1670	50	0.1670	0.1851
135	0.1670	60	0.1670	0.1695
		70	0.1670	0.1574
		80	0.1670	0.1477
		90	0.1670	0.1396
		100	0.1670	0.1327
		120	0.1670	0.1217
		130	0.1670	0.1172
		140	0.1670	0.1132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 14 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 38/3

Horton Model	
$i_H = i_r + (i_o - i_r) e^{-Bt}$	
$i_f =$	0.224752
$i_o =$	1.663510
$B =$	0.237721

Philip Model	
$i_p = S/(\text{sqrt}(4t)) + A$	
$S =$	0.84585762
$A =$	0.19972761

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
5	0.8000	5	0.8000	0.3889
10	0.4000	10	0.4000	0.3335
15	0.4000	15	0.2781	0.3089
20	0.2000	20	0.2410	0.2943
30	0.1000	30	0.2263	0.2769
45	0.2667	40	0.2249	0.2666
60	0.2667	50	0.2248	0.2595
75	0.2000	60	0.2248	0.2543
90	0.3333	70	0.2248	0.2503
105	0.1333	80	0.2248	0.2470
120	0.3333	90	0.2248	0.2443
135	0.2667	100	0.2248	0.2420
150	0.3333	120	0.2248	0.2383
165	0.2533	140	0.2248	0.2355
180	0.2000	160	0.2248	0.2332
210	0.1900	180	0.2248	0.2313
240	0.1833	200	0.2248	0.2296
		220	0.2248	0.2282
		240	0.2248	0.2270

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 15 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้  
จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 33B/38B/2

Horton Model	
$i_H = i_r + (i_0 - i_r) e^{-Bt}$	
$i_f =$	0.089951
$i_0 =$	0.676111
$B =$	0.081371

Philip Model

$$i_p = S/(\text{sqrt}(4t)) + A$$

S = 1.67287118  
A = 0.00141059

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
5	0.6000	5	0.6000	0.3755
10	0.5000	10	0.4295	0.2659
15	0.3000	15	0.3160	0.2174
20	0.2400	20	0.2404	0.1884
25	0.1600	30	0.1566	0.1541
30	0.1600	40	0.1195	0.1337
40	0.1600	50	0.1031	0.1197
50	0.1800	60	0.0958	0.1094
60	0.0400	70	0.0925	0.1014
80	0.0900	80	0.0911	0.0949
100	0.0900	90	0.0905	0.0896
120	0.0850	100	0.0902	0.0851
150	0.0900	110	0.0901	0.0812
180	0.0933	120	0.0900	0.0778
		130	0.0900	0.0748
		140	0.0900	0.0721
		150	0.0900	0.0697
		160	0.0900	0.0675
		170	0.0900	0.0656
		180	0.0900	0.0638

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข. 16 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองหาอัตราการดูดซึมเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Horton และ ทฤษฎีของ Philip ตัวอย่างดินที่ 33B/38B/3

Horton Model	
$i_H = i_r + (i_o - i_r) e^{-Bt}$	
$i_f =$	0.621546
$i_o =$	10.245020
$B =$	0.213173

Philip Model	
$i_p = S/(\sqrt{4t}) + A$	
$S =$	9.75635280
$A =$	0.16873001

cumulative time ( min )	infiltration rate ( mm/min )	cumulative time ( min )	infiltration rate horton ( mm/min )	infiltration rate philip ( mm/min )
5	4.4000	5	4.3643	2.3503
10	2.4000	10	1.9107	1.7113
15	1.4000	15	1.0656	1.4283
20	1.2000	20	0.7745	1.2595
25	1.2000	30	0.6397	1.0594
30	1.0000	40	0.6237	0.9400
40	1.2000	50	0.6218	0.8586
50	0.8000	60	0.6216	0.7985
60	0.9000	70	0.6215	0.7518
75	0.7000	80	0.6215	0.7141
90	0.6133	90	0.6215	0.6829
105	0.7067	100	0.6215	0.6565
120	0.6000	110	0.6215	0.6338
150	0.6167	120	0.6215	0.6140
180	0.6000	130	0.6215	0.5966
		140	0.6215	0.5810
		150	0.6215	0.5670
		160	0.6215	0.5544
		170	0.6215	0.5429
		180	0.6215	0.5323

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.17 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎี  
ของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 4/1

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 4/1**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	41.355	38.6411	40.0000
0.3	33.193	33.8233	30.1398
1	26.203	25.5696	24.1741
5	19.767	19.7670	20.2786
10	17.851	18.7386	19.3763
14	17.289	18.4058	19.0422

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N)^M$$

$$\text{irreducible water content} = 17.289$$

$$\alpha = 3.4579587$$

$$N = 1.7763329$$

$$M = 0.4370424$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 17.289$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.1$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5183271$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.18 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 4/2

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 4/2**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	42.007	39.1147	40.0000
0.3	33.64	33.6401	30.8535
1	23.691	23.6910	25.2566
5	21.554	19.3840	21.5525
10	18.628	18.9560	20.6839

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$$

irreducible water content = 18.628  
 $\alpha$  = 3.1907655  
 N = 2.2061076  
 M = 0.5467129

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

irreducible water content = 18.628  
 displacement pressure head = 0.1  
 pore size distribution index = 0.5084229

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.19 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 4/3

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 4/3**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	48.591	39.9993	40.0000
0.3	40.039	39.9544	26.7043
1	36.395	36.3952	18.6600
5	10.617	10.6170	13.4072
10	9.719	9.5618	12.1905
14	9.376	9.4496	11.7401

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$$

$$\text{irreducible water content} = 9.376$$

$$\alpha = 0.6389016$$

$$N = 3.7522416$$

$$M = 0.7334926$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 9.376$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.1$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5183271$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.20 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎี  
ของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 7/1

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 7/1**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	48.512	38.9685	40.0000
0.3	33.922	35.3330	32.5238
1	29.492	29.0990	28.0004
5	24.687	24.6870	25.0468
10	23.542	23.8996	24.3626
14	22.78	23.6440	24.1093

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N)^M$$

$$\text{irreducible water content} = 22.78$$

$$\alpha = 3.4573959$$

$$N = 1.7711537$$

$$M = 0.4353962$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 22.78$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.1$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5183271$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.21 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 7/2

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 7/2**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	40.768	39.7953	40.0000
0.3	36.541	38.2523	31.3568
1	30.794	30.7931	26.1273
5	22.401	22.4010	22.7126
10	20.338	21.2047	21.9217
14	20.092	20.8712	21.6288

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$$

$$\text{irreducible water content} = 20.092$$

$$\alpha = 1.5097041$$

$$N = 2.0618601$$

$$M = 0.515001$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 20.092$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.1$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5183285$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.22 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎี  
ของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 7/3

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 7/3**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	32.473	37.8438	32.4730
0.3	30.525	30.5253	24.7144
1	24.717	21.0991	20.0242
5	16.163	16.1630	16.9649
10	14.805	15.4437	16.2569
14	14.622	15.2274	15.9949

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$$

$$\text{irreducible water content} = 14.622$$

$$\alpha = 4.3595372$$

$$N = 1.9085977$$

$$M = 0.4760551$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 14.622$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.0507748$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5190898$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.23 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 15/1

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 15/1**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	34.358	34.3580	34.3580
0.3	25.247	26.6133	25.2470
1	23.548	20.7767	20.4520
5	17.789	17.6843	17.7987
10	17.412	17.1386	17.2713
14	16.328	16.9594	17.0884

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$$

$$\text{irreducible water content} = 16.328$$

$$\alpha = 9.3770193$$

$$N = 1.7430513$$

$$M = 0.4262934$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 16.328$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.0653801$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.6406743$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.24 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 15/2

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 15/2**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	44.927	38.5601	40.0000
0.3	33.877	33.8770	32.1659
1	27.602	27.6010	27.6020
5	24.034	24.0253	24.7531
10	23.029	23.4621	24.1199
14	22.760	23.2873	23.8896

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N)^M$$

$$\text{irreducible water content} = 22.76$$

$$\alpha = 4.2914001$$

$$N = 1.8513642$$

$$M = 0.4598578$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 22.76$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.1$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5515126$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.25 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 15/3

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 15/3**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	39.145	39.9751	39.1450
0.3	37.381	39.3550	28.7744
1	29.7	28.7635	22.4927
5	17.998	15.9975	18.3853
10	16.848	15.4194	17.4327
14	15.224	15.3240	17.0798

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$$

$$\text{irreducible water content} = 15.224$$

$$\alpha = 1.1399068$$

$$N = 2.989846$$

$$M = 0.6655346$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 15.224$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.0934367$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5173245$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.26 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎี  
ของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 33/1

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 33/1**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	29.412	35.7409	29.4120
0.3	22.144	22.1440	22.0858
1	21.635	14.2383	17.6060
5	12.641	12.5001	14.6437
10	12.636	12.3794	13.9496
14	12.309	12.3524	13.6913

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$$

$$\text{irreducible water content} = 12.309$$

$$\alpha = 3.4579587$$

$$N = 1.7763329$$

$$M = 0.4370424$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 12.309$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.0388062$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5090407$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.27 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 33/2

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 33/2**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	36.201	38.5945	36.2010
0.3	33.247	33.2470	27.5921
1	27.818	24.2769	22.3952
5	18.529	18.5290	19.0108
10	16.728	17.6001	18.2288
14	16.428	17.3105	17.9396

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N)^M$$

irreducible water content = 16.428

$\alpha$  = 3.4932104

N = 1.8444369

M = 0.4578291

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

irreducible water content = 16.428

displacement pressure head = 0.071336

pore size distribution index = 0.5203026

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.28 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 33/3

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 33/3**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	41.437	39.9489	40.0000
0.3	34.198	39.4030	31.1381
1	33.95	33.9500	25.4355
5	21.428	21.0985	21.4280
10	18.407	19.2022	20.4356
14	17.822	18.7246	20.0576

**Van Genuchten Model**

reduced saturation =  $(1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$

irreducible water content = 17.822

$\alpha$  = 0.8899848

N = 2.2685021

M = 0.5591805

**Brooks and Corey Model**

reduced saturation =  $(\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$

irreducible water content = 17.822

displacement pressure head = 0.1

pore size distribution index = 0.4643381

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.29 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 38/1

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 38/1**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	35.259	38.1959	35.2590
0.3	32.504	32.5040	27.7944
1	29.611	24.5854	23.2308
5	19.741	19.7410	20.2137
10	18.368	18.9282	19.5069
14	17.837	18.6695	19.2440

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N)^M$$

$$\text{irreducible water content} = 17.837$$

$$\alpha = 4.2088837$$

$$N = 1.8050333$$

$$M = 0.4459936$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 17.837$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.0623329$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5092035$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.30 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎี  
ของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 38/2

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 38/2**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	39.843	39.4640	39.8430
0.3	35.639	35.6390	31.7508
1	35.073	26.5934	26.8783
5	22.042	22.1019	23.7149
10	21.379	21.6543	22.9859
14	21.316	21.5406	22.7167

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$$

$$\text{irreducible water content} = 21.316$$

$$\alpha = 2.6920837$$

$$N = 2.2181439$$

$$M = 0.5491726$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 21.316$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.0983981$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5225514$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.30 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎี  
ของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 38/2

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 38/2**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	39.843	39.4640	39.8430
0.3	35.639	35.6390	31.7508
1	35.073	26.5934	26.8783
5	22.042	22.1019	23.7149
10	21.379	21.6543	22.9859
14	21.316	21.5406	22.7167

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$$

$$\text{irreducible water content} = 21.316$$

$$\alpha = 2.6920837$$

$$N = 2.2181439$$

$$M = 0.5491726$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 21.316$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.0983981$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5225514$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.31 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 38/3

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 38/3**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	40.339	39.9552	40.0000
0.3	36.302	39.4774	32.4607
1	34.686	34.6860	27.4780
5	23.863	23.2866	23.8630
10	20.891	21.5962	22.9417
14	20.365	21.1703	22.5864

**Van Genuchten Model**

reduced saturation =  $(1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$

irreducible water content = 20.365

$\alpha$  = 0.8852578

N = 2.2680858

M = 0.5590996

**Brooks and Corey Model**

reduced saturation =  $(\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$

irreducible water content = 20.365

displacement pressure head = 0.1

pore size distribution index = 0.4409795

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.32 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 33B/38B/1

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 33B/38B/1**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	26.674	36.5288	26.6740
0.3	24.603	28.1182	20.7772
1	23.664	19.3978	17.1778
5	14.712	14.7118	14.8026
10	13.645	13.9479	14.2472
14	12.939	13.7062	14.0407

**Van Genuchten Model**

reduced saturation =  $(1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$

irreducible water content = 12.939

$\alpha$  = 5.6751

N = 1.8143674

M = 0.4488437

**Brooks and Corey Model**

reduced saturation =  $(\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$

irreducible water content = 12.939

displacement pressure head = 0.0264959

pore size distribution index = 0.5105835

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.33 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 33B/38B/2

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 33B/38B/2**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	64.299	40.0000	40.0000
0.3	45.023	40.0000	30.3578
1	43.498	39.9854	24.5239
5	18.982	18.9820	20.7145
10	18.038	17.8167	19.8321
14	17.791	17.7949	19.5055

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$$

$$\text{irreducible water content} = 17.791$$

$$\alpha = 0.3364285$$

$$N = 6.5730572$$

$$M = 0.8478638$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 17.791$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.1$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5183271$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผข.34 แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้จากผลการทดลองกราฟเส้นจำเพาะเทียบกับผลที่ได้จากทฤษฎีของ Brooks and Corey และ ทฤษฎีของ Van Genuchten ตัวอย่างดินที่ 33B/38B/3

**ตารางสรุปผล pressure plate ชนิดดิน 33B/38B/3**

ความดัน ( bar )	water content (%)	water content van (%)	water content brooks (%)
0.1	35.431	39.7253	35.4310
0.3	34.771	37.3643	23.7835
1	24.894	24.8940	16.7403
5	11.632	11.6280	12.1443
10	9.385	9.9729	11.0804
14	8.622	9.5366	10.6866

**Van Genuchten Model**

$$\text{reduced saturation} = (1/(1+(\alpha \cdot \text{pressure})^N))^M$$

$$\text{irreducible water content} = 8.622$$

$$\alpha = 1.4975379$$

$$N = 2.1616053$$

$$M = 0.5373808$$

**Brooks and Corey Model**

$$\text{reduced saturation} = (\text{displacement pressure head} / \text{pressure})^{(\text{pore size distribution index})}$$

$$\text{irreducible water content} = 8.622$$

$$\text{displacement pressure head} = 0.073836$$

$$\text{pore size distribution index} = 0.5188156$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ข. 35 แสดงตารางบันทึกผลการหาน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดในเดือนมกราคม

Rainfall data

January	ปริมาณฝน			
1999	8.0	0.0	0.0	0.0
2000	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	0.1	13.0	0.0	0.0
2002	3.5	16.4	0.0	0.0
2003	10.3	0.0	0.0	0.0
<b>Max</b>	<b>3.5</b>	<b>16.4</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

Horton Model		$i_H = i_f + (i_0 - i_f)e^{-Bt}$		
$i_f =$	0.1450	mm/min	8.6982	mm/hr
$i_0 =$	2.0114	mm/min	120.6852	mm/hr
$B =$	0.1112		6.6748	1/hr

ปริมาณฝน (mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
3.5	1.1667	1	8.8396	0.0000	1.1667	1.1667
16.4	5.4667	2	8.6984	0.0000	6.6333	6.6333
0.0	0.0000	3	8.6982	0.0000	6.6333	6.6333
0.0	0.0000	4	8.6982	0.0000	6.6333	6.6333

cumulative precipitation(%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
100	100.00	0.00

ตารางที่ ผ.ข. 36 แสดงตารางบันทึกผลการหาน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์

Rainfall data

February	ปริมาณฝน			
1999	8.0	0.0	0.0	0.0
2000	3.6	8.0	0.0	0.0
2001	0.1	0.0	0.0	0.0
2002	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	1.0	0.0	0.0	0.0
<b>Max</b>	<b>3.6</b>	<b>8.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

Horton Model

$i_f =$	0.1450
$i_0 =$	2.0114
$B =$	0.1112

$$i_H = i_f + (i_0 - i_f) e^{-Bt}$$

mm/min	8.6982
mm/min	120.6852
	6.6748

mm/hr  
mm/hr  
1/hr

ปริมาณฝน(mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
3.6	1.2000	1	8.8396	0.0000	1.2000	1.2000
8.0	2.6667	2	8.6984	0.0000	3.8667	3.8667
0.0	0.0000	3	8.6982	0.0000	3.8667	3.8667
0.0	0.0000	4	8.6982	0.0000	3.8667	3.8667

cumulative precipitation(%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
100	100.00	0.00

ตารางที่ ผ.ข. 37 แสดงตารางบันทึกผลการหาหน้าท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดในเดือนมีนาคม

Rainfall data

March	ปริมาณฝน			
1999	1.4	0.0	0.0	0.0
2000	8.0	0.0	0.0	0.0
2001	2.0	16.1	9.4	0.0
2002	12.4	7.6	0.0	0.0
2003	11.6	21.8	3.2	0.0
<b>Max</b>	<b>11.6</b>	<b>21.8</b>	<b>3.2</b>	<b>0.0</b>

Horton Model		$i_H = i_f + (i_o - i_f)e^{-Bt}$		
$i_f =$	0.1450	mm/min	8.6982	mm/hr
$i_o =$	2.0114	mm/min	120.6852	mm/hr
$B =$	0.1112		6.6748	1/hr

ปริมาณฝน (mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
11.6	3.8667	1	8.8396	0.0000	3.8667	3.8667
21.8	7.2667	2	8.6984	0.0000	11.1333	11.1333
3.2	1.0667	3	8.6982	0.0000	12.2000	12.2000
0	0.0000	4	8.6982	0.0000	12.2000	12.2000

cumulative precipitation(%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
100	100.00	0.00

ตารางที่ ผ.ข. 38 แสดงตารางบันทึกผลการหาน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดในเดือนเมษายน

Rainfall data

April	ปริมาณฝน			
1999	2.9	0.3	20.5	0.0
2000	12.1	15.0	0.0	0.0
2001	7.1	3.0	0.0	0.0
2002	93.1	0.0	0.0	0.0
2003	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Max</b>	<b>93.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

Horton Model		$i_H = i_r + (i_0 - i_r) e^{-Bt}$		
$i_r =$	0.1450	mm/min	8.6982	mm/hr
$i_0 =$	2.0114	mm/min	120.6852	mm/hr
$B =$	0.1112	1/min	6.6748	1/hr

ปริมาณฝน (mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
93.1	31.0333	1	8.8396	22.1938	31.0333	8.8396
0.0	0.0000	2	8.6984	22.1938	31.0333	8.8396
0.0	0.0000	3	8.6982	22.1938	31.0333	8.8396
0.0	0.0000	4	8.6982	22.1938	31.0333	8.8396

cumulative precipitation(%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
100	28.48	71.52

ตารางที่ ผ.ข. 39 แสดงตารางบันทึกผลการหาน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดในเดือนพฤษภาคม

Rainfall data

May	ปริมาณฝน			
1999	51.4	0.0	0.0	0.0
2000	48.6	0.0	0.0	0.0
2001	49.3	37.1	0.3	0.0
2002	38.6	0.0	0.0	0.0
2003	17.6	0.1	0.3	0.0
<b>Max</b>	<b>51.4</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

Horton Model

$i_f =$	0.1450
$i_o =$	2.0114
$B =$	0.1112

$$i_H = i_f + (i_o - i_f) e^{-Bt}$$

mm/min	8.6982
mm/min	120.6852
	6.6748

mm/hr  
mm/hr  
1/hr

ปริมาณฝน (mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
51.4	17.1333	1	8.8396	8.2938	17.1333	8.8396
0.0	0.0000	2	8.6984	8.2938	17.1333	8.8396
0.0	0.0000	3	8.6982	8.2938	17.1333	8.8396
0.0	0.0000	4	8.6982	8.2938	17.1333	8.8396

cumulative precipitation(%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
100	51.59	48.41

ตารางที่ ผ.ข. 40 แสดงตารางบันทึกผลการหาน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดในเดือนมิถุนายน

Rainfall data

June	ปริมาณฝน					
1999	1.6	36.2	2.0	0.2	0.0	0.0
2000	24.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	42.8	18.0	0.5	1.6	2.0	1.0
2002	32.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	17.4	45.4	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Max</b>	<b>17.4</b>	<b>45.4</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

Horton Model

$i_f =$	0.1450
$i_0 =$	2.0114
$B =$	0.1112

$$i_H = i_f + (i_0 - i_f) e^{-Bt}$$

mm/min	8.6982
mm/min	120.6852
	6.6748

mm/hr

mm/hr

1/hr

ปริมาณฝน (mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
17.4	5.8000	1	8.8396	0.0000	5.8000	5.8000
45.4	15.1333	2	8.6984	6.4349	20.9333	14.4984
0.0	0.0000	3	8.6982	6.4349	20.9333	14.4984
0.0	0.0000	4	8.6982	6.4349	20.9333	14.4984

cumulative precipitation(%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
100	69.26	30.74

ตารางที่ ผ.ข. 41 แสดงตารางบันทึกผลการหาน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดในเดือนกรกฎาคม

Rainfall data

July	ปริมาณฝน			
1999	17.6	0.0	0.0	0.0
2000	25.2	0.0	0.0	0.0
2001	17.6	1.0	0.2	0.0
2002	17.3	0.0	0.0	0.0
2003	42.0	3.8	0.0	0.0
<b>Max</b>	<b>42.0</b>	<b>3.8</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

Horton Model

$i_f =$	0.1450
$i_o =$	2.0114
$B =$	0.1112

$$i_H = i_f + (i_o - i_f) e^{-Bt}$$

mm/min	8.6982
mm/min	120.6852
	6.6748

mm/hr  
mm/hr  
1/hr

ปริมาณฝน (mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
42.0	14.0000	1	8.8396	5.1604	14.0000	8.8396
3.8	1.2667	2	8.6984	5.1604	15.2667	10.1062
0.0	0.0000	3	8.6982	5.1604	15.2667	10.1062
0.0	0.0000	4	8.6982	5.1604	15.2667	10.1062

cumulative precipitation(%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
100	66.20	33.80

ตารางที่ ผ.ข. 42 แสดงตารางบันทึกผลการหาน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดในเดือนสิงหาคม

Rainfall data

August	ปริมาณฝน			
1999	81.9	3.0	0.0	0.0
2000	20.0	0.0	0.0	0.0
2001	38.2	0.0	0.0	0.0
2002	25.0	0.0	0.0	0.0
2003	35.9	0.0	0.0	0.0
<b>Max</b>	<b>81.9</b>	<b>3.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

Horton Model

$i_f =$	0.1450	mm/min	8.6982	mm/hr
$i_o =$	2.0114	mm/min	120.6852	mm/hr
$B =$	0.1112		6.6748	1/hr

$$i_H = i_f + (i_o - i_f) e^{-Bt}$$

พ.๗/43

ปริมาณฝน (mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
81.9	27.3000	1	8.8396	18.4604	27.3000	8.8396
3.0	1.0000	2	8.6984	18.4604	28.3000	9.8396
0.0	0.0000	3	8.6982	18.4604	28.3000	9.8396
0.0	0.0000	4	8.6982	18.4604	28.3000	9.8396

cumulative precipitation(%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
100	34.77	65.23

ตารางที่ ผ.ข. 43 แสดงตารางบันทึกผลการหาน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดในเดือนกันยายน

Rainfall data

September	ปริมาณฝน				
1999	18.7	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	5.2	8.7	37.0	0.0	0.0
2001	30.2	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	0.4	172.5	31.4	6.0	0.4
2003	8.6	38.0	0.0	0.0	0.0
<b>Max</b>	<b>0.4</b>	<b>172.5</b>	<b>31.4</b>	<b>6.0</b>	<b>0.4</b>

Horton Model

$i_f =$	0.1450
$i_o =$	2.0114
$B =$	0.1112

$$i_H = i_f + (i_o - i_f) e^{-Bt}$$

mm/min	8.6982
mm/min	120.6852
	6.6748

mm/hr  
mm/hr  
1/hr

ปริมาณฝน (mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
0.4	0.1333	1	8.8396	0.0000	0.1333	0.1333
172.5	57.5000	2	8.6984	48.8016	57.6333	8.8317
31.4	10.4667	3	8.6982	50.5701	68.1000	17.5299
6.0	2.0000	4	8.6982	50.5701	70.1000	19.5299
0.4	0.1333	5	8.6982	50.5701	70.2333	19.6633

cumulative precipitation(%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
100	28.00	72.00

ตารางที่ ผ.ข. 44 แสดงตารางบันทึกผลการหาน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดในเดือนตุลาคม

Rainfall data

October	ปริมาณฝน				
1999	91.2	0.2	0.0	0.0	0.0
2000	48.3	5.7	0.0	0.0	0.0
2001	2.3	63.4	36.2	1.6	0.0
2002	20.6	79.6	5.8	25.0	0.3
2003	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Max</b>	<b>91.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

Horton Model

$i_f =$	0.1450
$i_o =$	2.0114
$B =$	0.1112

$$i_H = i_f + (i_o - i_f) e^{-Bt}$$

mm/min	8.6982
mm/min	120.6852
	6.6748

mm/hr

mm/hr

1/hr

ปริมาณฝน (mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
91.2	30.4000	1	8.8396	21.5604	30.4000	8.8396
0.2	0.0667	2	8.6984	21.5604	30.4667	8.9062
0.0	0.0000	3	8.6982	21.5604	30.4667	8.9062
0.0	0.0000	4	8.6982	21.5604	30.4667	8.9062
0.0	0.0000	5	8.6982	21.5604	30.4667	8.9062

cumulative precipitation(%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
100	29.23	70.77

ตารางที่ ผ.ข. 45 แสดงตารางบันทึกผลการหาน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน

Rainfall data

November	ปริมาณฝน			
1999	24.8	11.7	3.4	0.0
2000	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	2.9	0.0	0.0	0.0
2002	45.1	0.2	0.0	0.0
2003	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Max</b>	<b>45.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

Horton Model

$$i_H = i_r + (i_o - i_r) e^{-Bt}$$

$i_r =$	0.1450	mm/min	8.6982	mm/hr
$i_o =$	2.0114	mm/min	120.6852	mm/hr
$B =$	0.1112		6.6748	1/hr

ปริมาณฝน (mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
45.1	15.0333	1	8.8396	6.1938	15.0333	8.8396
0.2	0.0667	2	8.6984	6.1938	15.1000	8.9062
0.0	0.0000	3	8.6982	6.1938	15.1000	8.9062
0.0	0.0000	4	8.6982	6.1938	15.1000	8.9062

cumulative precipitation(%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
100	58.98	41.02

ตารางที่ ผ.ข. 46 แสดงตารางบันทึกผลการหาน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงสุดในเดือนธันวาคม

Rainfall data

December	ปริมาณฝน			
1999	0.2	1.8	0.5	0.0
2000	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	1.8	0.0	0.0	0.0
2002	45.1	0.1	0.0	0.0
2003	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Max</b>	<b>13.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

Horton Model

$i_f =$	0.1450
$i_o =$	2.0114
$B =$	0.1112

$$i_H = i_f + (i_o - i_f) e^{-Bt}$$

mm/min	8.6982
mm/min	120.6852
	6.6748

mm/hr  
mm/hr  
1/hr

$$I_H = i_f t + (i_o - i_f)/B(1 - e^{-Bt})$$

ปริมาณฝน (mm/3hr)	ปริมาณฝน(mm/hr)	hour	infiltration rate(mm/hr)	cumulative runoff (mm)	cumulative precipitation(mm)	cumulative infiltration (mm)
13.1	4.3667	1	8.8396	0.0000	4.3667	4.3667
0.1	0.0333	2	8.6984	0.0000	4.4000	4.4000
0.0	0.0000	3	8.6982	0.0000	4.4000	4.4000
0.0	0.0000	4	8.6982	0.0000	4.4000	4.4000

cumulative precipitation(%)	cumulative infiltration (%)	cumulative runoff (%)
100	100.00	0.00