การจัดทำฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำลุ่มน้ำปราจีนบุรี

Development Soil Drainage Databased for Prachinburi River Basin

นายสิงหา พ้นภัยพาล

นายศราวุฒิ คำจุมจัง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีการศึกษา 2561

Development Soil Drainage Databased for Prachinburi River Basin

Mr. Singha Pronpaipan

Mr. Srawut kamjumjang

An Engineering Project Submitted in Partial fulfillment of Requirement

For the Degree of Bachelor of Engineering

Department of civil Engineering

Burapha University

2019

ปริญญานิพนธ์ การจัดทำฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำลุ่มน้ำปราจีนบุรี

โดย นายสิงหา พันภัยพาล

นายศราวุฒิ คำจุมจัง

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ศรีสุนี วุฒิวงศ์โยธิน

ปีการศึกษา 2561

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

.....หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

(ดร. ชาญยุทธ กาฬกาญจน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.ศรีสุนี วุฒิวงศ์โยธิน)

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ดร.ศรีสุนี วุฒิวงศ์โยธิน)

.....กรรมการ

(ดร. ชาญยุทธ กาฬกาญจน์)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร. สิทธิภัสร์ เอื้ออภิวัชร์)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการจัดทำฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำในลุ่มน้ำปราจีนบุรีในรูปแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางด้านทางชลศาสตร์ของดินหลักจำนวน 6 พารามเตอร์ ได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ยความชื้น ณ. จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน (θs) 2) ความชื้นคงค้าง (θr) 3) ค่า normalized 4) bubbling pressure head (Φc) 5) ดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างเม็ดดิน (λ) ค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Ks) และ 6) ค่าความแปรปรวนสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Var(Ks)) สำหรับใช้วิเคราะห์แนวโน้มความสามารถการระบายน้ำของดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี ในการศึกษาได้ทำการใช้ข้อมูลชุดดินมาตราส่วน 1:100,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน ร่วมกับรายงานสำรวจชุดดิน ในการหาสัดส่วนเปอร์เซ็นต์เนื้อดินของชุดดินแต่ละชนิด จากนั้นทำการจำแนกประเภทดินตามระบบอ้างอิงของ USDA และหาพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินดังกล่าวและจัดทำแผนที่ ผลการศึกษาพบว่าลุ่มน้ำปราจีนบุรี มีพื้นที่ 9,834.70 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนชุดข้อมูลดินทั้งหมด 273 ชุด ดินที่พบมากสุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy Clay Loam) 21.25 % ดินเหนียว (Clay) 19.78 % และดินร่วน (loam) 18.68 % โดยลุ่มน้ำปราจีนมีดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนที่ซึมน้ำได้ปานกลาง ค่า Ks ของดินร่วนอยู่ที่ประมาณ 1.32 cm/h มีค่า θs อยู่ระหว่าง 0.00-0.48 cm^3/cm^3 ค่า Φc อยู่ระหว่าง 0.00-85.60 cm ค่า λ อยู่ระหว่าง 0.00-0.55

Abstract

This research developed soil drainage databased for Prachinburi River Basin in geographic information format. The aims of this study is to estimate the six soil hydraulic parameters which are 1) total porosity mean for defining mean saturated of soil (θs) 2) residual saturation mean 3) normalized bubbling pressure head or bubbling pressur mean (Φc) 4) pore size distribution mean (λ) 5) Saturated hydraulic mean (Ks) and 6) variance of saturated hydraulic conductivity (var(Ks)). The results from this study will be analyize the drainage capacity of soil in the watershed. Data used in thise study is soil series map in scale of 1:100,000 m. from Land Development Department, Thailand and its corresponding soil series report. In the study, percent of each soil texture was extracted, estimated and averaged. Then, from the soil texture was used to classify soil type using by USDA system. Next, estimate those six parameters and created each parameter map. Results found that Prachinburi River Basin has an area about 9,834.70 squre kilometer. The basin consists of 273 soil series which the most 3 largerst are sandy clay loam 21.25 %, clay 19.78 % and loam 18.68 %. It is found that Prachinburi River Basin soil permeability is on average. The mean hydraulic conductivity is about 1.32 cm/h. θs is ranging from 0.00-0.48 cm^3/cm^3. Φc is in the range of 0.00-85.60 cm, and λ is in between 0.00-0.55

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร. ศรีสุนี วุฒิวงศ์โยธิน อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผู้ที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำแนวคิดและแนวทางสำหรับใช้ดำเนินงาน อีกทั้งยังให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านอย่างดีเสมอมา อีกทั้งยังช่วยให้คำปรึกษาในด้านการจัดทำฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำบริเวณลุ่มน้ำปราจีนบุรี ขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ศรีสุนี วุฒิวงศ์โยธิน ที่เสียสละเวลาอันมีค่าเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและให้ความรู้ทางด้านวิชาการอันเป็นประโยชน์ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างดีรวมถึงเพื่อนๆ ภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัยนี้โดยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายสุด คุณประโยชน์ที่เกิดจากปริญญานิพนธ์เล่มนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบให้กับบิดาและมารดา รวมทั้งคณาจารย์ทุกท่าน เพื่อตอบแทนพระคุณที่ได้ช่วยให้คณะผู้จัดทำประสบความสำเร็จในการศึกษา ประโยชน์อันใดที่เกิดจากการทำวิจัยนี้ล้วนเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านทางคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

นายสิงหา พ้นภัยพาล

นายศราวุฒิ คำจุมจัง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูปภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการศึกษาวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการศึกษาวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 แผนการดำเนินโครงการศึกษาวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี	3
2.1.1 สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำ	3
2.1.2 สภาพอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาลุ่มน้ำปราจีนบุรี	8
2.1.3 ทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำปราจีนบุรี	13
2.2 ดินและคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน	17
2.2.1 สมบัติฟิสิกส์ของดิน (Physical Properties of Soil)	17
2.2.2 การคำนวณสมบัติฟิสิกส์พื้นฐานของดิน	26
2.3) กระบวนการซึมผ่าน การเคลื่อนที่ การระบายน้ำในดิน	28
2.3.1 การจำแนกน้ำในดิน	30
2.3.2 ระดับความชื้นของดิน (soil water content)	31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.3 พลังงานของน้ำในดิน 33
2.3.4 ความเร็วการไหลของน้ำในดิน 36
2.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความชื้นและพลังงานของน้ำในดิน 39
2.4 คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดิน (soil hydraulics) 39
2.5 การจัดทำฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำ 41
2.6 ข้อมูลดินกรมพัฒนาที่ดิน 42
2.6.1 การสำรวจดินในประเทศไทย 42
2.6.2 การจำแนกดินในประเทศไทย 42
2.7 ระบบสารสนเทศในการจัดทำฐานข้อมูล 43
2.7.1 องค์ประกอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 43
2.7.2 ประเภทข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 43
2.7.3 การวิเคราะห์ข้อมูล จัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 44
2.7.4 การแสดงผลลัพธ์ในรูปของแผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic map) 46

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

3.1 อุปกรณ์ 47
3.2 วิธีการศึกษา 48
3.3 ขั้นตอนการจัดทำฐานข้อมูลการประมาณค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ 50

บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์

4.1 ผลการศึกษาการจำแนกประเภทดิน 53
4.1.1 การจำแนกประเภทของดิน ของจังหวัดสระแก้วในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 53
4.1.2 การจำแนกประเภทของดิน ของจังหวัดปราจีนบุรีในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 54
4.1.3 การจำแนกประเภทของดิน ของจังหวัดจันทบุรีในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 55
4.1.4 การจำแนกประเภทของดิน ของจังหวัดนครราชสีมาในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 56
4.1.5 การจำแนกประเภทของดิน ของจังหวัดฉะเชิงเทราในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 57
4.1.6 การจำแนกประเภทของดิน ของจังหวัดนครนายกในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 58
4.1.7 การจำแนกประเภทของดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 59
4.2 ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินในลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี 60

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.1 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดสระแก้ว ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 61
4.2.2 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดปราจีนบุรี ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 62
4.2.3 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดจันทบุรี ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 62
4.2.4 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดนครราชสีมา ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 63
4.2.5 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดฉะเชิงเทรา ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 64
4.2.6 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดนครนายก ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 65
4.2.7 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินทั้งลุ่มน้ำปราจีนบุรี 66
4.3 แผนที่แสดงค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 66
4.4 ประโยชน์ในการศึกษาวิจัยพารามิเตอร์ทางด้านชลศาสตร์ของดิน 74
4.5 ประโยชน์ของโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 74

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย 75
5.2 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 77

เอกสารอ้างอิง 78

ภาคผนวก 80
ภาคผนวก ก. 80
ภาคผนวก ข. 87

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินโครงการศึกษาวิจัยฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำลุ่มน้ำปราจีนบุรี 2
2.1 รายละเอียดพื้นที่ครอบคลุมจังหวัดของแม่น้ำปราจีนบุรี 5
2.2 รายละเอียดลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 5
2.3 สรุปค่าตัวแปรภูมิอากาศหลักของสถานีตรวจวัดอากาศในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 8
2.4 รายละเอียดกลุ่มชุดดิน ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 13
2.5 การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 15
2.6 เปรียบเทียบการจำแนกดินระบบ USDA และ ISSS 25
2.7 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยของดินชนิดต่างๆ 33
2.8 สภาพนำน้ำโดยประมาณของดิน 37
2.9 การแบ่งชั้นความเร็วของสภาพการนำน้ำขณะอิ่มตัว 38
3.1 ตัวอย่างข้อมูลผลสำรวจหน้าตัดดิน ชุดดินท่ายาง 50
3.2 ตัวอย่างข้อมูลการเฉลี่ยเปอร์เซ็นดิน ชุดดินท่ายาง 51
3.3 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ 52
4.1 การจำแนกประเภทดินจังหวัดสระแก้วที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 53
4.2 การจำแนกประเภทดินจังหวัดปราจีนบุรีที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 54
4.3 การจำแนกประเภทดินจังหวัดจันทบุรีที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 56
4.4 การจำแนกประเภทดินจังหวัดนครราชสีมาที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 56
4.5 การจำแนกประเภทดินจังหวัดฉะเชิงเทราที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 57
4.6 การจำแนกประเภทดินจังหวัดนครนายกที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 58
4.7 แสดงผลการศึกษาการจำแนกประเภทดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 59
4.8 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดสระแก้ว ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 61
4.9 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดปราจีนบุรี ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 62
4.10 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดจันทบุรี ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 63
4.11 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดนครราชสีมา ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 64
4.12 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดฉะเชิงเทรา ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 64
4.13 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดนครนายก ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 65
4.14 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินทั้งลุ่มน้ำปราจีนบุรี 66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ข.1 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ ดินลุ่มน้ำปราจีนบุรี ของจังหวัดปราจีนบุรี 88

ข.2 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ ดินลุ่มน้ำปราจีนบุรี ของจังหวัดสระแก้ว 92

ข.3 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ ดินลุ่มน้ำปราจีนบุรี ของจังหวัดจันทบุรี 96

ข.4 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ ดินลุ่มน้ำปราจีนบุรี ของจังหวัดนครราชสีมา 97

ข.5 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ ดินลุ่มน้ำปราจีนบุรี ของจังหวัดฉะเชิงเทรา 98

ข.6 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ ดินลุ่มน้ำปราจีนบุรี ของจังหวัดนครนายก 100

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 สภาพภูมิประเทศและลำน้ำสาขาในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 4
2.2 ขอบเขตลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 6
2.3 การผันแปรรายเดือนของสภาพภูมิอากาศของสถานีตรวจอากาศในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 10
2.4 ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยและปริมาณฝนเฉลี่ยสะสมในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 11
2.5 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรายปีเฉลี่ย และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน ลุ่มน้ำปราจีนบุรี 12
2.6 แผนที่กลุ่มชุดดิน ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี 14
2.7 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2545 และ 2552 ลุ่มน้ำปราจีนบุรี 16
2.8 ส่วนประกอบของดิน และแผนภาพแสดงองค์ประกอบของดิน 18
2.9 สถานะของมวลดิน 19
2.10 หน้าตัดดินและชั้นดิน (soil profile และ soil horizon) 20
2.11 โครงสร้างของดินประเภทต่างๆ และความสามารถในการระบายน้ำ 23
2.12 แผนภาพเปรียบเทียบการจำแนกประเภทดินระบบ USDA, CSSC, ISSS และ ASTM 24
2.13 แผนภูมิสามเหลี่ยมแจงประเภทเนื้อดิน ระบบ USDA 25
2.14 แผนภาพแสดงน้ำหนักและปริมาตรต่างๆ ในมวลดิน 26
2.15 หน้าตัดดินแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในชั้นดินและแรงดึงดูดของดินชั้นต่างๆ 30
2.16 แสดงองค์ประกอบของน้ำในช่องว่างเม็ดดิน และการจำแนกน้ำในดิน 32
2.17 พลังงานความดันน้ำ (water pressure potential) 34
2.18 พลังงานน้ำติดลบเหนือระดับน้ำใต้ดิน และพลังงานน้ำเป็นบวกที่ระดับต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน 35
2.19 โค้งลักษณะความชื้นในดิน (soil water characteristic curve) 39
2.20 อนุกรมวิธานดินในประเทศไทย 42
3.1 ขั้นตอนการจัดทำฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำ 49
3.2 ตัวอย่างการจำแนกดินตามระบบ USDA 51
4.1 แสดงค่าค่าเฉลี่ยความชื้น ณ. จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน: (θ_s) บริเวณลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี 68
4.2 แสดงค่าเฉลี่ยความชื้นคงค้าง (θ_r) ของดินในลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี 69
4.3 แสดงผลค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ย normalized bubbling pressure head (Φ_c) ของดินในลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี 70
4.4 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างเม็ดดิน (λ) ของดินในลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี 71
4.5 แสดงค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Ks) ของดินในลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี 72
4.6 แสดงค่าความแปรปรวนสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Var(Ks)) ของดินในลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี 73

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาของโครงการ

ข้อมูลดิน และการจัดทำฐานข้อมูลดินในรูปแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ปัจจุบันนับว่ามีความสำคัญมากสำหรับการศึกษาด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะข้อมูลคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดิน (soil hydraulics) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาและจำลองการเก็บกัก การเคลื่อนที่ของน้ำในดิน ซึ่งจำเป็นต่อการคำนวณเกี่ยวกับการระบายน้ำ การชลประทาน การจัดการสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ทั้งนี้การจำแนกดิน (soil classification system) มีระบบการอ้างอิงมากมายและแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศทั่วโลก ซึ่งมักแปรผันตามลักษณะข้อมูลและการเก็บข้อมูล วิธีการเก็บและทดสอบ ทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนาม เช่น การเก็บ สีดิน เนื้อดิน โครงสร้างดิน สภาพทางชีววิทยาของดิน การกระจายตัวของช่องว่างในเม็ดดิน เป็นต้น ทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ (hydraulic parameters) มีความยุ่งยากเนื่องจากแหล่งข้อมูลดินที่เก็บตัวอย่างมีมากมายและมาจากหลากหลายพื้นที่

ประเทศไทยใช้การจำแนกดินด้านการเกษตรตามระบบ USDA ซึ่งนิยมใช้แพร่หลายทั่วโลก โดยกรมพัฒนาที่ดินใช้ระบบดังกล่าวอ้างอิงในการจำแนกดินในประเทศไทย ลักษณะเนื้อดิน (soil texture) มีความสำคัญเนื่องจากมีผลต่อโครงสร้างดิน (soil structure) ความพรุนดิน (soil porosity) ความสามารถในการไหลซึมผ่านได้ของน้ำในดิน (soil permeability) ความสามารถในการเก็บกักน้ำในดิน (soil water holding capacity) และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุของเม็ดดิน เป็นต้น การศึกษาของ Rawls และคณะ (1982) และ McCuen พร้อมคณะ (1981) พบว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินโดย Brooks และ Corey's (1964) มีความสอดคล้องใกล้เคียงกับระบบการจำแนกเนื้อดิน USDA มากที่สุด และยังเป็นที่นิยม มีการถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายทั่วโลกในการหาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน และในงานด้านวิศวกรรมปิโตรเลี่ยม

โดยทั่วไปคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินที่สำคัญมี 2 อย่าง ได้แก่ โค้งลักษณะความชื้นดิน (soil water characteristic curve) และฟังก์ชันสภาพนำชลศาสตร์ (hydraulic conductivity function) ค่าพารามิเตอร์เชิงชลศาสตร์ของดินที่ศึกษาและจัดทำโดย Rawls และคณะ (1982) และ McCuen พร้อมคณะ (1981) ใช้สำหรับสภาวะดินไม่อิ่มตัว (unsaturated soil) คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน โดยเฉพาะคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดังกล่าว มีความสำคัญอย่างมากในหลายๆ ด้าน เช่น การจัดการเกี่ยวการชลประทาน การเกษตร การป้องกันดินเค็ม การจัดการดินถล่ม การศึกษาด้านอุทกวิทยา เป็นต้น เนื่องจากการเก็บตัวอย่างภาคสนามตลอดจนวิธีการทดสอบ วิเคราะห์ ต่างๆ เพื่อหาคุณสมบัติทางฟิสิกส์และคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดังกล่าว เป็นวิธีการที่ยุ่งยาก ซับซ้อน ใช้เวลานาน ตลอดจนค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง การจัดทำฐานข้อมูลทุติยภูมิจากฐานข้อมูลดินที่มีการสำรวจและจัดทำไว้อยู่แล้วของกรมพัฒนาที่ดิน และนำมาประมาณค่าทางชลศาสตร์ของดินจากฐานข้อมูลชุดดิน (soil series) จึงมีประโยชน์และความสำคัญอย่างมาก สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้น (ข้อมูลทุติยภูมิ) ในการศึกษา

ด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดทำแบบจำลองทางฟิสิกส์ด้านอุทกวิทยา (physically hydrologic model) การศึกษาโครงงานวิจัยนี้ เรียก การจัดทำฐานข้อมูลดินเพื่อประมาณค่าทางชลศาสตร์ของดินดังกล่าวว่า “การจัดทำฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำ” ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะได้จัดทำในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการศึกษาวิจัย

1) เพื่อศึกษาคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ หรือสภาพการนำน้ำของดิน (soil hydraulic conductivity) ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

2) จัดทำฐานข้อมูลทุติยภูมิค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

1.3 ขอบเขตของโครงการศึกษาวิจัย

ศึกษาและจัดทำฐานข้อมูลทุติยภูมิค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี และจัดทำแผนที่แสดงผลค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำฐานข้อมูลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดิน ตลอดจนแผนที่แสดงค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ดังกล่าวของลุ่มน้ำปราจีนบุรี สำหรับการประเมินความสามารถในการระบายน้ำของดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรีได้ จากการประเมินดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อใช้ศึกษาต่อในการวางแผนทั้งในด้านการเกษตร การชลประทาน และหรือการจัดทำแบบจำลองเพื่อศึกษาการเคลื่อนตัว การไหลซึม การระบายน้ำของดิน ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี ตลอดจนการจัดทำแบบจำลองทางฟิสิกส์ด้านอุทกวิทยาของลุ่มน้ำปราจีนบุรี เป็นต้น

1.5 แผนการดำเนินโครงการศึกษาวิจัย

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงการศึกษาวิจัยฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำดับ	แผนขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม	วันเริ่มต้น	วันสิ้นสุด	2560						2562				
				ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1	ทำความเข้าใจและตรวจสอบเอกสาร	15ม.ค.60	15 ก.พ.60											
2	ติดต่อข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	1 ม.ค.60	30 มิ.ย.60											
3	จัดทำโครงงานวิจัยครั้งที่ 1	1 เม.ย.60	21 พ.ค.60											
4	สอบโครงงานวิจัยครั้งที่ 1	28 พ.ค.60	28 พ.ค.60											
5	ศึกษาการใช้โปรแกรม GIS	4 ม.ค.62	28 ก.พ.62											
6	หาค่าเฉลี่ยชนิดดิน พารามิเตอร์ และ													
	จัดทำฐานข้อมูลในโปรแกรม GIS	4 ม.ค.62	15 ก.พ.62											
7	จัดทำแผนที่ค่าพารามิเตอร์คุรสมบัติ													
	ทางชลศาสตร์ของลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี	16 เม.ษ.62	25 เม.ย.62											
8	จัดทำรายงานสรุปผลการศึกษา	26 เม.ษ.62	5 พ.ค.62											
9	สอบโครงงานวิจัยครั้งที่ 2	14 พ.ค. 62	17 พ.ค.62											

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

จากรายงานการศึกษาปี 2555 โครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง ลุ่มน้ำปราจีนบุรี สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร สามารถสรุปข้อมูลพื้นฐานลุ่มน้ำปราจีนบุรี ดังนี้

2.1.1 สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำ

1) สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำปราจีนบุรีตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของประเทศไทย พื้นที่ส่วนใหญ่ครอบคลุมจังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดสระแก้ว มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 9,651.38 ตารางกิโลเมตร ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวอยู่ในแนวทิศตะวันออก–ตะวันตก อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 13 องศา 02 ลิปดา เหนือถึงเส้นรุ้งที่ 14 องศา 28 ลิปดา เหนือและอยู่ระหว่างเส้นแวงที101 องศา 10 ลิปดา ตะวันออกถึงเส้นแวงที่ 102 องศา 33 ลิปดา ตะวันออกมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

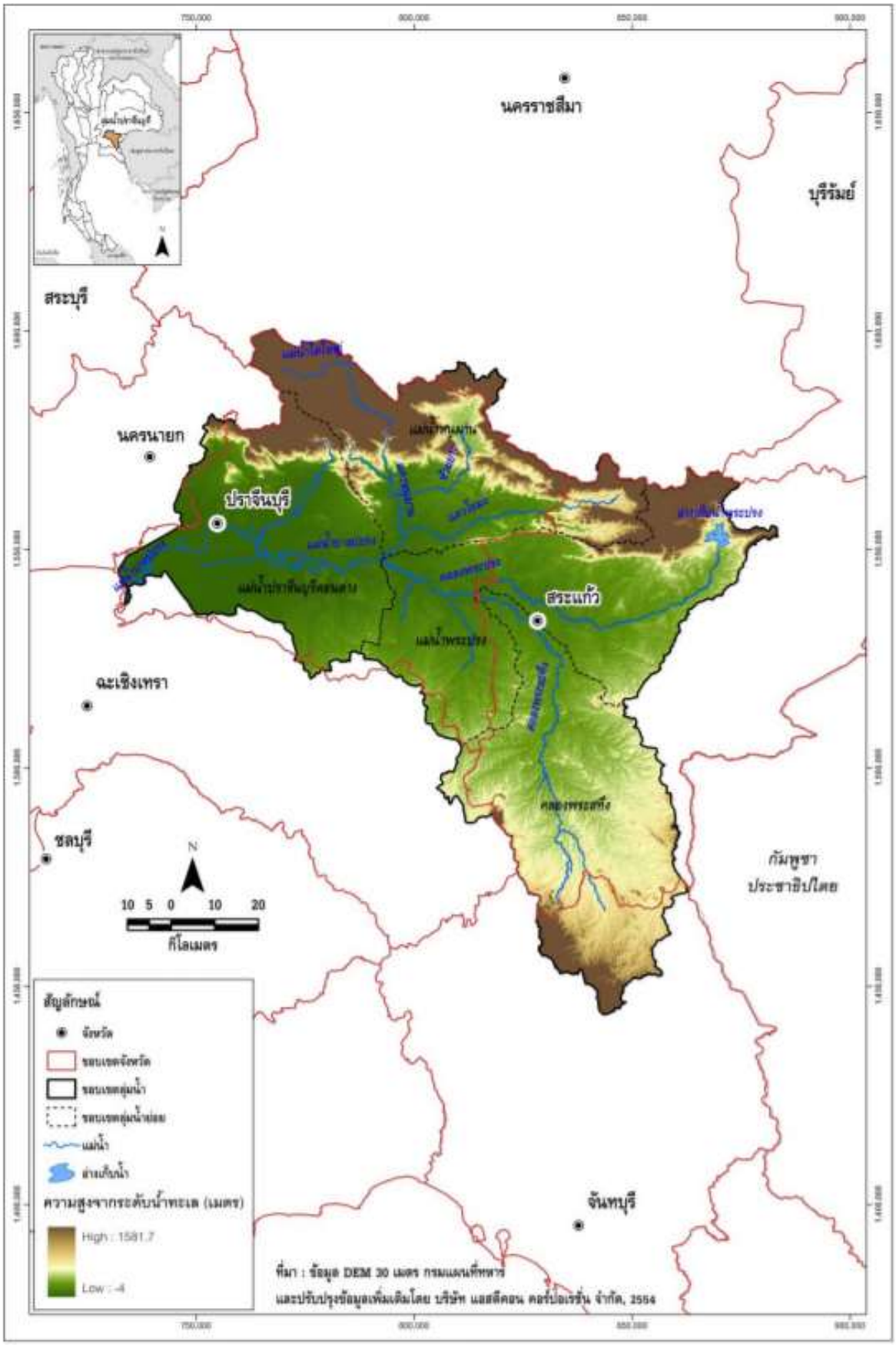
ทิศเหนือ	ติดกับลุ่มน้ำมูล
ทิศใต้และทิศตะวันตก	ติดกับลุ่มน้ำบางปะกง
ทิศตะวันออก	ติดกับลุ่มน้ำโตนเลสาป

พื้นที่ต้นน้ำมีต้นกำเนิดจากทิวเขาสันกำแพงซึ่งอยู่ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ลุ่มน้ำ ทางตอนใต้มีเนินเขา เขาเตี้ย และมีเทือกเขาติดต่อกันไม่ยาวนัก นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ลุ่มและพื้นที่ราบ ระหว่างแม่น้ำ และพื้นที่ราบด้านตะวันตกของลุ่มน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 แม่น้ำสายหลักในลุ่มน้ำ ได้แก่ แม่น้ำปราจีนบุรี ซึ่งเป็นน้ำ สาขาของแม่น้ำบางปะกง เกิดจากการไหลมาบรรจบกันของแม่น้ำ 2 สาย คือ แม่น้ำหนุมาน และแม่น้ำพระปรง แม่น้ำปราจีนบุรีจะไหลไปบรรจบกับแม่น้ำนครนายก ที่อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา กลายเป็นแม่น้ำบางปะกง แล้วไหลลงอ่าวไทย

ลำน้ำสาขาของแม่น้ำพระปรง ได้แก่ คลองพระปรง คลองปะตง คลองพระสทึง และห้วยไคร้

ลำน้ำสาขาของแม่น้ำหนุมาน ได้แก่ ห้วยโสมง และลำพระยาธาร ทางด้านท้ายน้ำมีลำน้ำสาขาที่สำคัญ คือ คลองประจันตคาม ห้วยเกษียร คลองหนองแก้ว และคลองยาง

สำหรับพื้นที่ครอบคลุมของลุ่มน้ำปราจีนบุรีในเขตจังหวัดต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.1 สภาพภูมิประเทศและลำน้ำสาขาในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

(ที่มา: สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2555)

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดพื้นที่ครอบคลุมจังหวัดของแม่น้ำปราจีนบุรี

จังหวัด	พื้นที่จังหวัด	พื้นที่ในเขตลุ่มน้ำปราจีนบุรี		ร้อยละของพื้นที่จังหวัด	ร้อยละของพื้นที่ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี
	(ตร.กม.)	(ตร.กม.)	(ไร่)		
นครราชสีมา	20,787.92	158.90	99,312.50	0.76	1.62
นครนายก	2,141.67	38.76	24,225.00	1.81	0.39
ปราจีนบุรี	5,005.25	4,756.06	2,972,537.50	95.02	48.36
ฉะเชิงเทรา	5,167.35	154.89	96,806.25	2.99	1.57
สระแก้ว	6,891.57	4,234.77	2,646,731.25	61.45	43.06
จันทบุรี	6,370.03	491.34	307,087.50	7.71	5.00
รวม		9,834.71	6,146,700.00		100.00

(ที่มา: สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2555)

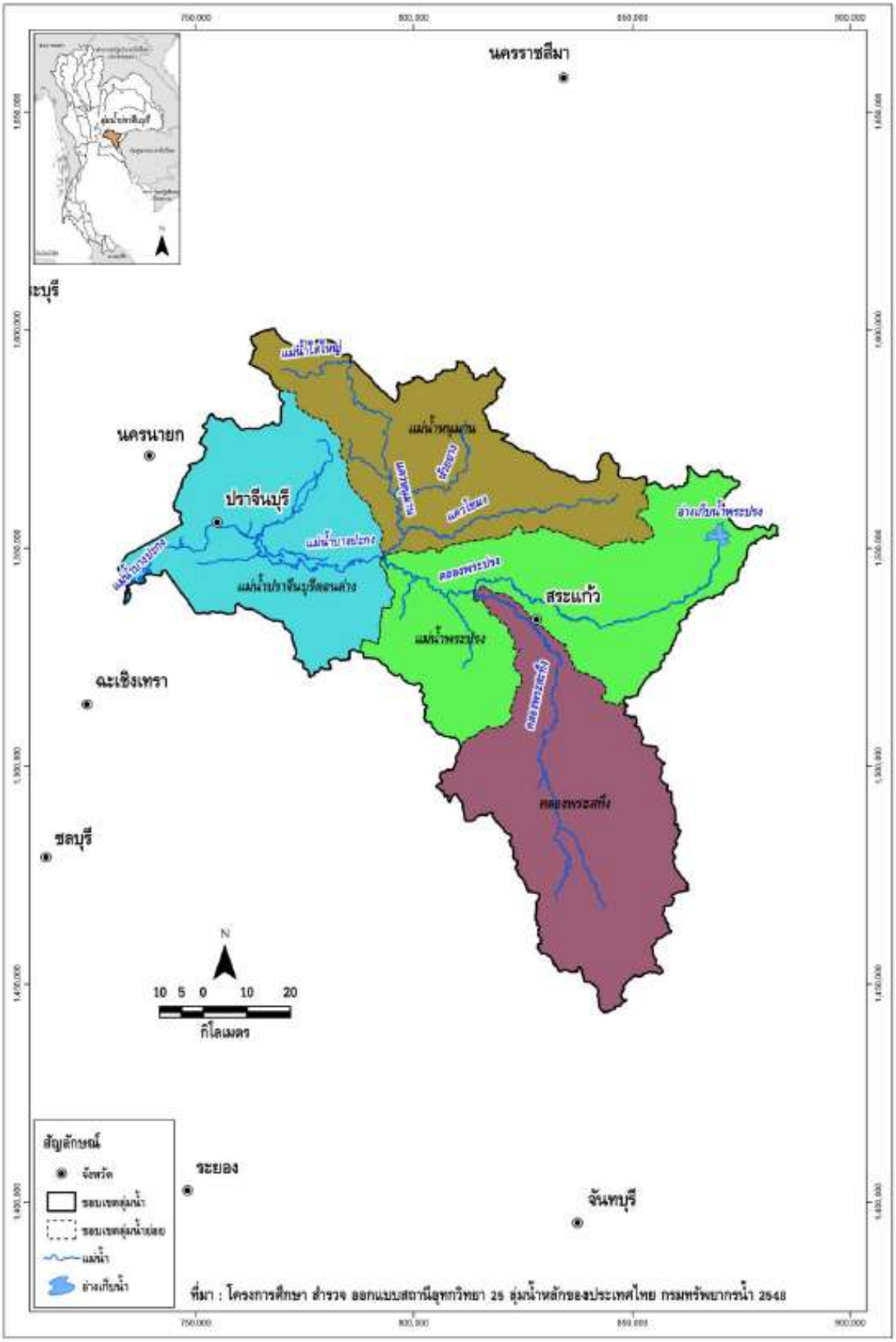
2) ระบบลุ่มน้ำ

ลุ่มน้ำปราจีนบุรีมีลำน้ำสายหลัก คือ แม่น้ำปราจีนบุรี และลำน้ำสาขาคลองพระสทึง ลำน้ำสาขาคลองพระปรง และลำน้ำสาขาแม่น้ำหนุมาน ลำน้ำสายหลัก แม่น้ำปราจีนบุรี เกิดจากการรวมตัวกันของแม่น้ำพระปรงกับแม่น้ำหนุมาน ที่บ้านตลาดใหม่ อำเภอกบินทร์บุรี โดยจะไหลไปทางทิศตะวันตกของอำเภอกบินทร์บุรีผ่านอำเภอศรีมหาโพธิ อำเภอประจันตคาม อำเภอเมืองปราจีนบุรี และอำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี ลุ่มน้ำปราจีนแบ่งออกเป็น 4 ลุ่มน้ำสาขา ได้แก่ ลุ่มน้ำสาขาคลองพระสทึง แม่น้ำพระปลง แม่น้ำหนุมาน และแม่น้ำปราจีนบุรี ดังแสดงในรูปที่ 2.2 สำหรับขอบเขตลุ่มน้ำสาขาพื้นที่ครอบคลุม สรุปได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำดับ	รหัส	ลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่		ร้อยละพื้นที่ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี	ครอบคลุมพื้นที่บางส่วน	
			(ตร.กม)	(ไร่)		จังหวัด	อำเภอ
1	1502	คลองพระสทึง	2,639.36	1,649,601	27.35	สระแก้ว	วังน้ำเย็น ,คลองหาด , เขาฉกรรณ์ , กิ่งวังสมบูรณ์
2	1503	แม่น้ำพระปลง	2,688.59	1,680,368	27.86	สระแก้ว	วัฒนานคร และเมืองสระแก้ว
3	1504	แม่น้ำหนุมาน	2,142.81	1,339,257	22.20	ปราจีนบุรี	นาดี
4	1505	แม่น้ำปราจีนบุรีตอนล่าง	2,363.95	1,477,474	22.59	ปราจีนบุรี	ปราจีนบุรี บ้านสร้าง และศรีมโหสถ
		รวม	9,834.71	6,146,700	100.00		

(ที่มา: สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2555)



รูปที่ 2.2 ขอบเขตลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

(ที่มา: สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2555)

รายละเอียดโดยสรุปแต่ละลุ่มน้ำสาขาสรุปได้ ดังนี้

2.1) ลุ่มน้ำสาขาคลองพระสทึง ประกอบด้วย 3 อำเภอ 1 กิ่งอำเภอ คือ อำเภอวังน้ำเย็น อำเภอคลองหาด อำเภอเขาฉกรรจ์ และกิ่งอำเภอวังสมบูรณ์ จังหวัดสระแก้ว มีพื้นที่ทั้งหมด 1,649,601 ไร่ อาณาเขต ด้านทิศเหนือติดลุ่มน้ำสาขาคลองพระปรง ทิศตะวันออกติดลุ่มน้ำสาขาโตนเลสาปตอนบน และประเทศกัมพูชา ทิศใต้ติดลุ่มน้ำหลักชายฝั่งทะเลตะวันออก ทิศตะวันตกติดลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาด และลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปราจีนบุรีสายหลักตอนบน มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาทึงลึง เขาตะกวด และเขาตาพลาย ในเขตจังหวัดจันทบุรี ไหลผ่านเขตอำเภอวังน้ำเย็น เขตอำเภอเขาฉกรรจ์ และเขตอำเภอเมืองสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว และไหลมาบรรจบกับคลองพระปรงที่บ้านท่าช้าง ลำน้ำย่อยที่สำคัญ ได้แก่ คลองพลอก คลองกะวัดกองใหญ่ คลองกัดตะนาวใหญ่ คลองตาหลัง คลองพระเพลิงใหญ่ คลองวังจิก เป็นต้น

2.2) ลุ่มน้ำสาขาคลองพระปรง ประกอบด้วย 2 อำเภอ คือ อำเภอเมืองสระแก้ว และอำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว มีพื้นที่ทั้งหมด 1,680,368 ไร่ อาณาเขตด้านทิศเหนือติดลุ่มน้ำหลักมูล ทิศตะวันออกติดลุ่มน้ำสาขาโตนเลสาปตอนบน ทิศใต้ติดลุ่มน้ำสาขาคลองพระสทึง ทิศตะวันตกติดลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปราจีนบุรีสายหลักตอนบนและลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำหนุมาน มีต้นกำเนิดจากภูเขียว เขาห้วยชัน เขาขมิ้น เขาเขียว เขาอีด่าง และเขาเทียน มีทิศทางการไหลจากด้านตะวันออกไปทางด้านตะวันตก จากอำเภอวัฒนานครไปสู่อำเภอเมืองสระแก้ว คลองสายรองที่ไหลลงสู่คลองพระปรง ได้แก่ คลองยาง คลองมนโท คลองท่ากระบาก คลองยายเมือง นอกจากนี้ยังมีห้วยขนาดเล็กอีกหลายสายที่ไหลลงสู่คลองพระปรง เช่น ห้วยชัน ห้วยเกลือ ห้วยไคร้

2.3) ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำหนุมาน ครอบคลุมพื้นที่อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี พื้นที่ทั้งหมด 1,339,257 ไร่ อาณาเขตด้านทิศเหนือติดลุ่มน้ำหลักมูล ทิศตะวันออกติดลุ่มน้ำสาขาคลองพระปรง ทิศใต้ติดลุ่มน้ำสาขาคลองพระปรงและลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปราจีนบุรีสายหลักตอนบน ทิศตะวันตกติดลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปราจีนบุรีสายหลักตอนบน มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้แก่ เทือกเขาสันกำแพงเขาเกือกม้า ภูสามง่าม เขาว่าน และเขาใหญ่ ไหลผ่านเขตอำเภอนาดี มาบรรจบกับแม่น้ำพระปรง ที่บ้านตลาดใหม่ อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ลำน้ำย่อยที่สำคัญ ได้แก่ ห้วยใสน้อย ลำน้ำใสใหญ่ ลำพระยาธาร และห้วยโสมง

2.4) ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปราจีนบุรีตอนล่าง ประกอบด้วย 3 อำเภอ คือ อำเภอเมืองปราจีนบุรี อำเภอบ้านสร้าง และอำเภอศรีมโหสถ จังหวัดปราจีนบุรี มีพื้นที่ทั้งหมด 1,477,474 ไร่ อาณาเขตด้านทิศเหนือติดลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายกและลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปราจีนบุรีสายหลักตอนบน ทิศตะวันออกติดลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำปราจีนบุรีสายหลักตอนบน ทิศใต้ติดลุ่มน้ำสาขาคลองท่าลาดและลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำบางปะกงสายหลัก ทิศตะวันตกติดลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำบางปะกงสายหลักและลุ่มน้ำสาขานครนายก

2.1.2 สภาพอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาลุ่มน้ำปราจีนบุรี

1) สภาพภูมิอากาศ

ข้อมูลภูมิอากาศที่สถานีต่าง ๆ ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ซึ่งบันทึกไว้โดยกรมอุตุนิยมวิทยา ช่วงปี พ.ศ.2523-2552 จำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีจังหวัดปราจีนบุรี สถานีกบินทร์บุรี และ สถานีจังหวัดสระแก้ว สรุปค่าเฉลี่ยช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน ค่าสูงสุดรายเดือน และค่าเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศหลักของแต่ละสถานีตรวจวัดอากาศ การผันแปรรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศของสถานีตรวจวัดอากาศในลุ่มน้ำปราจีนบุรี สรุปค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

- อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายนวัดได้ 36.6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคมวัดได้ 20.0 องศาเซลเซียส ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน 25.6-29.8 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยตลอดปีจะอยู่ระหว่าง 76.1 เปอร์เซ็นต์ ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดวัด ได้ 96.0 เปอร์เซ็นต์ และค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดวัดได้ 41.3 เปอร์เซ็นต์ ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน 65.7-85.0 เปอร์เซ็นต์
- ปริมาณการระเหยโดยเฉลี่ยตลอดทั้งปี 1,650.3 มิลลิเมตร ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน 115.3-171.7มิลลิเมตร
- ความครึ้มของเมฆโดยเฉลี่ย 5.7 อ๊อกต้า (0-10 อ๊อกต้า) ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน 2.7-8.3 อ๊อกต้า
- ความเร็วลมโดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 1.4 น๊อต ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน 0.9-2.4 น๊อต
- ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี 1,625.5 มิลลิเมตร ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน 5.7-312.5 มิลลิเมตร

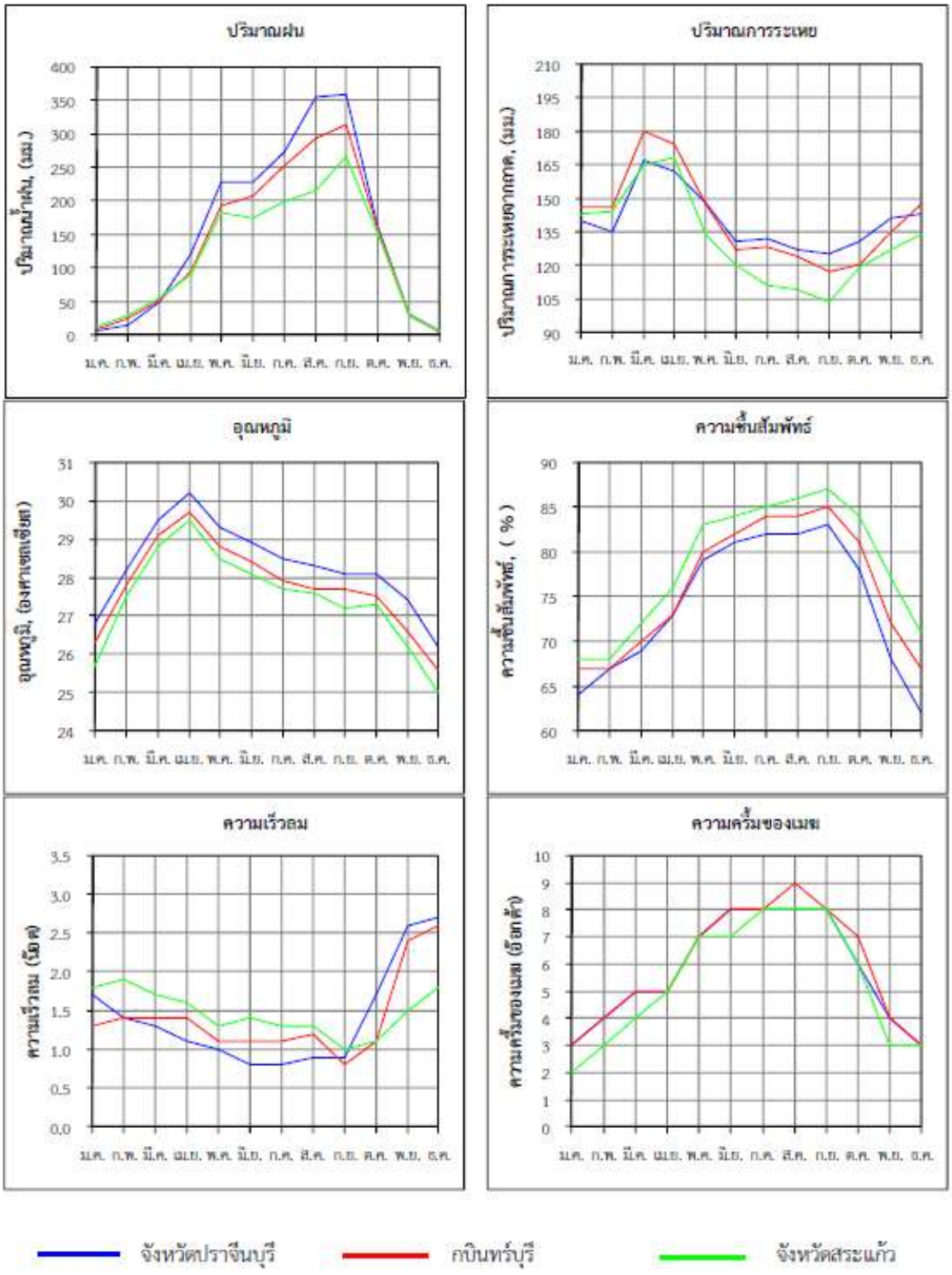
รายละเอียดข้อมูลตรวจวัดภูมิอากาศ 3 สถานีหลัก ดังกล่าว แสดงข้อมูลสรุปดังตารางที่ 2.3 การผันแปรข้อมูลตัวแปรภูมิอากาศรายเดือนของสถานีตรวจอากาศทั้ง 3 สถานี แสดงดังรูปที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สรุปค่าตัวแปรภูมิอากาศหลักของสถานีตรวจวัดอากาศในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ	ตัวแปรอุณภูมิอากาศ	ค่าเฉลี่ยรายปี	ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ยสูงสุดรายเดือน	ค่าเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือน
จังหวัดปราจีนบุรี	อุณภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.3	26.2 (ธ.ค.) – 30.2 (เม.ย.)	36.7 (เม.ย.)	20.5 (ธ.ค.)
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	74.0	62.0 (ธ.ค.)- 83.0 (ก.ย.)	94.0 (ก.ค.)	42.0 (ม.ค.)
	ปริมาณระเหยจากถาด (มม.)	1682.0	125.0 (ธ.ค.)- 167.0 (ก.ย.)	-	-

ตารางที่ 2.3 สรุปค่าตัวแปรภูมิอากาศหลักของสถานีตรวจวัดอากาศในลุ่มน้ำปราจีนบุรี (ต่อ)

สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ	ตัวแปรอุณภูมิอากาศ	ค่าเฉลี่ยรายปี	ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ยสูงสุดรายเดือน	ค่าเฉลี่ยต่ำสุดรายเดือน
จังหวัดปราจีนบุรี	ความครึ้มของเมฆ (0-10อ๊อกต้า)	5.8	3.0 (ธ.ค.)- 8.0 (ก.ย.)	-	-
	ความเร็วลม (น๊อต)	1.4	0.8 (ธ.ค.)- 2.7 (ก.ย.)	40.0 (ก.พ.)	-
	ปริมาณฝน (มม.)	1832.3	5.8 (ธ.ค.)- 357.5 (ก.ย.)	-	-
จังหวัดกบินทร์บุรี	อุณภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.8	25.6 (ธ.ค.)- 29.7 (ก.ย.)	37 (เม.ย.)	18.9 (ธ.ค.)
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	76.0	67.0 (ธ.ค.)- 85.0 (ก.ย.)	96.0 (ส.ค.)	40.0 (ก.พ.)
	ปริมาณระเหยจากถาด (มม)	1691.0	117.0 (ธ.ค.)- 180.0 (ก.ย.)	-	-
	ความครึ้มของเมฆ (0-10อ๊อกต้า)	5.9	3.0 (ธ.ค.)- 9.0 (ก.ย.)	-	-
	ความเร็วลม (น๊อต)	1.4	0.8 (ธ.ค.)- 2.6 (ก.ย.)	40.0 (ก.พ.)	-
	ปริมาณฝน (มม.)	1632.7	4.1 (ธ.ค.)- 313.8 (ก.ย.)	-	-
จังหวัดสระแก้ว	อุณภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.4	25.0 (ธ.ค.)- 29.5 (ก.ย.)	36.1 (เม.ย.)	19.8 (ม.ค.)
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	78.4	68.0 (ธ.ค.)- 87.0 (ก.ย.)	98.0 (ก.ย.)	42.0 (ก.พ.)
	ปริมาณระเหยจากถาด (มม.)	1578.0	104.0 (ธ.ค.)- 168.0 (ก.ย.)	-	-
	ความครึ้มของเมฆ (0-10อ๊อกต้า)	5.3	2.0 (ธ.ค.)- 8.0 (ก.ย.)	-	-
	ความเร็วลม (น๊อต)	1.5	1.0 (ธ.ค.)- 1.9 (ก.ย.)	50.0 (เม.ย.)	-
	ปริมาณฝน (มม.)	1411.4	7.3 (ธ.ค.)- 266.2 (ก.ย.)	-	-

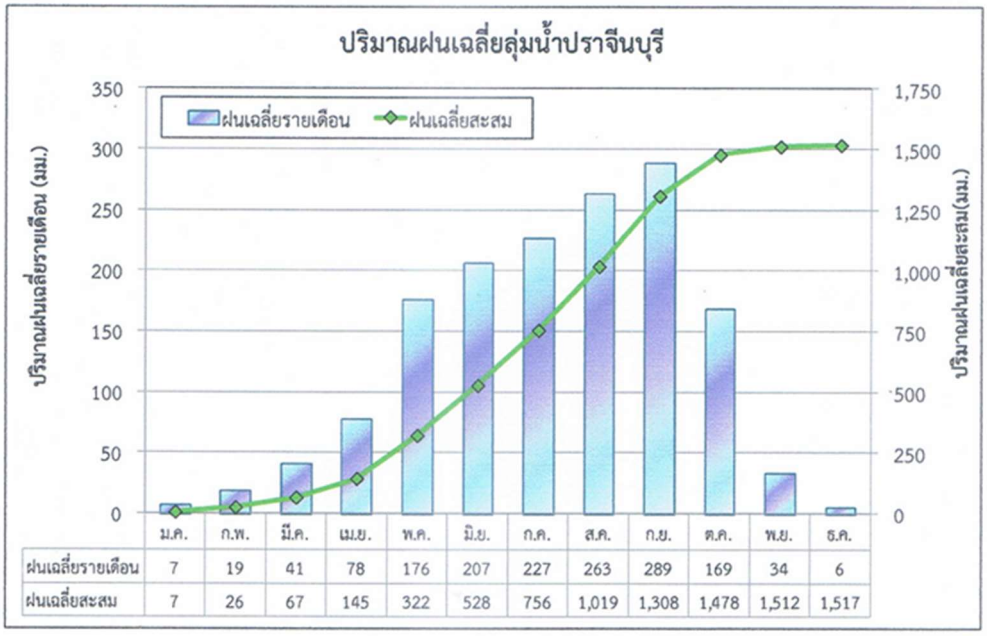


รูปที่ 2.3 การผันแปรรายเดือนของสภาพภูมิอากาศของสถานีตรวจอากาศในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

(ที่มา: สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2555)

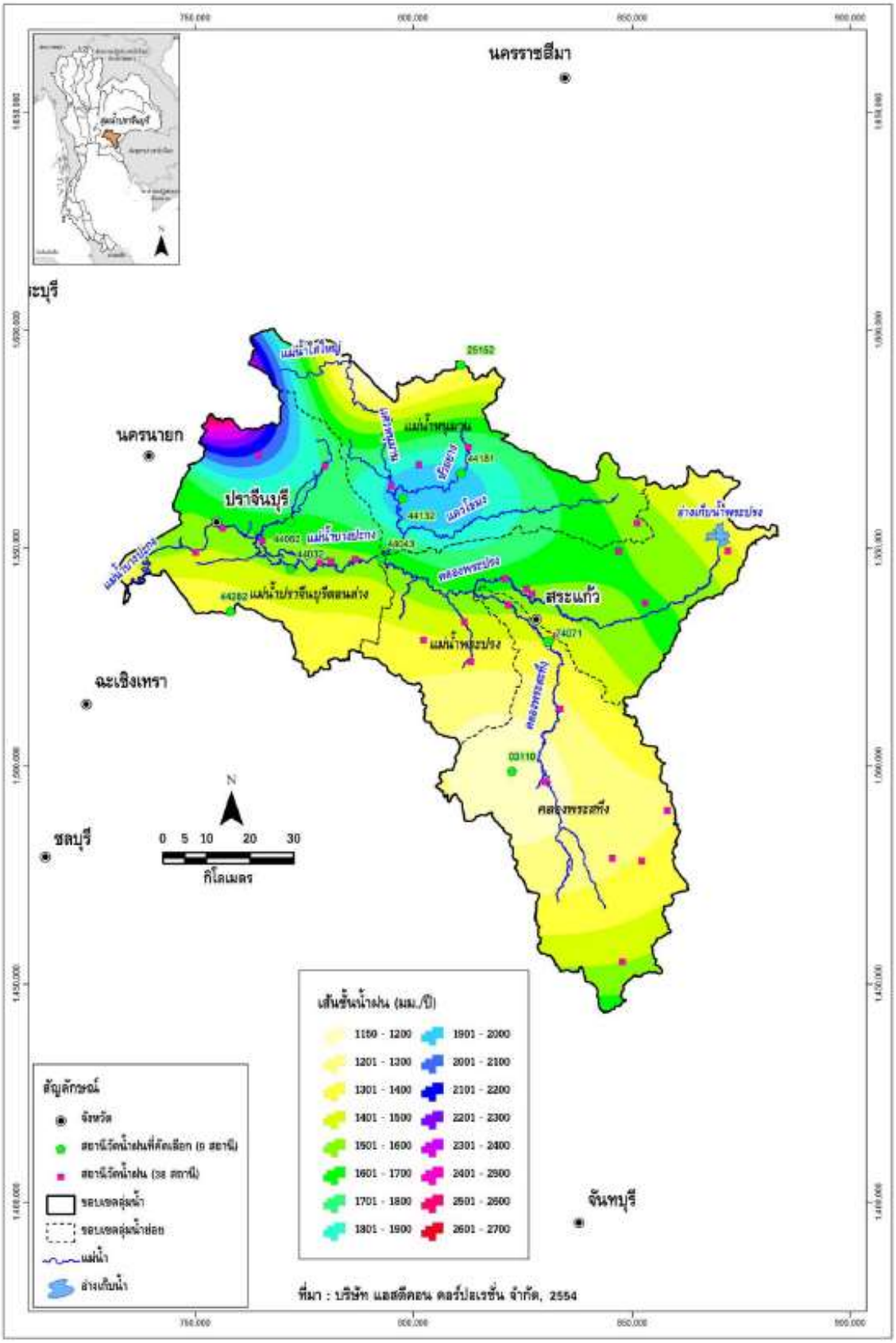
2) ปริมาณฝน

จากข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนของสถานีตรวจวัดน้ำฝนกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 38 สถานี พบว่ามีเพียง 9 สถานี ที่มีช่วงเวลาของการจดบันทึกข้อมูลค่าปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยของแต่ละสถานีครบตลอดทั้งปี และมีช่วงเวลาการบันทึกค่ามากว่า 20 ปี ในช่วงปี พ.ศ 2497 – 2548 จากรายการงานศึกษาสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (2555) พบว่าลุ่มน้ำปราจีนบุรีมีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี 1,517 มิลลิเมตร การกระจายตัวของปริมาณฝนจะเกิดตั้งแต่เดือนพฤษภาคมไปจนถึงเดือนกันยายน โดยเดือนกันยายนและเดือนสิงหาคม จะมีปริมาณฝนมากที่สุดในรอบปี ดังแสดงในรูปที่ 2.4 กราฟการกระจายตัวปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ย และฝนสะสมเฉลี่ยในลุ่มน้ำปราจีนบุรี ตำแหน่งสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่ใช้ในการวิเคราะห์ รวมถึงแผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรายปีเฉลี่ย แสดงดังรูปที่ 2.5



	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ฝนเฉลี่ยรายเดือน	7	19	41	78	176	207	227	263	289	169	34	6
ฝนเฉลี่ยสะสม	7	26	67	145	322	528	756	1,019	1,308	1,478	1,512	1,517

รูปที่ 2.4 ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยและปริมาณฝนเฉลี่ยสะสมในลุ่มน้ำปราจีนบุรี
(ที่มา: สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2555)



รูปที่ 2.5 แผนที่เส้นชั้นน้ำฝนรายปีเฉลี่ย และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

(ที่มา: สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2555)

2.1.3 ทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำปราจีนบุรี

1) ทรัพยากรดิน

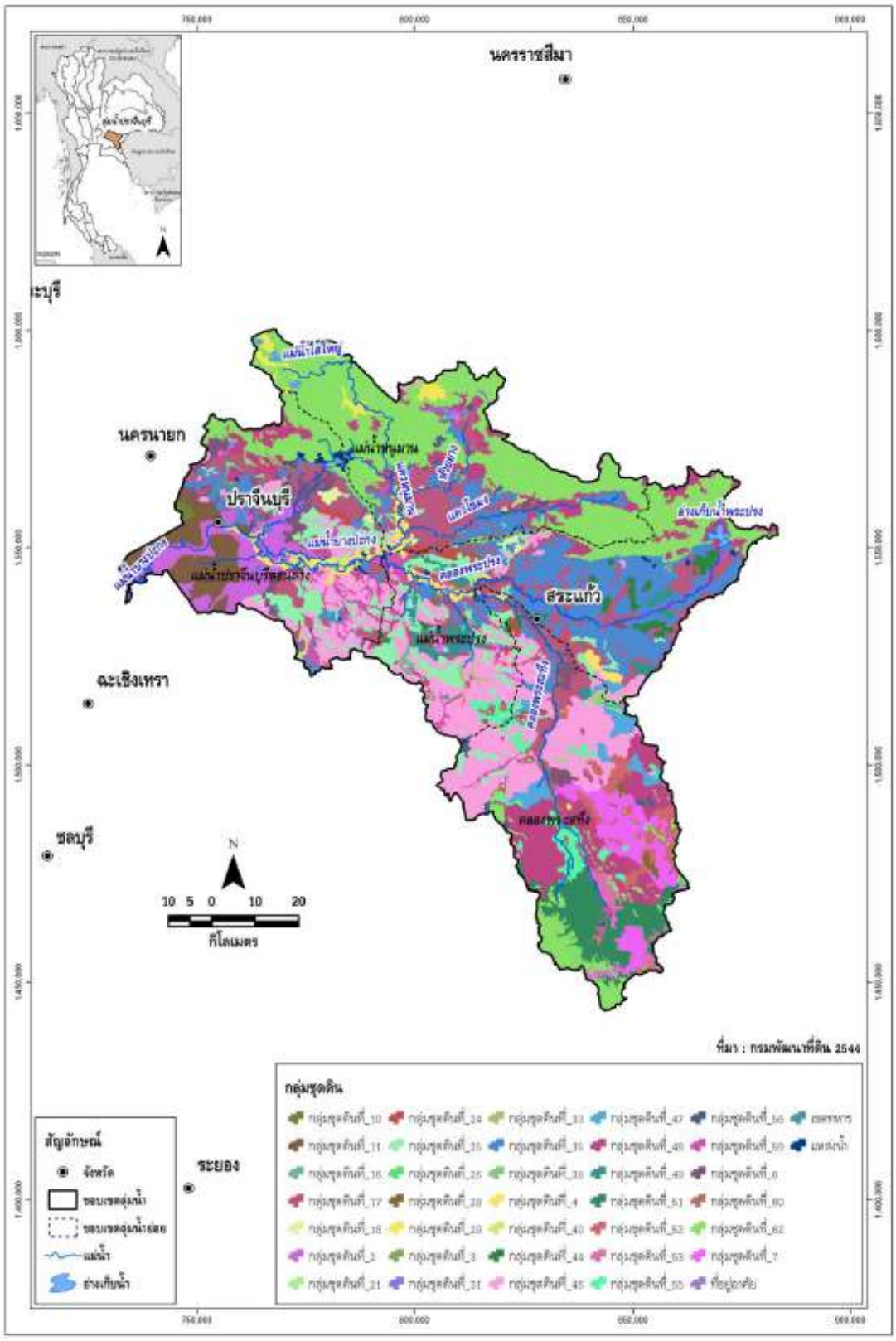
ข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดิน กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2544 ของพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี พบว่า ลุ่มน้ำปราจีนบุรีประกอบด้วยกลุ่มชุดดินจำนวน 37 กลุ่มชุดดิน รายละเอียดข้อมูลลักษณะและคุณสมบัติแต่ละกลุ่มชุดดินแสดงในเวปไซต์กรมพัฒนาที่ดิน
http://www.ldd.go.th/thaisoils_museum/62_soilgroup/main_62soilgroup.htm

โดยในลุ่มน้ำปราจีนบุรีพบว่ากลุ่มชุดินที่ 62 พบมากที่สุดโดยมีพื้นที่ ขนาด 1,272,980 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 21.10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยลุ่มน้ำปราจีนพบว่ามีพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำเพียง 19,914 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละเพียง 0.33 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ รายละเอียดขนาดพื้นที่ของแต่ละกลุ่มชุดดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี แสดงดังตารางที่ 2.4 และแผนที่การกระจายตัวของแต่ละกลุ่มชุดดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี แสดงดังรูปที่ 2.6

ตารางที่ 2.4 รายละเอียดกลุ่มชุดดิน ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่		ร้อยละของลุ่มน้ำปราจีนบุรี	ลำดับ	กลุ่มชุดดิน	พื้นที่		ร้อยละของลุ่มน้ำปราจีนบุรี
		(ตร.กม.)	(ไร่)				(ตร.กม.)	(ไร่)	
1	กลุ่มชุดดินที่ 2	332.73	207,958	3.45	20	กลุ่มชุดดินที่ 35	1,099.08	686,922	11.39
2	กลุ่มชุดดินที่ 3	4.20	2,627	0.04	21	กลุ่มชุดดินที่ 38	42.66	26,663	0.44
3	กลุ่มชุดดินที่ 4	162.48	101,552	1.68	22	กลุ่มชุดดินที่ 44	81.00	50,626	0.84
4	กลุ่มชุดดินที่ 5	10.31	6,444	0.11	23	กลุ่มชุดดินที่ 46	1233.49	770,932	12.78
5	กลุ่มชุดดินที่ 6	221.37	138,358	2.29	24	กลุ่มชุดดินที่ 47	137.56	85,973	1.43
6	กลุ่มชุดดินที่ 7	279.20	174,499	2.89	25	กลุ่มชุดดินที่ 48	855.25	534,531	8.86
7	กลุ่มชุดดินที่ 10	12.16	7,601	0.13	26	กลุ่มชุดดินที่ 49	134.18	83,862	1.39
8	กลุ่มชุดดินที่ 11	261.70	163,561	2.71	27	กลุ่มชุดดินที่ 51	307.38	192,111	3.18
9	กลุ่มชุดดินที่ 16	10.77	6,733	0.11	28	กลุ่มชุดดินที่ 52	138.76	86,723	1.44
10	กลุ่มชุดดินที่ 17	981.24	613,273	10.17	29	กลุ่มชุดดินที่ 53	56.51	35,317	0.59
11	กลุ่มชุดดินที่ 18	31.93	19,959	0.33	30	กลุ่มชุดดินที่ 55	148.88	93,048	1.54
12	กลุ่มชุดดินที่ 21	0.95	595	0.01	31	กลุ่มชุดดินที่ 56	43.94	27,463	0.46
13	กลุ่มชุดดินที่ 24	68.86	40,035	0.71	32	กลุ่มชุดดินที่ 59	162.51	101,566	1.68
14	กลุ่มชุดดินที่ 25	499.65	312,279	5.18	33	กลุ่มชุดดินที่ 60	118.30	73,937	1.23
15	กลุ่มชุดดินที่ 26	9.36	5,848	0.10	34	กลุ่มชุดดินที่ 62	2,036.77	1,272,980	21.10
16	กลุ่มชุดดินที่ 28	15.35	9,596	0.16	35	เขตทหาร	8.98	5,612	0.09
17	กลุ่มชุดดินที่ 29	72.77	45,480	0.75	36	ที่อยู่อาศัย	9.76	6,102	0.10
18	กลุ่มชุดดินที่ 31	11.16	6,973	0.12	37	แหล่งน้ำ	31.86	19,914	0.33
19	กลุ่มชุดดินที่ 33	18.33	11,459	0.19					
						รวมทั้งลุ่มน้ำ	9834.71	6,146,700	100.00

(ที่มา: สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2555)



รูปที่ 2.6 แผนที่กลุ่มชุดดิน ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

2) การใช้ประโยชน์ที่ดิน

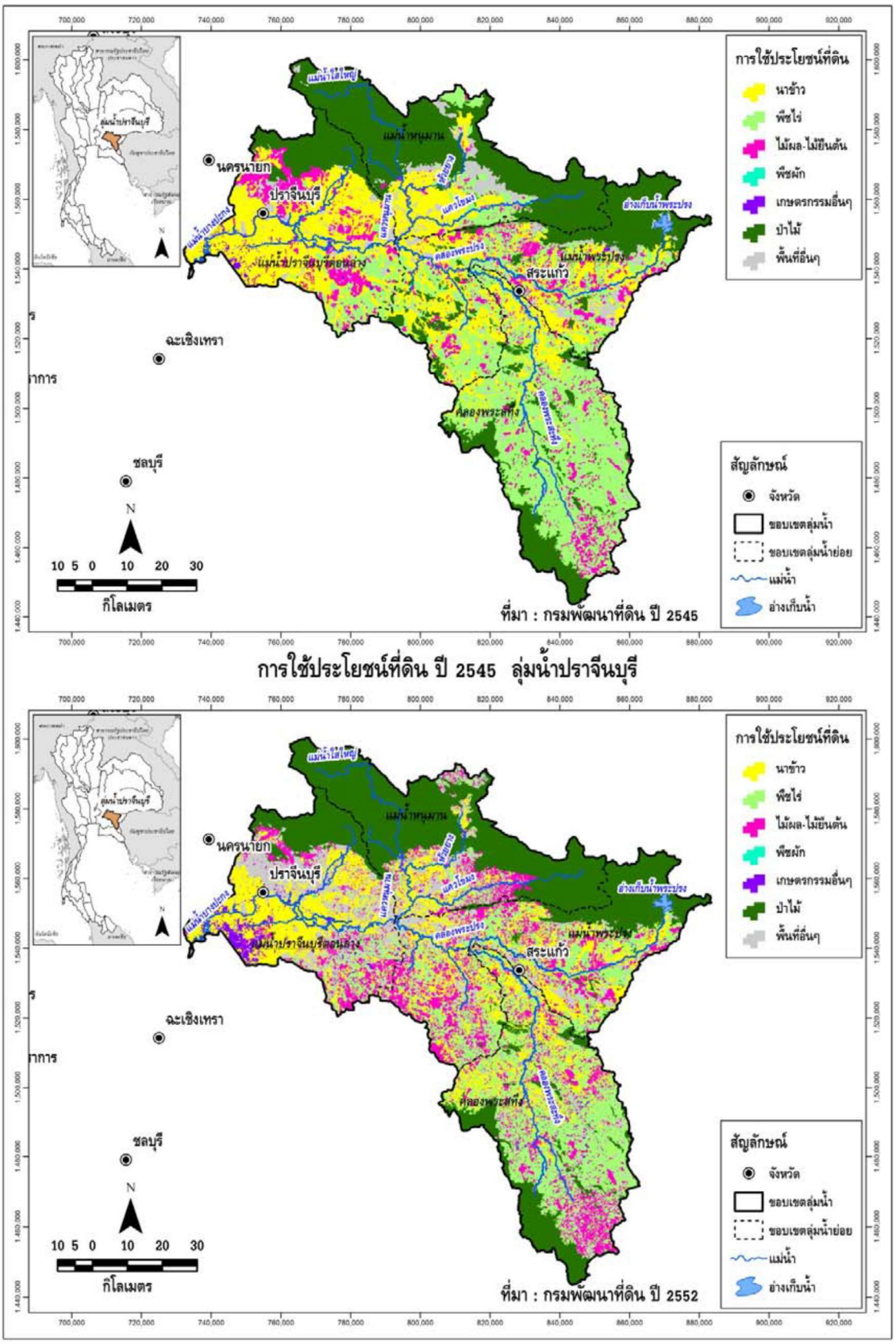
จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2552 ในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำปราจีนบุรี ได้แก่ ป่าไม้และพืชไร่ โดยมีสัดส่วนพื้นที่ (ข้อมูลปี 2552) ร้อยละ 28.91 และ 23.46 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ตามลำดับ ถัดมาได้แก่พื้นที่นาข้าวซึ่งมีพื้นที่ในปี 2552 (ร้อยละ 17.46) ลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับปี 2545 (ร้อยละ 24.75) ในขณะที่พื้นที่ ไม้ผล-ไม้ยืนต้น เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 9.53 ในปี 2545 เป็นร้อยละ 14.27 ในปี 2552 นอกจากนี้การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรมอื่นๆ รายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำปราจีนและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินสรุปได้ดังตารางที่ 2.5 และแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแสดงดังรูปที่ 2.7

ตารางที่ 2.5 การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ประเภทการใช้ที่ดินลุ่มน้ำปราจีนบุรี	ปี พ.ศ. 2545		ปี พ.ศ. 2552		การเปลี่ยนแปลง
	พื้นที่ (ไร่)	สัดส่วน (%)	พื้นที่ (ไร่)	สัดส่วน (%)	
นาข้าว	1,492,872	24.75	1,053,297	17.46	ลดลง
พืชผัก	-	-	3,606	0.06	เพิ่มขึ้น
พืชไร่	1,723,798	28.58	1,415,017	23.46	ลดลง
ไม้ผล-ไม้ยืนต้น	574,766	9.53	861,064	14.27	เพิ่มขึ้น
เกษตรกรรมอื่นๆ*	25,808	0.43	93,029	1.54	เพิ่มขึ้น
ป่าไม้	1,781,136	29.53	1,743,804	28.91	ลดลง
พื้นที่อื่นๆ**	433,732	7.19	862,296	14.30	-
รวมพื้นที่	6,032,112	100.00	6,032,112	100.00	

หมายเหตุ : *เกษตรกรรมอื่นๆ ได้แก่ ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ , พืชน้ำ (Aquatic plan) , สถานที่เพราะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Aquq cultural land) และเกษตรผสมผสานไล่นาส่วนผสม (Integrated farm/Diversified farm)

** พื้นที่อื่นๆไดแก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and Built – up land), พื้นที่น้ำ (Water Body) และพื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous land)



รูปที่ 2.7 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2545 และ 2552 ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

2.2 ดินและคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

“ดิน” (soils) ความหมายในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง เทหวัตถุทางธรรมชาติ (natural body) ที่เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ธาตุต่าง ๆ ผสมคลุกเคล้ากับอินทรียวัตถุซึ่งปกคลุมผิวโลกอยู่เป็นชั้นบาง ๆ ดินยังเป็นวัตถุที่ค้ำจุนการเจริญเติบโตและการทรงตัวของพืช มีการแบ่งชั้น (horizon) ที่สามารถสังเกตเห็นได้จากตอนบนลงไปตอนล่าง มีอาณาเขตและลักษณะประจำตัวของมันเอง โดยสามารถแบ่งแยกดินออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ

ดินประกอบด้วยแร่ธาตุที่เป็นของแข็ง อินทรียวัตถุ น้ำ และอากาศที่มีสัดส่วนแตกต่างกันออกไป การเกิดขึ้นของดินเป็นผลสืบเนื่องมาจากการกระทำร่วมกันของปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพภูมิอากาศ พืช และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ต่อวัตถุต้นกำเนิดของดิน ในสภาพพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ตลอดช่วงระยะเวลาหนึ่ง ดังนั้น “ดิน” ในที่แห่งหนึ่งจึงอาจเหมือนหรือต่างไปจากดินในที่อีกแห่งหนึ่งได้ ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของปัจจัยเหล่านี้ ซึ่งมีความมากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณส่งผลให้ดินมีลักษณะเด่นเฉพาะตัว และเมื่อปัจจัยเปลี่ยนไป ดินจะมีลักษณะหรือสมบัติต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปด้วย

2.2.1 สมบัติฟิสิกส์ของดิน (Physical Properties of Soil)

คุณสมบัติหลักทางฟิสิกส์ของดินซึ่งเกี่ยวข้องกับส่วนของแข็งประกอบด้วย เนื้อดิน (soil texture) โครงสร้างดิน (soil structure) และสีดิน สมบัติดังกล่าวเชื่อมโยงและมีผลต่อสมบัติทางฟิสิกส์ของดินอื่นๆ ที่มีส่วนช่องว่างเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ความหนาแน่นรวม (bulk density) ความพรุน (porosity) ความร่วนเหนียว (consistence) ความสามารถในการซึมน้ำได้ (permeability) และความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) เป็นต้น ดังนั้นในเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์ของดินจึงแบ่งออกเป็น การศึกษาของแข็ง ได้แก่ เนื้อดิน โครงสร้างดิน และสีดิน สามารถเก็บตัวอย่างดินมาศึกษาแบบทำลายโครงสร้างได้ (disturbed sample) และการศึกษาองค์รวมของดิน เช่น ความหนาแน่นรวม ความพรุน ความร่วนเหนียว และความสามารถในการอุ้มน้ำจำเป็นศึกษาโดยเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้าง (undisturbed sample)

ในทางวิศวกรรมสามารถแบ่ง**คุณลักษณะของดินเป็น 2 ประเภท** (มานิต,2552) ได้แก่ **คุณสมบัติของดินโดยทั่วไป** เช่น การจำแนกดิน ขนาดคละของดิน ความข้นเหลว และ**คุณสมบัติทางฟิสิกส์** เช่น การเคลื่อนตัวของดิน ความสามารถในการไหลซึมผ่านดิน กำลังรับน้ำหนัก และกำลังรับแรงเฉือนของดิน เป็นต้น อย่างไรก็ตามในที่นี้จะเน้นรายละเอียดเฉพาะคุณสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับการซึมผ่านของน้ำ หรือการระบายน้ำ

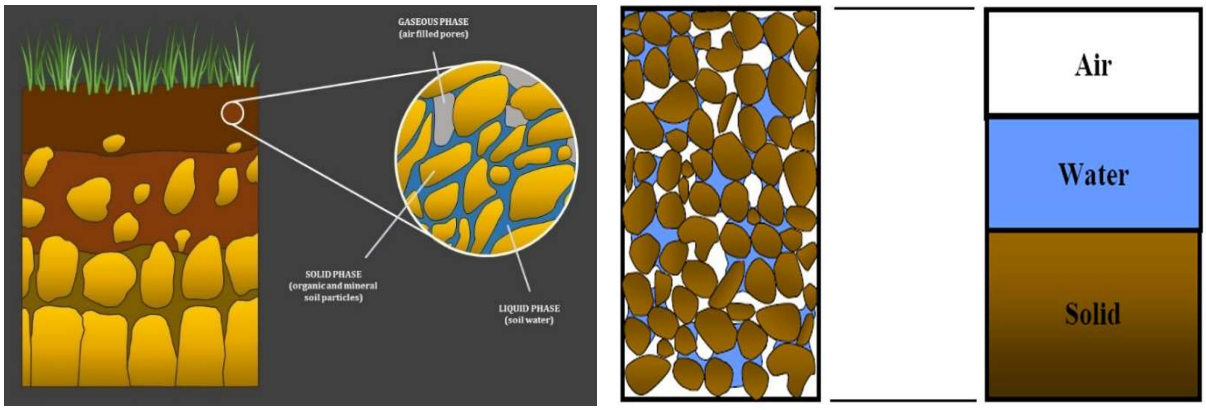
1) ส่วนประกอบของดิน

มวลดินหนึ่งก้อน ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นของแข็ง (solid phase) และส่วนที่เป็นโพรงหรือช่องว่าง (void phase) ซึ่งส่วนที่เป็นโพรงหรือช่องว่างในมวลดินมักมีน้ำหรืออากาศบรรจุอยู่ ดังนั้นจึงพิจารณาได้ว่า องค์ประกอบของดินประกอบไปด้วย เม็ดดินหรืออนุภาคดิน น้ำ และอากาศ ดังในรูปที่ 2.8

1.1) เม็ดดินหรือของแข็ง (solid) เป็นส่วนที่มีเม็ดดินหรือมวลดินซึ่งเกิดจากหินที่ผ่านการผุพัง แตกสลาย หรือจากตะกอนที่ทับถม ซึ่งมีแร่และสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ

1.2) น้ำหรือของเหลว (water) เป็นส่วนซึ่งอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน (void phase) ถ้าช่องว่างระหว่างเม็ดดินเต็มไปด้วยน้ำ เรียกว่า ดินอิ่มตัว (saturated soil)

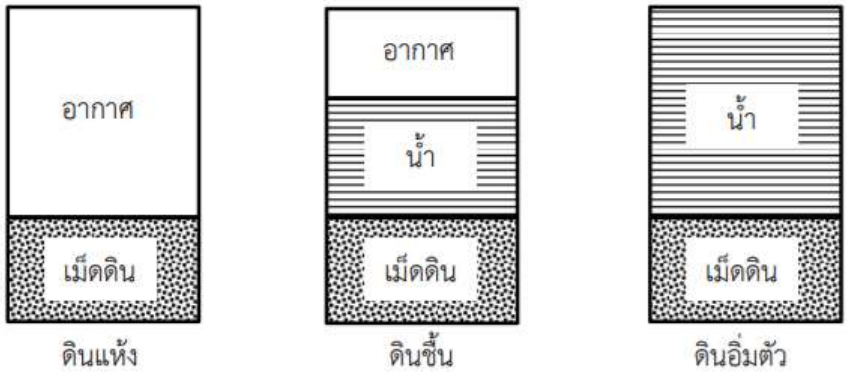
1.3) อากาศหรือก๊าซ (air) อยู่ในช่องว่างระหว่าเม็ดดิน ถ้าช่องว่างระหว่างเม็ดดินเต็มไปด้วยอากาศ เรียก ดินแห้ง (dry soil) ถ้าช่องว่างระหว่างเม็ดดินประกอบไปด้วยทั้งน้ำและอากาศ เรียก ดินชื้น ดินเปียก หรือดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (wet soil or unsaturated soil) (มานิต, 2552)



(ก) ส่วนประกอบของดิน (ข) แผนภาพส่วนประกอบของดิน

รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของดิน และแผนภาพแสดงองค์ประกอบของดิน

สถานะของดินแห้ง (dry soil) ดินชื้นเปียก หรือดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (wet soil or unsaturated soil) และดินอิ่มตัว (saturated soil) แสดงดังรูป 2.9



รูปที่ 2.9 สถานะของมวลดิน

2) หน้าตัดดินและชั้นดิน (soil profile and soil horizon)

การศึกษาหน้าตัดดิน ได้แก่ การขุดเจาะชั้นดินลึกลงไปตามแนวดิ่ง โดยมักจะทำกันในช่วงความลึกตั้งแต่ผิวหน้าดินลงไปประมาณ 2 เมตร (พิพิธภัณฑ์ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน) ซึ่งจะพบว่าดินนั้นมีการทับถมกันเป็นชั้นๆ โดยแต่ละชั้นจะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของสิ่งที่มีอยู่ภายในดิน เช่น สีดิน เนื้อดิน ชนิดของวัสดุหรือสิ่งที่ปะปนอยู่ในดิน เป็นต้น นักวิทยาศาสตร์ เรียกผิวด้านข้างของหลุมดินที่ตัดลงไปจากผิวหน้าดินตามแนวดิ่งซึ่งปรากฏให้เห็นชั้นต่างๆ ภายในดินว่า “หน้าตัดดิน” (soil profile) และเรียกชั้นต่างๆ ในดินที่วางตัวขนานกับผิวหน้าดินว่า “ชั้นดิน” (soil horizon) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาลักษณะที่ปรากฏอยู่ในหน้าตัดดินบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ประกอบกับข้อมูลผลการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินบนและดินล่าง จะทำให้เราสามารถแบ่งชนิดของดินออกเป็นกลุ่มและจัดหมวดหมู่ดินได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.10

หน้าตัดดินใดๆ ประกอบด้วยดินแต่ละชั้น (soil horizon) ซึ่งสามารถแบ่ง ดินแต่ละชั้น ได้เป็นชั้นดิน O, A, E, B, C และ R มีรายละเอียดสรุปดังนี้ (พิพิธภัณฑ์ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน)

ชั้น O” หรือเรียกว่า ชั้นดินอินทรีย์

คือ ชั้นที่มีการสะสมอินทรียวัตถุทั้งที่มาจากพืชและสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่มักจะมาจากพืช เช่น ใบไม้ กิ่งไม้ หญ้า และพืชอื่นๆ ทั้งพวกที่มีการสลายตัวเพียงเล็กน้อยสลายตัวปานกลางหรือสลายตัวมากจนไม่สามารถสังเกตเห็นลักษณะของชิ้นส่วนดั้งเดิม

“ชั้น A” หรือ ชั้นดินบน

ชั้นดินที่ประกอบด้วยอินทรียวัตถุที่สลายตัวแล้วผสมคลุกเคล้าอยู่กับแร่ธาตุในดิน มักมีสีคล้ำ

“ชั้น E” หรือ ชั้นชะล้าง

เป็นชั้นดินที่มีสีซีดจาง มีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยกว่าชั้น A และมักจะมีเนื้อดินหยาบกว่าชั้น B ที่อยู่ตอนล่างลงไป

“ชั้น B” หรือ ชั้นดินล่าง

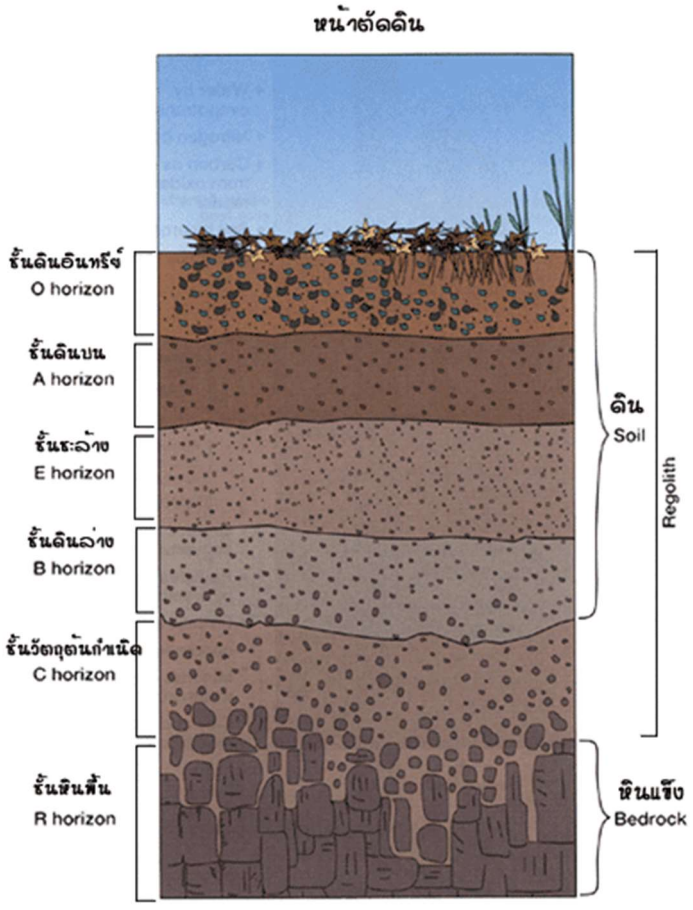
เป็นชั้นที่แสดงถึงการเคลื่อนย้ายมาสะสมของวัสดุต่างๆ เช่น อนุภาคดินเหนียว

“ชั้น C” หรือ ชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน

เป็นชั้นของวัสดุที่เกาะตัวกันอยู่หลวมๆ อยู่ใต้ชั้นที่เป็นดิน ประกอบด้วยหินและแร่ที่กำลังผุพังสลายตัว

“ชั้น R” หรือ ชั้นหินพื้น

ซึ่งเป็นชั้นของหินแข็งชนิดต่างๆ ที่ยังไม่มีการผุพังสลายตัวอยู่ในหน้าตัดดินด้วย



รูปที่ 2.10 หน้าตัดดินและชั้นดิน (soil profile และ soil horizon)

(ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน http://www.ldd.go.th/museum/thai-7.html)

3) เนื้อดิน (soil texture)

เนื้อดิน คือ การศึกษาขนาดของเม็ดดินหรืออนุภาคดิน เป็นสมบัติที่บ่งบอกถึงความหยาบความละเอียดของดิน โดยทั่วไปขนาดของอนุภาคดิน จำแนก ดังนี้

3.1) อนุภาคดินทราย (Sand) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 - 0.05 มม.

3.2) อนุภาคทรายแป้ง (Silt) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.05 - 0.002 มม.

3.3) อนุภาคดินเหนียว (Clay) หรือ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง < 0.002 มม.

เนื้อดินดังกล่าวสามารถถูกจำแนกเป็นหลายประเภท โดยการกำหนดสัดส่วนโดยมวล (ร้อยละของอนุภาคดิน) ซึ่ง การแบ่งประเภทเนื้อดินดังกล่าว สามารถแบ่งประเภทกลุ่มเนื้อดินได้เป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่

(1) กลุ่มดินเนื้อหยาบ: ได้แก่ ดินทราย (sand) ดินทรายปนร่วน (loamy sand) ดินร่วนปนทราย (sandy loam)

(2) กลุ่มดินเนื้อปานกลาง: ได้แก่ ดินร่วน (loam) ดินทรายแป้ง (silt) ดินร่วนปนทรายแป้ง (silt loam) ดินร่วนเหนียว ปนทราย (sandy clay loam)

(3) กลุ่มดินเนื้อละเอียด: ได้แก่ ดินเหนียว (clay) ดินเหนียวปนทราย (clay loam) ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sandy clay) ดินร่วนเหนียว (clay loam) ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam)

4) โครงสร้างดิน (Soil structure)

โครงสร้างดิน หมายถึง การจัดตัวเรียงกันของอนุภาคของแข็งในดิน (mineral and organic particle) เกิดเป็นกลุ่มอนุภาคที่ใหญ่ขึ้นเป็นเม็ด (soil aggregate) หรือก้อนดิน (ped) ที่มีรูปทรงที่คงทนและมีหลากหลายลักษณะ รูปแบบการจับตัวหรือยึดตัวดังกล่าวจะมีความแตกต่างกันทั้งด้านขนาดและรูปร่าง ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อระบบช่องว่างซึ่งคือความสามารถในการการระบายน้ำและอากาศของดินต่างๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ 2.11 ทั้งนี้ลักษณะโครงสร้างดินชนิดต่างๆ เกิดจากปัจจัยของเนื้อดินและองค์ประกอบของดิน รวมถึงอิจพลจากกิจกรรมทางชีววิทยา สภาพอากาศ และกระบวนการทางธรณีวิทยา เป็นต้น

ประเภทของโครงสร้างดิน (types of soil structure) แบ่งได้เป็นดังนี้

4.1)แบบอนุภาคเดี่ยว (single grain) ไม่มีการยึดตัวติดกันเป็นก้อน ได้แก่ ดินเนื้อหยาบประเภทดินทราย ซึ่งเป็นโครงสร้างที่น้ำและอากาศซึมผ่านได้ดี

4.2)แบบก้อนกลม (granular หรือ crumb structure) มีรูปร่างคล้ายทรงกลม เม็ดดินมีขนาดเล็กประมาณ 1-10 มม. พบในดินชั้น A เนื้อดินมีความพรุนมาก จึงระบายน้ำ และอากาศได้ดี รวมทั้งการกระจายของรากดี

4.3)แบบก้อนเหลี่ยม (blocky) มีรูปร่างคล้ายกล่อง เม็ดดินมีขนาดโตกว่าประเภทก้อนกลม คือ มีขนาดอยู่ในช่วง 5-50 มิลลิเมตร มักพบในดินชั้น B น้ำและอากาศซึมผ่านได้ รากพืชสามารถกระจายได้ปานกลาง

4.4)แบบแท่งหัวเหลี่ยม (prismatic) ลักษณะดินแต่ละก้อนมีผิวหน้าแบนและเรียบ เกาะตัวกันเป็นแท่งหัวเหลี่ยมคล้ายปริซึม ก้อนดินมีลักษณะยาวในแนวดิ่ง ส่วนบนของปลายแท่งมักมีลักษณะแบน เม็ดดินมีขนาด 10-100 มม. มักพบในดินชั้น B น้ำและอากาศซึมได้ปานกลาง

4.5)แบบแผ่น (platy) ก้อนดินแบนวางตัวในแนวราบ และซ้อนเหลื่อมกันเป็นชั้นขัดขวางการไหลซึมของน้ำและอากาศ และการกระจายตัวของรากพืช

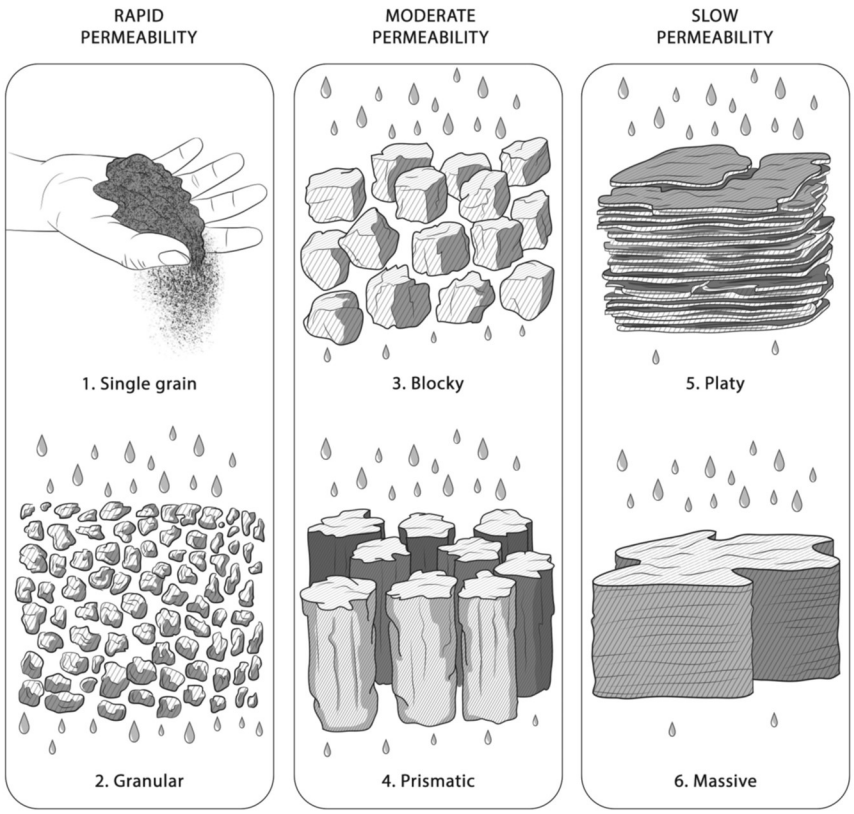
4.6)แบบก้อนทึบ (massive) เป็นดินเนื้อละเอียดยึดตัวติดกันเป็นก้อนใหญ่ ดินไม่แตกตัวเป็นเม็ด จึงทำให้น้ำและอากาศซึมผ่านได้ยาก มักเกิดในชั้นดิน C

ดินอนุภาคเดี่ยว (single grain) เช่นดินทราย (sandy soil) และดินแบบก้อนทึบ (massive) มักเป็นดินเนื้อละเอียด เช่น ดินนาที่เพิ่งผ่านการทำเทือก (puddle) มา สามารถจัดเป็นประเภทดินไม่มีโครงสร้าง (structureless)

โดยลักษณะการจัดตัวของเม็ดดินที่ทำให้เกิดโครงสร้างแบบต่างๆ ที่มีผลต่อความสามารถในการระบายน้ำได้ เนื่องจาก

(1) เกิดช่องว่างขนาดใหญ่ระหว่างเม็ดดิน ช่วยระบายน้ำและอากาศ

(2) ความแข็งของมวลดินลดลงเนื่องจากแรงยึดเหนียวระหว่างเม็ดดินต่ำกว่าแรงยึดเหนียวระหว่างอนุภาคเดี่ยวภายในเม็ดดิน



รูปที่ 2.11 โครงสร้างของดินประเภทต่างๆ และความสามารถในการระบายน้ำ

(ที่มา: Teaching Organic Farming & Gardening: Resources for Instructors, Unit 2.1: Soil Physical Properties @ 2003, 2005, UC Santa Cruz)

5) ระบบการจำแนกประเภทเนื้อดิน (Soil texture classification system)

ระบบการจำแนกดิน/เนื้อดิน มีมากมายหลายระบบขึ้นอยู่กับการกำหนดของแต่ละสถาบันและวัตถุประสงค์การใช้งาน เช่น

5.1) ระบบ AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials): วัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับพิจารณาคุณสมบัติของวัสดุที่จะนำมาใช้ในงานก่อสร้างถนน

5.2) ระบบ FAA (Federal Aviation Association) วัตถุประสงค์เพื่อใช้พิจารณาคุณสมบัติของวัสดุดินที่จะนำมาใช้ในงานก่อสร้างสนามบิน

5.3) ระบบ Unified หรือ (Unified soil Classification system, USCS) การจำแนกประเภทนี้เป็นที่นิยมแพร่หลายกว่าวิธีอื่น เหมาะกับงานด้านการเกษตร และงานวิศวกรรมทั่ว ๆ ไป เช่น งานดินถมและงานฐานราก เป็นต้น

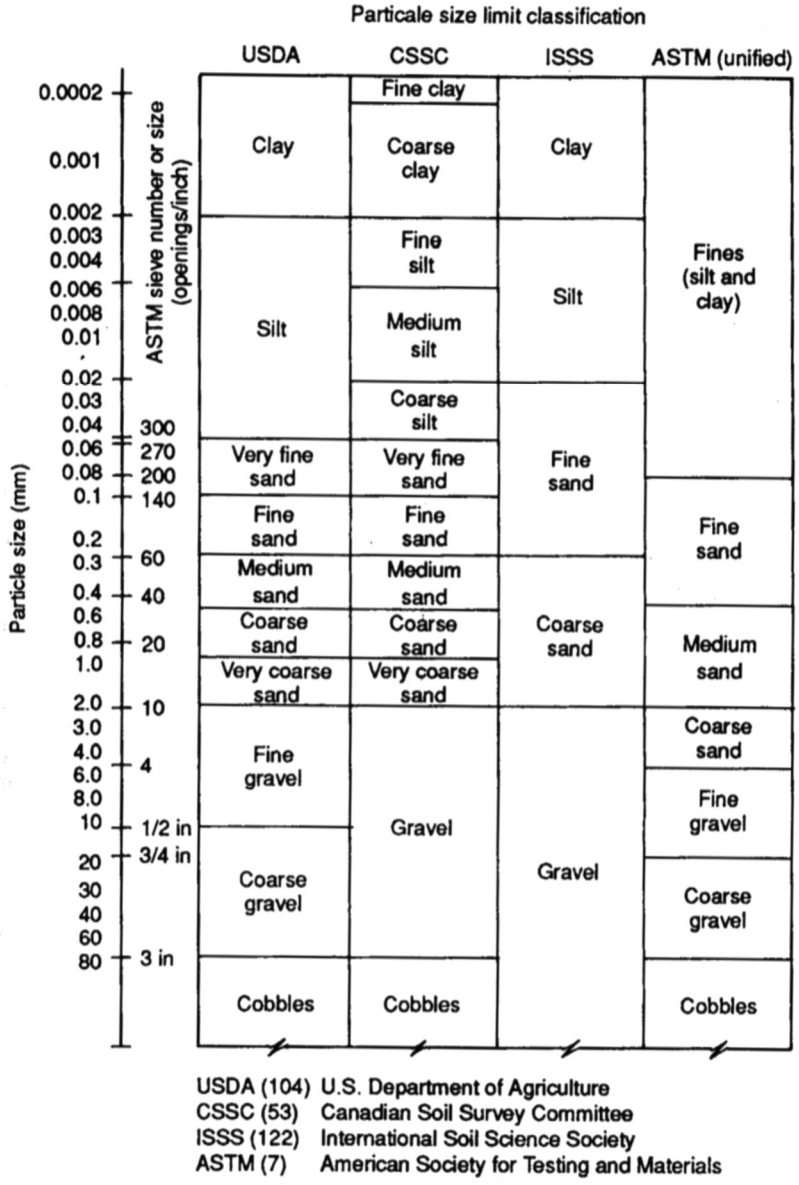
5.4) ระบบ USDA (United State Department of Agriculture) วัตถุประสงค์เพื่อใช้พิจารณาคุณสมบัติดินด้านการเกษตร

5.5) ระบบ ISSS (International Soil Science Society)

5.6) ระบบ ASTM (American Society for Testing and Materials)

5.7) ระบบ CSSC (Canadian Soil Survey Committee)

นอกจากนี้ยังมีระบบการจำแนกประเภทดินอื่นๆ อีกมากมาย ตัวอย่างการเปรียบเทียบการจำแนกดินระบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.12 และตารางที่ 2.6 แสดงการเปรียบเทียบการจำแนกดินระบบ USDA และ ISSS ซึ่งจากตารางจะสังเกตเห็นว่าระบบ USDA จะจำแนกประเภทของดินในระดับที่ละเอียดกว่า

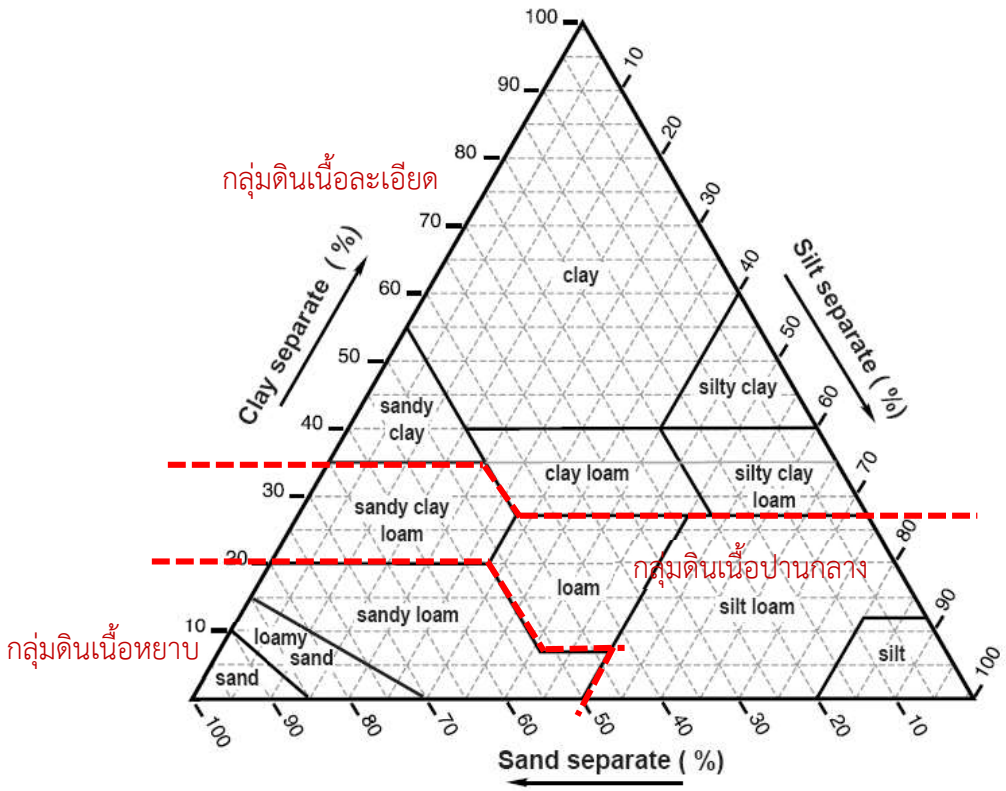


รูปที่ 2.12 แผนภาพเปรียบเทียบการจำแนกประเภทดินระบบ USDA, CSSC, ISSS และ ASTM

ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบการจำแนกดินระบบ USDA และ ISSS

กลุ่มขนาดดิน/ประเภทดิน	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	
	USDA	ISSS
ทรายหยาบมาก (Very coarse sand)	2.00 – 1.00	-
ทรายหยาบ (Coarse sand)	1.00 – 0.50	2.00 – 0.20
ทรายขนาดปานกลาง (Medium sand)	0.50 – 0.25	-
ทรายละเอียด (Fine sand)	0.25 – 0.10	0.20 – 0.02
ทรายละเอียดมาก (Very fine sand)	0.10 – 0.05	-
ทรายแป้ง (Silt)	0.05 – 0.002	0.02 – 0.002
ดินเหนียว (Clay)	<0.002	<0.002

ในการศึกษาโครงงานวิจัยนี้เลือกใช้ระบบการจำแนกประเภทดินตามระบบ USDA โดยสามารถจำแนกดินประเภทต่างๆ จากแผนภูมิสามเหลี่ยมดังรูปที่ 2.13 ส่วนรายละเอียดการจำแนกประเภทดินระบบต่างๆ สามารถหาอ่านได้ตามคู่มือหรือหนังสือเกี่ยวกับดินหรือปฐพีวิทยาเล่มอื่น ๆ



รูปที่ 2.13 แผนภูมิสามเหลี่ยมแจงประเภทเนื้อดิน ระบบ USDA

2.2.2 การคำนวณสมบัติฟิสิกส์พื้นฐานของดิน

1) ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก (หรือมวล) และปริมาตรของดิน

คุณสมบัติทางฟิสิกส์หรือคุณสมบัติพื้นฐานของดินเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและปริมาตรของส่วนต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นมวลดิน ดังแสดงในรูป 2.14 จากรูปจะพบว่า

$$V = V_s + V_v \text{ โดยที่ } V_v = V_w + V_a$$

ดังนั้น

$$V = V_s + V_w + V_a \quad (1)$$

ในทำนองเดียวกัน $W = W_s + W_w + W_a$ แต่เนื่องจาก $W_a = 0$

จะได้

$$W = W_s + W_w \quad (2)$$

โดยที่ V คือ ปริมาตรทั้งหมดของมวลดิน

V_v คือ ปริมาตรของช่องว่างในมวลดิน

V_s คือ ปริมาตรของเม็ดดิน

V_w คือ ปริมาตรของน้ำ

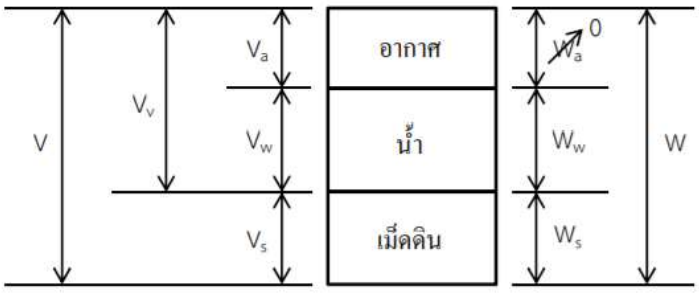
V_a คือ ปริมาตรของอากาศ

W คือ น้ำหนักของมวลดิน = $M \times g$ (M = มวลดิน)

W_s คือ น้ำหนักของเม็ดดิน = $M_s \times g$

W_w คือ น้ำหนักของน้ำ = $M_w \times g$

W_a คือ น้ำหนักของอากาศ ซึ่งมีค่าเท่ากับศูนย์ = $M_a = 0$



รูปที่ 2.14 แผนภาพแสดงน้ำหนักและปริมาตรต่างๆ ในมวลดิน

2) ความสัมพันธ์ทางด้านปริมาตรกับปริมาตร

2.1) อัตราส่วนช่องว่าง (Void Ratio, e): ปริมาตรช่องว่างต่อปริมาตรของเม็ดดิน

$$e = \mathbf{V}v / \mathbf{V}s \quad (3)$$

2.2) ความพรุนรวม (Total porosity, n หรือ E): ปริมาตรช่องว่างต่อปริมาตรทั้งหมดของมวลดิน

$$n\ (\%) = (\mathbf{V}v / \mathbf{V}) \times 100 \quad (4)$$

2.3) ความพรุนอากาศ (Air-filled porosity, Ea): ปริมาตรของอากาศต่อปริมาตรทั้งหมด

$$Ea = \mathbf{V}a / \mathbf{V} \quad (5)$$

2.4) ความพรุนน้ำ (Water-filled porosity, Ew): ปริมาตรน้ำต่อปริมาตรทั้งหมด

$$Ew = \mathbf{V}w / \mathbf{V} \quad (6)$$

โดยที่ $E = Ea + Ew$

2.5) ระดับความอิ่มตัวด้วยน้ำ (Degree of Saturation, S)

$$S\ (\%) = (\mathbf{V}w / \mathbf{V}v) \times 100 \quad (7)$$

3) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับน้ำหนัก

3.1) ความหนาแน่นรวม (Bulk density, ρ_b): มวลแห้งของดิน (**M**s) ต่อปริมาตรรวม (**V**)

$$\rho_b = \mathbf{M}s / \mathbf{V} \quad (8)$$

3.2) ความหนาแน่อนุภาคดิน หรือความหนาแน่นของดินแร่ (ρ_s): มวลแห้งของดิน ต่อปริมาตรของดิน (**V**s)

$$\rho_s = \mathbf{M}s / \mathbf{V}s \quad (9)$$

3.3) น้ำหนักจำเพาะของดินอิ่มตัว (saturated unit weight, γsat): น้ำหนักทั้งหมดของมวลดินต่อปริมาตรทั้งหมดของมวลดิน

$$\gamma sat = W / V \quad (10)$$

4) ความชื้นในดิน (Moisture Content, θ)

4.1) ความชื้นโดยน้ำหนัก

$$\theta w\ (\%) = (Ww / Ws) \times 100 \quad (11)$$

4.2) ความชื้นโดยมวล

$$\theta M = (Mw / Ms) \times 100 \quad (12)$$

4.3) ความชื้นโดยปริมาตร

$$\theta V = Vw / Vs = \frac{M_w/\rho_w}{M_s/\rho_b} = \theta M \times \frac{\rho_b}{\rho_w} \quad (13)$$

4.4) ความลึกของดิน (h_w)

$$h_w = \frac{\theta_V . h_s}{100} = \frac{\theta_w . \rho_b . h_s}{100} \quad (14)$$

โดยที่ h_w = มีหน่วยเป็นความยาวหรือความสูงของน้ำเหนือดิน

h_s = ความลึกของดินที่มีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ θV

2.3) กระบวนการซึมผ่าน การเคลื่อนที่ การระบายน้ำในดิน

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล (2543) ได้สรุปงานของ Fleming (1975) และ Colman (1953) โดยมีใจความสรุปว่าการซึมผ่านน้ำผิวดิน คือ กระบวนการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านผิวดินลงไปสู่ชั้นดินด้านล่าง โดยมีแรงกระทำหลัก 2 แรง ได้แก่ แรงดึงดูดของโลก (gravity) และแรงดินดูดน้ำ (capillary)

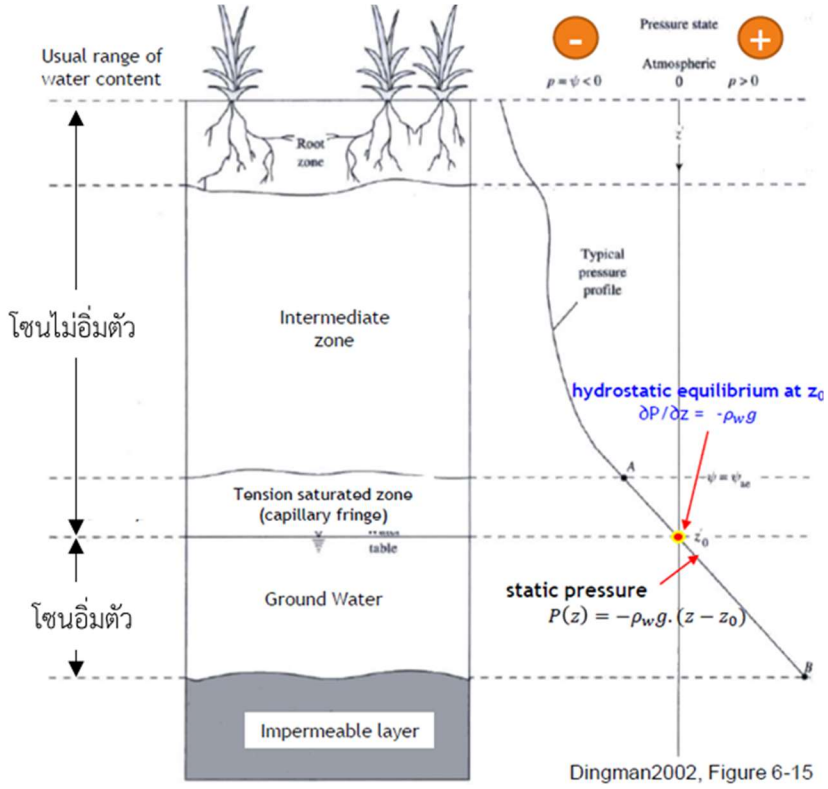
แรงดึงดูดของโลก (gravity force) จะเป็นแรงกระทำต่อโมเลกุลของน้ำปริมาณที่เท่าเทียมกันในแต่ละโมเลกุล แต่ถ้าน้ำมีความหนาแน่นมากกว่าหนึ่งโมเลกุลน้ำ แรงดึงดูดโลกที่กระทำต่อโมเลกุลน้ำแต่ละชั้นจะมีการถ่ายทอดรวมกันเป็นแรงดันของน้ำ (positive hydrostatic pressure) ซึ่งจะเกิดบริเวณระดับชั้นน้ำใต้ดินลงไป โดยค่าแรงดันน้ำนี้จะมีค่าเท่ากับความหนาของน้ำที่ท่วมเหนือผิวนั้น

ส่วนแรงดินดูดน้ำ (capillary force) จะมีมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับขนาดช่องว่างหรือรูดิน มุมสัมผัสระหว่างอนุภาคดินกับน้ำ และปริมาณความชื้นที่มีอยู่ภายในดิน โดยมีค่าแรงดันเป็นลบ (negative pressure) เนื่องจากเป็นแรงที่ดินดึงเข้าหาตัวเอง

การเคลื่อนที่ของน้ำในดิน น้ำเคลื่อนตัวลงจากผิวดินไหลผ่านชั้นดินและเก็บกักไว้ในชั้นดินหรือไหลสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้ด้วยแรงดึงดูดโลก และแรงดินดูดน้ำ เช่นเดียวกับกระบวนการซึมน้ำผ่านผิวดิน น้ำไหลผ่านเคลื่อนตัวเข้าสู่ดินแห้ง แรงดินดูดน้ำจะดึงน้ำเข้าไปบรรจุไว้ในช่องว่าง หรือรูดินขนาดเล็กก่อน จากกนั้นจึงเติมให้กับช่องว่างในดินที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อช่องว่างในดินมีน้ำเต็มแล้ว (เรียก wetting front) น้ำจะเคลื่อนตัวด้วยแรงดึงดูดโลก ในบริเวณที่ดินมีน้ำเต็มช่องว่างแล้ว (wetting front) น้ำในช่องว่างขนาดใหญ่เนื่องจากแรงดึงดูดโลกจะเคลื่อนที่ก่อน เนื่องจากแรงดึงดูดโลกมีค่ามากกว่าแรงดินดูดน้ำ อย่างไรก็ตามในสภาพจริง ช่องว่างของดินจะไม่สม่ำเสมอ แรงดินดูดน้ำจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้น้ำเคลื่อนตัวได้ช้าลง ทั้งนี้เนื่องจากแรงดินดูดน้ำจะมีการดูดเก็บน้ำบางส่วนไว้ในเม็ดดิน (พงษ์ศักดิ์, 2543)

ในดินที่มีพืชอยู่ (ชั้นรากพืช) ความชื้นในดินจะทำให้พืชสามารถดูดน้ำไปใช้ได้ เรียกกว่า แรงพืชดูดน้ำ (absorption) ดังนั้นขณะที่น้ำกำลังเคลื่อนตัวเข้าสู่ดินแห้ง และทำให้ดินเปียกนั้น จะมีน้ำบางส่วนถูกแรงพืชดูดน้ำให้เคลื่อนตัวเข้าสู่ระบบรากต้นไม้ เข้าสู่ลำต้น กิ่ง ใบ และระเหยสู่บรรยากาศ ในขณะเดียวกันปริมาณน้ำเหลือบางส่วนจะระบายลงสู่ดินชั้นล่างสู่ชั้นใต้ดิน และน้ำบางส่วนมีการเคลื่อนตัวไปตามด้านข้างตามความลาดชันของสภาพพื้นที่และไหลลงสู่ลำน้ำ แม่น้ำ หรือแหล่งกักเก็บน้ำอื่นๆ ต่อไป

รูปที่ 2.15 แสดงหน้าตัดดินซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในชั้นดินและแรงดึงดูด (pressure state) ของดินชั้นต่างๆ โดยทั่วไปชั้นดินจะมีความชื้นที่แตกต่างกันไปตามระดับความลึก สามารถแบ่งได้เป็น ชั้นรากพืช ชั้น intermediate zone ชั้น tension saturated zone (capillary fringe) ซึ่งเป็นชั้นน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเกิดจากแรงดินดูดน้ำระหว่างชั้นดินไม่อิ่มตัว และชั้นน้ำใต้ดิน (ชั้นดินอิ่มตัว) และชั้นหินแข็งซึ่งเป็นชั้นล่างสุดที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ เมื่อพิจารณาระดับความชื้นในดินตั้งแต่ผิวดินไปจนถึงระดับน้ำใต้ดินจัดเป็นบริเวณดินไม่อิ่มตัว (unsaturated zone) พบว่ามีค่าพลังงานความดันน้ำน้อยกว่าความดันชั้นบรรยากาศ ($P < 0$) และชั้นน้ำใต้ดินจัดเป็นชั้นดินอิ่มตัว (saturated) จะมีค่าพลังงานความดันน้ำมากกว่าความดันบรรยากาศปกติ ($P > 0$) รายละเอียดพลังงานความดันน้ำแสดงในหัวข้อ 2.3.3 พลังงานน้ำในดิน



รูปที่ 2.15 หน้าตัดดินแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในชั้นดินและแรงดึงดูดของดินชั้นต่างๆ

(ที่มา: ดัดแปลงจาก Dingman 2002, Figure 6-15)

ดังนั้น **สภาพความชื้นในดิน** โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น

(ก) สภาพดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil) คือดินที่มีน้ำอยู่เต็มในช่องว่างเม็ดดิน ได้แก่ ดินที่ชุ่มน้ำหรือดินที่อยู่ในสภาพน้ำขัง

(ข) สภาพดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (unsaturated soil) คือดินที่มีน้ำอยู่ไม่เต็มในช่องว่างเม็ดดิน หรือกล่าวอีกอย่างว่าช่องว่างในเม็ดดินประกอบด้วยน้ำและอากาศ ได้แก่ ดินที่ดอน หรือดินที่ใช้ทำการเกษตรกรรม

2.3.1 การจำแนกน้ำในดิน

จะเห็นได้ว่าการเคลื่อนตัวหรือการเก็บกักน้ำในดินจะถูกจำกัดด้วยขนาดช่องว่างภายในดิน/เม็ดดิน ดังนั้น หนึ่งในองค์ประกอบของดินได้แก่ ช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ซึ่งสามารถบรรจุได้ทั้งอากาศและน้ำ เมื่อพิจารณาเฉพาะน้ำที่ถูกบรรจุอยู่ในช่องว่างเม็ดดิน สามารถจำแนกน้ำในดินหรือการดึงน้ำไว้ในดิน แสดงดังรูปที่ 2.16 และสรุปได้ดังนี้

1. Gravitational water คือ น้ำที่เคลื่อนผ่านดินด้วยแรงดึงดูดของโลก

2. Capillary water คือ น้ำที่ดินดูดยึดเอาไว้ภายในช่องว่างเม็ดดิน น้ำในส่วนนี้เป็นน้ำที่พืชสามารถดึงไปใช้ได้ เรียกว่า field capacity หรือ available soil moisture deficiency

3. Hygroscopic water คือ น้ำที่เคลือบอยู่เฉพาะที่ผิวของอนุภาคเม็ดดินเป็นแผ่นฟิลม์บางๆ น้ำในส่วนนี้เป็นน้ำที่พืชไม่สามารถดึงไปใช้ได้ หรือที่เรียกว่า จุดเหี่ยวเฉา (wilting point) บางครั้งเรียกว่า จุดเหี่ยวเฉาถาวร (permanent wilting point) ซึ่งถือเป็นความชื้นที่จุดวิกฤติ (critical moisture level)

กล่าวโดยสรุป ปริมาณน้ำในเม็ดดินเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ hygroscopic water, capillary water และ gravitational water เริ่มจากดินแห้งซึ่งมักจะมีน้ำ hygroscopic water เคลือบเป็นฟิลม์บางๆ อยู่ก่อน เมื่อมีปริมาณน้ำไหลซึมหรือเคลื่อนผ่านชั้นดินลงมา น้ำจะดึงดูดด้วยแรงดินดูด (capillary water) จนกระทั่งน้ำเต็มช่องว่างเม็ดดินน้ำบางส่วนจะเคลื่อนที่ลงไปชั้นล่างด้วยแรงดึงดูดโลก ขณะที่จะมีน้ำบางส่วนถูกแรงดินดูดยึดไว้ ดังแสดงในรูป 2.16

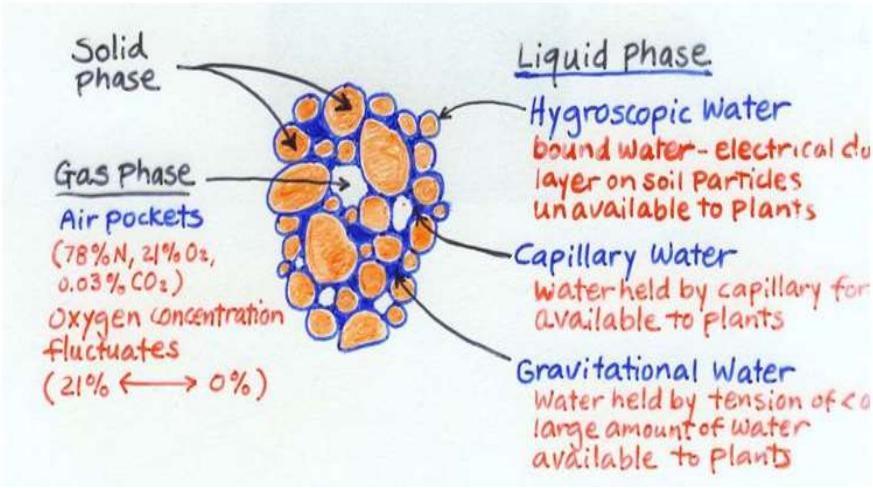
2.3.2 ระดับความชื้นของดิน (soil water content)

ระดับความชื้นของดิน (soil water content) พิจารณาจากสัดส่วนระหว่างมวลน้ำในดินต่อมวลของดินแห้ง เรียกว่า ระดับความชื้นโดยมวล, θ_M ดังสมการที่ (12) และเมื่อพิจารณาสัดส่วนระหว่างปริมาตรน้ำในดินต่อปริมาตรของดินแห้ง เรียก ระดับความชื้นของดินโดยปริมาตร, θ_V ดังสมการที่ (13)

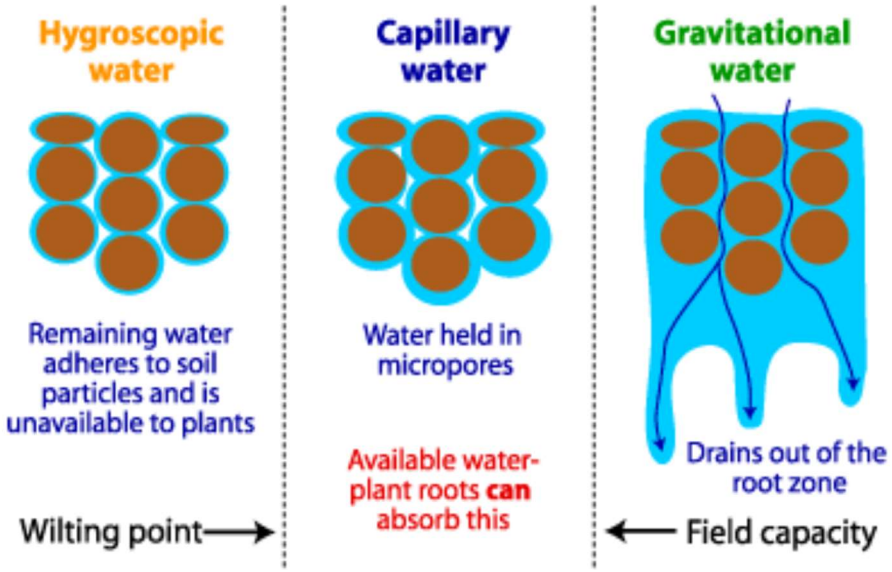
ระดับความชื้นของดินในสนาม (field soil water content) สามารถจำแนกได้เป็น

1) ความจุความชื้นสนาม (field capacity, FC) คือ ระดับความชื้นของดินที่ยังคงเหลืออยู่เมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำแล้ว 2-3 วัน หลังจากที่ไม่มีการไหลของน้ำด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วง น้ำจะขังอยู่ในช่องขนาด ≤50 μm มีแรงตึงผิวบนอนุภาคดิน 6 kPa (0.06 bar)
2) จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point, PWP) คือ ระดับความชื้นที่พืชเริ่มแสดงอาการเหี่ยวและไม่ฟื้นตัวแม้จะอยู่ในบรรยากาศที่ชื้นจัดเป็นเวลาข้ามคืน น้ำจะขังอยู่ในช่องขนาด <0.2 μm มีแรงตึงผิวบนเม็ดดิน 1,500 kPa (15 bar)
3) ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (available water capacity, AWCA) คือ ผลต่างของระดับความจุความชื้นสนาม (FC) กับจุดเหี่ยวถาวร (PWP) ซึ่งเป็นระดับความชื้นที่พืชสามารถดึงน้ำไปใช้ได้

ปริมาณน้ำหรือความชื้นในดินที่มีสภาวะอิ่มตัว (saturation) ปริมาณความชื้นในสภาวะที่เพียงพอให้พืชดึงน้ำไปใช้ได้ (field capacity) และสภาวะจุดเหี่ยวเฉาถาวร (permanent wilting point) จะมีค่าแตกต่างกันไปตามชนิดของเนื้อดินที่มีขนาดต่างๆ กัน เช่น ขนาดดินเม็ดหยาบ (coarse soil) ขนาดเม็ดดินปานกลาง (medium soil) และดินเม็ดละเอียด (fine soil) ดังแสดงในตารางที่ 2.7



(ก) ส่วนประกอบของดิน และองค์ประกอบย่อยของน้ำในดินช่องว่างดิน



(ข) การจำแนกน้ำในดิน

รูปที่ 2.16 แสดงองค์ประกอบของน้ำในช่องว่างเม็ดดิน และการจำแนกน้ำในดิน

(ที่มา: (ก) https://www.ndsu.edu/pubweb/chiwonlee/plsc210/topics/chap7-soil/soils.htm , (ข) http://www.growflow.com.au/how-plants-take-up-water/)

ตารางที่ 2.7 ปริมาณความชื้นเฉลี่ยของดินชนิดต่างๆ

สภาวะความชื้น	ร้อยละความชื้นในดินต่อปริมาตร (% Moisture content by volume)		
	ดินเม็ดหยาบ (coarse soil)	ดินขนาดปานกลาง (medium soil)	ดินเม็ดละเอียด (fine soil)
1. Saturation	47	54	50
2. Field capacity (retention storage)	27	30	38
3. Detention storage (= 1-2)	20	24	12
4. Permanent wilting point	10	11	15
5. Available water (= 2-4)	17	19	23

หมายเหตุ: Detention storage = Saturation – Field capacity

Available water = Field capacity – Permanent wilting point

ที่มา: พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล (2543)

2.3.3 พลังงานของน้ำในดิน

การเคลื่อนที่ของน้ำในดินจะเคลื่อนที่ในช่องว่างของดินที่มีขนาดเล็ก ความเร็วในการเคลื่อนที่จึงมีค่าน้อยมาก ดังนั้นพลังงานการเคลื่อนของน้ำในดินจึงพิจารณาเฉพาะพลังงานศักย์ พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล (2543) ได้อธิบายพลังงานของน้ำในดิน โดยสรุปสาระสำคัญ ดังนี้

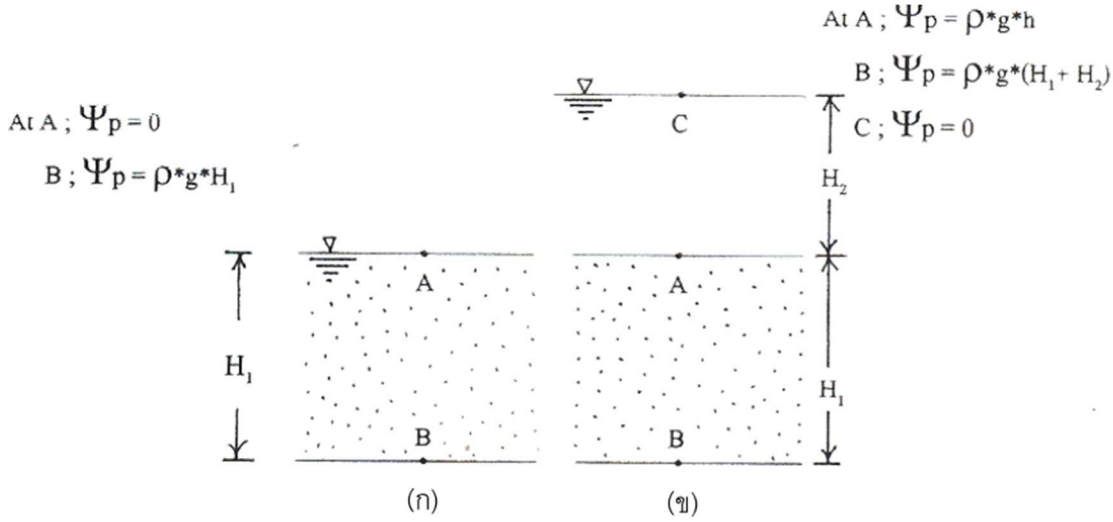
1) พลังงานความดันของน้ำ (pressure potential, Ψp)

กำหนดให้ระดับน้ำทะเลปานกลาง (mean seal level, msl.) เป็นค่ามาตรฐานที่มีความดันบรรยากาศปกติ หรือเท่ากับ ความดัน 1 บรรยากาศ ($\approx 10^5$ pascal) โดยทั่วไปมักจะเปรียบเทียบระดับพลังงานต่างๆ โดยอ้างอิงที่ความดันบรรยากาศปกติ (Patm) ดังนั้นจึงสามารถกำหนดให้ Patm มีค่าเป็นศูนย์ หรือคือค่าอ้างอิง

พลังงานความดันของน้ำ เป็นพลังงานที่เกิดจากแรงกดเนื่องจากน้ำหนักของน้ำที่อยู่ด้านบน กำหนดให้ ณ จุดที่ผิวน้ำซึ่งมีผิวราบเรียบและสัมผัสอากาศมีค่าความดันบรรยากาศปกติหรือมีค่าพลังงานความดันน้ำเป็นศูนย์ ($\Psi p=0$) และกำหนดให้ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ระดับน้ำที่ผิวดินดังกล่าวมีค่าพลังงานความดันน้ำเป็นศูนย์ด้วยเช่นกัน ($\Psi p=0$) ดังในแผนภาพรูปที่ 2.17

จากแผนภาพ 2.17 (ก) คือสภาพดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ น้ำที่ผิวดิน ณ จุด A จะมีค่าความดันเป็นศูนย์ ($\Psi p_A=0$) แต่น้ำที่อยู่ต่ำจากผิวดินที่จุด B จะมีพลังงานความดันมากกว่าศูนย์ เนื่องจากน้ำที่จุด B มิได้สัมผัสกับความดันบรรยากาศโดยตรง แต่จะมีชั้นหนา H1 กดทับอยู่ กรณี 2.17 (ข) คือกรณีมีสภาพน้ำท่วมขังสูง H2 พลังงานความดันน้ำที่จุด A ก็จะมีค่ามากกว่าศูนย์ และที่ผิวน้ำคือ จุด C พลังงานความ

ดันน้ำมีค่าเท่ากับศูนย์เนื่องจากสัมผัสกับชั้นบรรยากาศโดยตรง และค่าพลังงานความดันน้ำที่จุด B จะมีค่ามากกว่ากรณี 2.17 (ก) เนื่องจากมีชั้นความหนาที่กดทับมากกว่า คือชั้น H_1 และ H_2



รูปที่ 2.17 พลังงานความดันน้ำ (water pressure potential)

(ก) กรณีสภาวะดินอิ่มตัว (ข) กรณีสภาวะมีน้ำท่วมขังดิน

(ที่มา: พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล, 2543)

จากภาพและคำอธิบาย พลังงงานความดันน้ำในสภาพที่หยุดนิ่ง (statics) คำนวนได้จากความหนาของชั้นน้ำนั้น ดังสมการ

$$\Psi_p = \rho_w g h \quad (15)$$

โดยที่ ρ_w คือ ค่าความหนาแน่นน้ำ

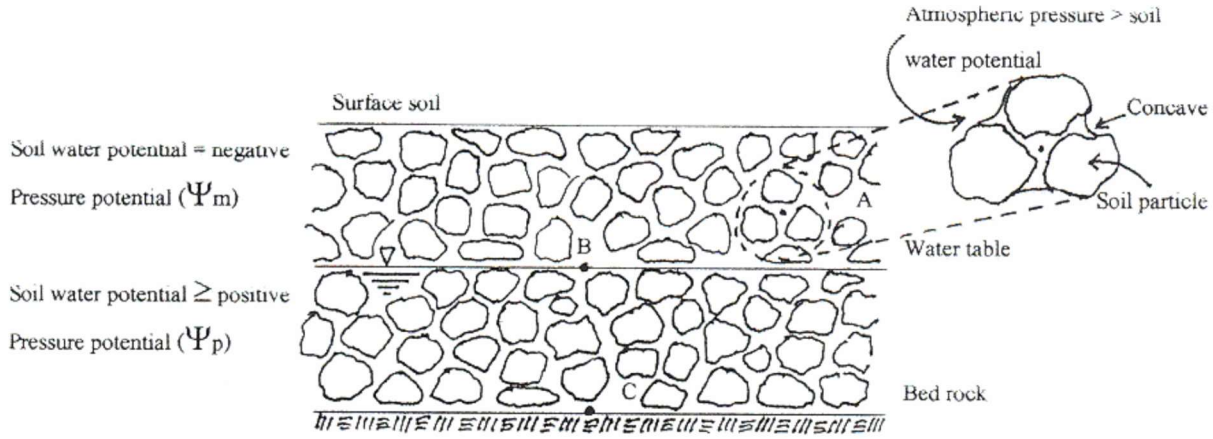
g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดหรือแรงโน้มถ่วงโลก

h คือ ความสูงน้ำ หรือความหนาของชั้นน้ำ(ที่กดทับ)

2) พลังงานดินดูดน้ำ (matric potential, Ψm)

พลังงานความดันน้ำ (pressure potential, Ψp) เกิดขึ้นเฉพาะเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil) และ/หรือ มีชั้นน้ำ(ท่วม) กดทับอยู่ ทำให้พลังงาน ณ จุดที่ต่ำกว่าผิวน้ำมีค่ามากกว่าศูนย์ แต่ในสภาพดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (unsaturated soil) จะมีพลังงานดินดูดน้ำ (matric potential, Ψm) แทน กล่าวได้ว่าในสภาพจริง น้ำในดินที่จุดใดจุดหนึ่งจะมีพลังงานความดันน้ำ หรือพลังงานดินดูดน้ำได้เพียงรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ดังนั้นพลังงานดินดูดน้ำจะเกิดเฉพาะเมื่อดินไม่อิ่มตัว และมีค่าพลังงานน้อยกว่าเมื่อเทียบกับพลังงานความดันน้ำกรณีดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ดังนั้นจึงมักพบว่าบริเวณชั้นดิน

ไม่อิ่มตัวมีค่าพลังงานน้อยกว่าความดันบรรยากาศปกติ (ความดันติดลบ, p <0 ดังในรูปที่ 2.15) ลักษณะพลังดินดูดน้ำมีค่าติดลบ เนื่องจากแรงตึงผิวอนุภาคดินจะดูดดน้ำเข้าหาเม็ดดินจะทำให้น้ำที่อยู่ภายในช่องว่างเม็ดดินมีลักษณะผิวโค้งเว้าเข้า ดังในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 พลังงานน้ำติดลบเหนือระดับน้ำใต้ดิน และพลังงานน้ำเป็นบวกที่ระดับต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน (Negative pressure potential and positive pressure potential above and below ground water table in soil)
(ที่มา: สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์, 2535)

จากหน้าตัดดินในรูปที่ 2.18 กำหนดให้จุด B คือจุดที่ระดับน้ำใต้ดิน (water table) มีค่าพลังงานเป็นศูนย์ (ความดันน้ำ = ความดันบรรยากาศปกติ) น้ำที่จุด C เป็นน้ำใต้ดินที่อยู่ลึกลงไปจะมีพลังงานความดันน้ำมากกว่าศูนย์ (p > 0) ส่วนน้ำที่บริเวณจุด A ซึ่งอยู่สูงกว่าน้ำใต้ดิน เป็นน้ำของดินในสภาพไม่อิ่มตัว ซึ่งพลังงานน้ำในดินไม่อิ่มตัวได้แก่ พลังงานดินดูด ซึ่งน้ำดังกล่าวถูกดินดูดยึดเอาไว้ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินจึงมีผิวที่เว้าเข้า (concave) และเป็นน้ำที่มีค่าพลังงานน้ำเท่ากับพลังงานดินดูดน้ำ (Ψm) ซึ่งมีค่าติดลง (P < 0) ค่าพลังงานดินดูดน้ำ (matric potential, Ψm) สามารถคำนวณได้จากแรงตึงผิวน้ำ (γ) มุมสัมผัสระหว่างผิวน้ำกับอนุภาคดิน (α) หรือเรียกว่า มุมเปียก (สุนทรี, 2536) และรัศมีของช่องว่างในดิน (r) ดังสมการต่อไปนี้

$$\Psi_m = -2\gamma\cos(\alpha)/r \qquad (16)$$

3) พลังงานแรงดึงดูดโลก (gravitational potential, Ψg)

พลังงานแรงดึงดูดโลกของน้ำในดิน ณ จุดใดจุดหนึ่ง สามารถคำนวณโดยอาศัยระดับความสูงจากจุดอ้างอิงที่กำหนด โดยพลังงานแรงดึงดูดโลกที่เส้นอ้างอิงจะเป็นศูนย์ ถ้าจุดที่พิจารณาอยู่สูงกว่าเส้นอ้างอิง ค่าระยะทางในแนวดิ่งจากเส้นความสูงอ้างอิง หรือค่า z จะมีค่าเป็นบวก ในทางตรงกันข้ามถ้าจุดที่พิจารณาอยู่ต่ำกว่าเส้นอ้างอิง ค่า z จะมีค่าเป็นลบ ค่าความสูง z จากเส้นระดับอ้างอิง น้ำมีมวล Mw และมีปริมาตรเท่ากับ Vw ค่าพลังงานแรงดึงดูดโลก (Ψg) ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร คำนวณได้ดังนี้

$$\Psi_g = \rho_w g z \qquad (17)$$

สำหรับหน่วยวัดค่าพลังงานต่างๆ สามารถแยกออกเป็น 3 หน่วยดังนี้

3.1) พลังงานต่อหน่วยน้ำหนัก (Energy per unit mass) มีหน่วยเป็นค่าพลังงานต่อกรัม เช่น Joules ต่อ กิโลกรัม

3.2) พลังงานต่อหน่วยปริมาตร (Energy per unit volume) มีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเมตร (N/m2) หรือที่เรียกว่า ปาสคาล (pascal: pa) นอกจากนี้ยังมีหน่วยวัดอื่นๆ อีก เช่น dynes ต่อตารางเซนติเมตร bar หรือ บรรยากาศ (atmosphere, atm)

3.3) พลังงานต่อหน่วยน้ำหนัก (Energy per unit weight) หรือที่เรียกว่า hydraulic head มีหน่วยเป็นระยะความสูง หรือ เมตร (m) โดยทั่วไปนิยมเรียก สั้นๆ ว่า head (H)

4) พลังงานศักย์น้ำในดินทั้งหมด (total potential head, Ψ)

จากพลังงานน้ำกรณีต่างๆ สามารถคำนวณหาพลังงานความดันน้ำในดินทั้งหมดได้จากผลรวมของพลังงานความดันน้ำ (Ψ_p) หรือพลังงานงานดินดูดน้ำ$(-\Psi_m)$ กับพลังงานแรงดึงดูดโลก (Ψ_g) โดยเขียนเป็นสมการดังนี้

$$\Psi = (\Psi_p \text{ หรือ } -\Psi_m) + \Psi_g \qquad (18)$$

โดยที่สำหรับดินอิ่มตัว (saturated soil) $\Psi = \Psi_p + \Psi_g$ $(\Psi = p > 0)$

และสำหรับดินไม่อิ่มตัว (unsaturated soil) $\Psi = -\Psi_m + \Psi_g$ $(\Psi = p < 0)$

จากสมการที่ (18) สามารถเขียนเป็นรูปทั่วไป โดยกำหนดให้ Ψ_p เป็นตัวแทน $-\Psi_m$ ดังนั้นสมการในรูปทั่วไป

$$\Psi = \Psi_p + \Psi_g \qquad (19)$$

ซึ่งค่าพลังงานความดันน้ำในดิน (สมการที่ (17)) กำหนดให้เป็นพลังงานต่อหน่วยน้ำหนัก มีหน่วยเป็นความสูง จะได้ว่าพลังงานน้ำในดินทั้งหมด (H) มีค่าเท่ากับผลรวมของพลังงานความดันน้ำ (Hp) กับพลังงานดึงดูดโลก (Hg) ซึ่งค่า H นิยมเรียกว่า hydraulic head ดังนั้นสมการที่ 19 สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$H = Hp + Hg \qquad (20)$$

2.3.4 ความเร็วการไหลของน้ำในดิน

จากที่ได้กล่าวแล้วว่าการเคลื่อนที่ของน้ำในดินจะเคลื่อนที่ในช่องว่างของดินที่มีขนาดเล็ก ความเร็วในการเคลื่อนที่จึงมีค่าน้อยมาก อย่างไรก็ตามความเร็วการไหลหรือการเคลื่อนที่ของน้ำในดินขึ้นกับ

1) แรงขับเคลื่อนน้ำ (driving force) หรือพลังงานศักย์น้ำในดินดังที่กล่าวแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา (2.3.3)

2) สภาพเชิงชลศาสตร์ของดิน (hydraulic conductivity) หรือเรียกว่าสภาพการนำน้ำ หมายถึงความสามารถของดินในการให้น้ำไหลผ่าน ขึ้นอยู่กับขนาดและความต่อเนื่องของช่องว่างในดินและสมบัติของน้ำ

สมการที่ใช้คำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน หรือการไหล สามารถคำนวณหาความเร็วการไหลของน้ำในดิน (Vx) ได้จากกฎของดาร์ซี่ (Darcy's law) ดังนี้

$$V_x = -K \frac{\Delta \psi_s}{\Delta x} \qquad (21)$$

โดยที่ ค่า K คือ สภาพเชิงชลศาสตร์ของน้ำ หรือสภาพนำน้ำ (hydraulic conductivity)

$\frac{\Delta \psi_s}{\Delta x}$ คือ ความลาดชันของพลังงานศักย์น้ำในทิศทาง x

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อสภาพนำน้ำ ได้แก่ เนื้อดิน (soil texture) และโครงสร้างดิน (soil structure) เช่น ดินเนื้อหยาบ จะมีสภาพนำน้ำสูงกว่าดินเนื้อปานกลาง โครงสร้างดินแบบก้อนกลม จะมีสภาพนำน้ำสูงกว่าแบบก้อนเหลี่ยมและแผ่น เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 2.8 และการแบ่งชั้นความเร็วของสภาพการนำน้ำในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.8 สภาพนำน้ำโดยประมาณของดิน

เนื้อดิน	**โครงสร้างดิน**	**สภาพนำน้ำขณะอิ่มตัว (Ks: saturated hydraulic conductivity)**	
		เมตร/วัน	**m^2/(Pa.s)**
ทรายหยาบ, กรวด	อนุภาคเดี่ยว	≥ 12	≥ 1.42×10^{-8}
ทรายขนาดปานกลาง	อนุภาคเดี่ยว	6-12	$(0.71\text{-}1.42) \times 10^{-8}$
ทรายร่วน, ทรายละเอียด	ก้อนกลมพรุนขนาดกลาง, อนุภาคเดี่ยว	3-6	$(3.54\text{-}7.08) \times 10^{-9}$
ร่วนปนทรายละเอียด, ร่วนปนทราย	ก้อนกลมขอบมนขนาดใหญ่, ก้อนกลม, ก้อนกลมพรุนขนาดเล็ก	1.5-3	$(1.78\text{-}3.54) \times 10^{-9}$
ร่วนปนดินเหนียว, ทรายแป้ง,	แท่งหัวเหลี่ยมขนาดกลาง,	0.5-1.5	$(0.5\text{-}1.78) \times 10^{-9}$
ร่วนปนทรายแป้ง, ร่วนปนทรายละเอียดมาก, ร่วน	ก้อนเหลี่ยมขอบมน		

ตารางที่ 2.8 สภาพนำน้ำโดยประมาณของดิน (ต่อ)

เนื้อดิน	โครงสร้างดิน	สภาพนำน้ำขณะอิ่มตัว (Ks: saturated hydraulic conductivity)	
		เมตร/วัน	$m^2/(Pa.s)$
ดินเหนียว, ดินเหนียวปนทรายแป้ง, ดินเหนียวปนทราย, ร่วนเหนียวปนทรายแป้ง, ร่วนเหนียว, ร่วนปน,ทรายแป้ง, ทรายแป้ง, ร่วนเหนียวปนทราย	แท่งหัวเหลี่ยมขนาดเล็ก-ปานกลาง, ก้อนเหลี่ยมมุมคม	0.1-0.5	$(1.18\text{-}5.91) \times 10^{-10}$
ดินเหนียว, ร่วนเหนียว, เหนียวปนทรายแป้ง,	แท่งหัวเหลี่ยมขนาดเล็ก-เล็กมาก,	0.05-0.1	$(0.59\text{-}1.18) \times 10^{-10}$
ร่วนเหนียวปนทราย	ก้อนเหลี่ยมมุมคมแบบแผ่น		
ดินเหนียว, ดินเหนียวหนัก	แท่งหัวมนขนาดเล็ก-เล็กมาก	< 0.05	$< 5.91 \times 10^{-9}$

ที่มา: นิวัติ อนงค์รักษ์ เอกสารประกอบการสอนวิชาปฐพีศาสตร์เบื้องต้น บทที่ 3 น้ำในดิน

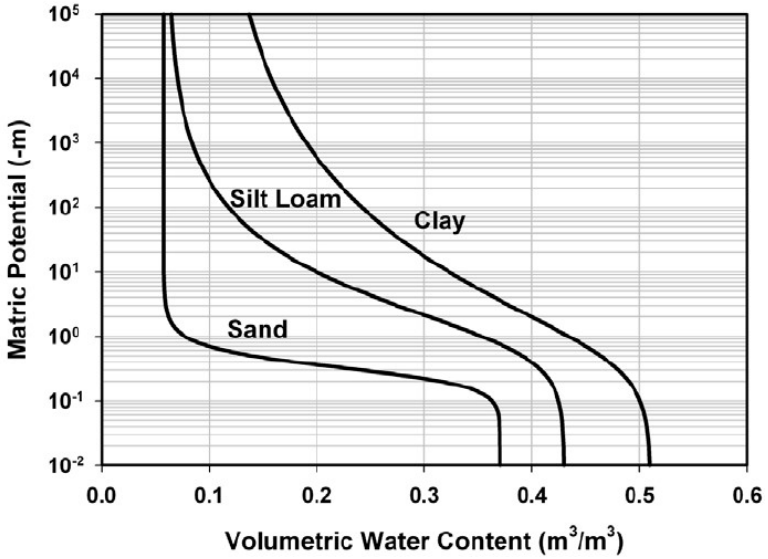
ตารางที่ 2.9 การแบ่งชั้นความเร็วของสภาพการนำน้ำขณะอิ่มตัว

สภาพนำน้ำ (hydraulic conductivity, Ks)		ชั้นของสภาพนำน้ำ (conductivity class)
เมตรต่อวัน	$m^2/$ (Pa. s)	
< 0.2	2.36×10^{-10}	ช้ามาก (very slow)
0.2-0.5	$(2.36\text{-}5.91) \times 10^{-10}$	ช้า (slow)
0.5-1.4	$(0.59\text{-}1.65) \times 10^{-9}$	ช้าปานกลาง (moderate)
1.4-1.9	$(1.65\text{-}2.24) \times 10^{-9}$	เร็วปานกลาง (moderately rapid)
1.9-3.0	$(2.24\text{-}3.54) \times 10^{-9}$	เร็ว (rapid)
> 3.0	$> 3.54 \times 10^{-9}$	เร็วมาก (very rapid)

ที่มา: O'Neal, 1952

2.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความชื้นและพลังงานของน้ำในดิน

ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินและค่าพลังงานของน้ำในดิน (กรณีไม่อิ่มตัว) สามารถนำมาเขียนเป็นกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าวได้ เรียก โค้งลักษณะความชื้นในดิน (soil moisture/water characteristic curve) ซึ่งความสัมพันธ์ของความชื้นในดิน และความสามารถของแรงดินดูด หรือพลังงานแรงดินดูด (matric potential head) เป็นคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ที่สำคัญของดินในการศึกษาการเก็บกักและการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.19 ซึ่งจะพบว่าที่สภาพความชื้นค่าใดค่าหนึ่ง เช่น ดินที่มีปริมาตรน้ำที่ 30% เมื่อเทียบกับปริมาตรมวลดิน (volumetric water content, $\theta_v = 0.3$) พบว่าดินเหนียวมีค่าพลังงานแรงดินดูดมากที่สุด ในขณะที่ดินทรายแป้ง และทราย มีพลังงานแรงดินดูดน้อยลงไปตามลำดับ



รูปที่ 2.19 โค้งลักษณะความชื้นในดิน (soil water characteristic curve)

(ที่มา: https://www.researchgate.net/figure/Typical-soil-water-characteristic-curves-for-soils-of-different-texture_fig1_268055840)

2.4 คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดิน (soil hydraulics)

ข้อมูลดิน และการจัดทำฐานข้อมูลดินในรูปแบบ Geographic Information System (GIS) ปัจจุบันนับว่ามีความสำคัญมากสำหรับการศึกษาด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะข้อมูลคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดิน (soil hydraulics) จำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาและจำลองการเก็บกักและการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน ซึ่งจำเป็นต่อการคำนวณเกี่ยวกับการระบายน้ำ การเกษตรและชลประทาน การจัดการสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ทั้งนี้การจำแนกดิน (soil classification system) มีระบบการอ้างอิงมากมายและแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศทั่วโลก ซึ่งมักแปรผันตามลักษณะข้อมูลและการเก็บข้อมูล วิธีการเก็บและทดสอบ ทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนาม เช่น การเก็บ สีดิน เนื้อดิน โครงสร้างดิน สภาพทางชีววิทยาของดิน การกระจายตัวของช่องว่างในเม็ดดิน เป็นต้น ดังนั้นการประมาณค่าพารามิเตอร์

คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ (hydraulic parameters) นับเป็นวิธีการที่ยุ่งยากเนื่องจากแหล่งข้อมูลดินที่เก็บตัวอย่างมีมากมายและมาจากหลากหลายพื้นที่

ระบบจำแนกดิน USDA ได้กำหนดนิยามและการแยกประเภทดินจากลักษณะของเนื้อดินเป็นที่นิยมใช้แพร่หลายอีกทั้งเป็นระบบการจำแนกดินที่ประเทศไทยใช้ โดยกรมพัฒนาที่ดินอ้างอิงจากระบบดังกล่าวในการจำแนกดินในประเทศไทย ลักษณะเนื้อดิน (soil texture) มีความสำคัญเนื่องจากมีผลต่อโครงสร้างดิน (soil structure) ความพรุนดิน (soil porosity) ความสามารถในการไหลซึมผ่านได้ของน้ำในดิน (soil permeability) ความสามารถในการเก็บกักน้ำในดิน (soil water holding capacity) และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุของเม็ดดิน เป็นต้น การศึกษาของ Rawls และคณะ (1982) และ McCuen พร้อมคณะ (1981) พบว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินโดย Brooks และ Corey's (1964) มีความสอดคล้องใกล้เคียงกับระบบการจำแนกเนื้อดิน USDA มากที่สุด ซึ่งในการศึกษาของ Brooks และ Corey's ได้มีการพัฒนาตารางเพื่อใช้สำหรับค้นหา (look up table) หรือตารางสำหรับแปลงค่าลักษณะเนื้อดิน (soil texture) ระบบอื่นๆ ให้เป็นค่าลักษณะเนื้อดินตามระบบ USDA จากนั้นจึงสามารถทำการประมาณค่าพารามิเตอร์เชิงชลศาสตร์ของดินได้ตามสภาพเนื้อดินที่อ้างอิงโดยระบบ USDA ค่าพารามิเตอร์เชิงชลศาสตร์ที่ศึกษาโดย Brooks และ Corey's มีการถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายทั่วโลกในการหาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน และในงานด้านวิศวกรรมปิโตรเลี่ยม นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยที่มีชื่อเสียงท่านอื่น (Gardner 1958, van Genuchten 1980) ที่แนะนำให้ใช้ค่าพารามิเตอร์ของ Brooks และ Corey's อีกด้วย (Kavvas และคณะ, 2004)

โดยทั่วไปคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินที่สำคัญมี 2 อย่าง ได้แก่ โค้งลักษณะความชื้นดิน (soil water characteristic curve) และฟังก์ชันสภาพนำชลศาสตร์ (hydraulic conductivity function) ค่าพารามิเตอร์เชิงศาสตร์ของดินที่ศึกษาและจัดทำโดย Brooks และ Corey's ใช้สำหรับสภาวะดินไม่อิ่มตัว (unsaturated soil) โดยที่

สมการเชิงชลศาสตร์ของดินที่พัฒนาโดย Brooks และ Corey's ได้แก่

$$s \equiv \frac{\theta-\theta_r}{\theta_s-\theta_r} = \left(\frac{\Psi_m}{\Psi}\right)^{\lambda} \tag{22}$$

$$K(\Psi) = K_s\left(\frac{\Psi_m}{\Psi}\right)^{3\lambda+2} \tag{23}$$

สมการทั้งสองสมการดังกล่าวประกอบด้วย 3 ตัวแปร และ 5 พารามิเตอร์

ตัวแปร 3 ตัวแปรประกอบด้วย

(1) s คือ ปริมาณความชื้นดินสุทธิ ณ จุดอิ่มตัว (the effective water saturation)

(2) θv คือ ความชื้นโดยปริมาตรของดิน (the volumetric water content of the soil)

(3) Ψ พลังงานความดันน้ำในดินทั้งหมด หรือพลังงานศักย์น้ำ (the pressure head)

พารามิเตอร์ 5 ค่า ได้แก่

(1) θ_s คือ ความชื้น ณ จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน (the volumetric water content at saturation)

(2) θ_r คือ ความชื้นคงค้าง (the residual volumetric water content) หรือความชื้นในสภาวะจุดเหี่ยวเฉา (wilting point) ซึ่งได้แก่ ปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่เป็นชั้นบางๆ รอบผิวอนุภาคดิน (hygroscopic water)

(3) Ψ_m คือ พลังงานดินดูดน้ำ (the air entry value of the matric potential) หรือเรียกอีกอย่างว่า bubbling pressure head

(4) λ คือ ค่าดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างในดิน (the pore size distribution index)

(5) K_s คือ สภาพเชิงชลศาสตร์ หรือสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (the saturated hydraulic conductivity)

จากสมการที่ (22) จะเห็นว่าค่าปริมาณความชื้นดินที่แท้จริง ณ จุดอิ่มตัว (s, effective water saturation) มีความสัมพันธ์กับพลังแรงดินดูดและพลังงานศักย์น้ำ ซึ่งมักจะแทนความสัมพันธ์ดังกล่าวด้วยโค้งลักษณะความชื้นในดิน (soil moisture/water characteristic curve) ดังในรูปที่ 2.19 และค่าสภาพเชิงชลศาสตร์ของดินหรือสภาพการนำน้ำ (hydraulic conductivity) มีความสัมพันธ์กับค่าสภาพนำน้ำขณะอิ่มตัว (Ks) ซึ่งค่าสภาพนำน้ำขณะอิ่มตัวเป็นฟังก์ชันกับพลังงานศักย์น้ำในดินและพลังงานแรงดินดูด ($\frac{\Psi_m}{\Psi}$) ดังสมการที่ (23)

2.5 การจัดทำฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำ

จากคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินที่กล่าวมา และสมการคำนวณค่าเชิงชลศาสตร์ที่จำเป็นดังสมการที่ (22) และ (23) ดังนั้นในการจัดทำฐานข้อมูลเพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์สภาพนำน้ำของดิน (soil hydraulic parameter) มีพารามิเตอร์พื้นฐานที่จำเป็น 6 ค่า ได้แก่

1) ค่าเฉลี่ยความชื้น ณ จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน: (θ_s) (Mean volumetric water content at saturation)
2) ค่าเฉลี่ยความชื้นคงค้าง: (θ_r) (Mean residual volumetric water content)
3) ค่าเฉลี่ย normalized bubbling pressure head: ($\Phi_c = |\Psi_m|/(3\lambda + 1)$)
4) ค่าเฉลี่ยดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างในดิน: (λ) (Mean pore size distribution index)
5) ค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว: (K_s) (Mean saturated hydraulic conductivity)
6) ค่าความแปรปรวนสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว: Var(K_s)

2.6 ข้อมูลดินกรมพัฒนาที่ดิน

ประเทศไทยโดยกรมพัฒนาที่ดินได้มีการสำรวจดิน เพื่อจัดทำแผนที่และรายงานการสำรวจดินในระดับจังหวัด มาตราส่วน 1:50,000 และ 1:100,000 ตั้งแต่ ปี 2506 จนแล้วเสร็จทั้งประเทศ โดยมีหน่วยการจำแนกดินเป็นชุดดิน (soil series) ตามระบบการจำแนกดินของประเทศสหรัฐอเมริกา ปัจจุบันกรมพัฒนาที่ดินได้มีการปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดชุดดินที่ได้จัดตั้งไว้หลายครั้งและได้มีการเผยแพร่แผนที่ชุดดังกล่าวทั่วประเทศเพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลจากเวปไซต์กรมพัฒนาที่ดินเกี่ยวกับการสำรวจและการจัดทำแผนที่ชุดดิน สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

2.6.1 การสำรวจดินในประเทศไทย

การสำรวจดิน (Soil survey) เป็นการใช้เทคนิคการสำรวจ เช่น การแปลภาพถ่ายทางอากาศ การสำรวจวงรอบ การวิเคราะห์ ข้อมูลระยะไกล หรือ การวิเคราะห์ข้อมูลภูมิประเทศ ผสานกับองค์ความรู้ด้านความสัมพันธ์ ระหว่างสภาพภูมิสัณฐาน ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดดิน และลักษณะของดินที่ตรวจสอบได้ในภาคสนามเพื่อช่วยในการแบ่งขอบเขตของดินต่างประเภทกัน ผลลัพธ์ที่ได้ คือ หน่วยแผนที่ดิน (Soil mapping unit, SMU) แต่ละ SMU จะมีรูปร่างและขนาดเท่าใดขึ้นอยู่กับมาตราส่วน และวัตถุประสงค์ของการสำรวจและทำแผนที่ดิน สำหรับแต่ละ SMUจะเรียกชื่ออย่างไรขึ้นอยู่กับระบบการจำแนกและอนุกรมวิธาน ของดินที่เลือกใช้

2.6.2 การจำแนกดินในประเทศไทย

การจำแนกดิน (Soil classification) เป็นการแบ่งดินออกเป็นหมวดหมู่ในระดับต่างๆ ได้แก่ อันดับ (Order) อันดับย่อย (Suborder) กลุ่มดินใหญ่ (Great Group) กลุ่มดินย่อย (Subgroup) วงศ์ดิน (Family) และชุดดิน (Soil Series) ตามระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Taxonomy) ปี 2541 โดยใช้ลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ ของดินที่คล้ายคลึงกัน

รูปที่ 2.20 อนุกรมวิธานดินในประเทศไทย

(ที่มา: http://www.mcc.cmu.ac.th/dinthai/soildevide2.asp)

ลักษณะและคุณสมบัติของดินที่ใช้ในการจำแนกดินจะต้องเด่นชัด สังเกตและตรวจสอบได้ง่ายในภาคสนาม โดยมีความสัมพันธ์หลักกับกระบวนการเกิดดิน และผลการวิเคราะห์ดิน ในห้องปฏิบัติการตลอดจนมีความคงทน และยากต่อการเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้เพื่อให้การจำแนกดินมีความถูกต้องลักษณะและคุณสมบัติของดินที่นำมาใช้ในการจำแนกดิน ได้แก่ ชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน สภาพพื้นที่ที่เกิดดิน สีดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน การเกาะยึดตัวของดิน ปฏิกิริยาดิน ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน ความอิ่มตัวเบส การแช่ขังน้ำหรือการอิ่มตัวด้วยน้ำของดิน การมีเศษหินกรวดในดิน ชั้นหินพื้นหรือชั้นเชื่อมแข็งชนิดต่างๆ ชนิดของวัสดุประกอบดิน เช่น สะสมปูน เกลือ สารประกอบ กำมะถัน ศิลาแลงอ่อน รอยไถล ความแข็งและอ่อนของชั้นดิน เป็นต้น

ลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ ของดินที่ใช้ในการจำแนกดินจนถึง ระดับวงศ์ดิน (Soil family) และ ชุดดิน (Soil series) ได้จากการศึกษา ดินจาก รูปหน้าตัดดิน พร้อมทำคำบรรยาย บันทึกรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับดิน สภาพแวดล้อม และเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ ในห้องปฏิบัติการ

ในการศึกษาโครงงานวิจัยนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลดินในระดับชุดดิน (soil series) เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ 6 ค่าจากรูปหน้าตัดดิน และจัดทำเป็นฐานข้อมูล และแสดงค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดังกล่าวเป็นแผนที่ โดยจะได้จัดทำฐานข้อมูลดังกล่าวในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

2.7 ระบบสารสนเทศในการจัดทำฐานข้อมูล

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ นิยมใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม นอกจานี้ยังมีนักวิจัยนำไปใช้ในการสร้างฐานข้อมูลท้องถิ่นเพื่อผลิตเป็นแผนที่ประกอบการศึกษาด้านอื่นๆมากขึ้น และมีโปรแกรมหลากหลายให้เลือกใช้งานทั้งแบบที่มีลิขสิทธิ์และไม่มีลิขสิทธิ์ เช่น Google Earth Pro, ArcGIS for Desktop, QGIS และอื่น ๆ

2.7.1 องค์ประกอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

องค์ประกอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีองค์ประกอบหลักที่สำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ การรับรู้จากระยะไกล(Remote Sensing) ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (จีพีเอส) (Global Positioning System) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems) หรือบางครั้งทั้งสามเทคโนโลยีดังกล่าวจะนิยมเรียกว่า เทคโนโลยีสามเอส (3S Technology) โดยอาศัยอักษร S ที่สอดคล้องกันในคำหลังในแต่ละเทคโนโลยี

2.7.2 ประเภทข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ประเภทข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีลักษณะข้อมูลโดยทำการจัดเก็บในรูปของตัวเลขเชิงรหัส (digital form) และแทนปรากฏการณ์เหล่านั้นด้วยลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เรียกว่า Feature

ประเภทของ Feature ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์บนโลกแผนที่กระดาษบันทึกตำแหน่งทางภูมิศาสตร์และแทนสิ่งต่าง ๆ บนโลกที่เป็นลายเส้นและพื้นที่ด้วยสัญลักษณ์แบบ จุด เส้น พื้นที่และตัวอักษร ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะใช้ feature ประเภทต่าง ๆ ในการแทนปรากฏการณ์โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1) จุด (Point) ใช้สำหรับแทนลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีตำแหน่งที่ตั้งเฉพาะเจาะจง หรือมีเพียงอย่างเดียว สามารถแทนได้ด้วยจุด (Point Feature) เช่น หมุดหลักเขต บ่อน้ำ จุดชมวิว จุดความสูง อาคาร ตึก สิ่งก่อสร้าง
2) เส้น (Arc) ใช้สำหรับแทนลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่วางตัวไปตามทางระหว่างจุด 2 จุด จะแทนด้วยเส้น (Arc Feature) ตัวอย่างลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เป็นเส้น ลำน้ำ ถนน โครงข่ายสาธารณูปโภค เส้นชั้นความสูง
3) พื้นที่ (Polygon) ใช้สำหรับลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีพื้นที่เดียวกันจะถูกล้อมรอบด้วยเส้นเพื่อแสดงขอบเขต ตัวอย่างข้อมูลที่เป็นพื้นที่ เช่น เขตตำบล อำเภอ จังหวัด ขอบเขตอุทยานแห่งชาติ เขตน้ำท่วม

การพัฒนาฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในองค์กรที่มีการใช้งานฐานข้อมูลโดยทั่วไปสามารถทำให้การใช้งานฐานข้อมูลมีประสิทธิภาพในการนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ และตรงกับความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งต้องมาจากการออกแบบฐานข้อมูลที่มีการวางแผนมาเป็นอย่างดี โดยจะต้องมีการพัฒนาระบบฐานข้อมูล ตามขั้นตอนที่ถูกต้อง ซึ่งการพัฒนาระบบสารสนเทศเป็นกระบวนการจัดการข้อมูลดิบให้เป็นสารสนเทศซึ่งอยู่ในรูปแบบที่นำมาใช้ประโยชน์ได้สะดวก โดยมีขั้นตอนต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis)
2) การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study)
3) การพัฒนาระบบสารสนเทศ

2.7.3 การวิเคราะห์ข้อมูล จัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาตร์มีข้อมูลอยู่ 2 รูปแบบ คือ แบบเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลคุณลักษณะ (Non-spatial data) โดยระบบสารสนเทศนั้นจะมีฐานที่สำคัญมากที่สุดคือฐานข้อมูล (database) ข้อมูลจะเก็บอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูล ซึ่งต้องอาศัยความรู้เฉพาะอย่างในการจัดการข้อมูลเหล่านั้นอย่างเป็นระบบ

ศิริชัย พงษ์วิชัย (2540) ได้ให้ความหมาย “ข้อมูล (Data)” ว่าหมายถึง ข่าวสารหรือข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับคน หรือสิ่งของ ข้อมูลอาจอยู่ในรูปของตัวเลข หรือ ข้อความ ซึ่งได้จากการนับ การวัด การสังเกต หรือการบันทึก อาจแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ประเภท

1) ข้อเท็จจริงที่เป็นจำนวนจริง ปริมาณ ระยะทาง

2) ข้อเท็จจริงที่ไม่เป็นตัวเลข เช่น ชื่อ ที่อยู่ สภานภาพ ประวัติการศึกษา

3) ข่าวสารที่ยังไม่ได้ประเมิน เช่น รายงาน บันทึก คำสั่ง ระเบียบ กฎหมาย และเหตุการณ์หรือสถาณะการณ์ต่างๆ

ข้อมูลที่ได้มานั้น สามารถจัดจำแนกตามแหล่งที่มาได้ 2 ชนิด คือ ข้อมูลต้นตอหรือข้อมูลที่ได้จากแหล่งปฐมภูมิ (Primary Source) ซึ่งเป็นแหล่งที่เกิดข้อมูล ข้อมูลที่ได้มานี้ถือเป็นแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากที่สุด เพราะได้จากแหล่งข้อมูลโดยตรง และยังไม่มีการเปลี่ยนรูป เปลี่ยนความหมาย ข้อมูลที่ได้จากแหล่งปฐมภูมิอาจจะได้จากแบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต แบบทดสอบ เป็นต้น แหล่งข้อมูลที่ผู้อื่นได้รวบรวมไว้แล้ว แหล่งทุติยภูมิ (Secondary source) ซึ่งข้อมูลที่ได้จากแหล่งทุติยภูมินี้อาจมีการเปลี่ยนรูป เปลี่ยนความหมาย ซึ่งจะมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ เช่น ข้อมูลในอดีต หรือ ช่วงเวลาที่ผ่านมาแล้ว โดยลักษณะข้อมูลที่เก็บมาทั้งจากแหล่งปฐมภูมิและทุติยภูมิอาจเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ

ในการศึกษาจัดทำฐานข้อมูลด้านการระบายน้ำ ลุ่มน้ำปราจีนบุรีจะใช้ข้อมูลชุดดิน (soil series) ที่ได้จากกรมพัฒนาที่ดินในรูปแบบ spatial data และนำมาจัดทำเป็นฐานข้อมูลทุติยภูมิในการประมาณค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์หรือความสามารถในการระบายน้ำของดิน ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ 6 ค่า ได้แก่

(1) ค่าเฉลี่ยความชื้น ณ จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน: (θs)

(2) ค่าเฉลี่ยความชื้นคงค้าง: (θr)

(3) ค่าเฉลี่ย normalized bubbling pressure head: (Φc)

(4) ค่าเฉลี่ยดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างในดิน: (λ)

(5) ค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว: (Ks) และ

(6) ค่าความแปรปรวนสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว: Var (Ks)

จากนั้นสามารถนำมาจัดทำ แสดงผลออกมาในรูปแบบแผนที่แสดงค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวต่อไป

2.7.4 การแสดงผลลัพธ์ในรูปของแผนที่เฉพาะเรื่อง (Thematic map)

ในการแสดงผลรูปของแผนที่นั้นสิ่งสำคัญ คือ เราต้องทราบว่าองค์ประกอบในแผนที่นั้นควรจะต้องประกอบด้วยส่วนสำคัญอะไรบ้าง เนื่องจากแผนที่จะมีความสำคัญต่อการนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ซึ่งผู้ทำงานด้าน GIS จะต้องทำความเข้าใจ และสามารถผลิตแผนที่ได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งจะสื่อความหมายให้ผู้ใช้คนอื่น ๆ เข้าใจได้ แผนที่ที่เขียนไว้อย่างชัดเจนสามารถอ่านได้ง่ายเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการนำไปใช้ ในการสร้างการตัดสินใจ ข้อมูลในแผนที่ที่นำเสนอควรมีขนานดที่เหมาะสม และการจัดวางสวยงาม องค์ประกอบต่าง ๆ เป็นเครื่องช่วยแปลแผนที่ เช่น สัญลักษณ์ เข็มทิศ

กล่าวโดยสรุป ข้อมูลสารสนเทศ (Information) มีประโยชน์คือ ทำให้เกิดความรู้ ทำให้เกิดความคิดและความเข้าใจ ทำให้เห็นสภาพปัญหา สภาพการเปลี่ยนแปลงว่าก้าวหน้าหรือตกต่ำ ทำให้ประเมินค่าได้ ทำให้เกิดความน่าสนใจและการตื่นตัว ช่วยในการตัดสินใจและทำนายในอนาคตได้ ทำให้เกิดความคิดร้างสรรค์ และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเจตคติ เมื่อได้รู้ได้เห็นจากสภาพความเป็นจริงจากข้อมูลสารสนเทศนั้น ซึ่งข้อมูลสารสนเทศมีลักษณะพึงประสงค์อย่างน้อย 3 ประการดังนี้

1) สารสนเทศที่นำเสนอชัดเจน และนำเสนอด้วยวิธีคุ้นเคยเพื่อสามารถเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว

2) สารสนเทศนั้นควรทำให้ความเข้าใจสถานการณ์ของงานนั้นให้ละเอียดขึ้น

3) สารสนเทศที่มีคำแนะนำหรือส่วนแนะนำการตัดสินใจควรมีสิ่งช่วยที่ชัดเจนอย่างใดอย่างหนึ่งให้ผู้ใช้พิจารณาได้ว่าทำอย่างไร และทำไมจึงจะได้ผลคำตอบ และ คำแนะนำ

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการจัดเตรียมฐานข้อมูลสำหรับรบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และการแสดงผลเชิงแผนที่ของค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความชื้น ณ จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน (θs) ค่าเฉลี่ยความชื้นคงค้าง (θr) ค่าเฉลี่ย normalized bubbling pressure head (Φc) ค่าเฉลี่ยดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างในดิน(λ) ค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (**Ks)** ค่าความแปรปรวน (Variance) สภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (**Var(Ks)**) ซึ่งเป็นพารามิเตอร์สำคัญในการระบายน้ำของดินแต่ละชนิดในบริเวณขอบเขตลุ่มน้ำปราจีนบุรี ข้อมูลพื้นฐานที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ ข้อมูลชุดิน (Soil Series) และรายงานสำรวจชุดดินจากกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งข้อมูลชุดดินที่ได้จากกรมพัฒนาที่ดินอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ที่แสดงข้อมูลขอบเขตชุดดินของจังหวัดต่างๆ ภายในพื้นที่ศึกษาซึ่งได้แก่ ลุ่มน้ำปราจีนบุรี การศึกษานี้จะได้ทำการหาคาพารามิเตอร์ทั้ง 6 ค่าดังกล่าวสำหรับแต่ละชุดดินที่มีชนิดดินแตกต่างกันไป โดยอ้างอิงจากงานศึกษาของ Rawls et, al. (1982) และ McCuen et, al. (1981) เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับแต่ละชุดดินแล้วจะได้ทำการบันทึกเป็นฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และทำการจัดทำเพื่อแสดงผลเป็นแผนที่แสดงค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของลุ่มน้ำปราจีนบุรีต่อไป ประโยชน์ของการจัดทำและหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เหล่านี้สามารถนำไปใช้ในงานศึกษาด้านต่างๆ เช่น การระบายน้ำของดิน ระดับดินอิ่มตัวด้วยน้ำ การใช้งานในแบบจำลอง เช่น แบบจำลองทางด้านอุทกวิทยา หรือแบบจำลองทางกายภาพอื่นๆ ที่เกี่ยวกับสภาพการระบายน้ำของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี

3.1 อุปกรณ์

1) เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
2) เครื่องพิมพ์ ชนิด Laser Jet
3) โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
4) โปรแกรมช่วยในการศึกษา เช่น Microsoft office, Microsoft Window

3.2 วิธีการศึกษา

การศึกษาโครงการวิจัยนี้เป็นการจัดทำฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำ ได้แก่ การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ 6 ค่า ซึ่งเป็นคุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินและมีผลต่อความสามารถในการระบายน้ำ การเคลื่อนที่ หรือการซึมผ่านของน้ำในดิน ขั้นตอนการจัดทำสามารถแบ่งได้เป็น

1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูล ได้แก่
   - ศึกษาสภาพภูมิประเทศลุ่มน้ำปราจีนบุรี รวบรวมข้อมูลที่สำคัญของลุ่มน้ำที่ศึกษา
   - ศึกษาคุณสมบัติของดินด้านการระบายน้ำ
   - ติดต่อขอข้อมูลชุดดิน (soil series) ในรูปแบบไฟล์ GIS พร้อมรายงานการสำรวจดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี
   -
2) ศึกษาการใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อใช้ในการจัดทำฐานข้อมูล และแผนที่

3) จัดทำฐานข้อมูลการประมาณค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ที่สำคัญของรายละเอียดแสดงในข้อ 3.3

4) จัดทำแผนที่ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินลุ่มน้ำปราจีนบุรี

5) สรุปผลการศึกษาวิจัย

โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานในการจัดทำฐานข้อมูลแสดงดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการจัดทำฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำ

3.3 ขั้นตอนการจัดทำฐานข้อมูลการประมาณค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์

ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ 6 ค่า ได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ยความชื้น ณ จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน (θ_s) (2) ค่าเฉลี่ยความชื้นคงค้าง(θ_r) 3) ค่าเฉลี่ย normalized bubbling pressure head (Φ_c) 4) ค่าเฉลี่ยดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างในดิน (λ) 5) ค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Ks) และ 6) ค่าความแปรปรวนสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Var(Ks))

แผนที่สำรวจชุดดิน (soil series) ของประเทศไทยโดยกรมพัฒนาที่ดิน ประกอบด้วย แผนที่ชุดดินเชิงพื้นที่ (spatial map) ซึ่งต้องใช้ประกอบร่วมกับรายงานการสำรวจดิน ประเทศไทยพบว่าสามารถจำแนกกลุ่มชุดดินจัดตั้ง ที่พบทั่วประเทศได้ทั้งหมด 62 กลุ่มชุดดิน โดยมีการเรียกกลุ่มชุดดินตามรหัสตัวเลข เช่น กลุ่มชุดดินที่ 1, 2 เรื่อยไปจนถึง 62 จากนั้นจึงเทียบหาชื่อกลุ่มชุดดินและคุณลักษณะของชุดดินดังกล่าวจากรายงานการสำรวจดิน เช่น กลุ่มชุดดินที่ 1 ชุดดินท่ายาง (Tha Yang series: Ty) ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลผลสำรวจหน้าตัดดิน ชุดดินท่ายาง

RESULTS OF SOIL ANALYSIS

TABLE (oven dry Basis) Profile code No: SW-56/45

SOIL SURVEY LABORATORY, SOIL SURVEY DIVISION, DEPT OF LAND DEVELOPMENT

SOIL NAME AND LABORATORY NUMBER	HORIZON	DEPTH (CM)	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION ANALYSIS (% by Weight)								Texture		pH		P,mg kg-1 Bray 2	K,mg kg-1 NH4OAc
			USDA GRADING %			Sand – fraction grading					Lab result	Field rstim	1:1 water	1:1 KCl		
			sand	silt	clay	vc	c	m	f	vf						
4/18216	A1	0-5	58.4	30.0	11.6	1.2	2.4	8.9	25.6	20.3	sl	sl	5.1	4.3	7.3	105
4/18217	A2	5-10	55.3	31.2	13.5	1.7	3.0	7.8	25.6	17.6	sl	Sl-scl	4.8	4.0	5.9	93
4/18218	B1	10-16	53.9	31.2	14.9	1.4	2.5	8.6	23.8	17.6	sl	sgscl	4.9	4.0	3.6	92
4/18219	Bt	80-105	49.2	35.2	15.6	6.2	2.2	6.1	19.0	15.7	l	vgscl	5.2	4.0	1.2	64

Depth (cm)	Air dried to oven dried	C %	Exchange capacity and cation (cmol+ kg-1)									Base saturation (%)		Electrical conduty (ECx10^6) Ds m^-1
			Ca	Mg	K	Na	SUM cation (B)	Extra cidity	SUM (B+A)	CEC NH4OAC (C)	CEC 100g Clay	B/Cx100	(Bx100)/(B+A)	
0-5	3.8	2.83	2.00	1.70	0.30	0.20	4.20	8.80	13.00	7.80	67.2	54	32	0.24
5-10	2.8	2.00	1.00	0.90	0.20	0.20	2.30	8.10	10.40	5.60	41.5	41	22	0.08
10-16	2.9	1.49	0.30	0.80	0.20	0.20	1.50	6.90	8.40	4.60	30.9	33	18	0.08
16-30	2.1	0.28	0.30	0.70	0.10	0.30	1.40	3.30	4.70	3.00	19.2	47	30	0.02

จากข้อมูลผลสำรวจหน้าตัดดิน ชุดดินท่ายาง ดังตารางที่ 3.1 ทำการหาค่าเฉลี่ยชนิดของดินของแต่ละชั้นความลึกตามสัดส่วนเปอร์เซ็นต์

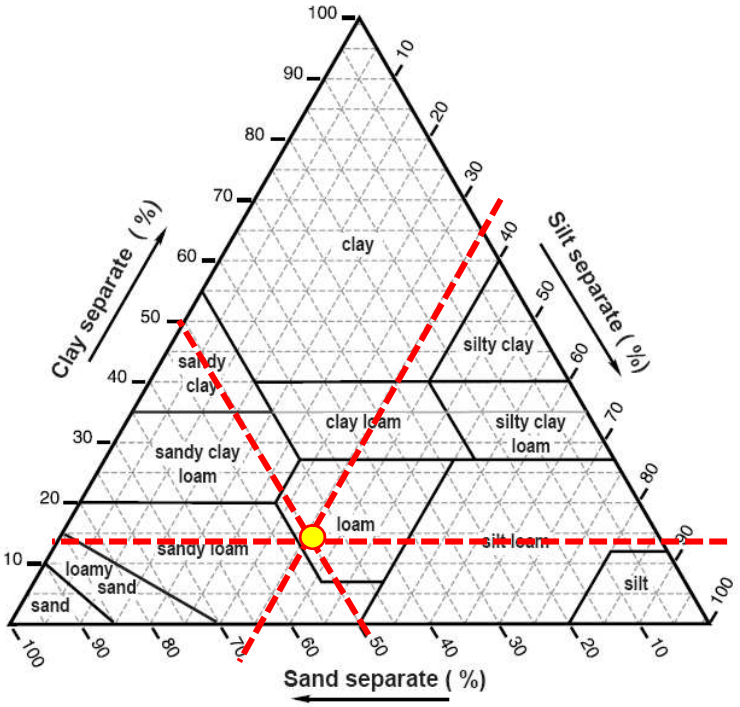
จากนั้นดำเนินตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) จากรายงานดังกล่าวจะได้ทำการอ่านค่า % เนื้อดินของหน้าตัดดินตามความลึกในแต่ละชั้น และทำการหาค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นค่าเฉลี่ยเนื้อดินตามความลึกของชั้นดิน ณ จุดๆ นั้น ดังตัวอย่างตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลการเฉลี่ยเปอร์เซ็นดิน ชุดดินท่ายาง

Tha Yang: (Ty)			Sandy loam					
Layer depth (cm)	Depth (cm)	%	Sand	%	Silt	%	Clay	%
0-5	5	16.67	58.4	9.73	30.0	4.99	11.6	1.93
5-10	5	16.67	55.3	9.21	31.2	5.19	13.5	2.24
10-16	6	20.00	53.9	10.78	31.2	6.24	14.9	2.98
16-30	14	46.66	49.2	22.95	35.2	16.42	15.6	7.27
SUM	30	**100**		**52.70**		**32.85**		**14.43**

2) จากค่าเฉลี่ยเนื้อดินตามความลึกดังตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วย Sand=52.70% Silt=32.85% และ Clay=14.43 % นำมาจำแนกประเภทดินตามระบบ USDA จากแผนภูมิสามเหลี่ยมการจำแนกเนื้อดิน (USDA soil classification triangle) ซึ่งจะได้ผลว่า ชุดดินท่ายาง เป็นดินประเภทดินร่วนทราย (Sandy loam) ตามระบบ USDA ดังแสดงในรูป 3.2



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการจำแนกดินตามระบบ USDA

3) จากประเภทเนื้อดินที่จำแนกได้ตามระบบ USDA นำไปเทียบหาค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินตามระบบจำแนกดินของ USDA จากงานวิจัยของ Rawls, et al.(1982) and McCuen et. al. (1981) ซึ่งแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในตารางที่ 3.3
4) ทำการบันทึกค่าพารามิเตอร์จากตารางอ้างอิงในข้อ 4) ลงใน attribute data เพิ่มเติมในข้อมูลชุดดินฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์หรือ GIS ที่ได้มาจากกรมพัฒนาที่ดิน
5) จัดทำแผนที่แสดงค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ (6 ค่า) ตัวอย่างแผนที่แสดงค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ที่จะจัดทำแสดงดังรูปที่ 3.3, 3.4 และ 3.5
6) จัดทำรายงานและสรุปผลการจัดทำฐานข้อมูลสภาพการนำน้ำของดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ตารางที่ 3.3 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ (Rawls, et al, 1982, and McCuen et al, 1981)

Soil_Class	Soil class	Total porosity mean (cm^3/cm^3)	Residual Saturation mean (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure mean (cm)	Pore size distribution mean (%)	Saturated hydraulic mean (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$
ทราย (Sand)	1	0.4370	0.0200	15.9800	0.6940	21.0000	2.7677
ดินทรายร่วน (Loamy Sand)	2	0.4370	0.0350	20.5800	0.5530	6.1100	1.5403
ดินร่วนทราย (SandyLoam)	3	0.4530	0.0410	30.2000	0.3780	2.5900	1.3634
ดินร่วน (Loam)	4	0.4630	0.0270	40.1200	0.2520	1.3200	1.7577
ดินร่วนปนทรายแป้ง (SiltLoam)	5	0.5010	0.0150	50.8700	0.2340	0.6800	1.3178
ดินร่วนเหนียวปนทราย (SandyClayLoam)	6	0.3980	0.0680	59.4100	0.3190	0.4300	1.4391
ดินร่วนเหนียว (ClayLoam)	7	0.4640	0.0750	56.4300	0.2420	0.2300	1.4477
ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (SiltyClayLoam)	8	0.4710	0.0400	70.3300	0.1770	0.1500	1.3472
ดินเหนียวปนทราย (SandyClay)	9	0.4300	0.1090	79.4800	0.2230	0.1200	2.2796
ดินเหนียวปนทรายแป้ง(SiltyClay)	10	0.4790	0.0560	76.5400	0.1500	0.0900	2.1990
ดินเหนียว (Clay)	11	0.4750	0.0900	85.6000	0.1650	0.0600	1.5778
ดินอื่น ๆ (Others)	12	0.4553	0.0524	53.2309	0.3079	2.9800	1.7307

บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์

4.1 ผลการศึกษาการจำแนกประเภทดิน

การศึกษาเพื่อจัดทำฐานข้อมูลดินด้านการระบายน้ำของลุ่มน้ำปราจีนบุรี ในขั้นตอนการจัดทำฐานข้อมูลได้มีการจำแนกชุดดินต่างๆ ว่าเป็นดินประเภทใดตามระบบการจำแนกดิน USDA จากนั้นจึงทำการเทียบค่าเพื่อหาพารามิเตอร์หลัก 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ยความชื้น ณ จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน (θ_s) (2) ค่าเฉลี่ยความชื้นคงค้าง(θ_r) 3) ค่าเฉลี่ย normalized bubbling pressure head (Φ_c) 4) ค่าเฉลี่ยดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างในดิน (λ) 5) ค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Ks) และ 6) ค่าความแปรปรวนสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Var(Ks)) และได้จัดทำเป็นแผนที่แสดงค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ ผลการศึกษาการจัดทำฐานข้อมูลนี้ ได้มีการวิเคราะห์ผลแยกออกเป็นจังหวัดต่างๆ 6 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดสระแก้ว พื้นที่ 4,234.77 ตร.กม จังหวัดปราจีนบุรี 4756.06 ตร.กม จังหวัดจันทบุรี 491.34 ตร.กม จังหวัดนครราชสีมา 158.9 ตร.กม จังหวัดฉะเชิงเทรา 154.89 ตร.กม และจังหวัดนครนายก 38.76 ตร.กม ที่มีพื้นที่อยู่ภายในขอบเขตลุ่มน้ำปราจีนบุรี

4.1.1 การจำแนกประเภทของดิน ของจังหวัดสระแก้วในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ผลการจำแนกดินจังหวัดสระแก้วที่มีพื้นที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรีโดยมีพื้นที่ประมาณ 4,234.77 ตร.กม. สรุปผลข้อมูลพบว่า มีประเภทดินที่มากที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ ดินร่วนทราย (Sandy loam) 39.89 เปอร์เซ็นต์ ดินร่วนเหนียว (Clay loam) 19.37 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินเหนียว (Clay) 13.41 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การจำแนกประเภทดินจังหวัดสระแก้ว ที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำดับ	ประเภทดิน	ชุดดิน	พื้นที่ (ตร.กม)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
1	Sand	-	0	0
2	LoamySand	Pc,Pm,Re/Ub	15.31	0.36
3	SandyLoam	Bka&Bka-br,Ho,Ml/Tw/Kb,Ml/Ty,Mr,Pn,Rn-gr SC,Sin,Sk,Sk/Bka-br/Pp,Tw/Tw-lat,Ty,Ty/Bka,U, Ub	1653.42	39.89
4	Loam	Bm,Kb&Kb-br,Kb-br,Kt-gr,Re,Sk/Rn,Suk,Suk--gr Tk,Tk-br,Tpk,Wn,Yt-gr,Yt/Yt-gr	361.07	8.53
5	SiltLoam	-	0	0

ตารางที่ 4.1 การจำแนกประเภทดินจังหวัดสระแก้วที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี (ต่อ)

ลำดับ	ประเภทดิน	ชุดดิน	พื้นที่ (ตร.กม)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
6	SandyClay Loam	Ar-s,Bka,Kb,Kt/Suk,Kt/Wn,Lb,Ly/Ty,Ml,Ml/Tk, Pat,Re-ca,Re-gr,Re-l,Re-l-ca,Rn-bagr,Sk&Bka&Pp,W	448.2	10.58
7	ClayLoam	Kb/Kb-br,Kb/Kb-br/Ty,Klt/Ho/Pat,Kt,Kt/Re,Kt/Rn,Re/Rn	819.92	19.37
8	SiltyClay Loam	Rn,Tpk/Bng,Tpk/Tk-br,Tw,	124.9	2.96
9	SandyClay	-	0	0
10	SiltyClay	Pn/Re	0.66	0.22
11	Clay	Bng,Cm,Hk,Klt,Ml/Tpk,Ng,Ng/Kt,Nn,Oc,On,Pp/Kt Pp/Kt-gr,Pp/Sk,Pr,Rb,Tw/Ho	567.66	13.41
12	Others	AC,Pp	207.57	4.9
		รวม	**4,234.77**	**100**

4.1.2 การจำแนกประเภทของดิน ของจังหวัดปราจีนบุรีในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ผลการจำแนกดินจังหวัดปราจีนบุรีที่อยู่ในลุ่มน้ำปราจีนบุรีโดยมีพื้นที่ประมาณ 4,756.06 ตร.กม. สรุปผลข้อมูลพบว่า ประเภทดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย(SandyClayLoam)คิดเป็น 50.9 เปอร์เซ็นต์ ดินร่วนทราย (Sandy loam) 10.69 เปอร์เซ็นต์ ดินร่วน (Loam) 9.22 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การจำแนกประเภทดินจังหวัดปราจีนบุรี ที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำดับ	ประเภทดิน	ชุดดิน	พื้นที่ (ตร.กม)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
1	Sand	Ar	0.71	0.01
2	LoamySand	Kb/Kb-br,Pn,Pp	218.46	4.6
3	SandyLoam	TC/Kb,Pp/Sk,Bka-br,Cc,Dr,Kb,Cu,Sk	508.7	10.69

ตารางที่ 4.2 การจำแนกประเภทดินจังหวัดปราจีนบุรี ที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี (ต่อ)

ลำดับ	ประเภทดิน	ชุดดิน	พื้นที่ (ตร.กม)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
4	Loam	Bka/Bka-br,Kt-gr,Sk/Bka-br/Pp,Tw-lat,A.U,AC,Cb,SC Kkn,Kt,Nn,On,Re-l,Tw,Wn,CC,Colluvial Complex,GLMak,Pc	301.97	9.22
5	SiltLoam	-	0	0
6	Sandy ClayLoam	Kt-gr/Suk-gr,Pn/Re,Pp/Kt,Re-gr/Re-l,Re/Re-gr,Rn/Rn-gr, Mak/Re,Suk-gr,Dr-cn,Dr/Kt,Hg,Ma,Pn/Re-gr,Rb,Re,Rs,Rs-a Sin,Kt/Rn,Ly/Ty,Ml,Ng,Rn,SC,Sk&Bka&Pp,Tk,Ly/Ty,Kt/Re Sa,Tm,Ub,Bg,		
7	ClayLoam	Kl,Kt/Suk,Kt/Wn	342.95	7.21
8	SiltyClayLoam	TC/Rn,W,Hk,Ty,Re/Rn,	38.7	0.81
9	SandyClay	Suk-gra	1	0.02
10	SiltyClay	Sh,Pp/Kt-gr	55.62	1.17
11	Clay	Tng-us,Trang,ustic variant,Kt/Suk/Rn,Cm,Mb,Suk,TC,Bm, Kb/Kb-br,Pm,Pp/Sk,Re-gr,Re-ca,	293.38	6.16
12	Others	Tng-us,AC-pd,Ml,SC,Chl-us,Suk/Rn,Dr/Cb,Hk/Kkn,Kl-Ow,Rn-gr,Bin,Rs,UA,Bka,Kb-br	437.23	9.18
		รวม	**4,756.06**	**100**

4.1.3 การจำแนกประเภทของดิน ของจังหวัดจันทบุรีในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ผลการการศึกษาการจำแนกดินจังหวัดจันทบุรีในเขตลุ่มน้ำปราจีนบุรีโดยมีพื้นที่ประมาณ 491.34 ตร.กม. พบว่าประเภทดินส่วนใหญ่ ส่วนใหญ่ 3 ลำดับแรก ได้แก่ เป็นดินร่วน (Loam) 37.75 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียวปนทราย (SandyClay) 28.32 เปอร์เซ็นต์ และดินเหนียวปนดินร่วน (Clay loam) 25.66 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การจำแนกประเภทดินจังหวัดจันทบุรี ที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำดับ	ประเภทดิน	ชุดดิน	พื้นที่ (ตร.กม)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
1	Sand	-	0	0
2	LoamySand	-	0	0
3	SandyLoam	Tk	0	0
4	Loam	Ho,Pat,Tpk	185.5	37.75
5	SiltLoam	-	0	0
6	SandyClayLoam	Rn,Ty	8.71	1.77
7	ClayLoam	Kb/Kb-br,Klt,Klt/Ho/Pat	126.08	25.66
8	SiltyClayLoam	Tw/Ho	0	0
9	SandyClay	SC	139.15	28.32
10	SiltyClay	-	0	0
11	Clay	Bng,Lb,Oc,Pk-y,Rg,Tw	31.9	6.49
12	Others	AC	0	0
		รวม	**491.34**	**100**

4.1.4 การจำแนกประเภทของดิน ของจังหวัดนครราชสีมาในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ผลการการศึกษาการจำแนกดินจังหวัดนครราชสีมาในเขตลุ่มน้ำปราจีนบุรีโดยมีพื้นที่ประมาณ 158.90 ตร.กม. สรุปผลข้อมูลพบว่าดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (SiltyClayLoam) ถึง 99.84 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือเป็นดินร่วนทราย (Sandy loam) 0.16 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การจำแนกประเภทดินจังหวัดนครราชสีมา ที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำดับ	ประเภทดิน	ชุดดิน	พื้นที่ (ตร.กม)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
1	Sand	-	0	0
2	LoamySand	-	0	0
3	SandyLoam	Bg,Tm	0.25	0.16
4	Loam	Ly/Ty,Rn	0	0
5	SiltLoam	-	0	0
6	SandyClayLoam	-	0	0
7	ClayLoam	-	0	0

ตารางที่ 4.4 การจำแนกประเภทดินจังหวัดนครราชสีมา ที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี (ต่อ)

ลำดับ	ประเภทดิน	ชุดดิน	พื้นที่ (ตร.กม)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
8	SiltyClayLoam	SC	158.65	99.84
9	SandyClay	-	0	0
10	SiltyClay	-	0	0
11	Clay	Ml	0	0
12	Others	-	0	0
		รวม	**158.90**	**100**

4.1.5 การจำแนกประเภทของดิน ของจังหวัดฉะเชิงเทราในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ผลการจำแนกดินจังหวัดฉะเชิงเทราที่อยู่ในลุ่มน้ำปราจีนบุรีโดยมีพื้นที่ประมาณ 154.89 ตร. กม. สรุปผลข้อมูลพบว่า มีประเภทดินเป็นดินทรายร่วน (loamy Sand) 53.53 เปอณ์เซ็นต์ ดินเหนียว (Clay) 28.18 เปอร์เซ็นต์ ดินร่วนทราย (Sandy loam) 15.36 เปอร์เซ็นต์ และดินอื่นๆ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การจำแนกประเภทดินจังหวัดฉะเชิงเทรา ที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำดับ	ประเภทดิน	ชุดดิน	พื้นที่ (ตร.กม)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
1	Sand	-	0	0
2	LoamySand	Bka&Bka-br,Mb	82.91	53.53
3	SandyLoam	Cb,Cc,Dr,Ho,Kb&Kb-br,Ma,	23.81	15.36
4	Loam	Chl-us,Pn/Re-gr,Pp/Kt-gr,Rn,Sk/Bka-br/Pp,Suk-gra,TC	0.01	0
5	SiltLoam	-	0	0
6	SandyClayLoam	Kb&Kb-br&Kb-l,Kb/Kb-br,Klt/Ho/Pat,	1.93	1.34
7	ClayLoam	Kb/Kb-br,Kkn	0.47	0.31
8	SiltyClayLoam	-	0	0
9	SandyClay	-	0	0
10	SiltyClay	Kb	1.73	1.11
11	Clay	Bka/Bka-br,Hg,Hk,Hk/Kkn,Pn,Rs,Rs-a,SC,Sh,Sk&Bka&Pp	43.65	28.18

ตารางที่ 4.5 การจำแนกประเภทดินจังหวัดฉะเชิงเทรา ที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี (ต่อ)

ลำดับ	ประเภทดิน	ชุดดิน	พื้นที่ (ตร.กม)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
12	Others	Bka,AC,	0.38	0.25
		รวม	**154.89**	**100**

4.1.6 การจำแนกประเภทของดิน ของจังหวัดนครนายกในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ผลการการศึกษาการจำแนกประเภทดินจังหวัดนครนายกที่อยู่ในลุ่มน้ำปราจีนบุรีโดยมีพื้นที่ประมาณ 38.76 ตร.กม. สรุปผลข้อมูลพบว่า ดินส่วนใหญ่เป็นประเภทดินเหนียว(Clay)69.73 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นมีประเภทดินเป็นดินร่วน (loam) 10.84 เปอณ์เซ็นต์ ดินร่วนเหนียวปนทราย (SiltyClayLoam) 10.17 เปอร์เซ็นต์ ดินร่วนทราย(Sandy loam) 6.01 เปอร์เซ็นต์ และอื่นๆ รายละเอียดดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การจำแนกประเภทดินจังหวัดนครนายก ที่อยู่ภายในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำดับ	ประเภทดิน	ชุดดิน	พื้นที่ (ตร.กม)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
1	Sand	-	0	0
2	LoamySand	-	0	0
3	SandyLoam	CC	2.33	6.01
4	Loam	Kl,Colluvial Complex,Dr	4.2	10.84
5	SiltLoam	-	0	0
6	SandyClayLoam	Dr/Kt,Cb,	0	0
7	ClayLoam	Dr/Cb,Kt	0	0
8	SiltyClayLoam	Ma,Rs	3.94	10.17
9	SandyClay	-	0	0
10	SiltyClay	Rs-a,A.U	1.49	3.85
11	Clay	Tng-us,Kl-ow,Ly/Ty,SC,Trang,ustic variant,UA	26.78	69.13
12	Others	-	0	0
		รวม	**38.76**	**100**

4.1.7 การจำแนกประเภทของดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ผลการศึกษาประเภทดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรีโดยมีพื้นที่ประมาณ 9,834.71 ตร.กม. พบว่าประเภทดินที่มีมากสุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทราย (SandyClayLoam) 21.25 เปอณ์เซ็นต์ ดินเหนียว (Clay) 19.78 เปอร์เซ็นต์ และดินร่วน (loam) 18.68 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการศึกษาการจำแนกประเภทดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลำดับ	ประเภทดิน	ชุดดิน	จำนวนชุดดิน	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
1	ดินทราย (Sand)	Ar	1	0.0072
2	ดินทรายร่วน (LoamySand)	Bbg,Hg&sh,Ng,Ng-ba,Pr,Cu	8	2.93
3	ดินร่วนทราย (SandyLoam)	Bg,Tm,Cm,Rg,Bka,Bka&Bka-,br,Bka/Bka-br,Cb,Chl-us,Hg,Ly/Ty, Ng/Kt , Re-ba,Re-ca,Re-gr,Re-l,Re-l-ca,Re/Re-,ba/Ub,Re/Ub,Sk,Sk&Bka&Pp, Sk/Bka-,br/Pp,Sk/Rn,Suk,Suk--gr,Suk-gra,Pp/Kt,Pp/Sk	37	13.55
4	ดินร่วน (Loam)	Ly/Ty,Rn,Ty-Ml,Hk-cn,Hk,Ho,Bka-br,Hk/Kkn,Kkn,Kl,Kl-ow,Bka&Bka-, br,Kb/Kb-,br/Ty,Pn,Rn-ba,Rn-ba-gr,Rn-gr,Rn-hb,Rn/Rn-ba,Tk,Tk-br, TC/Rn,Bka/Bka-br,Rn/Rn-gr,Sk/Bka-,br/Pp,Tw-lat,Suk/Rn,Pn/Re-gr, Sk&Bka&Pp,Tw,Ty	51	18.68
5	ดินร่วนปนทรายแป้ง (SiltLoam)	Sk	1	0.37
6	ดินร่วนเหนียวปนทราย (SandyClayLoam)	Don Rai,concretiona*,Dr/Kt,Pg,Suk-md,Dr,Cp,Dr&Kt,Ar,Ar-s,Kt,Kt&Ng&Rn, Kt-gr,Kt/Re,Kt/Rn,Kt/Suk,Kt/Wn,Mr, Pn/Re,Pp,Pp/Kt,Pp/Kt-gr,Re,Re/Rn, Kt-gr/Suk-gr,Pp/Sk,Re-gr/Re-l,Re/Re-gr,Kt/Suk/Rn,Mak/Re,Dr/Cb,Kl, Ma-ow,Mb,Kb-br,Kkn,Re-gr,Re-l,Wn,Kl-ow,Mak,Re-ca	58	21.25

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการศึกษาการจำแนกประเภทดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี (ต่อ)

ลำดับ	ประเภทดิน	ชุดดิน	จำนวนชุดดิน	เปอร์เซ็นต์พื้นที่
7	ดินร่วนเหนียว (ClayLoam)	Kl,Kl-ow,Kb&Kb-br,Kb/Kb-br,Klt,Dm,Kb,Klt/Ho/pat,pp/Sk	18	6.59
8	ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (SiltyClayLoam)	SC,TC,Terrace Complex,Rb,TC/Kb	14	5.13
9	ดินเหนียวปนทราย (SandyClay)	Pk-y,Mb-c	2	0.73
10	ดินเหนียวปนทรายแป้ง(SiltyClay)	Bin,Cc,Rb,Nn	7	2.56
11	ดินเหนียว (Clay)	Ml,Tng-us,Rs&Ma,Ma,Ma-ow,Ok,Bng,Klt/ Ho/Pat,Lb,Oc,Pat, Tpk,Bk,Bp,Bpg,Ca,Kb &Kb-br,Kb,Kb&Kb-br&Kb-l, Kb-br,Kb/Kb-br,Bm,Bng,Ci,Lb,Ml/Tk,Ml/Tpk,Ml/Tw/Kb, Ml/Ty,Oc,On,Pc,Pm,Sin,Tngus,Trang,ustic variant,Cc, Ma,Rs,Rs-a,Sin,Bm	54	19.78
12	ดินอื่นๆ (Others)	AC,AC-wd,None Survey,A.U, CC,Colluvial Complex,Sh,Bin,	11	4.40
13	ดินลักษณะพิเศษ (extra1)	AC-Pd,NBC,GL	4	1.47
14	ชุดดินไม่ทราบค่า (-)	Fsh,Chl-us,Suk-gr,Dr-cn,W,U,UA	7	2.56
		รวม	**273**	**100**

4.2 ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินในลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี

ค่าฉลี่ยของพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของข้อมูลในเขตลุ่มน้ำปราจีนบุรี ที่ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลมีพารามิเตอร์ดังนี้

1) ค่าเฉลี่ยความชื้น ณ จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน: (θs)

2) ค่าเฉลี่ยความชื้นคงค้าง: (θr)

3) ค่าเฉลี่ย normalized bubbling pressure head: (Φc)

4) ค่าเฉลี่ยดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างในดิน: (λ)

5) ค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว: (**Ks**)

6) ค่าความแปรปรวนสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Variance): **Var** (**Ks**)

ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดิน สรุปเป็นรายจังหวัดและรายลุ่มน้ำดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.2.1 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดสระแก้ว ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

จังหวัดสระแก้วมีพื้นที่ 4,234.77 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 43.06% ของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีจำนวนชุดข้อมูลดินทั้งหมด 86 ชุด ผลการหาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดินพบว่า ดินจังหวัดสระแก้วที่พบมาก 3 อันดับแรก เป็นดินร่วนทราย (Sandy loam) 39.89 % ดินร่วนเหนียว (Clay loam) 19.37 % และเป็นดินเหนียว (Clay) 13.41 % เฉลี่ยแล้วเป็นกลุ่มดินเนื้อปานกลาง น้ำจะไหลซึมผ่านได้ปานกลาง มีค่า Totol porosity (θs) อยู่ที่ 0.40-0.48 cm^3/cm^3 ค่าResidual Saturation(θr) อยู่ที่ 0.03-0.09 cm^3/cm^3 ค่าBubbling Pressure (Φc) อยู่ที่ 20.58-85.60 cm มีความแปรปรวน 408.12 แสดงให้เห็นว่าในพื้นที่มีการดูดซึมน้ำของดินที่แตกต่างกันเนื่องจากมีหลายชนิดดิน ค่า Pore SizeDistribution (λ) อยู่ที่ 0.15-0.55 ค่า Saturated Hydraulic(Ks) อยู่ที่ 0.06-6.11 cm/h เนื่องจากมีดินหลายประเภทที่มีค่า **Ks** ต่างกันในพื้นที่ และมีค่าความแปรปรวนของ Ks อยู่ระหว่าง 1.35-2.20 $(cm/h)^2$ รายละเอียดตามตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดสระแก้ว

ข้อมูล	Totol porosity (θs) (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (θr) (Cm^3/cm^3)	Bubbling Pressure (Φc) (cm)	Pore Size Distribution (λ) mean	Saturated Hydraulic (**Ks**) (cm/h)	Variance Var(**Ks**) $(cm/h)^2$
พื้นที่รวม (ตร.กม.)	4234.77					
จำนวนข้อมูล	86					
ค่าต่ำสุด	0.40	0.03	20.58	0.15	0.06	1.35
ค่าสูงสุด	0.48	0.09	85.60	0.55	6.11	2.20
ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน	0.03	0.02	20.32	0.09	1.37	0.16
ความแปรปรวน	0.00	0.00	408.12	0.01	1.86	0.03

4.2.2 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดปราจีนบุรี ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

จังหวัดปราจีนบุรีมีพื้นที่ 4,756.06 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 48.36% ของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีจำนวนชุดข้อมูลดินทั้งหมด 105 ชุด ผลการหาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดินพบว่า ดินจังหวัดปราจีนบุรีที่พบมาก 3 ลำดับเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย(SandyClayLoam) คิดเป็น 50.9 % ดินร่วนทราย (Sandy loam) 10.69 % ดินร่วน (Loam) 9.22 % เฉลี่ยเป็นกลุ่มดินเนื้อปานกลาง น้ำจะไหลซึมผ่านได้ปานกลาง มีค่า Totol porosity (θs) อยู่ที่ 0.00-0.48 cm^3/cm^3 ค่าResidual Saturation (θr) อยู่ที่ 0.00-0.11 cm^3/cm^3 ค่าBubbling Pressure(Φc) อยู่ที่ 0.00-85.60 cm มีความแปรปรวน 542.74 ค่อนข้างมาก ในพื้นที่พบว่ามีทั้งดินเหนียวและดินทรายที่มีค่าการดูดซึมน้ำที่แตกต่างกัน ค่า Pore SizeDistribution (λ) อยู่ที่ 0.00-0.55 ค่า Saturated Hydraulic (Ks) อยู่ที่ 0.00-6.11 cm/h โดยมีค่าความแปรปรวนของค่า Ks อยู่ระหว่าง 0.00-2.28 $(cm/h)^2$ รายละเอียดตามตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดปราจีนบุรี

ข้อมูล	Totol porosity (θs) (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (θr) (Cm^3/cm^3)	Bubbling Pressure (Φc) (cm)	Pore Size Distribution (λ) mean	Saturated Hydraulic (**Ks**) (cm/h)	Variance Var(**Ks**) $(cm/h)^2$
พื้นที่รวม (ตร.กม.)	4756.06					
จำนวนข้อมูล	105					
ค่าต่ำสุด	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าสูงสุด	0.48	0.11	85.60	0.55	6.11	2.28
ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน	0.13	0.03	23.41	0.11	1.23	0.49
ความแปรปรวน	0.02	0.00	542.74	0.01	1.49	0.24

4.2.3 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดจันทบุรี ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

จังหวัดจันทบุรีมีพื้นที่ 491.34 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 5% ของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีจำนวนชุดข้อมูลดินทั้งหมด 18 ชุดข้อมูล ผลการหาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดินพบว่า ดินจังหวัดจันทบุรีที่พบมาก 3 ลำดับแรก เป็นดินร่วน (Loam) 37.75 % ดินเหนียวปนทราย (SandyClay) 28.32 % และ ดินเหนียวปนดินร่วน (Clay loam) 25.66 % เฉลี่ยเป็นกลุ่มดินเนื้อละเอียด น้ำจะไหลซึมผ่านได้ยาก จากการศึกษาพบว่า มีค่า Totol porosity (θs) อยู่ที่ 0.40-0.48 cm^3/cm^3 ค่าResidual Saturation (θr) อยู่ที่ 0.03-0.11 cm^3/cm^3 ค่า Bubbling Pressure (Φc) อยู่ที่ 30.20-85.60 cm มีความแปรปรวน 347.87 ถือว่าไม่มากเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น เนื่องจากมีประเภทดินที่มีค่า Φc ใกล้เคียงกัน ค่า Pore SizeDistribution (λ) อยู่ที่ 0.17-0.38 ค่าSaturated Hydraulic (Ks) อยู่ที่ 0.06-2.98 cm/h มีความ

แปรปรวน 0.77 ถือว่าน้อยเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนกับดินเหนียวที่มีค่า(Ks) ใกล้เคียงกัน และมีค่าความแปรปรวนของ Ks อยู่ระหว่าง 1.35-2.28 $(cm/h)^2$ รายละเอียดตามตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดจันทบุรี

ข้อมูล	Totol porosity (θs) (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (θr) (Cm^3/cm^3)	Bubbling Pressure (Φc) (cm)	Pore Size Distribution (λ) mean	Saturated Hydraulic (**Ks**) (cm/h)	Variance Var(**Ks**) $(cm/h)^2$
พื้นที่รวม (ตร.กม.)	491.34					
จำนวนข้อมูล	18					
ค่าต่ำสุด	0.40	0.03	30.20	0.17	0.06	1.35
ค่าสูงสุด	0.48	0.11	85.60	0.38	2.98	2.28
ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน	0.02	0.03	18.65	0.06	0.88	0.21
ความแปรปรวน	0.00	0.00	347.87	0.00	0.77	0.04

4.2.4 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดนครราชสีมา ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

จังหวัดนครราชสีมามีพื้นที่ 158.90 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 1.62 % ของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีจำนวนชุดข้อมูลดินทั้งหมด 7 ชุด ผลการหาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดินพบว่า ดินจังหวัดนครราชสีมาที่พบมากส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (SiltyClayLoam) ถึง 99.84 % ส่วนที่เหลือเป็นดินร่วนทราย (Sandy loam) 0.16 % เป็นกลุ่มดินเนื้อละเอียอด น้ำจะไหลซึมผ่านได้ค่อนข้างยาก จากการศึกษาพบว่า มีค่า Totol porosity (θs) อยู่ที่ 0.45-0.48 cm3/cm3 ค่าResidual Saturation (θr) อยู่ที่ 0.03-0.09 cm^3/cm^3 ค่าBubbling Pressure (Φc) อยู่ที่ 30.20-85.60 cm มีความแปรปรวน 433.21 ค่าPore SizeDistribution (λ) อยู่ที่ 0.17-0.38 ค่าSaturated Hydraulic (Ks) อยู่ระหว่าง 0.06-2.59 cm/h เนื่องจากเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้งถึง 99.84 % (มีค่าสภาพนำน้ำหรือ Ks น้อย) น้ำจะซึมผ่านได้ยาก และมีค่าความแปรปรวนของKs อยู่ระหว่าง 1.35-1.76 $(cm/h)^2$ รายละเอียดตามตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดนครราชสีมา

ข้อมูล	Totol porosity (θ_s) (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (θ_r) (Cm^3/cm^3)	Bubbling Pressure (Φ_c) (cm)	Pore Size Distribution (λ) mean	Saturated Hydraulic (**Ks**) (cm/h)	Variance Var(**Ks**) $(cm/h)^2$
พื้นที่รวม (ตร.กม.)	158.90					
จำนวนข้อมูล	7					
ค่าต่ำสุด	0.45	0.03	30.20	0.17	0.06	1.35
ค่าสูงสุด	0.48	0.09	85.60	0.38	2.59	1.76
ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน	0.01	0.02	20.81	0.08	1.03	0.18
ความแปรปรวน	0.00	0.00	433.21	0.01	1.06	0.03

4.2.5 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดฉะเชิงเทรา ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

จังหวัดฉะเชิงเทรามีพื้นที่ 154.89 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 1.57 % ของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีจำนวนชุดข้อมูลดินทั้งหมด 35 ชุดข้อมูล ผลการหาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดินพบว่า ดินจังหวัดฉะเชิงเทราที่พบมาก 3 ลำดับแรก เป็นดินทรายร่วน (loamy Sand) 53.53 % ดินเหนียว (Clay) 28.18 % ดินร่วนทราย (Sandy loam) 15.36 % เฉลี่ยเป็นกลุ่มดินเนื้อปานกลาง น้ำจะไหลซึมผ่านได้ปานกลาง จากการศึกษาพบว่า มีพบว่ามีค่า Totol porosity (θ_s) อยู่ที่ 0.00-0.48 cm^3/cm^3 ค่า Residual Saturation (θ_r) อยู่ที่ 0.00-0.09 cm^3/cm^3 ค่าBubbling Pressure (Φ_c) อยู่ที่ 0.00-85.60 cm มีความแปรปรวน 587.45 เนื่องจากมีประเภทดินหลากหลายชนิดในพื้นที่ ค่าPore SizeDistribution (λ) อยู่ที่ 0.00-0.55 ค่าSaturated Hydraulic(Ks) อยู่ที่ 0.00-6.11 cm/h เนื่องจากมีประเภทดินดินทรายร่วนมากถึง 53.53 % โดยมีค่า VarianceVar (Ks) อยู่ระหว่าง 0.00-2.20 $(cm/h)^2$ รายละเอียดตามตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดฉะเชิงเทรา

ข้อมูล	Totol porosity (θ_s) (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (θ_r) (Cm^3/cm^3)	Bubbling Pressure (Φ_c) (cm)	Pore Size Distribution (λ) mean	Saturated Hydraulic (**Ks**) (cm/h)	Variance Var(**Ks**) $(cm/h)^2$
พื้นที่รวม (ตร.กม.)	154.89					
จำนวนข้อมูล	35					
ค่าต่ำสุด	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 4.12 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดฉะเชิงเทรา (ต่อ)

ข้อมูล	Totol porosity (θ_s) (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (θ_r) (Cm^3/cm^3)	Bubbling Pressure (Φ_c) (cm)	Pore Size Distribution (λ) mean	Saturated Hydraulic (**Ks**) (cm/h)	Variance Var(**Ks**) $(cm/h)^2$
ค่าสูงสุด	0.48	0.09	85.60	0.55	6.11	2.20
ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน	0.08	0.03	24.59	0.11	1.59	0.32
ความแปรปรวน	0.01	0.00	587.45	0.01	2.45	0.10

4.2.6 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดนครนายก ในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

จังหวัดนครนายก มีพื้นที่ 38.74 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น 0.39 % ของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีจำนวนชุดข้อมูลดินทั้งหมด 21 ชุด ผลการหาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดินพบว่า ดินจังหวัดนครนายกที่พบมาก 3 ลำดับแรก เป็นดินเหนียว (Clay) 69.73 % เป็นดินร่วน (loam) 10.84 % ดินร่วนเหนียวปนทราย (SiltyClayLoam) 10.17 % ดินร่วนทราย (Sandy loam) 6.01 % เฉลี่ยเป็นกลุ่มดินเนื้อละเอียดน้ำจะไหลซึมผ่านได้ยาก จากการศึกษาพบว่า มีค่า Totol porosity (θ_s) มีค่าระหว่าง 0.40-0.48 cm^3/cm^3 ค่า Residual Saturation (θ_r) อยู่ที่ 0.03-0.09 cm^3/cm^3 ค่า Bubbling Pressure (Φ_c) อยู่ระหว่าง 30.20-85.60 cm และมีความแปรปรวน 327.60 ถือว่าน้อย เนื่องจากมีประเภทดินจำพวกดินเหนียวในพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ ค่า Pore SizeDistribution (λ) เฉลี่ยทั้งพื้นที่อยู่ระหว่าง 0.15-0.38 ค่า Saturated Hydraulic (Ks) อยู่ที่ 0.06-2.59 cm/h และมีค่าความแปรปรวนสภาพนำน้ำ หรือ Var (Ks) อยู่ระหว่าง 1.35-2.20 $(cm/h)^2$ รายละเอียดตามตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินจังหวัดนครนายก

ข้อมูล	Totol porosity (θ_s) (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (θ_r) (Cm^3/cm^3)	Bubbling Pressure (Φ_c) (cm)	Pore Size Distribution (λ) mean	Saturated Hydraulic (**Ks**) (cm/h)	Variance Var(**Ks**) $(cm/h)^2$
พื้นที่รวม (ตร.กม.)	38.74					
จำนวนข้อมูล	21					
ค่าต่ำสุด	0.40	0.03	30.20	0.15	0.06	1.35
ค่าสูงสุด	0.48	0.09	85.60	0.38	2.59	2.20
ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน	0.02	0.02	18.55	0.07	0.66	0.27
ความแปรปรวน	0.00	0.00	327.60	0.00	0.42	0.07

4.2.7 ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินทั้งลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ลุ่มน้ำปราจีนบุรี มีพื้นที่ 9,834.70 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนชุดข้อมูลดินทั้งหมด 273 ชุดข้อมูล ผลการหาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดินพบว่า ดินที่พบมากสุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทราย (SandyClayLoam) 21.25 % ดินเหนียว (Clay) 19.78 % และดินร่วน (loam) 18.68 % จากการศึกษาพบว่า มีค่า Totol porosity (θs) อยู่ระหว่าง 0.00-0.48 cm^3/cm^3 ค่า Residual Saturation (θr) อยู่ที่ 0.00-0.11 cm^3/cm^3 ค่า Bubbling Pressure (Φc) อยู่ที่ 0.00-85.60 cm มีความแปรปรวน 501.37 ถือว่ามาก ค่า Pore Size Distribution (λ) อยู่ที่ 0.00-0.55 ค่า Saturated Hydraulic (Ks) อยูที่ 0.00-6.11 cm/h ดินส่วนมากในจังหวัดปราจีนบุรีจัดเป็นดินที่น้ำซึมผ่านได้ดี โดยเฉลี่ยเป็นประเภทดินร่วนที่ซึมน้ำได้ปานกลาง ค่า Ks ของดินร่วนอยู่ที่ประมาณ 1.32 cm/h และมีค่าความแปรปรวนของ Ks หรือ Var (Ks) อยู่ระหว่าง 0.00-2.28 $(cm/h)^2$ รายละเอียดตามตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 แสดงผลค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดินทั้งลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ข้อมูล	Totol porosity (θs) (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (θr) (Cm^3/cm^3)	Bubbling Pressure (Φc) (cm)	Pore Size Distribution (λ) mean	Saturated Hydraulic (**Ks**) (cm/h)	Variance Var(**Ks**) $(cm/h)^2$
พื้นที่รวม (ตร.กม.)	9834.70					
จำนวนข้อมูล	273					
ค่าต่ำสุด	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ค่าสูงสุด	0.48	0.11	85.60	0.55	6.11	2.28
ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน	0.09	0.03	22.39	0.10	1.29	0.36
ความแปรปรวน	0.01	0.00	501.37	0.01	1.65	0.13

4.3 แผนที่แสดงค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดินในลุ่มน้ำปราจีนบุรี

ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดิน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความชื้นณ.จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน (θs) แสดงดังแผนที่ 4.1

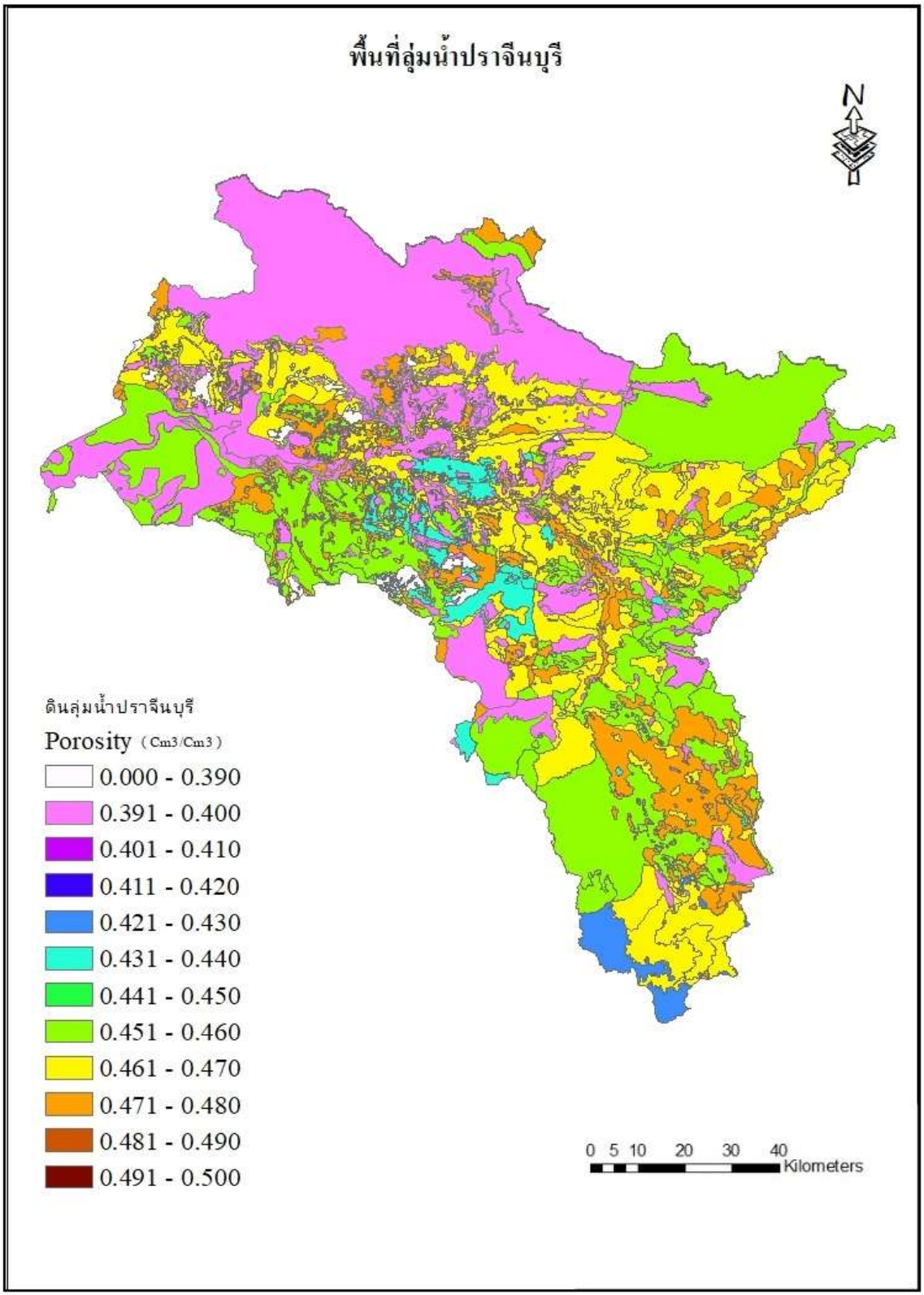
ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดิน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความชื้นคงค้างของดิน (θr) แสดงดังแผนที่รูปที่ 4.2

ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดิน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย normalized bubbling pressure head (θc) แสดงดังแผนที่รูปที่ 4.3

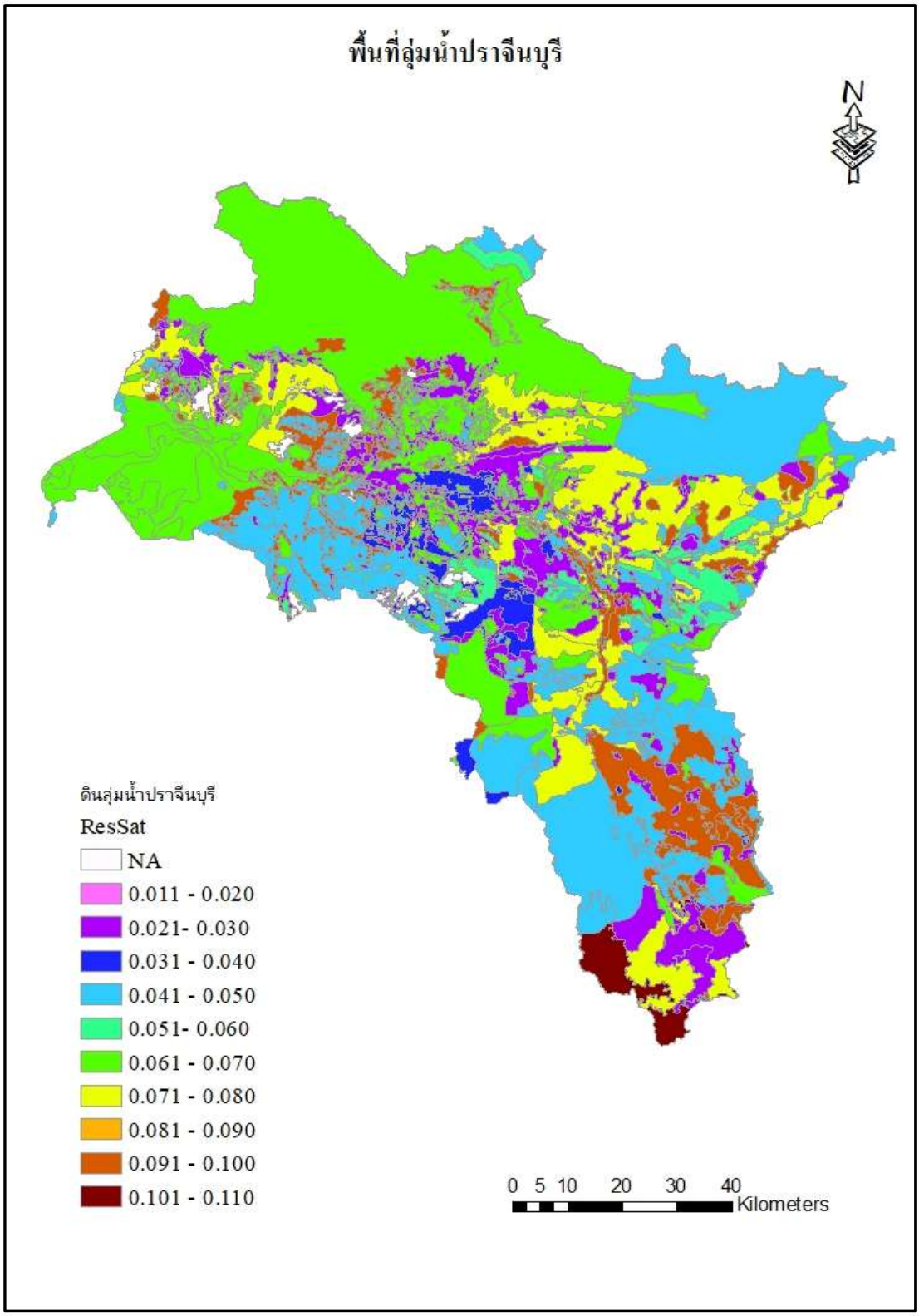
ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดิน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างในดิน(λ) แสดงดังแผนที่รูปที่ 4.4

ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดิน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Ks) แสดงดังแผนที่รูปที่ 4.5

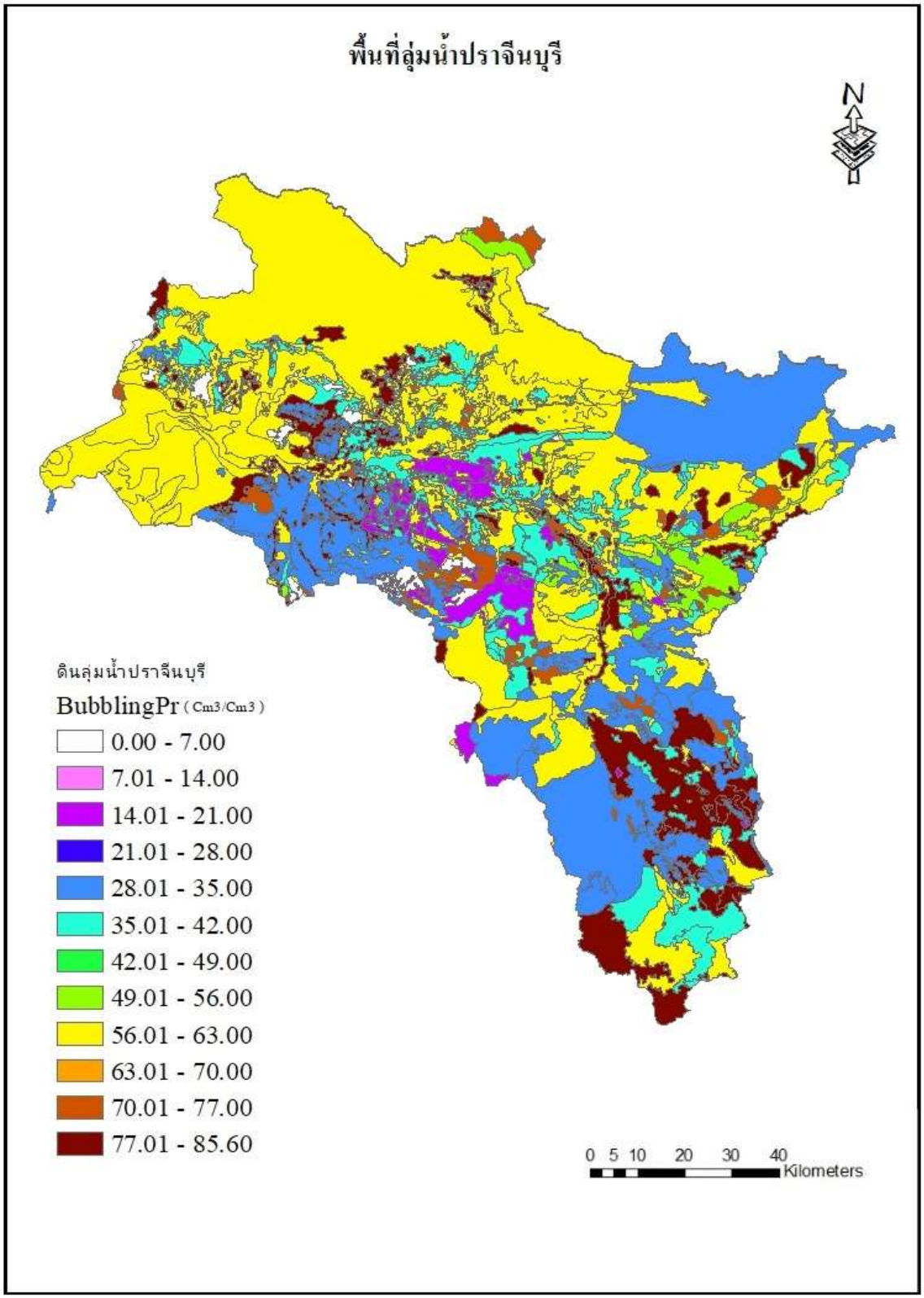
ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดิน ได้แก่ ค่าความแปรปรวนสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Var(Ks)) แสดงดังแผนที่รูปที่ 4.6



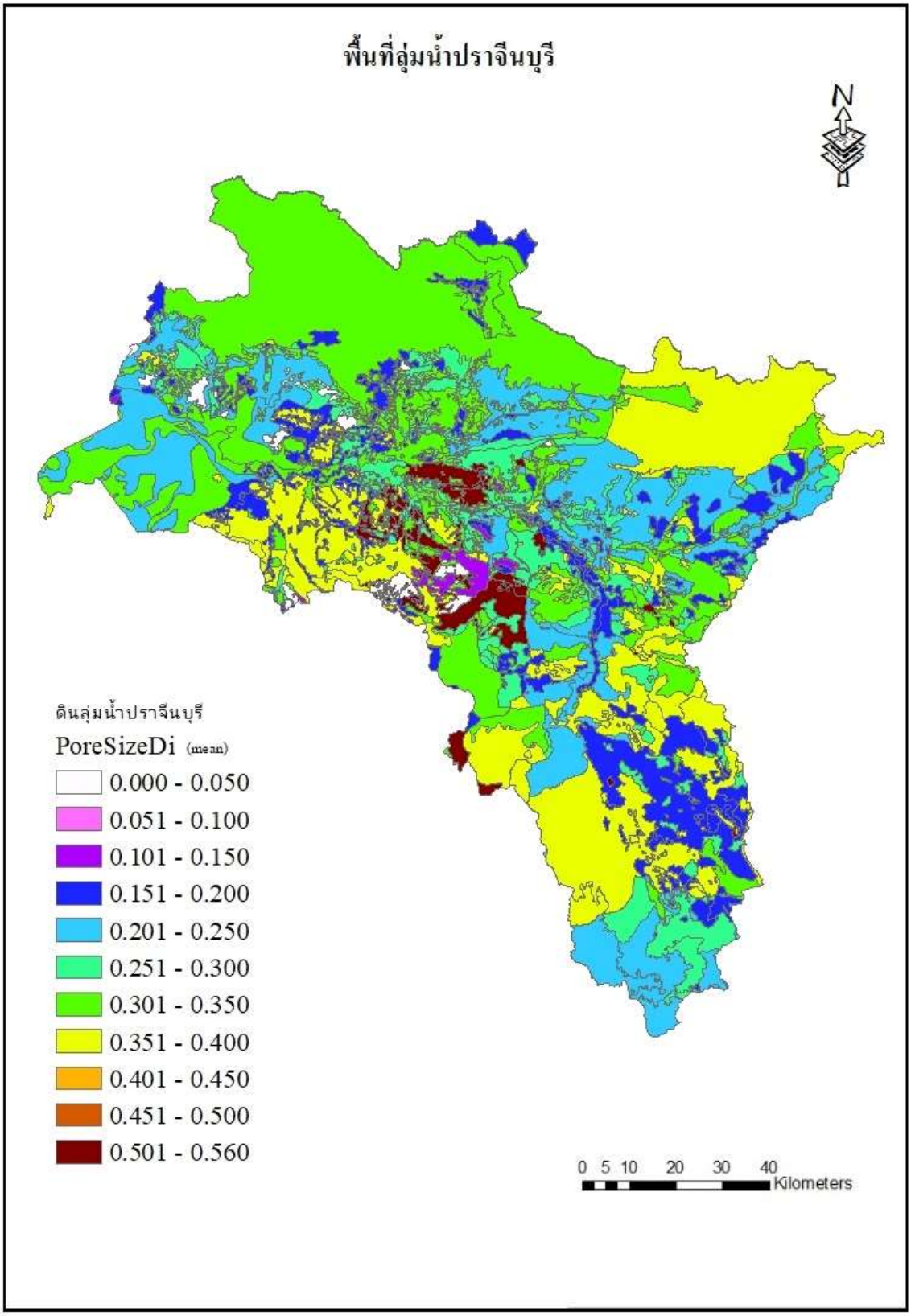
รูปที่ 4.1 แสดงค่าค่าเฉลี่ยความชื้นณ.จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน (θ_s) บริเวณลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี



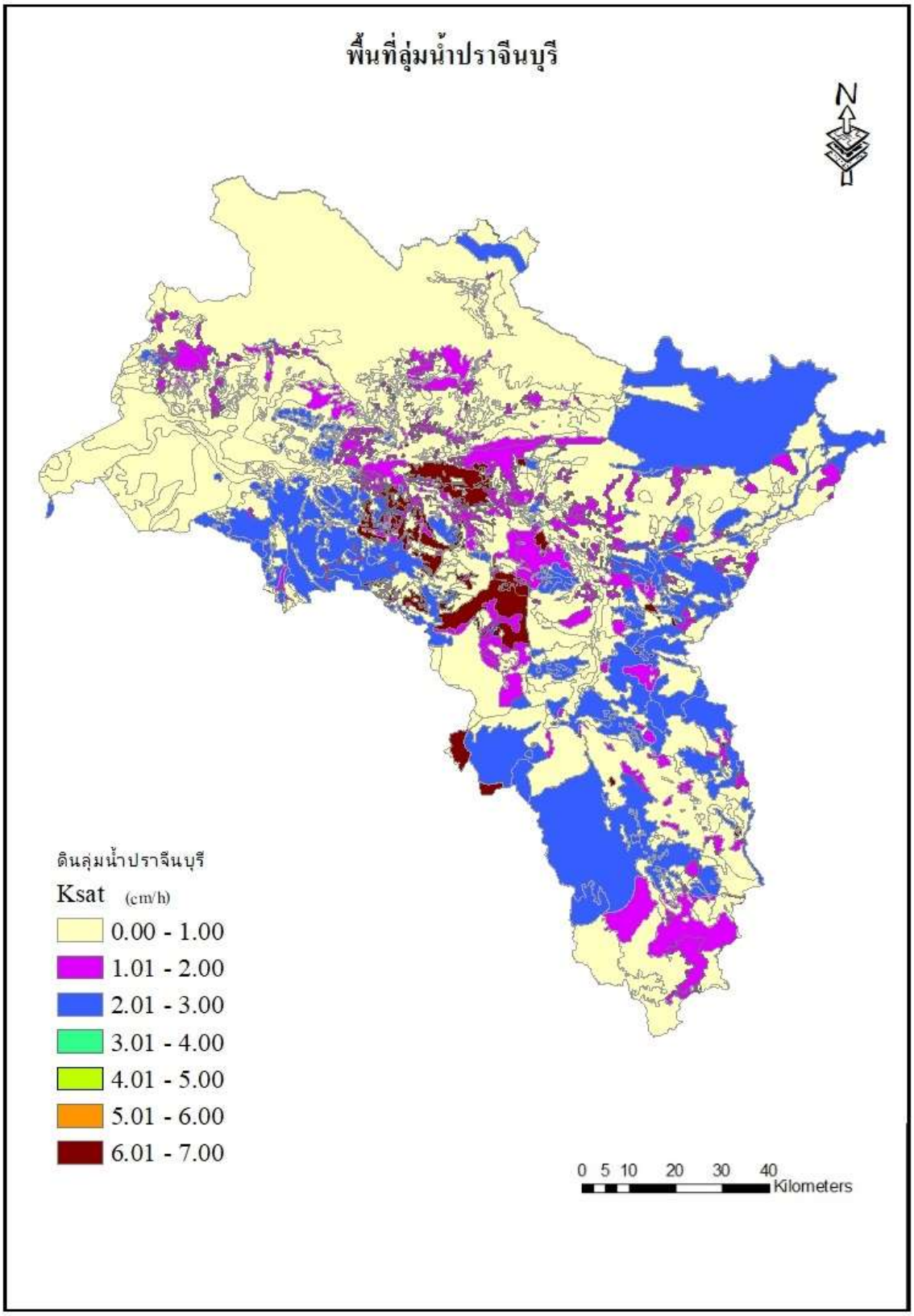
รูปที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยความชื้นคงค้าง (θr) ของดินในลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี



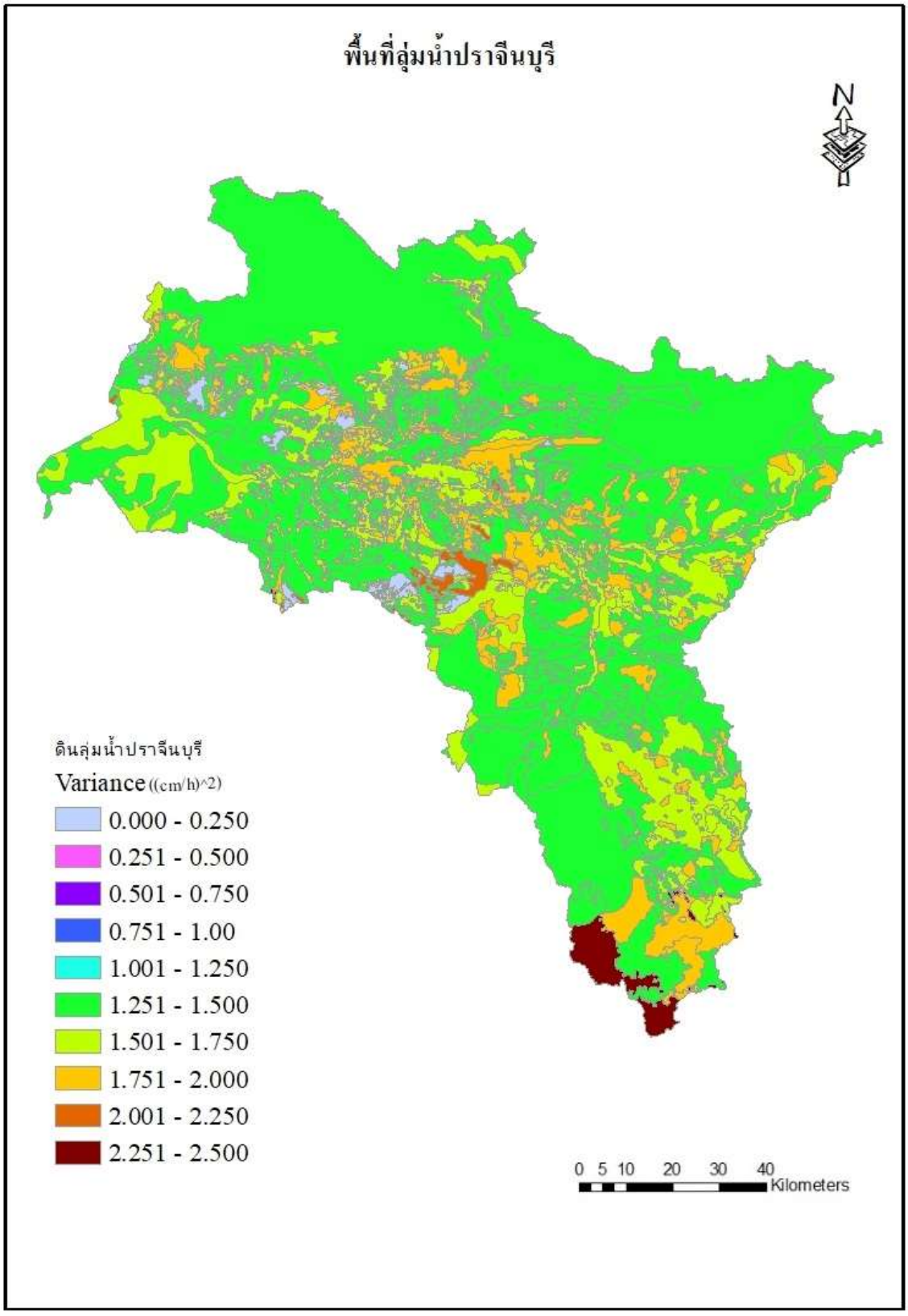
รูปที่ 4.3 แสดงผลค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ย normalized bubbling pressure head (Φc) ของดินในลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี



รูปที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างเม็ดดิน (λ) ของดินในลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี



รูปที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Ks) ของดินในลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี



รูปที่ 4.6 แสดงค่าความแปรปรวนสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Var(Ks)) ของดินในลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรี

4.4 ประโยชน์ในการศึกษาวิจัยพารามิเตอร์ทางด้านชลศาสตร์ของดิน

การศึกษาวิจัยพารามิเตอร์ทั้ง 6 ชนิดนั้น จะมีผลกับกระบวนการเคลื่อนที่ของน้ำ การซึมผ่านผ่านผิวดินลงสู่ชั้นล่างของดิน และการระบายน้ำ ซึ่งอยู่กับพารามิเตอร์ที่ทั้ง 6 ชนิด

1) ค่าเฉลี่ยความชื้น ณ จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน: (θs) (Totol porosity mean) เป็นพารามิเตอร์ที่ช่วยในการพิจารณาจุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน คือ ดินที่มีน้ำอยู่เต็มช่องว่างของเม็ดดิน หรือ เม็ดดินชุ่มน้ำ หรือ เม็ดดินที่อยู่ในสภาพน้ำขัง พิจารณาว่า เม็ดดินที่ชุ่มน้ำ การเคลื่อนที่การซึมผ่านของน้ำ จะเกิดขึ้นเร็วกว่าดินไม่ชุ่มน้ำ

2) ค่าเฉลี่ยความชื้นคงค้าง: (θr) (Residual saturation mean) หรือความชื้น ณ.จุดเหี่ยวเฉา คือการพิจารณาปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่เป็นชั้นบางๆรอบผิวอนุภาคดินแสดงว่าดินบริเวณที่พิจารณานั้นเม็ดดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ คือช่วงความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้

3) ค่าเฉลี่ย normalized bubbling pressure head: (Φc, Bubbling pressure mean) คือการหาค่าเฉลี่ยระหว่างพลังงานดินดูดน้ำต่อดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างในดินบริเวณนั้นๆ เป็นดังสมการ $\Phi_c = |\Psi_m|/(3\lambda + 1)$

4) ค่าเฉลี่ยดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างในดิน: (λ) (pore size distribution mean) หากดินมีการกระจายตัวของช่องว่างมาก จะสามารถนำน้ำได้ดีกว่าดินที่มีการกระจายตัวของช่องว่างน้อย

5) ค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว: (Ks) (Saturated hydraulic mean) มีความสัมพันธ์กับพลังงานศักดิ์น้ำในดินและและพลังงานแรงดินดูดน้ำซึงทั้งสองตัวแปลจะทำให้เราทราบค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำนะจุดอิ่มตัวได้

6) ค่าความแปรปรวนสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Variance): Var(Ks) เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ.จุดอิ่มตัว ในพื้นที่ที่พิจารณา

4.5 ประโยชน์ของโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1) โปรแกรมสามารถแสดงผลของค่าพารามิเตอร์ทางด้านชลศาสตร์ และสามารถใช้วิเคราะห์เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มข้อมูลดิน และนำไปประยุกต์ใช้ศึกษาและคาดการณ์ในด้านอื่นๆ ได้

2) เพื่อเป็นโปรแกรมต้นแบบในการนำไปพัฒนาประยุกต์ให้มีประสิทธิภาพและพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องมากขั้นต่อไป

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยพบว่า ลุ่มน้ำปราจีนบุรีครอบคลุมพื้นที่จังหวัดจำนวน 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดปราจีนบุรี 4756.06 ตร.กม. จังหวัดสระแก้ว 4234.77 ตร.กม. จังหวัดจันทบุรี 491.34 ตร.กม. จังหวัดนครราชสีมา 158.90 ตร.กม. จังหวัดฉะเชิงเทรา 154.89 ตร.กม. จังหวัดนครนายก 38.76 ตร.กม. รวมพื้นที่ทั้ง 6 จังหวัดครอบคลุมลุ่มน้ำปราจีนบุรี 9834.71 ตร.กม. โดยพบว่า ลุ่มน้ำปราจีนบุรีประกอบด้วยกลุ่มชุดดินจำนวน 37 กลุ่มชุดดิน และพบว่ากลุ่มชุดดินที่ 62 พบมากที่สุดในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี ซึ่งได้ทำการศึกษาชนิดขนาดของเม็ดดินหรืออนุภาคดิน ที่เป็นคุณสมบัติที่บ่งบอกถึงความหยาบ ความละเอียดของดิน โดยขนาดของอนุภาคดิน จำแนก ดังนี้

1) อนุภาคดินทราย (Sand) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 - 0.05 มม.
2) อนุภาคทรายแป้ง (Silt) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.05 - 0.002 มม.
3) อนุภาคดินเหนียว (Clay) หรือ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง < 0.002 มม.

จากฐานข้อมูลชุดดิน และข้อมูลการขุดเจาะสำรวจดินสำรวจโดยกรมพัฒนาที่ดิน ในจังหวัดต่างๆ ที่อยู่ในขอบเขตลุ่มน้ำปราจีนบุรี นำมาทำการเฉลี่ยขนาดของเม็ดดิน (สภาพเนื้อดิน) หรือการจำแนกเนื้อดินทั้ง 3 ชนิด ดังกล่าว ตามชั้นความลึกที่มีการเจาะสำรวจ หรือ soil profile โดยทำการเฉลี่ยเนื้อดินตาม % ของอนุภาคดินแต่ละชนิดในแต่ละชั้นความลึก และทำการเฉลี่ยตลอดชั้นดิน soil profile เพื่อหาขนาดของอนุภาคดินเฉลี่ยตลอดชั้นความลึก เมื่อได้สัดส่วนโดยมวล (ร้อยละของอนุภาคดิน) โดยเฉลี่ยตลอดชั้นความลึกของชุดดินแต่ละชนิด จึงทำการจำแนกประเภทดินโดยอ้างอิงจากระบบการจำแนกดินแบบ USDA (United State Department of Agriculture) ซึ่งในการแบ่งประเภทเนื้อดินดังกล่าว สามารถแบ่งประเภทกลุ่มเนื้อดินได้เป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่

1) กลุ่มดินเนื้อหยาบ แบ่งเป็น ดินทราย (sand) , ดินทรายปนร่วน (loamy sand) , ดินร่วนปนทราย (sandy loam)
2) กลุ่มดินเนื้อปานกลาง แบ่งเป็น ดินร่วน (loam) , ดินทรายแป้ง (silt) , ดินร่วนปนทรายแป้ง (silt loam) , ดินร่วนเหนียว ปนทราย (sandy clay loam)
3) กลุ่มดินเนื้อละเอียด แบ่งเป็น ดินเหนียว (clay) , ดินเหนียวปนทราย (clay loam) , ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sandy clay) , ดินร่วนเหนียว (clay loam) , ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam)

จากผลการจำแนกประเภทดินตามระบบ USDA พบว่าลุ่มน้ำปราจีนบุรี มีประเภทดินส่วนมากในลุ่มน้ำเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (SandyClayLoam) 21.25 % เป็นดินประเภทดินเหนียว (Clay) 19.78 % เป็นดินร่วน (loam) 18.68 % เป็นดินร่วนทราย (Sandy loam) 13.55 % ดินร่วนเหนียว

(Clay loam) 6.59 % เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (siltyclayloam) 5.13 % และดินอื่นๆ ดังรายละเอียดในตาราง 4.7

เมื่อจำแนกประเภทดินตามระบบอ้างอิง USDA จากนั้นนำคุณสมบัติของดินแต่ละประเภทมาจัดทำฐานข้อมูลเชิงชลศาสตร์ของดินที่พบบริเวณลุ่มน้ำปราจีนบุรี เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์สภาพนำน้ำของดิน (soil hydraulic parameter) ซึ่งมีพารามิเตอร์พื้นฐานที่สำคัญ 6 ค่า ได้แก่

1. ค่าเฉลี่ยความชื้น ณ จุดอิ่มตัวโดยปริมาตรของดิน: (θ_s) (Mean volumetric water content at saturation)
2. ค่าเฉลี่ยความชื้นคงค้าง: (θ_r) (Mean residual volumetric water content)
3. ค่าเฉลี่ย normalized bubbling pressure head: ($\Phi_c = |\Psi_m|/(3\lambda + 1)$)
4. ค่าเฉลี่ยดัชนีการกระจายตัวของช่องว่างในดิน: (λ) (Mean pore size distribution index)
5. ค่าเฉลี่ยสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว: (K_s) (Mean saturated hydraulic conductivity)
6. ค่าความแปรปรวนสภาพนำน้ำ ณ จุดอิ่มตัว: Var(K_s)

จากการการศึกษาวิจัยพบว่า ค่าทางพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดินพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรี มีพื้นที่ 9,834.70 ตารางกิโลเมตร มีจำนวนชุดข้อมูลดินทั้งหมด 273 ชุดข้อมูล ผลการหาค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ของดินพบว่า ดินที่พบมากสุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ ดินร่วนเหนียวปนทราย (SandyClayLoam) 21.25 % ดินเหนียว (Clay) 19.78 % และดินร่วน (loam) 18.68 % จากการศึกษาพบว่า มีค่า Totol porosity (θs) ตั้งแต่ 0.00 ถึง 0.48 cm^3/cm^3 ค่า Residual Saturation (θr) อยู่ระหว่าง 0.00-0.11 cm^3/cm^3 มีค่า Bubbling Pressure (Φc) อยู่ระหว่าง 0.00-85.60 cm แปลความได้ว่าว่าดินส่วนมากเป็นดินที่น้ำซึมผ่านได้ดี มีความแปรปรวนของ Φc เท่ากับ 501.37 ถือว่ามาก ค่า Pore SizeDistribution (λ) อยู่ระหว่าง 0.00-0.55 ค่าสภาพนำน้ำ (Saturated Hydraulic, Ks) มีค่าตั้งแต่ 0.00-6.11 cm/h โดยที่ค่าศูนย์ ได้แก่ พื้นที่แหล่งน้ำ หรือหิน เป็นต้น ค่า Ks ของดินร่วนอยู่ที่ประมาณ 1.32 cm/h หรือเป็นประเภทดินร่วนที่ซึมน้ำได้ปานกลาง และมีค่าความแปรปรวนของสภาพนำน้ำ (Var(Ks)) อยู่ระหว่าง 0.00-2.28 $(cm/h)^2$

5.2 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อมูลการเจาะสำรวจที่ได้จากกรมพัฒนาที่ดินนั้นมีการเจาะสำรวจผ่านมาเป็นระยะเวลานานมาก อีกทั้งความละเอียดของแผนที่ชุดดินที่ใช้ศึกษามีขนาดมาตราส่วน 1:100,000 ดังนั้นจึงเสนอให้ควรมีการทำการเจาะสำรวจดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจริงเพื่อเป็นการยืนยันผลการศึกษาและให้ผลที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

2. ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของดินที่ใช้อ้างอิงในการศึกษานี้ อ้างอิงจาก Rawls, et al, 1982, and McCuen et al, 1981 ซึ่งมีการศึกษามานาน และยังไม่มีการศึกษาหาค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติของดินในประเทศไทย จึงเสนอให้มีการศึกษาค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของดินในประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน (2546) การกำหนดลักษณะของชุดดินที่จัดตั้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 2546

กรมพัฒนาที่ดิน (2546) การกำหนดลักษณะของชุดดินที่จัดตั้งในภาคเหนือและที่สูงตอนกลางของประเทศไทยจำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 2546

กรมพัฒนาที่ดิน (2546) การกำหนดลักษณะของชุดดินที่จัดตั้งในภาคใต้และชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทยจำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 2546

กรมพัฒนาที่ดิน (2546) การกำหนดลักษณะของชุดดินที่จัดตั้งในภาคกลางของประเทศไทย จำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 2546

กรมพัฒนาที่ดิน (2522) รายงานการสำรวจดินจังหวัดจันทบุรี

กรมพัฒนาที่ดิน (2526) รายงานการสำรวจดินจังหวัดฉะเชิงเทรา

กรมพัฒนาที่ดิน (2527) รายงานการสำรวจดินจังหวัดนครราชสีมา

กรมพัฒนาที่ดิน (2521) รายงานสำรวจดินจังหวัดบุรีรัมย์

กรมพัฒนาที่ดิน (2522) รายงานการสำรวจดินจังหวัดนครานายก

กรมพัฒนาที่ดิน (2542) รายงานการสำรวจดินจังหวัดปราจีนบุรี

นิวัติ อนงค์รักษ์ เอกสารประกอบการสอนวิชาปฐพีศาสตร์เบื้องต้น บทที่ 3 น้ำในดิน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล (2543) แบบจำลองอุทกวิทยาลุ่มน้ำ กลุ่มลุ่มน้ำ ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้

พิพิธภัณฑ์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน http://www.ldd.go.th/museum/thai-7.html

สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์ (2535) ชลศาสตร์ในระบบดิน-พืช ศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ http://www.cab.ku.ac.th/suntaree/publication/book/17-transport

อนิรุทธิ์ โพธิจันทร์, ภูษิต วิวัฒน์วงศ์วนาม และ สุมิตรา วัฒนา (2546) การกำหนดลักษณะของชุดดินที่จัดตั้งในภาคเหนือและที่สูงตอนกลางของประเทศไทย จำแนกใหม่ตามระบบอนุกรมวิธานดิน 2546, กรมพัฒนาที่ดิน

เอกสารอ้างอิง

Kavvas, M. L., et al. (2004), Geomorphologic and Soil Hydraulic Parameters for Watershed Environmental Hydrology (WEHY) Model. Journal of Hydrologic Engineering, 9(6), 465-479.

Suchada Sanusan (2010), Soil physics, Soil Resources and Environment Faculty of Agricultural Prodcution, Maejo University

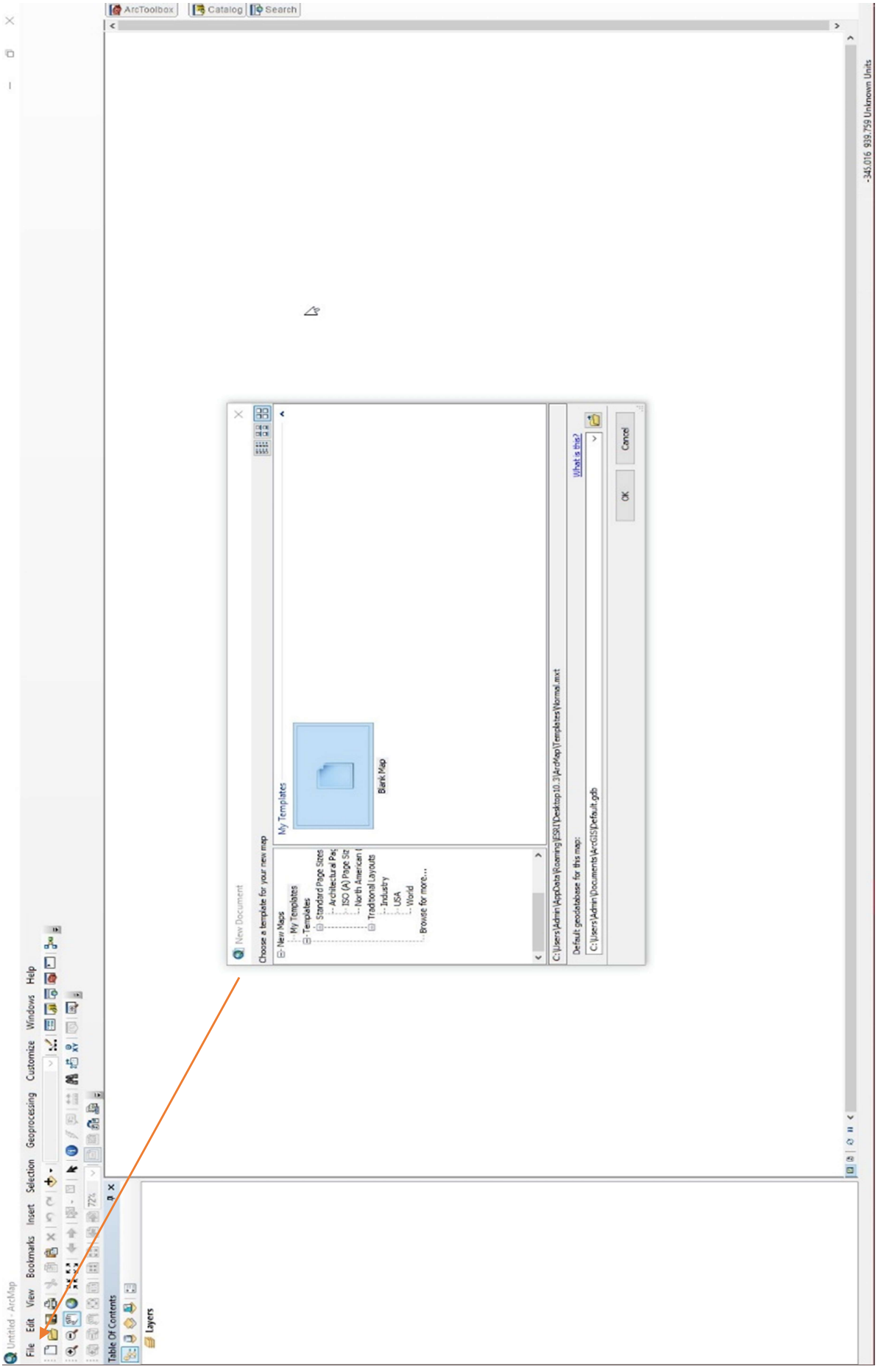
Unit 2.1, Soil Physical Properties, Center for Agroecology & Sustainable Food Systems, University of California, Santa Cruz (2003, 2005) Teaching Organic Farming & Gardening: Resources for Instructors

ภาคผนวก

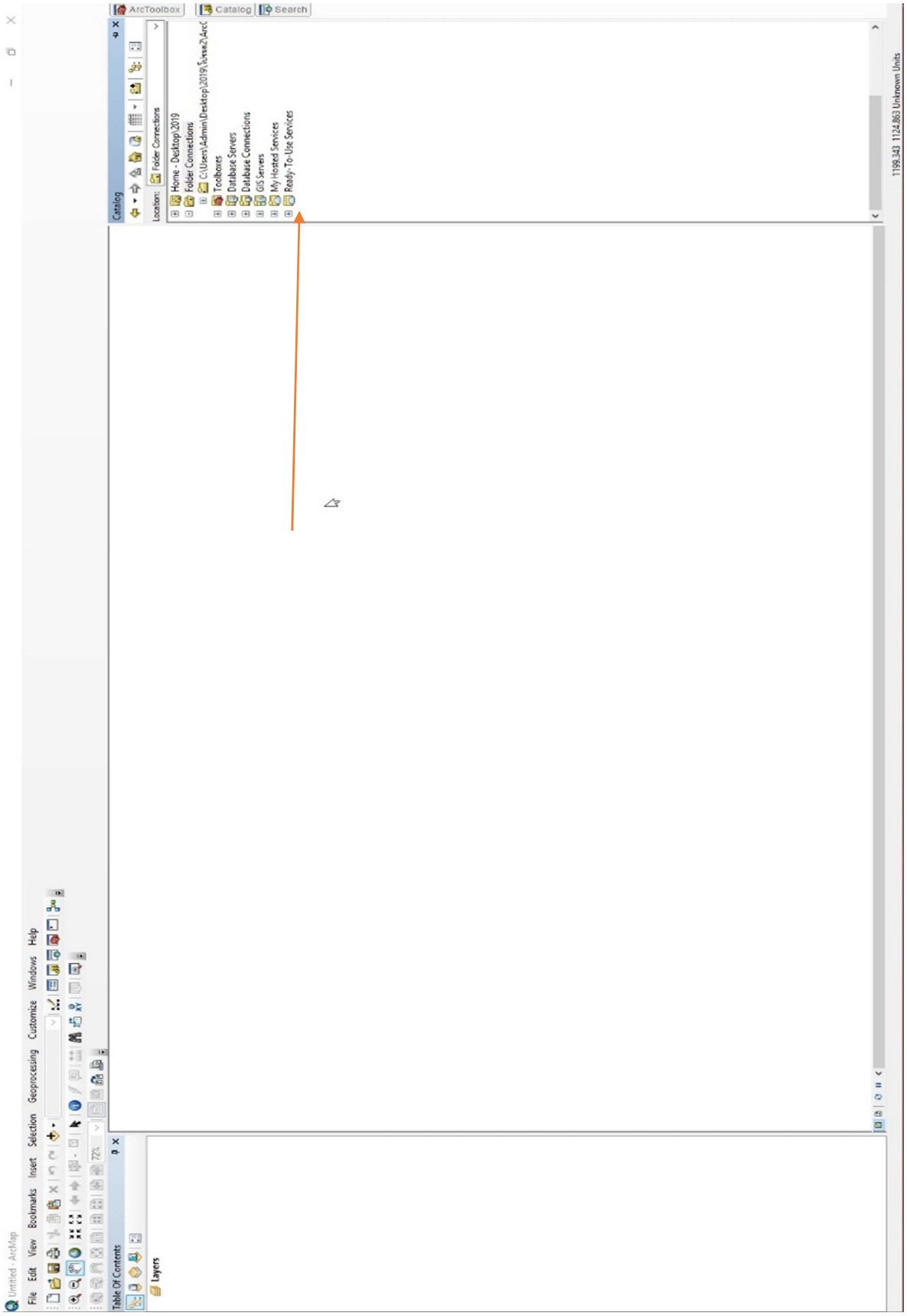
ภาคผนวก ก.

ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลลงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GSI) ของชุดดินต่างๆ และจัดทำแผนที่แสดงค่าพารามิเตอร์แต่ละค่า

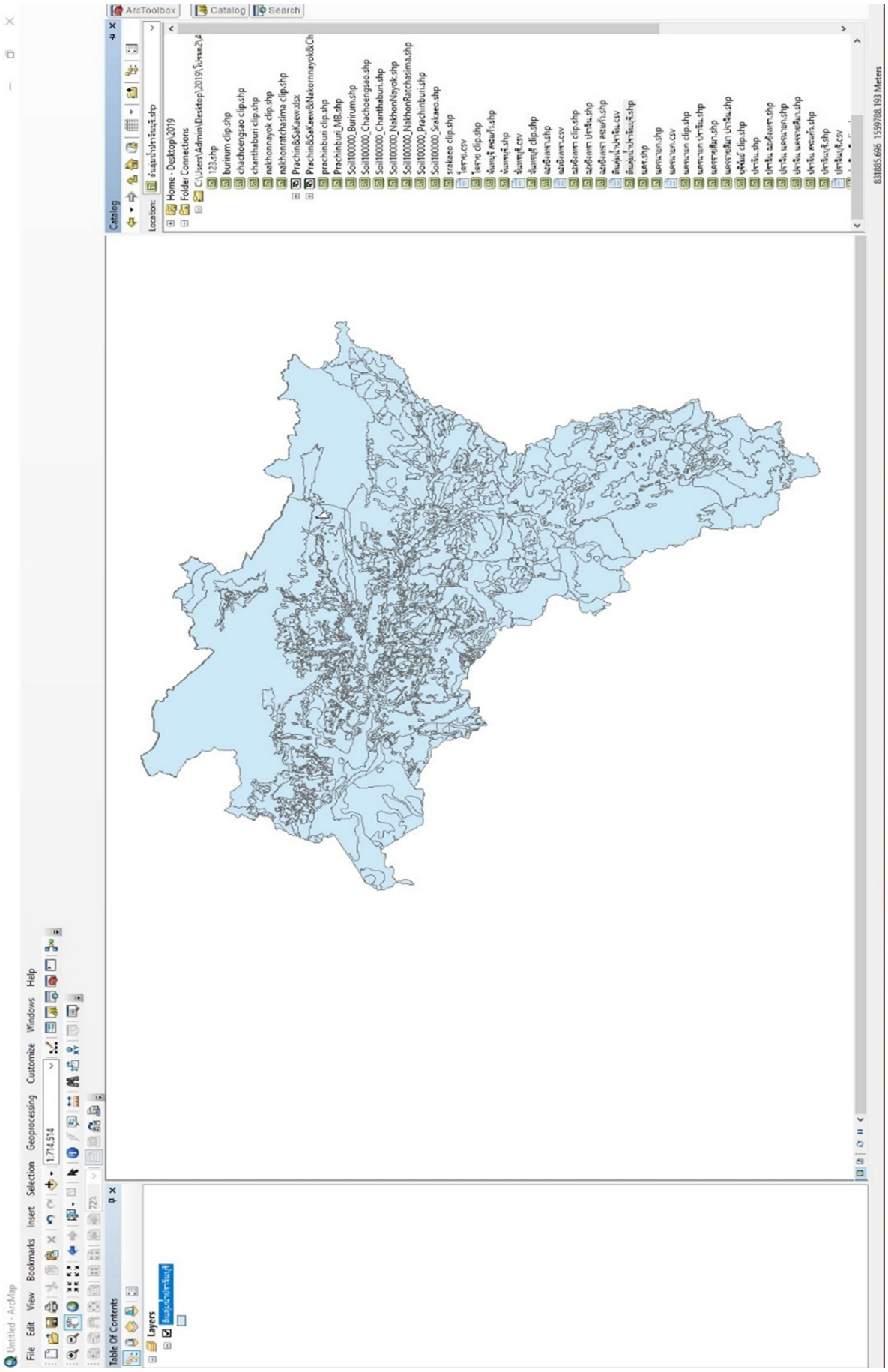
1. สร้าง Map ใหม่โดยไปที่ File แล้วเลือกที่ New จะได้ดังรูป ให้กด ok



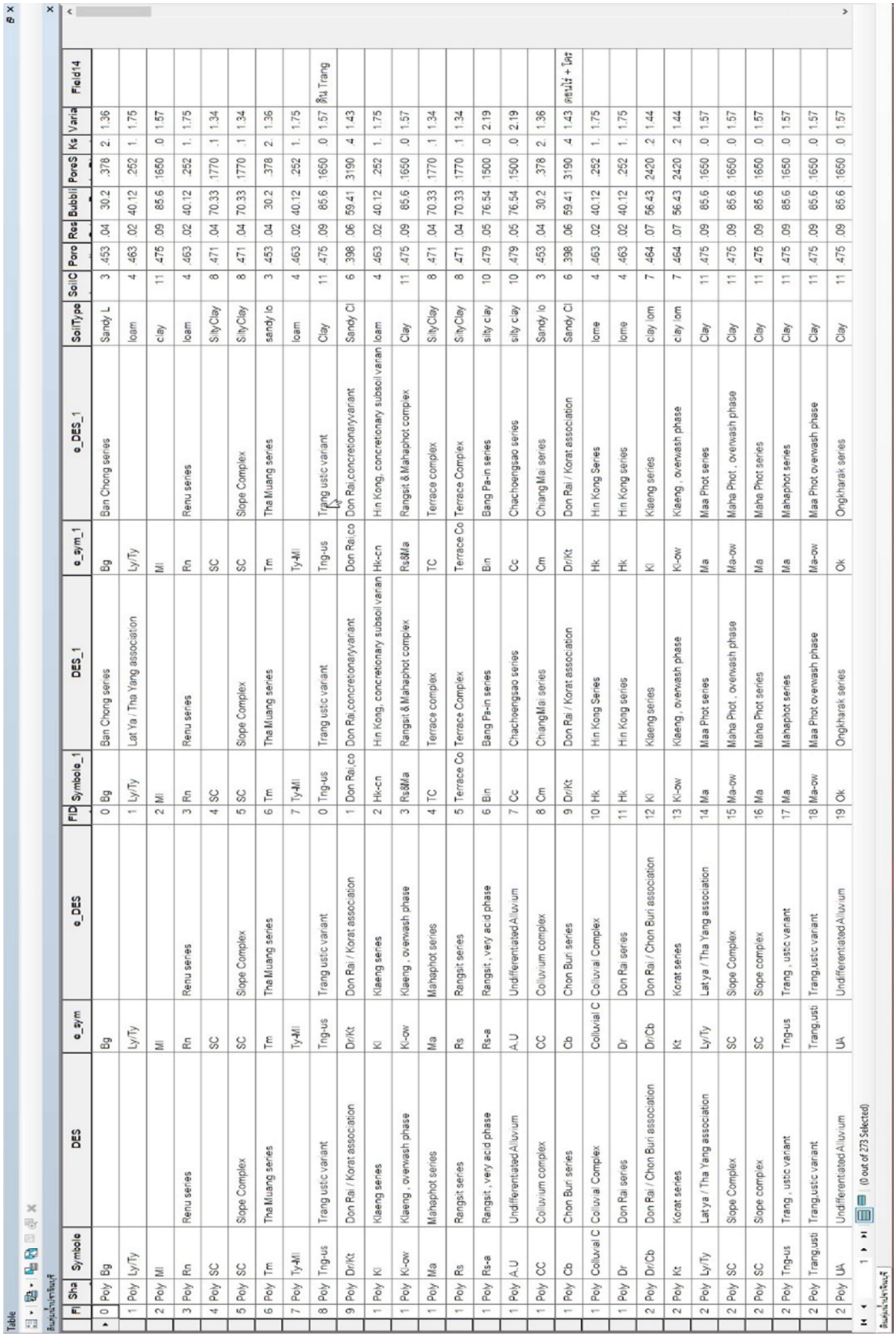
2. ขั้นตอนการใส่ข้อมูลเบื่องต้นของลุ่มน้ำปราจีนบุรี ที่ได้จากกรมพัฒนาที่ดินไปที่ Catalog แล้วเลือกหา Folder ที่เก็บข้อมูล จากนั้นลากข้อมูลลงในที่ว่างตรงกลางของโปรแกรม



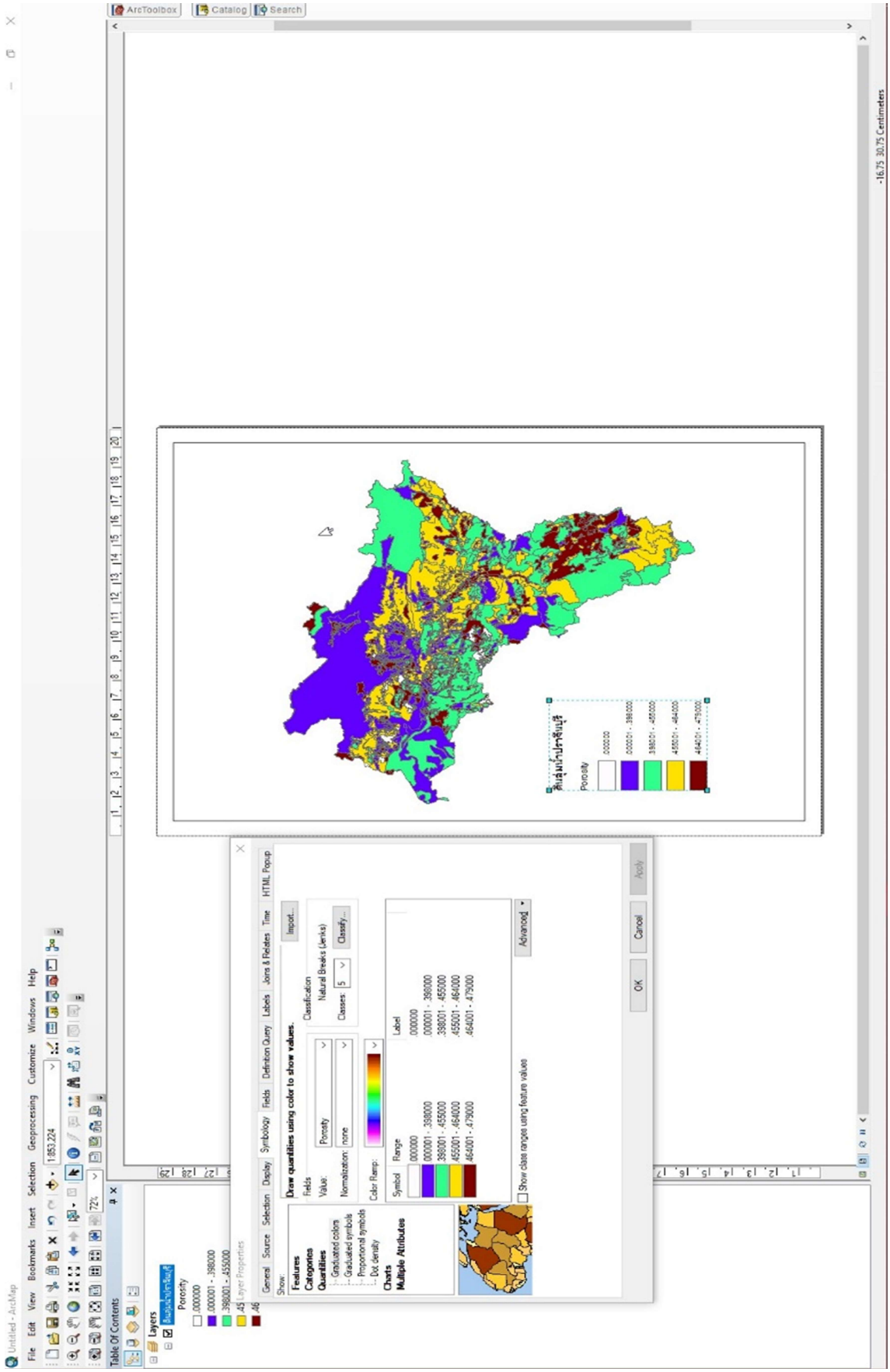
3. เมื่อทำการใส่ข้อมูลแล้ว จะได้พื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนดังรูป



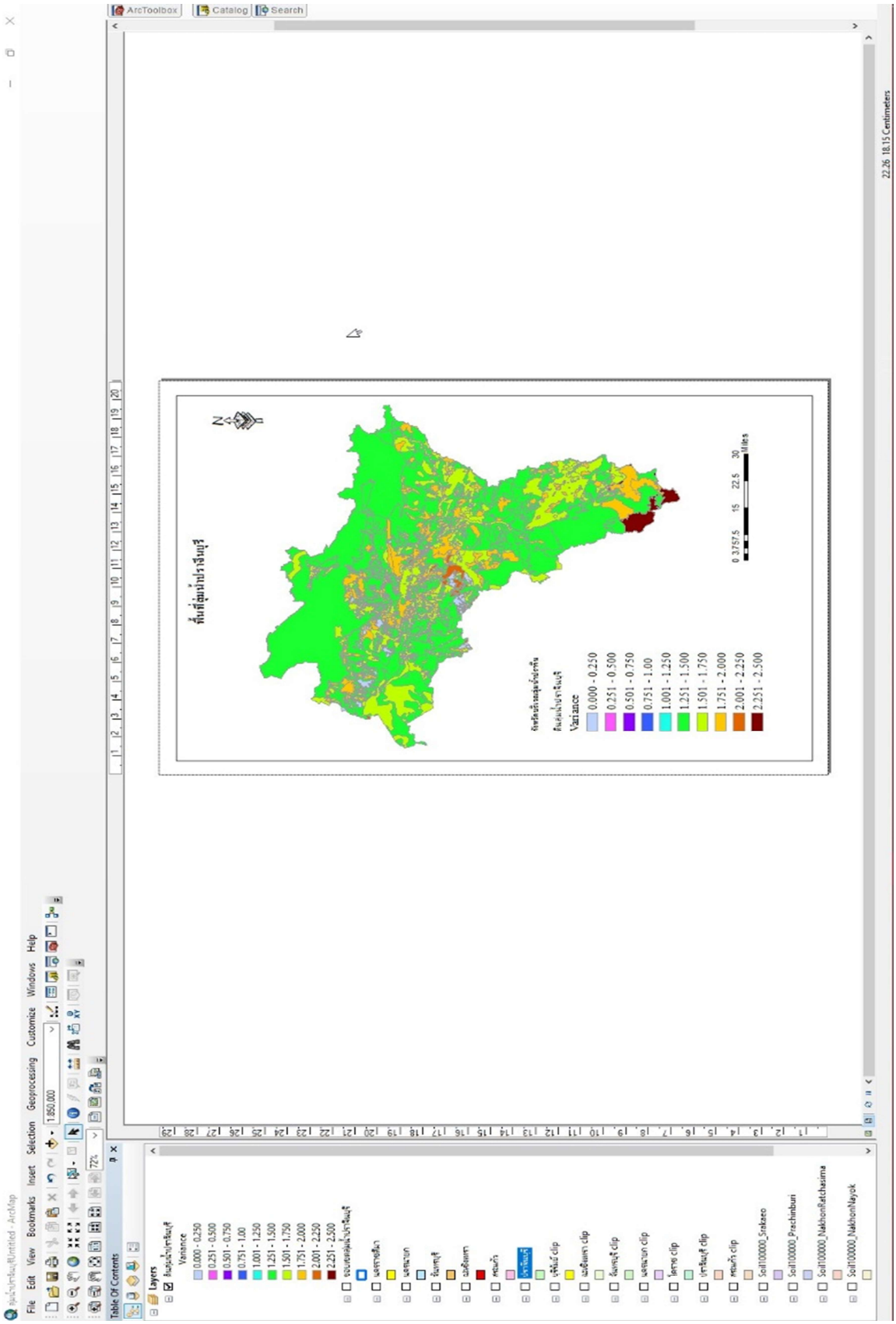
4. ทำการ join ข้อมูลที่เรานำมาวิเคราะห์แล้วกับข้อมูลเบื่องต้นของลุ่มน้ำปราจีนเข้าด้วยกัน โดยไปที่ Layers แล้วจะเห็นชุดข้อมูล ดินลุ่มน้ำที่เราใส่ไว้ข้างต้น คลิกขวาที่ชุดข้อมูลไปที่ joins and relates เลือกที่ join แล้วเลือก Add ไฟล์งานที่เราจัดเตรียมไว้



5. เมื่อ join ข้อมูลเรียบร้อยก็สามารถเรียกดูข้อมูลการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ตามฟังก์ชันที่ต้องการจากโปรแกรม แล้วเลือกจะแสดงข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ตามที่เหมาะสมได้



6.ขั้นตอนการเตรียมเสนอรูปแผนที่ในรูปแบบต่าง ๆ โดยก่อนการ Export Map ให้ใส่ชื่อหัวข้อ ชื่อลุ่มน้ำ ทิศ ค่าพารามิเตอร์ และแถบ Scale Bar จากนั้นทำการ Export Map โดยไปที่ File เลือกที่ Export Map เลือกที่ เซฟไฟล์แล้วกด Save



ภาคผนวก ข.

รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน

และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ของดิน

ตารางที่ ข.1 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดปราจีนบุรี

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดปราจีนบุรี													
1	Chl-us	Chalong ustic variant	-	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73	0.04	0.02
2	Suk-gra	Satuk granite derived variant	sandy clay	9	0.43	0.11	79.48	0.22	0.12	2.28	1.00	0.02	0.01
3	TC/Kb	Terrace Complex / Kabin Buri association	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	44.80	0.94	0.46
4	TC/Rn	Terrace Complex / Renu association	SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	17.69	0.37	0.18
5	Bka/Bka-br	Bang Khla / Bang Khla ,brown variant association	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	3.01	0.06	0.03
6	Kt-gr	Korat , gravelly subsoil variant	Loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	9.16	0.19	0.09
7	Kt-gr/Suk-gr	Korat , gravelly subsoil variant / Satuk , gravelly subsoil variant association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.71	0.01	0.01
8	Pn/Re	Phen / Roi Et association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	3.72	0.08	0.04
9	Pp/Kt	Phon Phisai / Korat association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	19.64	0.41	0.20
10	Pp/Sk	Phon Phisai / Satuk association	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	0.79	0.02	0.01
11	Re-gr/Re-l	Roi Et , gravelly subsoil variant / Roi Et , loamy variant association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	13.38	0.28	0.14
12	Re/Re-gr	Roi Et / Roi Et , gravelly subsoil variant association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	4.55	0.10	0.05
13	Rn/Rn-gr	Renu / Renu , gravelly subsoil variant association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	2.27	0.05	0.02
14	Sk/Bka-br/Pp	Sakon / Bang Khla , brown variant / Phon Phisai association	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	14.46	0.30	0.15
15	Tw-lat	Thap Kwang , lateritic variant	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	8.35	0.18	0.08
16	A.U	Undifferentiated Alluvium	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	1.66	0.03	0.02
17	Tng-us	Trang , ustic variant	Others	12	0.46	0.05	53.23	0.31	2.98	1.73	2.11	0.04	0.02
18	Tng-us	Trang ustic variant	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	7.23	0.15	0.07
19	Trang,ustic variant	Trang,ustic variant	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	2.11	0.04	0.02
20	Kt/Suk/Rn	Korat / Satuk / Renu association	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	3.38	0.07	0.03
21	Mak/Re	Ma Kham / Roi Et association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	39.51	0.83	0.40
22	Suk-gr	Satuk , gravelly subsoil variant	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	1.00	0.02	0.01
23	Suk/Rn	Satuk / Renu association	-	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.48	0.05	0.03
24	AC	Alluvial Complex	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	40.64	0.85	0.41
25	AC-pd	Alluvial Soil poorly drained	Others	12	0.46	0.05	53.23	0.31	2.98	1.73	2.92	0.06	0.03
26	Bin	Bang Pa-in series	extra1	0	0.45	0.06	62.38	0.23	0.44	1.51	28.92	0.61	0.29
27	Bka	Bang Khla series		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.79	0.75	0.36
28	Bka-br	Bang Khla ,brown variant	Sandy Loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	77.18	1.62	0.78
29	Cb	Chon Buri series	Loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	49.42	1.04	0.50

ตารางที่ ข.1 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดปราจีนบุรี

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดปราจีนบุรี													
30	Cc	Chachoengsao series	Sandy Loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	2.97	0.06	0.03
31	Cm	Chiang Mai series	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	17.46	0.37	0.18
32	Dr	Don Rai series	Sandy Loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	26.84	0.56	0.27
33	Dr-cn	Don Rai , concretionary variant	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	27.73	0.58	0.28
34	Dr/Cb	Don Rai / Chon Buri association	-	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.77	0.98	0.48
35	Dr/Kt	Don Rai / Korat association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	76.12	1.60	0.77
36	Hg	Hup Kapong series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	1.50	0.03	0.02
37	Kb	Kabin Buri series	Sandy Loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	349.06	7.34	3.55
38	Kl	Klaeng series	clay loam	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	198.67	4.18	2.02
39	Ma	Mahaphot series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	266.25	5.60	2.71
40	Mb	Map Bon series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.52	0.01	0.01
41	Pn/Re-gr	Phen / Roi Et , gravelly subsoil variant association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	12.16	0.26	0.12
42	Rb	Ratchaburi series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	67.82	1.43	0.69
43	Re	Roi Et series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	142.83	3.00	1.45
44	Rs	Rangsit series	extra1	0	0.45	0.06	62.38	0.23	0.44	1.51	249.68	5.25	2.54
45	Rs-a	Rangsit , very acid phase	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	60.52	1.27	0.62
46	SC	Slope complex	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	44.75	0.94	0.45
47	Sh	Sattahip series	silty clay	10	0.48	0.06	76.54	0.15	0.09	2.20	2.61	0.05	0.03
48	Sin	Sing Buri series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	6.24	0.13	0.06
49	Suk	Satuk series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	69.63	1.46	0.71
50	TC	Terrace Complex	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	171.96	3.62	1.75
51	W	Water body	SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	3.66	0.08	0.04
52	Ar	Aranyaprathet series	sand	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.01	0.01
53	Bm	Ban Mi series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
54	Cu	Chan Tuk series	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	2.43	0.05	0.02
55	Hk	Hin Kong series	SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	4.21	0.09	0.04
56	Hk/Kkn	Hin Kong / Ko Khanun association	-	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.51	0.12	0.06
57	Kb-br	Kabin Buri , brown variant		0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.70	0.18	0.09
58	Kb/Kb-br	Kabin Buri / Kabin Buri , brown variant	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ ข.1 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดปราจีนบุรี

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดปราจีนบุรี													
59	Kb/Kb-br	Kabin Buri and Kabin Buri , brown soils	loamy sand	2	0.44	0.04	20.58	0.55	6.11	1.54	45.29	0.95	0.46
60	Kkn	Ko Khanun series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.78	0.02	0.01
61	Kt	Korat series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	134.74	2.83	1.37
62	Kt/Rn	Korat / Renu association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.00	0.00	0.00
63	Kt/Suk	Korat / Satuk association	clay loam	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	144.28	3.03	1.47
64	Kt/Wn	Korat / Warin association	Clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	0.00	0.00	0.00
65	Ly/Ty	Lat Ya / Tha Yang association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	4.49	0.09	0.05
66	Ly/Ty	Lat ya / Tha Yang association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	8.49	0.18	0.09
67	Ml	Muak Lek series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.00	0.00	0.00
68	Ng	Nam Phong series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	12.24	0.26	0.12
69	Ng	Nam Pong series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.02	0.00	0.00
70	Nn	Nakhon Phanom series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	3.15	0.07	0.03
71	On	On series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	7.59	0.16	0.08
72	Pm	Phimai series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
73	Pn	Phen series	loamy sand	2	0.44	0.04	20.58	0.55	6.11	1.54	79.19	1.67	0.81
74	Pp	Phon Phisai series	loamy sand	2	0.44	0.04	20.58	0.55	6.11	1.54	93.98	1.98	0.96
75	Pp/Kt-gr	Phon Phisai / Korat , gravelly subsoil variant association	silty clay	10	0.48	0.06	76.54	0.15	0.09	2.20	53.02	1.11	0.54
76	Pp/Sk	Phon Phisai / Sakon association	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
77	Re-gr	Roi Et , gravelly subsoil variant	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	5.45	0.11	0.06
78	Re-l	Roi Et , loamy variant	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	77.72	1.63	0.79
79	Rn	Renu series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	94.35	1.98	0.96
80	SC	Slope Complex	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	1428.97	30.05	14.53
81	Sk	Sakon series	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	4.63	0.10	0.05
82	Sk&Bka&Pp	Sakon and Bang Khla and Phon Phisai soils	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	92.39	1.94	0.94
83	Tk	Takhli series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	2.81	0.06	0.03
84	Tw	Thap Kwang series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	9.36	0.20	0.10
85	Ty	Tha Yang series	SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	4.19	0.09	0.04
86	U	Urban	silt loam	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.01	0.01
87	Wn	Warin series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	4.63	0.10	0.05

ตารางที่ ข.1 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดปราจีนบุรี

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดปราจีนบุรี													
88	CC	Colluvium complex	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	4.29	0.09	0.04
89	Colluvial Complex	Colluvial Complex	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	4.29	0.09	0.04
90	GL	Gullied Land	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	18.12	0.38	0.18
91	Kl-ow	Klaeng , overwash phase	-	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	0.05	0.02
92	Ly/Ty		sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.02	0.00	0.00
93	Ml		Others	12	0.46	0.05	53.23	0.31	2.98	1.73	0.32	0.01	0.00
94	SC		Others	12	0.46	0.05	53.23	0.31	2.98	1.73	41.88	0.88	0.43
95	UA	Undifferentiated Alluvium	extra1	0	0.45	0.06	62.38	0.23	0.44	1.51	7.32	0.15	0.07
96	Kt/Re	Korat / Roi Et association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	8.36	0.18	0.09
97	Mak	Ma Kham series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	1.64	0.03	0.02
98	Re-ca	Roi Et , calcareous variant	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	15.36	0.32	0.16
99	Re/Rn	Roi Et / Renu association	SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	8.96	0.19	0.09
100	Rn-gr	Renu , gravelly subsoil variant	-	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.01	0.00
101	Sa	Sapphaya series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	4.46	0.09	0.05
102	Tm	Tha Muang series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	14.63	0.31	0.15
103	Ub	Ubon series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	2.42	0.05	0.02
104	Bg		sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	1.48	0.03	0.02
105	Pc	Pak Chong series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.62	0.01	0.01
			1.พื้นที่รวม =								4756.06	100.00	48.36
			2.จำนวนข้อมูล (n) =		105.00								
			3.ค่าต่ำสุด (min) =		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
			4. ค่าสูงสุด (max) =		0.48	0.11	85.60	0.55	6.11	2.28			
			5.ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std.) =		0.13	0.03	23.30	0.11	1.22	0.49			
			6. ความแปรปรวน (Var.) =		0.02	0.00	542.74	0.01	1.49	0.24			

ตารางที่ ข.2 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดสระแก้ว

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดสระแก้ว													
1	AC	Alluvial Complex	Others	12	0.46	0.05	53.23	0.31	2.98	1.73	28.81	0.68	0.29
2	Ar-s	Aranyaprathet ,sandy variant	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	1.19	0.03	0.01
3	Bka	Bang Khla series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	38.90	0.92	0.40
4	Bka&Bka-br	Bang Khla and Bang Khla ,brown soils	Sandy lome	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	39.19	0.93	0.40
5	Bm	Ban Mi series	lome	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.78	0.02	0.01
6	Bng	Bung Chanang series	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	44.79	1.06	0.46
7	Cm	Chiang Mai series	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.97	0.02	0.01
8	Hk	Hin Kong series	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.15	0.00	0.00
9	Ho	Huai Yot series	Sandy lome	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	444.50	10.50	4.52
10	Kb	Kabin Buri series	Sandy Clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	76.90	1.82	0.78
11	Kb&Kb-br	Kabin Buri and Kabin Buri , brown soils	lome	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	3.83	0.09	0.04
12	Kb-br	Kabin Buri , brown variant	lome	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	31.04	0.73	0.32
13	Kb/Kb-br	Kabin Buri / Kabin Buri , brown variant	Clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	141.96	3.35	1.44
14	Kb/Kb-br	Kabin Buri and Kabin Buri , brown soils	Clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	80.39	1.90	0.82
15	Kb/Kb-br/Ty	Kabin Buri / Kabin Buri , brown variant / Tha	Clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	7.16	0.17	0.07
16	Klt	Khlong Teng series	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	17.87	0.42	0.18
17	Klt/Ho/Pat	Khlong Teng / Huai Yot / Phak Kat associatio	Clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	0.00	0.00	0.00
18	Kt	Korat series	Clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	506.90	11.97	5.15
19	Kt-gr	Korat , gravelly subsoil variant	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	70.13	1.66	0.71
20	Kt/Re	Korat / Roi Et association	Clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	6.57	0.16	0.07
21	Kt/Rn	Korat / Renu association	Clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	62.18	1.47	0.63
22	Kt/Suk	Korat / Satuk association	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	99.05	2.34	1.01
23	Kt/Wn	Korat / Warin association	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	6.38	0.15	0.06
24	Lb	Lop Buri series	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	18.10	0.43	0.18
25	Ly/Ty	Lat Ya / Tha Yang association	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	37.65	0.89	0.38
26	Ly/Ty	Lat ya / Tha Yang association	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.14	0.00	0.00
27	Ml	Muak Lek series	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	16.15	0.38	0.16
28	Ml/Tk	Muak Lek / Takhli association	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	4.85	0.11	0.05

ตารางที่ ข.2 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดสระแก้ว

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดสระแก้ว													
29	Ml/Tpk	Muak Lek / Thap Prik association	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	39.90	0.94	0.41
30	Ml/Tw/Kb	Muak Lek / Thap Kwang / Kabin Buri associat	sandy lome	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	15.43	0.36	0.16
31	Ml/Ty	Muak Lek / Tha Yang association	sandy lome	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	14.36	0.34	0.15
32	Mr	Mae Rim series	sandy lome	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	7.35	0.17	0.07
33	Ng	Nam Pong series	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	85.57	2.02	0.87
34	Ng/Kt	Nam Pong / Korat association	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	3.54	0.08	0.04
35	Nn	Nakhon Phanom series	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	23.46	0.55	0.24
36	Oc	O Lam Chiak series	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	16.73	0.40	0.17
37	On	On series	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	14.29	0.34	0.15
38	Pat	Phak Kat series	sandy Clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	21.94	0.52	0.22
39	Pc	Pak Chong series	loamy sand	2	0.44	0.04	20.58	0.55	6.11	1.54	3.85	0.09	0.04
40	Pm	Phimai series	loamy sand	2	0.44	0.04	20.58	0.55	6.11	1.54	5.23	0.12	0.05
41	Pn	Phen series	sandy lome	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	50.43	1.19	0.51
42	Pn/Re	Phen / Roi Et association	Silty clay	10	0.48	0.06	76.54	0.15	0.09	2.20	0.66	0.02	0.01
43	Pp	Phon Phisai series	Others	12	0.46	0.05	53.23	0.31	2.98	1.73	178.76	4.22	1.82
44	Pp/Kt	Phon Phisai / Korat association	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	13.38	0.32	0.14
45	Pp/Kt-gr	Phon Phisai / Korat , gravelly subsoil variant	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	7.86	0.19	0.08
46	Pp/Sk	Phon Phisai / Sakon association	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	2.93	0.07	0.03
47	Pr	Pran Buri series	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	29.63	0.70	0.30
48	Rb	Ratchaburi series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	11.49	0.27	0.12
49	Re	Roi Et series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	109.58	2.59	1.11
50	Re-ca	Roi Et , calcareous variant	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.14	0.00	0.00
51	Re-gr	Roi Et , gravelly subsoil variant	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	9.62	0.23	0.10
52	Re-l	Roi Et , loamy variant	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	71.77	1.69	0.73
53	Re-l-ca	Roi Et , loamy and calcareous variant	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.41	0.01	0.00
54	Re/Rn	Roi Et / Renu association	clay loam	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	14.76	0.35	0.15
55	Re/Ub	Roi Et / Ubon association	loamy sand	2	0.44	0.04	20.58	0.55	6.11	1.54	6.23	0.15	0.06
56	Rn	Renu series	silty clay loam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	72.29	1.71	0.74

ตารางที่ ข.2 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดสระแก้ว

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดสระแก้ว													
57	Rn-ba-gr	Renu , basic and gravelly subsoil variant	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	1.46	0.03	0.01
58	Rn-gr	Renu , gravelly subsoil variant	Sandy lome	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	5.16	0.12	0.05
59	SC		Sandy lome	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	6.42	0.15	0.07
60	SC	Slope Complex	Sandy lome	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	700.28	16.54	7.12
61	SC	Slope complex	Sandy lome	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	104.73	2.47	1.06
62	Sin	Sing Buri series	Sandy lome	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	1.40	0.03	0.01
63	Sk	Sakon series	Sandy lome	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	21.51	0.51	0.22
64	Sk&Bka&Pp	Sakon and Bang Khla and Phon Phisai soils	Sandy clay lome	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	43.19	1.02	0.44
65	Sk/Bka-br/Pp	Sakon / Bang Khla , brown variant / Phon Ph	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	21.06	0.50	0.21
66	Sk/Rn	Sakon / Renu association	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	4.34	0.10	0.04
67	Suk	Satuk series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	31.99	0.76	0.33
68	Suk--gr	Satuk , gravelly subsoil variant	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	2.50	0.06	0.03
69	Tk	Ta Kli series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	13.48	0.32	0.14
70	Tk	Takhli series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	1.20	0.03	0.01
71	Tk-br	Takhli , brown variant	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	2.30	0.05	0.02
72	Tpk	Thap Prik series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	42.73	1.01	0.43
73	Tpk/Bng	Thap Prik / Bung Chanang association	SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	0.02	0.00	0.00
74	Tpk/Tk-br	Thap Prik / Ta Kli , brown variant association	SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	7.43	0.18	0.08
75	Tw	Thap Kwang series	SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	45.16	1.07	0.46
76	Tw/Ho	Thap Kwang / Huai Yot association	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	255.16	6.03	2.59
77	Tw/Tw-lat	Thap Kwang / Thap Kwang , Laterite variant a	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	111.38	2.63	1.13
78	Tw/Tw-lat	Thap Kwang / Thap Kwang , lateritic variant a	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	7.76	0.18	0.08
79	Ty	Tha Yang series	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	102.58	2.42	1.04
80	Ty/Bka	Tha Yang / Bang Kla association	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	32.52	0.77	0.33
81	U	Urban	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	0.18	0.00	0.00
82	Ub	Ubon series	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	3.18	0.08	0.03
83	W	Water body	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.36	0.01	0.00
84	Wn	Warin series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	39.10	0.92	0.40

ตารางที่ ข.2 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดสระแก้ว

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดสระแก้ว													
85	Yt-gr	Yasothon , gravelly subsoil variant	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	1.89	0.04	0.02
86	Yt/Yt-gr	Yasothon / Yasothon , gravelly subsoil varian	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	6.18	0.15	0.06
			1.พื้นที่รวม =								4234.77	100.00	43.06
			2.จำนวนข้อมูล (n) =		86.00								
			3.ค่าต่ำสุด (min) =		0.40	0.03	20.58	0.15	0.06	1.35			
			4. ค่าสูงสุด (max) =		0.48	0.09	85.60	0.55	6.11	2.20			
			5.ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std.) =		0.03	0.02	20.20	0.09	1.36	0.16			
			6. ความแปรปรวน (Var.) =		0.00	0.00	408.12	0.01	1.86	0.03			

ตารางที่ ข.3 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดจันทบุรี

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดจันทบุรี													
1	AC	Alluvial Complex	Others	12	0.46	0.05	53.23	0.31	2.98	1.73	0.00	0.00	0.00
2	Bng	Bung Chanang series	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	1.19	0.24	0.01
3	Ho	Huai Yot series	lome	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	144.02	29.31	1.46
4	Kb/Kb-br	Kabin Buri and Kabin Buri , brown soils	Clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	0.00	0.00	0.00
5	Klt	Khlong Teng series	Clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	126.08	25.66	1.28
6	Klt/Ho/Pat	Khlong Teng / Huai Yot / Phak Kat association	Clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	0.00	0.00	0.00
7	Lb	Lop Buri series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
8	Oc	O Lam Chiak series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	15.77	3.21	0.16
9	Pat	Phak Kat series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	39.75	8.09	0.40
10	Pk-y	Phuket , Yellow variant	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.15	0.03	0.00
11	Rg	Ranong series	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.48	0.10	0.00
12	Rn	Renu series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	8.30	1.69	0.08
13	SC	Slope complex	SandyClay	9	0.43	0.11	79.48	0.22	0.12	2.28	139.15	28.32	1.41
14	Tk	Ta Kli series	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	0.00	0.00	0.00
15	Tpk	Thap Prik series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	1.73	0.35	0.02
16	Tw	Thap Kwang series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	14.31	2.91	0.15
17	Tw/Ho	Thap Kwang / Huai Yot association	SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	0.00	0.00	0.00
18	Ty	Tha Yang series	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.41	0.08	0.00
			1.พื้นที่รวม =								491.34	100.00	5.00
			2.จำนวนข้อมูล (n) =		18.00								
			3.ค่าต่ำสุด (min) =		0.40	0.03	30.20	0.17	0.06	1.35			
			4. ค่าสูงสุด (max) =		0.48	0.11	85.60	0.38	2.98	2.28			
			5.ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std.) =		0.02	0.03	18.65	0.06	0.88	0.21			
			6. ความแปรปรวน (Var.) =		0.00	0.00	347.87	0.00	0.77	0.04			

ตารางที่ ข.4 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดนครราชสีมา

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดนครราชสีมา													
1	Bg		Sandy Loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	0.25	0.16	0.00
2	Ly/Ty		loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.00	0.00	0.00
3	Ml		clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
4	Rn	Renu series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.00	0.00	0.00
5	SC		SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	38.12	23.99	0.39
6	SC	Slope Complex	SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	120.53	75.86	1.23
7	Tm	Tha Muang series	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	0.00	0.00	0.00
			1.พื้นที่รวม =								158.90	100.00	1.62
			2.จำนวนข้อมูล (n) =		7.00								
			3.ค่าต่ำสุด (min) =		0.45	0.03	30.20	0.17	0.06	1.35			
			4. ค่าสูงสุด (max) =		0.48	0.09	85.60	0.38	2.59	1.76			
			5.ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std.)		0.01	0.02	20.81	0.08	1.03	0.18			
			6. ความแปรปรวน (Var.) =		0.00	0.00	433.21	0.01	1.06	0.03			

ตารางที่ ข.5 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดฉะเชิงเทรา

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดฉะเชิงเทรา													
0	AC	Alluvial Complex	Others	12	0.46	0.05	53.23	0.31	2.98	1.73	0.00	0.00	0.00
1	AC-pd	Alluvial Soil poorly drained	extra1	0	0.45	0.06	62.38	0.23	0.44	1.51	0.00	0.00	0.00
2	Bka	Bang Khla series	Others	12	0.46	0.05	53.23	0.31	2.98	1.73	0.38	0.25	0.00
3	Bka&Bka-br	Bang Khla and Bang Khla ,brown soils	loamy sand	2	0.44	0.04	20.58	0.55	6.11	1.54	82.68	53.38	0.84
4	Bka/Bka-br	Bang Khla / Bang Khla ,brown variant association	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	3.01	1.95	0.03
5	Cb	Chon Buri series	Sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	0.00	0.00	0.00
6	Cc	Chachoengsao series	Sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	0.00	0.00	0.00
7	Chl-us	Chalong ustic variant	lome	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.00	0.00	0.00
8	Dr	Don Rai series	Sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	0.00	0.00	0.00
9	Hg	Hup Kapong series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
10	Hk	Hin Kong series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
11	Hk/Kkn	Hin Kong / Ko Khanun association	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
12	Ho	Huai Yot series	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	23.79	15.36	0.24
13	Kb	Kabin Buri series	silty clay	10	0.48	0.06	76.54	0.15	0.09	2.20	1.73	1.11	0.02
14	Kb&Kb-br	Kabin Buri and Kabin Buri , brown soils	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	0.02	0.02	0.00
15	Kb&Kb-br&Kb-l	Kabin Buri and Kabin Buri , brown and Kabin Buri ,loamy variant	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	1.46	0.94	0.01
16	Kb/Kb-br	Kabin Buri / Kabin Buri , brown variant	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.43	0.28	0.00
17	Kb/Kb-br	Kabin Buri and Kabin Buri , brown soils	clay loam	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	0.47	0.31	0.00
18	Kkn	Ko Khanun series	clay loam	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	0.00	0.00	0.00
19	Klt/Ho/Pat	Khlong Teng / Huai Yot / Phak Kat association	sandy clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.04	0.02	0.00
20	Ly/Ty	Lat ya / Tha Yang association	-	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	Ma	Mahaphot series	sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	0.00	0.00	0.00
22	Mb	Map Bon series	loamy sand	2	0.44	0.04	20.58	0.55	6.11	1.54	0.23	0.15	0.00
23	Pn	Phen series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.12	0.08	0.00
24	Pn/Re-gr	Phen / Roi Et , gravelly subsoil variant association	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.00	0.00	0.00
25	Pp/Kt-gr	Phon Phisai / Korat , gravelly subsoil variant association	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.00	0.00	0.00
26	Rn	Renu series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.00	0.00	0.00
27	Rs	Rangsit series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
28	Rs-a	Rangsit , very acid phase	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ ข.5 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดฉะเชิงเทรา

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดฉะเชิงเทรา													
29	SC	Slope complex	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	15.72	10.15	0.16
30	Sh	Sattahip series	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.44	0.28	0.00
31	Sk&Bka&Pp	Sakon and Bang Khla and Phon Phisai soils	clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	24.36	15.73	0.25
32	Sk/Bka-br/Pp	Sakon / Bang Khla , brown variant / Phon Phisai association	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.00	0.00	0.00
33	Suk-gra	Satuk granite derived variant	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.01	0.00	0.00
34	TC	Terrace Complex	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.00	0.00	0.00
			1.พื้นที่รวม =								154.89	100.00	1.57
			2.จำนวนข้อมูล (n) =		35.00								
			3.ค่าต่ำสุด (min) =		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
			4. ค่าสูงสุด (max) =		0.48	0.09	85.60	0.55	6.11	2.20			
			5.ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std.) =		0.08	0.03	24.24	0.11	1.57	0.31			
			6. ความแปรปรวน (Var.) =		0.01	0.00	587.45	0.01	2.45	0.10			

ตารางที่ ข.6 รายละเอียดชุดดิน การจำแนกประเภทดิน และค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติเชิงชลศาสตร์ดินลุ่มน้ำปราจีน ของจังหวัดนครนายก

ลำดับที่	ชื่อย่อชุดดิน	ชื่อชุดดิน	ประเภทดิน	รหัสประเภทดิน	Total Porosity (cm^3/cm^3)	Residual Saturation (cm^3/cm^3)	Bubbling pressure (cm)	Pore size distribution mean	Saturated hydraulic (cm/h)	Variance $(cm/h)^2$	พื้นที่ (ตร.กม)	% พื้นที่ในจังหวัด	% พื้นที่ในลุ่มน้ำ
จังหวัดนครนายก													
1	Tng-us	Trang ustic variant	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
2	Dr/Kt	Don Rai / Korat association	Sandy Clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.00	0.00	0.00
3	Kl	Klaeng series	loam	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	1.87	4.84	0.02
4	Kl-ow	Klaeng , overwash phase	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
5	Ma	Mahaphot series	SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	0.00	0.00	0.00
6	Rs	Rangsit series	SiltyClayLoam	8	0.47	0.04	70.33	0.18	0.15	1.35	3.94	10.18	0.04
7	Rs-a	Rangsit , very acid phase	silty clay	10	0.48	0.06	76.54	0.15	0.09	2.20	1.49	3.83	0.02
8	A.U	Undifferentiated Alluvium	silty clay	10	0.48	0.06	76.54	0.15	0.09	2.20	0.00	0.00	0.00
9	CC	Colluvium complex	Sandy loam	3	0.45	0.04	30.20	0.38	2.59	1.36	2.33	6.02	0.02
10	Cb	Chon Buri series	Sandy Clay loam	6	0.40	0.07	59.41	0.32	0.43	1.44	0.00	0.00	0.00
11	Colluvial Complex	Colluvial Complex	lome	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	2.33	6.02	0.02
12	Dr	Don Rai series	lome	4	0.46	0.03	40.12	0.25	1.32	1.76	0.00	0.00	0.00
13	Dr/Cb	Don Rai / Chon Buri association	clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	0.00	0.00	0.00
14	Kt	Korat series	clay lome	7	0.46	0.08	56.43	0.24	0.23	1.45	0.00	0.00	0.00
15	Ly/Ty	Lat ya / Tha Yang association	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
16	SC	Slope Complex	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	13.39	34.55	0.14
17	SC	Slope complex	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	13.39	34.55	0.14
18	Tng-us	Trang , ustic variant	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
19	Trang,ustic variant	Trang,ustic variant	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
20	UA	Undifferentiated Alluvium	Clay	11	0.48	0.09	85.60	0.17	0.06	1.58	0.00	0.00	0.00
21	SC		silty clay	10	0.48	0.06	76.54	0.15	0.09	2.20	0.00	0.00	0.00
			1.พื้นที่รวม =								38.76	100.00	0.39
			2.จำนวนข้อมูล (n) =		21.00								
			3.ค่าต่ำสุด (min) =		0.40	0.03	30.20	0.15	0.06	1.35			
			4. ค่าสูงสุด (max) =		0.48	0.09	85.60	0.38	2.59	2.20			
			5.ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std.) =		0.02	0.02	18.13	0.07	0.65	0.27			
			6. ความแปรปรวน (Var.) =		0.00	0.00	327.60	0.00	0.42	0.07			