สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉาดกระบัง

การประเมินความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาล จ. นครนายก

Assessing ground-water vulnerability to contamination

(A case study in Nakhon Nayok)

โดย

นางสาวปาริสา หนูแสง

นางสาววัชราพร ชัชวรัตน์

เลขทะเบียน 62776
วัน,เดือน,ปี 22 ส.ค. 2549

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาล จ. นครนายก

Assessing ground-water vulnerability to contamination

(A case study in Nakhon Nayok)

โดย

นางสาวปาริสา หนูแสง

นางสาววัชราพร ชัชวรัตน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ASSESSING GROUND-WATER VULNERABILITY TO CONTAMINATION (A CASE STUDY IN NAKHON NAYOK)

MISS. PARISA NOOSEANG
MISS. WATCHARAPORN CHATCHAWARUT

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การประเมินความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาล จ. นครนายก			
นักศึกษา	นางสาวปาริสา	หนูแสง	รหัสประจำตัว	45010462
	นางสาววัชราพร	ชัชวรัตน์	รหัสประจำตัว	45010696
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต		สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อุมา สีบุญเรือง			

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.สกุล ห่อวโนทยาน	
อ.อุบะ ศิริแก้ว	
ดร.อุมา สีบุญเรือง	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(ผศ.สุพจน์ ศรีนิล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ เดือน พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาล จ.นครนายก
นักศึกษา	นางสาว ปาริสา หนูแสง
	นางสาว วัชราพร ชัชวรัตน์
รหัสนักศึกษา	45010462
	45010696
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.อุมา สืบุญเรือง

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อประเมินความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของชั้นน้ำบาดาลในจังหวัดนครนายก โดยนำสมการ DRASTIC มาใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วยพารามิเตอร์ 7 ตัว คือ ความลึกของชั้นน้ำบาดาล(D), อัตราการซึมของชั้นน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล(R), สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ(A), สมบัติของดิน(S), ลักษณะภูมิประเทศ(T),สมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล(I),ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ(C) มาคำนวณค่าความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล แล้วทำการเปรียบเทียบค่าดัชนี DRASTIC ว่าพื้นที่ใดมีความอ่อนไหวสูง ซึ่งสามรถเปรียบเทียบกับพื้นที่ข้างเคียง ขั้นตอนสุดท้ายคือการจัดทำแผนที่เพื่อแสดงแนวเขตพื้นที่ที่มีระดับความอ่อนไหวต่างๆกัน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ ผลจากาวิเคราะห์สามารถนำไปใช้กำหนดเขตหรือเป็นแนวทางในการป้องกันเพื่อรักษาคุณภาพของน้ำบาดาลใน จ. นครนายกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Assessing ground-water vulnerability to contamination (A case study in Nakhon Nayok)
Student	Miss. Parisa Nooseang Miss. Watcharaporn Chatchawarut
Student ID.	45010462 45010696
Degree	Bachelor of Engineering
Programme	Programme
Year	2005
Thesis Advisor	Dr. Uma Seeboonruang

ABSTRACT

This thesis proposes assessing ground-water vulnerability to contamination on case study in Nakhon Nayok by apply drastic equation in performance. This Method use 7 parameters consist of depth to aquifer (D),net recharge (R), aquifer media (A), soil media (S), topography (T), impact of vadose media (I) and hydraulic conductivity of the aquifer (C) for calculate ground-water vulnerability to contamination. Then compare drastic index of an area to the others area that near by. Finally procedure is make a map to perform area with drastic index level by using GIS. An accomplishment can be use to control zone of activity or land use and it can be a process to protect ground-water quality in Nakhon Nayok.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจากท่านอาจารย์ ดร. อุมา สีบุญเรือง ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกๆท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้

ขอบคุณพี่ทุกคนที่ บริษัทเมทริก แอสโซซิเอทซ์ จำกัด ที่ให้ความรู้เกี่ยวกับ DRASTIC และการใช้งานโปรแกรม ARCVIEW GIS ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้

ขอบคุณสำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ภาควิศวกรรมโยธา และภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำและกำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปาริสา หนูแสง

วัชราพร ชัชวรัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกในภาษาไทย	ก
	บทคัดย่อภาษาไทย	ข
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
	กิตติกรรมประกาศ	ง
	สารบัญ	จ
	สารบัญตาราง	ช
	สารบัญรูป	ฌ
1	**บทนำ**	
	1.1. กล่าวนำ	1
	1.2. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
	1.4. ขอบเขตของการศึกษา	2
	1.5. วิธีการศึกษา	2
	1.6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	6
2	**วรรณกรรมปริทัศน์**	
	2.1. กล่าวนำ	7
	2.2 คำนิยามและความหมาย	7
	2.3. การศึกษาที่ผ่านมา	8
	2.4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	9
	2.4.1. วิธีการวิเคราะห์ความลึกของชั้นบาดาล (Depth to Aquifer:D)	13
	2.4.2. วิธีการวิเคราะห์ค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (Net Recharge:R)	15
	2.4.3. วิธีวิเคราะห์สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (Aquifer Media:A)	16
	2.4.4. วิธีการวิเคราะห์สมบัติของดิน (Soil Media:S)	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.4.5. วิธีการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ (Topography:T)	16
	2.4.6. วิธีการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล (Impact of Vadose Media:I)	17
	2.4.7. วิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ (Hydraulic Conductivity of Aquifer:C)	18
3	ขั้นตอนการดำเนินการ	
	3.1. การรวบรวมข้อมูล	20
	3.2. ขั้นตอนการศึกษาการวิเคราะห์และประเมินความอ่อนไหวของน้ำบาดาล	20
	3.2.1. วิธีการวิเคราะห์ความลึกของชั้นน้ำบาดาล (Depth to aquifer:D)	20
	3.3.2. วิธีการวิเคราะห์ค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (Net Recharge:R)	25
	3.2.3. วิธีวิเคราะห์สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (Aquifer Media:A)	32
	3.2.4. วิธีการวิเคราะห์สมบัติของดิน (Soil Media:S)	36
	3.2.5. วิธีการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ (topography:T)	40
	3.2.6. วิธีการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล (Impact of Vadose Media:I)	42
	3.2.7. วิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ (Hydraulic Conductivity of Aquifer:C)	47
4	ผลการศึกษาและการวิเคราะห์	
	4.1. ผลการวิเคราะห์ความลึกของชั้นน้ำบาดาล (Depth to Aquifer:D)	52
	4.2. ผล การวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ (Net Recharge:R)	53
	4.3. ผลการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (Aquifer Media:A)	53
	4.4. ผลการวิเคราะห์สมบัติของดิน (Soil Media:S)	54
	4.5. ผล การวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ (Topography:T)	54
	4.6. ผลการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล (Impact of Vadose Media:I)	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	4.7.ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ (Hydraulic Conductivity of the Aquifer: C)	55
	4.8.ผลการออกสำรวจภาคสนาม	63
5	สรุปศึกษาและข้อเสนอแนะ	64
	บรรณานุกรม	
	หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
1.1	ข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์พารามิเตอร์ DRASTIC	3
1.2	ตารางแสดงระยะเวลาในการศึกษาและการดำเนินงาน	5
2.1	ค่าถ่วงน้ำหนักของพารามิเตอร์ทางอุทกธรณีวิทยาวิธี DRASTIC	19
3.1	ช่วงและค่าคะแนนความลึกของชั้นน้ำบาดาล (D - Depth to Aquifer)	21
3.2	ช่วงและค่าคะแนนความลึกของชั้นน้ำบาดาล (D - Depth to Aquifer) ที่ใช้ในการศึกษา	21
3.3	ความซึมน้ำของดินหาได้จากค่าสัมประสิทธิ์ความซึมน้ำของดิน	25
3.4	การวิเคราะห์อัตราการซึมผ่านของฝนโดยจำแนกตามประเภทของดิน (Soil Map) ของกรมพัฒนาที่ดิน	26
3.5	ช่วงและค่าคะแนนของอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล	28
3.6	ช่วงและค่าคะแนนของอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลที่ใช้ในการศึกษา	28
3.7	ช่วงและค่าคะแนนของสมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (A - Aquifer Media) ที่ใช้ในการศึกษา	32
3.8	ช่วงและค่าคะแนนของสมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (A - Aquifer Media)	33
3.9	ช่วงและค่าคะแนนของสมบัติของดิน (S - Soil Media)	36
3.10	ช่วงและค่าคะแนนของสมบัติของดิน (S - Soil Media) ที่ใช้ในการศึกษา	37
3.11	รายละเอียดการจำแนกดินและ Rating ของกลุ่มดินชนิดต่างๆ	37
3.12	ช่วงและค่าคะแนนของสมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล (Impact of Vadose Media : I) ที่ใช้ในการศึกษา	42
3.13	ช่วงและค่าคะแนนของสมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล	43
3.14	ช่วงและค่าคะแนนของค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ (C - Hydraulic Conductivity) ที่ใช้ในการศึกษา	48
3.15	ช่วงและค่าคะแนนของค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ (C - Hydraulic Conductivity of The Aquifer)	48
4.1	จุดที่ออกสำรวจในบริเวณต่างๆ	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
1.1	แผนภาพแสดงขั้นตอนการศึกษา	4
2.1	การพิจารณาความลึกของชั้นน้ำบาดาล กรณีชั้นน้ำบาดาลแบบไม่มีแรงดันและชั้นน้ำบาดาลแบบมีแรงดัน	13
2.2	หลักการคิดค่าความลึกของชั้นน้ำบาดาลจากผิวดิน	14
2.3	แนวคิดการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำเฉลี่ยของชั้นปิดทับชั้นน้ำบาดาล	17
3.1	โปรแกรม Arcview ที่ใช้ในการวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนี DRASTIC	22
3.2	Shapefile หรือ .Shp ของจังหวัด นครนายก	22
3.3	พื้นที่จังหวัดโดยรอบจังหวัดนครนายก	23
3.4	ข้อมูลที่นำเข้า GIS ซึ่งได้จากการ interpolate โดยโปรแกรม surfer	23
3.5	ผลที่ได้จากการ interpolate ข้อมูล โดยโปรแกรม Arcview GIS	23
3.6	การใส่ค่าคะแนนของพารามิเตอร์D (Dr)	24
3.7	แผนที่ความลึกของชั้นน้ำบาดาล (Grid DrDw)	24
3.8	การนำเข้านำเข้าข้อมูลพื้นฐาน จ.นครนายก	29
3.9	การแปลงพื้นที่เป็น Raster Grid Cell 50 x 50 ตร.ม.	29
3.10	การนำเข้าข้อมูล ปริมาณน้ำฝน ที่ได้จากโปรแกรม surfer	30
3.11	การ interpolate grid ปริมาณน้ำฝน	30
3.12	การใส่ค่าการซึมของน้ำฝนลงสู่น้ำบาดาลลงไปใน soil group.shp	30
3.13	การคูณกันระหว่าง%net recharge grid และ rain fall grid	31
3.14	ผลจากการใส่ค่าคะแนน Rr	31
3.15	ตัวอย่างแผนที่แสดงค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล	31
3.16	การนำเข้าข้อมูลค่าคะแนนชั้นน้ำบาดาล (Ar)	34
3.17	การ interpolate ข้อมูลชั้นน้ำบาดาล	34
3.18	การจัดช่วงค่าคะแนนของข้อมูลชั้นน้ำบาดาล (Ar)	35
3.19	แผนที่สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (ArAw)	35
3.20	การนำเข้าข้อมูล soilgroup.shp	39
3.21	แปลงข้อมูลเป็น Raster ที่มีขนาดกริด 50 X 50 ตร.ม.	39
3.22	ผลจากการ Rate ข้อมูล	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
3.23	รูปตัวอย่างแผนที่สมบัติของดิน (Grid SrSw)	40
3.24	เส้นชั้นความสูง จ. นครนายก	40
3.25	การสร้าง Polygon แสดงขอบเขตเส้นชั้นความสูงแต่ละกลุ่ม	41
3.26	แผนที่จากการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ	41
3.27	ตัวอย่างแสดงการคำนวณค่า K เฉลี่ยของชั้นปิดทับแต่ละบ่อ	45
3.28	การนำเข้าข้อมูลค่าคะแนนสัมประสิทธ์การซึมผ่านได้ของน้ำเฉลี่ยของชั้นที่ปิดทับชั้นน้ำบาดาล	46
3.29	การ interpolate ข้อมูลค่า K เฉลี่ย โดยโปรแกรม Arcview GIS	46
3.30	การ reclassify grid ซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นการ Rate (Ir)	46
3.31	ตัวอย่างแผนที่แสดงค่าสัมประสิทธ์การซึมผ่านได้เฉลี่ยของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล	47
3.32	ตัวอย่างการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาล	50
3.33	การนำเข้าค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาล	51
3.34	การ Reclassify Grid หรือการให้ค่าคะแนน Cr	51
3.35	ตัวอย่างแผนที่แสดงค่าสัมประสิทธ์การซึมผ่านได้เฉลี่ยของชั้นน้ำบาดาล	51
4.1	แผนที่ผลการวิเคราะห์ความลึกของชั้นน้ำ (Depth to Aquifer : D)	56
4.2	แผนที่อัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (Net Recharge : R)	57
4.3	แผนที่สมบัติของวัสดุชั้นน้ำบาดาล (Aquifer Media : A)	58
4.4	แผนที่สมบัติของดิน (Soil Media : S)	59
4.5	แผนที่ผลการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ (Topography :T)	60
4.6	แผนที่ช่วงค่าคะแนนคูณค่าถ่วงน้ำหนักของค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้เฉลี่ยของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล(Impact of Vadose Media : I)	61
4.7	แผนที่ช่วงค่าคะแนนคูณค่าถ่วงน้ำหนักค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้เฉลี่ยของชั้นน้ำบาดาล(Hydraulic Conductivity of the Aquifer:C)	62
5.1	แผนที่แสดงผลการวิเคราะห์ความอ่อไนหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาะ	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1. กล่าวนำ

โครงงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอการประเมินความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาล จ. นครนายก ซึ่ง ผลจากการวิเคราะห์และประเมินความอ่อนไหวจะนำไปใช้เป็นแนวทางกำหนดแนวเขตป้องกันรักษาคุณภาพน้ำบาดาลใน จ.นครนายก โดยแบ่งพื้นที่ของ จ.นครนายก ออกเป็นพื้นที่เล็กๆในแต่ละส่วนมีขนาดใกล้เคียงกัน แล้วใช้สมการ DRASTIC คำนวณหาค่าความอ่อนไหวของน้ำบาดาล แล้วทำการเปรียบเทียบค่าดัชนี DRASTIC ว่าพื้นที่ใดมีความอ่อนไหวสูงโดยเปรียบเทียบกับพื้นที่ข้างเคียงอื่นๆ แล้วจัดทำเป็นแผนที่แสดงแนวเขตของพื้นที่ที่มีค่าความอ่อนไหวต่างๆ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

1.2. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฯพณฯ นายกรัฐมนตรี (พ.ต.ท.ทักษิณ ชินวัตร) มีนโยบายให้ก่อสร้างเมืองใหม่บริเวณตอนเหนือของอำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก โดยมีเป้าหมายประชากรจำนวน 2-2.5 แสนคน และมีพื้นที่โครงการในเบื้องต้นประมาณ 1.5-1.65 แสนไร่ เป็นเมืองที่ทันสมัย มีสภาพแวดล้อมที่ดี ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในกิจกรรมด้านต่าง ๆ อาทิ ธุรกิจและพาณิชยกรรม การศึกษา สุขอนามัย อุตสาหกรรมสะอาด การคมนาคมและขนส่งขนาดใหญ่ที่มีความเร็วสูงเป็นต้น อีกทั้งบริเวณที่ตั้งโครงการเมืองใหม่ นครนายก มีศักยภาพพร้อมในด้านต่าง ๆ มีสภาพแวดล้อมที่ดี ทัศนียภาพที่สวยงาม เหมาะแก่การตั้งถิ่นฐาน การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเป็นหลัก และพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ของรัฐฯ หรือใช้ในทางราชการ อีกทั้งตั้งอยู่ใกล้แหล่งสาธารณูปโภคที่สำคัญ เช่น เขื่อนป่าสัก แม่น้ำป่าสัก เขื่อนคลองท่าด่าน เป็นต้น (กรมโยธาธิการและผังเมือง อ้างถึงใน สภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ,2547) และ เนื่องด้วยสำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) ได้มีงบประมาณในการทำการศึกษาวิจัยในพื้นที่นี้ จึงได้เลือก จ.นครนายกเป็นพื้นที่ศึกษาในการประเมิน ความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาล

การที่เศรษฐกิจเกิดการพัฒนาอย่างรวดเร็ว การขยายตัวของชุมชนเมืองเพิ่มขึ้น หากมีการใช้ที่ดินอย่างไม่ระมัดระวัง เช่น แหล่งที่เป็นที่ทิ้งขยะอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของมลสารต่อแหล่งน้ำผิวดิน และจะส่งผลกระทบต่อชั้นน้ำบาดาลซึ่งเป็นทรัพยากร ธรรมชาติที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญ เนื่องจากสามารถที่จะนำมาใช้ผลิตเป็นน้ำดื่มน้ำใช้ในกิจกรรมต่างๆ จึงควรมีการควบคุมการใช้ที่ดินและกิจกรรมต่างๆที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของ จ.นครนายก ให้เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจและสังคม โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำบาดาล เพราะหากมีการปนเปื้อนแล้วก็ยากที่จะแก้ไข

1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1. ประเมินความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลพิษ

1.3.2. เพื่อกำหนดแนวเขตพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาล

1.3.3. เพื่อกำหนดและควบคุมการใช้ที่ดินและกิจกรรมต่างๆ

1.4. ขอบเขตของการศึกษา

- แหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่จังหวัดนครนายก

1.5. วิธีการศึกษา (ดูรูปที่1.1)

1.5.1. ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล (ดังตารางที่1.1)

ข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ในการศึกษาการวิเคราะห์ความอ่อนไหวแบบ DRASTIC นั้นมี พารามิเตอร์ อยู่7 ตัวหลักคือ Depth to Aquifer (D), Net Recharge (R), Aquifer Media (A), Soil Media (S), Topography (T), Impact of Vadose Media (I), Hydraulic Conductivity of the Aquifer (C) ซึ่งจะกล่าวถึงพารามิเตอร์ทั้งหมดนี้ในบทต่อไป

1.5.2. ขั้นตอนการศึกษาการวิเคราะห์และประเมินความอ่อนไหวของน้ำบาดาล

1.5.3. ขั้นตอนการจัดทำแผนที่ความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลใน จ. นครนายก

1.5.4. ขั้นตอนการกำหนดแนวเขตพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลและควบคุมการใช้ที่ดินใน จ. นครนายก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่1.1. ข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์พารามิเตอร์ DRASTIC

ข้อมูล	แหล่งที่มา	ปี
ข้อมูลบ่อเจาะสำรวจน้ำบาดาล	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล	2546
ฐานข้อมูลพสุธารา	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล	2546
แผนที่แสดงแนวตัดขวางลักษณะชั้นน้ำ	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล,สกว.,บริษัทเมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์ จำกัด	2545,2547
ตำแหน่งและขนาดบ่อทราย	กรมโรงงานอุตสาหกรรม	2544
ศักยภาพแหล่งทรายและข้อมูลบ่อเจาะสำรวจแหล่งทราย	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	2543
หน้าตัดและระดับน้ำในแม่น้ำสายหลัก	กรมชลประทาน	2545
การสำรวจภาคสนาม	คณะจัดทำโครงงาน	2548
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาปี พ.ศ. 2530 - 2534	กรมอุตุนิยมวิทยา	2538
ปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝนเฉลี่ยช่วงปี 24495-2534	JICA	2538
แผนที่ประเภทหรือชนิดของกลุ่มดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	2543
สมบัติทางกายภาพและกลศาสตร์ของดินชนิดต่างๆ	กรมพัฒนาที่ดิน	2538
แผนที่อุทกธรณีวิทยา	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล	2542
แผนที่แสดงสภาพแวดล้อมในการสะสมตัวของตะกอน	กรมทรัพยากรธรณี	2542
แผนที่ธรณีวิทยา	กรมทรัพยากรธรณี	2542
แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000	กรมแผนที่ทหาร	2531
ข้อมูลเส้นชั้นความสูง	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	2544
ข้อมูลการสูบทดสอบ	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล	2546
ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ(K)	JICA	2538

รูปที่ 1.1. แผนภาพแสดงขั้นตอนการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2. ระยะเวลาการศึกษาและการดำเนินงาน

หัวข้อการทำงาน	ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ขั้นตอนรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ																																				
วิเคราะห์และแปลงผลข้อมูลให้ตรงกับการ																																				
แบ่งกลุ่มเพื่อกำหนดช่วงข้อมูลของ DRASTIC																																				
ออกสำรวจภาคสนาม																																				
นำเข้าข้อมูล																																				
แบ่งช่วงค่าข้อมูล																																				
คำนวณค่าดัชนี DRASTIC																																				
จัดระดับความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล																																				
ในพื้นที่ศึกษา โดยแสดงในรูปแผนที่																																				

1.6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

จากการศึกษาจะได้แผนที่ความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของชั้นน้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่ของ จ. นครนายก ซึ่งจะสามารถนำมาวางแผนกำหนดแนวเขตในการป้องกันรักษาชั้นน้ำบาดาล เช่น ในพื้นที่ที่มีระดับความอ่อนไหวสูง ก็ไม่ควรให้หน่วยงานประเภทใดมาตั้งอยู่ และสามารถใช้ในการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินใน จ.นครนายก

เมื่อทราบว่าพื้นที่ใดมีค่าระดับความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลเป็นอย่างไรแล้ว สามารถนำผลจากการศึกษานี้ไปใช้ศึกษาต่อในเรื่องของการประเมินความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของ ชั้นน้ำบาดาลเพื่อจะได้นำผลจากการศึกษาและการวิเคราะห์ มากำหนดแนวเขตของพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนมลสาร ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
วรรณกรรมปริทัศน์

2.1. กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับโครงงานฉบับนี้ ว่างานวิจัยที่มีผู้อื่นได้ทำการศึกษาไว้นั้นมีวิธีการศึกษาอย่างไร ทำการวิเคราะห์อย่างไร และปัญหาความยุ่งยากของงานที่ทำการศึกษามีอะไรบ้าง

2.2 คำนิยาม

แนวคิดเรื่องความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลนั้นยังไม่มีนิยามของความอ่อนไหวที่ได้รับการยอมรับให้เป็นสากล ที่ผ่านมานั้นผู้ที่ได้ทำการศึกษาในเรื่องนี้ได้ให้ความหมายไว้ต่างกันดังนี้

- Albinet และ Margat (1970 อ้างถึงใน บริษัทเมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์, 2547)

เสนอว่าความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล คือความเป็นไปได้ที่มลสารจะไหลซึมและแพร่กระจายจากผิวดินไปสู่ชั้นน้ำบาดาลภายใต้สภาวะทางธรรมชาติ

- Olmer และ ez'a (1974 อ้างถึงใน บริษัทเมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์, 2547)

เสนอให้ความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล หมายถึงระดับความอันตรายของชั้นน้ำบาดลจากการปนเปื้อนของมลสาร เมื่อพิจารณาจากสภาพทางธรรมชาติโดยไม่ขึ้นอยู่กับแหล่งมลสารในช่วงเวลานั้น ในมุมมองดังกล่าวนี้ ความอ่อนไหวชองชั้นน้ำบาดาลจะขึ้นอยู่กับการซึมผ่านได้ทางแนวดิ่งของชั้นน้ำไม่อิ่มตัว (Unsaturated Zone)

- Osbon และคณะ (1998 อ้างถึงใน บริษัทเมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์, 2547)

ให้ความหมายว่า เป็นความไวของชั้นน้ำบาดาลต่อมลสาร ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากลักษณะทางธรรมชาติของชั้นน้ำบาดาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คณะกรรมการด้านเทคนิคสำหรับประเมินความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล สภาวิจัยแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (1993 อ้างถึงใน บริษัทเมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์, 2547)

ให้ความหมายว่า เป็นแนวโน้มหรือความเป็นไปได้ที่มลสารจะเข้าไปสู่ระบบน้ำบาดาลหลังจากที่มลสารนั้นถูกปล่อยจากพื้นที่เหนือชั้นน้ำบาดาลชั้นบนสุด

จากนิยามต่างๆเหล่านี้ จะเห็นได้ว่าโดยทั่วไปแล้วความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล จะหมายถึงสมบัติตามธรรมชาติของระบบน้ำบาดาลที่ขึ้นอยู่กับความไวของระบบนั้นต่อผลกระทบที่เกิดจากมนุษย์และหรือธรรมชาติ (Conrad, J., 2003 อ้างถึงใน บริษัทเมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์, 2547)

2.3. การศึกษาที่ผ่านมา

การศึกษาการประเมินความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาล ได้มีผู้ทำการ ศึกษาก่อนหน้านี้คือ โครงการศึกษาประเมินคุณภาพน้ำบาดาลและการป้องกันในเขตภาคกลาง โดยได้ทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางหรือมาตรการในการกำหนดเขตป้องกันรักษาคุณภาพน้ำบาดาลให้ได้มาตรฐาน พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ 18,332 ตารางกิโลเมตรบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ตั้งแต่จังหวัดชัยนาทจนถึงอ่าวไทย จังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร นนทบุรี ปทุมธานี นครปฐม พระนครศรีอยุธยา สุพรรณบุรี อ่างทอง สิงห์บุรี รวมทั้งพื้นที่บางส่วนของจังหวัด ชัยนาท นครนายก ฉะเชิงเทรา สมุทรสงคราม ราชบุรี กาญจนบุรี อุทัยธานี และลพบุรี ซึ่งในการศึกษาได้มีการวิเคราะห์ความอ่อนไหวโดยใช้ทฤษฎี DRASTIC ซึ่งมีพารามิเตอร์ 7 ตัว คือ โดยใช้ตัวแปรทางอุทกวิทยาที่จะประเมินความอ่อนไหว โดยตัวแปรมีเจ็ดตัวคือ ความลึกของชั้นน้ำบาดาล(D), อัตราการซึมของชั้นน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล(R), สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ(A), สมบัติของดิน(S), ลักษณะภูมิประเทศ(T),สมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล(I),ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ(C) และได้ทำการ ประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาแล้วนำผลของการศึกษาทั้งสองมาจัดทำเป็นระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS) (บริษัท เมทริก แอสโซซิเอทซ์, 2547)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการประเมินความอ่อนไหวของน้ำบาดาลของลุ่มน้ำลำปางทางตอนเหนือของประเทศไทย โดยใช้เทคนิค GIS และ DRASTIC เช่นเดียวกับที่ได้กล่าวในหัวข้อที่แล้ว พื้นที่ศึกษาจะรวมถึง อำเภอ เมืองลำปาง อำเภอห้างฉัตร อำเภอเกาะคา และอำเภอแม่ท่า ตัวแปรความอ่อนไหวแต่ละตัวจะแบ่งคะแนนความอ่อนไหวโดยใช้โปรแกรม Arcview ที่จะคำนวณ scale ขอบเขต และประเมินค่า ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กลุ่มที่มีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนสูง จะมีค่าดัชนี DRASTIC สูง

2. กลุ่มที่มีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนปานกลางถึงปานกลางสูง จะมีค่าดัชนี DRASTIC ปานกลาง

3. กลุ่มที่มีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนปานกลางถึงปานกลางต่ำ ค่าดัชนี DRASTIC ต่ำ

ดังนั้นพื้นที่ทำการศึกษานี้มีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนต่ำ

2.4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพิจารณาความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่า สภาพแวดล้อมทางกายภาพเป็นปราการป้องกันผลกระทบจากกมนุษย์ และธรรมชาติได้ในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะป้องกันน้ำบาดาลจากมลสารที่จะเข้าสู่สภาพแวดล้อมใต้ดินหรือน้ำบาดาล โดยวัสดุต่างๆเช่น ดิน หิน ทำหน้าที่เป็นตัวกรองธรรมชาติที่สามารถกรองมลสารบางตัวได้ เมื่อน้ำที่ถูกปนเปื้อนจากมลสารต่างๆซึมผ่านจากผิวดินลงมา ดินและวัสดุต่างๆในชั้นน้ำไม่อิ่มตัวสามารถทำให้น้ำนั้นสะอาดขึ้นได้ในระดับหนึ่ง (Piscopo, G., 2001) จากสมมติฐานดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าชั้นน้ำบาดาลทั้งหมดมีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนมลสาร โดยชั้นน้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่จะมีระดับความอ่อนไหวที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพต่างๆ (Vrba, J. and Zoporozec, A.,1994)

การพัฒนาระบบการประเมินความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ

วิธีการประเมินความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษา ถ้าต้องการศึกษาความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลคือมลสารเฉพาะตัว (Specific Groundwater Vulnerability Assessment) ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินมีรายละเอียดมากซึ่งไม่เหมาะกับการประเมินความอ่อนไหวตามธรรมชาติ (Intrinsic Groundwater Vulnerability Assessment) ในพื้นที่ขนาดใหญ่ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลการศึกษามาใช้ในการวางแผนป้องกันชั้นน้ำบาดาล

นับตั้งแต่มีการศึกษาเรื่องความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลเมื่อประมาณ 20 ปีมาแล้ว มีผู้เสนอวิธีการและพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการประเมินความอ่อนไหวอยู่มากโดยความหลากหลาย ทางเทคนิคเหล่านั้นมาจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา ปริมาณและคุณภาพของข้อมูลที่หาได้ และวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาแต่ละเทคนิคตามชนิดแล้ว สามารถแบ่งวิธีการประเมินทั้งหมดได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ได้แก่

- Hydrogeological Complex and Setting Methods

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Parametric Methods
- Analogical Relation and Numerial Medel Method

วิธีการประเมินแต่ละประเภทมีดังนี้

1). Hydrogeological Complex and Setting Methods (HCS)

วิธีการประเมินของกลุ่มนี้ทำโดยเปรียบเทียบพื้นที่ศึกษากับเกณฑ์ที่แสดงถึงลักษณะต่างๆ ที่ถือว่าทำให้พื้นที่อื่นมีความอ่อนไหวฯ ทำให้เกิดลำดับขั้นของความอ่อนไหวฯ ขึ้นซึ่งนำมาแสดงในแผนที่ได้ วิธีการนี้เหมาะสมกับพื้นที่ศึกษาขนาดใหญ่ การประเมินความอ่อนไหวฯจะทำในเฉพาะเชิงคุณภาพ

2). Parametric System Methods

เป็นกลุ่มเทคนิคที่มีความหลากหลายมาก สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

- Metrix Systems (MS)
- Rating Systems (RS)
- Aquifer Vulnerability Index (AVI)
- Point Count System Models (PCSM)

กระบวนการในภาพรวมของทุกระบบนี้เหมือนกัน คือ เริ่มต้นจากการเลือกปัจจัย (พารามิเตอร์) ที่ได้รับเลือกว่าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลค่าของแต่ละพารามิเตอร์จะถูกแบ่งออกเป็นช่วงเท่าๆกัน และให้ค่าของแต่ละช่วงที่แบ่งได้เป็นค่าที่อยู่ในช่วง 1-10 ซึ่ง 10 จะหมายความว่าชั้นน้ำบาดาลนั้นมีความอ่อนไหวมาก

- Matrix Systems (MS)

วิธีการนี้เหมาะสมกับพื้นขนาดเล็กหรือพื้นที่ท้องถิ่น ใช้ข้อมูลอันจำกัดของพารามิเตอร์ที่เลือกมาอย่างระมัดระวัง

- Rating System (RS)

เป็นระบบการประเมินค่าด้วยวิธีง่ายๆ มีการกำหนดช่วงของค่าพารามิเตอร์ทุกตัวที่มีถือว่าจำเป็นต่อการประเมินความอ่อนไหวฯ วิธีการกำหนดช่วงนี้ทำโดยแบ่งค่าพารามิเตอร์ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นช่วง ตามความหลากหลายของข้อมูล เมื่อรวมค่าคะแนนของทุกพารามิเตอร์ในแต่ละพื้นที่แล้ว นำค่าที่ได้มาแบ่งอีกครั้งเพื่อแสดงพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวในเชิงเปรียบเทียบ หนึ่งในวิธีการที่เป็นที่นิยมในกลุ่มนี้จากการที่มีโครงสร้างการประเมินที่ไม่ซับซ้อน คือวิธี GOD ของ Foster (1987) ชื่อนี้มาจากตัวอักษรแรกของพารามิเตอร์ 3 ตัวที่นำมาใช้ในการประเมิน ได้แก่ G-Groundwater Occurren, O-Overlying Strata และ D-Depth to Aquifer

- Aquifer Vulnerability Index (AVI)

วิธี AVI (Aquifer Vulnerability Index) ของ Van Stempvoot และคณะ (1992) เป็นการประเมินความอ่อนไหวอีกวิธีหนึ่งที่มีการนำไปใช้ค่อนข้างบ่อย เนื่องจากทำได้ไม่ยาก และใช้เวลาไม่มาก เพราะพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ (Hydraulic Conductivity : K) และค่าความหนาของพื้นที่เหนือระดับน้ำบาดาลเท่านั้น

- Point Count System Models (PCSM)

วิธีนี้มีชื่อเรียกแทนอย่างว่า Parameter Weighting and Rating Methods การประเมินด้วยเทคนิคนี้จะคล้ายคลึงกับกลุ่ม Rating Systems ต่างกันที่มีการคูณค่าถ่วงน้ำหนักเข้าไปในแต่ละพารามิเตอร์หรือที่เรียกว่าค่าถ่วงน้ำหนักด้วย เนื่องจากแต่ละพารามิเตอร์มีผลต่อความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลไม่เท่ากัน ผลคูณที่ได้ของแต่ละพารามิเตอร์จะนำมาบวกกันเพื่อให้ได้ค่าคะแนนสุดท้ายที่สามารถนำมาเทียบค่าคะแนนรวมของพื้นที่หนึ่งเพื่อเปรียบเทียบความอ่อนไหวได้ โดยค่าคะแนนสูงกว่าจะหมายถึงพื้นที่นั้นมีความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลมากกว่า

1) Analogical Relations and Numerical Models (AR)

เทคนิคนี้จะใช้สมการทางคณิตศาสตร์ทั้งง่ายและซับซ้อนมาคำนวณเป็นค่าดัชนีความอ่อนไหว (Vulnerability Index: I_v) ตัวอย่างของเทคนิคนี้คือ แบบจำลอง Piston-flow (Piston-Flow Model) เสนอโดย Marcolongo และ Pretto(1987) ซึ่งดัชนีความอ่อนไหวขึ้นอยู่กับส่วนกลับของเวลาเดินทาง สมการของแบบจำลองนี้คือ

$$I_v = \frac{K(\frac{QI}{SI})}{MS} \qquad (2.1)$$

เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QI = อัตราการซึมผ่านของน้ำต่อหน่วยพื้นผิว

SI = ความหนาของชั้นน้ำไม่อิ่มตัว

MS = ความชื้นดินในขณะนั้น

การทำแบบจำลองคณิตศาสตร์นี้จะให้ผลการประเมินที่ดีเมื่อมีข้อมูลทางธรณีวิทยาที่สมบูรณ์และข้อมูลประวัติการเคลื่อนตัวของมลสาร เนื่องจากการทำแบบจำลองต้องมีข้อมูลเฉพาะจำนวนมากและต้องมีการจัดการข้อมูลเหล่านี้อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการนี้จึงเหมาะสมกับการศึกษาการปนเปื้อนของมลสารในขั้นสูง แต่ไม่เหมาะสำหรับการศึกษาขั้นต้นหรือการศึกษาในพื้นที่ที่มีข้อมูลไม่เพียงพอ

การศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกใช้กระบวนการ Point Count System Models (PCSM) เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถแก้ไขได้ถ้ามีการปรับการแบ่งช่วงค่าคะแนนและ/หรือปรับค่าความถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ศึกษา โดยวิธีการที่ใช้เรียกว่า DRASTIC วิธีการของเทคนิคนี้ได้รับความนิยมมาก เป็นวิธีการที่ Aller et al (1987) พัฒนาให้กับ U.S. Environmental Protection Agency (1985)

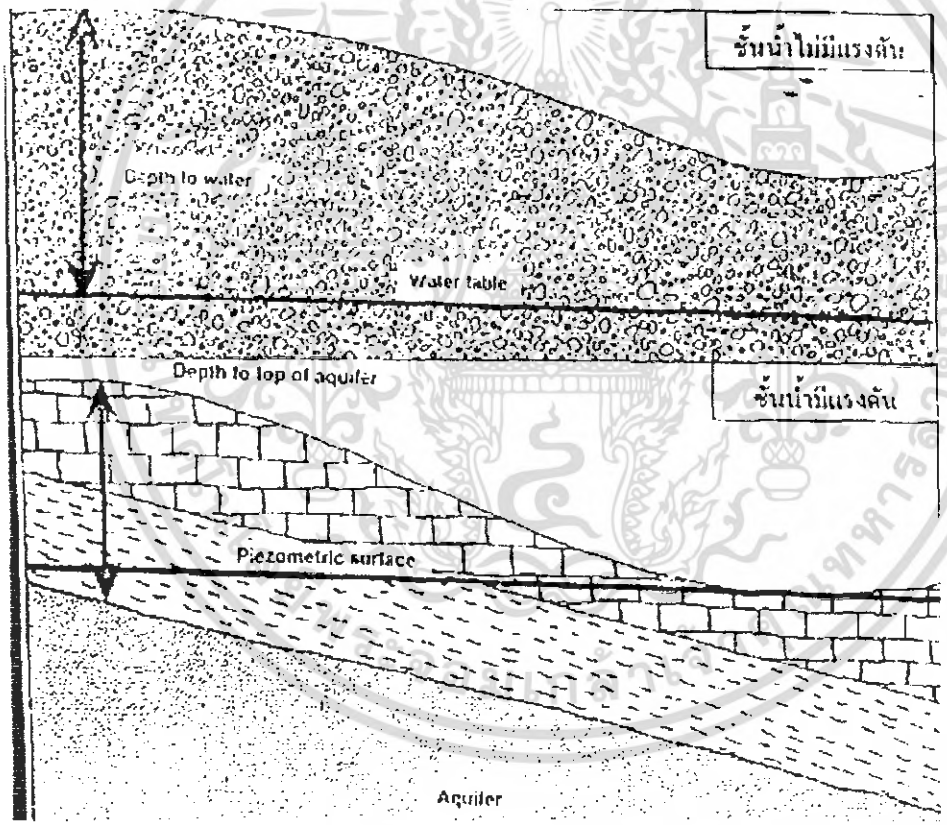
DRASTIC มาจากตัวอักษรแรกของพารามิเตอร์ 7 ตัว ที่นำมาใช้ในการประเมิน ได้แก่ Depth to Aquifer (D), Net Recharge (R), Aquifer Media (A), Soil Media (S), Topography (T), Impact of Vadose Media (I), Hydraulic Conductivity of the Aquifer (C)

ค่าความถ่วงน้ำหนักของพารามิเตอร์มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 5 โดยพารามิเตอร์ที่สำคัญมากที่สุดจะมีค่าความถ่วงน้ำหนัก 5 และพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญน้อยที่สุดจะมีค่าถ่วงน้ำหนัก 1 ถึงแม้วิธีการนี้จะได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่าให้ผลการประเมินที่น่าเชื่อถือได้ แต่บางพื้นที่ศึกษาอาจจะไม่เหมาะที่จะใช้วิธีการนี้ เนื่องจากความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลที่ศึกษาจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายตัวประกอบกัน การที่ค่าของปัจจัยบางตัวมีผลทำให้ค่าของปัจจัยสำคัญของอีกตัวหนึ่งมีความสำคัญน้อยลง นั้นอาจทำให้ผลการประเมินที่ได้ไม่ตรงกับที่ควรจะเป็น อย่างไรก็ตามข้อจำกัดนี้สามารถแก้ไขได้ถ้ามีการปรับการแบ่งช่วงค่าคะแนนและ/หรือปรับค่าความถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1. วิธีการวิเคราะห์ความลึกของชั้นบาดาล (Depth to Aquifer : D)

พารามิเตอร์นี้แสดงถึงระยะทางที่มลสารจะต้องเดินทางไปก่อนที่จะถึงระดับน้ำบาดาล โดยทั่วไปแล้วมลสารจะใช้เวลาลงไปสู่ระดับน้ำบาดาลนานขึ้นตามระยะทาง หรือความลึกของตัวกลางที่มากขึ้น การคิดความลึกของระดับน้ำบาดาลพิจารณาจากชนิดของชั้นน้ำบาดาล (ดังแสดงในรูปที่ 2.1.) กล่าวคือ ถ้าเป็นชั้นน้ำบาดาลแบบมีแรงดัน (Confined Aquifer) ค่าความลึกของระดับน้ำบาดาล(D) จะเท่ากับระยะทางจากผิวดินถึงขอบเขตด้านบนของชั้นน้ำบาดาล ส่วนกรณีของชั้นน้ำบาดาลแบบไม่มีแรงดัน (Unconfined Aquifer) ค่าความลึกของระดับน้ำบาดาล เท่ากับระยะทางทางจากผิวดินถึงระดับน้ำบาดาล (Water Table)



รูปที่ 2.1. การพิจารณาความลึกของชั้นน้ำบาดาล กรณีชั้นน้ำบาดาลแบบไม่มีแรงดัน และชั้นน้ำบาดาลแบบมีแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากพื้นที่บางส่วนของพื้นที่ศึกษามีลักษณะทางธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์บางประการที่ทำให้หน้าดินหายไปมาก นั้นคือ บริเวณที่เป็นแม่น้ำและบริเวณที่มีการทำอุตสาหกรรมเหมืองทราย การคิดค่าความลึกของระดับน้ำบาดาล จึงต้องนำข้อมูลความลึกของแม่น้ำและบ่อทรายมาพิจารณาประกอบด้วย เพื่อให้ค่าความลึกของชั้นน้ำบาดาลที่ได้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุดและแสดงถึงความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อมลภาวะที่เพิ่มขึ้นจากการที่มีความหนาของตัวกลางลดลงได้

เมื่อมีข้อมูลความลึกของน้ำบาดาลจากระดับผิวดิน ข้อมูลความลึกของบ่อทรายและข้อมูลความลึกของแม่น้ำ นำข้อมูลทั้งหมดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และ แปลงเป็น Raster ขนาดกริด 50x50 ตร.ม. หลังจากนั้นหาความลึกของน้ำบาดาลจากระดับผิวดินที่จะนำมาใช้คำนวณความอ่อนไหวโดยการคำนวณค่าความลึกของชั้นน้ำบาดาล (D) ของแต่ละกริดเซลล์ได้ตามสมการ 2.3 และหลักการคิดนี้แสดงในรูปที่ 2.2 ดังนี้

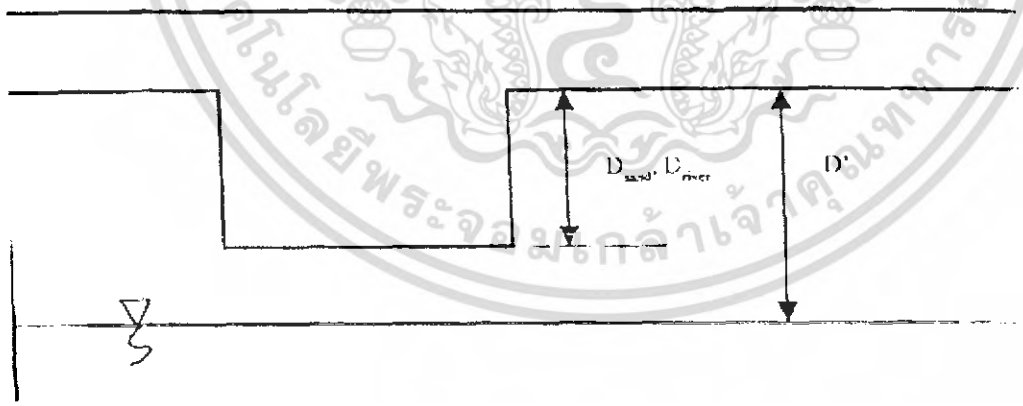
$$D = D' - D_{sand} - D_{river} \qquad (2.2)$$

เมื่อ D = ความลึกของระดับน้ำบาดาลจากผิวดินที่จะนำมาใช้แบ่งช่วงค่า (Rating)

D' = ความลึกของระดับน้ำบาดาลที่ได้จากการพิจารณาข้อมูลบ่อเจาะสำรวจ

D_{sand} = ความลึกของบ่อทราย

D_{river} = ความลึกของแม่น้ำ



รูปที่ 2.2 หลักการคิดค่าความลึกของชั้นน้ำบาดาลจากผิวดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 วิธีการวิเคราะห์ค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (Net Recharge : R)

ค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (R) แสดงถึงปริมาณน้ำซึ่งเป็นตัวนำมลสารลงไปสู่น้ำบาดาล นอกจากนั้น ยังเป็นปัจจัยกำหนดปริมาณน้ำที่แพร่กระจายและเจือจางมลสารต่างๆ ในชั้นปิดทับชั้นให้น้ำ (Vadose Zone) และชั้นอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Zone) โดยทั่วไปแล้ว ถ้าปริมาณการเติมน้ำ (Recharge) มาก ศักยภาพการเกิดมลภาวะในน้ำบาดาลจะมากขึ้นเช่นกัน

การระบุค่าปริมาณน้ำที่ซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลในเวลาต่างๆนั้น ไม่สามารถทำการวัดได้อย่างแท้จริง แต่สามารถตั้งสมมุติฐานเพื่อประเมินได้ตามความเหมาะสม โดยที่ปัจจัยหลักที่มีผลต่ออัตราการซึมลงสู่น้ำบาดาลได้ปริมาณฝนและชนิดของดินที่ปิดทับด้านบน หากเป็นวัสดุที่มีขนาดใหญ่และอุ้มน้ำได้น้อย น้ำจะซึมผ่านได้มาก หากเป็นวัสดุขนาดเล็กและอุ้มน้ำได้มาก น้ำจะซึมผ่านได้น้อย นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆอีกมาก เช่น ความชื้นในดิน ชนิดของพืชคลุมดิน และการใช้ที่ดิน เป็นต้น แต่ในการศึกษานี้ พิจารณาเฉพาะ 2 ปัจจัยหลัก และ ไม่พิจารณาใช้ที่ดิน เนื่องจากต้องการพิจารณาในเชิงอนุรักษ์ (Conservative Side / Safe Side) โดยไม่นำการใช้ที่ดินหรือส่วนที่เป็นเมืองมาลดความเป็นไปได้ที่มลสารจะลงไปปนเปื้อนชั้นน้ำบาดาลหรือลดความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ

ดังนั้น ค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (R) ในการศึกษานี้จึงพิจารณาจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่และอัตราการซึมผ่านของฝนโดยจำแนกตามประเภทของดิน(Soil Map) ของกรมพัฒนาที่ดิน จากการศึกษาของสุจริตและปณต (2545) พบว่าอัตราการซึมผ่านในหน่วยร้อยละของปริมาณฝน (r) และสัมประสิทธิ์การซึมได้ของดินในหน่วยเซนติเมตรต่อชั่วโมง (i) มีความสัมพันธ์กันตามสมการ $r = 0.24i + 3.2$ ซึ่งสรุปได้ว่าปริมาณน้ำฝนที่ไหลลงสู่ชั้นน้ำบาดาลโดยอาศัยชนิดของดินเป็นอัตราส่วนร้อยละ 3.88 – 11.00 ของปริมาณฝนรายเดือนที่ตกในพื้นที่ ผลการศึกษาดังกล่าวนี้ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของวจีและสมชัย (2541) ซึ่งระบุว่าอัตราการซึมของน้ำฝนลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินในพื้นที่ภาคกลางของชั้นน้ำใต้ดินที่มีสภาพทางธรณีวิทยาแบบหินแข็งน้ำปานกลาง หินแข็งน้ำมาก และหินร่วน เท่ากับร้อยละ 3 , 5 และ10 ของปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ตามลำดับ

เมื่อมีข้อมูลปริมาณน้ำฝน และข้อมูลอัตราการซึมผ่านของฝนในแต่ละชนิดดิน นำข้อมูลทั้งหมดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และแปลงเป็น Raster ขนาดกริด 50x50 ตร.ม. หลังจากนั้นหาค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบ่อบาดาล (R) ที่จะนำมาใช้หาค่าคะแนน (R_r) เพื่อคำนวนความอ่อนไหวโดยคำนวณค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลของแต่ละกริดเซลล์ได้ตามสมการ 2.3 ดังนี้

ค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (R) = ปริมาณน้ำฝน x อัตราการซึมผ่านของฝน (2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3. วิธีวิเคราะห์สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (Aquifer Media : A)

สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (A) พิจารณาจากลักษณะวัสดุว่าเป็นประเภทหินร่วน (Unconsolidated Rock) หรือหินแข็ง (Consolidated Rock) วัสดุที่มีขนาดใหญ่หรือมีรอยแตกร้าวมาก ทำให้ความสามารถในการซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาลมาก นั้นคือมีความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลมาก ในชั้นน้ำบาดาลที่เป็นหินร่วน (Unconsolidated Aquifer) อัตราการซึมผ่านของน้ำขึ้นอยู่กับความพรุนของรอยแตก ข้อมูลด้านวัสดุชั้นน้ำของการศึกษานี้ได้จากข้อมูลบ่อเจาะสำรวจน้ำบาดาล ข้อมูลการศึกษาด้านอุทกธรณีวิทยาที่ผ่านมา และข้อมูลแผนที่อุทกธรณีวิทยา (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล)

2.4.4. วิธีการวิเคราะห์สมบัติของดิน (Soil Media :S)

ดิน คือวัสดุที่อยู่ชั้นบนสุดของผิวดินที่มีการกัดกร่อน โดยเฉลี่ยดินมีความลึกไม่เกิน 1.8 เมตรจากผิวดิน (Osborn, N.I, Eckentein, E., and Koon, K.Q., 1998) ดินมีผลต่อปริมาณน้ำที่สามารถซึมลงสู่ชั้นใต้ดินเป็นอย่างมาก โดยทั่วไปแล้วดินมีความสามารถในการหดหรือพองตัวน้อยกว่าและมีอนุภาคเล็กกว่ามลสารจะผ่านชั้นดินนั้นลงสู่ระดับน้ำบาดาลได้ยากกว่าดินที่มีความสามารถในการหดหรือพองตัวมากกว่าและมีอนุภาคขนาดใหญ่ ข้อมูลสมบัติของดินในพื้นที่ศึกษา นำมาจากข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน

2.4.5. วิธีการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ (Topography :T)

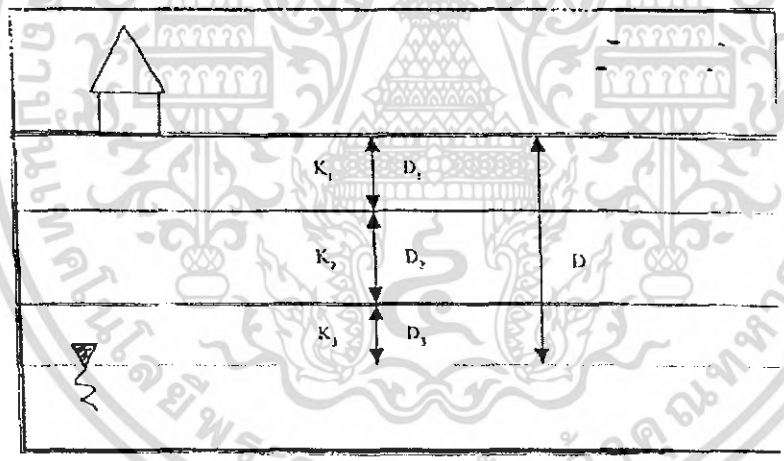
ข้อมูลภูมิประเทศจะแสดงถึงความชัน (Slope) ของพื้นซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นไปได้ที่มลสารจะลงสู่ชั้นน้ำบาดาล พื้นที่ที่มีความชันต่ำ น้ำที่ไหลผ่านมีการไหลเท(Runoff) ช้า การที่มลสารจะลงสู่ชั้นน้ำบาดาลได้ก็มีมากขึ้น ส่วนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง น้ำไหลเทออกจากพื้นที่ได้เร็วกว่า ทำให้โอกาสที่มลสารจะสัมผัสผิวดินและลงสู่ชั้นน้ำบาดาลน้อยลงค่าความชันของพื้นที่พิจารณาจากแผนที่แสดงเส้นระดับความสูง (Contour Map) ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6. วิธีการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล (Impact of Vadose Media : I)

ชั้นที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล คือบริเวณไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Unsaturated Zone) ที่อยู่เหนือระดับน้ำบาดาล การวิเคราะห์องค์ประกอบของชั้นนี้สามารถแสดงถึงเวลาที่มลสารเดินทางผ่านไปถึงน้ำบาดาลได้

เนื่องจากบริเวณปิดทับชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาเป็นวัสดุหลายชนิดซ้อนทับกัน การประเมินความสามารถในการให้ซึมผ่านของวัสดุปิดทับจึงสามารถทำได้โดยการเฉลี่ยค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำแนวดิ่งของวัสดุชั้นน้ำบาดาล (I) ได้แก่ข้อมูลบ่อเจาะสำรวจน้ำบาดาล (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล) และข้อมูลการศึกษาด้านอุทกธรณีวิทยาที่ผ่านมา โดยข้อมูลที่ใช้จากบ่อเจาะสำรวจ คือ ตำแหน่งบ่อสำรวจ ชนิดและความหนาของชั้นดิน/หินต่างๆ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ (Hydraulic Conductivity : K) ของแต่ละบ่อ ดังรูปที่ 2.3 และสมการ 2.4 (เกรียงศักดิ์ ศรีสุข, 2543) ค่าเฉลี่ยที่ได้นี้แสดงถึงคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาลต่อการที่มลสารจะซึมผ่าน



รูปที่ 2.3 แนวคิดการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำเฉลี่ยของชั้นปิดทับชั้นน้ำบาดาล

$$K_{AV} = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_i}{\sum_{i=1}^{n} (D_i / K_i)} \qquad (2.4)$$

62776

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ K_{AV} = ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ

K_i = ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำของแต่ละชนิดวัสดุ

D_i = ความหนาของวัสดุชนิด i

n = จำนวนชนิดของวัสดุปิดทับ

2.4.6 วิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ (Hydraulic Conductivity of Aquifer : C)

ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาล (C) แสดงถึงอัตราการไหลของน้ำผ่านชั้นน้ำบาดาลในแนวราบ ดังนั้น ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวมาก ความอ่อนไหวจะมากเช่นกัน

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาลนี้ได้แก่ ข้อมูลบ่อเจาะสำรวจน้ำบาดาล (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล) และข้อมูลการศึกษาด้านอุทกธรณีวิทยาที่ผ่านมา โดยข้อมูลที่ใช้จากบ่อเจาะสำรวจ คือ ตำแหน่งบ่อสำรวจ ชนิดและความหนาของชั้นดิน/หินต่างๆ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ (Hydraulic Conductivity : K) ของแต่ละบ่อ ดังรูปที่ 2.3 และสมการ 2.5

$$K_{AV} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(K_i D_i)}{\sum_{i=1}^{n} D_i} \qquad (2.5)$$

เมื่อ K_{AV} = ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ

K_i = ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำของแต่ละชนิดวัสดุ

D_i = ความหนาของวัสดุชนิด i

n = จำนวนชนิดของวัสดุปิดทับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์จะถูกแบ่งออกเป็นช่วงๆ และให้ค่าของแต่ละช่วงตั้งแต่ 1 – 10 หลังจากนั้นนำค่าคะแนนที่ได้มาคูณด้วยค่าความถ่วงน้ำหนักของพารามิเตอร์มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 5 (ดังแสดงในตารางที่) เพื่อให้ได้ค่าดัชนี DRASTIC สมการ 2.5 ที่แสดงถึงระดับความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่ โดยพารามิเตอร์ที่สำคัญมากที่สุดจะมีค่าเท่ากับ 5 และพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญน้อยที่สุดจะมีค่าเท่ากับ 1

ตารางที่ 2.1. ค่าถ่วงน้ำหนักของพารามิเตอร์ทางอุทกธรณีวิทยาวิธี DRASTIC

พารามิเตอร์ทางอุทกธรณีวิทยา	ค่าถ่วงน้ำหนัก
D-Depth to Aquifer	5
N-Net Recharge	4
A-Aquifer Media	3
S-Soil Media	2
T- Topography	1
I - Impact of Vadose Media	5
C- Hydraulic Conductivity of the Aquifer	3

ที่มา : Aller et al (1987)

$$\text{DRASTIC Index} = D_rD_w+R_rR_w+A_rA_w+S_rS_w+T_rT_w+I_rI_w+C_rC_w \qquad (2.5)$$

เมื่อ D,R,A,S,T,I,C หมายถึงพารามิเตอร์ทั้ง 7

r คือ ค่าที่ได้จากการแบ่งช่วงของแต่ละพารามิเตอร์ต่างๆ (rating)

w คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละพารามิเตอร์ (weight)

ดังนั้นค่าต่ำสุดที่เป็นไปได้ของดัชนี DRASTIC คือ 23 และค่าสูงสุดคือ226

พื้นที่ที่มีค่าดัชนี DRASTIC มากกว่าอีกพื้นที่หนึ่ง แสดงว่าพื้นที่นั้นมีความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะมากกว่าอีกพื้นที่หนึ่ง ส่วนพื้นที่ที่มีค่าดัชนี DRASTIC ต่ำไม่ได้หมายความว่าพื้นที่นั้นไม่มีความอ่อนไหวแต่เป็นพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวน้อยกว่าพื้นที่ที่มีค่าดัชนี DRASTIC ที่สูงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

3.1. การรวบรวมข้อมูล

เมื่อรวบรวมข้อมูลต่างๆในตารางที่ 1.1 ครบแล้วก็จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดช่วงข้อมูลของ DRASTIC ดังขั้นตอนการวิเคราะห์ต่อไปนี้

3.2. ขั้นตอนการศึกษาการวิเคราะห์และประเมินความอ่อนไหวของน้ำบาดาล

3.2.1. วิธีการวิเคราะห์ความลึกของชั้นน้ำบาดาล (Depth to aquifer : D)

พิจารณาจากระยะทางที่มลสารจะต้องเดินทางไปก่อนที่จะถึงระดับน้ำบาดาล โดยทั่วไปแล้วมลสารจะใช้เวลาลงไปสู่ระดับน้ำบาดาลนานขึ้นตามระยะทาง หรือความลึกของตัวกลางที่มากขึ้น การคิดความลึกของระดับน้ำบาดาลพิจารณาจากชนิดของชั้นน้ำบาดาล (ดังแสดงในรูปที่ 2.1) กล่าวคือ ถ้าเป็นชั้นน้ำบาดาลแบบมีแรงดัน (Confined Aquifer) ค่าความลึกของระดับน้ำบาดาล(D) จะเท่ากับระยะทางจากผิวดินถึงขอบเขตด้านบนของชั้นน้ำบาดาล ส่วนกรณีของชั้นน้ำบาดาลแบบไม่มีแรงดัน (Unconfined Aquifer) ค่าความลึกของระดับน้ำบาดาล เท่ากับระยะทางทางจากผิวดินถึงระดับน้ำบาดาล (Water Table)

ในความเป็นจริงแล้วพื้นที่บางส่วนมีกิจกรรมของมนุษย์ซึ่งทำให้หน้าดินหายไปมาก ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ในหัวข้อที่ 2.4.1. จึงต้องนำข้อมูลความลึกของกิจกรรมต่างๆมาพิจารณาประกอบ แต่ในพื้นที่ที่ทำการศึกษานี้ มีแค่ความลึกของแม่น้ำที่จะนำมาพิจารณาประกอบ

สำหรับการกำหนดช่วงเพื่อให้ค่าคะแนนของพารามิเตอร์นี้ ใช้ตามการศึกษาของ EPA (Aller, L.et al, 1987) (ตารางที่ 3.1) และได้มีการดัดแปลงการให้ค่าคะแนนต่างๆ (ตารางที่ 3.2) เพื่อให้เหมาะสมกับการประเมินความอ่อนไหวในพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีระดับความลึกของชั้นน้ำบาดาลค่อนข้างสูงและอยู่ในช่วงกว้าง ในขณะเดียวกันพารามิเตอร์นี้ถือว่ามีความสำคัญในการแพร่กระจายของมลสารมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1. ช่วงและค่าคะแนนความลึกของชั้นน้ำบาดาล (D – Depth to Aquifer)

ช่วงค่าความลึกของชั้นน้ำบาดาล – D (ฟุต)	ค่าคะแนน (D_r)
0 – 5	10
5 – 15	9
15 – 30	7
30 – 50	5
50 – 75	3
75 - 100	2
> 100	1
ค่าถ่วงน้ำหนัก (D_w) : 5	

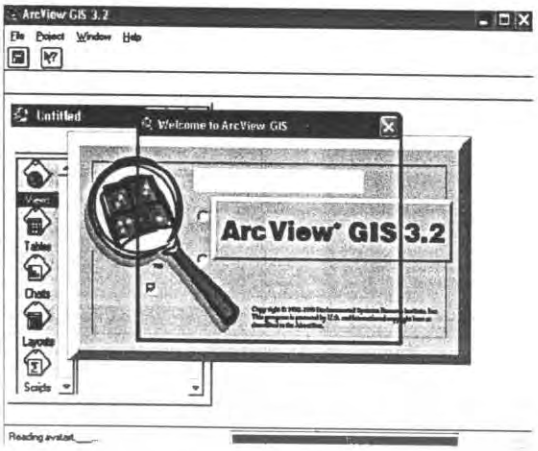
ที่มา : Aller, L. et al (1987)

ตารางที่ 3.2. ช่วงและค่าคะแนนความลึกของชั้นน้ำบาดาล (D – Depth to Aquifer) ที่ใช้ในการศึกษา

ช่วงค่าความลึกของชั้นน้ำบาดาล – D (ม.)	ค่าคะแนน (D_r)
0 – 5	10
5 – 15	7
15 – 30	5
30 – 50	3
50 – 75	2
> 75	1
ค่าถ่วงน้ำหนัก (D_w) : 5	

เมื่อรวบรวมข้อมูลดังกล่าวครบแล้วก็นำข้อมูลทั้งหมดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Arcview GIS) (รูปที่ 3.1) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



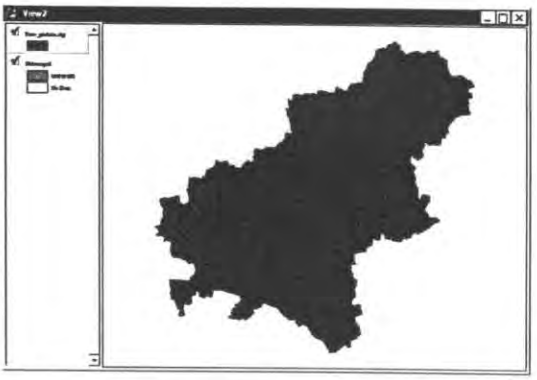
รูปที่ 3.1. โปรแกรม Arcview ที่ใช้ในการวิเคราะห์และคำนวณค่าดัชนี DRASTIC

- นำเข้าข้อมูลพื้นที่ จ. นครนายกซึ่งต่อไปจะเรียกว่า Shapefile หรือ .Shp และ ทำการแปลงข้อมูลเป็น Raster ที่มีขนาดกริด 50 x 50 ตร.ม. ดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2. Shapefile หรือ .Shp ของจังหวัด นครนายก

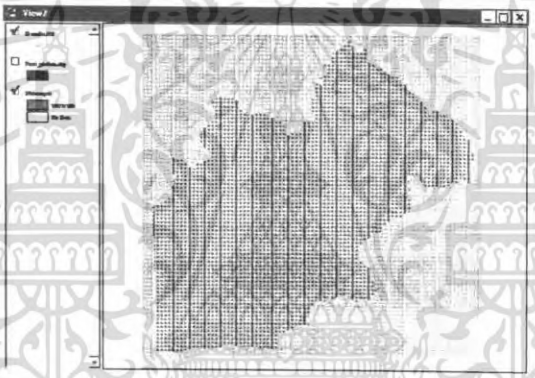
- นำเข้าข้อมูล พื้นที่จังหวัดโดยรอบจังหวัดนครนายก (ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี นครราชสีมา สระบุรี ปทุมธานี) ซึ่งเป็น .shp และทำการแปลงข้อมูลเป็น Raster Grid Cell 50 x 50 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



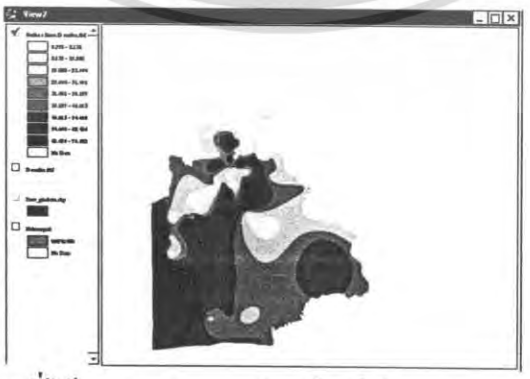
รูปที่ 3.3. พื้นที่จังหวัดโดยรอบจังหวัดนครนายก

- นำเข้าข้อมูลความลึกที่ได้จากการ interpolate โดยโปรแกรม surfer



รูปที่ 3.4. ข้อมูลที่นำเข้า GIS ซึ่งได้จากการ interpolate โดยโปรแกรม surfer

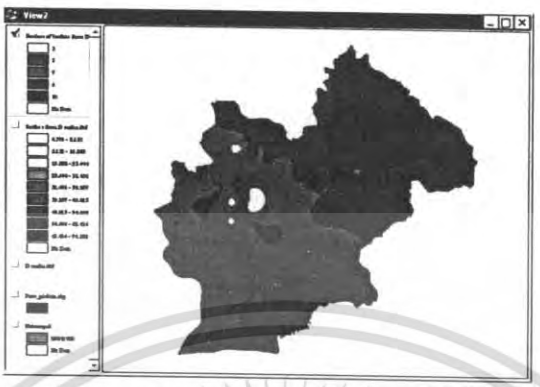
- ทำการ interpolate ข้อมูลโดยโปรแกรม Arcview GIS อีกครั้งเพื่อความละเอียดมากขึ้นของข้อมูลและเพื่อแปลงข้อมูลเป็น Raster Grid Cell 50 X 50 ตร.ม.



รูปที่ 3.5. ผลที่ได้จากการ interpolate โดยโปรแกรม Arcview GIS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการใส่ค่าคะแนนให้กับ parameter ซึ่งต่อไปจะเรียกว่าการ Rate ตามตารางที่ 3.1 จะได้ Grid Dr



รูปที่ 3.6. การใส่ค่าคะแนนของพารามิเตอร์ D (Dr)

- ทำการคูณค่าถ่วงน้ำหนัก (Dw = 5) จะได้ Grid Dr*Dw

รูปที่ 3.7. แผนที่ความลึกของชั้นน้ำบาดาล (Grid DrDw)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2. วิธีการวิเคราะห์ค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (Net Recharge : R)

ค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (R) แสดงถึงปริมาณน้ำซึ่งเป็นตัวนำมลสารลงไปสู่น้ำบาดาล นอกจากนั้น ยังเป็นปัจจัยกำหนดปริมาณน้ำที่แพร่กระจายและเจือจางมลสารต่างๆในชั้นปิดทับชั้นให้น้ำ (Vadose Zone) และชั้นอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Zone) โดยทั่วไปแล้ว ถ้าปริมาณการเติมน้ำ (Recharge) มาก ศักยภาพการเกิดมลภาวะในน้ำบาดาลจะมากขึ้นเช่นกัน

จากที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นในบทที่ 2 การระบุค่าปริมาณน้ำที่ซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลในเวลาต่างๆนั้น ไม่สามารถทำการวัดได้อย่างแท้จริง แต่สามารถตั้งสมมุติฐานเพื่อประเมินได้ตามความเหมาะสม โดยที่ปัจจัยหลักที่มีผลต่ออัตราการซึมลงสู่น้ำบาดาลได้แก่ปริมาณฝนและชนิดของดินที่ปิดทับด้านบน

ดังนั้นค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (R) ในการศึกษานี้จึงพิจารณาจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่และอัตราการซึมผ่านของฝนโดยจำแนกตามประเภทของดิน (Soil Map) ของกรมพัฒนาที่ดิน จากการศึกษาของสุจริตและปณต (2545) พบว่าอัตราการซึมผ่านในหน่วยร้อยละของปริมาณฝน (r) และ สัมประสิทธิ์การซึมได้ของดินในหน่วยเซนติเมตรต่อชั่วโมง (i) มีค่าความซึมน้ำของดินตามชนิดกลุ่มดินตามตารางที่ 3.3 และมีความสัมพันธ์กันตามสมการ $r = 0.24i + 3.2$ ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณเป็นดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.3. ความซึมน้ำของดินหาได้จากค่าสัมประสิทธิ์ความซึมน้ำของดิน

Permeability class (O'Neal 1952)	Hydraulic conductivity	
	Inches/hour	Cm/hour
Very Slow	<0.05	<0.125
Slow	0.05-0.2	0.125-0.5
Moderately Slow	0.2-0.8	0.5-2.0
Moderate	0.8-2.5	2.0-6.25
Moderately Rapid	2.5-5.0	6.25-12.5
Rapid	5.0-10.0	12.5-25.0
Very Rapid	>10.0	>25.0

ที่มา : สุวณี, 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4. การวิเคราะห์อัตราการซึมผ่านของฝนโดยจำแนกตามประเภทของดิน (Soil Map)

Soil	permeability_t	permeability_e	hydraulic conductivity (cm/hr)	%Recharge
10	เลวหรือค่อนข้างเลว	slow	0.3125	3.275
11	เลวหรือค่อนข้างเลว	slow	0.3125	3.275
16	เลวหรือค่อนข้างเลว	slow	0.3125	3.275
16/17	เลวหรือค่อนข้างเลว	slow	0.3125	3.275
16/18	เลวหรือค่อนข้างเลว	slow	0.3125	3.275
16/35	เลวหรือค่อนข้างเลว	slow	0.3125	3.275
17	ค่อนข้างเลว	moderately slow	1.2500	3.5
17/35	ค่อนข้างเลว	moderately slow	1.2500	3.5
17/35	ค่อนข้างเลว	moderately slow	1.2500	3.5
17/40	ค่อนข้างเลว	moderately slow	1.2500	3.5
18	ค่อนข้างเลว	moderately slow	1.2500	3.5
2	เลว	very slow	0.1250	3.23
2/11	เลว	very slow	0.1250	3.23
2/3	เลว	very slow	0.1250	3.23
21	ดีปานกลางถึงค่อนข้างเลว	moderate	4.1250	4.19
25	ค่อนข้างเลว	moderately slow	1.2500	3.5
29B/47B	ดี	rapid	18.7500	7.7
29C/29D	ดี	rapid	18.7500	7.7
29D/29E	ดี	rapid	18.7500	7.7
29D/47D	ดี	rapid	18.7500	7.7
3	เลวถึงค่อนข้างเลว	slow	0.3125	3.275
33/38	ดีถึงดีปานกลาง	moderately rapid	9.3750	5.45
35	ดีถึงดีปานกลาง	moderately rapid	9.3750	5.45
35/48	ดีถึงดีปานกลาง	moderately rapid	9.3750	5.45
35B	ดีถึงดีปานกลาง	moderately rapid	9.3750	5.45
35B/56B	ดีถึงดีปานกลาง	moderately rapid	9.3750	5.45
38	ดีถึงดีปานกลาง	moderately rapid	9.3750	5.45
4	เลวหรือค่อนข้างเลว	slow	0.3125	3.275
40	ดี	rapid	18.7500	7.7
40B	ดี	rapid	18.7500	7.7
46	ดี	rapid	18.7500	7.7
47B/56B	ดี	rapid	18.7500	7.7
47C	ดี	rapid	18.7500	7.7
47C/56C	ดี	rapid	18.7500	7.7
48B	ดี	rapid	18.7500	7.7
48B/56B	ดี	rapid	18.7500	7.7
48C	ดี	rapid	18.7500	7.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Soil	permeability_t	permeability_e	hydraulic conductivity (cm/hr)	%Recharge
48C/56C	ดี	rapid	18.7500	7.7
48D	ดี	rapid	18.7500	7.7
48E	ดี	rapid	18.7500	7.7
56B	ดี	rapid	18.7500	7.7
56C	ดี	rapid	18.7500	7.7
6	เลวหรือค่อนข้างเลว	slow	0.3125	3.275
7	เลวหรือค่อนข้างเลว	slow	0.3125	3.275
ML	-	-	-	-
U	-	-	-	-
W	-	-	-	-

หมายเหตุ

: แบ่งกลุ่มตามการวินิจฉัยคุณภาพดินด้านปฐพีกลศาสตร์ตามกลุ่มชุดดินในประเทศไทย (สุวณี, 2538)

: %Recharge = 0.24i + 3.2 เมื่อ i = สัมประสิทธิ์ความซึมน้ำของดิน (สุจริตและปรต, 2545)

เมื่อมีข้อมูลปริมาณน้ำฝน และข้อมูลอัตราการซึมผ่านของฝนในแต่ละชนิดดิน นำข้อมูลทั้งหมดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และแปลงเป็น Raster ขนาดกริด 50 x 50 ตร.ม. หลังจากนั้นหาค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (R) ของแต่ละกริดเซลล์ได้ตามสมการ 2.3 หลังจากนั้นให้เป็นค่าคะแนนหรือ R_r ตามตารางที่ 3.6 ซึ่งดัดแปลงมาจากตารางที่ 3.5 เพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5. ช่วงและค่าคะแนนของอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (Net Recharge)

ช่วงค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล- R (มม.)	ค่าคะแนน (R_r)
0 – 22.5	0.45
22.5 – 45.0	0.9
45.0 – 67.5	1.8
67.5 – 90	2.7
90 – 112.5	3.6
112.5 – 135	4.5
135 – 157.5	5.4
ค่าถ่วงน้ำหนัก (R_w) : 4	

ที่มา : บริษัท เมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์ จำกัด

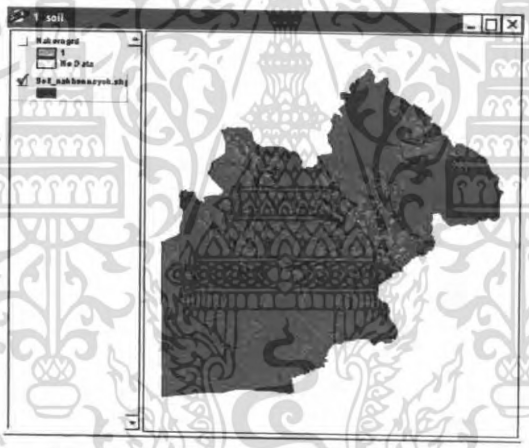
ตารางที่ 3.6. ช่วงและค่าคะแนนของอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (Net Recharge) ที่ใช้ในการศึกษา

ช่วงค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล- R (มม.)	ค่าคะแนน (R_r)
0 – 32.5	0.25
32.5 - 51.5	0.45
51.5 - 70.5	0.9
70.5 - 89.5	1.8
89.5 - 108.5	2.7
108.5 - 127.5	3.6
127.5 - 146.5	4.5
146.5 - 166.5	5.4
166.5 - 185.5	6.3
185.5 - 204.5	7.2
ค่าถ่วงน้ำหนัก (R_w) : 4	

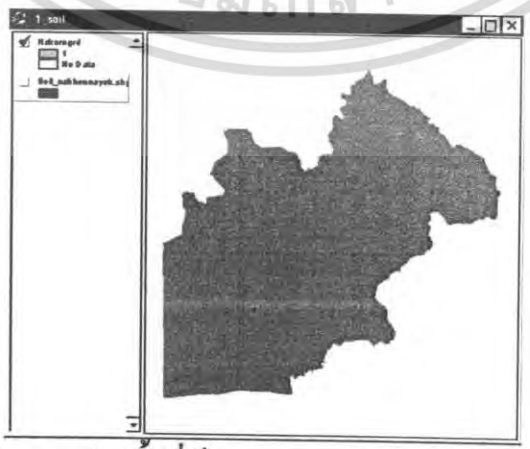
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำข้อมูลทั้งหมดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- นำเข้าข้อมูลพื้นฐาน จ.นครนายก ซึ่งเป็น.shp ดังรูปที่ 3.8
- แปลงพื้นที่เป็น Raster Grid Cell 50 x 50 ตร.ม. ดังรูปที่ 3.9
- นำเข้าข้อมูล จังหวัดโดยรอบ จ.นครนายกเหมือนกับขั้นตอนการทำ parameter D
- นำเข้าข้อมูลปริมาณน้ำฝน ดังรูปที่ 3.10
- ทำการ interpolater grid ปริมาณน้ำฝน ดังรูปที่ 3.11
- แจกแจงค่าการซึมของน้ำฝนลงสู่น้ำบาดาลลงไปใน soil group.shp ดังรูปที่ 3.12
- นำ grid recharge และ rain fall grid มาคูณกัน ดังรูปที่ 3.13
- ให้ค่าคะแนน Rr ดังรูปที่ 3.14
- ทำการคูณค่าถ่วงน้ำหนัก (Rw = 4) จะได้แผนที่อัตราการซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (รูปที่ 3.15)

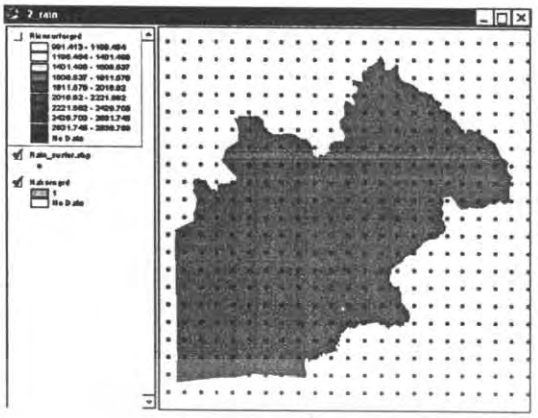


รูปที่ 3.8. การนำเข้านำเข้าข้อมูลพื้นฐาน จ.นครนายก



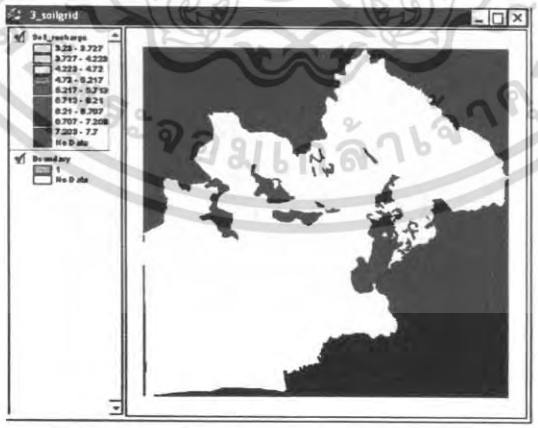
รูปที่ 3.9. การแปลงพื้นที่เป็น Raster Grid Cell 50 x 50 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



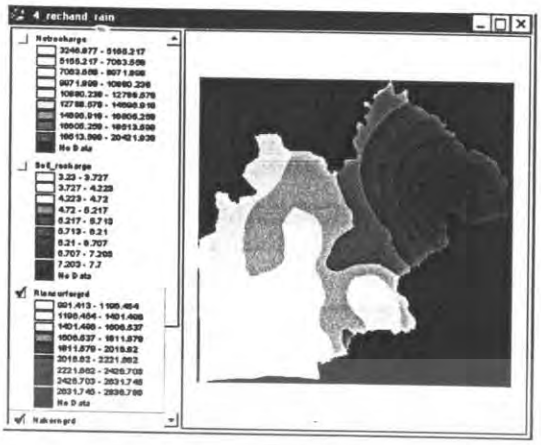
รูปที่ 3.10. การนำเข้าข้อมูล ปริมาณน้ำฝน ที่ได้จากโปรแกรม surfer

รูปที่ 3.11. การ interpolate grid ปริมาณน้ำฝน

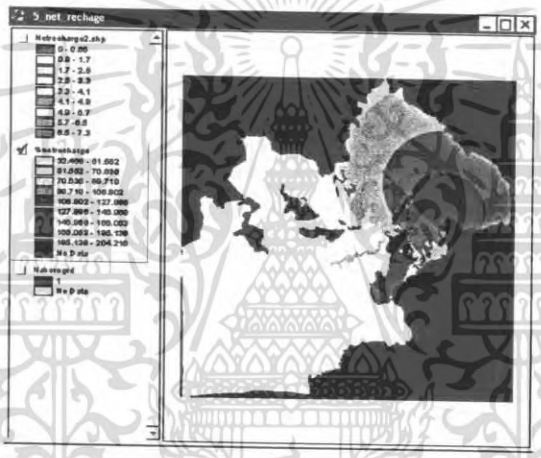


รูปที่ 3.12. การใส่ค่าการซึมของน้ำฝนลงสู่น้ำบาดาลลงไปใน soil group.shp

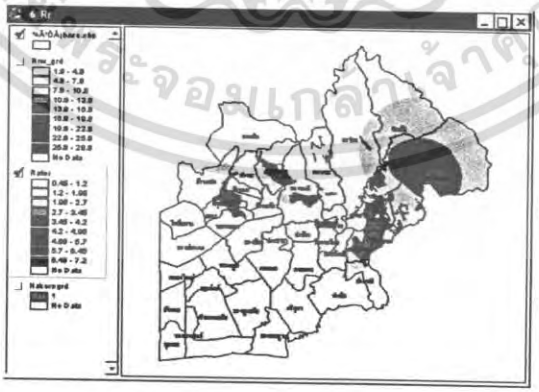
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13. การคูณกันระหว่าง %net recharge grid และ rain fall grid



รูปที่ 3.14. ผลจากการใส่ค่าคะแนน Rr



รูปที่ 3.15. ตัวอย่างแผนที่แสดงค่าอัตราการซึมผ่านได้ของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (Grid RrRw)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3. วิธีวิเคราะห์สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (Aquifer Media : A)

สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (A) พิจารณาจากลักษณะวัสดุว่าเป็นประเภทหินร่วน (Unconsolidated Rock) หรือหินแข็ง (Consolidated Rock) วัสดุที่มีขนาดใหญ่หรือมีรอยแตกร้าวมาก ความสามารถในการซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาลมาก นั่นคือมีความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลมาก ในชั้นน้ำบาดาลที่เป็นหินร่วน (Unconsolidated Aquifer) อัตราการซึมผ่านของน้ำขึ้นอยู่กับความพรุนของรอยแตก

ข้อมูลด้านวัสดุชั้นน้ำของการศึกษานี้ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลบ่อเจาะสำรวจน้ำบาดาล ข้อมูลการศึกษาด้านอุทกธรณีวิทยาที่ผ่านมา และข้อมูลแผนที่อุทกธรณีวิทยา (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล) เมื่อทำการวิเคราะห์วัสดุชั้นน้ำบาดาลเชิงพื้นที่แล้ว นำข้อมูลทั้งหมดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และแปลงเป็น Raster ขนาดกริด 50x50 ตารางเมตร หลังจากนั้นใส่ค่าคะแนนวัสดุชั้นน้ำ (A_r) ที่จะนำมาใช้คำนวณความอ่อนไหว ตามตารางที่ 3.7.

ตารางที่ 3.7. ช่วงและค่าคะแนนของสมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (A - Aquifer Media) ที่ใช้ในการศึกษา

ลักษณะของวัสดุชั้นน้ำ - A	ค่าคะแนน (A_r)
igneous / Andesite / Diorite /Granite / Rhyolite / Rock / Scoria / Tuff	3
chert / quartzite / laterite / limestone / mudstone / shale/ sandstone / slate / silt /siltstone	6
gravel / sand / Boulder	8
ค่าถ่วงน้ำหนัก (A_w) : 3	

สำหรับการกำหนดช่วงเพื่อให้ค่าคะแนนของพารามิเตอร์นี้ ได้มีการดัดแปลงจากการกำหนดของ EPA (Aller, L. et al, 1987) (ตารางที่ 3.8) เพื่อให้เหมาะสมกับการประเมินความอ่อนไหวในพื้นที่ศึกษานี้ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายด้านวัสดุของชั้นน้ำบาดาลค่อนข้างต่ำ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มที่เป็น Igneous rock กลุ่มที่เป็น Metamorphic rock และ กลุ่มที่เป็น Unconsolidated Rock (Gravel, Sand, Boulder)ในขณะเดียวกันพารามิเตอร์นี้ถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่ามีความสำคัญในการแพร่กระจายของมลสารต่างๆ ถ้าใช้การกำหนดช่วงตาม EPA จะทำให้ได้ค่าคะแนนส่วนใหญ่ของพื้นที่เป็นค่าเดียวกัน ส่งผลให้ไม่สามารถแสดงความอ่อนไหวในเชิงเปรียบเทียบได้ชัดเจน

ตารางที่ 3.8. ช่วงและค่าคะแนนของสมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (A - Aquifer Media)

ลักษณะของวัสดุชั้นน้ำ - A	ช่วงค่าคะแนน (A_r)	ค่าคะแนนตัวแทน
Massive Shale	1-3	2
Metamorphic / Igneous	2-5	3
Weathered Metamorphic / Igneous	3-5	4
Glacial Till	4-6	5
Bedded Sandstone, Limestone and Shale Sequence	5-9	6
Massive Limestone	4-9	6
Sand and Gravel	4-9	6
Basalt	2-10	9
Karst Limestone	9-10	10
ค่าถ่วงน้ำหนัก (A_w) : 3		

ที่มา : Aller, L. et al (1987)

การนำข้อมูลทั้งหมดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

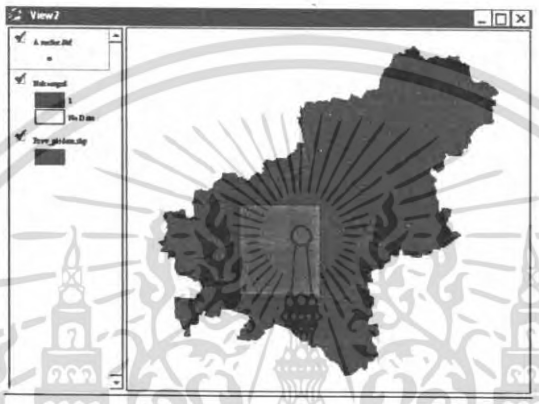
- นำเข้าข้อมูลพื้นฐาน จ.นครนายก ซึ่งเป็น .shp และทำการแปลงข้อมูลเป็น Raster Grid Cell ขนาด 50 x 50 ตร.ม.
- นำเข้าข้อมูลจังหวัดโดยรอบ จ.นครนายก (ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี นครราชสีมา สระบุรี ปทุมธานี) และทำเป็น Raster Grid Cell ขนาด 50 x 50 ตร.ม.
- นำเข้าข้อมูลค่าคะแนนชั้นน้ำบาดาล (Ar) ที่ได้จากการ interpolate โดย Program surfe โดยวิธี kriging (รูปที่3.16)
- ทำการ interpolate ข้อมูลชั้นน้ำบาดาลอีกครั้งเพื่อให้มีความละเอียดของข้อมูลมากขึ้นและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

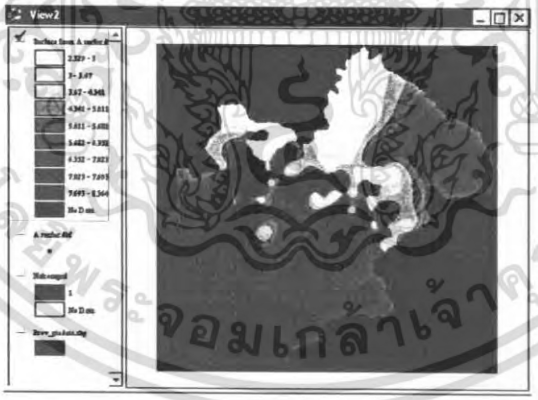
เพื่อแปลงข้อมูลเป็น Raster Grid Cell ขนาด 50 x 50 ตร.ม. (รูปที่3.17)

- จัดช่วงค่าคะแนนที่ได้ให้อยู่ในช่วงค่าคะแนนที่แบ่งไว้ตามตารางที่ 3.7 จะได้ Grid Ar (รูปที่3.18)
- คูณค่าถ่วงน้ำหนัก (Aw = 3) กับ Grid Ar จะได้ ArAw (รูปที่3.19)

รูปตัวอย่างการนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล GIS

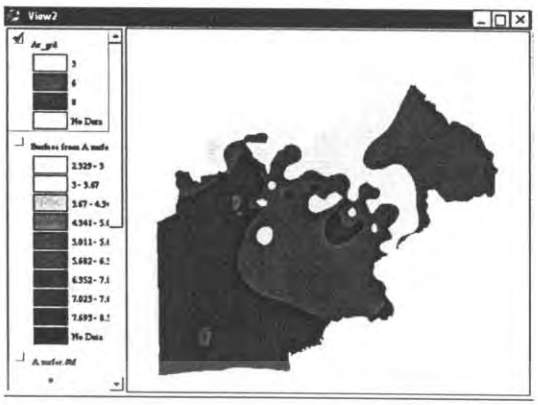


รูปที่ 3.16. การนำเข้าข้อมูลค่าคะแนนชั้นน้ำบาดาล (Ar)

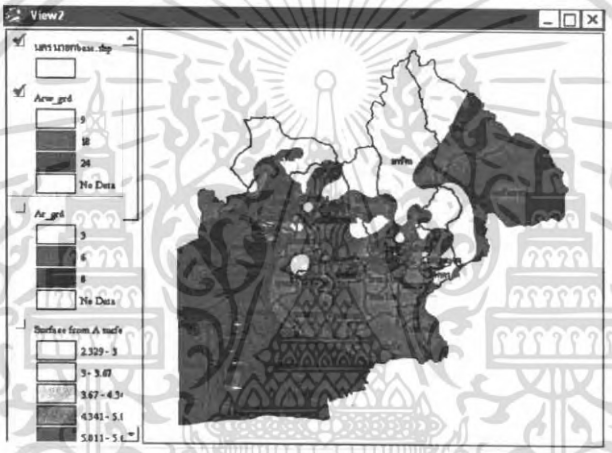


รูปที่ 3.17. การ interpolate ข้อมูลชั้นน้ำบาดาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18. การจัดช่วงค่าคะแนนของข้อมูลชั้นน้ำบาดาล (Ar)



รูปที่ 3.19. แผนที่สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (ArAw)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4. วิธีการวิเคราะห์สมบัติของดิน (Soil Media :S)

ดิน คือวัสดุที่อยู่ชั้นบนสุดของผิวดินที่มีการกัดกร่อน โดยเฉลี่ยดินมีความลึกไม่เกิน 1.8 เมตรจากผิวดิน (Osborn, N.I, Eckentein, E., and Koon, K.Q., 1998) ดินมีผลต่อปริมาณน้ำที่สามารถซึมลงสู่ชั้นใต้ดินเป็นอย่างมาก โดยทั่วไปแล้วดินที่มีความสามารถในการหดหรือพองตัวน้อยกว่า และมีอนุภาคเล็กกว่ามลสารจะผ่านชั้นดินนั้นลงสู่ระดับน้ำบาดาลได้ยากกว่าดินที่มีความสามารถในการหดหรือพองตัวมากกว่าและมีอนุภาคขอนาดใหญ่

ข้อมูลสมบัติของดินในพื้นที่ศึกษา นำมาจากข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดินของกรมพัฒนาที่ดินซึ่งมีทั้งหมด 62 กลุ่มดิน นำข้อมูลดังกล่าวมาจำแนกให้ตรงกับการแบ่งกลุ่มสมบัติดินของ DRASTIC ซึ่งได้มีการดัดแปลงมาจากการกำหนดของของ Aller, L. et al (1987) ดูตารางที่ 3.9 เพื่อให้เหมาะสมกับการประเมินความอ่อนไหวในพื้นที่ศึกษาดังตารางที่ 3.10 และทำการจำแนกได้ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.9. ช่วงและค่าคะแนนของสมบัติของดิน (S – Soil Media)

สมบัติของดิน - S	ค่าคะแนน (S_r)
Thin or Absent	10
Gravel	10
Sand	9
Peat	8
Shrink and / or Aggregated Clay	7
Sandy Loam	6
Loam	5
Silty Loam	4
Clay Loam	3
Muck	2
Nonshrinking and Nonaggregated Clay	1
ค่าถ่วงน้ำหนัก (S_w) : 2	

ที่มา : Aller, L. et al (1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10. ช่วงและค่าคะแนนของสมบัติของดิน (S – Soil Media) ที่ใช้ในการศึกษา

สมบัติของดิน - S	ค่าคะแนน (S_r)
Thin or Absent	10
Gravel	10
Sand	9
m_loam (ดินร่วนหยาบที่มีเศษหินปน)	8
Sandy Loam	7
Loam	6
S – loam (ดินร่วนละเอียด)	5
Silty Loam	4
Clay Loam	3
Clay	2
M – Clay (เหนียวจัด)	1
ค่าถ่วงน้ำหนัก (S_w) : 2	

ตารางที่ 3.11. รายละเอียดการจำแนกดินและ Rating ของกลุ่มดินชนิดต่างๆ

SOIL NO.	Top soil_t	Top soil_e	Rate_Matrix	Rate ที่ใช้
10	ดินเหนียว	clay	1	2
11	ดินเหนียวจัด	m_clay	1	1
16	ดินร่วน	loam	5	6
16/17	ดินร่วน	loam	5	6
16/18	ดินร่วน	loam	5	6
16/35	ดินร่วน	loam	5	6
17	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
17/35	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
17/35	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
17/40	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
18	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
2	ดินเหนียวจัด	m_clay	1	1
2/11	ดินเหนียวจัด	m_clay	1	1
2/3	ดินเหนียวจัด	m_clay	1	1
21	ดินร่วน	loam	5	6
25	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
29B/47B	ดินเหนียว	clay	1	2
29C/29D	ดินเหนียว	clay	1	2
29D/29E	ดินเหนียว	clay	1	2
29D/47D	ดินเหนียว	clay	1	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

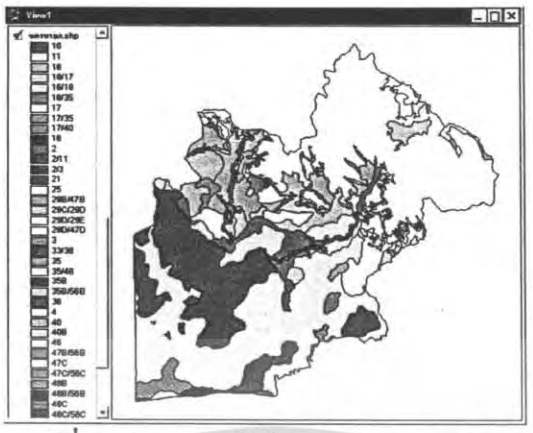
Soil No.	Top soil_t	Top soil_e	Rate_Matrix	Rateที่ใช้
3	ดินเหนียวจัด	m_clay	1	1
33/38	ดินทรายแป้ง	silty loam	4	4
35	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
35/48	ดินร่วนละเอียด	s_loam	5	5
35B	ดินร่วนละเอียด	s_loam	5	5
35B/56B	ดินร่วนละเอียด	s_loam	5	5
38	ดินร่วน	loam	5	7
4	ดินเหนียวจัด	m_clay	1	1
40	ดินร่วนหยาบ	m_loam	5	8
40B	ดินร่วนหยาบ	m_loam	5	8
46	ดินเหนียว	clay	1	2
47B/56B	ดินเหนียว	clay	1	2
47C	ดินเหนียว	clay	1	2
47C/56C	ดินเหนียว	clay	1	2
48B	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
48B/56B	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
48C	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
47C	ดินเหนียว	clay	1	2
47C/56C	ดินเหนียว	clay	1	2
48B	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
48B/56B	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
48C	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
48C/56C	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
48D	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
48E	ดินร่วนปนทราย	sandy loam	6	7
56B	ดินร่วน	loam	5	6
56C	ดินร่วน	loam	5	6
6	ดินร่วนเหนียว	clay loam	3	3
62	พื้นหินโผล่	gravel	10	10
7	ดินเหนียว	clay	1	2
U	analys. same 11	m_clay	1	1
W	analys. same 62	gravel	10	10

<u>หมายเหตุ</u> : Rate_Matrix คือ Rate ที่ บริษัท Matrix ใช้ทำการวิเคราะห์การศึกษาก่อนหน้า

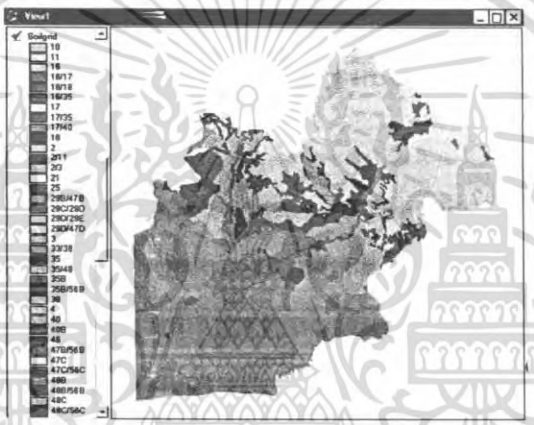
หลังจากนั้นเป็นการนำข้อมูลทั้งหมดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

- นำเข้าข้อมูลชุดกลุ่มดินของ จ.นครนายก ซึ่งเป็น shapefile หลังจากนั้นแปลงข้อมูลเป็น Raster Grid Cell ขนาด 50 x 50 ตร.ม. (รูปที่3.20 และ 3.21)
- ทำการ reclassify grid ที่ได้ ซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นการ Rate (Sr) (รูปที่3.22)
- คูณค่าถ่วงน้ำหนัก (Sw = 2) จะได้ Grid SrSw (รูปที่3.23)

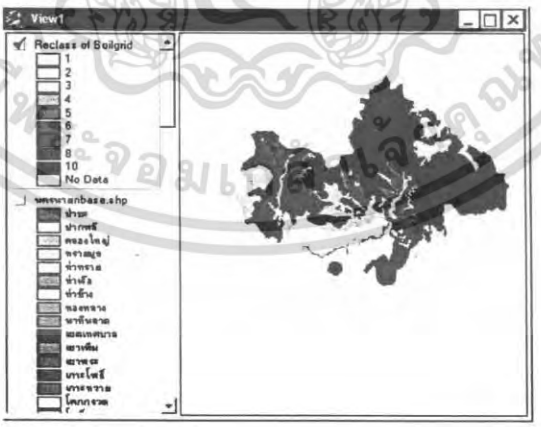
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20. การนำเข้าข้อมูล soilgroup.shp

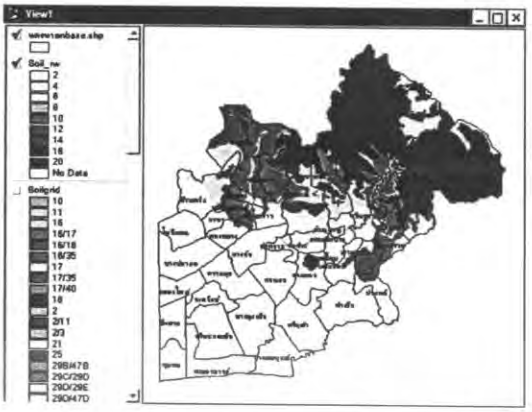


รูปที่ 3.21. แปลงข้อมูลเป็น Raster Grid Cell ขนาด 50 X 50 ตร.ม.



รูปที่ 3.22. ผลจากการ Rate ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23. รูปตัวอย่างแผนที่สมบัติของดิน (Grid SrSw)

3.2.5. วิธีการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ (Topography : T)

ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศจะแสดงถึงความชัน (slope) ของพื้นที่ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นไปได้ที่มลสารจะลงสู่ชั้นน้ำบาดาล พื้นที่ที่มีความชันต่ำน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่มีการไหลเท (Runoff) ช้า การที่มลสารจะลงสู่ชั้นน้ำบาดาลได้ก็มีมากขึ้น ส่วนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงน้ำไหลเทออกจากพื้นที่ได้เร็วกว่า ทำให้โอกาศที่มลสารจะสัมผัสผิวดินและลงสู่ชั้นน้ำบาดาลน้อยลง

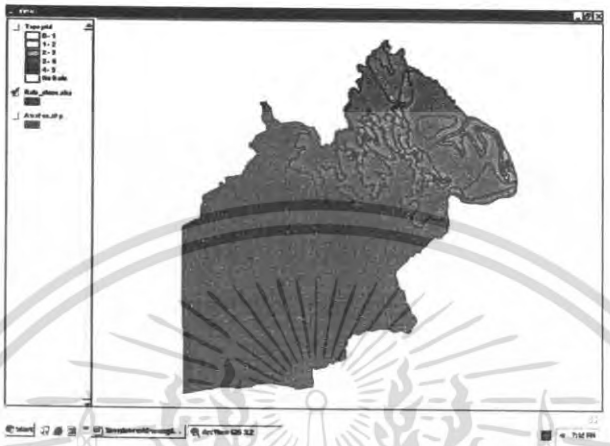
ค่าความชันของพื้นที่ พิจารณาจากแผนที่เส้นชั้นความสูง (Contour Map) ของกรมแผนที่ทหาร นำข้อมูลทั้งหมดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS) จะเห็นเส้นชั้นความสูง ดังรูปที่ 3.24 และแปลงค่าข้อมูลเป็น Raster ขนาดกริด 50x50 ตารางเมตร

รูปที่ 3.24. เส้นชั้นความสูง จ. นครนายก

ทำการวิเคราะห์เส้นชั้นความสูง พื้นที่ที่มีความลาดชันมาก ลักษณะของเส้นชั้นความสูงจะชิดติดกันมาก แสดงถึงความเป็นที่ราบสูง หน้าผา หรือ ภูเขา ส่วนพื้นที่ที่มีความชันน้อย ลักษณะ

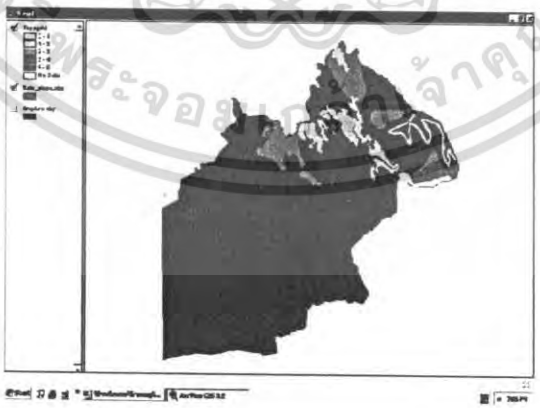
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นชั้นความสูงจะห่างกันแสดงว่าเป็นพื้นที่ราบ ในการวิเคราะห์นี้ได้ให้ค่าคะแนน (T_r) เป็นระดับ 1-5 (บริษัท เมทริกซ์ แอสโซซิเอสซ์ จำกัด) จากนั้นใช้โปรแกรมสร้างขอบเขตของความชันต่างๆ เป็น Polygon (ดูรูปที่ 3.25)



รูปที่ 3.25. การสร้าง Polygon แสดงขอบเขตเส้นชั้นความสูงแต่ละกลุ่ม

เมื่อสร้าง Polygon เพื่อแบ่งกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ทำการให้ค่าคะแนน (Rate) ซึ่งการให้ค่าคะแนนนั้น พื้นที่ที่มีเส้นชั้นความสูงอยู่ชิดกันมาก จะมีค่าคะแนนเท่ากับ 1 ซึ่งหมายความว่าพื้นที่นั้นมีลักษณะเป็นที่ราบสูงหรือหน้าผาซึ่งมีความเสี่ยงน้อย ส่วนพื้นที่ที่เส้นชั้นความสูงอยู่ห่างกันมาก จะมีค่าเท่ากับ 5 และมีความเสี่ยงมาก เมื่อนำมาคูณกับค่าถ่วงน้ำหนัก (T_w) ซึ่งเท่ากับ 1 จะได้แผนที่จากการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26. แผนที่จากการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6. วิธีการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล (Impact of Vadose Media : I)

ชั้นที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล คือบริเวณไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Unsaturated Zone) ที่อยู่เหนือระดับน้ำบาดาล การวิเคราะห์องค์ประกอบของชั้นนี้สามารถแสดงถึงเวลาที่มลสารเดินทางผ่านไปถึงน้ำบาดาลได้

เนื่องจากบริเวณปิดทับชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาเป็นวัสดุหลายชนิดซ้อนทับกัน การประเมินความสามารถในการให้ซึมผ่านได้ของวัสดุปิดทับจึงสามารถทำได้โดยการเฉลี่ยค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำในแนวดิ่งของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล(I) ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ข้อมูลบ่อเจาะสำรวจน้ำบาดาล (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล) และข้อมูลการศึกษาด้านอุทกธรณีวิทยาที่ผ่านมา โดยข้อมูลที่ใช้จากบ่อเจาะสำรวจ คือ ตำแหน่งบ่อสำรวจ ชนิดและความหนาของชั้นดินหรือหินต่างๆ เพื่อหาค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ (Hydraulic Conductivity : K) ของแต่ละบ่อ ดังรูปที่ 2.3 และสมการ 2.4 ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ค่าเฉลี่ยที่ได้นี้แสดงถึงคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาลต่อการที่มลสารจะซึมผ่านลงไป ซึ่งค่าที่คำนวณได้เป็นดังรูปที่ 3.27

นำข้อมูลทั้งหมดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และแปลงเป็น Raster ขนาดกริด 50 x 50 ตารางเมตร หลังจากนั้นให้ค่าคะแนนพารามิเตอร์สมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล (I_r) ที่จะนำมาใช้คำนวณความอ่อนไหว ตามตารางที่ 3.12

ตามตารางที่ 3.12. ช่วงและค่าคะแนนของสมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล **(Impact of Vadose Media :I)** ที่ใช้ในการศึกษา

ค่า K เฉลี่ยของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล (m/s)	ค่าคะแนน (I_r)
1.00E-09 - 1.00E-08	3
1.00E-08 - 1.00E-07	4
1.00E-07 - 1.00E-06	5
1.00E-06 - 1.00E-05	6
1.00E-05 - 1.00E-04	7
1.00E-04 - 1.00E-03	8
1.00E-03 - 1.00E-02	9
> 1.00E-02	10
ค่าถ่วงน้ำหนัก (I_w) : 5	

ที่มา : บริษัท เมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดช่วงเพื่อให้ค่าคะแนนของพารามิเตอร์นี้มีการดัดแปลงจากการกำหนดของ EPA (Aller, L. et al, 1987) (ตามตารางที่ 3.13) เพื่อให้เหมาะสมกับการประเมินความอ่อนไหวในพื้นที่ศึกษานี้ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของสมบัติวัสดุที่ปิดทับชั้นน้ำบาดาลค่อนข้างต่ำ ในขณะเดียวกันพารามิเตอร์นี้ถือว่ามีความสำคัญของชั้นน้ำบาดาลค่อนข้างสูง และมีความสำคัญในการปกป้องชั้นน้ำบาดาลจากมลสารต่างๆ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีองค์ประกอบที่เป็นดินเหนียวอยู่มากเช่นในพื้นที่ศึกษานี้ ถ้าใช้การกำหนดช่วงตาม EPA จะทำให้ได้ค่าคะแนนส่วนใหญ่ของพื้นที่เป็นค่าเดียวกัน ส่งผลให้ไม่สามารถแสดงความอ่อนไหวในเชิงเปรียบเทียบได้ชัดเจน

ตารางที่ 3.13. ช่วงและค่าคะแนนของสมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล
(Impact of Vadose Media : I)

ลักษณะของชั้นปิดทับ	คะแนน (I_r)	ค่าคะแนนตัวแทน
Confining Layer	1	1
Silt / Clay	2-6	3
Shale	2-5	3
Limestone	2-7	6
Sandstone	4-8	6
Bedded Limestone, Sandstone, Shale	4-8	6
Sand and Gravel with significant Silt and Clay	4-8	6
Metamorphic / Igneous	2-8	4
Sand and Gravel	6-9	8
Basalt	2-10	9
Karst Limestone	8-10	10
ค่าถ่วงน้ำหนัก (I_w) : 5		

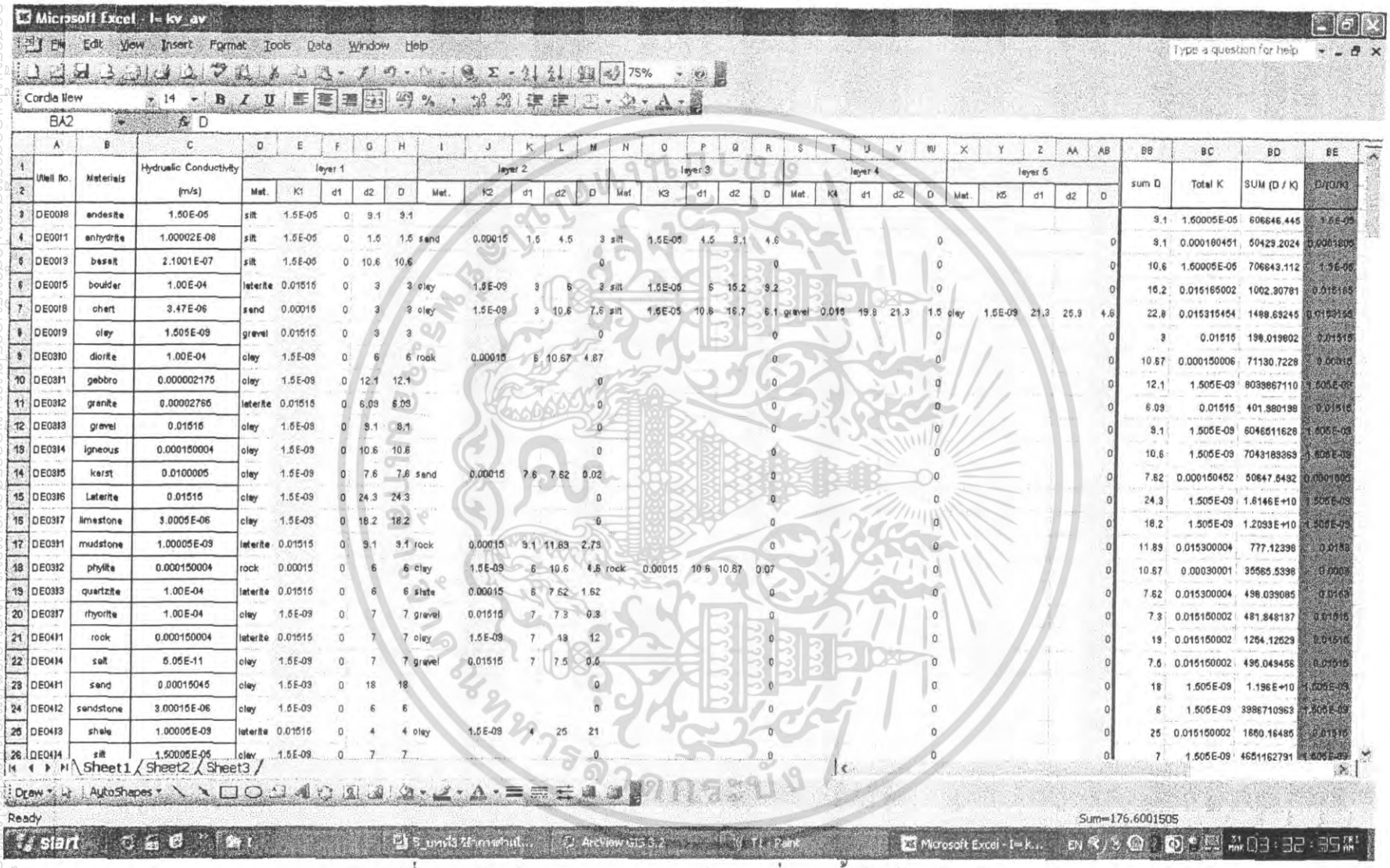
ที่มา : Aller, L. et al (1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำเข้าข้อมูล GIS เป็นดังต่อไปนี้

- นำเข้าข้อมูลพื้นฐาน จ.นครนายกและแปลงข้อมูลเป็น Raster Grid Cell ขนาด 50 x 50 ตร.ม.
- นำเข้าข้อมูลจังหวัดโดยรอบ จ.นครนายกและแปลงข้อมูลเป็น Raster Grid Cell ขนาด 50 x 50 ตร.ม.
- นำเข้าข้อมูลค่าคะแนนสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของชั้นที่ปิดทับชั้นน้ำบาดาลที่หาได้จากสมการที่ 2.3 (รูปที่3.28)
- ทำการ interpolate ข้อมูลค่า K เฉลี่ย โดยโปรแกรม Arcview GIS (รูปที่3.29)
- จัดช่วงค่าค่าคะแนนใหม่ดังตารางที่ 3.12 ซึ่งจะเป็น Grid Ir (รูปที่3.30)
- คูณค่าถ่วงน้ำหนักกับ (Iw = 5)จะได้ Grid IrIw (รูปที่3.31)

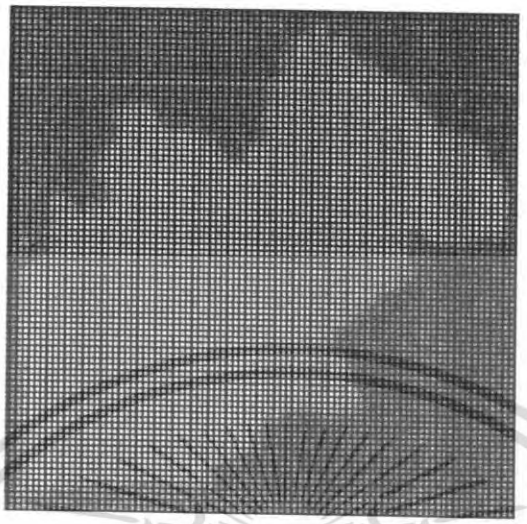
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



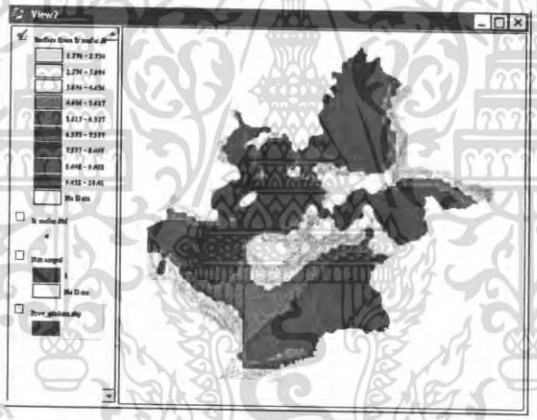
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	BB	BC	BD	BE
1				layer 1					layer 2					layer 3					layer 4						layer 5								
2	Well No.	Materials	Hydraulic Conductivity (m/s)	Mat.	K1	d1	d2	D	Mat.	K2	d1	d2	D	Mat	K3	d1	d2	D	Mat.	K4	d1	d2	D	Mat.	K5	d1	d2	D	sum D	Total K	SUM (D / K)	D/(D/k)
3	DE0308	andesite	1.50E-05	silt	1.5E-05	0	9.1	9.1																					9.1	1.50005E-05	606646.445	1.5E-05
4	DE0311	anhydrite	1.00002E-08	silt	1.5E-05	0	1.5	1.5	sand	0.00015	1.5	4.5	3	silt	1.5E-05	4.5	9.1	4.6					0					0	9.1	0.000180451	50429.2024	0.0001805
5	DE0313	basalt	2.1001E-07	silt	1.5E-05	0	10.6	10.6					0					0					0					0	10.6	1.50005E-05	706643.112	1.5E-05
6	DE0315	boulder	1.00E-04	laterite	0.01515	0	3	3	clay	1.5E-09	3	6	3	silt	1.5E-05	6	15.2	9.2					0					0	18.2	0.015165002	1002.30781	0.015165
7	DE0318	chert	3.47E-06	sand	0.00015	0	3	3	clay	1.5E-09	3	10.6	7.6	silt	1.5E-05	10.6	16.7	6.1	gravel	0.015	19.8	21.3	1.5	clay	1.5E-09	21.3	25.9	4.6	22.8	0.015315454	1488.69245	0.0153155
8	DE0319	clay	1.505E-09	gravel	0.01515	0	3	3					0					0					0					0	3	0.01515	198.019802	0.01515
9	DE0310	diorite	1.00E-04	clay	1.5E-09	0	6	6	rock	0.00015	6	10.87	4.87					0					0					0	10.87	0.000150006	71130.7228	0.00015
10	DE0311	gabbro	0.000002175	clay	1.5E-09	0	12.1	12.1					0					0					0					0	12.1	1.505E-09	8038867110	1.505E-09
11	DE0312	granite	0.00002765	laterite	0.01515	0	6.09	6.09					0					0					0					0	6.09	0.01515	401.980198	0.01515
12	DE0313	gravel	0.01515	clay	1.5E-09	0	9.1	9.1					0					0					0					0	9.1	1.505E-09	6046511628	1.505E-09
13	DE0314	igneous	0.000150004	clay	1.5E-09	0	10.6	10.6					0					0					0					0	10.6	1.505E-09	7043189369	1.505E-09
14	DE0315	karst	0.0100005	clay	1.5E-09	0	7.6	7.6	sand	0.00015	7.6	7.62	0.02					0					0					0	7.62	0.000150452	50647.6492	0.0001505
15	DE0316	Laterite	0.01515	clay	1.5E-09	0	24.3	24.3					0					0					0					0	24.3	1.505E-09	1.6146E+10	1.505E-09
16	DE0317	limestone	3.0005E-06	clay	1.5E-09	0	18.2	18.2					0					0					0					0	18.2	1.505E-09	1.2093E+10	1.505E-09
17	DE0311	mudstone	1.00005E-09	laterite	0.01515	0	9.1	9.1	rock	0.00015	9.1	11.83	2.75					0					0					0	11.83	0.015300004	777.12398	0.0153
18	DE0312	phyllite	0.000150004	rock	0.00015	0	6	6	clay	1.5E-09	6	10.6	4.6	rock	0.00015	10.6	10.87	0.27					0					0	10.87	0.00030001	35565.5398	0.0003
19	DE0313	quartzite	1.00E-04	laterite	0.01515	0	6	6	slate	0.00015	6	7.62	1.62					0					0					0	7.62	0.015300004	498.039085	0.0153
20	DE0317	rhyolite	1.00E-04	clay	1.5E-09	0	7	7	gravel	0.01515	7	7.3	0.3					0					0					0	7.3	0.015150002	481.848137	0.01515
21	DE0411	rock	0.000150004	laterite	0.01515	0	7	7	clay	1.5E-09	7	19	12					0					0					0	19	0.015150002	1254.12529	0.01515
22	DE0414	salt	5.05E-11	clay	1.5E-09	0	7	7	gravel	0.01515	7	7.5	0.5					0					0					0	7.5	0.015150002	495.049456	0.01515
23	DE0411	sand	0.00015045	clay	1.5E-09	0	18	18					0					0					0					0	18	1.505E-09	1.196E+10	1.505E-09
24	DE0412	sandstone	3.00015E-06	clay	1.5E-09	0	6	6					0					0					0					0	6	1.505E-09	3986710963	1.505E-09
25	DE0413	shale	1.00005E-09	laterite	0.01515	0	4	4	clay	1.5E-09	4	25	21					0					0					0	25	0.015150002	1650.16485	0.01515
26	DE0414	silt	1.50005E-05	clay	1.5E-09	0	7	7					0					0					0					0	7	1.505E-09	4651162791	1.505E-09

รูปที่ 3.27. ตัวอย่างแสดงการคำนวณค่า K เฉลี่ยของชั้นปิดทับแต่ละบ่อ

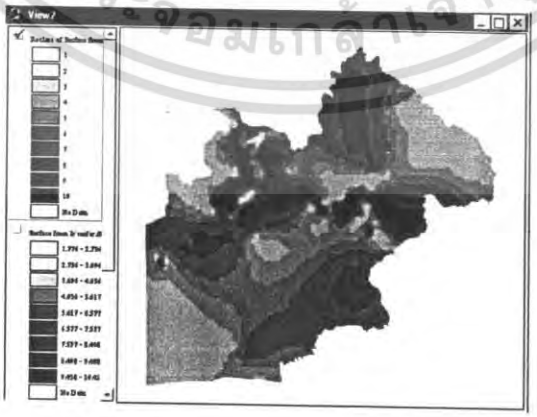
รูปตัวอย่างการนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล GIS



รูปที่ 3.28. นำเข้าข้อมูลค่าคะแนนสัมประสิทธ์การซึมผ่านได้ของน้ำเฉลี่ยของชั้นที่ปิดทับชั้นน้ำบาดาล

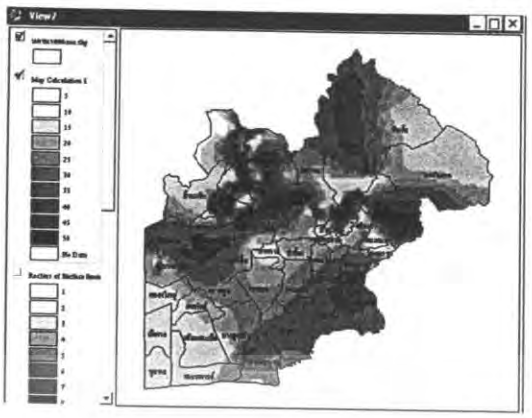


- รูปที่ 3.29. การ interpolate ข้อมูลค่าคะแนนของค่า K เฉลี่ย โดยโปรแกรม Arcview GIS



รูปที่ 3.30. การ reclassify grid ซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นการ Rate (Ir)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.31. ตัวอย่างแผนที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้เฉลี่ยของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล

3.2.7. วิธีการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ (Hydraulic Conductivity of Aquifer : C)

ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาล (K) แสดงถึงอัตราการไหลของน้ำผ่านชั้นน้ำบาดาลในแนวราบ ดังนั้น ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวมาก ความอ่อนไหวจะมากเช่นกัน

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาลนี้ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลบ่อเจาะสำรวจน้ำบาดาล (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล) นำมาหาค่าคะแนนสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาล (K) ที่จะนำมาใช้คำนวณความอ่อนไหว เป็นไปตามความสัมพันธ์ดังสมการที่ 2.5

นำข้อมูลทั้งหมดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และแปลงเป็น Raster ขนาดกริด 50x50 ตารางเมตร หลังจากนั้นให้ค่าคะแนนพารคามิเตอร์สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ(C_r) ที่จะนำมาใช้คำนวณความอ่อนไหว ตามตารางที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.14. ช่วงและค่าคะแนนของค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ
(C - Hydraulic Conductivity) ที่ใช้ในการศึกษา

ช่วงค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำเฉลี่ย – K (m/s)	ค่าคะแนน (C_r)
1.00E-09 - 1.00E-08	3
1.00E-08 - 1.00E-07	4
1.00E-07 - 1.00E-06	5
1.00E-06 - 1.00E-05	6
1.00E-05 - 1.00E-04	7
1.00E-04 - 1.00E-03	8
1.00E-03 - 1.00E-02	9
> 1.00E-02	10
ค่าถ่วงน้ำหนัก (C_w) : 3	

ช่วงและค่าคะแนนของค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำที่ใช้ในการศึกษานี้ ดัดแปลงมาจากการกำหนดของ EPA (Aller, et al, 1987) (ตารางที่ 3.15) เพราะพื้นที่ที่ทำการศึกษามีความหลากหลายของค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำในชั้นน้ำบาดาลค่อนข้างต่ำ ถ้าใช้การกำหนดช่วงตาม EPA จะทำให้ได้ค่าคะแนนส่วนใหญ่ของพื้นที่เป็นค่าเดียวกัน ส่งผลให้ไม่สามารถแสดงความอ่อนไหวในเชิงเปรียบเทียบได้ชัดเจน

ตารางที่ 3.15. ช่วงและค่าคะแนนของค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ
(C - Hydraulic Conductivity of The Aquifer)

ช่วงค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ – K (แกลลอน/วัน.ฟุต)	ค่าคะแนน (C_r)
0-100	1
100-300	2
300-700	4
700-1000	6

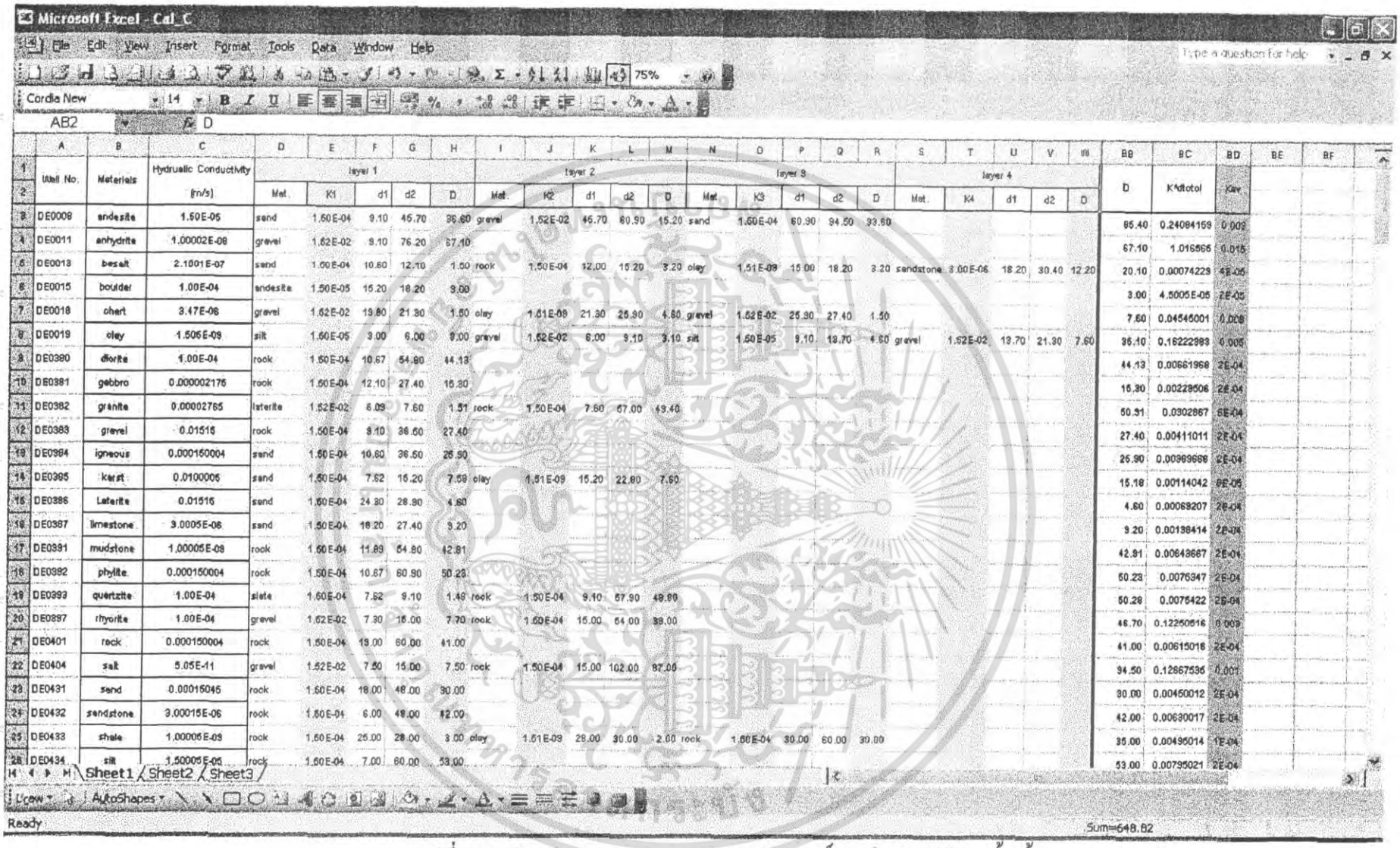
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ – K (แกลลอน/วัน.ฟุต)	ค่าคะแนน (C_r)
1000-2000	8
2000+	10
ค่าถ่วงน้ำหนัก (C_w) : 3	

ที่มา : Aller, L. et al (1987)

สามารถคำนวณหาค่า สัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาลได้ดังตัวอย่างรูปที่ (รูปที่3.32) ขั้นตอนในการนำเข้าข้อมูลจะคล้ายกับขั้นตอนของ Parameter I แต่ในขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลที่จะทำการ interpolate ขั้นตอนให้ค่าคะแนน และขั้นตอนการคูณค่าถ่วงน้ำหนัก (Cw = 3) ค่าของข้อมูลต่างๆ จะเปลี่ยนค่าไปตาม ค่าของ parameter C ดังรูปตัวอย่าง (รูปที่ 3.33 – 3.35)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Microsoft Excel - Cal_C

Well No.	Materials	Hydraulic Conductivity (m/s)	layer 1 Mat.	K1	d1	d2	D	layer 2 Mat.	K2	d1	d2	D	layer 3 Mat.	K3	d1	d2	D	layer 4 Mat.	K4	d1	d2	D	D	K*dtotol	Kav
DE0008	andesite	1.50E-05	sand	1.50E-04	9.10	45.70	36.60	gravel	1.52E-02	45.70	60.90	15.20	sand	1.50E-04	60.90	94.50	33.60						85.40	0.24084159	0.002
DE0011	anhydrite	1.00002E-08	gravel	1.52E-02	9.10	76.20	67.10																67.10	1.016565	0.015
DE0013	basalt	2.1001E-07	sand	1.50E-04	10.60	12.10	1.50	rock	1.50E-04	12.00	15.20	3.20	clay	1.51E-09	15.09	18.20	3.20	sandstone	3.00E-06	18.20	30.40	12.20	20.10	0.00074229	4E-05
DE0015	boulder	1.00E-04	andesite	1.50E-05	15.20	18.20	3.00																3.00	4.5005E-05	2E-05
DE0018	chert	3.47E-06	gravel	1.52E-02	13.80	21.30	7.50	clay	1.51E-09	21.30	25.90	4.60	gravel	1.52E-02	25.90	27.40	1.50						7.60	0.04545001	0.006
DE0019	clay	1.505E-09	silt	1.50E-05	3.00	6.00	3.00	gravel	1.52E-02	6.00	9.10	3.10	silt	1.50E-05	9.10	13.70	4.60	gravel	1.52E-02	13.70	21.30	7.60	35.10	0.16222983	0.005
DE0380	diorite	1.00E-04	rock	1.50E-04	10.67	54.80	44.13																44.13	0.00661968	2E-04
DE0381	gabbro	0.000002176	rock	1.50E-04	12.10	27.40	15.30																15.30	0.00229506	2E-04
DE0382	granite	0.00002765	laterite	1.52E-02	6.09	7.60	1.51	rock	1.50E-04	7.60	67.00	59.40											50.91	0.0302867	6E-04
DE0383	gravel	0.01516	rock	1.50E-04	9.10	36.60	27.40																27.40	0.00411011	2E-04
DE0384	igneous	0.000150004	sand	1.50E-04	10.60	36.50	25.90																25.90	0.00969668	2E-04
DE0385	karst	0.0100005	sand	1.50E-04	7.62	15.20	7.58	clay	1.51E-09	15.20	22.80	7.60											15.18	0.00114042	8E-05
DE0386	Laterite	0.01516	sand	1.50E-04	24.30	28.90	4.60																4.60	0.00069207	2E-04
DE0387	limestone	3.0005E-08	sand	1.50E-04	18.20	27.40	9.20																9.20	0.00138414	2E-04
DE0391	mudstone	1.00005E-08	rock	1.50E-04	11.89	54.80	42.91																42.91	0.00643667	2E-04
DE0392	phyllite	0.000150004	rock	1.50E-04	10.67	60.90	50.23																50.23	0.0075347	2E-04
DE0393	quartzite	1.00E-04	slate	1.50E-04	7.62	9.10	1.48	rock	1.50E-04	9.10	57.90	48.80											50.28	0.0075422	2E-04
DE0397	rhyolite	1.00E-04	gravel	1.52E-02	7.30	15.00	7.70	rock	1.50E-04	15.00	64.00	49.00											46.70	0.12250516	0.003
DE0401	rock	0.000150004	rock	1.50E-04	19.00	60.00	41.00																41.00	0.00615016	2E-04
DE0404	salt	5.05E-11	gravel	1.52E-02	7.50	15.00	7.50	rock	1.50E-04	15.00	102.00	87.00											94.50	0.12667536	0.001
DE0431	sand	0.00015045	rock	1.50E-04	18.00	48.00	30.00																30.00	0.00450012	2E-04
DE0432	sandstone	3.00015E-06	rock	1.50E-04	6.00	48.00	42.00																42.00	0.00630017	2E-04
DE0433	shale	1.00005E-09	rock	1.50E-04	25.00	28.00	3.00	clay	1.51E-09	28.00	30.00	2.00	rock	1.50E-04	30.00	60.00	30.00						35.00	0.00495014	1E-04
DE0434	silt	1.50005E-05	rock	1.50E-04	7.00	60.00	53.00																53.00	0.00795021	2E-04

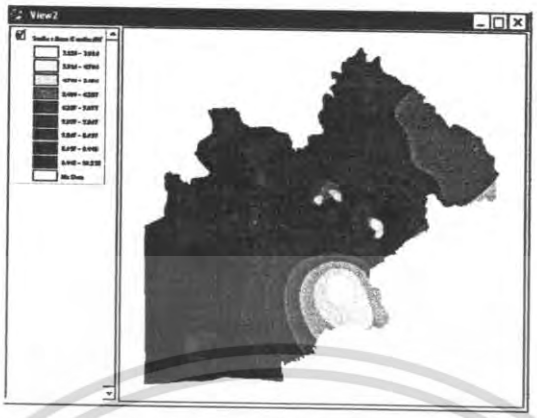
Sheet1 Sheet2 Sheet3

Ready

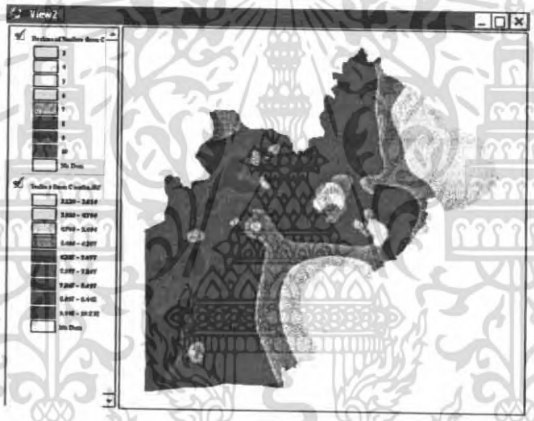
Sum=648.82

รูปที่ 3.32. ตัวอย่างการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาล

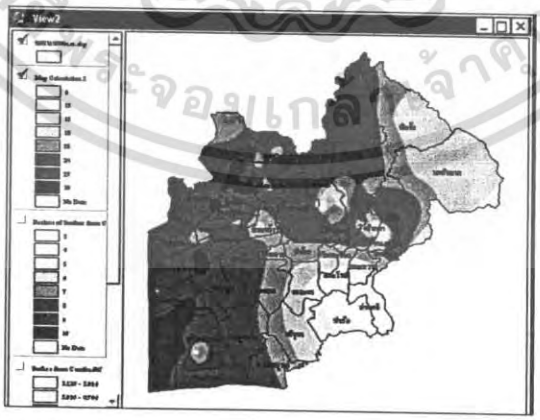
รูปตัวอย่างการนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล GIS



รูปที่ 3.33. การนำเข้าค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาล



รูปที่ 3.34. การ Reclassify Grid หรือการให้ค่าคะแนน Cr



รูปที่ 3.35. ตัวอย่างแผนที่แสดงค่าสัมประสิทธ์การซึมผ่านได้เฉลี่ยของชั้นน้ำบาดาล CrCw

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษาและการวิเคราะห์

4.1 ผลการวิเคราะห์ความลึกของชั้นน้ำบาดาล (Depth to Aquifer : D)

เนื่องจากวิธีการวิเคราะห์ค่าความลึกของชั้นน้ำบาดาลแตกต่างกันไปตามประเภทของชั้นให้น้ำ ความลึกของชั้นน้ำบาดาลต้องจำแนกลักษณะของชั้นให้น้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา ซึ่งสามารถจำแนกตามลักษณะชั้นดินหรือหินได้เป็น 2 แบบ คือ ชั้นน้ำไร้แรงดัน (Unconfined Aquifer) และชั้นน้ำมีแรงดัน (Confined Aquifer)

สำหรับการศึกษานี้แบ่งประเภทชั้นน้ำบาดาลโดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลบ่อเจาะสำรวจน้ำบาดาล พิจารณาประกอบกับฐานข้อมูลพสุธารา ภาพตัดขวางของชั้นน้ำบาดาล ส่วนข้อมูลแหล่งทรายในพื้นที่ศึกษานั้นไม่มีแหล่งทรายจึงไม่ต้องนำมาพิจารณา หลังจากนั้นคำนวณค่าความลึกของระดับน้ำบาดาล ตามเงื่อนไขที่กล่าวไว้ข้างต้น

จากแผนที่ผลการวิเคราะห์ความลึกของชั้นน้ำบาดาล(รูปที่ 4.1) ทางตอนบนและด้านตะวันออกของพื้นที่ศึกษาคือ บริเวณตำบล สาริกา หินตั้ง นาหินลาด เขาเพิ่ม ลักษณะของชั้นน้ำเป็นแบบไม่มีแรงดัน(Unconfined Aquifer) มีระดับความลึกของชั้นน้ำบาดาลอยู่ที่ประมาณ 0- 6 เมตร จากผิวดิน บริเวณตำบล เขาพระ ศรีนาวา หนองแสง โคกรวด เป็นที่ราบสูงหรือ เนินเขาที่มีการเปิดหน้าดินทำไร่ อยู่โดยรอบ และเป็นบ่อดิน ส่วนบริเวณตำบล อาษา พิกุล ออก ท่าทราย ปากพลีเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการเปิดหน้าดินมาก ทำให้ระยะทางที่มลสารจะลงสู่ชั้นน้ำบาดาลลดลง ทำให้พื้นที่ทั้งหมดที่กล่าวมานี้มีความอ่อนไหวสูง กว่าพื้นที่ข้างเคียง บริเวณพื้นที่สีแดงคือพื้นที่มีความอ่อนไหวปานกลางเพราะในบริเวณนี้มีระดับความลึกของชั้นน้ำบาดาล 15 – 30 ม. จึงมีความอ่อนไหวในระดับปานกลาง ส่วนทางด้านตะวันตก คือ บริเวณตำบลองครักษ์ บึงศาล พระอาจารย์ ชุมพล เป็นพื้นที่ชั้นน้ำแบบมีแรงดัน(Confine Aquifer) และมีระดับความลึกของชั้นน้ำบาดาลอยู่ที่ 50 - 70 ม. ทำให้มีค่าดัชนี DRASTIC ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (Net Recharge : R)

ข้อมูลฝนของสถานีวัดน้ำฝนในบริเวณจังหวัดนครนายกซึ่งเป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีปริมาณฝนตกที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้งพื้นที่ ซึ่งอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับความสามารถในการซึมผ่านของดินในแต่ละบริเวณ จากแผนที่ชนิดกลุ่มดินของกรมพัฒนาที่ดินด้วย และผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนที่ไหลลงสู่ชั้นน้ำบาดาลโดยอาศัยชนิดของดิน เมื่อนำค่าความซึมผ่านได้ของน้ำมาแจกแจงให้กับกลุ่มดินแต่ละกลุ่ม ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะทำให้ได้แผนที่แสดงการกระจายค่าของปริมาณน้ำฝนตามความสามารถของดินที่ยอมให้น้ำผ่านได้ จากนั้นจึงนำสมการที่ สุจริตและปณตเสนอไว้ มาใช้แล้วสามารถหาค่าอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (Net Recharge : R) จากสมการที่ 2.3

จากแผนที่อัตราการซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล(Net Recharge : R) (รูปที่ 4.2) แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ที่มีอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลมากคือบริเวณทางด้านตะวันออกบริเวณตำบล นาหินลาด หินตั้งลักษณะดินที่ปกคลุมอยู่ เป็นหินพวกพื้นหินโผล่มีการขุดเปิดหน้าดินเพื่อทำไร่เลื่อนลอย และเกิดการชะล้างของหน้าดิน ทำให้มลสารสามารถซึมผ่านไปได้ง่าย บริเวณตำบลหนองแสง โคกกรวด เกาะหวาย พิกุลออก ศรีกะอาง พรหมณี ลักษณะดินที่ปกคลุมอยู่ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายและบางแห่งเป็นดินทรายมักเกิดปัญหาดินขาดน้ำทำให้หน้าดินแตกระแหงได้ง่ายซึ่งมีการระบายน้ำได้ดีกว่าบริเวณตอนกลางจนถึงตะวันตกของพื้นที่ที่มีลักษณะดินเป็นดินร่วนถึงดินเหนียวที่มีอัตราการซึมผ่านได้น้อยที่สุด

4.3. ผลการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุชั้นน้ำ (Aquifer Media : A)

เมื่อนำข้อมูลบ่อเจาะสำรวจน้ำบาดาลจากฐานข้อมูลพสุธารามาสร้างแผนที่สมบัติของวัสดุชั้นน้ำบาดาล (รูปที่ 4.3) จากนั้นนำแผนที่มาพิจารณาประกอบกับสภาพแวดล้อมในการสะสมตัวของตะกอน แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่อุทกธรณีวิทยา และแผนที่แสดงแนวตัดขวางลักษณะชั้นน้ำ แสดงให้เห็นว่าชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาบริเวณตอนบนของพื้นที่จะเป็นชั้นน้ำที่ประกอบด้วย igneous rock เป็นส่วนใหญ่ ชั้นน้ำบริเวณตอนกลางและวันออกของพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย metamorphic rock เป็นส่วนใหญ่ และชั้นน้ำบริเวณภาคตะวันตกของพื้นที่ศึกษาเป็นชั้นที่ประกอบด้วย กรวด กรวดปนทราย ทรายปนกรวด และทราย ซึ่งเป็นวัสดุที่มีรูพรุนค่อนข้างมาก ค่าคะแนนของชั้นน้ำ (Ar) เป็น 3 6 และ 8 ตามลำดับ ดังนั้นสมบัติของชั้นให้น้ำจึงส่งผลให้บริเวณตอนบน ของพื้นที่ศึกษามีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของมลสารในระดับต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณตะวันออกของพื้นที่ศึกษามีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของมลสารในระดับปานกลาง และ บริเวณตะวันตกของพื้นที่ศึกษามีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของมลสารในระดับสูง

4.4. ผลการวิเคราะห์สมบัติของดิน (Soil Media : S)

สมบัติของดินพิจารณาได้จากแผนที่ประเภทหรือชนิดของกลุ่มดิน(กรมพัฒนาที่ดิน, 2543) ร่วมกับลักษณะของดินด้านปฐพีกลศาสตร์ตามกลุ่มชุดดินในประเทศไทย และผลการศึกษาร้อยละอัตราการซึมผ่านของน้ำ โดยกลุ่มดินทั้งหมดสามารถนำมาแบ่งกลุ่มตามระดับความสามรถในการให้น้ำซึมผ่านได้ ด้วยการพิจารราจากความสามารถในการซึมผ่าน (Permeability) ของดินแต่ละประเภทพบว่าในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยกลุ่มดินทั้งหมด 62 ประเภท

จากแผนที่สมบัติของดิน(Soil Media : S) (รูปที่ 4.4) บริเวณที่ดินมีความสามรถในการซึมผ่านได้ของน้ำมากที่สุด คือบริเวณทางด้านตะวันออกได้แก่ตำบลสาริกา หินตั้ง นาหินลาด ดินที่ปกคลุมเป็นหินพวกพื้นหินโผล่มีการขุดเปิดหน้าดินเพื่อทำไร่เลื่อนลอย และเกิดการชะล้างของหน้าดิน ทำให้มลสารสามารถซึมผ่านไปได้ง่าย จึงมีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของมลสารสูงกว่าทางตอนกลางและทางด้านตะวันตกซึ่งมีลักษณะดินที่ปกคลุมเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินเหนียวที่มีอัตราการซึมผ่านน้อยกว่านั่นเอง

4.5. ผลการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ (Topography : T)

จากการพิจารณาแผนที่ภูมิศาสตร์ของกรมแผนที่ทหาร พบว่าพื้นที่ทางด้าตะวันตกเป็นพื้นที่ราบมีความชันพื้นที่น้อย(เส้น contour ห่างกันมาก)ทำให้พื้นที่นี้เกิดการไหลเท(Runoff)ช้ามลสารจะผ่านลงสู่น้ำบาดาลได้ง่ายขึ้น ส่วนทางด้านตะวันออกพื้นที่เป็นภูเขามีความชันสูงมาก (เส้น contour อยู่ชิดกันมาก) ทำให้การไหลเทได้เร็ว ซึ่งผลการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ที่ศึกษาทางด้านตะวันตกตะมีค่าดัชนี DRASTIC เท่ากับ 5 ส่วนทางด้านตะวันออกมีค่าดัชนี DRASTIC ตั้งแต่ 1-3 หมายความว่าพื้นที่ในจังหวัดนครนายกทางด้านตะวันตกมีความอ่อนไหวสูงกว่าทางด้านตะวันออก แผนที่ผลการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ (Topography : T) เป็นดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6. ผลการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล(Impact of Vadose Media:I)

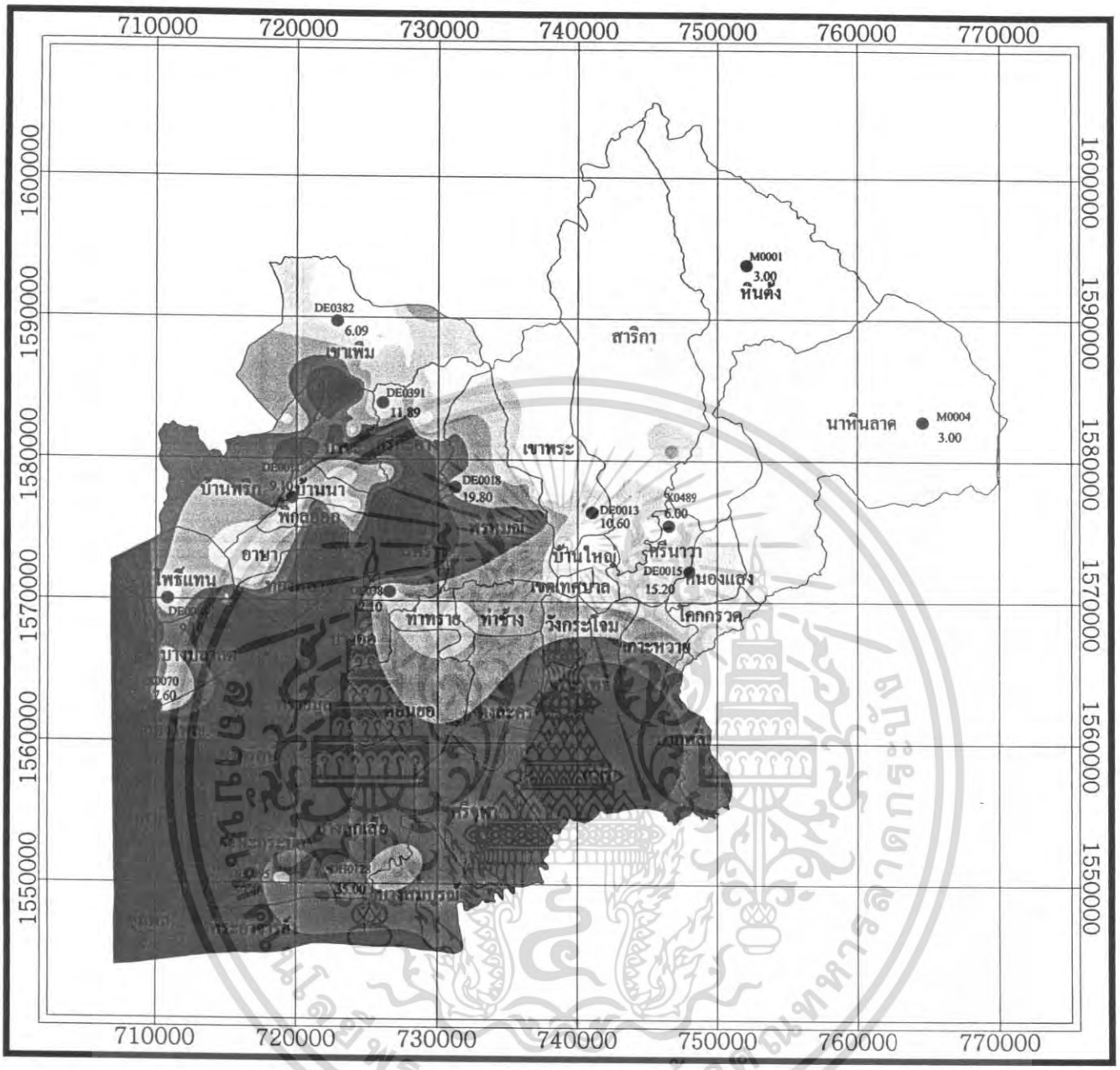
การวิเคราะห์สมบัติของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาลจึงพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำเฉลี่ย (Kav) พบว่าวัสดุของชั้นเหนือชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นทราย ดินเหนียว และกรวด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ(K) อยู่ในช่วง 1.5×10^{-9} ถึง 0.015 เมตร/วินาที เนื่องจากวัสดุเหล่านี้มักจะวางตัวสลับกันในลักษณะของชั้นทรายและดินเหนียว หรือ ชั้นทรายและกรวด

จากแผนที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้เฉลี่ยของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล(Impact of Vadose Media : I) (รูปที่ 4.6) จะเห็นได้ว่าบริเวณตำบลสาริกา นาหินลาด ปากพลี ท่าเรือ เกาะโพธิ์ เกาะหวาย หรือบริเวณศรีกะอาง บ้านพร้าว บ้านนา พิกุลออก ป่าขะ เขาเพิ่ม พรหมณี และบริเวณทองหลาง บางปลากด เป็นชั้นน้ำไม่มีแรงดัน ปิดทับด้วยชั้นดินเหนียวปนทราย ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำอยู่ในช่วง 1.5×10^{-9} ถึง 0.015 เมตร/วินาที ส่วนบริเวณอื่นนั้นจะเป็นชั้นน้ำที่มีแรงดัน และถูกปิดทับด้วยชั้นดินเหนียวหนา (Marine Clay) มีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำอยู่ในช่วง $1.5\times10^{-9} - 1.5\times10^{-4}$ เมตร/วินาที ดังนั้นพื้นที่ข้างต้นจะมีความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลจากสมบัติของวัสดุเหนือชั้นน้ำบาดาลมากกว่าเนื่องจากมลสารสามารถไหลซึมลงไปปนเปื้อนได้ดีกว่าบริเวณที่เป็นชั้นน้ำมีแรงดันและมีชั้นดินเหนียวหนาปิดทับอยู่

4.7. ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ (Hydraulic Conductivity of the Aquifer:C)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของชั้นน้ำบาดาล จะใช้ข้อมูลจากบ่อเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลพิจารณาประกอบกับฐานข้อมูลพสุธารา จากรูปที่ 4.7 พบว่าชั้นให้น้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษาคือ บึงศาล พระอาจารย์ ชุมพล ป่าขะ วัสดุชั้นน้ำเป็นพวก sand gravel และ boulder ซึ่งมีขนาดอนุภาคเม็ดดินขนาดใหญ่และ มีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำสูง คืออยู่ในช่วง 0.0002 - 0.015 m/s จึงทำให้พื้นที่บริเวณดังกล่าวมีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของมลสารลงสู่ชั้นน้ำบาดาลสูง ส่วนพื้นที่ทางบริเวณตำบลท่าเรือ ปากพลี เกาะโพธิ์ ศรีจุฬา คงละคร เกาะหวาย วังกระโจม ดอนยอ ท่าทราย ท่าช้าง บ้านใหญ่ บ้านพร้าว อาษา หนองแสง โคกกรวด นาหินลาด วัสดุชั้นน้ำเป็นพวก igneous rock มีรูพรุนน้อยเป็นพวกหินแข็งมีค่าและสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำต่ำ คืออยู่ในช่วง $7\times10^{-9} - 4\times10^{-5}$ m/s จึงมีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของมลสารลงสู่ชั้นน้ำบาดาลต่ำ

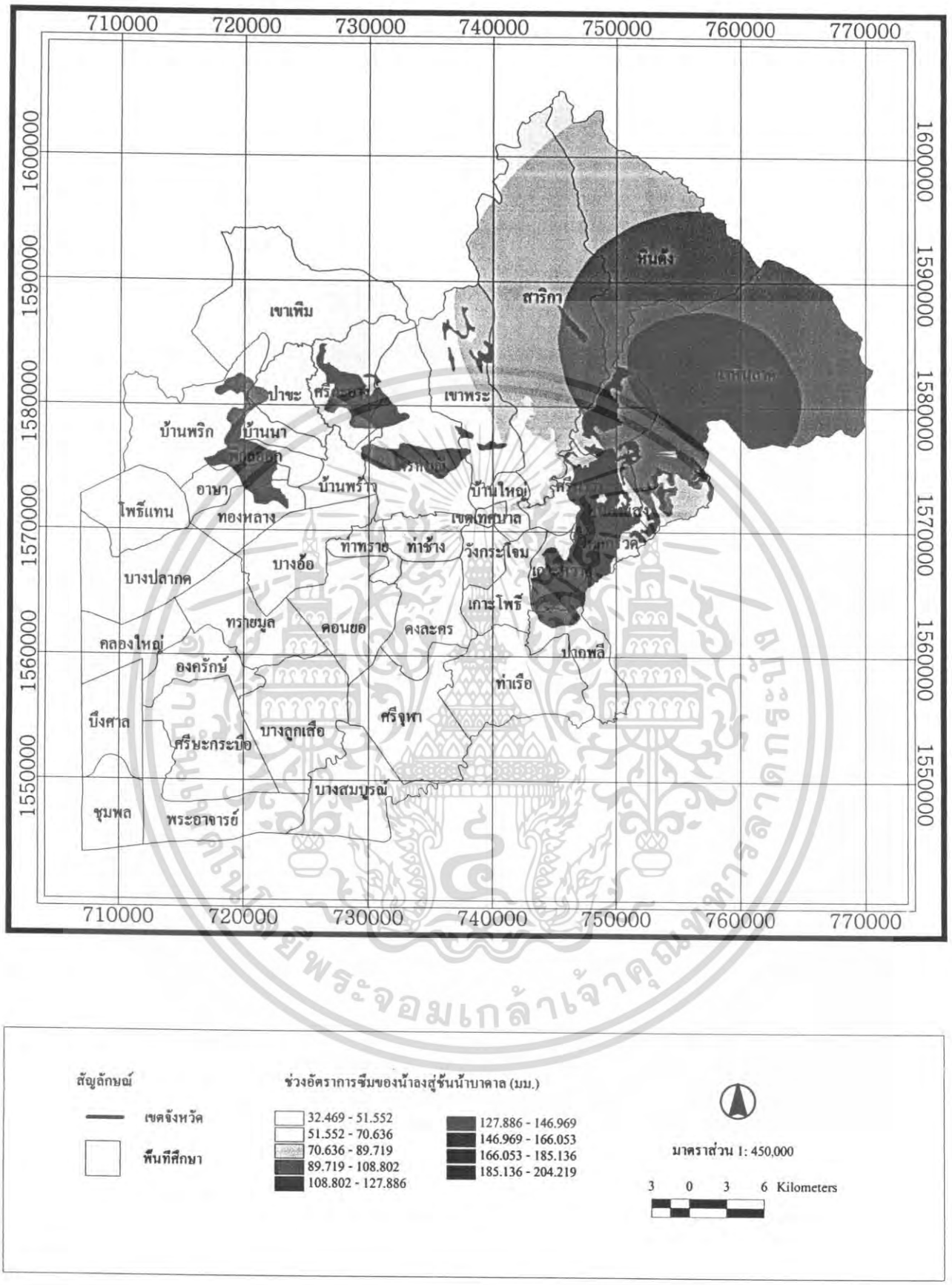
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.1.แผนที่การวิเคราะห์ความลึกของชั้นน้ำบาดาล

การประเมินความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาล จ. นครนายก

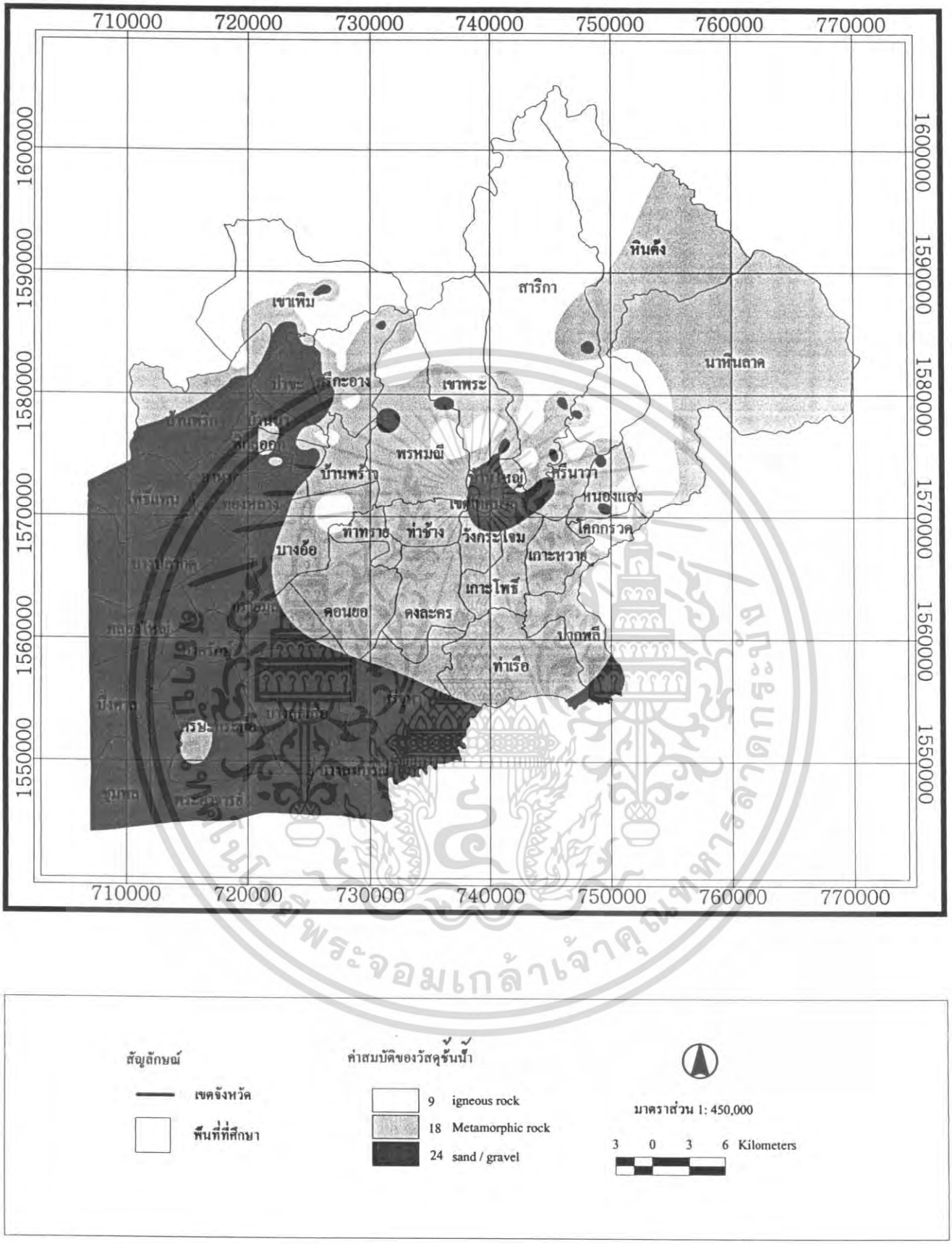
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.2. แผนที่การซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล (Net Recharge : R)

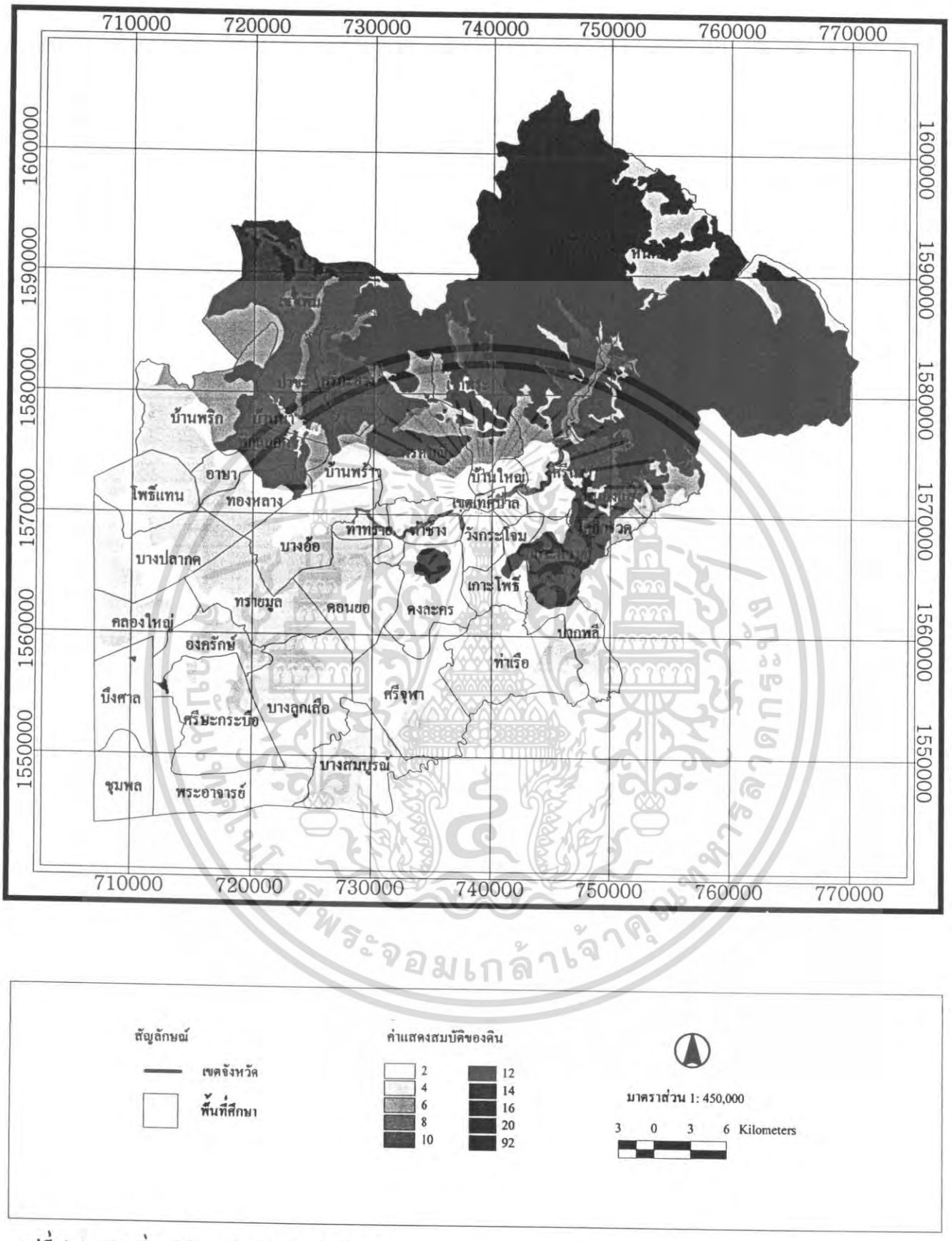
การประเมินความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาล จ. นครนายก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3. แผนที่สมบัติวัสดุชั้นน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สัญลักษณ์

เขตจังหวัด

พื้นที่ศึกษา

ค่าแสดงสมบัติของดิน

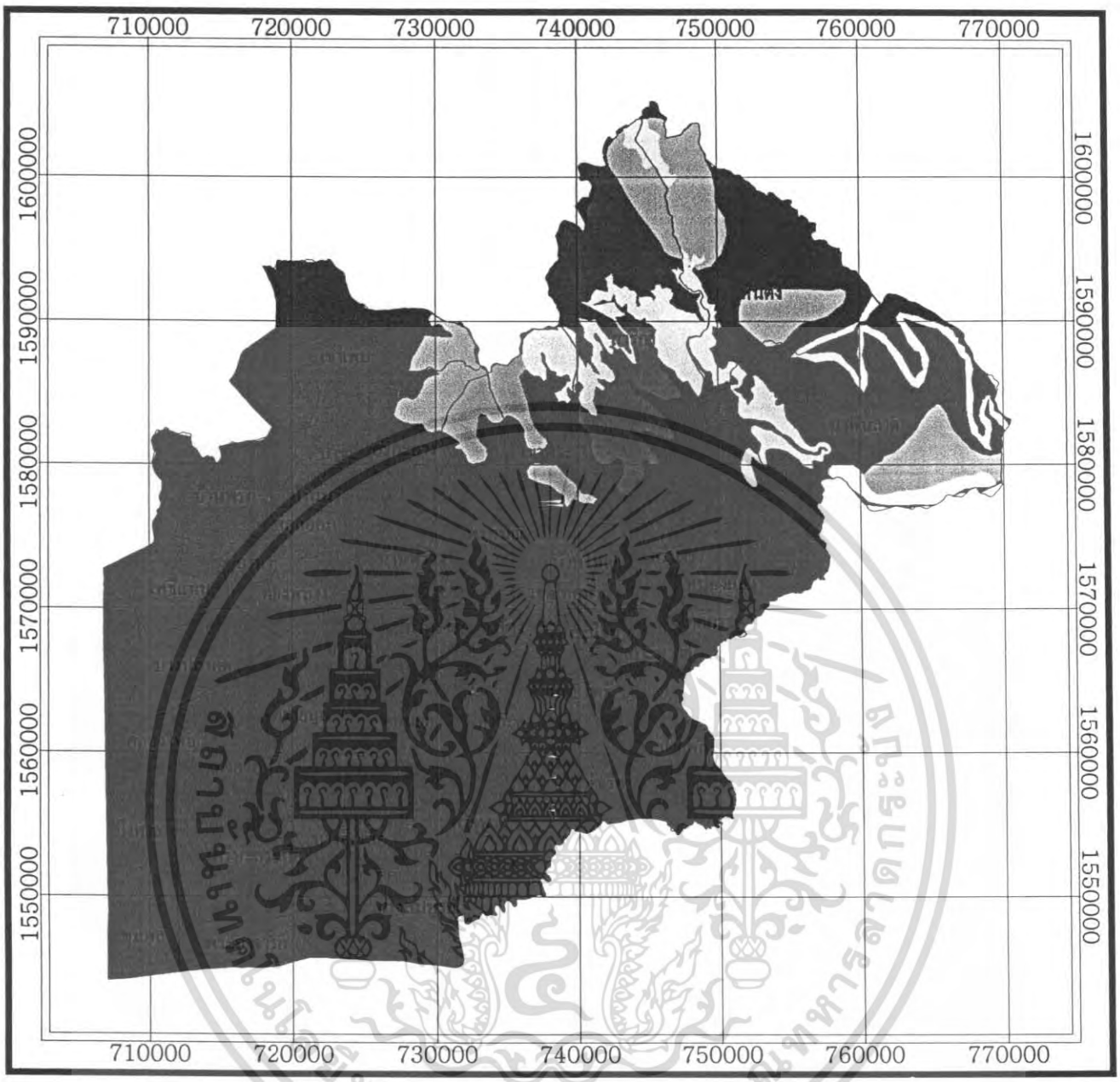
2 4 6 8 10 12 14 16 20 92

มาตราส่วน 1: 450,000

3 0 3 6 Kilometers

รูปที่ 4.4 แผนที่สมบัติของดิน (Soil Media : S)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สัญลักษณ์

เขตจังหวัด

พื้นที่ที่ศึกษา

ค่าความลาดชันของภูมิประเทศ

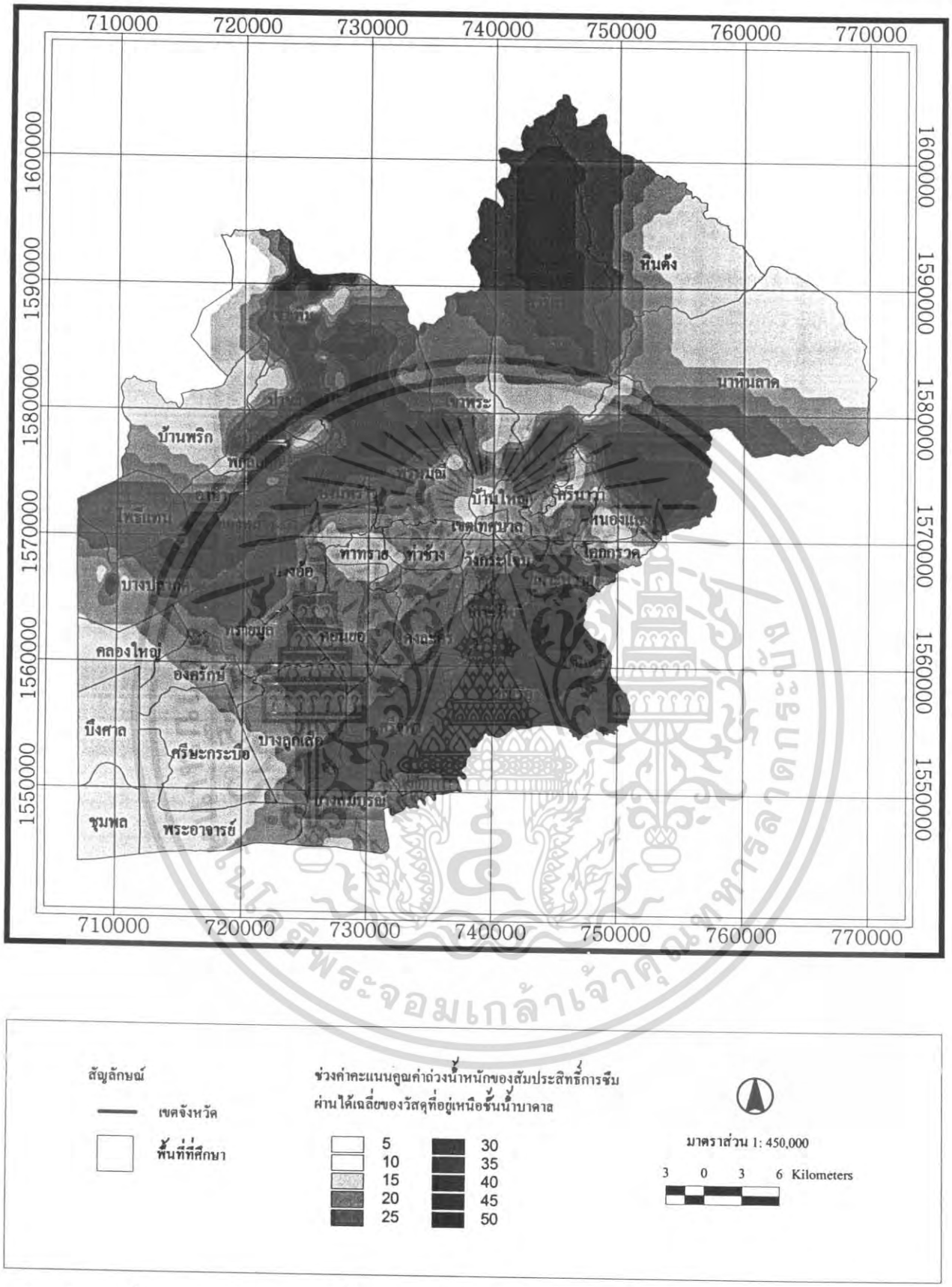
1
2
3
4
5

มาตราส่วน 1: 450,000

3 0 3 6 Kilometers

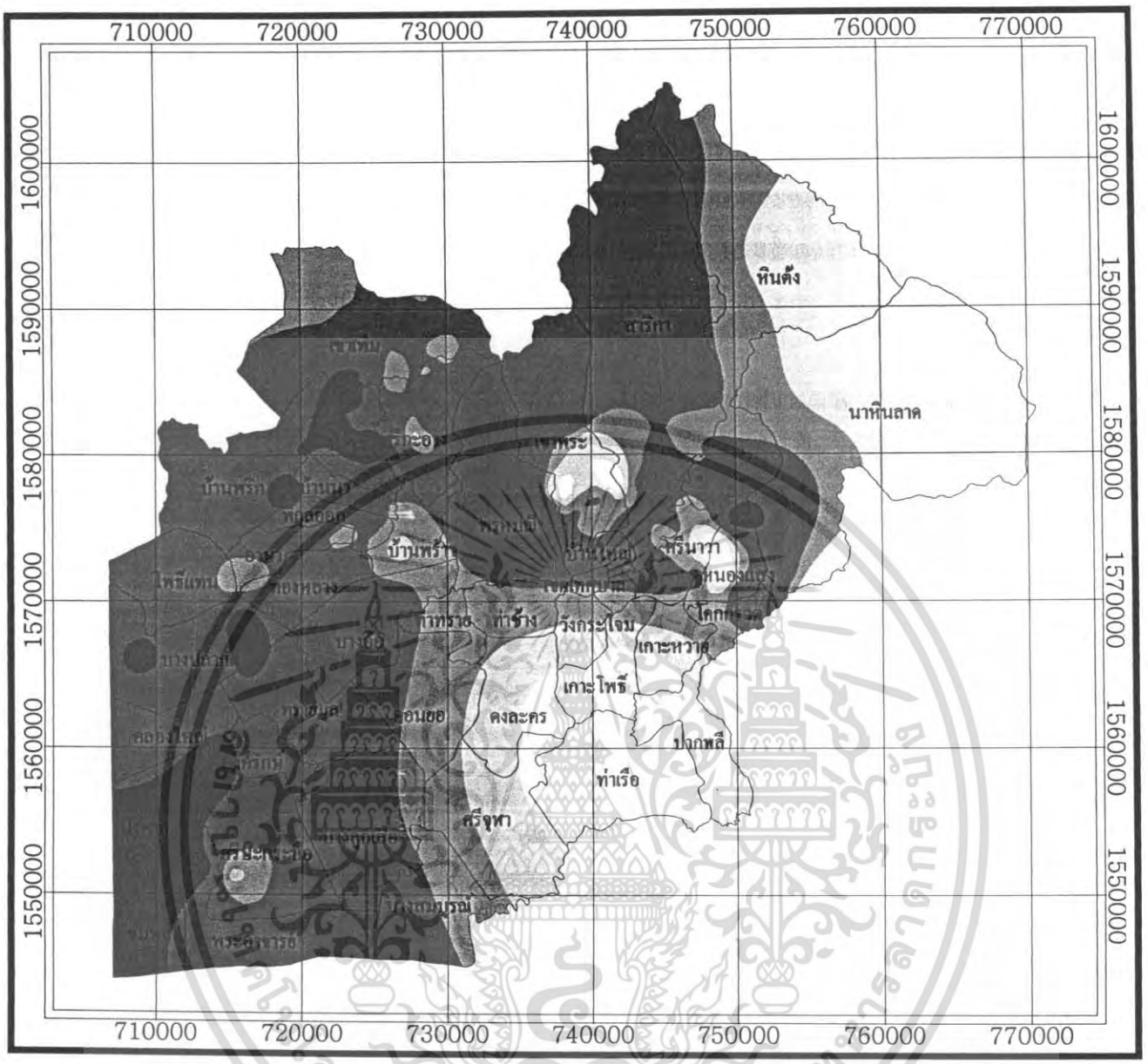
รูปที่ 4.5. แผนที่วิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6. แผนที่ช่วงค่าคะแนนคุณค่าถ่วงน้ำหนักของสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้เฉลี่ยของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นน้ำบาดาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7.ช่วงค่าคะแนนดุณค่าถ่วงน้ำหนักของสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้เฉลี่ยของชั้นน้ำบาดาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8. ผลการออกสำรวจภาคสนาม

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการออกสำรวจภาคสนาม เพื่อเป็นการตรวสอบผลการดำเนินการว่า parameter ต่างๆ ที่มีผลต่อการปนเปื้อนของชั้นน้ำบาดาล เป็นผลกระทบในพื้นที่ใดโดยดูได้จากแผนที่คุณสมบัติของ parameter นั้นๆ หรือจะดูจากแผนที่ความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของชั้นน้ำบาดาล ซึ่งเป็นแผนที่วิเคราะห์คุณสมบัติโดยรวม

จุดที่จะออกไปตรวจสอบพิจารณาจากแผนที่ที่ได้จากแต่ละ parameter และผนที่ความอ่อนไหว หากจุดในแผนที่ใดมีความอ่อนไหวสูงก็จะนำจุดนั้นมาเป็นจุดที่จะออกไปสำรวจโดยจุดๆต่างที่ทำการเลือกเป็นดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1. แสดงจุดที่ออกสำรวจในบริเวณต่างๆ

Point	Utm e	Utm n	Mark	ลักษณะของพื้นที่
1	716524	1570356	บางปลากด	เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งเป็นพื้นที่ราบขนาดใหญ่
2	720093	1576421	พิกุลออก	เป็นพื้นที่ราบขนาดใหญ่ ที่มักมีการเปิดหน้าดิน
3	725571	1581823	ป่าขะ	เป็นพื้นที่ราบขนาดใหญ่มีการขุดเปิดหน้าดินทำการเกษตร
4	728139	1590409	ศรีกะอาง	เป็นพื้นที่ราบที่มีการขุดเปิดหน้าดิน
5	728144	1592872	ศรีกะอาง	เนินเขาหินที่มีการตัดหน้าดินไปใช้ประโยชน์
6	735979	1580074	พรหมณี	พื้นที่เป็นภูเขา หรือเนินเขาไม่สามารถเก็บข้อมูลได้
7	730842	1570382	ท่าทราย	ทุ่งนาที่ไถกลบแล้วขนาดใหญ่
8	736575	1566389	เกาะโพธิ์	บ่อดินขนาดใหญ่ มีการขุดตักหน้าดินไปขาย
9	747298	1565033	ปากพลี	เป็นพื้นที่ราบมีการทำนา
10	754139	1572957	นาหินลาด	มีการขุดหน้าดินเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ
11	749508	1576981	หินตั้ง	ทางลาดชันหรือเป็นหน้าผา มีการทำไร่เลื่อนลอย
12	739822	1583936	เขาพระ	พื้นที่เป็นภูเขา หรือเนินเขาไม่สามารถเก็บข้อมูลได้
13	738649	1586731	เขาพระ	พื้นที่เป็นภูเขา หรือเนินเขาไม่สามารถเก็บข้อมูลได้
14	747769	1586435	สาริกา	บริเวณน้ำตกสาริกา มีการเติมน้ำสูง ผิวดินเป็นพื้นหินโผล่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปศึกษาและข้อเสนอแนะ

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์ในขั้นตอนสุดท้ายได้จะได้ Grid ที่ทำการคูณกันระหว่างค่าคะแนน (rating)ซึ่งแบ่งออกเป็นช่วงๆ และให้ค่าของแต่ละช่วงตั้งแต่ 1 – 10 และค่าถ่วงน้ำหนัก (weight) ของพารามิเตอร์ที่มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 5 (ดังแสดงในตารางที่ 2.1) เพื่อให้ได้ค่าดัชนี DRASTIC สมการ 2.5 ที่แสดงถึงระดับความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่

จากแผนที่ความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาลในจ.นครนายก (รูปที่5.1)สามารถแบ่งค่าความอ่อนไหวได้เป็น 5 ระดับ

1. ความอ่อนไหวระดับ1 พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวในระดับต่ำคือบริเวณตำบลชุมพล บึงศาล คลองใหญ่ ท่าเรือ และพื้นที่บางส่วนของ ตำบลองครักษ์ พระอาจารย์ บางลูกเสือ ดงละคร ท่าช้าง บ้านพร้าว เกาะโพธิ์ ซึ่งมีค่า DRASTIC INDEX อยู่ในช่วง 74 - 106

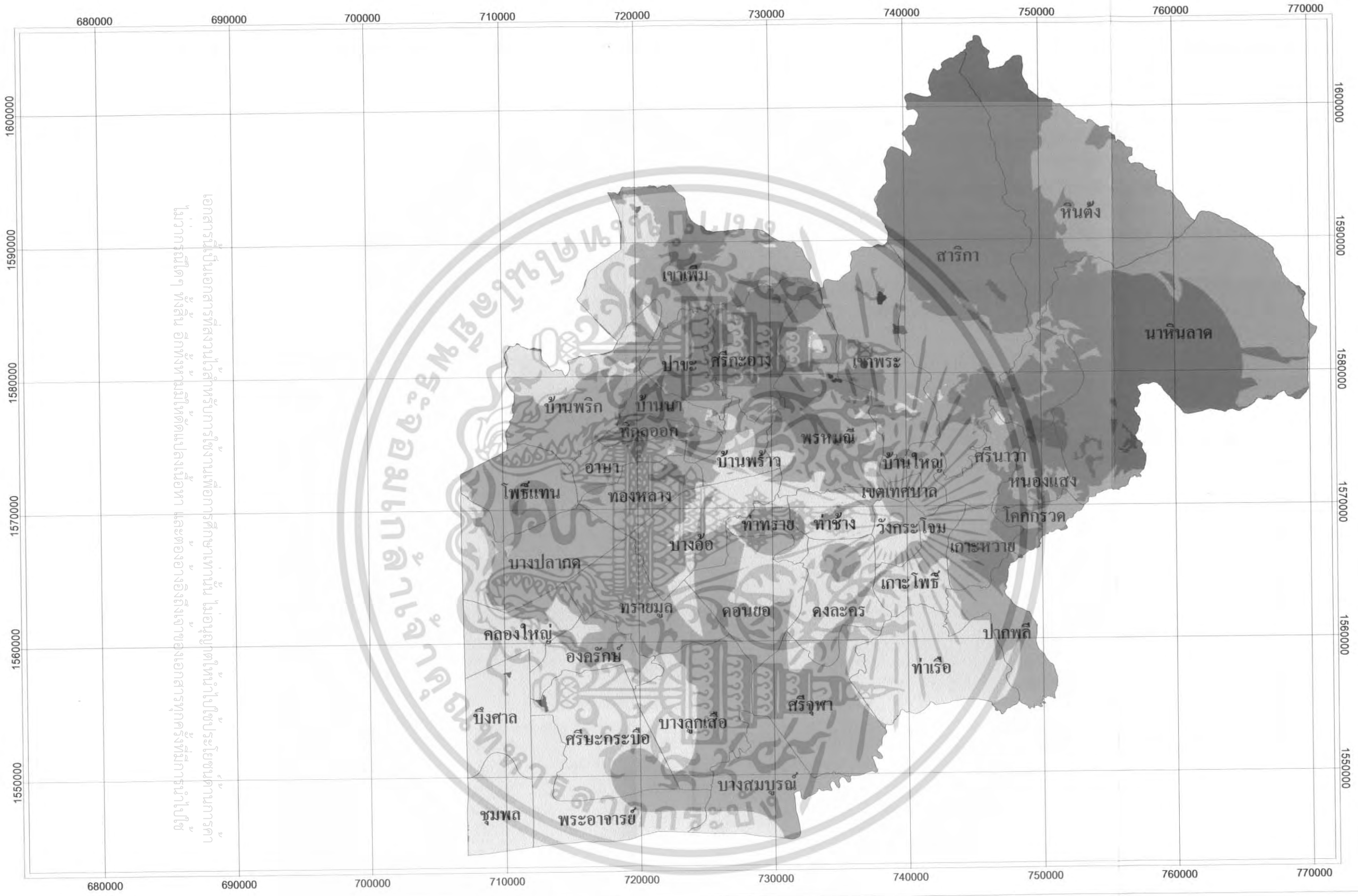
2. ความอ่อนไหวระดับ2 พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวในระดับปานกลาง คือบริเวณตำบลบางปลากด ทรายมูล ศรีจุฬา ท่าทราย บ้านใหญ่ เขตเทษบาล ปากพลี และพื้นที่บางส่วนของ ตำบลอาษา ดอนยอ ท่าทราย ทองหลาง และตำบลบางสมบูรณ์ ซึ่งมีค่า DRASTIC INDEX อยู่ในช่วง 106 - 138

3. ความอ่อนไหวระดับ3 พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวในระดับค่อนข้างสูง คือบริเวณตำบลสาริกา บ้านนา พิกุลออก ป่าขะ เขาเพิ่ม เกาะหวาย โคกกรวด และพื้นที่บางส่วนของ ตำบลนาหินลาด พรหมณี ทองหลางและตำบลเขาพระ ซึ่งมีค่า DRASTIC INDEX อยู่ในช่วง 138 – 170

4. ความอ่อนไหวระดับ4 พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวในระดับสูงคือบริเวณตำบลสาริกา นาหินลาด หนองแสง และบางส่วนของตำบลศรีกระอาง ซึ่งมีค่า DRASTIC INDEX อยู่ในช่วง 170 – 202

5. ความอ่อนไหวระดับ5 พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวในระดับสูมากคือบริเวณตำบล พรหมณีและเขาพระซึ่งมีค่า DRASTIC INDEX อยู่ในช่วง 203 – 234

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.1. แผนที่แสดงผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ

ข้อเสนอแนะ

เราสามารถนำเอาแผนที่ความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาลมาใช้ในการเลือกใช้พื้นที่ในการทำกิจกรรมต่างๆใน จ.นครนายก เช่น กิจกรรมที่สามารถทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาลสูงก็ควรหลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวสูง เช่นพื้นที่ทิ้งขยะ หรือ พื้นที่จัดตั้งโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น และนอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการศึกษาด้านต่างๆ เช่น การศึกษาน้ำผิวดิน การประเมินความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาล และใช้ประโยชน์ในศาสตร์ด้านอื่นๆ

แนวทางในการศึกษาต่อ

สามารถนำผลจากการศึกษานี้ไปในการประเมินความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาลซึ่งเมื่อนำผลที่ได้จากสองการศึกษามารวมเข้าด้วยกัน จะได้ผลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้นซึ่งนำไปควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงของพื้นที่มากขึ้นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- บริษัทเมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์, 2547.รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาประเมินคุณภาพน้ำบาดาลและการป้องกันในเขตภาคกลาง.

- Aller ,L. ,Bennett,T., Jay, H.L., Rebecca, J.P. and Hackett, G.,1987. DRASTIC : A Standradized System for Evaluating Ground Water Pollution Using Hydrogeologic Setting, NWWA/EPA Series, p.455

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

- กรมโยธาธิการและผังเมือง,http://www.dpt.go.th/04work/newtown/newtown.html [online],[20 July 2005].

- บริษัทเมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์, 2547.รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาประเมินคุณภาพน้ำบาดาลและการป้องกันในเขตภาคกลาง.

- สภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2547. เอกสารประกอบการประชุม/เสวนาโครงการเมืองใหม่ จ. นครนายก : แหล่งน้ำที่จะนำมาใช้, คณะทำงานศึกษาและอนุรักษ์แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง และแม่น้ำบางปะกง.

- Piscopo, G, 2001. Groundwater Vulnerability map Explanatory Note, NSW Department of Land and Water Conservation, p.13

- Vrba, J. and Zoporozec, A.,1994. Guide book on Mapping Groundwater Vulnerability,Vol.16.

- Aller ,L. ,Bennett,T., Jay, H.L., Rebecca, J.P. and Hackett, G.,1987. DRASTIC : A Standradized System for Evaluating Ground Water Pollution Using Hydrogeologic Setting, NWWA/EPA Series, p.455

- สุวณี ศรีธวัช ณ อยุธยา, 2538. การวินิจฉัยคุณภาพของดินด้านปฐพีกลศาสตร์ตามกลุ่มชุดดินในประเทศไทย, กองสำรวจดินและจำแนกดินม กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Website: KMITL Football Club

Present

Dr. Chompoonuch Jinjakam

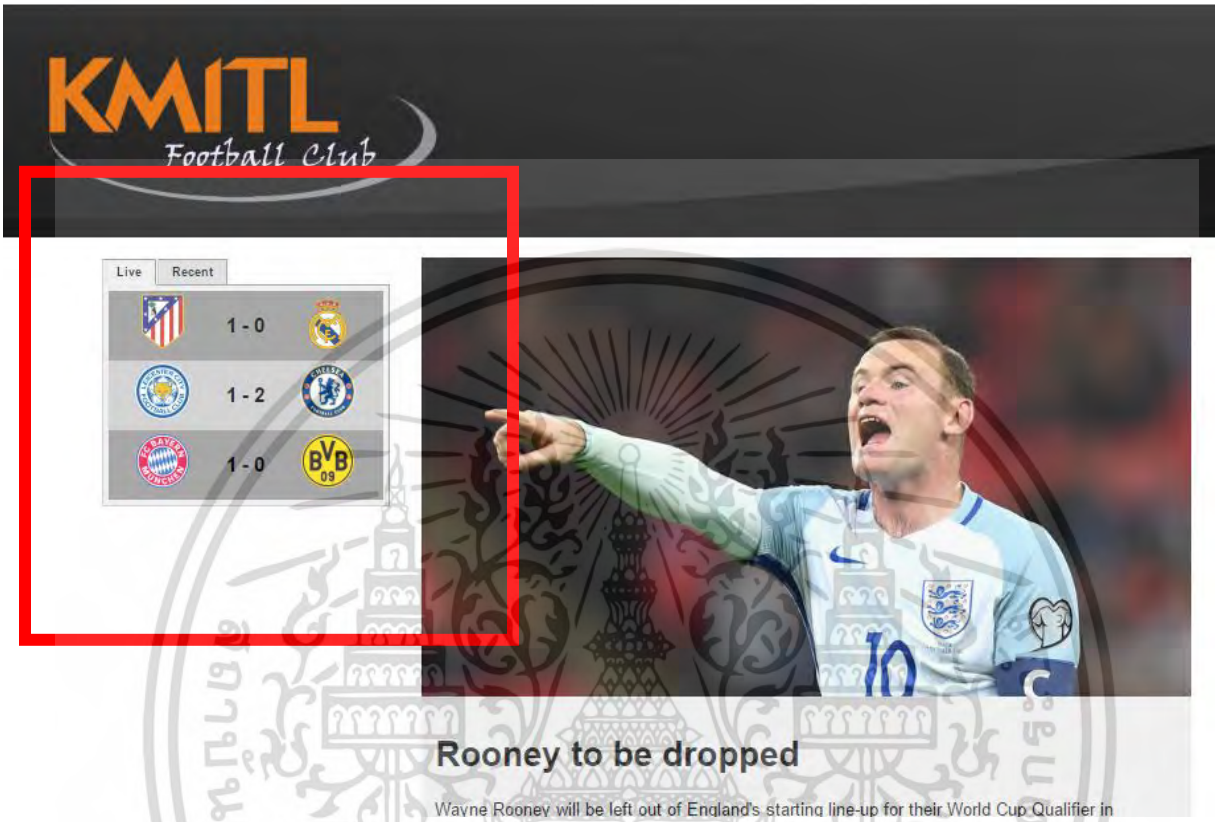
Summited by

Mr.Chinnawat Srisuratsiri 56010315

Mr.Chinnasit Limkunapong 56010316

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Live Score

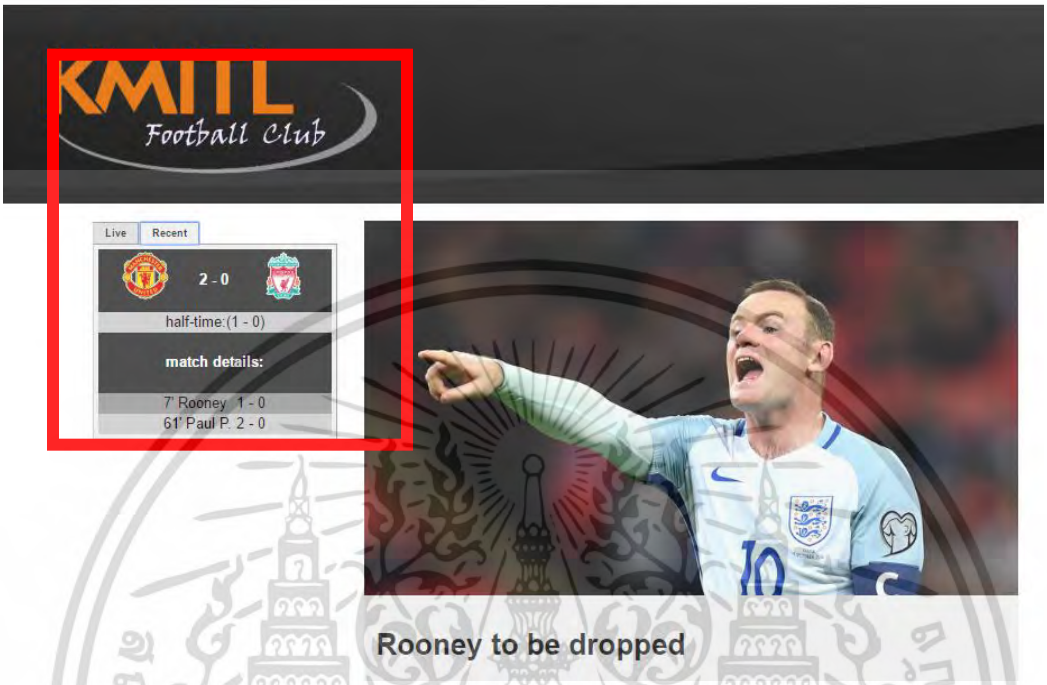


เป็นส่วนที่ผู้ใช้งาน จะสามารถดูผลการแข่งขันที่กำลังดำเนินการแข่งขันอยู่ สามารถทราบได้ว่า ใครเตะกับใคร และมีผลการแข่งขันเป็นอย่างไร ณ ตอนนี้

- ในส่วนนี้นั้น เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานส่วนใหญ่ต้องการมากที่สุด จึงจัดทำเป็นตาราง ที่มีสีสลับกันในแต่ละแถว เพื่อให้ง่ายต่อการแยกแถว และมองเห็นได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

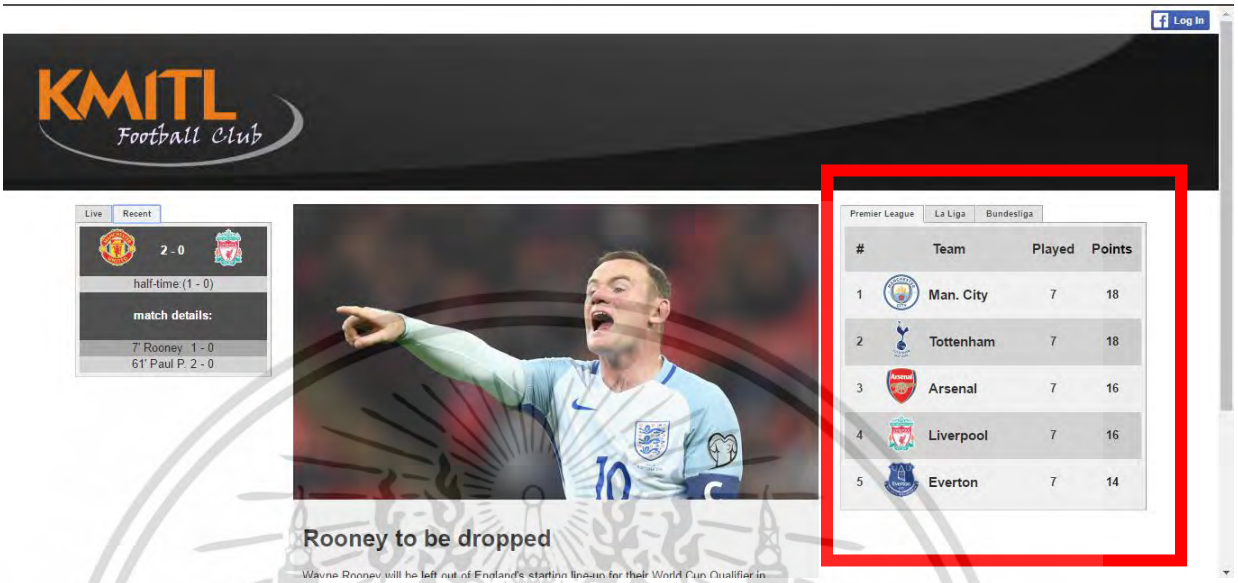
2. Recent Score



เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบผลการแข่งขันของคู่ที่จบไปแล้ว ว่า ใครชนะด้วยคะแนนเท่าไหร่ ครึ่งแรกยิงไปกี่ลูก ใครไปคนยิง และยิงไปในนาที ที่เท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

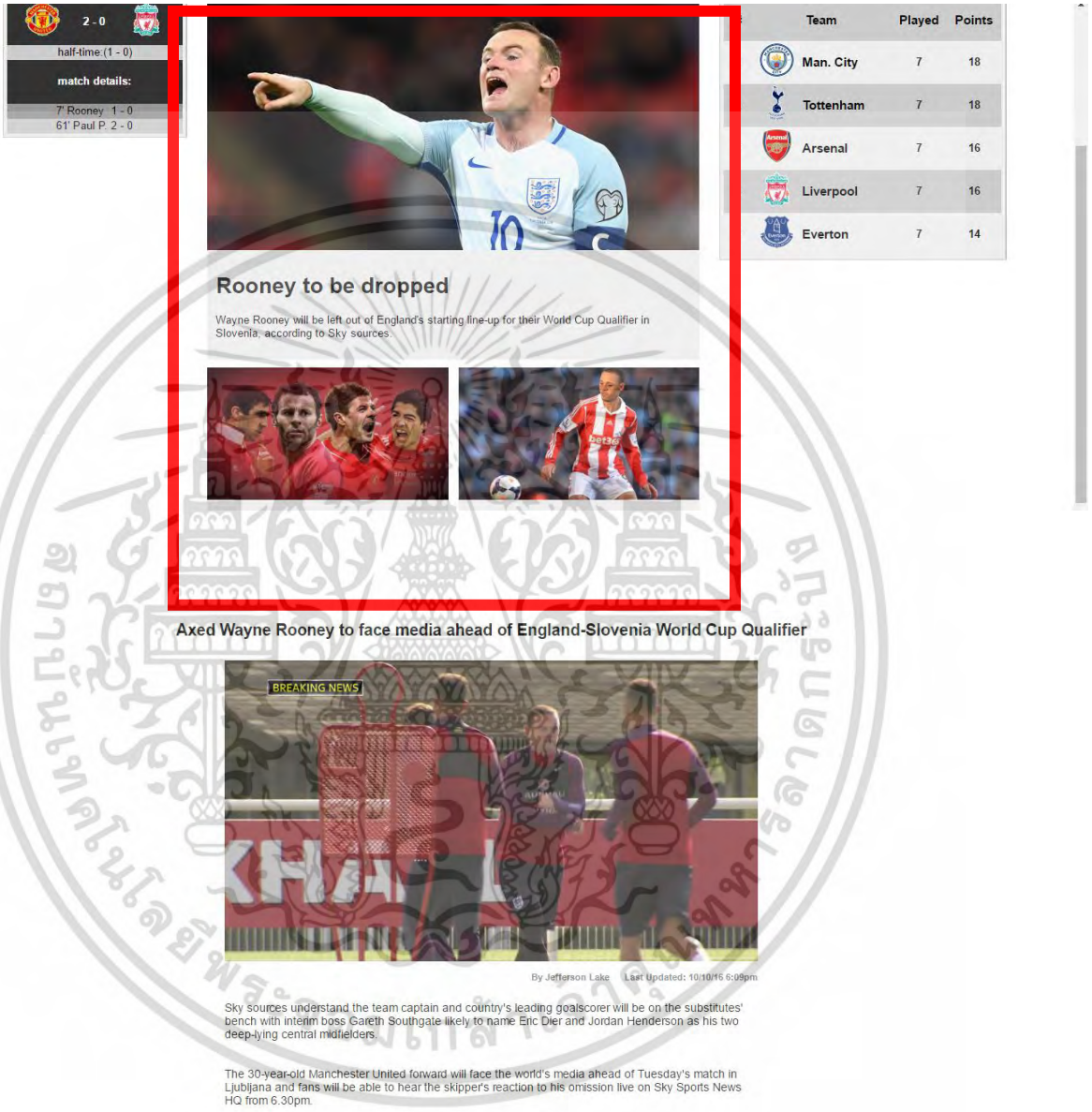
3. Score Board



ในส่วนนี้ผู้ใช้งานจะสามารถตรวจสอบตารางคะแนนการแข่งขันของหลีกทั้ง 3 ว่าทีมใดแข่งไปกี่นัด มีคะแนนรวมเท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ข่าวสารวงการฟุตบอล



ในส่วนนี้ผู้ใช้งาน สามารถตรวจสอบเช็คดูข่าวสารของสงการฟุตบอลทั่วโลก ว่ามีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้นบ้างในแต่ละวัน

- สามารถทราบได้ว่า ข่าวไหนที่อ่านแล้ว หรือยังไม่ได้อ่านได้จาก ตัวหนังสือชื่อข่าว หากอ่านแล้วสีตัวหนังสือจะเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้