

551.302

๕813 ก

ร.๐

การวิเคราะห์จำแนกสถานการณ์การหลุดตัวของแผ่นดินตามสภาพการเปลี่ยนแปลง
การใช้ที่ดินและน้ำบาดาล กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ

บทคัดย่อ

ของ

โชคชัย เนาว์รุ่งโรจน์

13 ก.ย. 2548

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
มีนาคม 2548

13 ก.ย. 2548

โชคชัย เนาว์รุ่งโรจน์. (2548).การวิเคราะห์จำแนกสถานการณ์การทรุดตัวของแผ่นดินตามสภาพ
การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและน้ำบาดาล กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ.
ปริญญาานิพนธ์ วท.ม.(ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม :
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ โฉมิตสกุลชัย, อาจารย์เศวตฉัตร ศรีสุวัฒน์.

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อคาดการณ์สถานการณ์การทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัด
สมุทรปราการ โดยพิจารณาปัจจัยซึ่งประกอบด้วย รูปแบบของการใช้ที่ดิน ปริมาณการใช้น้ำบาดาล
ความลึกของระดับน้ำบาดาล ระดับการทรุดตัวของแผ่นดิน และปัจจัยทางธรณี โดยทำการวิเคราะห์
เปรียบเทียบ 2 ช่วงเวลา (พ.ศ.2533 และพ.ศ.2543) เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยการทรุด
ตัวเหล่านี้ จากนั้นได้ใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยในการวิเคราะห์จัดกลุ่มด้วยวิธี Cluster
Analysis โดยมีเป้าหมายเพื่อจำแนกกลุ่มพื้นที่ที่มีปัจจัยการทรุดตัวที่มีลักษณะคล้ายกัน

จากการวิเคราะห์สามารถจำแนกกลุ่มพื้นที่แนวโน้มการทรุดตัวได้เป็น 7 กลุ่ม และสามารถ
คาดการณ์สถานการณ์การทรุดตัวของพื้นที่ในจังหวัดสมุทรปราการได้ 4 ลักษณะ กล่าวคือ(1) พื้นที่
สถานการณ์การทรุดตัวมีแนวโน้มดีขึ้น ประกอบด้วย กลุ่มพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการใช้น้ำบาดาลน้อย
และ กลุ่มพื้นที่ชุมชนและอุตสาหกรรมที่อยู่ในพื้นที่เขตควบคุมน้ำบาดาล และมีระบบประปาทั่วถึง (2)
พื้นที่สถานการณ์การทรุดตัวมีแนวโน้มคงที่ เป็นกลุ่มพื้นที่ชุมชนซึ่งมีระบบประปาเพียงพอต่อความ
ต้องการ และกลุ่มพื้นที่มีการขยายตัวของแหล่งชุมชนมีระบบประปาในพื้นที่ค่อนข้างมาก แต่ยังมีพื้นที่
บางส่วนที่ยังใช้น้ำบาดาลอยู่ (3) พื้นที่สถานการณ์การทรุดตัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น พบว่าเป็นกลุ่มพื้นที่ที่
ยังไม่มีมีการขยายตัวของแหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม แต่มีแนวโน้มในการทรุดตัวมาก เนื่องจาก
ตั้งอยู่ในพื้นที่มีชั้นดินเหนียวอ่อนมีความหนาแน่น และกลุ่มพื้นที่ที่มีการขยายตัวของแหล่งชุมชนและ
แหล่งอุตสาหกรรม สาเหตุจากการก่อสร้างสนามบินสุวรรณภูมิ ซึ่งจะเป็นศูนย์กลางความเจริญของ
พื้นที่ เป็นพื้นที่ที่ควรต้องระวังการทรุดตัวในอนาคต เนื่องจากระบบประปายังเข้าไปไม่ถึง (4)
สถานการณ์การทรุดตัวอยู่ในระดับวิกฤติ พบว่าเป็นกลุ่มพื้นที่ซึ่งเดิมซึ่งเป็นศูนย์กลางการทรุดตัวของ
จังหวัด ส่วนมากเป็นพื้นที่กลุ่มอุตสาหกรรม คาดการณ์ว่าในอนาคตยังคงเป็นพื้นที่ที่มีการทรุดตัวมาก
จำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดมาตรการแก้ปัญหาอย่างเร่งด่วน

การทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของ
รูปแบบการใช้ที่ดินซึ่งมีการพัฒนาจากการใช้ที่ดินแบบเกษตรกรรมเป็นแหล่งชุมชนหรือแหล่ง
อุตสาหกรรม ทำให้ปริมาณการใช้น้ำบาดาลเพิ่มขึ้นและระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ลดลง ซึ่งส่งผลต่อการ
เพิ่มของระดับการทรุดตัวของแผ่นดิน ดังนั้นการวางมาตรการควบคุมการใช้น้ำบาดาลและการขยาย
เขตการบริการประปาในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ทำให้พื้นที่บางส่วนซึ่งอยู่เขตควบคุมการใช้น้ำ
บาดาลและเขตการบริการประปามีสถานการณ์การทรุดตัวของแผ่นดินมีแนวโน้มที่ดีขึ้น

CLASSIFICATION ANALYSIS OF LAND SUBSIDENCE UNDER THE CHANGES OF LAND
AND GROUNDWATER USES : A CASE STUDY OF
CHANGWAT SAMUTPARKARN

AN ABSTRACT
BY
CHOKCHAI NAORUNGROJ

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Science degree in Geography
at Srinakharinwirot University
March 2005

Chokchai Naorungroj. (2005). ***Classification analysis of land subsidence under the changes of land and groundwater uses : A case study of Changwat Samutprakarn***. Master Thesis M.Sc. (Geography). Bangkok : Graduate School. Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assist. Prof. Dr. Ekasit Kositsakulchai, Mr.Sawettachat Srisurut.

The objective of this study was to investigate the land subsidence situations in Samutparkarn. The factors taken into consideration, included: land use pattern, volume of groundwater use, groundwater depth, land subsidence rate, and geological condition. In order to monitor the changes of these factors, two data sets in 1990 and in 2000 were selected for the comparative studies. Then, this information was used for classifying the similar land subsidence situations by the Cluster Analysis method.

From the classification analysis, it was possible to identify 7 different patterns of land and water uses, and furthermore to predict 4 situations of land subsidence in Samutparkarn, as following: (1) Lesser situation of land subsidence. This group consists of the agricultural land, having less consumptive use of groundwater, and the urban and industrial areas, located in the zone of groundwater use control and having sufficient water supply service. (2) Stable situation of land subsidence. This group consists of the urban area, having sufficient water supply service, and the growing urban area, having partially water supply coupling with some groundwater use. (3) Potentially critical situation of land subsidence. This group consists of the land without the development of urbanization, but located above the thick soft clay layer presenting the high potential land subsidence. Another kind of land in this group is the rapidly urbanized area around the new Suwannapom Airport. Since the water supply system has not yet been accessible, this area is likely to have the land subsidence problem in the near future. (4) Critical situation of land subsidence. The land in this group was the previous center of land subsidence, having consistently high density of industry. It is evident that this is the most critical zone and need urgently the measures for mitigating the problem.

In conclusion, it was found that the land subsidence rate in Samutparkarn was highly related to the changing of land use pattern. The transformation of agricultural land into urban and industrial areas caused the higher groundwater use, the deeper groundwater depth, and subsequently the higher rate of land subsidence. The zoning of groundwater use control and the extension of water supply service seem to be the promising measures for improving land subsidence situation.

การวิเคราะห์จำแนกสถานการณ์การหลุดตัวของแผ่นดินตามสภาพการเปลี่ยนแปลง
การใช้ที่ดินและน้ำบาดาล กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ

ปริญญานิพนธ์
ของ
โชคชัย เนาว์รุ่งโรจน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
มีนาคม 2548
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์

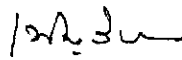
เรื่อง

การวิเคราะห์จำแนกสถานการณ์การหลุดตัวของแผ่นดินตามสภาพการเปลี่ยนแปลง
การใช้ที่ดินและน้ำบาดาล กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ

ของ

นายโชคชัย เนาว์รุ่งโรจน์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

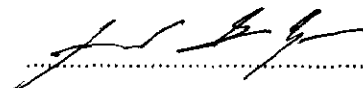


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

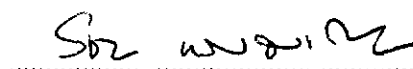
วันที่ 11 เดือน มีนาคม พ.ศ.2548

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ โฉมิตสกุลชัย)

.....กรรมการ
(อาจารย์ เศวตฉัตร ศรีสุรัตน์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ วิทยารัฐ)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย พันธนะศิริ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ทั้งนี้เพราะได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลากรหลายฝ่ายทั้งหน่วยงานราชการและเอกชน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคลากร หน่วยงานราชการและเอกชน ดังกล่าว ดังต่อไปนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ อาจารย์เศวตฉัตร ศรีสุรัตน์ กรรมการวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาให้ความรู้ คำปรึกษาทางวิชาการ แนะนำแนวทางการวิจัย ตลอดจนแนะนำการแก้ไขปัญหาต่างๆในงานวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วง และขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ วิทยารัฐ ซึ่งเป็นผู้วางแผนงานวิจัยและกรุณาให้คำปรึกษาทางวิชาการ ตลอดจนเสียสละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ร่วมกับ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย พันธนะหิรัญ และอาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์ทุกท่านผู้ให้วิชาความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ กรมทรัพยากรธรณี คุณสุวัฒน์ พลศิลป์ และบริษัท สยามกราวด์วอเตอร์ จำกัด ที่กรุณาให้คำปรึกษาทางวิชาการและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำการวิจัย และขอขอบคุณเพื่อนๆพี่ๆทุกคนที่เป็นที่ปรึกษาและให้ช่วยเหลือต่างๆตลอดจนให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด

และสุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คอยดูแลที่ห่วงใย และเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยตลอดเวลา ทำให้การทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี

โชคชัย เนาว์รุ่งโรจน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษา.....	4
ความสำคัญของการศึกษา.....	4
ขอบเขตของการศึกษา.....	4
เกณฑ์ในการเลือกพื้นที่ศึกษา.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
สมมุติฐานในการศึกษาวิจัย.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
น้ำบาดาล.....	7
การใช้น้ำบาดาลและผลกระทบจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นไปใช้.....	11
ปัญหาแผ่นดินทรุดในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.....	17
การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการใช้รีโมทเซนซิงใน การแปลภาพถ่ายดาวเทียม.....	24
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา.....	28
สถิติที่ใช้ในงานวิจัยและเอกสารงานวิจัยทางสถิติที่เกี่ยวข้อง.....	32
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	35
ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	35
พื้นที่ศึกษา.....	37
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	45
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	48
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
การวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ.....	51

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ) การวิเคราะห์สภาพการใช้น้ำบาดาลของแต่ละรูปแบบการใช้ที่ดิน	
ในจังหวัดสมุทรปราการ และระดับน้ำบาดาลที่ลดลง.....	61
การวิเคราะห์ระดับการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ....	72
การวิเคราะห์รูปแบบการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ	75
การคาดการณ์สถานการณ์การทรุดตัวของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ	84
 5 สรุป อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า และข้อเสนอแนะ.....	 91
สรุปผลการวิจัย.....	91
ปัญหาในการศึกษาและข้อเสนอแนะในการวิจัย.....	92
 บรรณานุกรม.....	 93
 ภาคผนวก.....	 100
 ประวัติย่อผู้วิจัย.....	 118

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงชื่อชั้นน้ำบาดาลและความลึกโดยประมาณ.....	10
2 แสดงข้อมูลแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรรายจังหวัด.....	14
3 แสดงช่วงคลื่น ความยาวคลื่น และการใช้ประโยชน์ของดาวเทียม Landsat.....	27
4 แสดงรายการ รูปแบบข้อมูล มาตรฐาน และแหล่งที่มาของข้อมูล.....	36
5 แสดงชื่อดำบลและหมายเลขรหัส.....	39
6 แสดงจำนวนประชากรจำแนกตามทะเบียนราษฎร.....	42
7 แสดงปัจจัยและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	47
8 แสดงการจัดกลุ่มการใช้ที่ดิน.....	53
9 แสดงรูปแบบการใช้ที่ดินและพื้นที่ในปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543.....	53
10 แสดงพื้นที่การเปลี่ยนแปลงและหาอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบ การใช้ที่ดินจากพื้นที่เดิม.....	57
11 แสดงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินของจังหวัดสมุทรปราการ.....	57
12 แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของการใช้ที่ดินรูปแบบต่างๆของใน จังหวัดสมุทรปราการ.....	58
13 แสดงสภาพการใช้น้ำบาดาลของแต่ละรูปแบบการใช้ที่ดิน.....	61
14 แสดงปริมาณการใช้น้ำบาดาลรายอำเภอ.....	63
15 การวิเคราะห์กลุ่มการทรุดตัวของจังหวัดสมุทรปราการปี พ.ศ.2533.....	79
16 การวิเคราะห์กลุ่มการทรุดตัวของจังหวัดสมุทรปราการปี พ.ศ.2543.....	80
17 การคาดการณ์สถานการณ์การทรุดตัวของจังหวัดสมุทรปราการ.....	87

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงชั้นน้ำบาดาลในแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง.....	9
2 แสดงการใช้น้ำของพืชและสมดุลย์ของน้ำในดิน.....	14
3 แสดงชั้นดินเหนียวกรุงเทพฯ.....	21
4 แสดงหน้าตัดแสดงสภาพธรณีวิทยาของที่ราบภาคกลางตอนล่าง.....	40
5 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน.....	50
6 แผนภูมิการวิเคราะห์กลุ่มการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ ปี พ.ศ.2533.....	81
7 แผนภูมิการวิเคราะห์กลุ่มการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ ปี พ.ศ.2543.....	82
8 แผนภูมิการคาดการณ์สถานการณ์การทรุดตัวของพื้นที่จังหวัด สมุทรปราการ.....	89

บัญชีแผนที่

แผนที่		หน้า
1	แสดงความลึกของชั้นดินเหนียวอ่อนของจังหวัดสมุทรปราการ.....	22
2	เขตควบคุมน้ำบาดาลในช่วงปี พ.ศ.2526.....	23
3	เขตควบคุมน้ำบาดาลในช่วงปี พ.ศ.2538.....	23
4	แสดงที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ.....	38
5	แสดงหมายเลขรหัสของตำบลในจังหวัดสมุทรปราการ.....	39
6	แสดงรูปแบบการใช้ที่ดินปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543.....	54
7	แสดงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ	55
8	แสดงพื้นที่บริการของการประปานครหลวงจังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ.2543.....	64
9	แสดงพื้นที่บริการของการประปากรุงเทพมหานคร.....	65
10	แสดงปริมาณการใช้น้ำบาดาลในจังหวัดสมุทรปราการปี พ.ศ.2533 และ พ.ศ.2543.....	66
11	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้น้ำบาดาลในจังหวัดสมุทรปราการ	67
12	แสดงระดับน้ำบาดาลปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543.....	70
13	แสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลในจังหวัดสมุทรปราการ	71
14	แสดงระดับการทรุดตัวปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543.....	73
15	แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ	74
16	แสดงการวิเคราะห์กลุ่มการทรุดตัวของแผ่นดินใน จังหวัดสมุทรปราการ ปี พ.ศ.2533.....	83
17	แสดงการวิเคราะห์กลุ่มการทรุดตัวของแผ่นดินใน จังหวัดสมุทรปราการ ปี พ.ศ.2543.....	83
18	แสดงการคาดการณ์สถานการณ์การทรุดตัวในจังหวัดสมุทรปราการ	90

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

พื้นที่ภาคกลางตอนล่างมีลักษณะภูมิประเทศเป็นแอ่งที่ราบลุ่มขนาดใหญ่ มีพื้นที่ประมาณ 80,000 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเกิดจากการสะสมของตะกอนแม่น้ำจากที่สูงมาเป็นเวลานาน ตั้งแต่ปลายยุคเทอร์เทียรีจนถึงปัจจุบัน เป็นแหล่งสะสมดินตะกอนมีความหนาตั้งแต่ 50-800 เมตร กลายเป็นที่ราบสามเหลี่ยมปากแม่น้ำขนาดใหญ่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงเหมาะแก่การทำเกษตรกรรม จึงเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง

ชั้นตะกอนเหล่านี้กลายเป็นแหล่งน้ำบาดาลขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรน้ำจืดที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นแหล่งน้ำเพื่อนำไปใช้ในการอุปโภคบริโภคอีกแหล่งหนึ่งที่สำคัญปริมาณการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ที่เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของประชากรในพื้นที่ ทำให้ในปัจจุบันบางบริเวณมีระดับน้ำบาดาลที่ลดต่ำลงมากกว่า 50 เมตรจากผิวดิน จึงเกิดเป็น “วิกฤตการณ์น้ำบาดาล” อันส่งผลกระทบต่อหลายประการ เช่น ปัญหาแผ่นดินทรุด ปัญหาการรุกคืบของน้ำเค็ม เป็นต้น

กว่า 40 ปีที่พื้นที่บริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑลประสบกับปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดิน ซึ่งสร้างความเสียหายให้แก่ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่บริเวณนี้ทั้งทรัพย์สิน และสิ่งก่อสร้าง จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2520 ปัญหาวิกฤตการณ์การทรุดตัวของแผ่นดินขยายวงกว้างขึ้น และมีความรุนแรงมากขึ้น รอยแยกและรอยร้าวบนอาคารปรากฏให้เห็นเด่นชัดขึ้น ซึ่งทางสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้เสนอโครงการให้รัฐบาลมีการสนับสนุนการศึกษาวิจัยปัญหาแผ่นดินทรุดนี้ ทำให้มีหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนให้ความสนใจที่จะทำการศึกษาหน่วยงานสำคัญที่ทำการศึกษาวิกฤตการณ์การทรุดตัวของพื้นที่ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้แก่ กรมทรัพยากรธรณี สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT) กรมแผนที่ทหาร และสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

จากการศึกษาเอกสารการศึกษาของหน่วยงานต่างๆ เหล่านี้ ทำให้ทราบว่าสาเหตุของการทรุดตัวของพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลน่าจะเกิดจากปัจจัยใหญ่ 2 ปัจจัย ได้แก่

1. สาเหตุจากการสูบน้ำบาดาล เนื่องจากการขยายตัวของเมืองและการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรม ความต้องการการใช้น้ำในการผลิตและการอุปโภคบริโภคจึงเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับขอบเขตการบริการของการประปานครหลวงจังหวัดสมุทรปราการยังมีไม่ทั่วถึง ทำให้การบริการน้ำประปาเพื่อการผลิตและการอุปโภคบริโภคไม่เพียงพอประชาชนและภาคอุตสาหกรรมบางส่วนหันมาใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำบาดาล ซึ่งปริมาณการสูบขึ้นมาใช้มีปริมาณที่มหาศาล ทำให้แรงดันภายในชั้นดินมีปริมาณที่ลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการทรุดตัวของพื้นที่ (กรมทรัพยากรธรณี : 2526)

2. สาเหตุจากความคงทนของชั้นดินในพื้นที่ ดินในบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เป็นดินใหม่ เกิดจากการสะสมของตะกอนแม่น้ำที่มีเนื้อดินละเอียด ซึ่งมีลักษณะเป็นดินเหนียวอ่อนนุ่มที่มีความคงทนน้อย (สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ : 2545) เมื่อการขยายตัวของเมืองและแหล่งอุตสาหกรรมมาเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการปลูกสิ่งก่อสร้างต่างๆ บนผิวดินมีเพิ่มมากขึ้น สิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ ไม่ว่าจะเป็นอาคารบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม ศูนย์การค้าและสถานบันเทิงต่างๆ เป็นการเพิ่มน้ำหนักของสิ่งปกคลุมผิวดิน ซึ่งอาจทำให้พื้นดินบางแห่งไม่สามารถทนทานต่อน้ำหนักของสิ่งก่อสร้างเหล่านี้และแรงที่มากกระทำบนผิวดินจึงเกิดการทรุดตัวของพื้นที่ได้ (วจิ วัฒนรงค์ : 2528)

กรมทรัพยากรธรณีร่วมกับกรมแผนที่ทหาร (ปี พ.ศ.2521-พ.ศ.2524) ได้ทำการสำรวจการทรุดตัวในพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑล พบว่าบริเวณที่เป็นศูนย์กลางการทรุดตัวของแผ่นดินอยู่บริเวณกรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก ตั้งแต่เขตบางเขนไปจนถึงจังหวัดสมุทรปราการบริเวณอำเภอเมืองสมุทรปราการ โดยเฉพาะบริเวณอำเภอเมืองสมุทรปราการมีอัตราการทรุดตัวเฉลี่ยปีละ 8 – 15 เซนติเมตร

เนื่องจากความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ ทำให้จังหวัดสมุทรปราการมีอัตราการขยายตัวของแหล่งชุมชนเมืองที่สูง ประกอบกับมีท่าเรือที่สามารถขนถ่ายสินค้าหรือวัตถุดิบได้ ต่อมาจึงมีการพัฒนากลายเป็นแหล่งอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ของประเทศแห่งหนึ่ง การเพิ่มขึ้นของแหล่งชุมชนเมืองและแหล่งอุตสาหกรรมทำให้ปริมาณความต้องการน้ำในการผลิตและการอุปโภคบริโภคมีเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล ซึ่งปริมาณการผลิตน้ำประปาของการประปานครหลวงไม่สามารถเพียงพอต่อความต้องการของประชาชนและแหล่งอุตสาหกรรมในจังหวัดสมุทรปราการนั้นได้ จึงมีการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลและระบบการสูบน้ำบาดาลให้ในพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำในการอุปโภคบริโภค

จากการขยายตัวของแหล่งชุมชนและย่านธุรกิจการค้าในกรุงเทพมหานคร จึงมีการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆขึ้นบริเวณปริมณฑลรอบกรุงเทพมหานคร การเปลี่ยนแปลงประเภทของการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการจึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากเดิมที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งไม่ต้องการใช้น้ำที่มีคุณภาพมากนักและมีความต้องการการใช้น้ำที่มีปริมาณน้อยส่วนมากจึงพึ่งพาการใช้น้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาและแหล่งน้ำผิวดินอื่นๆ มาเป็นพื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีความต้องการน้ำที่มีคุณภาพดีและปริมาณความต้องการการใช้น้ำมาก ดังนั้นการใช้น้ำบาดาลจึงเป็นอีกทางเลือกให้กับโรงงานต่างๆ เนื่องจากเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีในระดับหนึ่งและเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าน้ำประปา ทำให้โรงงานเหล่านี้หันมาใช้น้ำบาดาลกันอย่างแพร่หลาย

แม้ว่าในปัจจุบันจะมีกฎหมายเข้ามาควบคุมดูแลการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เนื่องจากผลกระทบจากการทรุดตัวของพื้นที่ แต่การสูบน้ำบาดาลซึ่งมีต้นทุนที่ถูกกว่าน้ำประปาทำให้ยังมีการลักลอบสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะแหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรมมีปริมาณการสูบน้ำบาดาลในแต่ละวันอย่างมหาศาลเกินกว่าปริมาณการผลิตน้ำบาดาลตามธรรมชาติจะสามารถสร้างขึ้นมาทดแทนได้ทัน ทำให้ระดับน้ำในชั้นน้ำบาดาลลดลงทุกวัน แรงดันน้ำในชั้นทรายซึ่งเป็นชั้นกักเก็บน้ำบาดาลจึงลดลง และเป็นผลให้เกิดการทรุดตัวของแผ่นดิน

ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems : GIS) และเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing : RS) ในการศึกษาจัดการพื้นที่ ซึ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นระบบการจัดการข้อมูลทางภูมิศาสตร์จากพื้นที่ศึกษาอย่างเป็นระบบ สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลต่างๆในพื้นที่ได้อย่างรวดเร็วเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ข้อมูลของพื้นที่ และสามารถนำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่างๆได้ง่าย ในการศึกษาวิจัยหาแนวโน้มการทรุดของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการนี้ อันประกอบด้วยข้อมูลหลายลักษณะ ทั้งข้อมูลกายภาพ ข้อมูลในเชิงสถิติ และปัจจัยอื่นๆ ผู้วิจัยจึงนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการจัดการฐานข้อมูลของพื้นที่ศึกษา ส่วนเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล (RS) ทำให้ผู้ศึกษาสามารถเก็บข้อมูลของพื้นที่ตามสภาพความเป็นจริงได้ จึงมีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งในการศึกษาข้อมูลรูปแบบการใช้ที่ดินซึ่งเป็นข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอในพื้นที่ศึกษา เทคโนโลยีทั้ง 2 ชนิดนี้เมื่อนำมาใช้ร่วมกันช่วยให้ผู้ศึกษาได้ข้อมูลของพื้นที่ตามความเป็นจริงในช่วงเวลานั้นๆ จัดการฐานข้อมูลของพื้นที่อย่างเป็นระบบ เปลี่ยนแปลงแก้ไขเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้อง สามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปทำการวิเคราะห์ และนำเสนอผ่านสื่อต่างๆได้

ความมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำบาดาลและระดับน้ำบาดาลกับประเภทการใช้ที่ดินในเขตจังหวัดสมุทรปราการ
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการทรุดตัวของแผ่นดินกับประเภทการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ
3. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่ส่งผลต่อการทรุดตัวของแผ่นดินในพื้นที่ศึกษา
4. เพื่อจำแนกสถานการณ์การทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ความสำคัญของการศึกษา

1. ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของปริมาณการใช้น้ำบาดาล ระดับน้ำบาดาล การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน และการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ
2. ทำให้สามารถคาดการณ์สถานการณ์การทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ
3. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการเตรียมการแก้ไข หรือวางแผนป้องกันปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดินในพื้นที่ที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายคลึงกัน
4. เป็นกรณีตัวอย่างในการศึกษาพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศที่ใกล้เคียง

ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาพื้นที่ที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อการทรุดตัวของแผ่นดินดังนี้

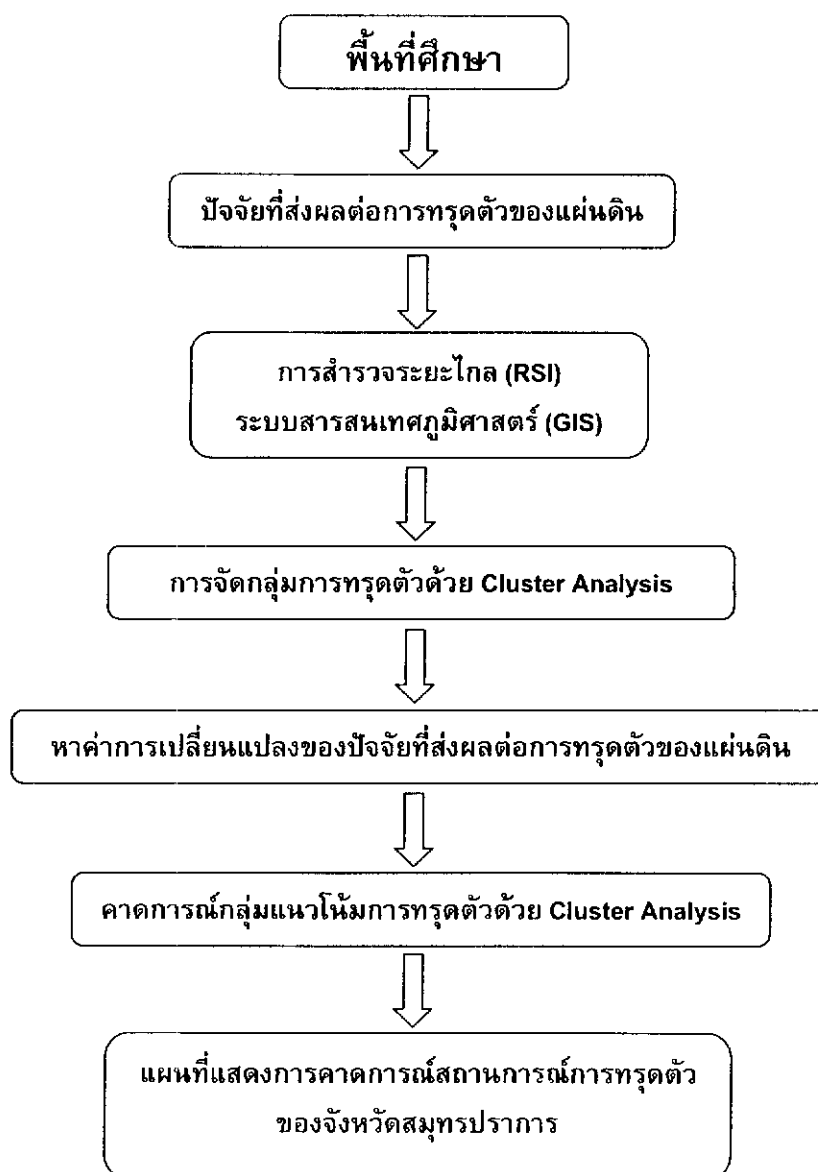
1. ศึกษาเฉพาะพื้นที่ในจังหวัดสมุทรปราการ
2. ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลในช่วงปี พ.ศ.2521 – 2543
3. ศึกษาการใช้ที่ดินโดยแบ่งเขตการใช้ที่ดินออกเป็นประเภทการใช้ที่ดิน 4 ประเภท คือ
 - แหล่งชุมชน
 - พื้นที่อุตสาหกรรม
 - พื้นที่เกษตรกรรม
 - พื้นที่พื้นที่ว่างเปล่า แหล่งน้ำ และบ่อปลานากุ้ง,
4. ศึกษาเฉพาะประเด็นการทรุดตัวที่เกี่ยวกับการใช้น้ำบาดาล

เกณฑ์ในการเลือกพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้มีเกณฑ์ในการเลือกบริเวณที่ศึกษาดังนี้

1. เป็นบริเวณที่มีปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดินอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน
2. เป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอยู่เสมอ
3. ประเภทการใช้ที่ดินทั้ง 4 ประเภทที่กล่าวมาข้างต้น เป็นประเภทการใช้ที่ดินที่แบ่งโดยจากการศึกษาข้อมูลลักษณะการใช้น้ำบาดาลและปริมาณการใช้น้ำบาดาลของการใช้ที่ดินซึ่งมีรูปแบบที่ต่างกัน
4. เป็นบริเวณที่มีข้อมูลเพียงพอต่อการทำการศึกษาค้นคว้าได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย



นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การทรุดตัวของแผ่นดิน หมายถึง การที่พื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งมีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางลดลงด้วยปัจจัยใดๆก็ตาม
2. น้ำบาดาล (Groundwater) หมายถึง น้ำที่เก็บกักอยู่ในส่วนช่องว่างหรือรอยแตกชั้นหินใต้ดิน และช่องว่างดังกล่าวอึดตัวไปด้วยน้ำ
3. การใช้ที่ดิน (Land use) หมายถึง สภาพการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่ดิน หรือทรัพยากรที่อยู่ในที่ดินนั้นๆ
4. ประเภทการใช้ที่ดิน หมายถึง กลุ่มของการใช้ที่ดินที่มีลักษณะวิธีการใช้ที่ดินที่เหมือนกันใกล้เคียงกัน หรือมีรูปแบบเหมือนกัน
5. ช่องว่างภายในชั้นดิน หมายถึง ช่องว่างที่เกิดจากการแทนของอากาศจากการสูญเสียของเหลว หรือการหดตัวของชั้นดิน
6. แรงดันภายในชั้นดิน หมายถึง แรงดันภายในชั้นดินต่อการรับน้ำหนักของดินชั้นบนและสิ่งก่อสร้างบนผิวดิน
7. ปริมาณการผลิตน้ำบาดาล หมายถึง ปริมาณการสร้างปริมาณน้ำทดแทนปริมาณที่สูญเสียไปของชั้นน้ำบาดาล

สมมุติฐานในการศึกษาวิจัย

1. ปริมาณการใช้น้ำบาดาลน่าจะมีความสัมพันธ์กับประเภทการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ
2. ปริมาณการใช้น้ำบาดาลน่าจะมีผลต่อระดับน้ำบาดาลในพื้นที่
3. ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่น่าจะมีความสัมพันธ์ระดับการทรุดตัวของแผ่นดิน
4. ระดับการทรุดตัวของแผ่นดินน่าจะมีสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. น้ำบาดาล
2. การใช้ น้ำบาดาลและผลกระทบจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นไปใช้
3. ปัญหาแผ่นดินทรุดในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
4. การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการใช้รีโมทเซนซิงในการแปลภาพถ่ายดาวเทียม
5. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา
6. สถิติที่ใช้ในงานวิจัยและเอกสารงานวิจัยทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

1. น้ำบาดาล

1.1 ความหมายของน้ำบาดาล

น้ำบาดาล คือ น้ำที่แทรกอยู่ตามช่องว่างของกรวด ทราย หิน หรือตามรอยหินแตก จนเกิดการอิมตัวมีสภาพการไหลซึมอย่างช้าๆ จากที่ที่มีพลังงานสูงไปสู่ที่มีพลังงานต่ำ (คณะวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยรังสิต : ออนไลน์) ซึ่งสอดคล้องกับ วจิ วัฒนรงค์ และสมชัย วงศ์สวัสดิ์ (ม.ป.ป. : 241) ได้กล่าวถึงน้ำบาดาลไว้ว่า น้ำบาดาลหรือน้ำใต้ดิน โดยทั่วไปมักสื่อความหมายอย่างเดียวกัน แต่ตามคำจำกัดความแล้ว “น้ำใต้ดิน” หมายถึงน้ำทุกชนิดที่อยู่ใต้ดิน รวมทั้งน้ำที่รากพืชดูดไปใช้ในการเจริญเติบโต ส่วน “น้ำบาดาล” หมายถึงน้ำที่เก็บกักอยู่ในช่องว่างหรือในรอยแตกของชั้นหินใต้พื้นดิน และช่องว่างดังกล่าวอิมตัวไปด้วยน้ำ ดังนั้นบ่อที่เจาะลงในชั้นน้ำชนิดนี้จึงเรียกว่า “บ่อน้ำบาดาล” และ เสวตฉัตร ศรีสุรัตน์ (2545 : เอกสารประกอบการสอน) ให้ความหมายของน้ำบาดาลว่า เป็นน้ำที่อยู่ใต้ดิน เกิดจากน้ำที่ซึมลงดินไปขังรวมตัวกันอยู่ในชั้นดินที่โปร่งหรือไม่แน่นทึบ ซึ่งอิมตัวด้วยน้ำอาจเป็นชั้นหนาบางแล้วแต่ลักษณะทางธรณีวิทยา หากจะมีการใช้ประโยชน์จากน้ำใต้ดินจะต้องสูบขึ้นมาเพื่อนำไปใช้

โดยสรุปแล้ว “น้ำบาดาล” หมายถึง น้ำบนผิวดินที่ไหลซึมผ่านชั้นดินลงไปกักเก็บในช่องว่างต่างๆใต้ดิน เช่น ช่องว่างระหว่างเม็ดหิน กรวด ทราย, รอยแตกของหิน, ซอกหินหรือซอกดิน, และอุโมงค์หรือถ้ำ เป็นต้น ความหนาของชั้นน้ำขึ้นอยู่กับสภาพทางธรณีวิทยา และมีความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำในแม่น้ำลำธาร มีการไหลเติมจากระบบน้ำบาดาลไปสู่ระบบน้ำผิวดิน

1.2 การเกิดน้ำบาดาล

ฉลอง บัวผัน (2535 : 2) ได้กล่าวถึงการเกิดน้ำบาดาลว่ามีส่วนสัมพันธ์กับวัฏจักรของน้ำว่า เมื่อน้ำในชั้นบรรยากาศ ตกลงมาในรูป “หยาดน้ำฟ้า” (Precipitation) น้ำส่วนที่ตกลงมาที่พื้นดินสามารถแยกได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนหนึ่งจะไหลไปตามผิวดินเรียกว่า “น้ำท่า” (Runoff Water) ลงสู่แม่น้ำลำธาร ทะเล และมหาสมุทร เมื่อถูกความร้อนจากดวงอาทิตย์ก็ระเหยกลายเป็นไอน้ำกลับไป ในอากาศอีก น้ำอีกส่วนหนึ่งจะไหลลงไปในดินเรียกว่า (Infiltration Water) แล้วไหลผ่านไปตามช่องว่างของอนุภาคดินลึกลงไปเรื่อยๆ เป็น (Percolation Water) ลงสู่ชั้นน้ำบาดาล น้ำในชั้นน้ำบาดาลบางส่วนจะไหลไปเติมให้แก่แม่น้ำลำธาร ทะเล และมหาสมุทร บางส่วนถูกรากพืชดูดขึ้นไปใช้ และคายน้ำออกทางปากใบในกระบวนการหายใจ (Respiration) ของพืชกลับสู่ชั้นบรรยากาศ น้ำในดินอีกส่วนหนึ่งเมื่อผิวดินได้รับความร้อนจากแสงแดดก็ระเหยกลับสู่บรรยากาศกลายเป็นเมฆหมอกอีกครั้งหนึ่ง เมื่อได้รับความเย็นก็จะกลั่นตัวตกลงมาสู่พื้นดินอีกครั้ง

1.3 ชั้นน้ำบาดาลในบริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

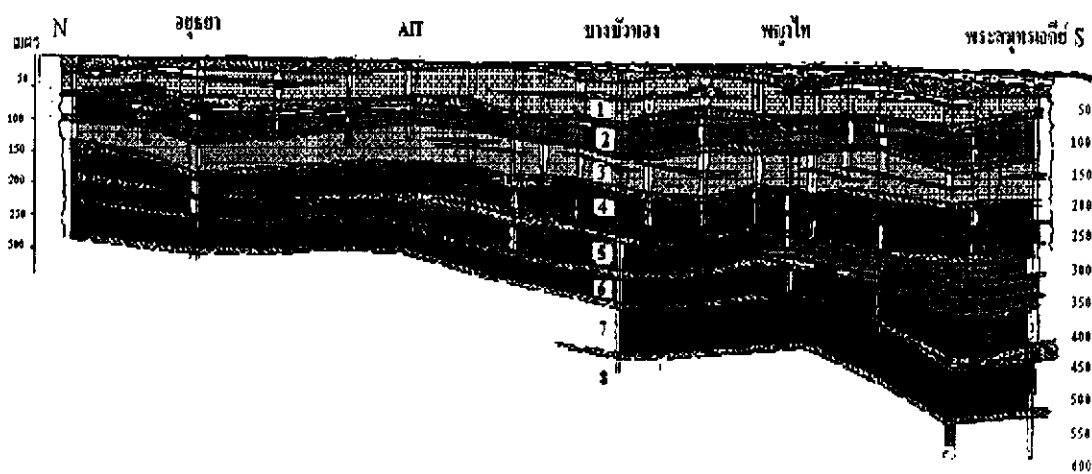
วชิ รามณรงค์ (2528 : 1) ได้กล่าวถึงชั้นน้ำบาดาลในเขตกรุงเทพและปริมณฑลว่า บริเวณที่ราบลุ่มเจ้าพระยาตอนใต้ เป็นบริเวณที่มีแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลไว้ได้มาก ชั้นกวดทรายดังกล่าวซึ่งเป็นชั้นน้ำบาดาลจะวางตัวสลับอยู่กับชั้นดินเหนียวจึงทำให้ชั้นน้ำบาดาลแต่ละชั้นแยกจากกันได้โดยตลอด สอดคล้องกับ เจริญ เพียรเจริญ (2523 : 1 – 9) ซึ่งกล่าวว่า จากหลักฐานทางธรณีวิทยาและผลการสำรวจทางฟิสิกส์บ่งชี้ว่าแหล่งกวดทรายกักเก็บน้ำบาดาลในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลวางตัวกันอยู่เป็นชั้นๆ และคั่นอยู่ด้วยดินเหนียว ชั้นกวดทรายเหล่านี้บางชั้นแผ่ขยายต่อเนื่องไปจนถึงขอบที่ราบลุ่มภาคกลาง หรือที่เรียกว่าลุ่มเจ้าพระยาตอนใต้

ซึ่งชั้นน้ำบาดาลเกิดจากตะกอนดินและกวดทรายที่ถูกแม่น้ำหรือทะเลพัดมาสะสมในบริเวณที่ราบลุ่มเจ้าพระยา ได้แยกตัวตามขนาดอนุภาคและวางตัวแยกซ้อนเป็นชั้นๆ ชั้นที่ประกอบไปด้วยตะกอนที่มีอนุภาคใหญ่คือชั้นกวดทรายจะมีช่องว่างระหว่างอนุภาคเป็นที่กักเก็บน้ำบาดาล ส่วนตะกอนมีอนุภาคเล็กเช่นดินเหนียวและโคลนตมจะถูกบีบอัดจนกลายเป็นชั้นดินเหนียวกั้นระหว่างชั้นกวดทราย แต่เนื่องจากการทับถมของตะกอนเกิดขึ้นมาหลายยุคหลายสมัย ชั้นกวดทรายซึ่งเป็นชั้นน้ำบาดาลจึงเกิดขึ้นมากมายหลายชั้น บางชั้นแยกจากชั้นอื่นเป็นอิสระ บางชั้นต่อเนื่องหรือมีความสัมพันธ์กับชั้นอื่นเพียงชั้นเดียวหรือหลายชั้น ทำให้เกิดเป็นความสัมพันธ์ทางชลศาสตร์ (Hydraulic Relation) กล่าวคือการสูบน้ำจากชั้นหนึ่งไปใช้จะส่งผลกระทบไปยังอีกชั้นที่สัมพันธ์กันได้

ดังนั้นการแบ่งชั้นน้ำบาดาลจึงถือหลักในการแยกชั้นน้ำที่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นชั้นน้ำที่ไม่มีความสัมพันธ์ในเชิงชลศาสตร์กับชั้นน้ำอื่นๆ และเป็นชั้นน้ำที่แผ่ขยายไปในแนวราบอย่างกว้างขวางและมีคุณสมบัติในเชิงอุทกธรณีวิทยาเฉพาะตัว (ดังภาพประกอบ 1)

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2542 : 2) เสนอว่า ผลจากการเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลพบว่าชั้นน้ำบาดาลตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงความลึก 600 เมตรในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่ามีชั้นน้ำบาดาลอยู่ถึง 8 ชั้น (ดังแสดงในตาราง 1) ส่วนชั้นน้ำบาดาลที่อยู่ในระดับลึกกว่า 600 เมตรนั้นยังไม่มีมีการขุดเจาะขึ้นมาใช้เนื่องจากมีต้นทุนในการขุดเจาะสูง

จากสถิติการใช้น้ำบาดาลพบว่า ในชั้นน้ำบาดาลทั้ง 8 ชั้น ชั้นน้ำบาดาลที่มีปริมาณการสูบน้ำขึ้นมาใช้มากที่สุด คือ "ชั้นน้ำนครหลวง" ซึ่งคิดเป็นปริมาณมากกว่าร้อยละ 40 ของปริมาณน้ำบาดาลทั้งหมดที่สูบขึ้นมา ร่องลงมาเป็นชั้นน้ำพระประแดงและชั้นน้ำนนทบุรี ส่วนชั้นน้ำกรุงเทพฯ นั้นมีปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำไม่ดีเนื่องจากอยู่ใกล้ผิวดินมากทำให้มีการปนเปื้อนได้ง่าย และมีความเค็มจากการรุกล้ำเข้ามาของน้ำทะเล สามารถสูบขึ้นมาใช้ได้เฉพาะบางพื้นที่ที่เป็นน้ำจืด ทำให้มีการนำมาใช้น้อย เนื่องจากมีความเสี่ยงต่อการลงทุนมาก



ภาพประกอบ 1 แสดงชั้นน้ำบาดาลในแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง
(ที่มา กรมทรัพยากรธรณี. 2528 : ปกหลัง)

ตาราง 1 แสดงชื่อชั้นน้ำบาดาลและความลึกโดยประมาณ

ชั้นที่	ชื่อของชั้นน้ำ	ความลึกโดยประมาณ (เมตร)
1	ชั้นน้ำกรุงเทพ	30-50
2	ชั้นน้ำพระประแดง	80-110
3	ชั้นน้ำนครหลวง	120-150
4	ชั้นน้ำนนทบุรี	170-200
5	ชั้นน้ำสามโคก	240-300
6	ชั้นน้ำพญาไท	320-350
7	ชั้นน้ำธนบุรี	380-450
8	ชั้นน้ำปากน้ำ	500-600

(ที่มา สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. 2542)

2. การใช้น้ำบาดาลและผลกระทบจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นไปใช้

2.1 ประวัติการใช้น้ำบาดาล

การใช้น้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาลของประเทศไทยนั้น มีมายาวนานและมีปริมาณการใช้ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด สำหรับพื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เริ่มมีการใช้น้ำบาดาลมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2450 โดยมีการเจาะบ่อน้ำบาดาล 2 บ่อ บริเวณหน้าวัดสุทัศน์และบริเวณตลาดมิ่งเมือง และในช่วงเวลาใกล้เคียงได้มีการเจาะบ่อน้ำบาดาลที่บริเวณพระปฐมเจดีย์ จังหวัดนครปฐม และนับตั้งแต่ปี พ.ศ.2497 เป็นต้นมาได้มีการใช้น้ำบาดาลเพื่อการประปา โดยในปี พ.ศ.2497 มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้วันละ 8,360 ลูกบาศก์เมตร ต่อมามีการใช้น้ำบาดาลเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ.2517 การประปานครหลวงมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ถึงวันละ 370,000 ลูกบาศก์เมตร (สุจิต คุณธนกุลวงศ์; และคนอื่น ๆ. 2546 : 11)

ในช่วงประมาณปี พ.ศ.2501 – 2502 การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้นิยมกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นระยะแรกเริ่มของแผนพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและการส่งเสริมการลงทุนทางอุตสาหกรรม การใช้น้ำบาดาลในระยะเริ่มแรกเป็นการเจาะบ่อเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคเป็นส่วนใหญ่ ปริมาณการสูบน้ำยังไม่มากนัก บ่อน้ำบาดาลที่เจาะมีขนาดเล็ก การก่อสร้างใช้เครื่องมืออย่างง่าย ๆ เช่น ไม้ไผ่ และแรงงานคน ต่อมาความต้องการใช้น้ำบาดาลมีมากขึ้น กรมโยธาได้มีการนำเครื่องเจาะบ่อน้ำบาดาลที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องจักรไอน้ำเข้ามา ในช่วงปี พ.ศ.2500 – 2503 โดยเฉพาะหน่วยงานราชการมีการเจาะบ่อน้ำบาดาลเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย เช่น กรมโยธาเทศบาลมีการเจาะบ่อน้ำบาดาลเพื่อการประปาเพิ่มขึ้นอีก 52 บ่อทั้งในพระนครและธนบุรี และยูซอมได้ให้ความช่วยเหลือในการเจาะบ่อน้ำบาดาลเพื่อใช้ในการดับเพลิงและการประปาเพิ่มขึ้นอีก 100 บ่อ เป็นต้น

ภายหลังจากการกำหนดแผนพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและการส่งเสริมการลงทุน ความต้องการน้ำใช้มีมากกว่าเพียงการอุปโภคบริโภค โรงงานอุตสาหกรรมและหมู่บ้านจัดสรรเกิดขึ้นมากมายทั้งในบริเวณกรุงเทพมหานครและในปริมณฑล แม้ว่าจะมีการวางระบบน้ำประปาขึ้นมาเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคแล้วก็ตาม แต่ความต้องการใช้น้ำยังมีมากเกินไปกว่าที่หน่วยราชการจะสามารถจัดหาให้ได้ ทำให้โรงงานอุตสาหกรรม(โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดสมุทรปราการ พระประแดง และปู่เจ้าสมิงพราย)รวมไปถึงการขยายตัวของชุมชนเมืองที่ออกไปสู่บริเวณชานเมืองจึงเริ่มหันมาขุดเจาะน้ำบาดาลเนื่องจากปริมาณน้ำประปาที่ไม่เพียงพอ ปริมาณการสูบน้ำบาดาลกันอย่างไม่มีขอบเขตจำกัดทำให้ระดับน้ำบาดาลลดต่ำลงมาก ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ลดลง 10 – 12 เมตร และในบางพื้นที่มีการลดลงของระดับน้ำบาดาลลดลงถึง 30 เมตร และกลายเป็นปัญหาที่สำคัญของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลต่อมา (เจริญ เพียรเจริญ. 2523 : 10 – 11)

2.2 สถานการณ์น้ำบาดาลในปัจจุบัน

หลังจากปี พ.ศ.2518 จนถึงปัจจุบัน ความต้องการใช้น้ำบาดาลโดยเฉพาะอย่างยิ่งเขตโรงงานอุตสาหกรรม และบ้านจัดสรรยังคงมากขึ้นทุกปี แต่ลักษณะการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเปลี่ยนไปจากในอดีต กล่าวคือมีการเจาะบ่อน้ำบาดาลไม่เพียงแต่ชั้นนครหลวงเพียงเท่านั้นยังมีการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลที่ลึกลงไปถึงชั้นน้ำนันทบุรีและสามโคก สาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบในการเจาะบ่อน้ำบาดาลที่ระดับลึกลงไปกว่าเดิมน่าจะมีสาเหตุหลายประการ แต่ที่สำคัญที่สุดคือการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของชั้นน้ำนครหลวง บางพื้นที่น้ำมีรสเค็มหรือกร่อย บางพื้นที่ปริมาณการสูบลดน้อยลง จึงจำเป็นที่จะต้องหาน้ำจากแหล่งน้ำที่มีคุณภาพที่ดีกว่าและมีปริมาณน้ำมากกว่าจากชั้นน้ำที่อยู่ระดับลึกลงไปกว่าเดิม (เจริญ เพียรเจริญ. 2523 : 11)

ปริมาณการใช้น้ำบาดาลส่วนใหญ่จะกระจุกตัวอยู่ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล จากสถิติของกรมทรัพยากรธรณีในปี พ.ศ.2543 การนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประมาณวันละ 2.119 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็นการใช้ในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมมากที่สุด 1.544 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็นร้อยละ 72.9 ของปริมาณน้ำที่นำขึ้นมาใช้ทั้งหมด รองลงมาเป็นการใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค 0.565 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 26.77 ของปริมาณน้ำที่นำขึ้นมาใช้ทั้งหมด และเพื่อการเกษตรกรรม 9,788 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ปัจจุบันการใช้น้ำบาดาลในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมมีส่วนสำคัญใช้น้ำมากที่สุด แต่การพัฒนาการใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรมก็มีอัตราการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากปัญหากล้งโดยเฉพาะเขตนอกพื้นที่ชลประทาน (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2544 : บทที่ 1)

2.2.1 การใช้น้ำบาดาลในพื้นที่เกษตรกรรม จะมีลักษณะการใช้น้ำบาดาลที่ไม่ชัดเจน เหมือนการใช้น้ำในพื้นที่ชุมชนเมืองและพื้นที่อุตสาหกรรม เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ชุมชนเมืองและพื้นที่อุตสาหกรรมเป็นความต้องการใช้น้ำที่เกิดจากความต้องการของมนุษย์เพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค และในการทำกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นปริมาณการสูบน้ำบาดาลที่เกิดจากการที่มนุษย์ใช้ปั๊มน้ำสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จึงมีปริมาณน้ำอย่างชัดเจน แต่การใช้น้ำในดินของการเกษตรกรรมเป็นการใช้น้ำที่เกิดจากความต้องการน้ำของพืช มีเกษตรกรส่วนน้อยที่ใช้วิธีการใช้ปั๊มน้ำสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้โดยตรง เนื่องจากความต้องการน้ำในการเกษตรไม่จำเป็นที่จะต้องการน้ำที่มีคุณภาพมากนัก ดังนั้นการใช้น้ำจากระบบชลประทานจึงมีต้นทุนที่ต่ำกว่าการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ (ดังแสดงในตาราง 2)

ปริมาณการใช้น้ำในดินของพื้นที่เกษตรกรรมส่วนมากจึงเป็นปริมาณน้ำในเม็ดดินที่พืชดึงขึ้นไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงและกระบวนการหายใจ ซึ่งปริมาณการใช้น้ำในดินของพืชจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชที่ปลูก

ดังนั้นการคิดปริมาณน้ำในดินที่ใช้ในการเกษตรกรรมของพืชแต่ละชนิดได้จากการคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$\text{ปริมาณการใช้น้ำของพืช} = \text{ศักยภาพของการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ET}_p\text{)} \times \text{สัมประสิทธิ์พืช (K}_c\text{)}$$

ในการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชที่แท้จริงนั้นสมบุรณ์ ลูวีระ (2539 : 88 - 89) กล่าวว่าจำเป็นที่จะต้องเอาคุณสมบัติของดิน คุณสมบัติของพืช และสภาพภูมิอากาศมาพิจารณา ร่วมกับจำนวนความชื้นที่มีอยู่ในเขตราก แต่ในทางปฏิบัติจริงนั้นการคำนวณค่าปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการใช้น้ำของพืชให้ถูกต้องตามความเป็นจริงนั้นเป็นไปได้ยาก ดังนั้นปริมาณการใช้น้ำของพืชที่แท้จริงอาจจะประมาณได้

โดยใช้สูตร

$$\begin{aligned} ET_a &= K_c \cdot K_s \cdot ET_p \text{ (หน่วยเป็นมิลลิเมตร / วัน)} \\ ET_a &= \text{ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่แท้จริง หน่วยเป็นมิลลิเมตร} \\ ET_p &= \text{ศักยภาพของการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Potential Evapotranspiration) หน่วยเป็นมิลลิเมตร / วัน} \\ K_c &= \text{สัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient) สำหรับพืชที่ต้องการทราบปริมาณการใช้น้ำ} \\ K_s &= \text{สัมประสิทธิ์ปรับแก้ปริมาณการใช้น้ำเนื่องจากจำนวนความชื้นในเขตรากลดลง (Soil Moisture Stress Coefficient) มีค่าไม่เกิน 1.0} \end{aligned}$$

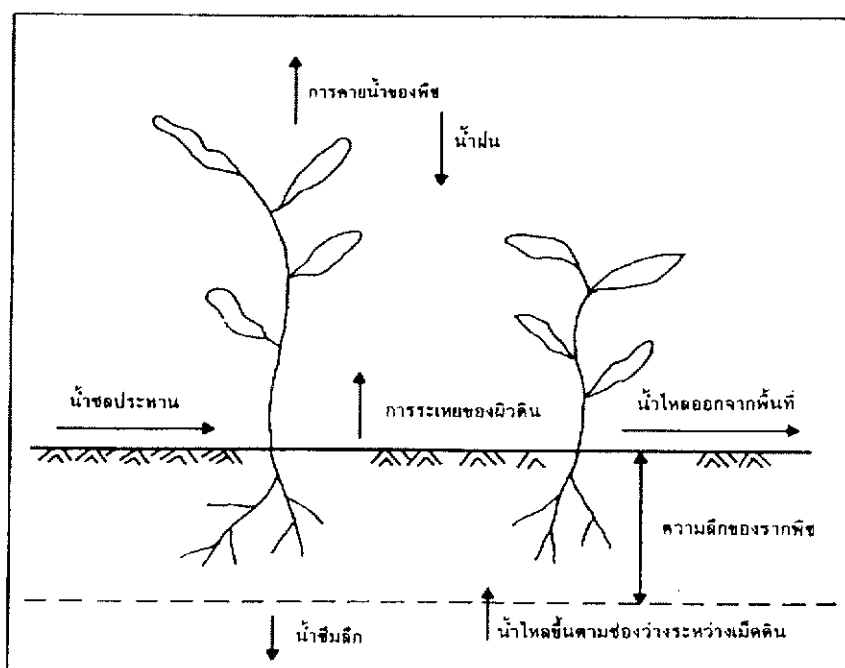
(ที่มา สมบุรณ์ ลูวีระ. 2539 : 89)

จะเห็นได้ว่าการใช้น้ำในดินของพืชจะอยู่ในบริเวณที่รากสามารถชอนไชไปถึงเท่านั้น ดังนั้นการใช้น้ำของพืชของพืชขนาดเล็กหรือพืชที่มีรากแบบแผ่กระจายจึงจำกัดอยู่บริเวณดินชั้นบน จึงเป็นการใช้น้ำที่อยู่ระหว่างเม็ดดิน ส่วนพืชขนาดใหญ่และมีรากฝังลึกลงไปดินอาจจะมีการหยั่งลงไปถึงชั้นน้ำบาดาลชั้นบนซึ่งอยู่ใกล้ผิวดินเพียงเท่านั้น (ดังภาพประกอบ 2)

ตาราง 2 แสดงข้อมูลแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรรายจังหวัด

ลำดับที่	จังหวัด	ครัวเรือนทั้งหมด (ครัวเรือน)	น้ำฝนอย่างเพียงพอ		แหล่งน้ำในธรรมชาติ		สระน้ำในไร่นา		น้ำชลประทาน		น้ำบาดาล	
			ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ	ครัวเรือน	ร้อยละ
1	จันทบุรี	57,521	23,646	41.11	19,467	33.84	22,122	38.46	861	1.50	4,255	7.40
2	ฉะเชิงเทรา	50,250	20,834	41.46	15,794	31.43	2,955	5.88	14,959	29.77	1,094	2.18
3	ชลบุรี	38,531	26,299	68.25	8,224	21.34	12,493	32.42	632	1.64	1,260	3.27
4	ตราด	20,118	9,687	48.15	4,476	22.25	7,345	36.51	414	2.06	363	1.80
5	นครนายก	27,750	14,850	53.51	5,736	20.67	6,402	23.07	8,695	31.33	771	2.78
6	ปราจีนบุรี	28,458	21,884	76.90	7,154	25.14	2,689	9.45	1,274	4.48	1,978	6.95
7	ระยอง	42,676	26,376	61.81	4,470	10.47	16,862	39.75	1,739	4.07	2,465	5.78
8	สมุทรปราการ	10,572	70	0.66	3,242	30.67	3	0.03	7,143	67.57	32	0.30
9	สระแก้ว	57,883	50,956	88.03	7,847	13.56	4,874	8.42	1,450	2.51	840	1.47
	รวม	333,759	194,602	58.31	76,410	22.89	75,845	22.72	37,167	11.14	13,068	3.92

(ที่มา สำนักงานสถิติเพื่อการเกษตรจังหวัดสมุทรปราการ ปี พ.ศ.2543)



ภาพประกอบ 2 แสดงการใช้น้ำของพืชและสมดุลย์ของน้ำในดิน
(ที่มา สมบูรณ์ ลูวีระ, 2539 : 134)

2.2.2 การใช้น้ำบาดาลในเขตชุมชน กรมโยธาเทศบาลซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดหาน้ำให้ประชาชนได้ใช้ในการอุปโภคบริโภคได้เริ่มขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลเพื่อใช้สำหรับการประปาในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ตั้งแต่ปี พ.ศ.2497 – พ.ศ.2498 จำนวน 10 บ่อ ซึ่งมีปริมาณการสูบเพียงวันละ 8,360 ลูกบาศก์เมตร ต่อมาระหว่างปี พ.ศ.2500 – พ.ศ.2502 มีการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลเพิ่มอีก 53 บ่อ และในปี พ.ศ.2510 เมื่อได้มีการจัดตั้งการประปานครหลวงซึ่งเป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจขึ้นเพื่อทำหน้าที่จัดหาน้ำในการอุปโภคบริโภคให้ประชาชนในกรุงเทพมหานคร ธนบุรี นนทบุรี และสมุทรปราการ กรมโยธาเทศบาลจึงโอนความรับผิดชอบในการจัดหาในการอุปโภคบริโภคของทั้ง 4 จังหวัดมายังการประปานครหลวง มีการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากความต้องการใช้น้ำที่มีเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปริมาณการสูบน้ำบาดาลเพื่อการประปาสูงถึงวันละ 468,300 ลูกบาศก์เมตร (กรมทรัพยากรธรณี. 2528 : 7 – 8) จากรายงานการประเมินความต้องการใช้น้ำของสำนักงานการประปากรุงเทพมหานครพบว่าในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่มีระบบประปาเข้าถึงยังมีการใช้น้ำบาดาลคิดเป็นสัดส่วนการใช้น้ำ ร้อยละ 30 ของปริมาณการใช้น้ำทั้งหมด ซึ่งสามารถประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำของแหล่งชุมชนได้จากสูตร

$$\text{จำนวนประชากร} \times \text{ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย} / \text{คน} / \text{วัน}$$

(ที่มา สำนักงานการประปานครหลวง : 2530)

2.2.3 การใช้น้ำบาดาลในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ.2518 ยังไม่มีหลักฐานการใช้น้ำบาดาลในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมอย่างแน่ชัด แต่มีการประมาณการไว้ว่าในปี พ.ศ.2518 การประปานครหลวงมีปริมาณการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้วันละ 350,000 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณการใช้น้ำของภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมซึ่งได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมตามชานเมือง โรงแรมใหญ่ๆ สถานอาบอบนวด และบ่อน้ำบาดาลตามหมู่บ้านจัดสรรที่การประปายังไปไม่ถึง น่าจะมีปริมาณการสูบที่เท่าๆกันคือวันละ 350,000 ลูกบาศก์เมตร ตามสถิติข้อมูลการสำรวจปริมาณการใช้น้ำบาดาลของพระราชบัญญัติน้ำบาดาลปี พ.ศ.2525 ไว้ว่า ในปี พ.ศ.2520มีปริมาณการสูบน้ำบาดาลของภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมประมาณวันละ 944,000 ลูกบาศก์เมตร เมื่อรวมกับปริมาณการสูบน้ำบาดาลของการประปานครหลวงในหนึ่งวันมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นไปใช้ถึง 1.4 ล้านลูกบาศก์เมตร และในปี พ.ศ.2528 ปริมาณการสูบน้ำบาดาลของภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นถึงวันละ 1,026,032 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งปริมาณการใช้น้ำบาดาลที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นผลมาจากการขยายตัวทางภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล เนื่องจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มีต้นทุนที่ถูกกว่าการใช้น้ำประปาทำให้ภาคธุรกิจและโรงงานอุตสาหกรรมหันมาใช้น้ำบาดาลเพื่อลดต้นทุนการผลิต

2.3 ผลกระทบจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นไปใช้

การใช้น้ำบาดาลในการทำกิจกรรมในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลได้มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง กระทั่งมีปริมาณการใช้น้ำมากเกินไปจนปริมาณที่น้ำสามารถไหลคืนตัวได้ทันส่งผลให้เกิดปัญหาแผ่นดินทรุดตัวและน้ำเค็มแทรกตัวเข้ามาในชั้นบาดาล กรมทรัพยากรธรณีซึ่งเป็นหน่วยงานรับผิดชอบในการควบคุมการขุดเจาะและการใช้น้ำบาดาล ได้นำมาตรการประกาศเขตควบคุมการใช้น้ำบาดาลตั้งแต่ปี พ.ศ.2526

จากการติดตามตรวจสอบผลการแก้ไขปัญหาการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลและการทรุดตัวของแผ่นดินในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ.2544 ได้รายงานว่าสถานการณ์แผ่นดินทรุดในเขตกรุงเทพมหานครมีแนวโน้มปรับตัวดีขึ้น การทรุดตัวในชั้นดินบริเวณสถานีตรวจวัดมีอัตราการทรุดตัวไม่สูงมากนัก เฉลี่ย 1.4 เซนติเมตรต่อปี ส่วนพื้นที่ในเขตปริมณฑลยังคงประสบปัญหาการทรุดตัวอยู่ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2544 : ม.ป.ป.)

วิกฤติการณ์น้ำบาดาลเกิดขึ้นจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้จนแหล่งน้ำสูญเสียคุณภาพตามธรรมชาติ หรือการสูบน้ำขึ้นมาใช้เกินกว่าปริมาณน้ำที่แหล่งน้ำบาดาลได้รับเพิ่มเติมจากธรรมชาติ หลักฐานที่สำคัญคือการลดลงของระดับน้ำบาดาลโดยไม่มีการคืนตัว หรือการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ หรือผลสืบเนื่องอื่นๆ เช่น แผ่นดินทรุด บ่อขำรุต เป็นต้น (เจริญ เพียรเจริญ. 2523 : 17)

ผลกระทบที่เกิดจากวิกฤติการณ์น้ำบาดาลในบริเวณที่ระดับน้ำลดลงตัวอย่างรวดเร็วคือ ปริมาณน้ำลดลงระดับน้ำอยู่ลึกลงไปทำให้ไม่สามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้ บางแห่งมีน้ำเค็มไหลเข้าแทรกตัวในชั้นน้ำจืดทำให้เปลี่ยนเป็นน้ำกร่อยและเค็มในที่สุด เป็นการสูญเสียชั้นน้ำจืด และผลกระทบที่ตามมาคือปัญหาแผ่นดินทรุด (วชิ วัฒนรงค์. 2528 : 5)

โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่าปัญหาสำคัญที่เกิดจากผลกระทบจากการสูบน้ำบาดาลขึ้นไปใช้มีดังต่อไปนี้

- ปัญหาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชั้นน้ำบาดาลทั้งด้านเคมี
- ปัญหาการลดลงของปริมาณน้ำบาดาลในชั้นน้ำบาดาล
- ปัญหาการแทรกตัวของน้ำเค็มในชั้นน้ำจืด
- แหล่งน้ำบาดาลสูญเสียสมดุลตามธรรมชาติ
- ปัญหาแผ่นดินทรุด

3. ปัญหาแผ่นดินทรุดในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดินเป็นปัญหาใหญ่ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งในอดีตยังไม่มีหน่วยงานใดให้ความสนใจกับปัญหานี้มากนัก จนกระทั่งวิกฤติการณ์การทรุดตัวของแผ่นดินกลายมาเป็นที่สนใจของหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนในปี พ.ศ. 2512 เนื่องจากความรุนแรงในการทรุดตัวมีมากขึ้นจนก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินของทั้งภาครัฐและเอกชน จะเห็นหลักฐานได้จากรอยร้าว รอยแยก และการทรุดตัวของอาคารบ้านเรือน ทำให้มีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนมีความสนใจที่จะทำการศึกษาปรากฏการณ์การทรุดตัวของแผ่นดิน

จากการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณีร่วมกับกรมแผนที่ทหาร(ปี พ.ศ.2521-พ.ศ.2524) พบว่าบริเวณที่มีการทรุดตัวของแผ่นดินมาก จะมีศูนย์กลางอยู่บริเวณกรุงเทพฯฝั่งตะวันออก(ใช้แม่น้ำเจ้าพระยาเป็นศูนย์กลางในการแบ่ง)ตั้งแต่เขตบางเขนไปจนถึงจังหวัดสมุทรปราการบริเวณอำเภอเมืองสมุทรปราการ (วจิ วัฒนรงค์. 2528 : 8 – 10)

3.1 สาเหตุของแผ่นดินทรุด

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT) ได้ตั้งเครื่องตรวจวัดแผ่นดินทรุดไว้ตามสถานีตรวจสอบได้พบว่า การทรุดตัวจะเกิดขึ้นบริเวณดินชั้นบน(ลึกลงไปประมาณ 50 เมตรจากผิวดิน) ซึ่งพื้นที่ที่มีการทรุดตัวมากได้แก่บริเวณ อำเภอเมืองสมุทรปราการ ลำโพง บางนา พระโขนง หัวหมาก ซึ่งมีอัตราการทรุดประมาณ 10 เซนติเมตรต่อปี ส่วนบริเวณใจกลางเมืองกรุงเทพฯจะลดลงประมาณ 5-10 เซนติเมตรต่อปี และในเขตอื่นๆจะมีอัตราการทรุดตัวน้อยกว่า 5 เซนติเมตรต่อปี เนื่องจากพื้นที่ที่มีการทรุดตัวมากมีอัตราการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เป็นปริมาณมาก AIT จึงสรุปว่าปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดินในกรุงเทพฯและปริมณฑลเกิดจากการสูบน้ำบาดาล

เนื่องจากชั้นน้ำบาดาลของกลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างเกิดจากตะกอนดินและกรวดทรายที่ถูกพัดพามาทับถมที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยา ทำให้เกิดการแยกตัวตามขนาดของตะกอนและวางตัวแยกซ้อนกันเป็นชั้นๆ ในชั้นที่มีขนาดตะกอนค่อนข้างใหญ่ คือ ชั้นกรวดหรือทรายมีช่องว่างสามารถกักเก็บน้ำบาดาล ส่วนชั้นที่มีตะกอนขนาดเล็กจะอัดตัวกันแน่นเป็นชั้นดินเหนียวกักเก็บหรือรองรับชั้นกรวดทรายในลักษณะเป็นหินกันน้ำ สภาพทางธรณีวิทยาดังกล่าวทำให้น้ำบาดาลในแต่ละชั้นมีแรงดันในชั้นน้ำ แต่การทับถมของตะกอนกันหลายยุคหลายสมัยทำให้เกิดชั้นน้ำบาดาลมากมายหลายชั้น ซึ่งบางชั้นแยกตัวเป็นอิสระ และบางชั้นมีความต่อเนื่องกับชั้นน้ำอื่น ทำให้เกิดความสัมพันธ์

กันทางชลศาสตร์ กล่าวคือการสูบน้ำจากชั้นหนึ่งขึ้นไปใช้ก็จะส่งผลกระทบไปสู่ชั้นน้ำอื่นซึ่งมีความสัมพันธ์กันด้วย (เจริญ เพียรเจริญ. 2523 : 4 – 26)

ต่อมา วจี รามณรงค์ นักวิชาการกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี ได้ทำการศึกษาสถานการณ์น้ำบาดาลในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งมีการเปรียบเทียบการทรุดตัวของพื้นที่ช่วงก่อนที่จะมีการออกพระราชบัญญัติควบคุมน้ำบาดาลกับการทรุดตัวของพื้นที่หลังที่จากมีการออกพระราชบัญญัติควบคุมน้ำบาดาลแล้ว จากผลการศึกษาสรุปว่า การสูบน้ำบาดาลเป็นสาเหตุหนึ่งในการเกิดแผ่นดินทรุดในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งเกิดจากการขยายตัวของประชากรในพื้นที่มีมากขึ้น ความต้องการการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภคมีมากขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำบนผิวดินไม่พอต่อความต้องการ ประชาชนจึงหันมาสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ ปริมาณการสูบน้ำบาดาลที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนเกินกว่าที่ธรรมชาติจะสร้างน้ำบาดาลขึ้นมาแทนปริมาณน้ำบาดาลที่ถูกสูบขึ้นไปใช้ทำให้เกิดช่องว่างภายในชั้นดินและเป็นผลให้พื้นที่เกิดการทรุดตัวอย่างต่อเนื่อง (วจี รามณรงค์. 2528 : 5 – 6)

ซึ่ง วจี รามณรงค์ ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับสาเหตุการเกิดปัญหาการทรุดตัวไว้ 2 สาเหตุดังนี้

- เกิดจากการที่มีน้ำหนักกดทับ(Excessive Loading) เนื่องจากการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนซึ่งทำให้เกิดการเพิ่มของน้ำหนักกดทับลงบนพื้นดิน เป็นผลให้พื้นดินที่เป็นชั้นดินเหนียวอ่อนนุ่มทรุดตัวหรือยุบตัวลง ซึ่งการทรุดตัวแบบนี้จะเกิดเฉพาะบริเวณที่มีการเพิ่มน้ำหนักเท่านั้น
- สาเหตุจากการสูบน้ำบาดาล เกิดจากการขยายตัวของประชากรในพื้นที่มีมากขึ้น ความต้องการการใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภคมีไม่พอต่อความต้องการ ทำให้ประชาชนหันมาสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ ทำให้พื้นที่เกิดการทรุดตัวเป็นลักษณะแอ่งกระทะคือมีจุดศูนย์กลางการทรุดตัวอยู่ในบริเวณที่มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มากและค่อยๆลดระดับการทรุดตัวลง การทรุดตัวจะแผ่ขยายออกไปเป็นพื้นที่กว้าง ทำให้คนในพื้นที่ไม่สามารถสังเกตระดับการทรุดตัวได้ เพราะในแต่ละจุดจะมีการทรุดตัวลงไปเท่าๆกัน ทำให้การหาค่าการทรุดตัวจะต้องเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ห่างออกไปและไม่มีการทรุดตัว

3.2 การทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ

จากสาเหตุการทรุดตัวทั้ง 2 ประการที่กล่าวมาแล้ว(ในข้อ 3.1) ทำให้สามารถอธิบายพฤติกรรมการทรุดตัวของจังหวัดสมุทรปราการได้ดังนี้

พื้นที่จังหวัดสมุทรปราการตั้งอยู่บนชั้นดินเหนียวที่เรียกว่าชั้นดินเหนียวกรุงเทพฯ (ดังภาพประกอบ 3) ซึ่งเป็นชั้นดินเหนียวซึ่งเกิดจากการสะสมตัวของตะกอนแม่น้ำเป็นระยะเวลายาวนาน ประกอบไปด้วยตะกอนที่มีความละเอียดมาก ได้แก่ ตะกอนทรายแป้ง และดินเหนียว ทำให้เกิดเป็นชั้นดินเหนียวอ่อนหนาซึ่งมีลักษณะอึดตัวไปด้วยน้ำอยู่ชั้นบนของพื้นที่ เนื่องจากตะกอนที่สะสมตัวอยู่มีขนาดเม็ดเล็กมาก จึงมีคุณสมบัติความเหนียวของดิน (Plasticity) เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณน้ำหรือความชื้นภายในดิน ทำให้ความคงทนของชั้นดินในสมุทรปราการไม่มั่นคงง่ายต่อการทรุดตัว

คุณสมบัติโดยทั่วไปของดินเหนียวจะมีประจุไฟฟ้าอยู่บริเวณรอบ ๆ เม็ดดินทำให้ง่ายยึดเหนี่ยวอนุภาคต่าง ๆ โดยเฉพาะอนุภาคของน้ำ ทำให้ดินเหนียวหรือดินตะกอนที่อยู่บริเวณจังหวัดสมุทรปราการซึ่งเกิดจากการทับถมของตะกอนแม่น้ำมีลักษณะอึดตัว ภายในอนุภาคเม็ดดินมีน้ำแทรกอยู่มากจึงอยู่ในสภาวะของเหลวหนืดและพองตัวจากการอึดตัวของน้ำ ซึ่งในการศึกษาทางด้านวิศวกรรมพบว่าดินที่มีลักษณะนี้เป็นดินที่มีความคงทนน้อยเกิดการยุบอัดตัวได้ง่ายไม่เหมาะสมต่อการใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีความหนาชั้นดินชนิดนี้มากก็จะทำให้เกิดการทรุดตัวของสิ่งก่อสร้างได้ง่าย จึงจำเป็นต้องมีการปรับสภาพชั้นดินก่อน (สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย : 2545)

พื้นที่จังหวัดสมุทรปราการมีการขยายตัวของแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้น ทำให้เกิดการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อันเป็นผลให้ชั้นดินแบกรับน้ำหนักของสิ่งก่อสร้างบนผิวดินมากขึ้น จึงเกิดน้ำหนักมหาศาลกดทับลงบนพื้นดิน เป็นผลให้พื้นดินซึ่งเกิดจากการทับถมของตะกอนแม่น้ำมีลักษณะเป็นดินเหนียวอ่อนนุ่มรับซึ่งมีความทนทานต่อน้ำหนักที่กดทับน้อยเกิดการทรุดตัวได้ง่าย

ซึ่งเกิดจากเมื่อชั้นดินเหนียวอ่อนซึ่งอึดตัวด้วยน้ำต้องรับน้ำหนักจากสิ่งที่อยู่ชั้นผิวดิน เช่น น้ำหนักจากฐานรากอาคาร ปริมาตรของดินจะลดลง แต่เนื่องจากเนื้อดินและน้ำที่อยู่ในช่องว่างของเม็ดดินมีแรงดันอยู่จึงไม่สามารถยุบอัดตัวลงได้ เมื่อมีการดึงน้ำในช่องว่างระหว่างเม็ดดินออกทำให้ช่องว่างลดลงและเม็ดดินเคลื่อนตัวเข้าใกล้กัน เราเรียกกระบวนการนี้ว่า "การยุบอัดตัวของดิน" (Consolidation) (Das. 2000 : 1-2) ในทางวิศวกรรมได้นำวิธีการนี้มาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพชั้นดินเหนียวอ่อนให้มีคุณสมบัติให้ดีขึ้น ซึ่งเรียกว่าระบบ Prefabricate Vertical Drains หรือ PVDs มาใช้เพื่อเร่งอัตราการทรุดตัวของชั้นดินเหนียวอ่อน ซึ่งจะทำให้ชั้นดินมีเสถียรภาพสามารถรับน้ำหนักได้ดีขึ้น และเป็นการแก้ปัญหาการทรุดตัวเนื่องมาจากการยุบอัดของชั้นดินที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต (สนามบินสุวรรณภูมิ : 2547)

ดังนั้นเมื่อในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการซึ่งพื้นที่ตั้งอยู่บนชั้นดินเหนียวกรุงเทพฯ ที่มีลักษณะเป็นดินเหนียวอ่อนนุ่มเป็นชั้นหนา 2 – 20 เมตร (ดังแผนที่ 1) และเนื้อดินอ่อนตัวไปด้วยน้ำ เมื่อมีการสูบน้ำบาดาลในพื้นที่จากใต้ดินขึ้นมาใช้ในปริมาณที่ธรรมชาติไม่สามารถสร้างขึ้นมาทดแทนได้ทันติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้ระดับน้ำบาดาลลดลงแรงดันของน้ำบาดาลที่อยู่ในชั้นดินก็จะลดลงด้วย เมื่อชั้นดินไม่มีแรงดันพอที่จะพยุงน้ำหนักที่อยู่บนชั้นบนก็จะเกิดการทรุดตัวของแผ่นดิน

3.3 พื้นที่ควบคุมน้ำบาดาล

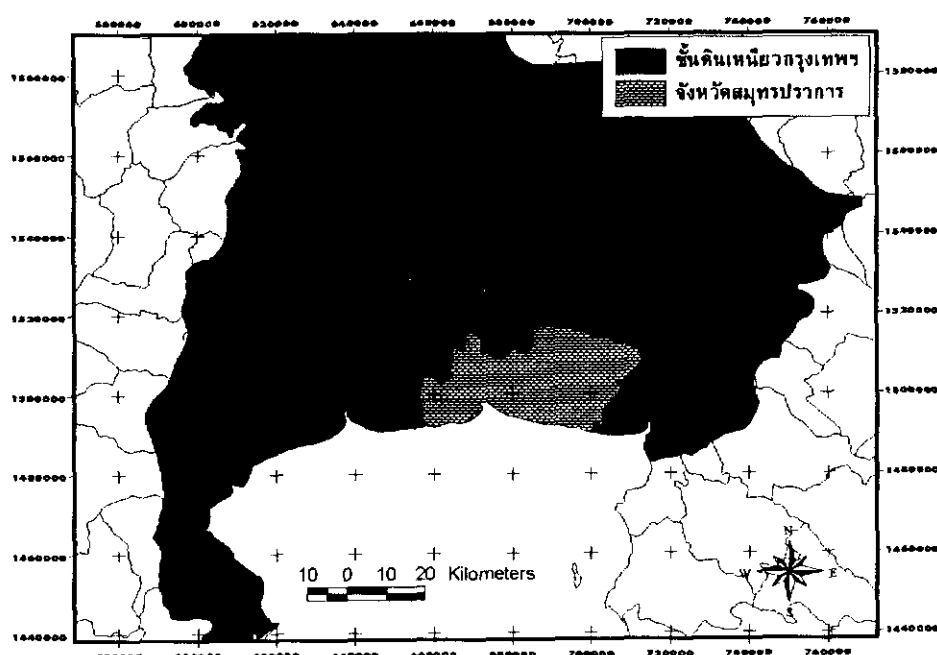
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT : 2526) ได้ตั้งเครื่องตรวจวัดแผ่นดินทรุดไว้ตามสถานีตรวจสอบได้ผลว่า การทรุดตัวจะเกิดขึ้นบริเวณดินชั้นบน(ลึกลงไปประมาณ 50 เมตรจากผิวดิน) ซึ่งในช่วงปี พ.ศ.2525 ได้มีการสำรวจระดับการทรุดตัวของจังหวัดสมุทรปราการ พื้นที่ที่มีการทรุดตัวมากได้แก่บริเวณ อำเภอเมืองสมุทรปราการ สำโรง บางนา พระโขนง หัวหมากซึ่งมีอัตราการทรุดประมาณ 10 เซนติเมตรต่อปี ส่วนบริเวณใจกลางเมืองกรุงเทพฯจะลดลงประมาณ 5 - 10 เซนติเมตรต่อปี และในเขตอื่นๆจะมีอัตราการทรุดตัวน้อยกว่า 5 เซนติเมตรต่อปี (ดังแผนที่ 2)

ในช่วงระยะเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2521 - พ.ศ.2524 กรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีอัตราการทรุดตัวของแผ่นดินเฉลี่ยมากกว่า 10 เซนติเมตรต่อปี โดยเฉพาะบริเวณมหาวิทยาลัยรามคำแหงเป็นบริเวณที่มีการทรุดตัวมากที่สุดในบริเวณเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จากการติดตามรังวัดระดับโดยกรมแผนที่ทหาร ทำให้เกิดการทรุดตัวของบันได และตึกต่าง ๆ ในบริเวณมหาวิทยาลัยตามที่พบเห็นอยู่ โดยมีระดับต่ำกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 19 เซนติเมตร เป็นผลให้พื้นที่บริเวณมหาวิทยาลัยรามคำแหงกลายเป็นแอ่งหรือกระทะ เมื่อมีฝนตกลงมาเป็นปริมาณมากเกิดน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานาน

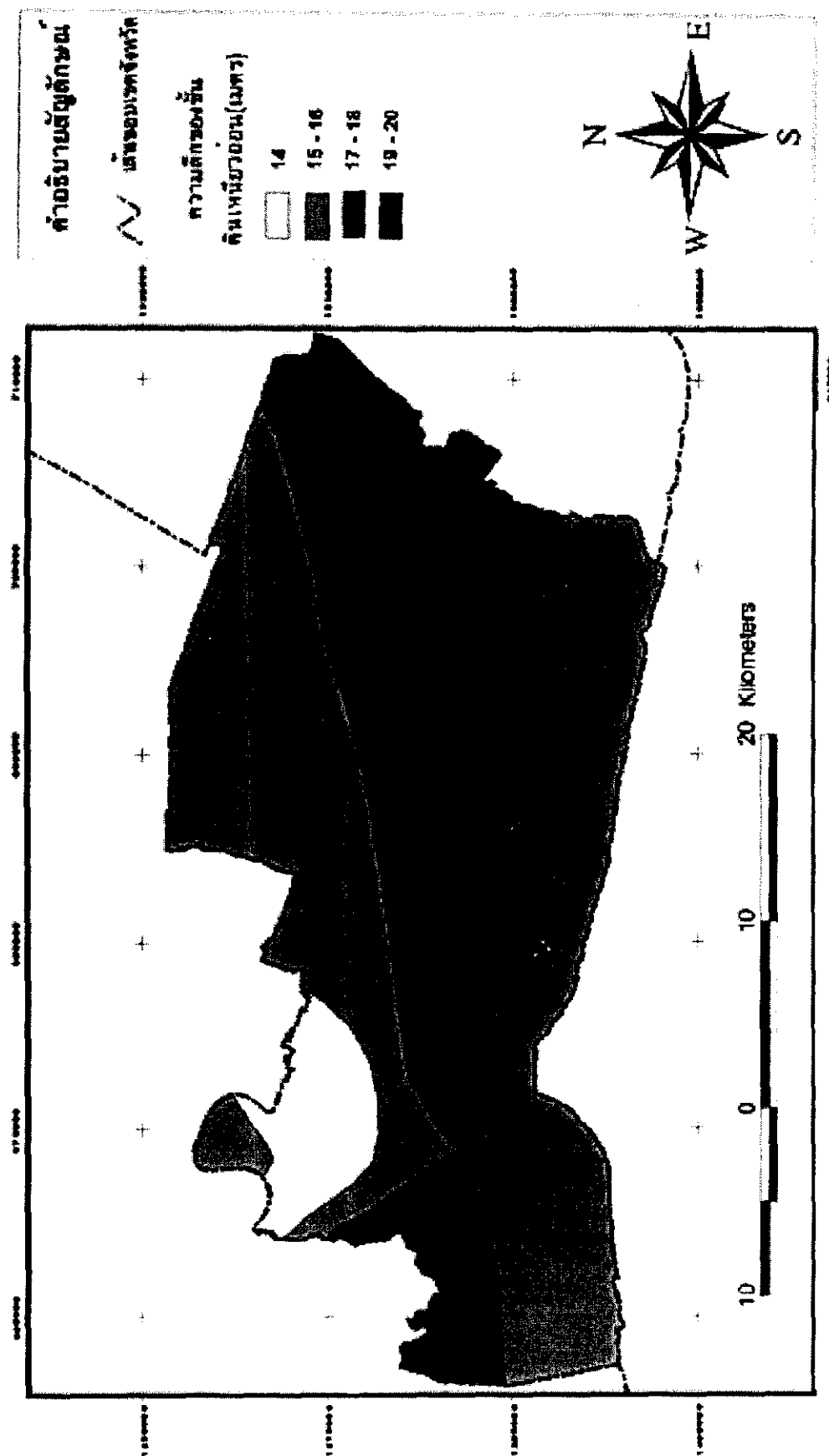
การลดปริมาณการใช้น้ำบาดาลลงทำให้สถานการณ์ระดับน้ำบาดาลสูงขึ้นในบริเวณใจกลางกรุงเทพมหานครและชานเมืองด้านตะวันออกรวมทั้งบริเวณรอบนอกที่การประปานครหลวงบริการน้ำประปาได้ อัตราการทรุดตัวของแผ่นดินบริเวณใจกลางกรุงเทพมหานครและชานเมืองลดลง โดยในปี พ.ศ. 2534 - พ.ศ.2541 อัตราการทรุดตัวบริเวณใจกลางกรุงเทพมหานครและชานเมืองย่านตะวันออกเหลือเพียงปีละ 1-2 เซนติเมตร และในปี พ.ศ. 2544 - ปัจจุบัน เหลือน้อยกว่า 1 เซนติเมตร จากที่เคยมีอัตราการทรุดตัวสูงสุดถึงปีละ 10 เซนติเมตรในระหว่างปี พ.ศ. 2521 - พ.ศ. 2524 (ดังแผนที่ 3)

หลังจากได้มีมาตรการควบคุมการสูบน้ำบาดาลในปี พ.ศ.2526 เป็นต้นมา พบว่าระหว่าง ปี พ.ศ.2531 – พ.ศ.2533 ระดับน้ำบาดาลในบริเวณใจกลางเมืองกรุงเทพมหานครและบางบริเวณ ของชานเมืองด้านตะวันออกเพิ่มขึ้น อัตราการทรุดตัวของแผ่นดินลดลงเหลือ 2 - 3 เซนติเมตรต่อปี ในบริเวณชานเมือง และ 1 - 2 เซนติเมตรต่อปีในใจกลางกรุงเทพมหานคร

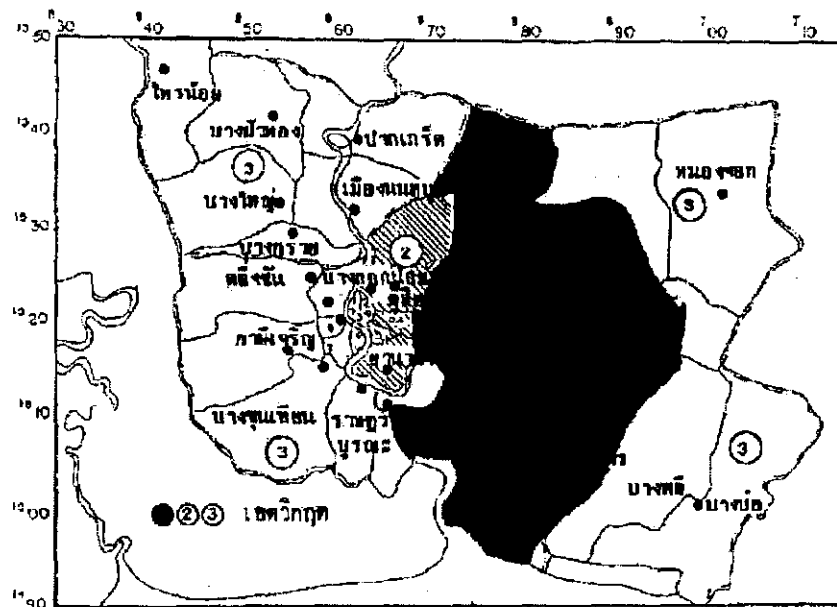
อย่างไรก็ตามในช่วงปี พ.ศ.2538 – พ.ศ.2540 อัตราการทรุดตัวได้ขยายออกไปในบริเวณ รอบนอกกรุงเทพมหานคร ซึ่งยังใช้น้ำบาดาลอยู่เป็นปริมาณมาก เช่น อำเภอบางพลี และบางบ่อ มี อัตราการทรุดตัว 5 - 6 เซนติเมตรต่อปี บริเวณเขตลาดกระบัง และเขตมีนบุรี 4 - 5 เซนติเมตรต่อปี ปทุมธานีบริเวณถนนพหลโยธิน 4 - 5 เซนติเมตรต่อปี และบริเวณจังหวัดสมุทรสาครถึงกระทุ่มแบน 4 - 5 เซนติเมตรต่อปี ดังนั้นจะเห็นได้ว่ามาตรการป้องกันและแก้ไขวิกฤตการณ์น้ำบาดาลและ แผ่นดินทรุดในกรุงเทพมหานครบรรลุผลในระยะ 5 ปีแรก แต่ในระยะ 10 ปีหลังไม่บรรลุผลตาม เป้าหมาย เนื่องจากมีข้อจำกัดในการหาแหล่งน้ำอื่นมาทดแทนการใช้น้ำบาดาลตลอดจนการ ขยายตัวทางเศรษฐกิจ และการเพิ่มขึ้นของประชากรที่ต้องการแหล่งน้ำ (สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟู ทรัพยากรน้ำบาดาล. 2546 : ออนไลน์)



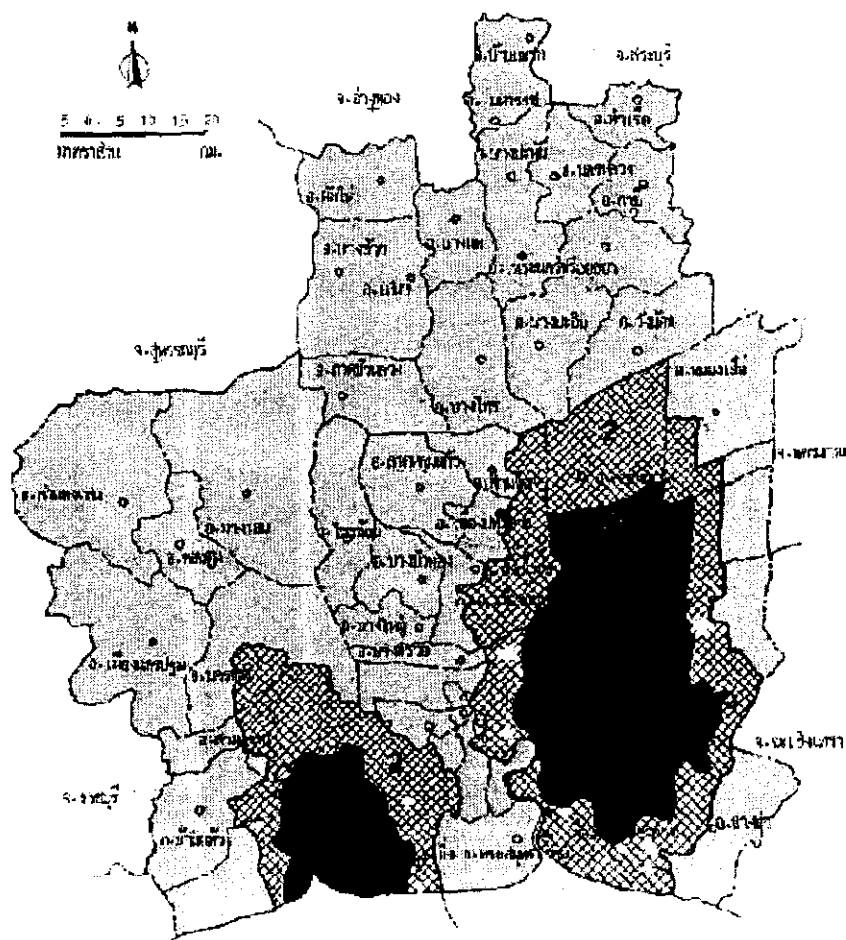
ภาพประกอบ 3 แสดงชั้นดินเหนียวกรุงเทพฯ
(ที่มา กรมทรัพยากรธรณี. 2545 : ชีดี)



แผนที่ 1 แสดงความลึกของชั้นดินเหนียวอ่อนของจังหวัดสมุทรปราการ (ที่มา ดัดแปลงมาจากข้อมูลชั้นดินเหนียวอ่อน. กรมทรัพยากรธรณี : ซีดี.)



แผนที่ 2 เขตควบคุมน้ำบาดาลในช่วงปี พ.ศ.2526



แผนที่ 3 เขตควบคุมน้ำบาดาลในช่วงปี พ.ศ.2538

(ที่มา สำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล. 2546 : ออนไลน์)

4. การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการใช้รีโมทเซนซิงในการแปลภาพถ่ายดาวเทียม

4.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

โคร์ท (Korte. 1997 : 29) ได้กล่าววาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ (Geographic Information Systems : GIS) เป็นเทคโนโลยีที่ดีที่สุดในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์กับโปรแกรมกราฟฟิกส์ด้วยระบบแกน X และแกน Y โดยสารสนเทศภูมิศาสตร์จะแยกแผนที่ภูมิประเทศเป็นชั้นข้อมูล (Layer) และแยกการนำเข้าของข้อมูลเหมือนแผนที่กระดาษแต่สารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถนำข้อมูลทั้งหมดมาซ้อนทับกันและแสดงออกมาเป็นรูปภาพ (Graphic) ได้ พร้อมทั้งจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดในพื้นที่เชื่อมโยงกับแบบจำลองของพื้นที่ ซึ่งทำหน้าที่เหมือนเป็นคลังข้อมูลของพื้นที่นั้น

ส่วน วอบอยส์ (Worboys. 1995 : 1) ได้กล่าวถึงสารสนเทศภูมิศาสตร์สอดคล้องกับ เบอร์โร (Burrough. 1986 : 8) ไว้ว่า GIS เป็นเครื่องมือในการรวบรวม จัดการข้อมูลสารสนเทศเพื่อใช้ศึกษา และสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดเก็บข้อมูล และแสดงข้อมูลเชิงสารสนเทศออกมาในรูปแบบการจำลองพื้นที่ได้ตามต้องการ

สรุปได้ว่า “ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)” เป็นระบบที่ใช้ในการรวบรวม จัดการข้อมูลทางภูมิศาสตร์ เพื่อใช้ในการศึกษาวิเคราะห์พื้นที่ และสามารถนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ด้วยการเชื่อมโยงข้อมูลทางภูมิศาสตร์กับแผนที่ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับพื้นที่ได้ง่ายขึ้น โดยแสดงออกมาในรูปแบบจำลอง หรือแผนที่ตามความต้องการของผู้ใช้เพื่อใช้ในการนำเสนอ

4.2 การใช้ประโยชน์จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ธนะศักดิ์ ประเสริฐศรี (2543 : 19 – 20) ได้กล่าวถึงหน้าที่การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่ามีความสามารถในการปฏิบัติหน้าที่หลัก 4 ประการ คือ

- หน้าที่ป้อนข้อมูล (Data Input) ข้อมูลส่วนต่างๆของพื้นที่จะถูกป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์ (Keyboard) คอมพิวเตอร์ ส่วนข้อมูลด้านแผนที่จะถูกป้อนผ่านกระบวนการ Digitization ซึ่งทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแผนที่ให้เป็นข้อมูล Digital

- หน้าที่ในการจัดเก็บ (Storage) และค้นหาข้อมูลออกมาใช้ (Retrieval) เมื่อผ่านกระบวนการป้อนข้อมูลแล้ว ข้อมูลจะถูกจัดเก็บสร้างเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Polygon) และฐานข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute) ซึ่งสามารถเรียกข้อมูลเหล่านั้นมาทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลง (Edit) หรือนำข้อมูลที่จัดเก็บไว้ไปทำการวิเคราะห์พื้นที่ (Analysis) ได้ตามความต้องการของผู้ใช้

- หน้าทิววิเคราะห์ (Analysis) จากระบบการจัดเก็บข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำให้ผู้ใช้สามารถดึงข้อมูลชนิดต่างของพื้นที่มาทำการวิเคราะห์พื้นที่ได้ โดยการนำข้อมูลแต่ละชนิดมาวางซ้อนทับ (Overlay) หรือนำข้อมูลเชิงคณิตศาสตร์มาคำนวณทางสถิติ (Statistics) และตรรกวิทยา (Logic) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

- หน้าแสดงผล (Presentation) เมื่อได้ผลทิววิเคราะห์มาแล้วระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีความสามารถในการนำเสนอข้อมูลทั้งการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของแผนที่ (Digital Map) และข้อมูลพื้นที่เชิงบรรยาย (Attribute) ผ่านหน้าจอภาพ (Monitor) หรือพิมพ์ผลการศึกษาผ่านทางเครื่องพิมพ์ (Printer) เพื่อนำเสนอข้อมูลได้

การใช้ระบบสารสนเทศช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ช่วยให้เกิดความรวดเร็วในการปฏิบัติการ มีความถูกต้องของข้อมูลมากขึ้น และสามารถประเมินผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ (บริษัท ESRI ประเทศไทย. 1999)

4.3 ความหมายของรีโมทเซนซิง

ในปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลในการศึกษาพื้นที่มีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ทำให้ได้ข้อมูลของพื้นที่ตามสภาพความเป็นจริงของพื้นที่ในช่วงเวลาที่ผู้ศึกษาข้อมูลพื้นที่ที่ต้องการ และเมื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการประมวลผลทำให้มีความถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศองค์การมหาชน (2539 : 2) ได้กล่าวถึงความหมายของการสำรวจระยะไกลหรือรีโมทเซนซิง (Remote Sensing) สอดคล้องกับ กิบสัน และ พาวเวอร์ (Gibson; and Power. 2000 : 1-2) และคล้ายกับ เลกก์ (Legg. 1994 : 1-2) ซึ่งพอสรุปความหมายของการสำรวจระยะไกลหรือรีโมทเซนซิงได้ว่าเป็นการศึกษาวัตถุต่าง ๆ บนผิวโลกจากภาพถ่ายทางอากาศหรือข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยอาศัยคุณสมบัติการดูดกลืน การสะท้อน และการแผ่รังสีของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อจำแนกประเภท เข้าใจวัตถุ และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของวัตถุโดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง

4.4 การแปลความหมายของภาพถ่ายดาวเทียม

ในการแปลความหมายของวัตถุในภาพถ่ายดาวเทียมจำเป็นต้องศึกษาค่าการสะท้อนเชิงคลื่นและค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่นจากพื้นผิวของวัตถุที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดของสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งทำให้สามารถจำแนกประเภทของสิ่งปกคลุมดินนั้นได้ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศองค์การมหาชน. 2539 : 18 - 19)

ขั้นตอนการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) จากภาพถ่ายดาวเทียมโดยทั่วไปแยกได้ 2 ลักษณะ คือ

1. Unsupervised Classification เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยอาศัยค่าทางสถิติของการสะท้อนแสงช่วงคลื่นแสงวัตถุต่าง ๆ สามารถกำหนดจำนวนกลุ่มประเภทข้อมูลที่จะแยกได้ โปรแกรมจะคำนวณหาค่าเฉลี่ยและจัดประเภทของประเภทกลุ่มข้อมูล การจำแนกวิธีนี้มักใช้กับพื้นที่ที่ผู้ศึกษาไม่รู้สภาพพื้นที่จริง

2. Supervised Classification เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยอาศัยพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ของพื้นที่ศึกษาเป็นตัวแทนของกลุ่มประเภทข้อมูลของพื้นที่ในภาพจากดาวเทียม เพื่อคำนวณทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่า Covariance Matrix ของแต่ละประเภทข้อมูล ค่าสถิติดังกล่าวเป็นตัวแทนสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด การจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Supervised Classification ที่นิยมใช้คือ

- Minimum Distance to Means Classification การจำแนกประเภทข้อมูล โดยพิจารณาค่าสะท้อนช่วงคลื่นของแต่ละจุดภาพว่ามีความห่างน้อยที่สุดจากค่าจุดศูนย์กลาง (ค่าเฉลี่ย) ของประเภทข้อมูล

- Parallelepiped Classification การจำแนกประเภทข้อมูลโดยกำหนดช่วงผันแปร (Variance) ของประเภทข้อมูล จากค่าสะท้อนช่วงคลื่นต่ำสุดและสูงสุดภายในพื้นที่ข้อมูลตัวอย่างแต่ละแบนด์

- Maximum Likelihood Classification การจำแนกประเภทข้อมูลโดยพิจารณาค่า Mean Vector และ Covariance Matrix ของข้อมูลแต่ละประเภท โดยตั้งสมมติฐานว่าแต่ละประเภทข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) แล้วคำนวณค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของแต่ละจุดภาพ ว่าถูกจำแนกในประเภทข้อมูลใด โดยทั่วไปวิธีนี้ให้ความถูกต้องมากที่สุดและใช้เวลาคอมพิวเตอร์มากด้วย

4.5 ข้อมูลดาวเทียม Landsat

เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของสหรัฐอเมริกา โดยมีหน่วยงานทำหน้าที่รับผิดชอบ 3 หน่วยงาน คือ NASA, NOAA, และ USGS ปัจจุบันมีการส่งขึ้นไปบนอวกาศแล้ว 7 ดวง ใน การศึกษาครั้งนี้มีการใช้ข้อมูลของดาวเทียมเพื่อแปลสภาพการใช้ที่ดินและการปรับปรุงข้อมูลการใช้ ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลของดาวเทียม Landsat 5 เป็นระบบ TM (Thematic Mapper) และ Landsat 7 เป็นระบบ ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) มีอุปกรณ์บันทึกข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral) มีค่าระดับสีเทา 256 ระดับ (8 Bit ต่อ 1 Pixels) ดังแสดงในตาราง 3

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ ได้ทำการศึกษา โดยเทคนิคการผสมสีจริง โดยใช้ช่วงคลื่น 543 (RGB) เป็นการผสมสีจริงตามธรรมชาติ คือ พืชพรรณ เป็นสีเขียว แหล่งน้ำเป็นสีน้ำเงิน และสิ่งก่อสร้างเป็นสีแดง เพื่อทำการวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินใน จังหวัดสมุทรปราการซึ่งทำให้สามารถแยก แหล่งเกษตรกรรม แหล่งชุมชนและอุตสาหกรรม แหล่งน้ำ และบ่อปลานกแก้วได้อย่างชัดเจน

ตาราง 3 แสดงช่วงคลื่น ความยาวคลื่น และศักยภาพการใช้ประโยชน์ของดาวเทียม Landsat

ช่วงคลื่น (Channel)	ความยาวคลื่น (Wavelength Band) (ไมครอน)	ศักยภาพการใช้ประโยชน์ (Potential Application)
1	0.45 - 0.52 น้ำเงิน	ใช้ตรวจสอบลักษณะน้ำตามชายฝั่ง ใช้ดูความแตกต่าง หรือใช้แยกประเภทต้นไม้ชนิดผลัดใบและไม่ผลัดใบออกจากกัน ใช้ดูความแตกต่าง หรือแยกดินจากพืชพันธุ์ต่าง ๆ มีความไวต่อการมี หรือไม่มีคลอโรฟิลล์
2	0.52 - 0.60 เขียว	แสดงการสะท้อนพลังงานสีเขียวจากพืชพันธุ์ที่เจริญเติบโตแล้ว
3	0.63 - 0.69 แดง	ใช้แยกความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ในพืชพันธุ์ชนิดต่าง ๆ กัน
4	0.76 - 0.90 อินฟราเรดใกล้	ใช้ตรวจวัดปริมาณมวลชีวะ ใช้ดูความแตกต่างของน้ำ และส่วนไม่ใช่น้ำ
5	1.55 - 1.75 อินฟราเรดคลื่นสั้น	ใช้ตรวจความชื้นในพืช ใช้ดูความแตกต่างของหิมะกับเมฆ
6	10.40 - 12.50 อินฟราเรดความร้อน	ใช้ตรวจการเหี่ยวเฉาอันเนื่องมาจากความร้อนในพืช ใช้ดูความแตกต่างของความร้อนบริเวณที่ศึกษา และใช้ดูความแตกต่างของความชื้นของดิน
7	2.08 - 2.35 อินฟราเรดกลาง	ใช้ตรวจความร้อนในน้ำ ใช้แยกประเภทแร่ธาตุ และดิน ชนิดต่าง ๆ

(ที่มา สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศองค์การมหาชน. 2542 : เอกสารเผยแพร่)

5. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

ในการศึกษาเรื่องแนวโน้มการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการจากการสภาพการใช้ที่ดิน มีเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำการศึกษาค้นหาการทรุดตัวของแผ่นดินในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ดังต่อไปนี้

5.1 รูปแบบการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน

มนู โอมะคุปต์ และ สุกาญจน์วดี มณีรัตน์ (2537) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจการใช้ที่ดินด้วยข้อมูลจากดาวเทียม โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการใช้ที่ดิน 4 ประเภท ได้แก่ เกษตรกรรม อุตสาหกรรม ชุมชน และแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ พบว่าการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้านการใช้ที่ดินด้วยคอมพิวเตอร์สามารถจำแนกความแตกต่างของพื้นที่ได้ดี และมีความถูกต้องสูงกว่าการวิเคราะห์ด้วยสายตา

วิรัตน์ ทองมา (2537) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลดาวเทียมในการติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT และ Landsat เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแบบเกษตรกรรมมาเป็นสิ่งปลูกสร้างที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อกำหนดแนวทางการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสม พบว่าการวิเคราะห์การใช้ที่ดินด้วยดาวเทียมทั้ง 2 ระบบที่กล่าวมาแล้วมีอุปสรรคและปัญหาที่เกิดจากเมฆที่ปกคลุม ทำให้มีการนำข้อมูลดาวเทียมระบบเรดาร์ (SAR-Synthetic Aperture Radar) ของดาวเทียม JERS-1 มาใช้เพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้

รัศมี สุวรรณวีระกำจร และคนอื่นๆ (2540) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและพื้นที่ป่าไม้ บริเวณตำบลบ่อไร่ อำเภอกาบัง จังหวัดชุมพร โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม SPOT แบนด์ 321 (RGB) และ Landsat แบนด์ 453 (RGB) ใช้เทคนิคการผสมสีเท็จ เพื่อศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปลูกสร้างดินในช่วงปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2540 พบว่าสามารถจำแนกการใช้ที่ดินและชนิดป่าได้ 9 ประเภท คือ ป่าดิบแล้ง, ป่าเต็งรัง, ป่าเต็งรังผสม, ป่าปลูก, ป่าไผ่, ป่าเสื่อมโทรม, ทุ่งหญ้า, สิ่งปลูกสร้าง, และแหล่งน้ำ ระหว่างปี พ.ศ.2536 – พ.ศ.2540 มีพื้นที่ป่าเพิ่มขึ้น 5.19 ตารางกิโลเมตร ส่วนมากเป็นพื้นที่ป่าปลูก

เกียรติศักดิ์ อมรประเสริฐสุข (2542) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับประยุกต์ใช้ข้อมูลจากระยะไกลเพื่อการวางผังเมือง โดยใช้การวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม JERS-1 ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดการวางแผนผังเมืองรวมในประเทศไทย พบว่าการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ช่วยให้การวางผังเมืองมีประสิทธิภาพมากขึ้น ข้อมูลมีความทันสมัยและมีความชัดเจนมากขึ้น จึงควรมีการพัฒนาวิธีการเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาการวางผังเมืองอย่างเป็นระบบ

แอปลิน และคนอื่นๆ (Aplin; et al. 1997 : 661 - 668) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat เพื่อสร้างแผนที่แสดงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินตามธรรมชาติ พบว่าสามารถศึกษาการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้จากการจำแนกแสงสีและพื้นที่สีของภาพถ่ายดาวเทียม และทำการเปรียบเทียบข้อมูลปัจจุบันเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่

5.2 การศึกษาสภาพการใช้น้ำบาดาลและปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดินในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

เจริญ เพียรเจริญ (2523) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสภาพการใช้น้ำบาดาลในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้การศึกษาสภาพทางธรณีวิทยาและการเกิดของชั้นทรายอุ้มน้ำ เพื่อศึกษาการเกิดชั้นน้ำบาดาลและกำหนดชั้นน้ำบาดาลในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยแยกชั้นน้ำบาดาลออกเป็น 8 ชั้นตามคุณสมบัติเชิงอุทกธรณีวิทยาของแต่ละชั้น และยังศึกษาการลดลงของระดับน้ำบาดาลในแต่ละชั้นจากข้อมูลการใช้น้ำบาดาลและการเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาลเพื่อวิเคราะห์สภาพการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่าลักษณะการใช้น้ำบาดาลในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่มีปริมาณการสูบน้ำขึ้นไปใช้มากเป็นพื้นที่ที่เป็นแหล่งชุมชน อาคารพาณิชย์ และแหล่งโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งชั้นน้ำบาดาลที่มีปริมาณการสูบน้ำมากที่สุดคือชั้นน้ำนครหลวง

วชิ งามณรงค์ (2528) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสถานการณ์การใช้น้ำบาดาลและสภาพการทรุดตัวของแผ่นดินก่อนและหลังมีการควบคุมการใช้น้ำบาดาล โดยเปรียบเทียบสถิติการลดลงของระดับน้ำบาดาลในแต่ละชั้น ปริมาณการสูบน้ำบาดาลขึ้นไปใช้ และอัตราการทรุดตัวของแผ่นดินในช่วงก่อนที่จะมีการควบคุม และหลังที่มีการออกพระราชบัญญัติควบคุมการใช้น้ำบาดาลในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพื่อศึกษาว่าหลังจากมีการออกพระราชบัญญัติควบคุมการใช้น้ำบาดาลปริมาณการใช้น้ำบาดาล และปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดินในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีอัตราการลดลงหรือไม่ หลังมีการออกพระราชบัญญัติควบคุมการใช้น้ำบาดาลในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การทรุดตัวบริเวณเขตวิกฤติมีระดับการทรุดตัวน้อยลง โดยเฉพาะบริเวณบางกะปิ รามคำแหง และบริเวณอำเภอเมืองสมุทรปราการ

นพดล เพียรเวช (2542) ได้ทำการศึกษาสภาพการทรุดตัวของแผ่นดินในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพื่อวิเคราะห์ปัญหาในงานวิศวกรรมฐานราก โดยใช้การศึกษาสถิติระดับน้ำบาดาล สถิติการทรุดตัว การเจาะสำรวจชั้นน้ำบาดาล และการสำรวจรางวัลระดับความสูงของพื้นที่ ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดการทรุดตัวของแผ่นดิน เพื่อปรับปรุงลักษณะตอกเสาเข็มและการวางโครงสร้างรากฐานของสิ่งก่อสร้างในเขตที่มีอัตราความเสี่ยงต่อการ

ทรุดตัวมาก เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายของสิ่งก่อสร้าง พบว่าพื้นที่ที่มีระดับน้ำบาดาลลดลงจะมีความสัมพันธ์กับระดับการทรุดตัวของพื้นที่

ธนศักดิ์ ประเสริฐศรี (2543) ได้ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการพิจารณาเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการเจาะบ่อน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่จังหวัดนครนายก โดยใช้ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลที่จัดสร้างขึ้นตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขของกองประปาชนบท กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข และข้อมูลลักษณะพื้นที่ทางธรณีวิทยาในรูปแบบดิจิทัล แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการเจาะบ่อน้ำบาดาลโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ทางด้านอุทกธรณีในการพิจารณาพื้นที่ที่เหมาะสมในการเจาะบ่อน้ำบาดาล และสามารถนำวิธีการไปใช้กับพื้นที่อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงได้ พบว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพในการขุดบ่อน้ำบาดาล ควรมีลักษณะเป็นชั้นทรายสลับกับชั้นหินทำให้ชั้นทรายสามารถกักเก็บน้ำบาดาลไว้ได้มาก

สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี (2546) ได้ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการสร้างแผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่แสดงชั้นดินเหนียวอ่อนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้ระบบสารสนเทศในการจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่ และเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆกับแผนที่กายภาพของพื้นที่ นำมาสร้างเป็นแผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่แสดงชั้นดินเหนียวอ่อนในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในรูปแบบของดิจิทัล เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาพื้นที่ในด้านต่างๆต่อไป เช่น การศึกษาการทรุดตัวของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การศึกษาความมั่นคงของการสร้างฐานรากของอาคาร และการศึกษาเกี่ยวกับน้ำบาดาลในพื้นที่ เป็นต้น

จากเอกสารที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการศึกษเกี่ยวกับปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดิน และสภาพการใช้น้ำบาดาล ซึ่งอยู่ในความสนใจจากหน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐและเอกชน จึงเป็นแนวทางในการศึกษาแนวโน้มการทรุดตัวของแผ่นดินจากสภาพการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการได้เป็นอย่างดี

5.3 การศึกษาสภาพการใช้น้ำบาดาลและปัญหาการทรุดตัวของแผ่นดินในต่างประเทศ

ลีดบีทเตอร์ และคนอื่นๆ (Leadbeater; et al. 1999 : 189 - 194) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาของชุมชนเมืองกับระดับน้ำบาดาลในดาวน์ทาวน์ เมืองคาลกาจี โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการขยายตัวของชุมชนเมืองในดาวน์ทาวน์กับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ พบว่าจากการขยายตัวของชุมชนเมืองเป็นผลให้ระดับน้ำบาดาลลดลง 0.5 – 1.0 เมตร เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการสูบน้ำบาดาลขึ้นไปใช้อุปโภคบริโภคของประชาชนในเมือง

ชีนี และ แมคโดแนล (Cheney; & MacDonald. 1999 : 111 - 117) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของน้ำบาดาลกับเปลี่ยนแปลงจากชุมชนเมืองพัฒนารูปแบบเป็นอุตสาหกรรม ในเมืองวีแกน ประเทศอังกฤษ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินแบบชุมชนเป็นรูปแบบการใช้ที่ดินแหล่งอุตสาหกรรมว่าส่งผลกระทบต่อปัญหาน้ำบาดาลในเมืองวีแกนอย่างไร พบว่าจากการพัฒนาของชุมชนเมืองเปลี่ยนเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมปริมาณความต้องการใช้น้ำบาดาลมีสูงขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในชั้นน้ำบาดาลโดยตรง

หยาง และคนอื่นๆ (Yang; et al. 1999 : 281 - 287) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินการทรุดตัวของแผ่นดินในเมืองนอตติงแฮมจากน้ำบาดาลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำบาดาลกับการทรุดตัวในเขตชุมชนเมืองนอตติงแฮมแล้ววิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าระดับและคุณภาพของน้ำบาดาลในเขตเกษตรกรรมมีสูงกว่าในเขตชุมชน และพื้นที่ที่มีการทรุดตัวสูงเป็นเขตชุมชนซึ่งเกิดจากการรับน้ำหนักของสิ่งก่อสร้างต่างๆในตัวเมือง

วาซิลีวา (Vasileva. 1999 : 259 - 262) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการทรุดตัวของแหล่งชุมชนจากน้ำบาดาลในเมืองเบลเกรด โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นเมือง คุณภาพน้ำบาดาล ระดับน้ำบาดาล และการทรุดตัวของแผ่นดิน เนื่องจากการใช้น้ำบาดาลในการอุปโภคบริโภคในเขตชุมชนในเมืองเบลเกรด พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำและคุณภาพน้ำบาดาล เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรทำให้ความต้องการน้ำในการอุปโภคบริโภคเพิ่มขึ้น ทำให้มีการทรุดตัวของพื้นที่ในเมืองเบลเกรด โดยเฉพาะพื้นที่โดยรอบที่มีลักษณะเป็นการทับถมของตะกอนแม่น้ำ

6. สถิติที่ใช้ในงานวิจัยและเอกสารงานวิจัยทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำวิธีการทางสถิติที่เรียกว่า “การวิเคราะห์จัดกลุ่ม” (Cluster Analysis) โดยนำข้อมูลปัจจัยได้แก่ รูปแบบการใช้ที่ดิน ปริมาณการใช้น้ำบาดาล ระดับน้ำบาดาล ระดับการทรุดตัวของแผ่นดิน และปัจจัยทางธรณี มาใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อการทรุดตัวของแผ่นดินที่มีรูปแบบคล้ายกัน

6.1 ความหมายของการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (Cluster Analysis)

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และ กรรณิการ์ สุขเกษม (2537) ได้ให้นิยามเกี่ยวกับการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (Cluster Analysis) ไว้ว่าเป็นแนวคิดในการแบ่งกลุ่มของวิชาชีววิทยา ซึ่งใช้ในการแบ่งพืชและสัตว์ออกเป็นกลุ่มๆ เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติวิธีหนึ่งซึ่งสามารถนำไปใช้กับข้อมูลสถิติหลายสาขาวิชาไม่ว่าจะเป็น วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ และแพทยศาสตร์ โดยใช้แนวคิดที่ว่า สิ่งที่มีเหมือนกันควรอยู่กลุ่มเดียวกัน แต่ทุกสิ่งทุกอย่างอาจจะไม่เหมือนกันทุกประการ ความเหมือนกันจึงเป็นความเหมือนโดยสัมพัทธ์ (Relative Homogeneity) ในการวิเคราะห์จัดกลุ่มเราไม่ทราบความเป็นสมาชิกของกลุ่ม แต่มีเป้าหมายที่จะวิเคราะห์หาสิ่งที่มีความคล้ายกันมากให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับ เอฟเวอร์ริท และคนอื่นๆ (Everitt; et al. 2001 : 1 - 2) ซึ่งกล่าวว่าวิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มเป็นที่ใช้ในการแยกประเภทของข้อมูลทางสถิติที่มีช่วงของข้อมูลกว้างและมีหลายตัวแปรหรือเพื่อจัดกลุ่มรูปแบบที่มีความหลากหลายของปัจจัย การวิเคราะห์จัดกลุ่มเป็นเทคนิคที่ใช้ในการสังเกตรูปแบบความเป็นระเบียบของตัวเลข ทั้งยังสามารถนำวิธีการไปใช้ในการศึกษาหลายด้าน เช่น จิตวิทยา โบราณคดี การตลาด และมนุษยวิทยา เพื่อศึกษารูปแบบที่คล้ายคลึงกันของข้อมูลและคล้ายคลึงกับ อัลเดอร์เฟอร์ และ บลาสฟิลด์ (Aldenderfer; & Blashfield. 1984 : 7 - 9) ที่กล่าวถึงการวิเคราะห์จัดกลุ่มไว้ว่า เป็นการใช้ลักษณะเด่นและการเปลี่ยนแปลงที่ปรากฏออกมาในการจำแนกประเภทของสิ่งต่างๆ เพื่อจัดกลุ่มโดยอาศัยกฎว่าสิ่งที่มีความคล้ายคลึงกันมากควรอยู่กลุ่มเดียวกัน เป็นวิธีการจัดกลุ่มข้อมูลที่มีหลายตัวแปรของสถิติและความหลากหลายของปัจจัย

จึงพอสรุปความหมายของการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (Cluster Analysis) ได้ว่าเป็นวิธีการทางสถิติซึ่งใช้ในการจัดกลุ่มหรือแยกประเภทของข้อมูลที่มีความหลากหลายของปัจจัยและมีตัวแปรหลายตัว โดยมีหลักการว่าสิ่งที่มีความคล้ายคลึงกันมากควรจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งแนวคิดนี้ได้มาจากแนวคิดของวิชาชีววิทยาที่ต้องการจะจัดกลุ่มพืชและสิ่งมีชีวิตที่มีความคล้ายคลึงกันให้อยู่กลุ่มเดียวกัน วิธีการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดกลุ่มของข้อมูลในการศึกษาได้หลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น ภูมิศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ แพทยศาสตร์ จิตวิทยา โบราณคดี การตลาด และมนุษยวิทยา เป็นต้น

6.2 แนวคิดและหลักการของการวิเคราะห์จัดกลุ่ม

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ (2537) ได้กล่าวถึงแนวความคิดขั้นพื้นฐานของการวิเคราะห์จัดกลุ่มว่า สิ่งๆ ที่เหมือนกันควรอยู่กลุ่มเดียวกัน แต่ทุกสิ่งทุกอย่างอาจจะไม่เหมือนกันทุกประการ ดังนั้นในการวิเคราะห์จัดกลุ่มจึงต้องมีเป้าหมายชัดเจนในการจัดกลุ่ม ตัวแปรที่ส่งผลต่อการเป็นสมาชิกของกลุ่มต่างๆ ในสิ่งที่จัดกลุ่ม การวัดความแตกต่างระหว่างตัวแปร และเกณฑ์การรวมกลุ่มหน่วยต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยสิ่งที่สำคัญที่สุดของการวิเคราะห์จัดกลุ่ม คือ การเลือกตัวแปรที่ใช้ เพราะเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อการกำหนดคุณสมบัติที่ใช้ระบุความเป็นกลุ่มย่อย การเลือกใช้ตัวแปรจะต้องมีความเข้าใจข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งจะทำให้การแปลผลมีความถูกต้อง

หลักการความคล้ายกันของการวิเคราะห์จัดกลุ่มสามารถแบ่งได้ 2 ข้อ คือ (1) การวัดความห่างระหว่างวัตถุ (Distance) และ (2) การศึกษาความคล้ายกัน (Similarity) สิ่งที่มีความคล้ายกันจะมีความห่างกันน้อยหรือคล้ายกันมาก ในการวิเคราะห์จัดกลุ่มหลักการทั้ง 2 ข้อเป็นพื้นฐานของการจัดสิ่งต่างๆ หรือหน่วยต่างๆ เข้าเป็นกลุ่ม ความห่างและความคล้ายมีค่านิยามและวิธีการวัดหลายวิธี ดังนั้นการเลือกวิธีการวัดจะต้องรู้ถึงคุณสมบัติหรือหน่วยที่จะทำการวัดและวิธีการคำนวณเพื่อสร้างกลุ่ม(จัดกลุ่ม)

6.3 เอกสารงานวิจัยทางสถิติที่เกี่ยวข้อง

อซีเรีย (Azeria. 2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบสังคมของนกบนหมู่เกาะปะการังในทะเลแดง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มศึกษาเพื่อจำแนกลักษณะของสังคมของนกบนหมู่เกาะปะการังจำนวน 26 เกาะในทะเลแดง โดยใช้ปัจจัย ความหลากหลายของชนิดนกบนเกาะ การสร้างรัง อุณหภูมิ และระยะทางจากแผ่นดินใหญ่ พบว่าในบริเวณหมู่เกาะที่อยู่ห่างไกลจากแผ่นดินใหญ่มีลักษณะการปะปนชนิดของนกน้อยกว่าในบริเวณหมู่เกาะที่อยู่ใกล้แผ่นดินใหญ่ซึ่งมีความหลากหลายของชนิดนกที่อาศัยอยู่บนเกาะ

ฮอแวส และคนอื่นๆ (Horvat; et al. 2003) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกสำรวจความคิดเห็นและหลักเกณฑ์ของวัฒนธรรมในสาธารณรัฐโครเอเชีย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มเพื่อศึกษารูปแบบของความคิดเห็นและหลักเกณฑ์ของวัฒนธรรมของประชากร โดยใช้ปัจจัย สภาพเศรษฐกิจทางสังคม ลักษณะธุรกิจ และการจัดการทรัพยากร พบว่าสามารถแบ่งความคิดเห็นได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีการยอมรับพัฒนาหลักเกณฑ์ทางวัฒนธรรมให้ดีขึ้น และกลุ่มที่ยึดหลักเกณฑ์ทางวัฒนธรรมดั้งเดิม

โรแวน และ แซมบี้ (Rovan; & Sambt. 2003) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสภาพสังคมทางเศรษฐกิจในระดับเทศบาลนครของชาวสโลเวเนีย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มเพื่อศึกษาปัจจัยในสภาพสังคมทางเศรษฐกิจในระดับเทศบาลนครของชาวสโลวาเนีย พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้ 4 กลุ่มเทศบาล โดยพิจารณาการบอกสภาพสังคมทางเศรษฐกิจของตนเอง กลุ่มสามารถบอกสภาพสังคมทางเศรษฐกิจที่เป็นลักษณะเฉพาะการพัฒนาได้อย่างชัดเจน กลุ่มที่ยอมรับความจริงเกี่ยวกับสโลเวเนียตะวันออกที่ถูกพัฒนาที่น้อย กลุ่มสโลเวเนียของตะวันตกที่ถูกพัฒนามาก และยังมีกลุ่มย่อยที่สถานการณ์สภาพสังคมทางเศรษฐกิจที่มีความรุนแรง

อัลลิก และ แม็คเคย์ (Allik; & McCrae. 2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบความแตกต่างกันของลักษณะวัฒนธรรม 36 วัฒนธรรมของกลุ่มคนตามสภาพที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโลก โดยใช้ตัวแปร 5 ตัวแปรจากวัฒนธรรม 36 วัฒนธรรมได้แก่ ระยะทางจากเส้นศูนย์สูตร อุณหภูมิเฉลี่ย โครงสร้างวัฒนธรรม ลักษณะยืน และลักษณะจิตวิทยา ทำการวิเคราะห์จัดกลุ่มพื้นที่ สร้างแบบจำลองแบ่งพื้นที่วัฒนธรรม ซึ่งสามารถแบ่งความแตกต่างระหว่างวัฒนธรรมยุโรปและอเมริกัน กับวัฒนธรรมเอเชียและแอฟริกาได้อย่างชัดเจน

จากเอกสารที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าวิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มมีประโยชน์ในการศึกษาข้อมูลที่มีความหลากหลายของข้อมูล สามารถจัดกลุ่มข้อมูลที่มีความคล้ายคลึงกัน ผู้ทำการวิจัยจึงนำวิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มนี้มาใช้ในการจัดกลุ่มพื้นที่ที่มีปัจจัยที่ส่งผลต่อการทุจริตตัวของแผ่นดินที่เหมือนกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
2. พื้นที่ศึกษา
3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7017 ระหว่าง 5135 I, 5036 II, 5136 II, และ 5136 III

1.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 ระบบ TM บันทึกเมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2533 Path 129 / Row 051 และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 ระบบ ETM+ บันทึกเมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 Path 129 / Row 051 ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)

1.3 แผนที่แสดงขอบเขตตำบล มาตรฐาน 1 : 50,000 ปี พ.ศ. 2543 ของกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

1.4 แผนที่การใช้ที่ดิน มาตรฐาน 1 : 100,000 ปี พ.ศ. 2543 ของกรมพัฒนาที่ดิน

1.5 ข้อมูลสถิติประชากรรายตำบล ปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ. 2543 ของสำนักทะเบียนกลาง กรมการปกครอง

1.6 แผนที่แสดงพื้นที่บริการของการประปานครหลวง จังหวัดสมุทรปราการ มาตรฐาน 1 : 50,000

1.7 แผนที่แสดงการวางแผนพื้นที่บริการของสำนักงานการประปานครหลวง ราย 10 ปี มาตรฐาน 1 : 250,000

1.8 ข้อมูลการประเมินการใช้น้ำของแหล่งชุมชน และแหล่งอุตสาหกรรมในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ของสำนักงานการประปากรุงเทพมหานคร

1.9 แผนที่แสดงข้อมูลการสำรวจระดับน้ำบาดาล มาตรฐาน 1 : 250,000 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 – 2541 ของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT)

1.10 แผนที่ธรณีวิทยาพื้นที่ราบภาคกลางตอนล่าง มาตรฐาน 1 : 250,000 จากกรมทรัพยากรธรณี

1.11 แผนที่แสดงข้อมูลการรุกล้ำตัวของแผ่นดินในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 - 2543 มาตรฐาน 1 : 250,000 ของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT)

- 1.12 เครื่องคอมพิวเตอร์ (PC)
- 1.13 โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 1.14 โปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม
- 1.15 โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

ตาราง 4 แสดงรายการ รูปแบบข้อมูล มาตรฐาน และแหล่งที่มาของข้อมูล

รายการข้อมูล	ชื่อ Shape	รูปแบบข้อมูล	มาตราส่วน	แหล่งข้อมูล
1 ขอบเขตตำบล	Tambon-Boundary	Polygon	1:50,000	กรมการปกครอง
2 ขอบเขตอำเภอ	Amphoe-Boundary	Polygon	1:50,000	ปรับปรุงจากแผนที่ขอบเขตตำบลของกรมการปกครอง
3 ขอบเขตประเภทการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2533	Land use_2533	Polygon	1:50,000	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ
4 ขอบเขตประเภทการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2543	Land use_2543	Polygon	1:50,000	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ปรับปรุงข้อมูลด้วยแผนที่การใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน
5 เส้นชั้นแสดงระดับน้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2533	Badal_2533	Line	1:250,000	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT)
6 เส้นชั้นแสดงระดับน้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2543	Badal_2543	Line	1:250,000	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT)
7 ขอบเขตการบริการประปา นครหลวงจังหวัดสมุทรปราการ	PapaSamut	Polygon	1:50,000	การประปานครหลวงจังหวัดสมุทรปราการ
8 ขอบเขตการบริการประปา กรุงเทพมหานคร	PapaBkk	Polygon	1:250,000	สำนักงานการประปานครหลวง
9 เส้นชั้นแสดงระดับการทรุดตัวของแผ่นดินในกรุงเทพฯ และปริมณฑล ปี พ.ศ. 2533	Subsidence Line_2533	Line	1:250,000	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT)
10 เส้นชั้นแสดงระดับการทรุดตัวของแผ่นดินในกรุงเทพฯ และปริมณฑล ปี พ.ศ. 2543	Subsidence Line_2543	Line	1:250,000	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT)
11 เส้นชั้นแสดงระดับความลึกของชั้นดินเหนียวในแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง	Clay	Line	1:250,000	กรมทรัพยากรธรณี

2. พื้นที่ศึกษา

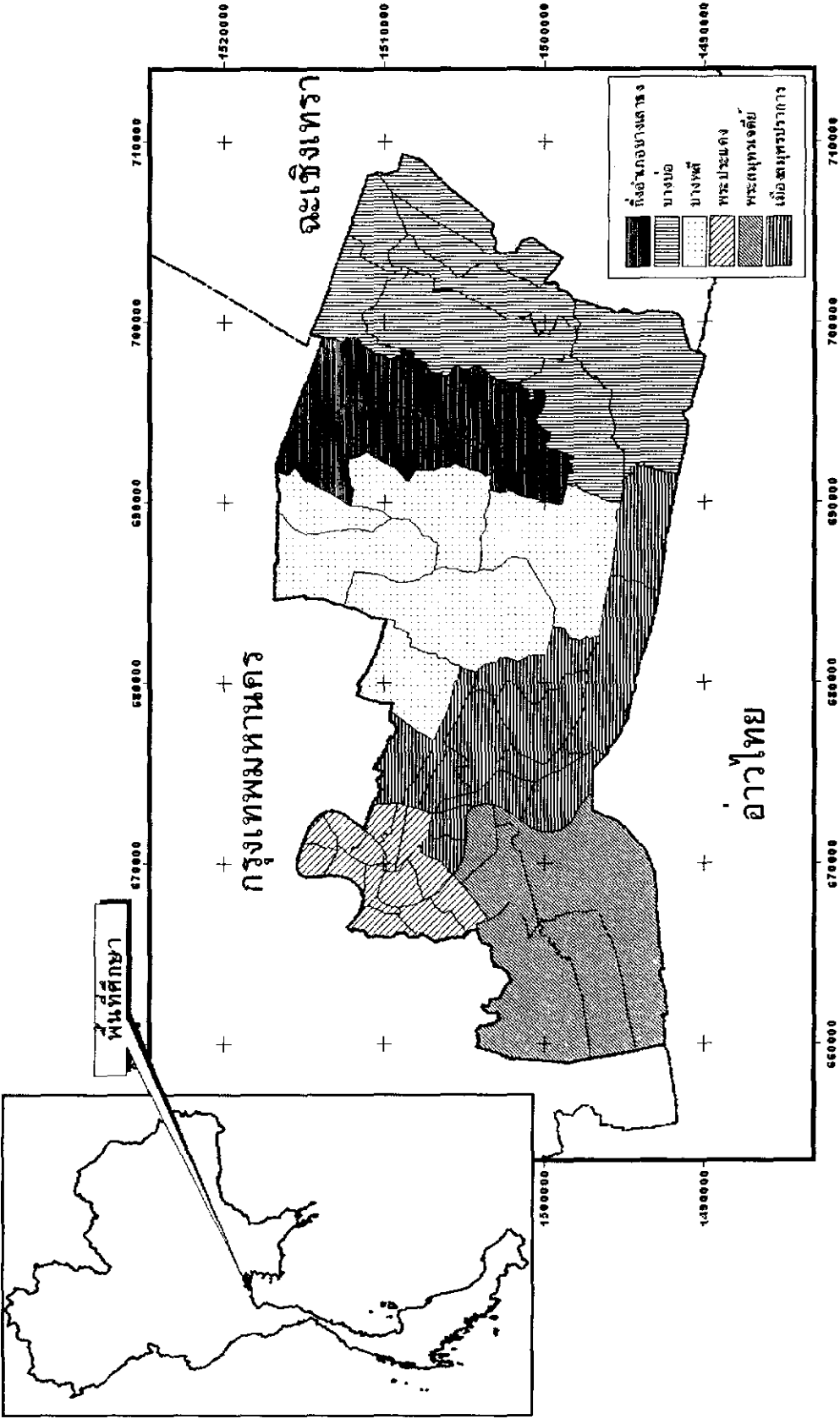
จังหวัดสมุทรปราการตั้งอยู่ในบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง มีแม่น้ำสายใหญ่คือแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านในพื้นที่ไปออกสู่อ่าวไทย พื้นที่บริเวณนี้จึงถูกเรียกอีกชื่อว่า “เมืองปากน้ำ” เนื่องจากพื้นที่บริเวณนี้เกิดจากการทับถมตะกอนของแม่น้ำเจ้าพระยาทำให้พื้นดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงเหมาะแก่การปลูกข้าวและทำเกษตรกรรม นอกจากนี้พื้นที่ตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ทำให้เหมาะสมแหล่งท่าเรือขนถ่ายสินค้าของประเทศแห่งหนึ่ง

2.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

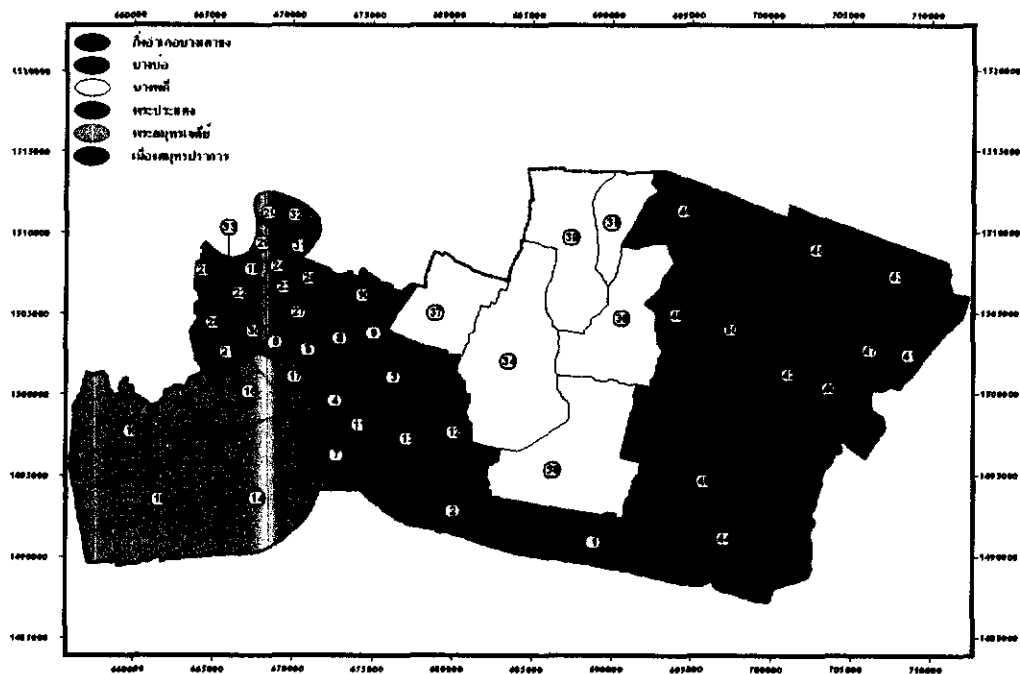
จังหวัดสมุทรปราการตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งไหลออกไปสู่อ่าวไทย ระหว่างละติจูดที่ 13 – 14 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 100 – 101 องศาตะวันออก (ดังแผนที่ 4) มีเนื้อที่ประมาณ 627,557.5 ไร่ (จากกรมแผนที่ทหาร) หรือ 1,004.1 ตารางกิโลเมตร อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ เป็นระยะทางประมาณ 30 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

- ทิศเหนือ ติดต่อกับ กรุงเทพมหานคร
- ทิศใต้ ติดต่อกับ อ่าวไทย
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดฉะเชิงเทรา
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับ กรุงเทพมหานคร

แบ่งเป็นเขตการปกครองออกเป็น 5 อำเภอ 1 กิ่งอำเภอ ได้แก่ อำเภอเมืองฯ อำเภอพระประแดง อำเภอบางพลี อำเภอบางบ่อ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ และกิ่งอำเภอบางเสาธง มีเขตการปกครองระดับตำบล 50 ตำบล ดังแสดงในแผนที่ 5 และตาราง 5 (Samutparkarn, 2546 : online)



แผนที่ 4 แสดงที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ



แผนที่ 5 แสดงหมายเลขรหัสของตำบลในจังหวัดสมุทรปราการ

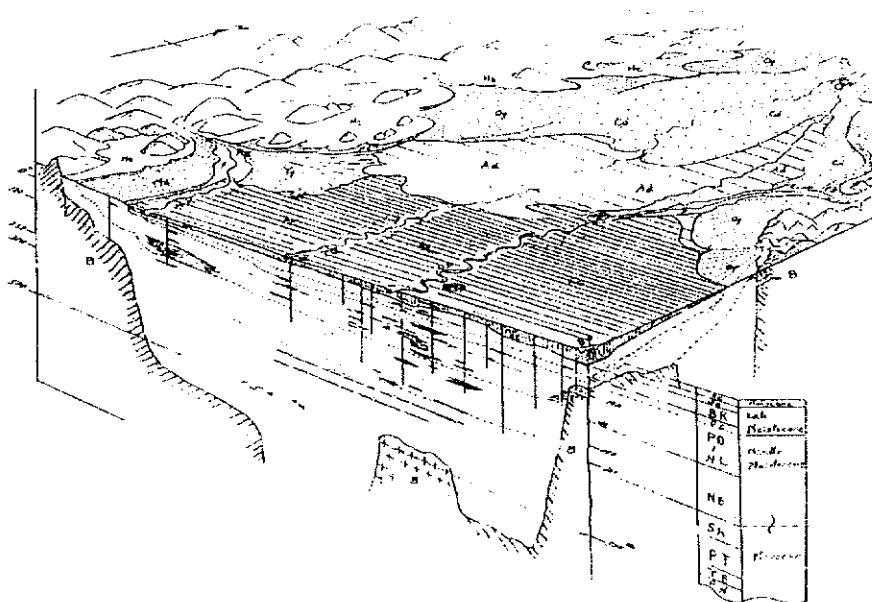
ตาราง 5 แสดงชื่อตำบลและหมายเลขรหัสตำบล

รหัส	ตำบล	รหัส	ตำบล	รหัส	ตำบล
1	บางปู	18	นาเกลือ	35	หนองปรือ
2	บางปูใหม่	19	ทรงคนอง	36	บางไผ่
3	บางเมือง	20	บางกะเจ้า	37	บางแก้ว
4	ปากน้ำ	21	บางจาก	38	บางปลา
5	บางด้วน	22	บางหญ้าแพรก	39	ราชาเทวะ
6	บางโปรง	23	สำโรงกลาง	40	บ้านระกาศ
7	ท้ายบ้าน	24	บางกระสอบ	41	คลองนิมิตยาตรา
8	บางเมืองใหม่	25	บางฟุ้ง	42	บางบ่อ
9	เทพารักษ์	26	สำโรง	43	คลองสวน
10	สำโรงเหนือ	27	สำโรงใต้	44	คลองด่าน
11	ท้ายบ้านใหม่	28	บางครุ	45	บางเพรียง
12	แพรกษาใหม่	29	บางยอ	46	เปรัง
13	แพรกษา	30	บางหัวเสือ	47	บางพลีน้อย
14	แหลมฟ้าผ่า	31	บางน้ำผึ้ง	48	ศีรษะจรเข้ใหญ่
15	บ้านคลองสวน	32	บางกอบัว	49	ศีรษะจรเข้น้อย
16	ในคลองบางปลากด	33	ตลาด	50	บางเสาธง
17	ปากคลองบางปลากด	34	บางพลีใหญ่		

2.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพพื้นที่เป็นที่ราบ ไม่มีภูเขา มีลำคลองธรรมชาติและคลองชลประทานมากกว่า 100 สาย มีแม่น้ำสายใหญ่คือแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านตอนบนไปออกสู่อ่าวไทยบริเวณตอนล่างของจังหวัด พื้นที่บริเวณใกล้ชายฝั่งทะเล เป็นพื้นที่บริเวณที่น้ำทะเลท่วมถึง พื้นดินบริเวณนี้จะเค็มจัดในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ไม่เหมาะแก่การเพาะปลูก ส่วนใหญ่พื้นที่บริเวณนี้จะถูกใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้ง ทำนาเกลือ ป่าจาก และป่าชายเลน ส่วนพื้นที่บริเวณตอนเหนือและตะวันออก เป็นที่ราบลุ่มกว้างมีประตูน้ำชลประทานหลายแห่งเพื่อกักเก็บน้ำเค็มไม่ให้รุกร้าเข้าไปในพื้นที่และเพื่อระบายน้ำจืดออกจากพื้นที่ มีการใช้ที่ดินด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทำนาข้าว และสวนผลไม้ (กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 2533 : 52)

พื้นที่บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนใต้เกิดจากการยุบถล่ม (Fault / Flexure depression) ของพื้นที่เพราะการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก และมีตะกอนดิน กรวดทรายจากแม่น้ำและทะเลมาทับถมกันทำให้พื้นที่ดินขึ้น การทับถมของตะกอนดิน กรวดทรายเหล่านี้ตั้งแต่ยุคเทอร์เชียรี (Tertiary Age) และมีการทับถมอยู่ตลอดเวลาจนถึงปัจจุบัน ทำให้ชั้นตะกอนมีความหนาเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร บริเวณทางทิศเหนือของพื้นที่จะเป็นบริเวณที่มีความหนาของชั้นตะกอนน้อยที่สุด (เจริญ เชื้อมโธสง, และคนอื่นๆ. 2526 : 2) ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงหน้าตัดแสดงสภาพธรณีวิทยาของที่ราบภาคกลางตอนล่าง (ที่มา สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. 2542 : 11)

2.3 ลักษณะภูมิอากาศ

สมุทรปราการมีลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบชายทะเล อากาศเย็นสบาย ไม่ร้อนจัดในฤดูร้อน มีความชื้นในอากาศสูงเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมทะเลบริเวณอ่าวไทยและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนกันยายน – ตุลาคมมีปริมาณฝนตกหนักเนื่องจากอิทธิพลของร่องความกดอากาศต่ำทำให้เกิดการก่อตัวของพายุไต้ฝุ่นและพายุโซนร้อนในทะเลจีนใต้

จากสถิติของกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่ พ.ศ.2502 – 2531 สามารถแบ่งภูมิอากาศออกได้ 3 ฤดูกาล คือ

- ฤดูร้อน ระยะเวลาประมาณ 3 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม – พฤษภาคม อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายนประมาณ 30.5 องศาเซลเซียส
- ฤดูฝน ระยะเวลาประมาณ 5 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน – ตุลาคม ปริมาณน้ำฝนรวมรายเดือนสูงสุดในเดือนกันยายน 345.6 มิลลิเมตร ปลายฤดูฝนในพื้นที่ได้รับอิทธิพลจากพายุไต้ฝุ่นและพายุโซนร้อน ซึ่งก่อตัวในทะเลจีนใต้พัดผ่าน
- ฤดูหนาว ระยะเวลาประมาณ 4 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคมประมาณ 26.1 องศาเซลเซียส ในฤดูหนาวมีอุณหภูมิเฉลี่ยลดลงจากในฤดูร้อนไม่มาก เนื่องจากพื้นที่บริเวณจังหวัดได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและอิทธิพลจากอ่าวไทย (กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 2533 : 52 - 53)

2.4 ประชากร

จังหวัดสมุทรปราการ มีจำนวนประชากรมากเป็นอันดับ 2 ของภาคกลาง รองจากกรุงเทพมหานคร ตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 เป็นต้นมา ที่ให้จังหวัดสมุทรปราการ เป็นจังหวัดที่รองรับการขยายตัวจากกรุงเทพมหานครทั้งในด้านการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม และการกระจายตัวของประชากร ทำให้สมุทรปราการมีประชากรย้ายถิ่นจากที่อื่นเข้ามาในจังหวัดเป็นจำนวนมาก ซึ่งประชากรที่เคลื่อนย้ายเข้ามาในจังหวัดนี้ มีทั้งที่ย้ายและไม่ย้ายทะเบียนราษฎรเข้ามาด้วย ทำให้ประชากรที่มีอยู่จริงสูงกว่าจำนวนประชากรในทะเบียนราษฎร

ประชากร ณ เดือนกันยายน 2545 รวมทั้งสิ้น 1,024,672 คน ชาย 497,851 คน หญิง 526,821 คน โดยประชากรของจังหวัดสามารถแยกเป็นรายอำเภอและเทศบาล (ดังตาราง 6)

ตาราง 6 แสดงจำนวนประชากรจำแนกตามทะเบียนราษฎร

ลำดับที่	อำเภอ/กิ่งอำเภอ/เทศบาล	จำนวนราษฎร		
		ชาย	หญิง	รวม
1.	อำเภอเมืองสมุทรปราการ	37,430	40,087	77,517
2.	เทศบาลนครสมุทรปราการ	35,992	35,788	71,780
3.	เทศบาลตำบลสำโรงเหนือ อำเภอ	16,746	18,034	34,780
4.	พระประแดง	19,117	20,558	39,675
5.	เทศบาลเมืองพระประแดง	4,396	4,584	8,980
6.	เทศบาลเมืองลัดหลวง	36,195	38,822	75,017
7.	เทศบาลตำบลสำโรงใต้	38,678	40,756	79,434
8.	อำเภอบางพลี	68,910	74,895	143,805
9.	อำเภอบางบ่อ	33,911	34,880	68,791
10.	อำเภอพระสมุทรเจดีย์	30,196	30,863	61,059
11.	กิ่งอำเภอบางเสาธง	16,150	16,897	33,047
12.	เทศบาลตำบลบางเสาธง	7,059	7,498	14,557
13.	เทศบาลตำบลแหลมฟ้าผ่า	6,724	6,866	13,590
14.	เทศบาลตำบลพระสมุทรเจดีย์	6,620	6,863	13,483
15.	เทศบาลตำบลบางพลี	3,595	3,706	7,301
16.	เทศบาลตำบลบางบ่อ	3,090	3,139	6,229
17.	เทศบาลตำบลคลองสวน	862	910	1,772
18.	เทศบาลตำบลคลองด่าน	5,587	5,827	11,414
19.	เทศบาลตำบลบางปู	52,272	54,635	106,907
20.	เทศบาลตำบลแพรกษา	4,046	4,174	8,220
21.	เทศบาลตำบลบางเมือง	44,408	49,019	93,427
22.	เทศบาลตำบลด่านสำโรง	25,867	28,020	53,887
	รวม	497,851	526,821	1,024,672

(ที่มา : กรมการปกครองจังหวัดสมุทรปราการ. (2546) ณ เดือนกันยายน 2545)

2.5 การใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ

จังหวัดสมุทรปราการเป็นจังหวัดที่อยู่ในเขตปริมณฑลซึ่งมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นจังหวัดที่อยู่ใกล้กรุงเทพมหานคร ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ เป็นแหล่งขนถ่าย วัตถุดิบ แหล่งอุตสาหกรรม ประกอบกับการขยายตัวทางด้านความเจริญจากกรุงเทพมหานครทำให้ มีประชากรหลั่งไหลเข้ามาในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ และเป็นผลให้จังหวัดสมุทรปราการมีการ เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอยู่เสมอ ซึ่งมีรูปแบบการใช้ที่ดินดังต่อไปนี้

2.5.1 ชุมชนเมือง ในช่วงปี พ.ศ.2522 – 2531 ประชากรในจังหวัดสมุทรปราการมีการ เจริญเติบโตในอัตราร้อยละ 4.90 ต่อปี โดยในปี พ.ศ.2530 มีอัตราการเพิ่มสูงสุดถึงร้อยละ 7.58 เนื่องจากมีการอพยพเข้าของประชากรสูงในช่วงดังกล่าว เพราะมีการขยายการลงทุนทางด้าน อุตสาหกรรม ทั้งกำลังการผลิตและจำนวนโรงงาน การลงทุนประกอบธุรกิจต่างๆทางภาคเอกชน นอกจากนี้ยังมีการขยายตัวอย่างมากในสาขาการก่อสร้างภาคเอกชน โดยเฉพาะการก่อสร้างหมู่บ้าน จัดสรร และการขยายโรงงานอุตสาหกรรม จากสาเหตุดังกล่าวทำให้มีการอพยพเข้าของแรงงาน พนักงาน ลูกจ้าง และผู้ประกอบการ (กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 2533 : 64 – 67)

2.5.2 แหล่งเกษตรกรรม หลังจากการมีการกำหนดแผนพัฒนาเศรษฐกิจของ ประเทศและส่งเสริมการลงทุนในปี พ.ศ.2501 พื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดสมุทรปราการมีแนวโน้ม ที่จะลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากการเพิ่มของประชากร และการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรม ที่ดิน เกษตรจึงถูกเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เพื่อการสร้างที่อยู่อาศัย โรงงานอุตสาหกรรม และคลังสินค้าเป็น ต้น อาชีพเกษตรกรรมที่เคยเป็นอาชีพหลักของประชากรในจังหวัดสมุทรปราการในอดีต ในปัจจุบันผู้ สืบทอดอาชีพเกษตรกรรมได้ให้ความสำคัญน้อยลง และหันไปให้ความสำคัญกับการลงทุนทางธุรกิจ และด้านอุตสาหกรรมมากขึ้น การเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างมากของจังหวัดสมุทรปราการ ส่งผล กระทบให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน พื้นที่เกษตรกรรมที่มีศักยภาพในการ เพาะปลูกสูง โดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ในเขตโครงการชลประทาน ได้ถูกเปลี่ยนเป็นที่อยู่อาศัยและโรงงาน อุตสาหกรรม ทำให้เกิดการลดลงของพื้นที่เกษตรกรรมในจังหวัดอย่างรวดเร็ว

พื้นที่เขตเกษตรกรรมในจังหวัดสมุทรปราการ มีพื้นที่ประมาณ 322,687 ไร่ หรือร้อยละ 51 ของพื้นที่จังหวัด จากการสำรวจในปี พ.ศ.2530 – 2531 จังหวัดสมุทรปราการมีการเพาะปลูก ข้าวเป็นพื้นที่ประมาณเป็นร้อยละ 69 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด เป็นการปลูกไม่ผลไม่ยืนต้น ประมาณร้อยละ 29 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด ที่เหลือเป็นการทำเกษตรกรรมในแบบอื่นๆ ซึ่งมี รายละเอียดดังนี้

- การเพาะปลูกข้าว ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัดสมุทรปราการ มีพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่บริเวณ 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอบางพลี อำเภอบางบ่อ พื้นที่การทำนาส่วนใหญ่มีการทำนา 2 ครั้ง คือนาปีกับนาปรัง คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 60 ของพื้นที่การทำนาทั้งหมด

- การปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้น ที่สำคัญได้แก่ มะพร้าว มะม่วง ส้มเขียวหวาน พุทรา และฝรั่ง พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นแทบทุกชนิดมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมและที่อยู่อาศัย

- การปศุสัตว์ จังหวัดสมุทรปราการมีพื้นที่ทำการเลี้ยงสัตว์เป็นส่วนน้อย สัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ สุกร เป็ด ไก่ ห่าน โค และกระบือ จากการสำรวจสถิติของสำนักงานการเกษตร ปริมาณสัตว์เลี้ยงประเภทต่างๆ มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการขาดแคลนทุ่งหญ้าและพื้นที่ไม่เหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์ใหญ่ เช่น โค กระบือ และปัญหาเรื่องต้นทุนการผลิตและปัญหาด้านราคา ของสัตว์เล็ก เช่น สุกร ไก่ เป็ด เป็นต้น

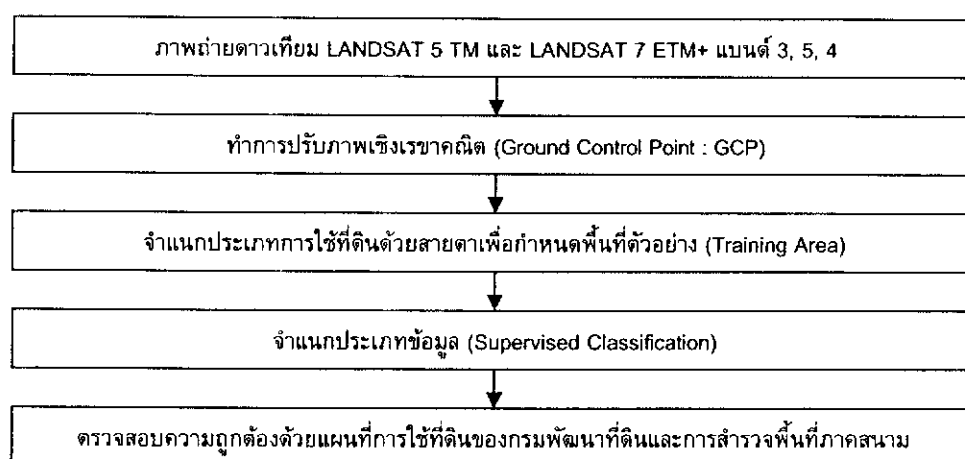
แม้ว่าการเจริญเติบโตทางด้านอุตสาหกรรมจะมีความสำคัญมากกว่าเกษตรกรรม แต่อย่างไรก็ตามประชากรส่วนใหญ่ก็ยังเป็นเกษตรกรซึ่งมีความถนัดในการประกอบอาชีพนี้อยู่ ดังนั้นความจำเป็นที่ต้องการใช้พื้นที่ทางการเกษตรก็ยังคงมีอยู่ (กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 2533 : 1, 42)

2.5.3 แหล่งอุตสาหกรรม จังหวัดสมุทรปราการเป็นจังหวัดซึ่งมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมมากเป็นอันดับ 2 รองจากกรุงเทพมหานคร โดยมีการประกอบการทั้งอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เนื่องจากความเหมาะสมในหลายๆด้าน ทำให้อุตสาหกรรมในจังหวัดเจริญเติบโตและขยายตัวอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้จากสถิติจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในปี พ.ศ.2531 ซึ่งมีจำนวนโรงงานทั้งสิ้น 2,945 โรงงาน เพิ่มขึ้นจากปีก่อนจำนวน 379 โรงงาน หรือคิดเป็นร้อยละ 14.7 โดยอำเภอเมืองสมุทรปราการเป็นอำเภอที่มีโรงงานตั้งอยู่มากที่สุด 1,156 โรงงาน ส่วนอำเภอบางบ่อเป็นอำเภอที่มีจำนวนโรงงานตั้งอยู่น้อยที่สุด 73 โรงงาน จำนวนเงินลงทุนในอุตสาหกรรมทุกประเภทของจังหวัดสมุทรปราการมีทั้งสิ้น 70,689.225 ล้านบาท ซึ่งสูงจากปีก่อน 1,042.285 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 1.5 และมีการจ้างแรงงานรวมทั้งสิ้น 217,323 คน

ประเภทของอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญของจังหวัด ได้แก่ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ อุตสาหกรรมผลิตอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไม้ อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น (กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 2533 : 108)

3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ปัจจัยประเภทการใช้ที่ดิน ทำการวิเคราะห์ประเภทการใช้ที่ดินปี พ.ศ.2533 จากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 ระบบ TM และปี พ.ศ.2543 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 ระบบ ETM+ จากแบนด์ที่เหมาะสมคือ แบนด์ 3, 5, 4 (น้ำเงิน, เขียว, แดง) กำหนดจุดบังคับภาพ (Ground Control Point : GCP) เพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม (ENVI) โดยใช้วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ (Supervised Classification) แล้วทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากแผนที่การใช้ที่ดิน มาตราส่วน 1 : 50,000 ปี พ.ศ. 2543 ของกรมพัฒนาที่ดิน และการตรวจสอบในภาคสนาม (Ground Truth)



3.2 ปัจจัยปริมาณการใช้น้ำบาดาล จากการศึกษาเอกสารข้อมูลลักษณะการใช้น้ำในจังหวัดสมุทรปราการสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

- การใช้ของแหล่งชุมชน หาปริมาณการใช้น้ำบาดาลได้จากการใช้ จำนวนประชากรที่ใช้น้ำบาดาล X ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อคนต่อวัน โดยใช้เอกสารข้อมูลการประเมินความต้องการใช้น้ำจากสำนักงานการประปานครหลวง

- การใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรม ใช้เอกสารข้อมูลการประเมินความต้องการใช้น้ำจากสำนักงานการประปานครหลวง ค่าประเมินความต้องการใช้น้ำเฉลี่ยรายวันของโรงงานจากสำนักงานอุตสาหกรรม (ของแต่ละปีที่ศึกษา) X พื้นที่อุตสาหกรรม (ตารางกิโลเมตร)

กำหนดพื้นที่ที่อยู่นอกเขตการบริการของการประปานครหลวงจังหวัดสมุทรปราการ และเขตการบริการของสำนักงานการประปานครหลวง เพื่อกำหนดสัดส่วนการใช้น้ำประปากับน้ำบาดาล ดังนี้

- พื้นที่ในเขตการบริการของการประปานครหลวงจังหวัดสมุทรปราการ หรือเขตการบริการของสำนักงานการประปานครหลวง มีสัดส่วนการใช้น้ำประปาต่อน้ำบาดาล เป็นร้อยละ 70 : 30 ของความต้องการใช้น้ำทั้งพื้นที่
- และพื้นที่นอกเขตการบริการของการประปานครหลวงจังหวัดสมุทรปราการ และเขตการบริการของสำนักงานการประปานครหลวง ให้ความต้องการใช้น้ำทั้งพื้นที่เป็นการใช้น้ำบาดาล

3.3 ปัจจัยระดับน้ำบาดาล แบ่งออกเป็น 2 ช่วงปีคือ ปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543 เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแรงดันน้ำในชั้นดิน สร้างแผนที่ (Digital) แสดงแนวระดับน้ำบาดาล ปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ.2543 จากข้อมูลแผนที่แสดงแนวระดับน้ำบาดาลของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT) นำข้อมูลแผนที่แสดงแนวระดับน้ำบาดาลปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ.2543 มาทำการปรับภาพเชิงเรขาคณิต ทำการลากเส้นชั้นแสดงแนวระดับน้ำบาดาลปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ.2543 แล้วใช้โปรแกรมย่อย (Extension) Spatial Analyst สร้างแผนที่ (Digital) แสดงแนวระดับน้ำบาดาลปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ.2543

3.4 ปัจจัยระดับการทรุดตัว แบ่งออกเป็น 2 ช่วงปีคือ ปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543 เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระดับการทรุดตัวของจังหวัดสมุทรปราการ สร้างแผนที่ (Digital) แสดงแนวระดับการทรุดตัวของจังหวัดสมุทรปราการ ปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ.2543 จากข้อมูลแผนที่แสดงแนวระดับการทรุดตัวของจังหวัดสมุทรปราการของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT) นำข้อมูลแผนที่แสดงแนวระดับการทรุดตัวของจังหวัดสมุทรปราการ ปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ.2543 มาทำการปรับภาพเชิงเรขาคณิต ทำการลากเส้นชั้นแสดงแนวระดับน้ำบาดาลปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ.2543 แล้วใช้โปรแกรมย่อย (Extension) Spatial Analyst สร้างแผนที่ (Digital) แสดงแนวระดับการทรุดตัวของจังหวัดสมุทรปราการ ปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ.2543

3.5 ปัจจัยธรณีวิทยา จังหวัดสมุทรปราการซึ่งอยู่ส่วนปลายของแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแหล่งทับถมของชั้นตะกอนขนาดเล็ก ทำให้ดินชั้นบนของพื้นที่มีสภาพเป็นชั้นดินเหนียวอ่อนนุ่มหนาซึ่งมีความเสถียรของพื้นที่มีน้อยและมีความอ่อนไหวต่อน้ำหนักที่กดทับ ดังนั้นระดับความหนาของชั้นดินเหนียวอ่อนนุ่มนี้จึงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ จึงทำการสร้างแผนที่แสดงระดับความลึกของชั้นดินเหนียวอ่อนนุ่มจากแผนที่แสดงเส้นชั้นความลึกของชั้นดินเหนียว แล้วใช้โปรแกรมย่อย (Extension) Spatial Analyst ทำการวิเคราะห์ข้อมูลความลึกของชั้นดินเหนียว สร้างแผนที่ (Digital) แสดงแนวความลึกของชั้นดินเหนียว

ตาราง 6 แสดงปัจจัยและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ปัจจัย	ข้อมูลที่ใช้ศึกษา
ประเภทการใช้ที่ดิน	- ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM ปี พ.ศ.2533 - ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ ปี พ.ศ.2543 - ข้อมูลแผนที่แสดงการใช้ที่ดิน จากกรมพัฒนาที่ดิน - ข้อมูลแผนที่แสดงขอบเขตการปกครองรายตำบล
ปริมาณการใช้น้ำบาดาล	- ข้อมูลการใช้น้ำในแหล่งชุมชน - ข้อมูลการใช้น้ำในโรงงานอุตสาหกรรม - ข้อมูลขอบเขตการบริการการประปานครหลวงจังหวัดสมุทรปราการ - ข้อมูลขอบเขตการบริการสำนักงานการประปานครหลวง
ระดับน้ำบาดาล	- เส้นชั้นแสดงระดับน้ำบาดาล ปี พ.ศ.2533 - เส้นชั้นแสดงระดับน้ำบาดาล ปี พ.ศ.2543
ระดับการทรุดตัว	- เส้นชั้นแสดงระดับการทรุดตัว ปี พ.ศ.2533 - เส้นชั้นแสดงระดับการทรุดตัว ปี พ.ศ.2543
ธรณีวิทยา	- เส้นชั้นแสดงระดับความลึกของชั้นดินเหนียว

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์แบ่งกลุ่มพื้นที่การทрудตัวปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543 โดยวิธีการดังนี้

4.1.1 นำข้อมูลรูปแบบการใช้ที่ดินแบ่งรูปแบบการใช้ที่ดินปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ. 2543 ออกเป็นรายตำบล โดยการนำชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครองรายตำบลมาซ้อนทับเพื่อแบ่งข้อมูลรูปแบบการใช้ที่ดินปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543 ออกเป็นรายตำบล

4.1.2 คำนวณหาพื้นที่ของแต่ละรูปแบบการใช้ที่ดินปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543 ออกเป็นรายตำบล

4.1.3 คำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำบาดาลของแต่ละตำบลจากจำนวนประชากรพื้นที่อุตสาหกรรม และสัดส่วนการใช้น้ำประปาต่อน้ำบาดาลในปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543

4.1.4 คำนวณหาค่าเฉลี่ยของระดับน้ำบาดาล, ระดับการทрудตัว และระดับความหนาของชั้นดินเหนียวอ่อนในพื้นที่แต่ละตำบลในปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543

4.1.5 นำข้อมูลทั้งหมดแบ่งออกเป็น 2 ชุดข้อมูลคือ ชุดข้อมูลปี พ.ศ.2533 และชุดข้อมูลปี พ.ศ.2543

4.1.6 นำข้อมูลทั้ง 2 ชุดข้อมูลมาวิเคราะห์แบ่งกลุ่มด้วยวิธีการ Cluster Analysis เพื่อทำการจัดกลุ่มที่มีปัจจัยการทрудตัวคล้ายกัน โดยใช้ข้อมูลปัจจัยต่อไปนี้

- ข้อมูลการใช้ที่ดิน
- ข้อมูลความต้องการการใช้น้ำบาดาล
- ข้อมูลระดับน้ำบาดาล
- ข้อมูลการทрудตัว
- ข้อมูลความหนาชั้นดินเหนียวอ่อน

4.1.7 สร้างแผนผังการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (Dendrogram) ทำการแปลความหมายของกลุ่มพื้นที่การทрудตัวปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543

4.2 คัดการณ์สถานการณ์สภาพการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ โดย
การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่ส่งผลต่อการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ
เพื่อจัดกลุ่มพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยคล้ายกัน

4.2.1 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการใช้ที่ดินในพื้นที่แต่ละตำบล
คำนวณหาพื้นที่ของรูปแบบการใช้ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่แต่ละตำบล

4.2.2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการใช้น้ำบาดาล โดยนำข้อมูล
ปริมาณความต้องการใช้น้ำบาดาลที่ปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543 คำนวณได้จากข้อ 4.1.3 มาทำ
การหาค่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการการใช้น้ำบาดาล

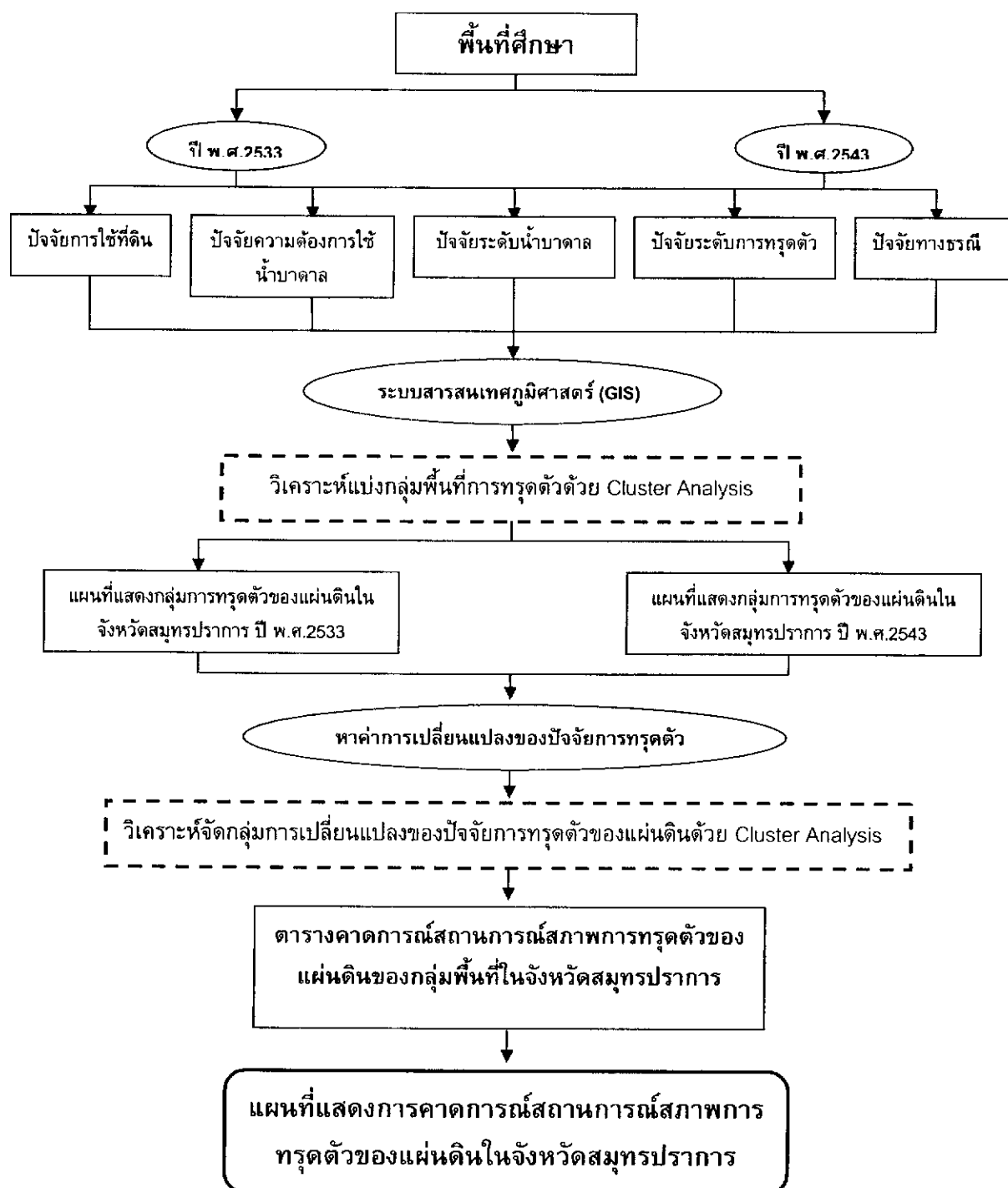
4.2.3 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลในพื้นที่แต่ละตำบล โดยนำข้อมูล
แสดงระดับน้ำบาดาลในจังหวัดสมุทรปราการมาทำการ หาค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ
บาดาลในพื้นที่แต่ละตำบล

4.2.4 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของระดับการทรุดตัวของแผ่นดินในพื้นที่แต่ละตำบล
โดยนำข้อมูลแสดงระดับของระดับการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการมาทำการหา
ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของระดับของระดับการทรุดตัวของแผ่นดินในพื้นที่แต่ละตำบล

4.2.5 นำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยการทรุดตัวของแผ่นดินมาวิเคราะห์แบ่งกลุ่ม
ด้วยวิธีการ Cluster Analysis เพื่อทำการจัดกลุ่มที่มีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการทรุดตัวของแผ่นดินตัว
คล้ายกัน โดยใช้ข้อมูลปัจจัยต่อไปนี้

- ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน
- ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการการใช้น้ำบาดาล
- ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาล
- ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการทรุดตัว
- ข้อมูลความหนาชั้นดินเหนียวอ่อน

4.2.6 สร้างแผนผังการวิเคราะห์จัดกลุ่มการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยการทรุดตัวของ
แผ่นดิน (Dendrogram) ทำการแปลความหมายของกลุ่มพื้นที่การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยการทรุดตัว
ของแผ่นดิน เพื่อคาดการณ์สถานการณ์สภาพการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ



ภาพประกอบ 5 แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปัจจัย รูปแบบการใช้ที่ดิน ปริมาณการใช้น้ำบาดาล ระดับน้ำบาดาลที่ลดลง และสภาพทางธรณีวิทยา มาวิเคราะห์การทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษารูปแบบของการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินจากเกษตรกรรมเป็นชุมชนเมือง และโรงงานอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อแนวโน้มการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการในอนาคตได้

ได้แบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ
2. การวิเคราะห์สภาพการใช้น้ำบาดาลของแต่ละรูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ และระดับน้ำบาดาลที่ลดลง
3. การวิเคราะห์ระดับการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ
4. การวิเคราะห์รูปแบบการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ
5. การคาดการณ์สถานการณ์การทรุดตัวของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

1. การวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ

จากการวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat และจากข้อมูลการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินในปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543 พบว่า การใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการในปี พ.ศ.2533 พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ พื้นที่นา ปลูกไม้ผลผสม สวนผัก และพื้นที่เลี้ยงเพาะสัตว์น้ำ ส่วนพื้นที่ที่อื่นๆ ได้แก่ เขตที่อยู่อาศัยและอาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่ป่าชายเลน ที่ดินว่างเปล่า และแหล่งน้ำ เมื่อข้อมูลดังกล่าวมาพิจารณาจำแนกรูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการใหม่ เพื่อจัดกลุ่มพื้นที่ที่มีลักษณะการทำกิจกรรมและความต้องการใช้น้ำบนพื้นที่คล้ายกัน ทำให้สามารถออกเป็น 4 ประเภท (ดังตาราง 8) คือ

- พื้นที่แหล่งชุมชนประกอบด้วยลักษณะการใช้ที่ดินประเภทบ้านเรือนที่อยู่อาศัย หมู่บ้านจัดสรร และอาคารพาณิชย์ต่างๆ
- พื้นที่แหล่งเกษตรกรรม ได้แก่ การใช้ที่ดินประเภทนาข้าว สวนผลไม้ และสวนผัก
- พื้นที่แหล่งอุตสาหกรรม ได้แก่ การใช้ที่ดินประเภทโรงงานอุตสาหกรรมขนาดต่างๆ และนิคมอุตสาหกรรม
- ที่ดินรกร้างว่างเปล่า แหล่งน้ำ และบ่อปลานกุ้ง ได้แก่ การใช้ที่ดินประเภทพื้นที่เลี้ยงเพาะสัตว์น้ำ เช่น บ่อปลา นากุ้งหรือนาปู เป็นต้น ที่ดินว่างเปล่า แหล่งน้ำ และป่าชายเลน

ทำการวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินปี พ.ศ.2533 จากภาพถ่ายเทียม Landsat 5 พื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดสมุทรปราการซึ่งมี 960.68 ตารางกิโลเมตร พบว่าในปี พ.ศ.2533 พื้นที่ส่วนใหญ่มีรูปแบบการใช้ที่ดินแบบเกษตรกรรม คิดเป็นพื้นที่ 469.62 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 48.88 ของพื้นที่ทั้งหมด เนื่องจากพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะสมกับการเกษตรกรรมทำให้มีประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร พื้นที่ส่วนใหญ่จึงถูกใช้ไปในการเกษตรกรรม รองลงมาเป็นรูปแบบการใช้ที่ดินแบบแหล่งชุมชน คิดเป็นพื้นที่ 193.65 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 20.16 ของพื้นที่ทั้งหมด เกิดจากการขยายตัวของกรุงเทพมหานครทำให้มีการสร้างที่อยู่อาศัยในบริเวณรอบๆ ขานเมืองกรุงเทพมหานคร เพื่อรองรับการขยายตัวของประชากรในกรุงเทพมหานครซึ่งมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

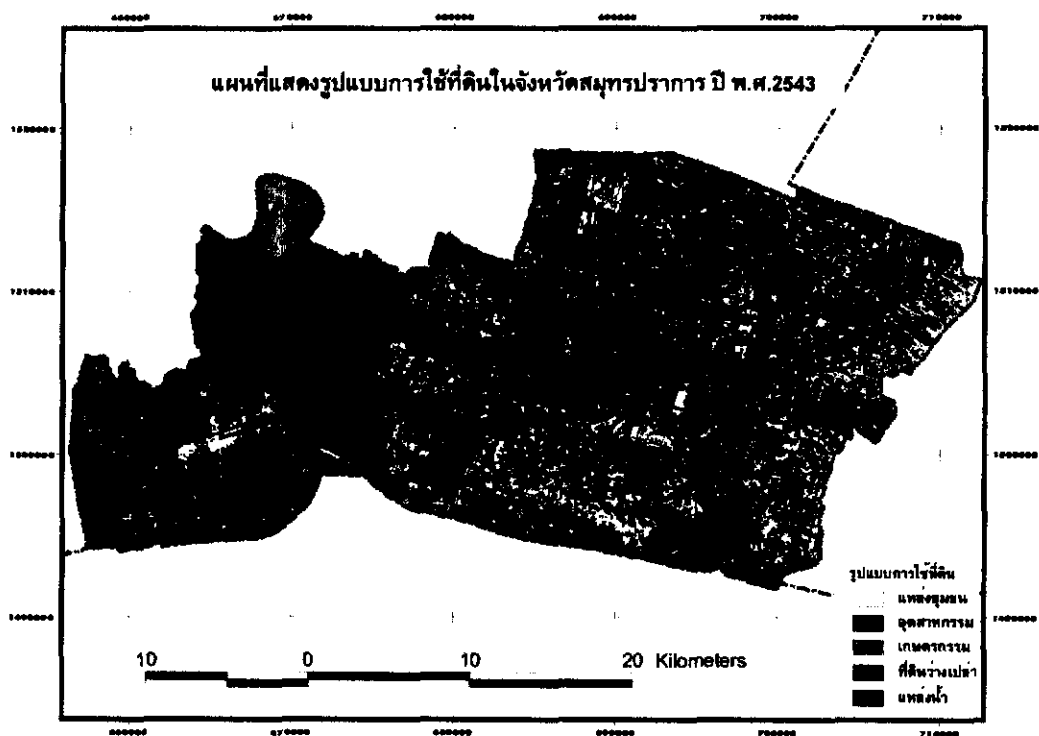
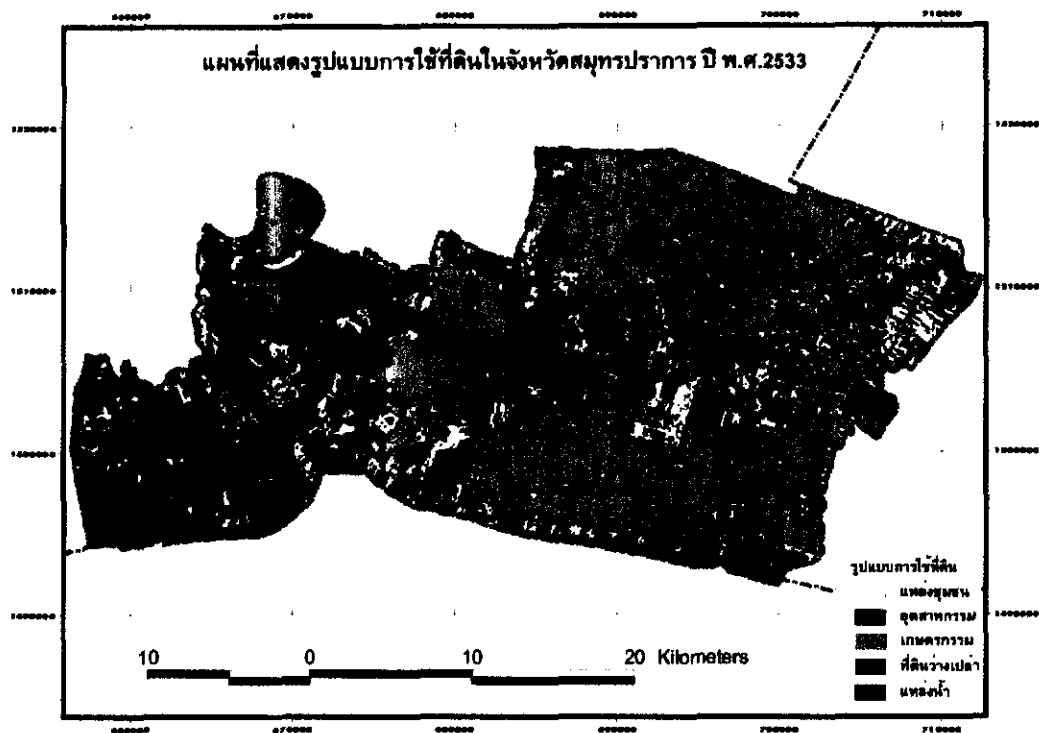
และในปี พ.ศ.2543 เมื่อวิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินจากภาพถ่ายเทียม Landsat 7 พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นรูปแบบการใช้ที่ดินแบบแหล่งชุมชน คิดเป็นพื้นที่ 363.18 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 37.76 ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาเป็นรูปแบบการใช้ที่ดินแบบอุตสาหกรรม คิดเป็นพื้นที่ 210.91 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 21.96 ของพื้นที่ทั้งหมด การขยายตัวอย่างมากของรูปแบบการใช้ที่ดินทั้ง 2 รูปแบบนี้เป็นผลมาจากการประกาศแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 ที่ทำให้จังหวัดสมุทรปราการ เป็นจังหวัดที่รองรับการขยายตัวจากกรุงเทพมหานครทั้งในด้านการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมและการกระจายตัวของประชากร ซึ่งเป็นผลให้รูปแบบการใช้ที่ดินแบบเกษตรกรรมมีพื้นที่ลดลงอย่างมาก (ดูข้อมูลจากตาราง 9 และแผนที่ 5)

ตาราง 8 แสดงการจัดกลุ่มการใช้ที่ดิน

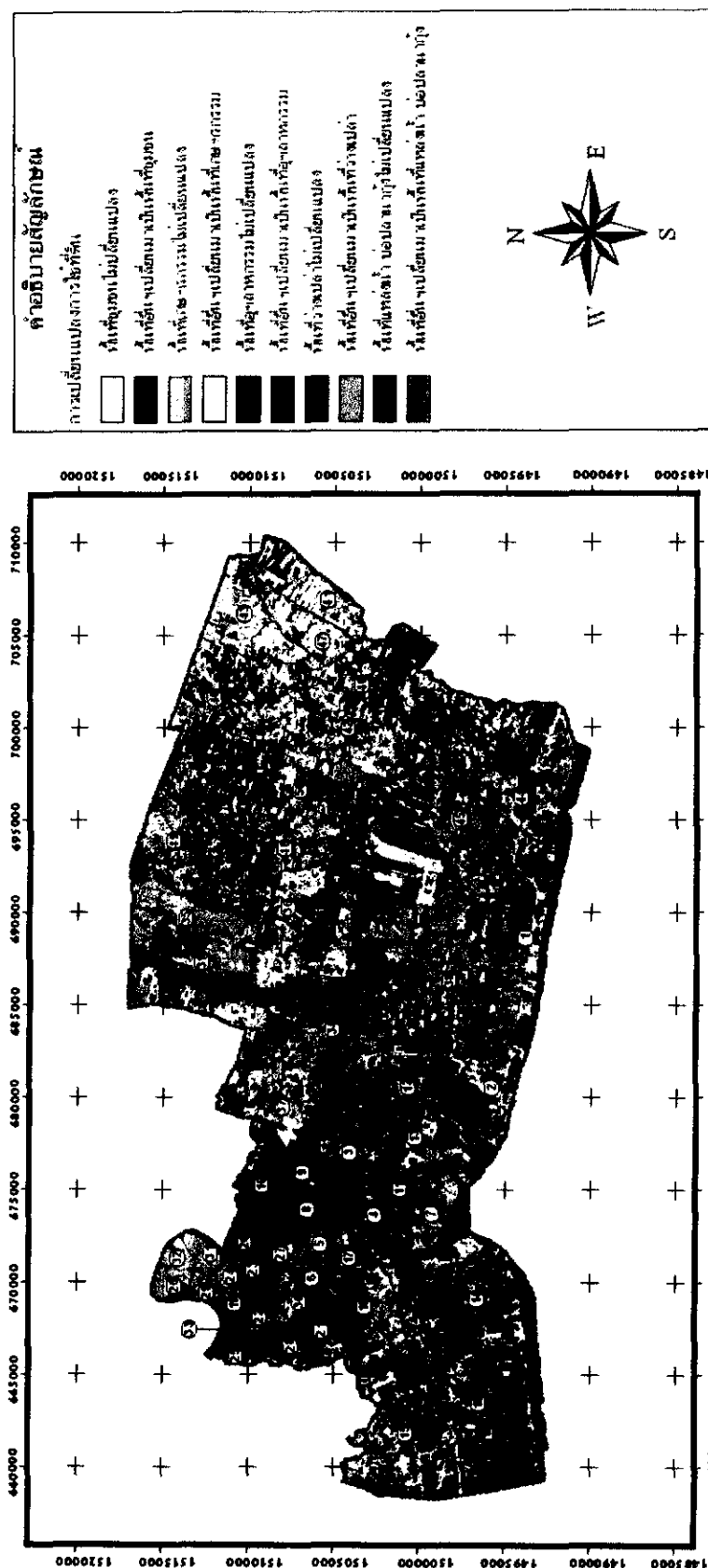
รูปแบบการใช้ที่ดิน	ลักษณะการใช้ที่ดิน	ความต้องการใช้น้ำบนพื้นที่
1. พื้นที่แหล่งชุมชน	เขตที่อยู่อาศัยและอาคารพาณิชย์	ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรที่อยู่ในพื้นที่
2. พื้นที่แหล่งเกษตรกรรม	นาข้าว สวนผลไม้ สวนผัก	เป็นการใช้น้ำของพืช
3. พื้นที่แหล่งอุตสาหกรรม	โรงงานอุตสาหกรรม และนิคมอุตสาหกรรม	มีความต้องการใช้น้ำในปริมาณมากในกระบวนการผลิต
4. ที่ดินรกร้างว่างเปล่า แหล่งน้ำ และบ่อปลานกุ้ง	พื้นที่เลี้ยงเพาะสัตว์น้ำ ที่ดินว่างเปล่า แหล่งน้ำ และป่าชายเลน	ไม่มีความต้องการใช้น้ำ

ตาราง 9 แสดงรูปแบบการใช้ที่ดินและพื้นที่ในปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543

รูปแบบการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ.2533		ปี พ.ศ.2543	
	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละของ พ.ท. ทั้งหมด	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละของ พ.ท. ทั้งหมด
แหล่งเกษตรกรรม	469.62	48.88	160.81	16.75
แหล่งชุมชน	193.65	20.16	362.88	37.76
แหล่งอุตสาหกรรม	116.28	12.10	210.91	21.96
ที่ดินว่างเปล่า, แหล่งน้ำ, และบ่อปลานกุ้ง	181.13	18.86	226.08	23.53
รวม	960.68	100.00	960.68	100.00



แผนที่ 6 แสดงรูปแบบการใช้ที่ดินปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543



แผนที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัด

จากแผนที่ 7 จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการใช้ที่ดินในพื้นที่ศึกษาจากปี พ.ศ.2533 และในปี พ.ศ.2543 คำนวณหาพื้นที่การเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการใช้ที่ดิน และหาอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการใช้ที่ดินจากพื้นที่เดิม (ดังแสดงในตาราง 10)

กำหนดค่าแทนพื้นที่ของแต่ละหน่วยการใช้ที่ดินของแต่ละช่วงปี เพื่อคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการใช้ที่ดิน โดยใช้ตารางเมตริก (ดังแสดงในตาราง 11)

ซึ่งค่าจากตารางเมตริก 11 สามารถหาการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินของพื้นที่ได้ ดังนี้

- 0 = ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- 12 = เปลี่ยนแปลงจากชุมชนเป็นเกษตรกรรม
- 13 = เปลี่ยนแปลงจากชุมชนเป็นอุตสาหกรรม
- 14 = เปลี่ยนแปลงจากชุมชนเป็นที่ดินว่างเปล่า
- 15 = เปลี่ยนแปลงจากชุมชนเป็นแหล่งน้ำ, บ่อปลานากุ้ง
- 21 = เปลี่ยนแปลงจากเกษตรกรรมเป็นชุมชน
- 23 = เปลี่ยนแปลงจากเกษตรกรรมเป็นอุตสาหกรรม
- 24 = เปลี่ยนแปลงจากเกษตรกรรมเป็นที่ดินว่างเปล่า
- 25 = เปลี่ยนแปลงจากเกษตรกรรมเป็นแหล่งน้ำ, บ่อปลานากุ้ง
- 31 = เปลี่ยนแปลงจากอุตสาหกรรมเป็นชุมชน
- 32 = เปลี่ยนแปลงจากอุตสาหกรรมเป็นเกษตรกรรม
- 34 = เปลี่ยนแปลงจากอุตสาหกรรมเป็นที่ดินว่างเปล่า
- 35 = เปลี่ยนแปลงจากอุตสาหกรรมเป็นแหล่งน้ำ, บ่อปลานากุ้ง
- 41 = เปลี่ยนแปลงจากที่ดินว่างเปล่าเป็นชุมชน
- 42 = เปลี่ยนแปลงจากที่ดินว่างเปล่าเป็นเกษตรกรรม
- 43 = เปลี่ยนแปลงจากที่ดินว่างเปล่าเป็นอุตสาหกรรม
- 45 = เปลี่ยนแปลงจากที่ดินว่างเปล่าเป็นแหล่งน้ำ, บ่อปลานากุ้ง
- 51 = เปลี่ยนแปลงจากแหล่งน้ำ, บ่อปลานากุ้งเป็นชุมชน
- 52 = เปลี่ยนแปลงจากแหล่งน้ำ, บ่อปลานากุ้งเป็นเกษตรกรรม
- 53 = เปลี่ยนแปลงจากแหล่งน้ำ, บ่อปลานากุ้งเป็นอุตสาหกรรม
- 54 = เปลี่ยนแปลงจากแหล่งน้ำ, บ่อปลานากุ้งเป็นที่ดินว่างเปล่า

ค่าการเปลี่ยนแปลงจากตารางเมตริกทำให้เราสามารถทราบถึงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของพื้นที่ได้ เมื่อนำมาคำนวณหาพื้นที่ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของการใช้ที่ดินรูปแบบต่างๆของในจังหวัดสมุทรปราการ (ดังแสดงในตาราง 12)

ตาราง 10 แสดงพื้นที่การเปลี่ยนแปลงและหาอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการใช้ที่ดิน
จากพื้นที่เดิม

รูปแบบการใช้ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.) ปี พ.ศ.2533	พื้นที่ (ตร.กม.) ปี พ.ศ.2543	พื้นที่ (ตร.กม.) เปลี่ยนแปลง	ร้อยละของ พ.ท.เดิม
แหล่งเกษตรกรรม	469.62	160.81	- 308.81	- 65.76
แหล่งชุมชน	193.65	362.88	169.23	87.39
แหล่งอุตสาหกรรม	116.28	210.91	94.63	81.38
ที่ดินว่างเปล่า, แหล่งน้ำ, และ บ่อปลานากุ้ง	181.13	226.08	44.95	24.82

ตาราง 11 แสดงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินของจังหวัดสมุทรปราการ

รูปแบบการใช้ ที่ดิน	2533	แหล่งชุมชน	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	ที่ดินว่างเปล่า	แหล่งน้ำ, บ่อ ปลานากุ้ง
2543	รหัส	10	20	30	40	50
แหล่งชุมชน	1	0	12	13	14	15
เกษตรกรรม	2	21	0	23	24	25
เกษตรกรรม	3	31	32	0	34	35
ที่ดินว่างเปล่า	4	41	42	43	0	45
แหล่งน้ำ, บ่อ ปลานากุ้ง	5	51	52	53	54	0

ตาราง 12 แสดงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของการใช้ที่ดินรูปแบบต่างๆของในจังหวัดสมุทรปราการ

การเปลี่ยนแปลง	พื้นที่ (ตร.กม.)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่เดิม (พ.ศ.2533)
<u>แหล่งชุมชน</u>		
- ไม่เปลี่ยนแปลง	154.71	79.80
- เป็นเกษตรกรรม	-	0
- เป็นอุตสาหกรรม	39.14	21.20
- เป็นที่ดินว่างเปล่า, แหล่งน้ำ, และบ่อปลานากุ้ง	-	0
<u>เกษตรกรรม</u>		
- ไม่เปลี่ยนแปลง	123.58	26.35
- เป็นแหล่งชุมชน	231.52	49.36
- เป็นอุตสาหกรรม	49.40	10.35
- เป็นที่ดินว่างเปล่า, แหล่งน้ำ, และบ่อปลานากุ้ง	64.53	13.76
<u>อุตสาหกรรม</u>		
- ไม่เปลี่ยนแปลง	116.06	100
- เป็นแหล่งชุมชน	-	0
- เป็นเกษตรกรรม	-	0
- เป็นที่ดินว่างเปล่า, แหล่งน้ำ, และบ่อปลานากุ้ง	-	0
<u>ที่ดินว่างเปล่า, แหล่งน้ำ, และบ่อปลานากุ้ง</u>		
- ไม่เปลี่ยนแปลง	123.82	73.00
- เป็นแหล่งชุมชน	39.40	74.90
- เป็นเกษตรกรรม	10.78	24.14
- เป็นอุตสาหกรรม	6.78	25.84

1.1 การเปลี่ยนแปลงการรูปแบบใช้ที่ดินแบบแหล่งชุมชน (จากตาราง 12) จะเห็นว่าพื้นที่ที่มีเป็นแหล่งชุมชนในปี พ.ศ.2533 ประมาณร้อยละ 80 ของพื้นที่แหล่งชุมชนเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลงในปี พ.ศ.2543 พื้นที่บางส่วนประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่แหล่งชุมชนเดิมมีการพัฒนาเปลี่ยนเป็นแบบอุตสาหกรรม แสดงให้เห็นการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรมในเขตชุมชน ประชากรที่หลั่งไหลเข้ามาหางานทำในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทำให้จำนวนประชากรที่ย้ายเข้ามาในจังหวัดสมุทรปราการมีเพิ่มมากขึ้นทุกปี จะเห็นได้จากสถิติการสำรวจสามะโนประชากรในจังหวัดสมุทรปราการที่มีอัตราเพิ่มขึ้นทุกครั้ง โดยเฉพาะอัตราการเพิ่มของประชากรในพื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมจะมีมากกว่าพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้เกิดการขยายตัวของแหล่งชุมชนดูได้จากเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินรูปแบบอื่นๆ มาเป็นแหล่งชุมชน

1.2 การเปลี่ยนแปลงรูปแบบใช้ที่ดินแบบเกษตรกรรม เดิมพื้นที่ในจังหวัดสมุทรปราการส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมเนื่องจากความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ แต่การเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างมากของจังหวัดสมุทรปราการ ส่งผลกระทบให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน พื้นที่เกษตรกรรมที่มีศักยภาพในการเพาะปลูกสูง โดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ในเขตโครงการชลประทาน ได้ถูกเปลี่ยนเป็นที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรม

จากรายงานของสำนักงานผังเมืองจังหวัดสมุทรปราการ พื้นที่เกษตรกรรมซึ่งเดิมเป็นที่เป็นส่วนใหญ่ในจังหวัดสมุทรปราการมีการเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่แหล่งชุมชนถึงประมาณร้อยละ 50 ของพื้นที่เกษตรกรรมในปี พ.ศ.2533 ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของประชากรและความต้องการที่อยู่อาศัยของประชากร รายงานของกรมพัฒนาที่ดิน ระบุว่าหลังจากการมีการกำหนดแผนพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและส่งเสริมการลงทุนในปี พ.ศ.2501 พื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดสมุทรปราการมีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อยๆ ที่ดินเกษตรจึงถูกเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เพื่อการสร้างที่อยู่อาศัย โรงงานอุตสาหกรรม คลังสินค้า และบ่อปลานกึ่ง เป็นต้น

1.3 การเปลี่ยนแปลงการรูปแบบใช้ที่ดินแบบอุตสาหกรรม จังหวัดสมุทรปราการเป็นจังหวัดซึ่งมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมมากเป็นอันดับ 2 รองจากกรุงเทพมหานคร โดยมีการประกอบกิจการทั้งอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เนื่องจากความเหมาะสมในหลายด้าน ทำให้อุตสาหกรรมในจังหวัดเจริญเติบโตและขยายตัวอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้จากสถิติจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในปี พ.ศ.2531 มีจำนวนโรงงานทั้งสิ้น 2,945 โรงงาน และเพิ่มเป็น 5,532 ในปี พ.ศ.2545 ซึ่งเพิ่มขึ้นถึง 2,587 โรงงาน หรือคิดเป็นร้อยละ 87.84 ของจำนวนโรงงานเดิม จะเห็นว่าจำนวนโรงงานมีการเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่าในช่วงเวลา 14 ปี โดยอำเภอเมืองสมุทรปราการเป็นอำเภอที่มีโรงงานตั้งอยู่มากที่สุด 1,758 โรงงาน รองลงมาคืออำเภอพระประแดงมี 1,373 โรงงาน และอำเภอบางพลีมี 1,306 โรงงาน ส่วนอำเภอบางบ่อเป็นอำเภอที่มีจำนวนโรงงานตั้งอยู่น้อยที่สุด 158 โรงงาน

ประเภทของอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญของจังหวัด ได้แก่ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ อุตสาหกรรมผลิตอาหารและเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไม้ อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น (ข้อมูลสถิติจากสำนักงานสถิติจังหวัดสมุทรปราการ. 2546)

1.4 การเปลี่ยนแปลงจากที่ดินว่างเปล่า, แหล่งน้ำ, และบ่อปลานากุ้ง เนื่องจากมีการขยายตัวของแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดสมุทรปราการ ทำให้ความต้องการที่ดินในการสร้างที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรมมีมากขึ้นทำให้มีการขายที่ดินเปลี่ยนมือให้นายทุนที่ดินว่างเปล่าจึงนำถูกใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่นๆ เช่น สร้างที่อยู่อาศัย โรงงาน ทำการเกษตรตลอดจนขุดบ่อเพื่อกักเก็บน้ำ หรือบ่อบำบัดน้ำเสียในเขตโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ทำให้ดินว่างเปล่าที่เคยถูกทิ้งไม่ได้ใช้ประโยชน์มีจำนวนลดลงมาก ส่วนพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำ, และบ่อปลานากุ้งแม้ว่าส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงน้อย แต่ก็มีส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงเพื่อใช้ประโยชน์อย่างอื่น โดยเฉพาะบริเวณอำเภอพระสมุทรเจดีย์ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นบ่อปลาและนากุ้ง ในปี พ.ศ.2543 มีการขยายตัวของแหล่งชุมชน เนื่องจากราคาที่ดินที่มีสูงขึ้นตามความต้องการที่อยู่อาศัยของประชากรที่มากขึ้น ทำให้พื้นที่ที่เป็นบ่อปลาและนากุ้งลดลง

2. การวิเคราะห์สภาพการใช้น้ำบาดาลของแต่ละในจังหวัดสมุทรปราการ และระดับน้ำบาดาลที่ลดลง

จากการขยายตัวของแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมความต้องการใช้น้ำมีเพิ่มมากขึ้นทุกปี แม้ว่าจะมีการวางระบบน้ำประปาขึ้นมาเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคแล้วก็ตาม แต่ความต้องการใช้น้ำยังมีมากเกินไปกว่าที่หน่วยราชการจะสามารถจัดหาให้ได้ ทำให้พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานอุตสาหกรรมในเขตอำเภอเมืองและอำเภอพระประแดงซึ่งมีปริมาณความต้องการใช้น้ำมากเกินกว่าที่การประปานครหลวงจะรองรับได้ ทำให้ลักษณะการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลเปลี่ยนไปจากในอดีต คือมีการเจาะบ่อน้ำบาดาลไม่เพียงแต่ชั้นนครหลวงเพียงเท่านั้นยังมีการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลที่ลึกลงอีกเพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพของน้ำเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้

2.1 สภาพการใช้น้ำบาดาลของแต่ละรูปแบบการใช้ที่ดิน

จากสถิติของกรมทรัพยากรธรณีในปี พ.ศ.2543 การนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ประมาณวันละ 2.119 ล้านลูกบาศก์เมตร เป็นการใช้ในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมมากที่สุด รองลงมาเป็นการใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคในแหล่งชุมชน และเพื่อการเกษตรกรรม

จากตาราง 13 จะเห็นได้ว่าการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่เกษตรกรรมมีปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรม และแหล่งชุมชน เนื่องจากการใช้น้ำจากระบบชลประทานจึงมีต้นทุนที่ต่ำกว่าการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ และความต้องการน้ำในการเกษตรไม่จำเป็นที่จะต้องการน้ำที่มีคุณภาพมากนักการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดินจึงมีความสะดวกกว่าการลงทุนขุดเจาะน้ำบาดาล ทำให้มีเกษตรกรส่วนน้อยที่ใช้วิธีการใช้เครื่องสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้โดยตรง

ตาราง 13 แสดงสภาพการใช้น้ำบาดาลของแต่ละรูปแบบการใช้ที่ดิน

อันดับ	รูปแบบการใช้ที่ดิน	ปริมาณ (ล้านลูกบาศก์เมตร)	คิดเป็นร้อยละของ ปริมาณน้ำบาดาลทั้งหมด
1	อุตสาหกรรม	1.544	72.9
2	แหล่งชุมชน	0.565	26.7
3	เกษตรกรรม	0.010	0.4

2.2 การคำนวณหาปริมาณความต้องการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่

- พื้นที่แหล่งชุมชน ประกอบด้วยลักษณะการใช้ที่ดินประเภทบ้านเรือนที่อยู่อาศัย หมู่บ้านจัดสรร และอาคารพาณิชย์ต่าง ๆ ซึ่งความต้องการใช้น้ำขึ้นอยู่กับจำนวนประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ สามารถคำนวณหาความต้องการใช้น้ำได้จากสูตรของการประปานครหลวง

ปริมาณความต้องการใช้น้ำของชุมชนใน 1 วัน = จำนวนประชากร(ในพื้นที่) X ค่าเฉลี่ยการใช้น้ำ (0.200 ลูกบาศก์เมตร/คน/วัน)

(ที่มา สำนักงานการประปานครหลวง. 2533)

- พื้นที่แหล่งเกษตรกรรม ได้แก่ การใช้ที่ดินประเภทนาข้าว สวนผลไม้ และสวนผัก ซึ่งความต้องการใช้น้ำเกิดจากความต้องการน้ำของพืชที่เพาะปลูกในพื้นที่ พืชที่มีรากแบบแผ่กระจาย จึงจำกัดอยู่บริเวณดินชั้นบนจึงเป็นการใช้น้ำที่อยู่ระหว่างเม็ดดินเท่านั้น

- พื้นที่แหล่งอุตสาหกรรม ได้แก่ การใช้ที่ดินประเภทโรงงานอุตสาหกรรมขนาดต่างๆ และนิคมอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความต้องการน้ำมากที่สุดและปริมาณความต้องการใช้น้ำมีความต้องการที่แน่นอนและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งเกิดจากความต้องการใช้น้ำเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต การประปานครหลวงจึงมีการประมาณปริมาณความต้องการใช้น้ำของพื้นที่อุตสาหกรรมเพื่อที่จะสามารถกำหนดปริมาณน้ำที่การประปานครหลวงจำเป็นต้องจัดหาให้เพียงพอ โดยใช้สูตร

ความต้องการน้ำของพื้นที่แหล่งอุตสาหกรรม = สัมประสิทธิ์ความต้องการใช้ของแหล่งอุตสาหกรรมต่อวัน (4,000ลูกบาศก์เมตร/ตร.กม./วัน) X พื้นที่แหล่งอุตสาหกรรม (หน่วยเป็น ตร.กม.)

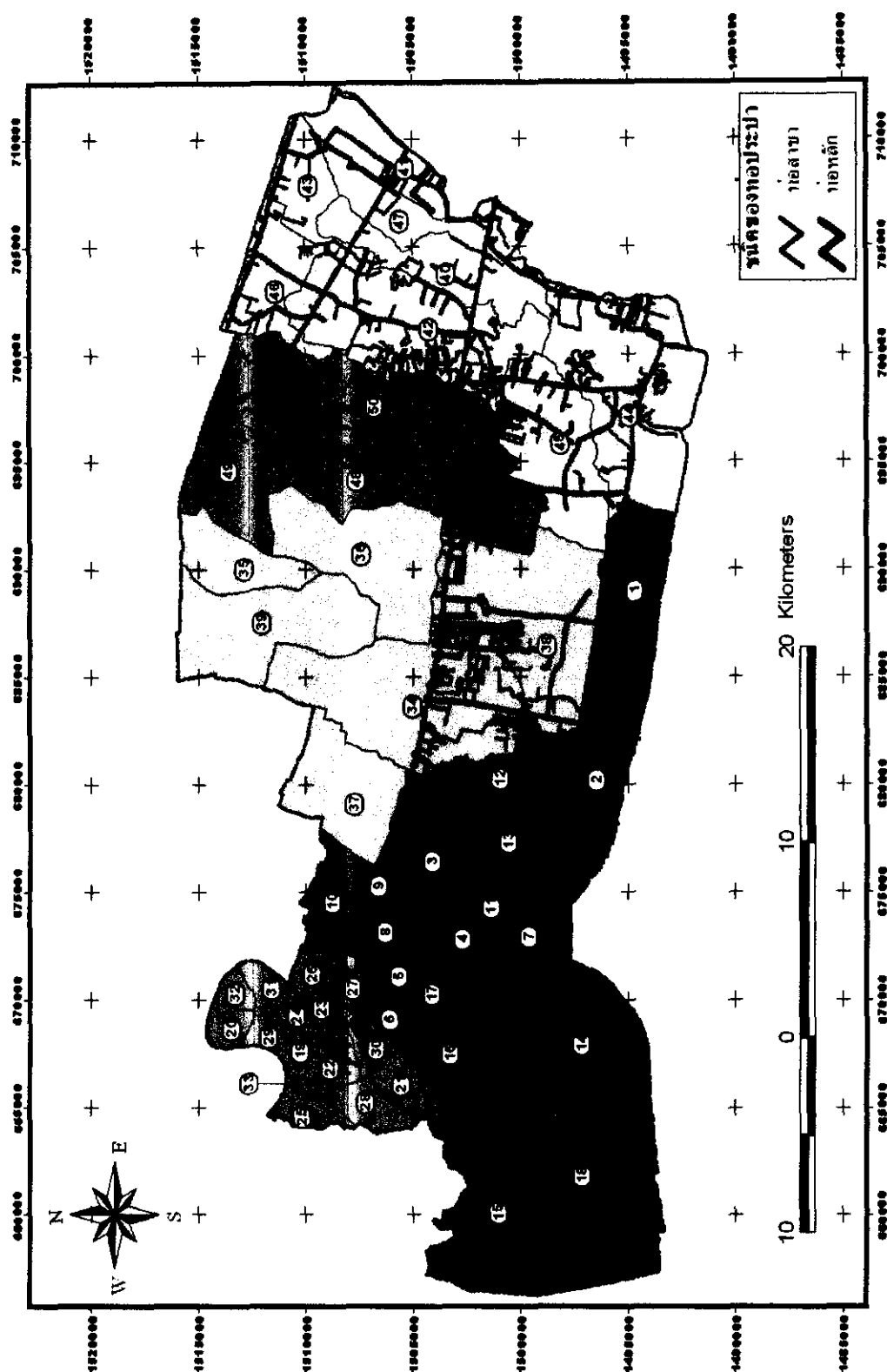
(ที่มา สำนักงานการประปานครหลวง. 2533)

- ที่ดินรกร้างว่างเปล่า แหล่งน้ำ และบ่อปลานากุ้ง ได้แก่ การใช้ที่ดินประเภทพื้นที่เลี้ยงเพาะสัตว์น้ำ เช่น บ่อปลา นากุ้งหรือนาปู เป็นต้น ที่ดินว่างเปล่า แหล่งน้ำ และป่าชายเลน พื้นที่เหล่านี้ไม่มีความต้องการใช้น้ำ เนื่องจากกิจกรรมบนพื้นที่ส่วนมากใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

สำนักงานการประปานครหลวงประมาณการว่าแม้ในพื้นที่ของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลซึ่งมีระบบการประปาเข้าถึงยังคงมีการใช้น้ำบาดาลอยู่เป็นอัตราส่วนการใช้น้ำประปาร้อยละ 70 ต่อการใช้น้ำบาดาลร้อยละ 30 เนื่องจากน้ำบาดาลต้นทุนราคาที่ถูกกว่าการใช้น้ำประปาดังนั้นเมื่อคำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ได้แล้ว จึงคำนวณหาปริมาณความต้องการใช้น้ำบาดาล (ดังตาราง 14) โดยกำหนดเขตจากแผนที่ 8 และ 9 เพื่อกำหนดเขตพื้นที่ที่อยู่ใน - นอกเขตการบริการประปา กำหนดให้ความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ที่อยู่นอกเขตการบริการประปาเป็นการใช้น้ำบาดาลทั้งหมด และกำหนดให้ความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ที่อยู่ในเขตการบริการประปาร้อยละ 30 เป็นความต้องการใช้น้ำบาดาล (ดังแสดงในแผนที่ 10)

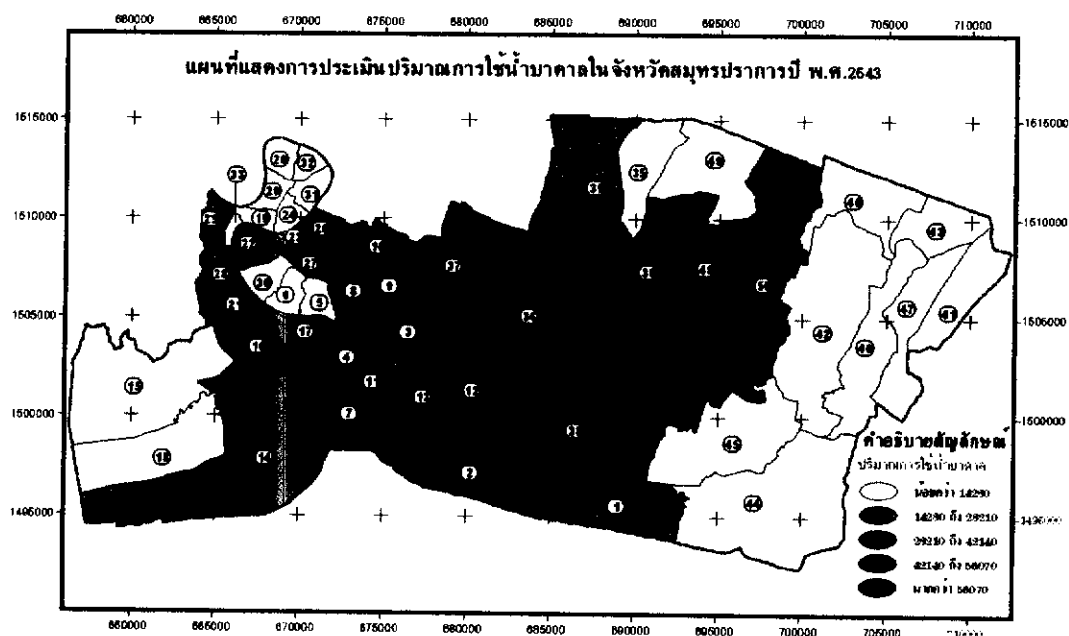
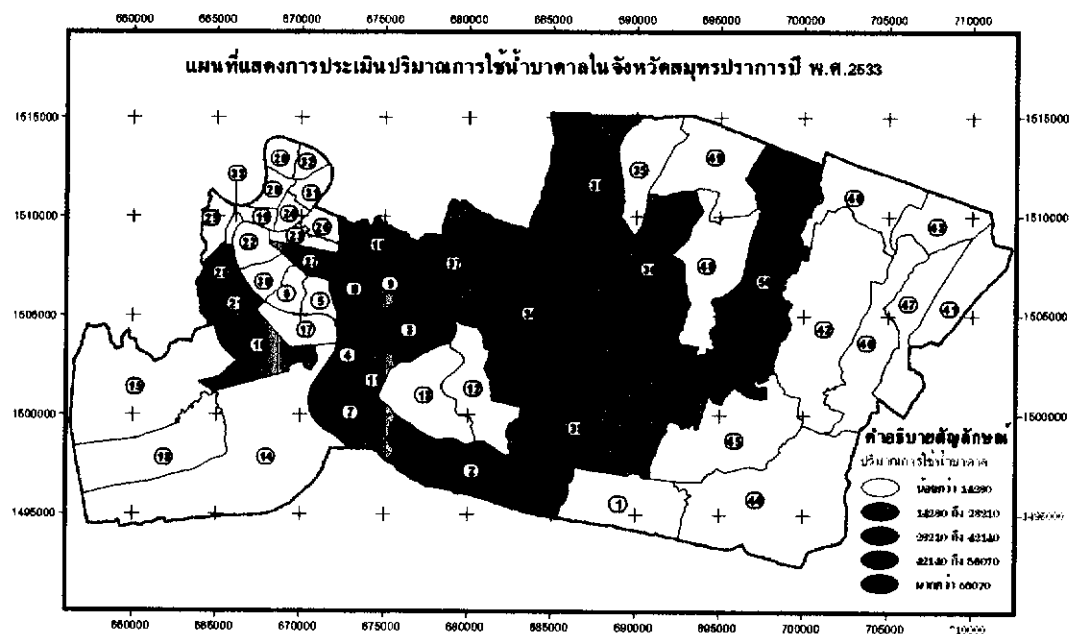
ตาราง 14 แสดงปริมาณการใช้น้ำบาดาลรายอำเภอ

อำเภอ	ปริมาณความต้องการใช้น้ำ ของแหล่งชุมชน (ลบ.ม.)		ปริมาณความต้องการใช้น้ำ ของแหล่งอุตสาหกรรม (ลบ.ม.)	
	2533	2543	2533	2543
เมือง	80050.80	103774.40	186613.20	314692.93
พระประแดง	40030.80	49536.40	84627.69	130134.00
พระสมุทรเจดีย์	17099.80	16948.40	33295.24	73409.63
บางบ่อ	17060.00	10779.20	14895.48	40129.68
บางพลี	28729.00	29917.60	125322.58	224413.88
กิ่งฯ บางเสาธง	9117.60	5525.60	19994.48	62535.37
รวม	192088	216481.6	464748.7	845315.5

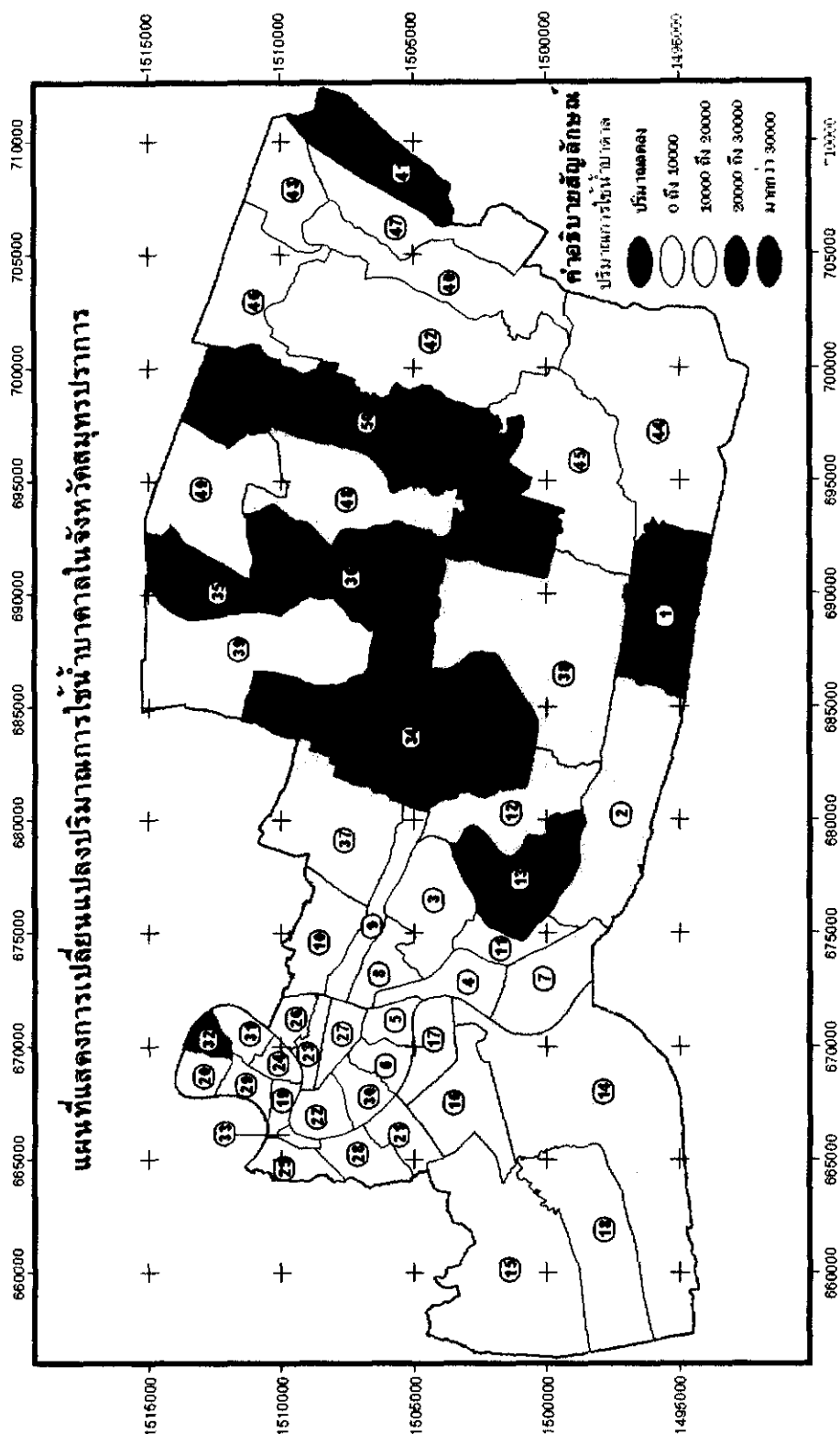




แผนที่ 9 แสดงพื้นที่บริการของสำนักงานการประปานครหลวง
(ที่มา ดัดแปลงจากแผนที่วางแผนขยายเขตบริการน้ำประปาของ THAI DCI CO. LTD.)



แผนที่ 10 แสดงปริมาณการใช้น้ำบาดาลในจังหวัดสมุทรปราการปี พ.ศ.2533
และ พ.ศ.2543



แผนที่ 11 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้บำบัดน้ำในจังหวัดสมุทรปราการ

2.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาล

เนื่องจากความต้องการน้ำใช้มีมากกว่าเพียงการอุปโภคบริโภค โรงงานอุตสาหกรรมและหมู่บ้านจัดสรรที่เกิดขึ้นมากมายในจังหวัดสมุทรปราการ จึงมีการจัดตั้งหน่วยงานการประปานครหลวงขึ้นมามีหน้าที่เพื่อจัดหาน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคให้กับประชาชนในจังหวัดสมุทรปราการ มีการวางระบบน้ำประปาขึ้นมาเพื่อจัดสรรน้ำให้ประชาชนในจังหวัดสมุทรปราการ แต่ปริมาณการใช้น้ำบาดาลก็ยังมีปริมาณที่มากเกินไปกว่าที่ธรรมชาติจะสร้างขึ้นมาทดแทนได้ทัน ทำให้ปริมาณน้ำบาดาลลดลงอย่างมาก กรมทรัพยากรธรณีซึ่งเป็นหน่วยงานรับผิดชอบในการควบคุมการขุดเจาะและการใช้น้ำบาดาล จึงได้นำมาตรการประกาศเขตควบคุมการใช้น้ำบาดาลมาใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2526 เพื่อควบคุมปริมาณการใช้น้ำบาดาล

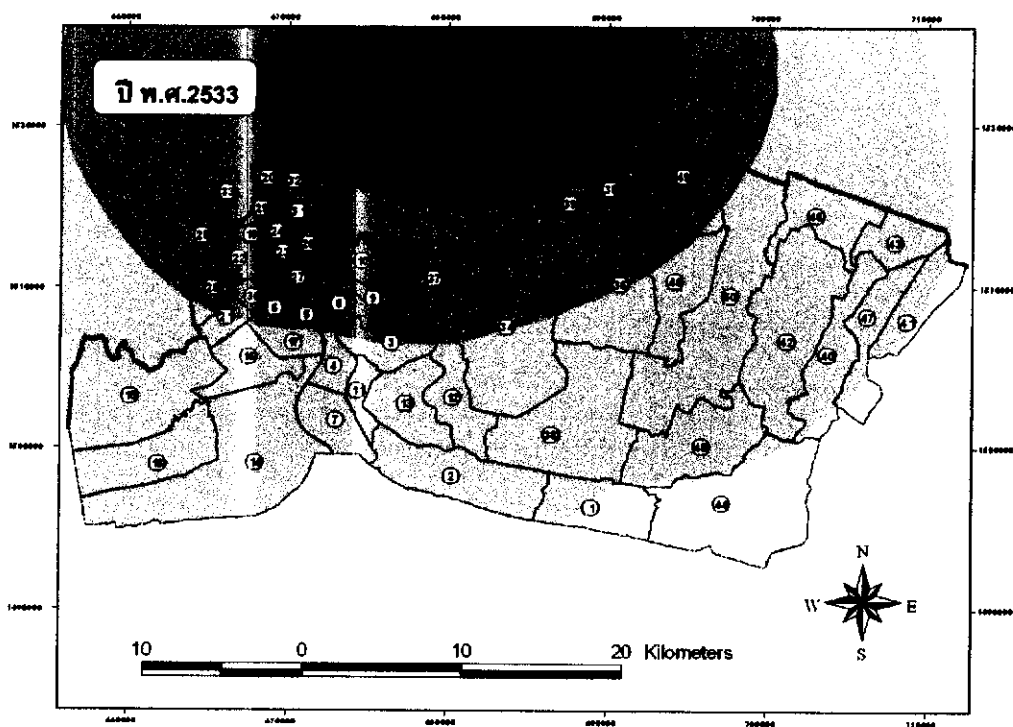
สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลยังรวมไปถึงการขยายตัวของชุมชนเมืองที่ออกไปสู่บริเวณชานเมืองซึ่งอยู่นอกขอบเขตการบริการของการประปานครหลวง(จากแผนที่ 8 และ 9) ทำให้มีการขุดเจาะน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ เนื่องจากปริมาณน้ำประปาที่ไม่เพียงพอ ปริมาณการสูบน้ำบาดาลกันอย่างไม่มีการขอบเขตจำกัดทำให้ระดับน้ำบาดาลลดต่ำลงมาก และระดับการลดของน้ำบาดาลเพิ่มขึ้นทุกปี (ดังแสดงในแผนที่ 12) ในปี พ.ศ.2520 – พ.ศ.2525 ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ลดลง 10 – 12 เมตร และในบางพื้นที่มีการลดลงของระดับน้ำบาดาลอย่างมากถึง 30 เมตร ซึ่งเป็นผลให้เกิดวิกฤติการณ์น้ำบาดาลขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อแรงดันภายในชั้นดินอย่างมาก เกิดการลดลงของแรงดันในชั้นดินทำให้พื้นดินในบริเวณนั้นเกิดการทรุดตัวได้ง่าย ต่อมาเมื่อกรมทรัพยากรธรณีได้นำมาตรการประกาศเขตควบคุมการใช้น้ำบาดาลในปี พ.ศ.2526 ทำให้วิกฤติการณ์น้ำบาดาลที่เกิดขึ้นในบางพื้นที่ลดความรุนแรงลงบ้าง

จากแผนที่ 13 จะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีการลดลงของระดับน้ำบาดาล(15 - 24เมตร)อย่างรุนแรงจะอยู่บริเวณอำเภอบางพลี อาจจะมีสาเหตุ 2 ประการคือ

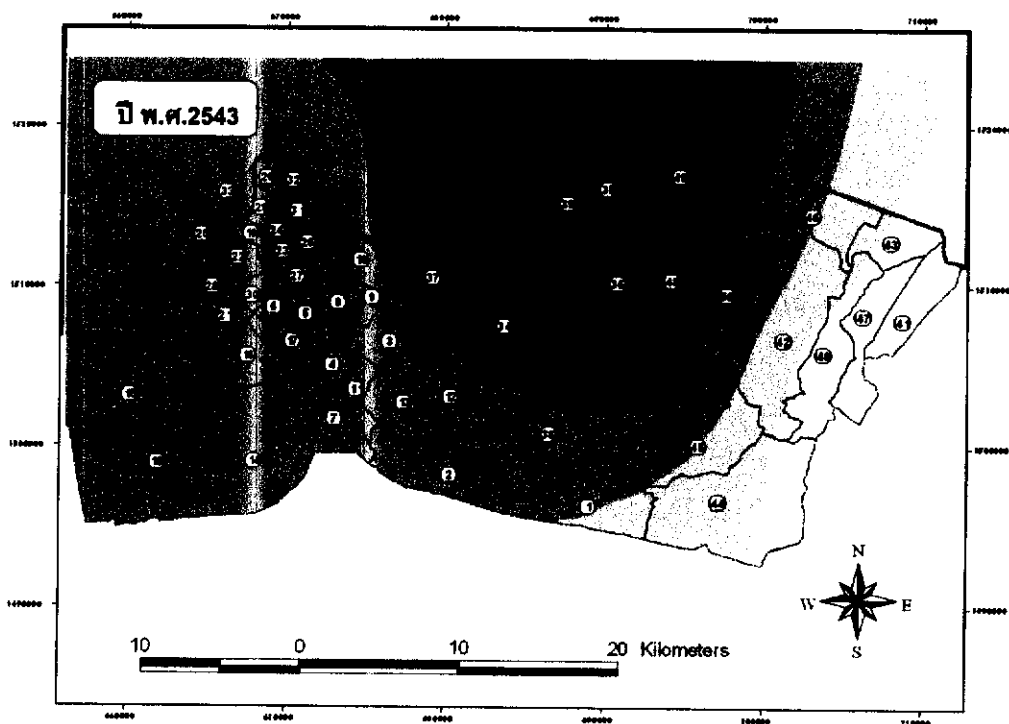
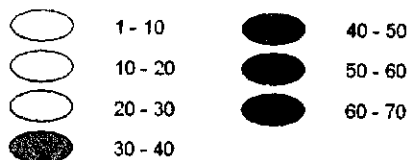
1. เป็นบริเวณที่มีการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรมสูง มีการตั้งนิคมอุตสาหกรรมบางพลีทำให้เกิดการกระจุกตัวของโรงงานอุตสาหกรรม
2. เป็นบริเวณที่การบริการน้ำประปาของการประปานครหลวงยังไม่ทั่วถึง(ดูแผนที่ 14 และ 15)ทำให้มีการใช้น้ำบาดาลในปริมาณมาก

รองลงมาคือบริเวณอำเภอเมืองมีการลดลงของระดับน้ำบาดาลตั้งแต่ 10 – 15 เมตร เนื่องจากเป็นแหล่งชุมชนขนาดใหญ่และแหล่งอุตสาหกรรม เช่น นิคมอุตสาหกรรมบางปู แต่อยู่ในพื้นที่ให้บริการน้ำประปาของการประปานครหลวง และอยู่ในบริเวณเขตควบคุมการใช้น้ำบาดาล ทำให้มีการลดลงของระดับน้ำบาดาลน้อยกว่าพื้นที่ในอำเภอบางพลี แต่ปริมาณความต้องการใช้น้ำยังมีมาก จากการออกสำรวจพื้นที่พบว่ายังมีการลักลอบสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้อยู่ตามหมู่บ้านจัดสรร และจากข้อมูลของกรมทรัพยากรธรณีสรุปว่าในเขตอุตสาหกรรมยังมีการลักลอบสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เกินกว่าปริมาณที่กำหนด

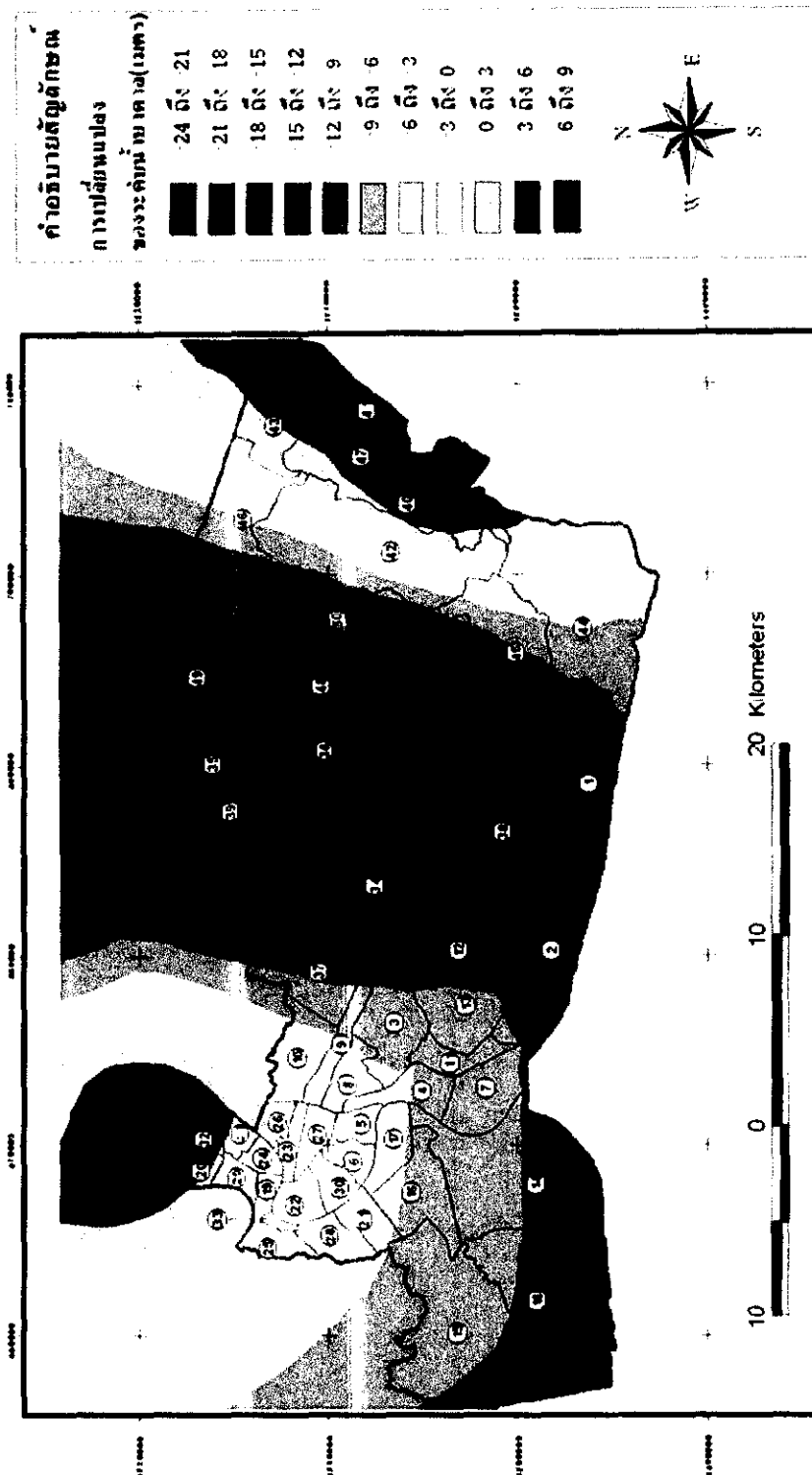
ส่วนบริเวณอำเภอพระประแดงซึ่งอยู่ในบริเวณเขตควบคุมการใช้น้ำบาดาลซึ่งติดอยู่กับเขตกรุงเทพมหานครทำให้มีการกวดขันเรื่องการใช้ น้ำบาดาลอย่างเข้มงวด ทำให้ระดับน้ำบาดาลอยู่ในสภาพคงที่หรือเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ



ระดับน้ำบาดาล (เมตร)



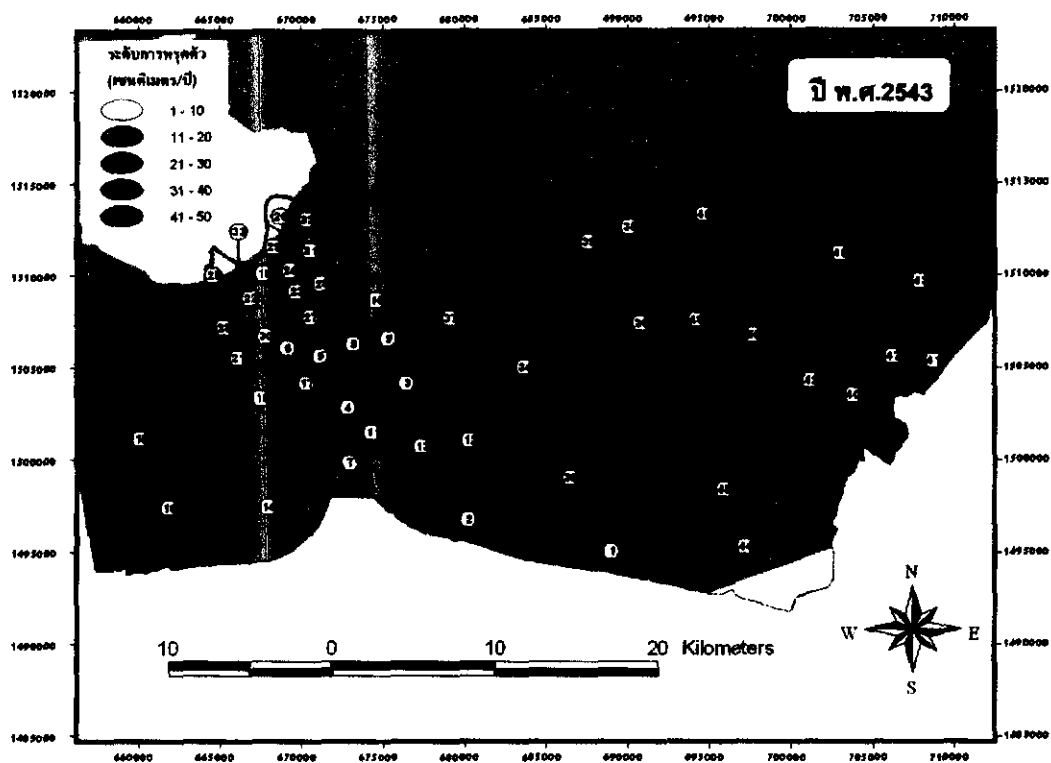
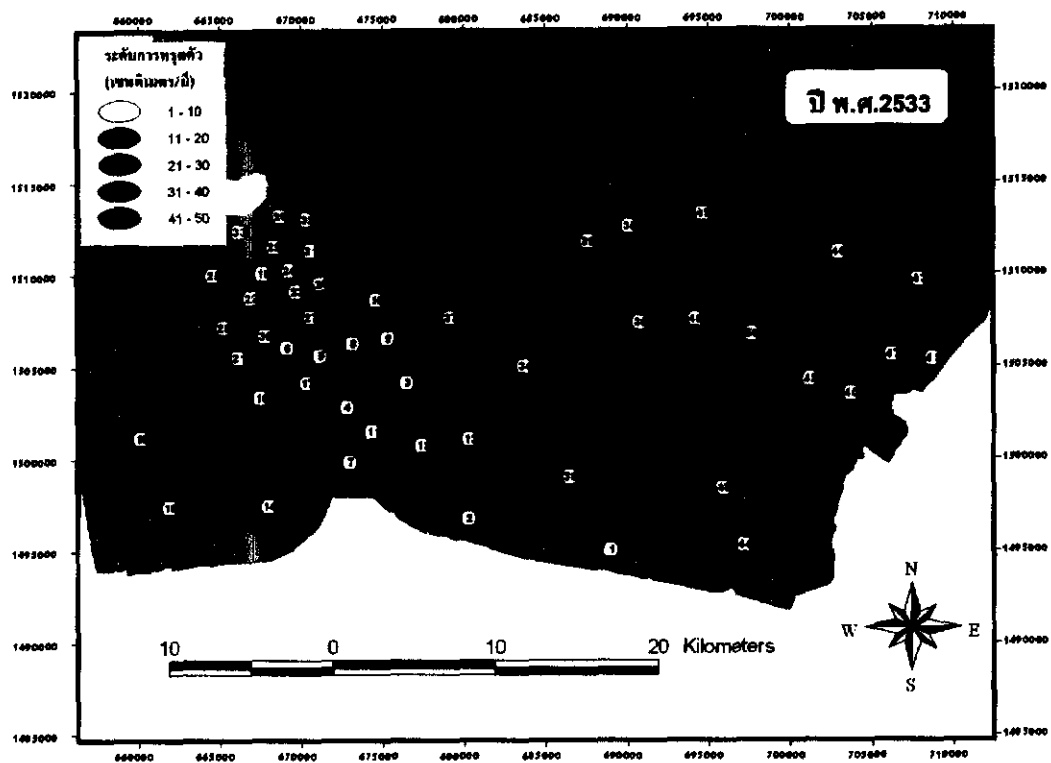
แผนที่ 12 แสดงระดับน้ำบาดาลปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ. 2543



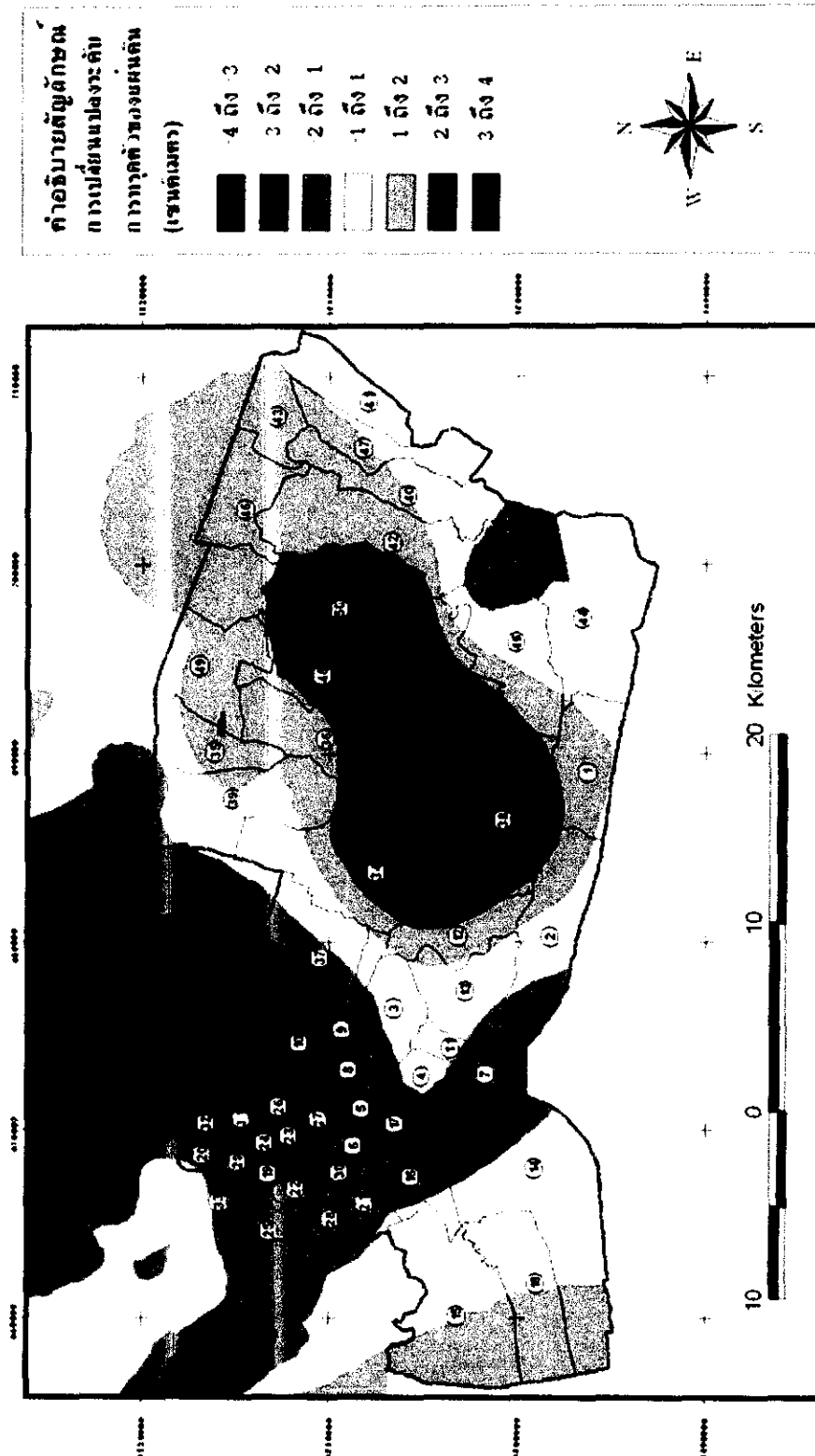
แผนที่ 13 แสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลในจังหวัดสมุทรปราการ

3. การวิเคราะห์ระดับการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ

ระดับการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ที่เป็น ศูนย์กลางการทรุดตัวในจังหวัดอย่างชัดเจน จากเดิมซึ่งศูนย์กลางการทรุดตัวของพื้นที่อยู่บริเวณ ตำบลบางเมืองและพื้นที่โดยรอบซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการขยายตัวของพื้นที่แหล่งชุมชนสูงและมีการเพิ่ม ของอัตราการเติบโตของประชากรในพื้นที่มาก มาเป็นพื้นที่บริเวณตำบลบางพลีใหญ่และพื้นที่ โดยรอบที่เป็นเขตพื้นที่ขยายตัวของพื้นที่อุตสาหกรรม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสถาบัน เทคโนโลยีแห่งเอเชีย(AIT : 2545) และสำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล (2546) ซึ่งพบว่า ในช่วงระยะเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2521 - พ.ศ.2524 กรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยเฉพาะพื้นที่ บริเวณมหาวิทยาลัยรามคำแหง บางกะปิ และบริเวณตัวเมืองจังหวัดสมุทรปราการ มีอัตราการทรุด ตัวของแผ่นดินเฉลี่ยมากกว่า 10 เซนติเมตรต่อปี ซึ่งต่อมาอัตราการทรุดตัวของแผ่นดินบริเวณใจ กลางกรุงเทพมหานครและชานเมืองย่านตะวันออกลดลง โดยในปี พ.ศ. 2534 - พ.ศ.2541 อัตรา การทรุดตัวเหลือเพียงปีละ 1-2 เซนติเมตร แต่พื้นที่การทรุดตัวได้ขยายออกไปในบริเวณรอบนอก กรุงเทพมหานคร ซึ่งยังใช้น้ำบาดาลอยู่เป็นปริมาณมาก เช่น อำเภอบางพลี และบางบ่อ มีอัตราการ ทรุดตัว 5 - 6 เซนติเมตรต่อปี บริเวณเขตลาดกระบัง และเขตมีนบุรี 4 - 5 เซนติเมตรต่อปี ปทุมธานีบริเวณถนนพหลโยธิน 4 - 5 เซนติเมตรต่อปี



แผนที่ 14 แสดงระดับการทรุดตัวปี พ.ศ.2533 และปี พ.ศ.2543



แผนที่ 15 แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับการวัดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสุพรรณบุรี

4. การวิเคราะห์รูปแบบการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ

ทำการวิเคราะห์จัดกลุ่มการทรุดตัวของแผ่นดิน โดยใช้ปัจจัย ได้แก่

- รูปแบบการใช้ที่ดิน จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายเทียม Landsat สร้างเป็นข้อมูล Digital Map แล้วทำการคำนวณพื้นที่ของแต่ละรูปแบบการใช้ที่ดินรายตำบล
- ปริมาณการใช้น้ำบาดาล คำนวณปริมาณความต้องการใช้น้ำจากจำนวนประชากรและพื้นที่อุตสาหกรรม แล้วนำมาหาสัดส่วนการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่เขตบริการของสำนักงานการประปานครหลวง
- ระดับน้ำบาดาล จากแผนที่แสดงระดับน้ำบาดาลของ AIT สร้างเป็นเส้นชั้นความลึกของระดับน้ำบาดาล ทำการคำนวณแทนค่าพื้นที่ระหว่างเส้นเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยของระดับความลึกของระดับน้ำบาดาลรายตำบล
- ระดับการทรุดตัวของแผ่นดิน จากแผนที่แสดงระดับการทรุดตัวของแผ่นดินของ AIT สร้างเป็นเส้นชั้นแสดงระดับการทรุดตัวของแผ่นดิน แล้วทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของระดับการทรุดตัวของแผ่นดิน
- ปัจจัยทางธรณี (ความหนาของชั้นดินเหนียวอ่อน) จากข้อมูล Digital Map ระดับความหนาของชั้นดินเหนียวของกรมทรัพยากรธรณี แล้วทำคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความหนาของชั้นดินเหนียว

เมื่อนำปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้น ทั้ง 2 ช่วงปีมาทำการจัดกลุ่มพื้นที่การทรุดตัวด้วยวิธีการ Cluster Analysis เพื่อทำการจัดกลุ่มที่มีปัจจัยการทรุดตัวเหมือนกัน พบว่าจากข้อมูลปัจจัยการทรุดตัวของปี พ.ศ.2533 สามารถแบ่งกลุ่มการทรุดตัวของแผ่นดินได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ (ดังภาพประกอบ 6, ตาราง 15, และแผนที่ 16)

1) กลุ่มพื้นที่เกษตรกรรมทรุดตัวอยู่ในระดับระดับน้อยถึงปานกลาง พื้นที่ส่วนมากเป็นแหล่งเกษตรกรรม แทรกด้วยชุมชนขนาดเล็ก ทำให้ความต้องการใช้น้ำมีน้อยถึงปานกลาง ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ยังมีค่อนข้างสูง การทรุดตัวอยู่ในระดับใกล้เคียงกันคือมีระดับน้อยถึงปานกลาง

2) กลุ่มพื้นที่เกษตรกรรม มีการขยายตัวของพื้นที่อุตสาหกรรม การทุดตัวมีระดับตั้งแต่น้อยจนถึงระดับมาก พื้นที่ส่วนมากยังเป็นเกษตรกรรมอยู่ แต่มีการขยายตัวของพื้นที่อุตสาหกรรมในพื้นที่กลุ่มนี้ ทำให้ความต้องการใช้น้ำจึงมีระดับปานกลางค่อนข้างสูง ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่มีระดับค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับกลุ่มแรก การทุดตัวมีระดับตั้งแต่น้อยจนถึงระดับมาก เนื่องจากพื้นที่มีศักยภาพในการขยายตัวของอุตสาหกรรม

3) กลุ่มพื้นที่แหล่งชุมชนมีการขยายตัวของอุตสาหกรรม การทุดตัวมีมาก เป็นกลุ่มที่มีพื้นที่ส่วนมากเป็นแหล่งชุมชน แทรกด้วยพื้นที่อุตสาหกรรม มีความต้องการใช้น้ำค่อนข้างสูง ระดับน้ำบาดาลค่อนข้างต่ำ การทุดตัวมีมาก พื้นที่ในกลุ่มนี้กระจุกตัวเป็นศูนย์กลางความเจริญของสมุทรปราการ (ยกเว้นบาง ปูใหม่ซึ่งมีแนวโน้มพัฒนาเป็นแหล่งนิคมอุตสาหกรรมบางปู)

4) พื้นที่อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีการระดับการทุดตัวอยู่ปานกลาง พื้นที่ส่วนมากเป็นแหล่งอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีนิคมอุตสาหกรรมบางพลีอยู่ในพื้นที่ ความต้องการใช้น้ำมีสูงมากเนื่องจากเป็นความต้องการใช้น้ำที่เกิดจากความต้องการใช้น้ำในอุตสาหกรรมการผลิต มีระดับน้ำบาดาลค่อนข้างต่ำ แต่พื้นที่ยังมีการระดับการทุดตัวอยู่แค่ปานกลาง

และในปี พ.ศ.2543 สามารถแบ่งกลุ่มการการทุดตัวของแผ่นดินได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ (ดังภาพประกอบ 7, ตาราง 16, และแผนที่ 17)

1) กลุ่มพื้นที่เกษตรกรรมไม่เปลี่ยนแปลง การทุดตัวอยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง พื้นที่ส่วนมากยังคงเป็นพื้นที่เกษตรกรรมไม่เปลี่ยนแปลง ความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ยังคงมีน้อย ทำให้ระดับน้ำบาดาลส่วนมากมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย ระดับการทุดตัวค่อนข้างคงที่

2) กลุ่มพื้นที่มีศักยภาพในการขยายตัวของอุตสาหกรรม การทุดตัวมีระดับปานกลางค่อนข้างสูง เป็นพื้นที่มีศักยภาพในการขยายตัวของอุตสาหกรรม พื้นที่เดิมซึ่งเป็นแหล่งเกษตรกรรมลดลง ความต้องการใช้น้ำมีระดับค่อนข้างสูง ระดับน้ำบาดาลลดลงจากเดิม การทุดตัวมีระดับปานกลางค่อนข้างสูง

3) กลุ่มพื้นที่แหล่งชุมชน และพื้นที่แหล่งอุตสาหกรรม ซึ่งอยู่ในเขตควบคุมการใช้น้ำบาดาลและมีระบบประปาใช้ การทุดตัวมีระดับการทุดตัวน้อยลง เป็นพื้นที่ที่มีการขยายตัวของแหล่งชุมชน พื้นที่บางส่วนมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินจากแหล่งชุมชนเป็นแหล่งอุตสาหกรรม ความต้องการใช้น้ำอยู่ระดับปานกลางส่วนมากเกิดจากความต้องการใช้น้ำของประชากร ระดับน้ำบาดาลยังคงลดลงอยู่แต่น้อยลง การทุดตัวมีระดับการทุดตัวน้อยลงไปกว่าเดิม เนื่องจากมีการวางระบบน้ำประปาในพื้นที่เพิ่มขึ้น และเป็นพื้นที่ซึ่งเดิมอยู่ในเขตควบคุมบาดาลระดับ 1 ทำให้มีการใช้น้ำบาดาลลดลง

4) พื้นที่อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ระบบประปายังไม่ทั่วถึง ศูนย์กลางการท่อดั้ว พื้นที่ส่วนมากเป็นยังแหล่งอุตสาหกรรม แต่มีการขยายตัวมากกว่าเดิม ทำให้มีความต้องการใช้น้ำ เพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม ถึงแม้ว่าจะมีการวางโครงการระบบประปาในพื้นที่แต่ยังให้บริการไม่ทั่วถึง พื้นที่ มีการลดลงของระดับน้ำบาดาลอย่างมาก และเป็นศูนย์กลางการท่อดั้วของจังหวัดสมุทรปราการ

ผลการศึกษาสรุปได้ว่าการวิเคราะห์จัดกลุ่มการท่อดั้วของจังหวัดสมุทรปราการในปี พ.ศ. 2533 และ พ.ศ.2543 ถึงแม้ว่าจะทำการวิเคราะห์จัดกลุ่มได้ 4 รูปแบบเท่ากัน แต่รายละเอียดในรูปแบบ มีการเปลี่ยนแปลงทำให้ลักษณะของกลุ่มการท่อดั้วในปี พ.ศ.2533 และ พ.ศ.2543 ไม่เหมือนกัน เนื่องจากตัวแปรบางตัวมีพัฒนาการเพิ่มขึ้น

โดยพบว่าจากรูปแบบของการใช้ที่ดินในปี พ.ศ.2533 ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัด สมุทรปราการมีรูปแบบการใช้ที่ดินเป็นแบบพื้นที่เกษตรกรรมมีพื้นที่ถึง 469.62 ตารางกิโลเมตรหรือ ร้อยละ 48.88 ของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ รองลงมาเป็นรูปแบบการใช้ที่ดินแบบแหล่งชุมชนคิด เป็นพื้นที่ 193.65 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 20.16 ของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ และรูปแบบการ ใช้ที่ดินแบบพื้นที่อุตสาหกรรมคิดเป็นพื้นที่ 116.28 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 12.10 ของพื้นที่ จังหวัดสมุทรปราการ ที่เหลือเป็นพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ พื้นที่แหล่งน้ำ บ่อปลาและนาทุ่งซึ่งคิด เป็นพื้นที่ 181.13 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 118.86 ของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

พื้นที่ส่วนมากเป็นแหล่งเกษตรกรรมมีลักษณะความต้องการใช้น้ำน้อยและคุณภาพของน้ำ ที่นำมาใช้ไม่ต้องการคุณภาพน้ำดีนักเนื่องจากเป็นความต้องการใช้น้ำของพืช จึงเหมาะสมกับการใช้ น้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำ บ่อน้ำ และคลองต่างๆ เป็นต้น ซึ่งมีต้นทุนถูกกว่าการใช้น้ำประปา หรือน้ำบาดาล ดังนั้นพื้นที่ที่มีความต้องการใช้น้ำบาดาลปริมาณมากจึงอยู่บริเวณที่ตัวเมืองของ จังหวัดสมุทรปราการ ได้แก่ ตำบลปากน้ำ บางเมือง และสำโรงใต้ และพื้นที่เขตอุตสาหกรรม ได้แก่ ตำบลเทพารักษ์ บางปูใหม่ บางเมืองใหม่ สำโรงเหนือ และบางพลีใหญ่ พื้นที่เหล่านี้ถึงบางส่วนมี ระบบน้ำประปาเข้าถึงในพื้นที่แต่ยังไม่สามารถบริการน้ำได้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชน ทำให้ประชาชนบางส่วนต้องหันไปใช้น้ำบาดาลในการอุปโภคบริโภคและเนื่องจากต้นทุนน้ำประปาสูง ที่กว่าต้นทุนการสูบน้ำบาดาลโรงงานอุตสาหกรรมบางส่วนจึงสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เพื่อลดต้นทุน ในกระบวนการผลิต ทำให้ปริมาณน้ำบาดาลที่สูบขึ้นไปใช้ในพื้นที่เหล่านี้มีสูงเกินกว่าปริมาณน้ำ บาดาลที่ธรรมชาติจะสร้างขึ้นมาทดแทนได้ทัน จึงเป็นผลให้ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่เหล่านี้ลดลง เรื่อยๆ ประกอบกับพื้นที่บริเวณตะวันตกเฉียงเหนือของจังหวัดสมุทรปราการอยู่ติดกับพื้นที่เขตวิกฤติ น้ำบาดาลระดับ 1 ของกรุงเทพมหานคร จึงได้รับผลกระทบจากการการสูบน้ำบาดาลในพื้นที่ดังกล่าว ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่บริเวณนี้มีการลดระดับลงเป็นพื้นที่กว้าง

ในปี พ.ศ.2533 พบว่าบริเวณที่มีการทรุดตัวมากคือ บริเวณตำบลบางเมืองและพื้นที่โดยรอบ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการขยายตัวของแหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม ระดับน้ำบาดาลลดลงต่ำ ส่วนพื้นที่เฝ้าระวังคือ บริเวณตำบลบางพลีใหญ่ ซึ่งเป็นเขตขยายตัวของอุตสาหกรรม ระดับน้ำบาดาลค่อนข้างต่ำ ระบบประปา ยังเข้าไม่ถึงทั่วถึง แต่การทรุดตัวยังอยู่ในระดับปานกลาง

ส่วนในปี พ.ศ.2543 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ พื้นที่ซึ่งมีรูปแบบการใช้ที่ดินแบบเกษตรกรรมมีพื้นที่ลดลงเหลือ 160.81 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 16.75 ของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ ส่วนพื้นที่ซึ่งมีรูปแบบการใช้ที่ดินแบบแหล่งชุมชน และพื้นที่อุตสาหกรรมมีพื้นที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความต้องการใช้น้ำสูงเนื่องจากความต้องการใช้น้ำในกระบวนการการผลิตและการอุปโภคบริโภค ซึ่งพื้นที่แหล่งชุมชนมีพื้นที่เพิ่มขึ้นถึง 362.88 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 37.76 ของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ และพื้นที่อุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นถึง 210.91 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 21.96 ของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

ความต้องการใช้น้ำบาดาลจากเดิมพื้นที่ที่มีปริมาณมากอยู่บริเวณที่ตัวเมืองของจังหวัดสมุทรปราการ ได้แก่ ตำบลปากน้ำ บางเมือง และสำโรงใต้ เปลี่ยนเป็นพื้นที่ในตำบลบางพลีใหญ่ บางโฉลง บางปลา ศีรชะจรเข้ใหญ่ บางเสาธง และบางปู ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการขยายตัวของอุตสาหกรรมสูง เป็นผลมาจากการประกาศพระราชบัญญัติน้ำบาดาลในปี พ.ศ.2526 มีการกำหนดเขตวิกฤติน้ำบาดาลเพื่อควบคุมการใช้น้ำบาดาล ทำให้พื้นที่บริเวณที่ตัวเมืองเป็นพื้นที่ในเขตวิกฤติน้ำบาดาลระดับ 1 ของจังหวัดสมุทรปราการซึ่งอยู่บริเวณตะวันตกเฉียงเหนือมีปริมาณการสูบน้ำบาดาลขึ้นไปใช้ลดน้อยลง ประกอบกับการประกาศกรุงเทพมหานครมีการวางแผนขยายพื้นที่บริการในจังหวัดสมุทรปราการเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ.2530 เป็นผลให้ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่บริเวณนี้ยังคงที่ และในบางพื้นที่การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำบาดาล ส่วนพื้นที่ที่มีการขยายตัวของอุตสาหกรรมสูง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความต้องการใช้น้ำในปริมาณมาก แต่เขตการบริการของการประปานครหลวงจังหวัดสมุทรปราการและการประกาศกรุงเทพมหานครยังไม่สามารถให้บริการได้ทั่วถึง จึงยังคงมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มหาศาล เป็นผลให้ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่บริเวณนี้จึงลดลงอย่างรวดเร็ว จนกลายเป็นศูนย์กลางพื้นที่วิกฤติน้ำบาดาลแห่งใหม่

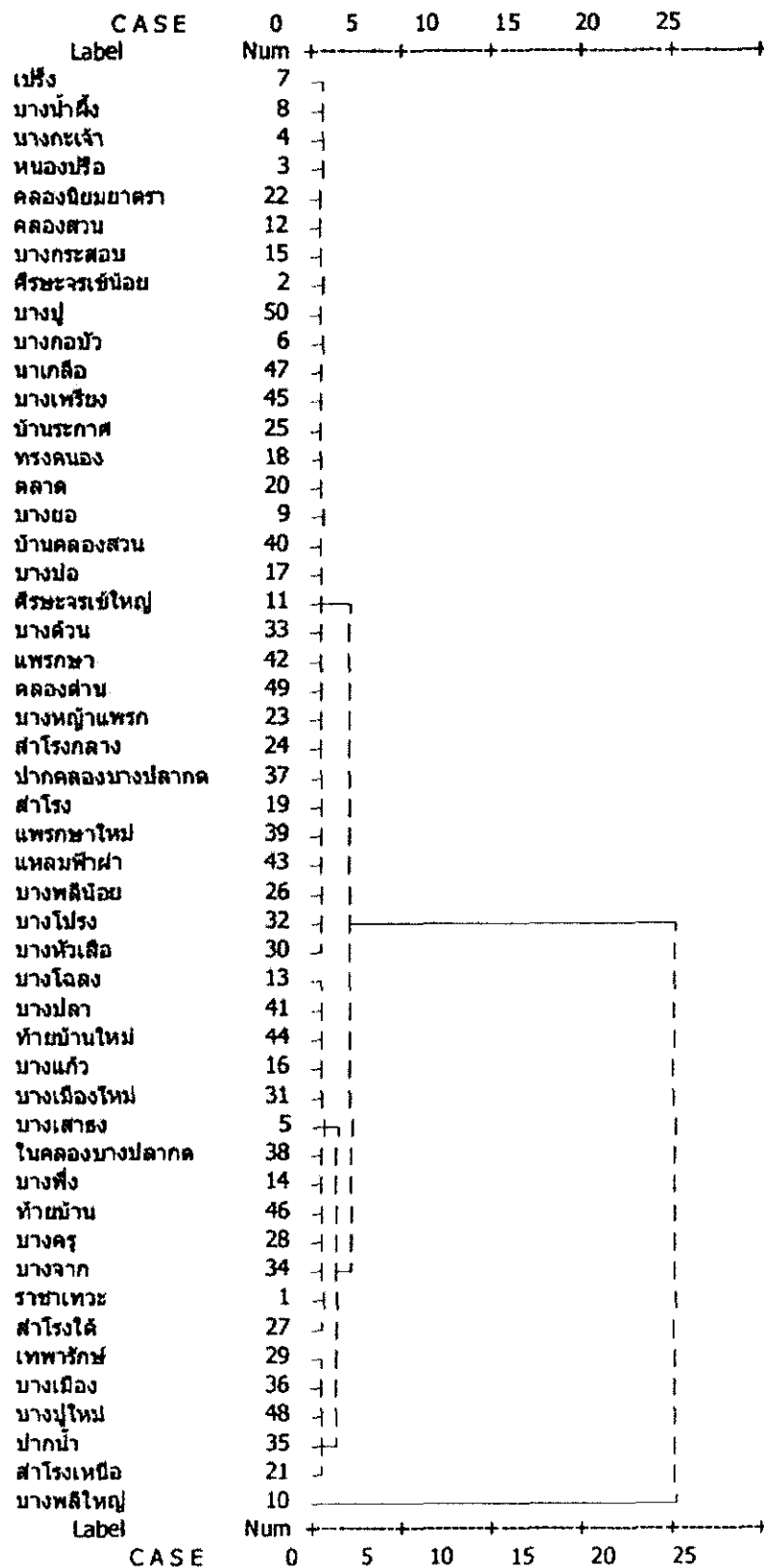
ในปี พ.ศ.2543 พบว่าบริเวณที่มีศูนย์กลางการทรุดตัวมากคือ บริเวณตำบลบางพลีใหญ่ ซึ่งเป็นพื้นที่เขตอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ระดับน้ำบาดาลลดลงมาก และระบบประปา ยังเข้าไม่ถึงทั่วถึง พื้นที่เฝ้าระวังคือ พื้นที่บริเวณใกล้เคียงตำบลบางพลีใหญ่ ซึ่งมีแนวโน้มจะเป็นพื้นที่ขยายตัวของอุตสาหกรรม และระบบประปา ยังเข้าไม่ถึงทั่วถึง ส่วนพื้นที่ บริเวณตำบลบางเมืองและพื้นที่โดยรอบ เมื่อมีการควบคุมการใช้น้ำบาดาลและมีการขยายระบบประปาเข้าไปทั่วถึง ทำให้สถานการณ์น้ำบาดาลมีแนวโน้มว่าจะดีขึ้น

ตาราง 15 การวิเคราะห์กลุ่มการทุจริตตัวของจังหวัดสมุทรปราการปี พ.ศ.2533

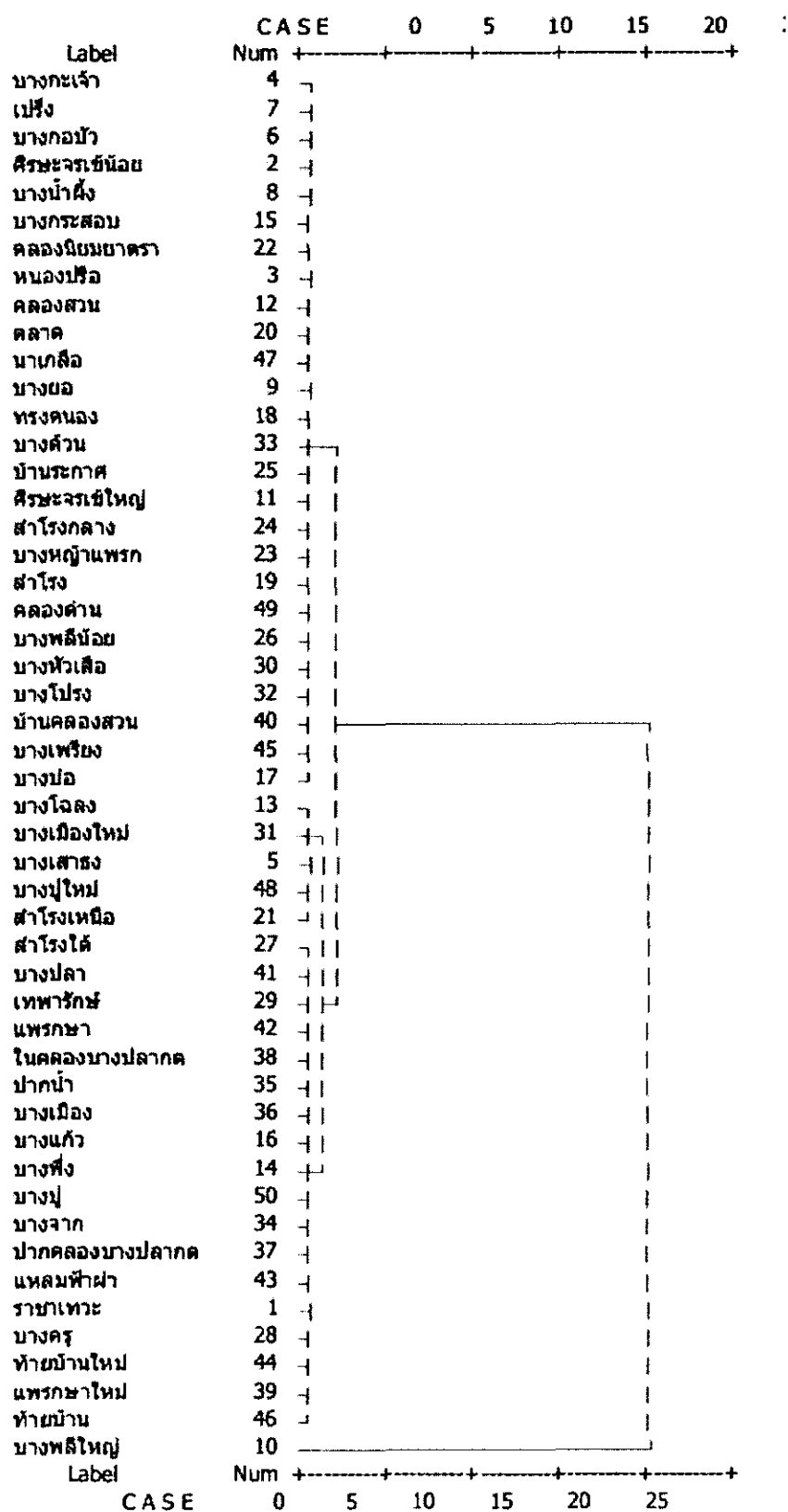
กลุ่มที่	ชื่อกลุ่ม	รายชื่อตำบล
1	กลุ่มพื้นที่เกษตรกรรม การทุจริตอยู่ในระดับ ระดับน้อยถึงปานกลาง	เปรี้ง, บางน้ำผึ้ง, บางกะเจ้า, หนองปรือ, คลองนิคม ยาตรา, คลองสวน, บางกระสอบ, ศีระจรรย์น้อย, บางปู , บางกอบัว, นาเกลือ, บางเพรียง, บ้านระกาศ, ทรงคนอง , ตลาด, บางยอ, บ้านคลองสวน, บางบ่อ, ศีระจรรย์ใหญ่ , บางด้วน, แพรกษา, คลองด่าน, บางหญ้าแพรก, สำโรง กลาง, ปากคลองบางปลากด, สำโรง, แพรกษาใหม่, แหลมฟ้าผ่า, บางพลีน้อย, บางโปรง, บางหัวเสือ
2	กลุ่มพื้นที่เกษตรกรรม มี การขยายตัวของพื้นที่ อุตสาหกรรม การทุจริตมี ระดับตั้งแต่น้อยจนถึง ระดับมาก	บางโหลง, บางปลา, ท้ายบ้านใหม่, บางแก้ว, บางเมือง ใหม่, บางเสาธง, ในคลองบางปลากด, บางฟุ้ง, ท้ายบ้าน, บางครุ, บางจาก, ราชاتهวะ, สำโรงใต้
3	กลุ่มพื้นที่แหล่งชุมชนมีการ ขยายตัวของอุตสาหกรรม การทุจริตมีมาก	เทพารักษ์, บางเมือง, บางปูใหม่, ปากน้ำ, สำโรงเหนือ
4	พื้นที่อุตสาหกรรมขนาด ใหญ่ มีการระดับการทุจริต ตัวอยู่ปานกลาง	บางพลีใหญ่

ตาราง 16 การวิเคราะห์กลุ่มการทุจริตตัวของจังหวัดสมุทรปราการปี พ.ศ.2543

กลุ่มที่	ชื่อกลุ่ม	รายชื่อตำบล
1	กลุ่มพื้นที่เกษตรกรรมไม่เปลี่ยนแปลง การทุจริตตัวอยู่ในระดับระดับน้อยถึงปานกลาง	บางกะเจ้า, เปรัง, บางกอบัว, ศีรະจระเข้, บางน้ำผึ้ง, บางกระสอบ, คลองนิมยาตรา, หนองปรือ, คลองสวน, ตลาด, นาเกลือ, บางยอ, ทรงคนอง, บางด้วน, บ้านระกาศ, ศีรະจระเข้ใหญ่, สำโรงกลาง, บางหญ้าแพรก, สำโรง, คลองด่าน, บางพลีน้อย, บางหัวเสือ, บางโปรง, บ้านคลองสวน, บางเพรียง, บางบ่อ
2	กลุ่มพื้นที่มีศักยภาพในการขยายตัวของอุตสาหกรรม การทุจริตตัวมีระดับปานกลางค่อนข้างสูง	บางโฉลง, บางเมืองใหม่, บางเสาธง, บางปูใหม่, สำโรงเหนือ
3	กลุ่มพื้นที่แหล่งชุมชน และพื้นที่แหล่งอุตสาหกรรม ซึ่งอยู่ในเขตควบคุมการใช้ น้ำบาดาลและมีระบบประปาใช้ การทุจริตตัวมีระดับการทุจริตตัวน้อยลง	สำโรงใต้, บางปลา, เทพารักษ์, แพรกษา, ในคลองบางปลากด, ปากน้ำ, บางเมือง, บางแก้ว, บางฟุ้ง, บางปู, บางจาก, ปากคลองบางปลากด, แหยมฟ้าผ่า, ราชาเทวะ, บางครุ, ห้วยบ้านใหม่, แพรกษาใหม่, ห้วยบ้าน
4	พื้นที่อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีการวางระบบ ประปายังไม่ทั่วถึง ศูนย์กลางการทุจริตตัว	บางพลีใหญ่



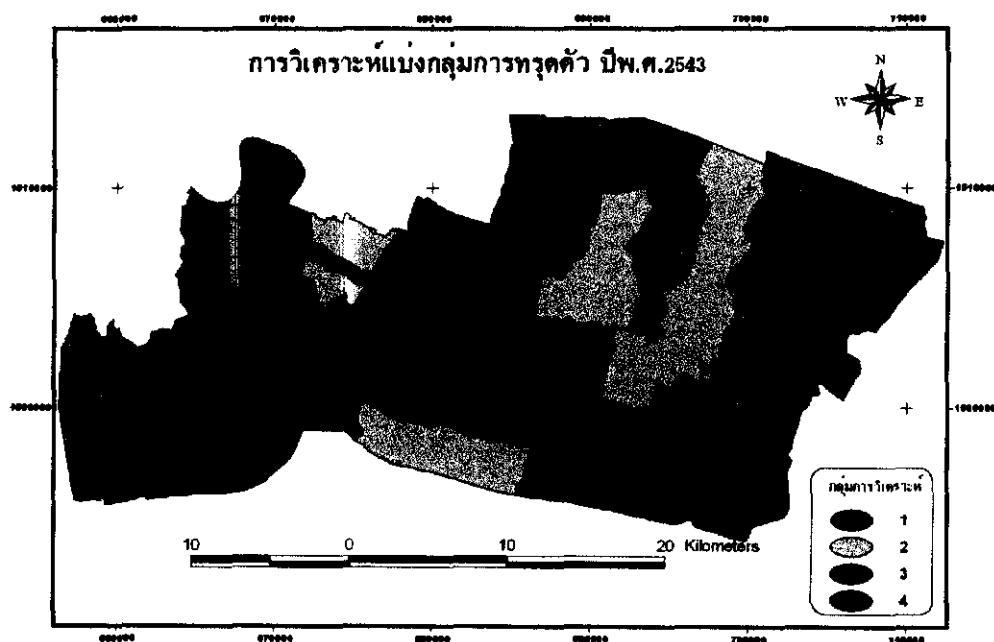
ภาพประกอบ 6 แสดงแผนภูมิการวิเคราะห์กลุ่มการทรงตัวองแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการปี พ.ศ.2533



ภาพประกอบ 7 แสดงแผนภูมิการวิเคราะห์กลุ่มการทุจริตตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการปี พ.ศ.2543



แผนที่ 16 แสดงการวิเคราะห์กลุ่มการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ ปี พ.ศ. 2533



แผนที่ 17 แสดงการวิเคราะห์กลุ่มการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ ปี พ.ศ. 2543

5. การคาดการณ์สถานการณ์การทรุดตัวของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

นำข้อมูลปัจจัยการทรุดตัวของแผ่นดิน (ที่กล่าวในข้อ 3) ทั้ง 2 ช่วงปีมาหาค่าการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยในพื้นที่ ได้แก่

- การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน
- การเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้น้ำบาดาล
- การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาล
- การเปลี่ยนแปลงระดับการทรุดตัวของแผ่นดิน

แล้วนำค่าการเปลี่ยนแปลงที่ได้มาทำการจัดกลุ่มด้วยวิธีการ Cluster Analysis เพื่อหาพื้นที่ที่มีกลุ่มปัจจัยการทรุดตัวที่มีแนวโน้มเหมือนกัน ผลการศึกษาพบว่าสามารถจัดกลุ่มแนวโน้มการทรุดตัวได้ทั้งหมด 7 กลุ่ม และสามารถคาดการณ์สถานการณ์การทรุดตัวของพื้นที่ในจังหวัดสมุทรปราการได้ 4 รูปแบบ คือ (ดังภาพประกอบ 8, ตาราง 17, และแผนที่ 18)

สถานการณ์การทรุดตัวมีแนวโน้มดีขึ้น มี 2 กลุ่ม ได้แก่

1) กลุ่มพื้นที่เกษตรกรรม มีแนวโน้มการทรุดตัวน้อยลง กลุ่มที่มีการทรุดตัวเฉลี่ยของพื้นที่มีอัตราน้อย การลดลงของระดับน้ำบาดาลมีน้อยจนเกือบคงที่ เนื่องจากพื้นที่ส่วนมากยังเป็นพื้นที่เกษตรกรรมอยู่ อัตราการขยายตัวของชุมชนยังมีน้อย และพื้นที่ส่วนมากมีน้ำระบบประปาเข้าถึง เป็นพื้นที่ที่มีแนวโน้มว่าจะมีการทรุดตัวน้อยลง

2) กลุ่มพื้นที่แหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม ที่อยู่ในเขตควบคุมน้ำบาดาลและมีระบบประปาทั่วถึง มีแนวโน้มการทรุดตัวน้อยลง กลุ่มที่มีการทรุดตัวเฉลี่ยของพื้นที่และการลดลงของระดับน้ำบาดาลมีอัตราน้อยลง เนื่องจากอยู่ในเขตควบคุมน้ำบาดาลระดับ 1 (ยกเว้นคลองด่าน) ถึงแม้ว่าพื้นที่ส่วนมากจะเป็นแหล่งอุตสาหกรรมและชุมชนเมือง แต่มีระบบประปาในพื้นที่หนาแน่นทำให้มีน้ำประปาเพียงพอต่อความต้องการ เป็นพื้นที่ที่มีแนวโน้มว่าจะมีการทรุดตัวน้อยลง

สถานการณ์การทรุดตัวมีแนวโน้มคงที่ มี 2 กลุ่ม ได้แก่

3) กลุ่มพื้นที่แหล่งชุมชน มีระบบประปาเพียงพอต่อความต้องการ แนวโน้มการทรุดตัวคงที่ กลุ่มที่มีการทรุดตัวเฉลี่ยของพื้นที่เกือบคงที่ ระดับน้ำบาดาลลดลงน้อย พื้นที่ส่วนมากเป็นชุมชนเมือง แต่ยังมีพื้นที่เกษตรกรรมและบ่อปลานกุ้งแทรกอยู่ในพื้นที่ ในพื้นที่มีน้ำจะมีระบบประปาเพียงพอต่อความต้องการของประชากร ทำให้พื้นที่ที่มีแนวโน้มการทรุดตัวอยู่ระดับที่ค่อนข้างคงที่

4) กลุ่มพื้นที่ที่มีการขยายของแหล่งชุมชน มีระบบประปาในพื้นที่ค่อนข้างมาก แนวโน้มการทรุดตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยถึงคงที่ กลุ่มที่มีการทรุดตัวเฉลี่ยของพื้นที่มีอัตราน้อยลง การลดลงของระดับน้ำบาดาลอยู่ระดับปานกลาง พื้นที่ที่มีการขยายตัวของชุมชนเมือง มีพื้นที่บางส่วนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและบ่อปลานกัง ความต้องการใช้น้ำในกลุ่มนี้ส่วนมากมาจากประชากรในพื้นที่ มีระบบประปาในพื้นที่ค่อนข้างมาก แต่ยังมีประชากรบางส่วนยังใช้น้ำบาดาลอยู่ ทำให้ระดับการทรุดตัวในพื้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจนถึงคงที่

สถานการณ์การทรุดตัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและเป็นพื้นที่ที่ต้องระวังป้องกันการทรุดตัวในอนาคต มี 2 กลุ่ม ได้แก่

5) กลุ่มพื้นที่การขยายตัวของแหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรมเข้าไปไม่ถึง แต่มีศักยภาพในการทรุดตัวมาก (ถ้าไม่มีการขยายตัวของอุตสาหกรรมหรือแหล่งชุมชน) มีแนวโน้มการทรุดตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยถึงคงที่ กลุ่มที่มีการทรุดตัวเฉลี่ยของพื้นที่ส่วนมากมีน้อยจนถึงปานกลาง ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ยังมีระดับสูงอยู่ เนื่องจากเป็นเขตที่อุตสาหกรรมยังขยายตัวเข้าไปไม่ถึง และอัตราการเติบโตของประชากรมีอัตราน้อยลง พื้นที่ส่วนมากยังทำการเกษตรกรรมอยู่ ปัจจุบันยังเป็นพื้นที่ซึ่งมีแนวโน้มการทรุดตัวอยู่ในระดับเพิ่มขึ้นเล็กน้อยถึงคงที่ แต่การทรุดตัวของพื้นที่กลุ่มนี้น่าจะเกิดจากสภาพธรณีของพื้นที่เนื่องจากอยู่ในเขตที่มีความหนาของชั้นดินเหนียวอ่อนสูง ทำให้เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในการทรุดตัวมาก ถ้าในอนาคตยังมีการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรมหรือแหล่งชุมชนเข้ามาในพื้นที่ อาจทำให้พื้นที่มีระดับการทรุดตัวเพิ่มขึ้น

6) กลุ่มพื้นที่การขยายตัวของแหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม และระบบประปายังเข้าไปไม่ถึง เป็นพื้นที่ที่ต้องระวังการทรุดตัวในอนาคต กลุ่มที่มีการทรุดตัวเฉลี่ยของพื้นที่มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากการลดลงของระดับน้ำบาดาลมีสูง ความต้องการใช้น้ำยังมีเพิ่มขึ้นน้อยเนื่องจากอัตราการเติบโตของประชากรมีน้อย แต่มีแนวโน้มการขยายตัวของอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชนเข้าไปในพื้นที่ในอนาคต เนื่องจากการสร้างสนามบินสุวรรณภูมิ และระบบประปายังเข้าไปในพื้นที่ไม่ทั่วถึง ทำให้เป็นพื้นที่ที่ต้องระวังป้องกันการทรุดตัวในอนาคต

สถานการณ์การทรุดตัวเป็นพื้นที่ซึ่งเดิมซึ่งเป็นศูนย์กลางการทรุดตัวของจังหวัด คาดการณ์ว่าในอนาคตยังคงเป็นพื้นที่ที่มีการทรุดตัวอยู่ในระดับวิกฤติ จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนมาตรการช่วยเหลือปัญหาการทรุดตัว มี 1 กลุ่ม ได้แก่

7) กลุ่มพื้นที่การขยายตัวของอุตสาหกรรม คาดการณ์ว่าในอนาคตยังคงเป็นพื้นที่ที่มีการทรุดตัวอยู่ในระดับวิกฤติ จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนมาตรการช่วยเหลือปัญหาการทรุด กลุ่มที่มีการทรุดตัวเฉลี่ยของพื้นที่เพิ่มขึ้น การลดลงของน้ำบาดาลมาก และพื้นที่อยู่ในเขตที่มีความหนาของชั้นดินเหนียวอ่อนสูง ความต้องการใช้น้ำมีเพิ่มขึ้นมากเกิดจากการใช้พื้นที่ส่วน

ใหญ่เป็นพื้นที่อุตสาหกรรม ระบบประปายังเข้าไปในพื้นที่น้อย เป็นพื้นที่ซึ่งเดิมซึ่งเป็นศูนย์กลางการท่ดตัวของจังหวัด คาดการณ์ว่าในอนาคตยังคงเป็นพื้นที่ที่มีการท่ดตัวอยู่ในระดับวิกฤติ จำเป็นที่จะต้องมีการวางมาตรการช่วยเหลือปัญหาการท่ดตัว

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของของรูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ พบว่า มีลักษณะของการพัฒนาพื้นที่เป็นชุมชนอุตสาหกรรม โดยมีการพัฒนาจากพื้นที่เดิมเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่ชุมชนหรือพัฒนาเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม ซึ่งการพัฒนารูปแบบการใช้ที่ดินเป็นผลมาจากการขยายตัวของกรุงเทพมหานคร ปริมาณการใช้น้ำบาดาลของจังหวัดสมุทรปราการที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่จากเดิมจังหวัดสมุทรปราการส่วนมากการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ไปเพื่อการอุปโภคบริโภคของประชากร ต่อมาเมื่อมีการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ซึ่งมีความต้องการใช้น้ำในกระบวนการผลิตปริมาณมาก แต่การจัดหาน้ำประปาในพื้นที่มีไม่เพียงพอ ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่นอกพื้นที่เขตบริการของระบบน้ำประปาหันไปใช้การสูบน้ำบาดาลเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต จึงมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำบาดาลขนาดใหญ่ในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อให้สามารถสูบน้ำบาดาลให้ได้ปริมาณมากพอกับความต้องการในกระบวนการผลิต เป็นผลให้ระดับน้ำบาดาลในพื้นที่มีระดับลดลงอย่างต่อเนื่อง รูปแบบการท่ดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางการท่ดตัวในจังหวัดอย่างชัดเจน จากเดิมซึ่งศูนย์กลางการท่ดตัวของพื้นที่อยู่บริเวณตำบลบางเมืองและพื้นที่โดยรอบซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการขยายตัวของพื้นที่แหล่งชุมชนสูงและมีการเพิ่มของอัตราการเติบโตของประชากรในพื้นที่มาก มาเป็นพื้นที่บริเวณตำบลบางพลีใหญ่และพื้นที่โดยรอบที่เป็นเขตพื้นที่ขยายตัวของพื้นที่อุตสาหกรรม

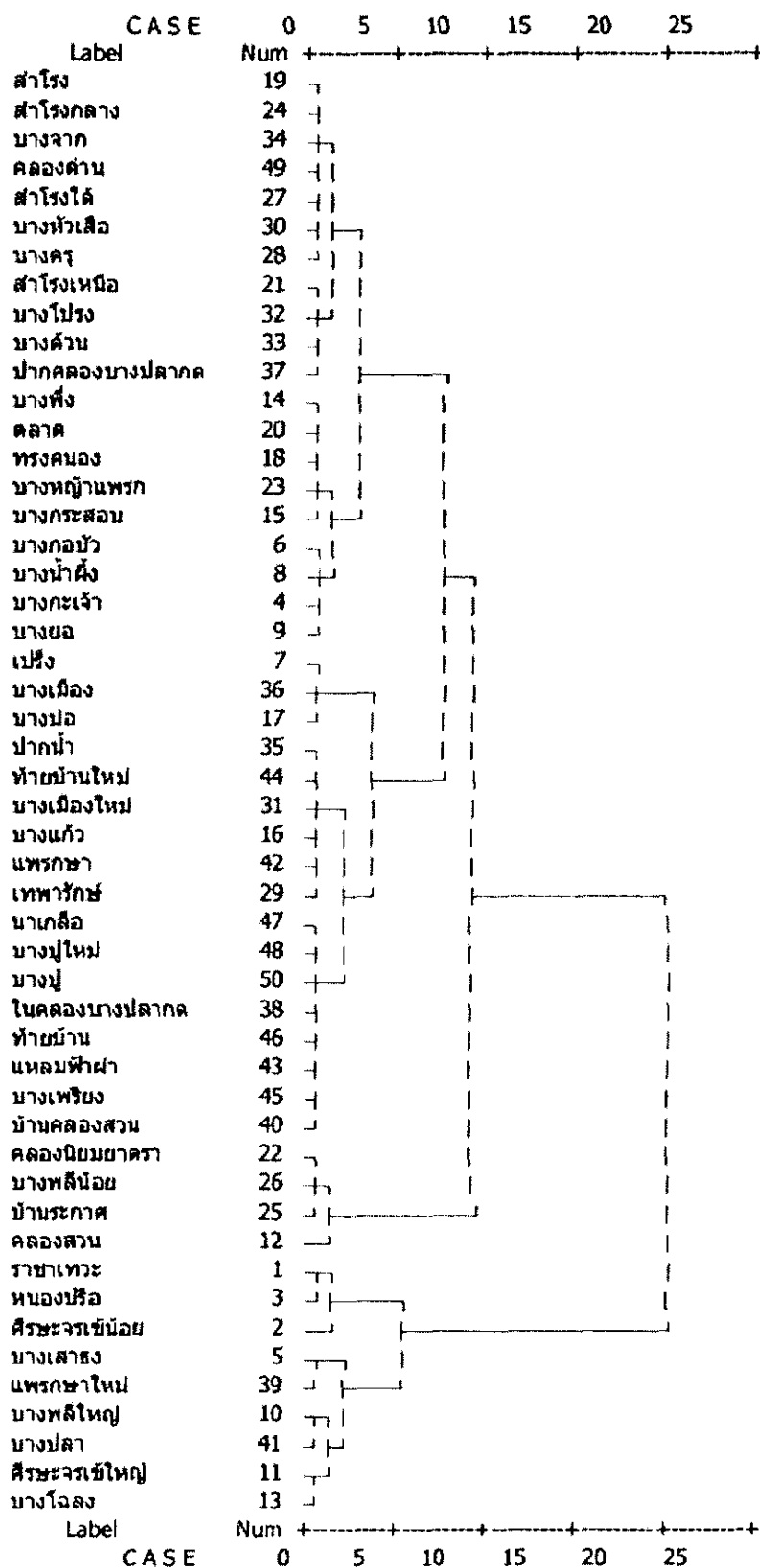
คาดว่าสถานการณ์การท่ดตัวในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการยังคงเป็นที่น่าเป็นห่วงอยู่ เนื่องจากการท่ดตัวในพื้นที่ที่มีการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมยังมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางการท่ดตัวของแผ่นดิน ได้แก่อำเภอบางพลี และบางบ่อซึ่งมีอัตราการขยายตัวของพื้นที่แหล่งอุตสาหกรรมสูงมาก โดยเห็นได้จากการมีนิคมอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ถึง 2 แห่ง คือ นิคมอุตสาหกรรมบางปู และนิคมอุตสาหกรรมบางพลี ทำให้มีปริมาณความต้องการใช้น้ำที่มหาศาล ประกอบกับการขยายตัวของเขตบริการน้ำประปายังมีไม่ทั่วถึงในพื้นที่เหล่านี้ ทำให้พื้นที่เหล่านี้น่าจะยังเป็นพื้นที่วิกฤติของการท่ดตัวในอนาคตต่อไป

ตาราง 17 การคาดการณ์สถานการณ์การหลุดตัวของจังหวัดสมุทรปราการ

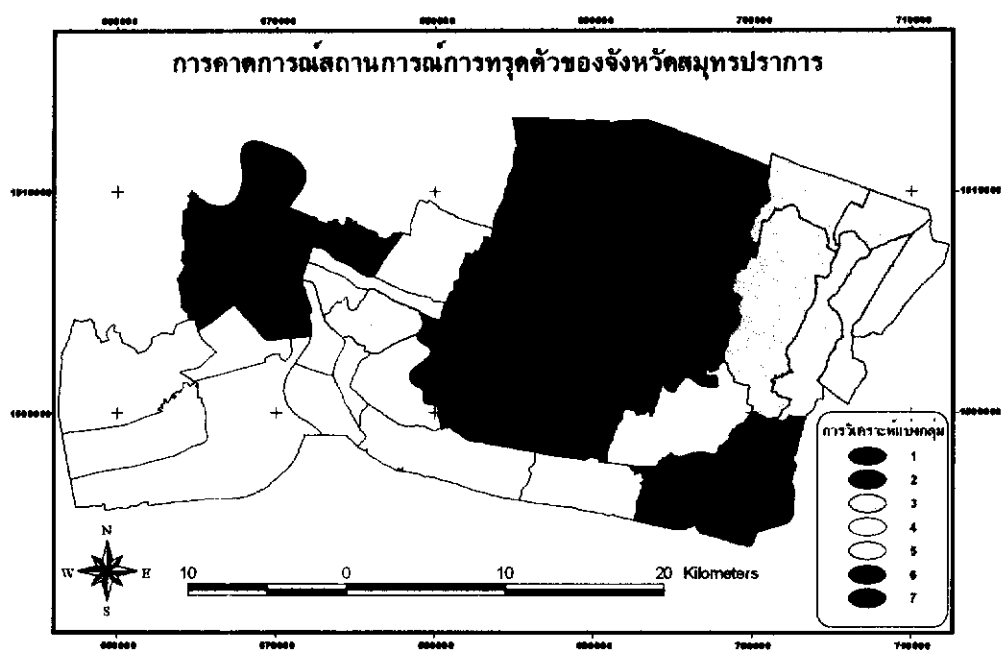
กลุ่มที่	ชื่อกลุ่ม	รายชื่อตำบล
1	กลุ่มพื้นที่เกษตรกรรม มี แนวโน้มการหลุดตัวน้อยลง	บางฟุ้ง, ตลาด, ทรงคนอง, บางหญ้าแพรก, บาง กระสอบ, บางกอบัว, บางน้ำผึ้ง, บางกะเจ้า, บางยอ
2	กลุ่มพื้นที่แหล่งชุมชนและ แหล่งอุตสาหกรรม ที่อยู่ใน เขตควบคุมน้ำบาดาล และ มีระบบประปาทั่วถึง มี แนวโน้มการหลุดตัวน้อยลง	สำโรง, สำโรงกลาง, บางจาก, คลองด่าน, สำโรงใต้, บาง หัวเสือ, บางครุ, สำโรงเหนือ, บางโปรง, บางด้วน, ปาก คลองบางปลากด
3	กลุ่มพื้นที่แหล่งชุมชน มี ระบบประปาเพียงพอต่อ ความต้องการ แนวโน้มการ หลุดตัวคงที่	เปรี้ง, บางเมือง, บางบ่อ
4	กลุ่มพื้นที่มีการขยายของ แหล่งชุมชน มีระบบประปา ในพื้นที่ค่อนข้างมาก แนวโน้มการหลุดตัวเพิ่มขึ้น เล็กน้อยถึงคงที่	ปากน้ำ, ท้ายบ้านใหม่, บางเมืองใหม่, บางแก้ว, แพรกษา, เทพารักษ์, นาเกลือ บางปูใหม่, บางปู, ใน คลองบางปลากด, ท้ายบ้าน, แหลมฟ้าผ่า, บางเพรียง, บ้านคลองสวน
5	กลุ่มพื้นที่การขยายตัวของ แหล่งชุมชนและแหล่ง อุตสาหกรรมเข้าไปไม่ถึง แต่มีศักยภาพในการหลุด ตัวมาก (ถ้าไม่มีการ ขยายตัวของอุตสาหกรรม หรือแหล่งชุมชน) มี แนวโน้มการหลุดตัวเพิ่มขึ้น เล็กน้อยถึงคงที่	คลองนิมมาตรา, บางพลีน้อย, บ้านระกาศ, คลองสวน

ตาราง 16 (ต่อ)

กลุ่มที่	ชื่อกลุ่ม	รายชื่อตำบล
6	กลุ่มพื้นที่การขยายตัวของแหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม และระบบประปา ยังเข้าไปไม่ถึง เป็นพื้นที่ที่ต้องระวังการทรุดตัวในอนาคต	ราชาเทวะ, หนองปรือ, ศีระจรเข้น้อย
7	กลุ่มพื้นที่การขยายตัวของอุตสาหกรรม คาดการณ์ว่าในอนาคตยังคงเป็นพื้นที่ที่มีการทรุดตัวอยู่ในระดับวิกฤติ จำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนมาตรการช่วยเหลือปัญหาการทรุดตัว	บางเสาธง, แพรกษาใหม่, บางพลีใหญ่, บางปลา, ศีระจรเข้ใหญ่, บางโกลง



ภาพประกอบ 8 แสดงแผนภูมิการดำเนินการจัดการทรัพยากรตัวของพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ



แผนที่ 18 แสดงการคาดการณ์สถานการณ์การทุจริตในจังหวัดสมุทรปราการ

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า และข้อเสนอแนะ

การสรุปการศึกษาค้นคว้า ในหัวข้อดังต่อไปนี้

1. สภาพการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ
2. สภาพการใช้น้ำบาดาลของแต่ละรูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ และการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาล
3. รูปแบบการทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ
4. คาดการณ์การทรุดตัวของพื้นที่ในจังหวัดสมุทรปราการ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อคาดการณ์สถานการณ์การทรุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการทรุดตัวของแผ่นดิน คือ รูปแบบของการใช้ที่ดิน ปริมาณการใช้น้ำบาดาล ความสูงของระดับน้ำบาดาล ระดับการทรุดตัวของแผ่นดิน และปัจจัยทางธรณี ซึ่งใช้ข้อมูลของปัจจัยการทรุดตัวเหล่านี้ 2 ช่วงเวลา (พ.ศ.2533 และพ.ศ.2543) เพื่อหาค่าการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย แล้วใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยการทรุดตัวเหล่านี้นำมาวิเคราะห์จัดกลุ่มด้วยวิธีการ Cluster Analysis เพื่อหาพื้นที่ที่มีกลุ่มปัจจัยการทรุดตัวที่มีแนวโน้มเหมือนกัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่า

1. สภาพการใช้ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ สรุปได้ว่าในช่วงระยะเวลา 10 ปี (ปี พ.ศ. 2533 – พ.ศ.2543) มีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการจากเดิมพื้นที่ส่วนมากเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมีการเปลี่ยนสภาพเป็นพื้นที่แหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม

2. สภาพการใช้น้ำบาดาลของแต่ละรูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ สรุปได้ว่าจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการจากพื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนสภาพเป็นพื้นที่แหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม ทำให้ลักษณะการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการจึงมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ และมีแนวโน้มที่ความต้องการใช้น้ำบาดาลจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น จากเดิมที่มีลักษณะความต้องการใช้น้ำบาดาลส่วนใหญ่เพื่อการอุปโภคบริโภคของประชาชน มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลักษณะความต้องการใช้น้ำบาดาลส่วนใหญ่เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่ที่เป็นแหล่งชุมชนระดับน้ำบาดาลมีแนวโน้มที่ดีขึ้นเนื่องจากมาตรการควบคุมและการขยายตัวของระบบประปา ส่วนในพื้นที่อุตสาหกรรมระดับน้ำบาดาลมีแนวโน้มจะลดลงเพิ่มขึ้นเนื่องจากยังคงมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มหาศาลอยู่

3. รูปแบบการหลุดตัวของแผ่นดินในจังหวัดสมุทรปราการ สรุปว่าพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ เปลี่ยนแปลงของรูปแบบการหลุดตัวของแผ่นดิน จากเดิมในปี พ.ศ.2533 ซึ่งพื้นที่ที่มีการหลุดตัวมากอยู่บริเวณที่เป็นพื้นที่แหล่งชุมชน ในปี พ.ศ.2543 พื้นที่ที่มีการหลุดตัวมากเปลี่ยนเป็นพื้นที่ในเขตขยายตัวอุตสาหกรรม

4. คาดการณ์การหลุดตัวของพื้นที่ในจังหวัดสมุทรปราการ พบว่าพื้นที่บริเวณฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณตำบลบางเมือง พื้นที่โดยรอบ และพื้นที่บริเวณชายฝั่งของจังหวัดสมุทรปราการมีแนวโน้มการหลุดตัวคงที่และในบางพื้นที่มีแนวโน้มว่าจะดีขึ้น ส่วนพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางการหลุดตัวและต้องการการวางแผนมาตรการช่วยเหลือปัญหาการหลุดตัวคือ บริเวณตำบลบางพลีใหญ่และพื้นที่บริเวณใกล้เคียง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการขยายตัวของแหล่งอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ในจังหวัดสมุทรปราการ และยังมีระบบประปาไม่ทั่วถึงในพื้นที่ พื้นที่ที่ต้องเฝ้าระวังคือ พื้นที่ด้านบนของจังหวัดสมุทรปราการ ได้แก่ ตำบลราชาเทวะ หนองปรือ และศีรษะจรเข้น้อย เนื่องจากเป็นตำบลที่มีแนวโน้มการขยายตัวของแหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม เนื่องจากการสร้างสนามบินสุวรรณภูมิ และเป็นพื้นที่ที่ระบบประปายังเข้าไปไม่ถึง และพื้นที่ที่มีศักยภาพในการหลุดตัวสูงต้องทำการวางแผนป้องกันคือพื้นที่บริเวณตะวันออกของจังหวัดสมุทรปราการ ได้แก่ ตำบลคลองนิมิตยาตรา บางพลีน้อย บ้านระกาศ คลองสวน ซึ่งตั้งอยู่ในเขตที่มีความหนาของชั้นดินเหนียวอ่อนตัวสูง แต่ยังไม่มีการขยายตัวของแหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม ทำให้ระดับน้ำบาดาลยังคงมีระดับสูงอยู่ ถ้าในอนาคตมีการขยายตัวของแหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรมเข้าไปในพื้นที่ อาจกลายเป็นพื้นที่วิกฤติได้

ปัญหาในการศึกษาและข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. ปัญหาในการศึกษา

1.1 การใช้ภาพจากดาวเทียมในการวิเคราะห์การใช้ที่ดิน อาจมีข้อผิดพลาดจากการตีความหมายของพื้นที่ได้ ควรมีการลงสำรวจพื้นที่เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล

1.2 ข้อมูลแผนที่บางส่วนเป็นข้อมูลที่ได้จากการที่มีผู้ทำการศึกษาไว้ก่อน มีลักษณะเป็นแผนที่กระดาษ เมื่อนำมาสร้างเป็นข้อมูล Digital จำเป็นต้องมีการปรับแก้ข้อมูลบางส่วน จึงอาจมีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้

1.3 การขอข้อมูลจากหน่วยงานราชการมีความลำบาก เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างภายในกรมทรัพยากรธรณี ทำให้ข้อมูลของกองน้ำบาดาลเดิม ถูกส่งต่อให้กรมทรัพยากรน้ำบาดาลซึ่งตั้งใหม่

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการศึกษาลักษณะการหลุดตัวของพื้นที่อื่นอาจต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการเนื่องจากลักษณะทางกายภาพและปัจจัยที่มีผลต่อการหลุดตัวอาจไม่เหมือนกัน

2.2 การหาแนวโน้มการหลุดตัวของพื้นที่ในจังหวัดสมุทรปราการให้มีความแม่นยำควรใช้ข้อมูลที่มีช่วงของข้อมูลมากกว่า 2 ปีขึ้นไป แต่เนื่องจากการทำการศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดในการหาข้อมูล จึงมีข้อมูลเพียง 2 ช่วงเวลา

2.3 ควรศึกษาปัจจัยบางตัวที่อาจมีผลต่อการหลุดตัวด้วย เช่น การยุบตัวของดิน เหนียวอ่อน แรงเฉือนของดินเหนียว การไหลของดินเหนียวบริเวณชายฝั่ง และการหลุดตัวจากการคมนาคม เป็นต้น เพื่อให้การศึกษามีความถูกต้องมากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมนจิต พรประเสริฐชัย, และดารารัตน์ ดิษบรรจง. (2541, มกราคม - มิถุนายน). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. *จุลสารดาวเทียม*. (63) : 16 – 19.
- กรมโยธาธิการ. กองพัฒนาป่อบาดาล. (2545). *การสืบค้นข้อมูลอุทกธรณีวิทยาของบ่อน้ำบาดาล*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.thaieexploration.com/services/geophysic.shtml> วันที่สืบค้น 15 สิงหาคม 2545
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรมพัฒนาที่ดิน. กองวางแผนการใช้ที่ดิน. (2533). *แผนการใช้ที่ดินจังหวัดสมุทรปราการ*. กรุงเทพฯ : กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.
- เกษม จันทรแก้ว. (2539). *หลักการจัดการลุ่มน้ำ*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เกียรติศักดิ์ อมรประเสริฐสุข. (2542). โครงการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากระยะไกลเพื่อการผังเมือง. *ข่าวสารกรมการผังเมือง*. (72) : 9 - 14.
- โกมล ศิวะบรร, เชาวยุทธ พรพิมลเทพ, และสุวิทย์ ชุมนุมศิริวัฒน์. (2527). *การประปาเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสุขาภิบาลวิศวกรรม มหาวิทยาลัยมหิดล.
- เจริญ เชื้อมไรสง, สมคิด บัวเพ็ง, และอนันต์ ยุทธมานพ. (2526). *อายุน้ำบาดาลในลุ่มภาคกลางตอนใต้และในกรุงเทพมหานคร*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขานุการกรม กรมทรัพยากรธรณี.
- เจริญ เพียรเจริญ. (2523). *สภาพน้ำบาดาลในเขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานคร*. กรุงเทพฯ : กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี.
- ฉลอง บัวผัน. (2538). *น้ำบาดาล*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์. (2538). *ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการบริหารทรัพยากรธรรมชาติ*. ใน *การประชุมสัมมนา ดร.สถิต วัชรกิตติ ครั้งที่ 5*. หน้าที่ 1 – 13. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์, และชาญ ดัชนีสฤต. (2522). *ธรณีวิทยาสำหรับวิศวกร*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาธรณีวิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เทียนฉาย กิระนันท์, และไพศาล เล็กอุทัย. (ม.ป.พ.). *กรุงเทพมหานคร 2545*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนพรรณ สุนทร. (2542, มกราคม – มีนาคม). โครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการอุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารสิ่งแวดล้อม*. 3(12) : 50 – 54.

- ธนศักดิ์ ประเสริฐศรี. (2543). รายงานการวิจัยเรื่องการสำรวจอุทกธรณีสถานที่เจาะบ่อบาดาลโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ กรณีศึกษาจังหวัดนครนายก. กรุงเทพฯ : กองประปาชนบท กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- นงคราญ กาญจนประเสริฐ. (2519). ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อโครงสร้างคั่งน้ำตามแม่น้ำเจ้าพระยาจากนครสวรรค์ ถึง สมุทรปราการ. กศ.ม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นพดล เพียรเวช. (2542). สภาพการทรุดตัวของแผ่นดินกรุงเทพฯและปัญหาต่องานวิศวกรรมฐานราก. (เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ). กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการสาขาวิศวกรรมปฐพี. คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.
- ปรีดา แยมเจริญวงศ์. (2532). แหล่งน้ำทำประปาสำหรับชุมชน. ขอนแก่น : ภาควิชาวิทยาศาสตร์สาขาภิบาล มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มนู โอมะคุปต์, และสุกาญจน์วดี มณีรัตน์. (2537, มกราคม). การสำรวจการใช้ที่ดินด้วยข้อมูลจากดาวเทียม. พัฒนาที่ดิน. 31(344) : 11 – 18.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์. (2543). โครงการรายงานการประเมินผลแผนงานและโครงการการจัดการน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินและผิวดิน. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. คณะวิศวกรรมศาสตร์. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. (2545). การกระจายตัวและการเคลื่อนที่ของน้ำบาดาล. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://web.geol.science.cmu.ac.th/gs/staff/pisanu/205100/Gwater/Gwater.htm> วันที่สืบค้น 3 มิถุนายน 2545
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. คณะวิศวกรรมศาสตร์. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. (2547). โครงการปรับปรุงดินอ่อนในงานก่อสร้างสนามบินหนองงูเห่า ด้วยวิธี PVD. กรุงเทพฯ : สนามบินสุวรรณภูมิ.
- มหาวิทยาลัยรังสิต. คณะวิศวกรรมศาสตร์. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. (2546). อุทกวิทยาน้ำใต้ดิน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://vishnu.rsu.ac.th/instructor/keerati/hydrologydata/IC7.pdf> วันที่สืบค้น 20 มิถุนายน 2546
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. สาขารัฐศาสตร์. โครงการวิทยาลัยการเมือง. (2535). เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง “กทม.และปริมณฑลในทศวรรษหน้า”. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- มันสิน ตันทุลเวศม์. (2539). วิศวกรรมการประปา. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มานะ อภิพัฒน์มณตรี. (2529). วิศวกรรมปฐพีและฐานราก. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ยงยุทธ แท้ศิริ, สุพจน์ หวลถนอม, และพิชัย ประทุมศรีสาคร. (2540). พฤติกรรมการทรุดตัวของ
ถนนพระรามที่ 2. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยและพัฒนางานทาง กรมทางหลวง กระทรวง
คมนาคม.

รัศมี สุวรรณวีระกำจร, และคนอื่นๆ. (2541, มกราคม - มิถุนายน). การติดตามการเปลี่ยนแปลงการ
ใช้ที่ดินและพื้นที่ป่าไม้บริเวณตำบลหัวรอ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร โดยใช้ภาพถ่าย
ดาวเทียม SPOT และ Landsat. จุลสารดาวเทียม. (63) : 8 - 11.

วชิ งามณรงค์. (2528). สถานการณ์น้ำบาดาลกรุงเทพฯก่อนและหลังการควบคุม. (การบรรยาย
พิเศษของกรมทรัพยากรธรณี ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี.

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2526). หลักการชลประทาน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิรัตน์ ทองมา. (2537, กุมภาพันธ์). การใช้ข้อมูลดาวเทียมในการติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้
ที่ดิน. พัฒนาที่ดิน. 31(345) : 37 - 38.

วิโรจน์ วิวัฒน์ชัยแสง, สุณี คัมภักสิกิจ, และมาโนช วงษ์สวัสดิ์. (2543). รายงานการวิจัยเรื่อง
การศึกษาหาความลึกที่เหมาะสมของการเจาะบ่อน้ำบาดาล กรณีศึกษาบ่อน้ำบาดาลที่
เจาะโดยกรมอนามัย. กรุงเทพฯ : กองประสานบท กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

ศูนย์สำรวจทรัพยากรการเกษตรด้วยดาวเทียม. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์. (2536). แผนที่ทรัพยากรการเกษตรจากข้อมูลดาวเทียม เล่ม 2 ภาคกลาง
ภาคใต้. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.

เศวตฉัตร ศรีสุรัตน์. (2545). เอกสารประกอบการสอนภูมิศาสตร์ทรัพยากรน้ำ (ลุ่มน้ำปิง).

กรุงเทพฯ : ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สง่า ตั้งवाल. (2523). ธรณีวิศวกรรมพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

สมบูรณ์ ลูวิระ. (2539). เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. คณะกรรมการวิชาการสาขา
วิศวกรรมโยธา. คณะอนุกรรมการสาขาวิศวกรรมปฐพี. (2545). แนวทางการตรวจสอบ
ชั้นดินเพื่อฐานราก. กรุงเทพฯ : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรม
ราชูปถัมภ์.

สุจิต คุณธนกุลวงศ์, และคนอื่นๆ. (2546). การจัดการน้ำใต้ดินในพื้นที่เหนือลุ่มน้ำเจ้าพระยา
ตอนล่าง. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. (2537). เทคนิควิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์
และพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

- , และกรรณิการ์ สุขเกษม. (2533). *เทคนิคทางสถิติขั้นสูงสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยไมโครคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS PC+ เล่ม 1*. กรุงเทพฯ : สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- สุรภี เปลี่ยนอนุกุล. (2518). *การศึกษาการตกตะกอนของแม่น้ำเจ้าพระยา จากบางไทรถึงสันดอน โดยพิจารณาจาก ตะกอนน้ำพา อัตราความเร็ว ปริมาณน้ำ และความเค็มจากน้ำทะเล*. กศ.ม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุริยา ธนวัฒน์เดช. (2537). *ระบบสารสนเทศทรัพยากรน้ำบาดาลของประเทศไทย*. วท.ม. (เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2534). *รายงานสถานการณ์น้ำบาดาลและแผ่นดินทรุดในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (พ.ศ.2526-2533)*. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศองค์การมหาชน. (2539). *คำบรรยายเรื่อง การสำรวจระยะไกล*. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- อุทิศ บุญลือ. (2542). *การจัดทำฐานข้อมูลแบบถาวร. ข่าวสารกรมการผังเมือง*. (72) : 2 - 8.
- Aldenderfer, M. S.; & Blashfield R. K. (1990). *Cluster Analysis*. London : SAGE Publications, Inc.
- Allik, j.; & McCrae, R. R. (2004). *Toward a Geography of Personality Traits Patterns of Profiles across 36 Cultures*. *Journal of Cross-Cultural Psychology*. 1(35) : 13 – 28.
- Antenucci, J. C.; et al. (1991). *Geographic Information Systems A Guide to The Thechnology*. New York : Chapman & Hall.
- Aplin, P.; et al. (1997). *Using the spectral properties of fine spatial resolution satellite sensor imagery for national land cover and land use mapping*. *Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing*. P. 661-668.
- Azeria, E. T. (2004). *Terrestrial bird community patterns on the coralline islands of the Dahlak Archipelago, Red Sea, Eritrea*. *Global Ecology and Biogeography*. 13(2) : 177 - 187.
- Bernharsen, T. (1992). *Geographic Information Systems*. Arendal : Viak IT.
- Burroughs, P. A. (1986). *Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford : Oxford University Press.
- Cheney, C. S.; et al. (1999). *Groundwater responses to urbanisation and changing patterns of industrial development in the Wigan metropolitan area, north west England*. *Groundwater in the Urban Environment*. p. 111 – 117.
- Chilton, J. (1999). *Groundwater in the Urban Environment*. Rotterdam : A.A.Balkema.
- Das, B. M.; (2000). *Fundamentals of Geotechnical Engineering*. CA : Brooks/Cole.

- Donnay, J.P.; & Barnley, M. J.; & Longley, P. A. (2001). *Remote Sensing and Urban Analysis*. New York : Taylor & Francis.
- Everitt, B. S.; et al. (2001). *Cluster Analysis*. London : Arnold.
- Gibson, P. J. (2000). *Introductory Remote Sensing Principles and Concepts*. London: Routledge.
- ; & Power, C. H. (1999). *Introductory Remote Sensing : Digital Image Processing and Application*. London : Routledge.
- Guyot, G. (1997). *Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing*. Rotterdam : A.A.Balkema.
- Horvat, J.; et al. (2003). Conceptualising and Measuring Culture in Surveys: Case Study in the Republic of Croatia. *Developments in Applied Statistics*. p. 179 – 196.
- Howitt, D.; & Carmer, D. (1999). *A Guide to Computing Statistics with SPSS Release 10 for Windows*. London : Prentice Hall.
- Johnson, A. I.; et al. (1992). *Geographic Information Systems (GIS) and Mapping*. Philadelphia : Practices and Standards.
- Korte, G. B. (1997). *The GIS Book*. 4th ed. Santa Fe : OnWord Press.
- Leadbeater, S. G.; et al. (1999). Urban development and groundwater levels in downtown Calgary. *Groundwater in the Urban Environment*. p. 189 – 194.
- Legg, C. A. (1994). *Remote Sensing and Geographic Information Systems*. Chichester : Praxis.
- Menegasse, L. N.; et al. (1999). Effects of urbanisation on aquifer recharge and superficial runoff in the Sumare and PomPeia basin, Sao Paulo Municipality, Brazil. *Groundwater in the Urban Environment*. p. 195 – 199.
- Mondt, W.; et al. (1999). Application of GIS in the Antwerp Port Region. *Groundwater in the Urban Environment*. p. 105 – 110.
- Rahman, Z. A. (1991). *Assessment of Landuse Pattern and Its Impact on Water Quality for Klang River Basin Management*. Bangkok : Asian Institute of Technology.
- Ramnarong, V. (1999). Evaluation of groundwater management in Bangkok : Positive and negative. *Groundwater in the Urban Environment*. p. 51 – 61.
- Rovan, J.; & Sambt, J. (2003). Socio-economic Differences Among Slovenian Municipalities: A Cluster Analysis Approach. *Developments in Applied Statistics*. p. 265 – 278.
- Suresh, T. S. (1999). Impact of urbanisation on groundwater regime : A case study of Bangalore City, Karnataka, India. *Groundwater in the Urban Environment*. p. 251 – 258.

- Takaya, Y.; & Thiramongkon, N. (1982). *Chao Phraya Delta of Thailand*. Kyoto: Kyoto University.
- THAI DCI CO. LTD.; et al. (1990). *Master Plan for Water Supply and Distribution of Metropolitan Bangkok (Final Report)*. Bangkok : Metropolitan Waterworks Authority.
- Thiramongkon, N.; & Pisutha-Arnond, V. (1983). *Geomorphology and Quaternary Geology of Thailand*. Bangkok : Chulalongkorn University.
- Tomlin, D. C. (1990). *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. London : Prentice Hall.
- Vasileva, D. (1999). Urban impacts on groundwater in the Belgrade area. *Groundwater in the Urban Environment*. p. 259 – 262.
- Vujasinovic, S.; et al. (1999). Hydrogeological problems concerning the multipurpose use of Belgrade's groundwater resources. *Groundwater in the Urban Environment*. p. 263 – 266.
- Worboys, M. F. (1995). *GIS A Computing Perspective*. London : Taylor & Francis Ltd.
- Yang, Y.; et al. (1999). Assessing the impact of Nottingham on groundwater using GIS. *Groundwater in the Urban Environment*. p. 281 – 287.

ภาคผนวก ก

สถิติสำมะโนประชากรของสำนักงานสถิติจังหวัดสมุทรปราการ

สถิติสำมะโนประชากรของสำนักงานสถิติจังหวัดสมุทรปราการ

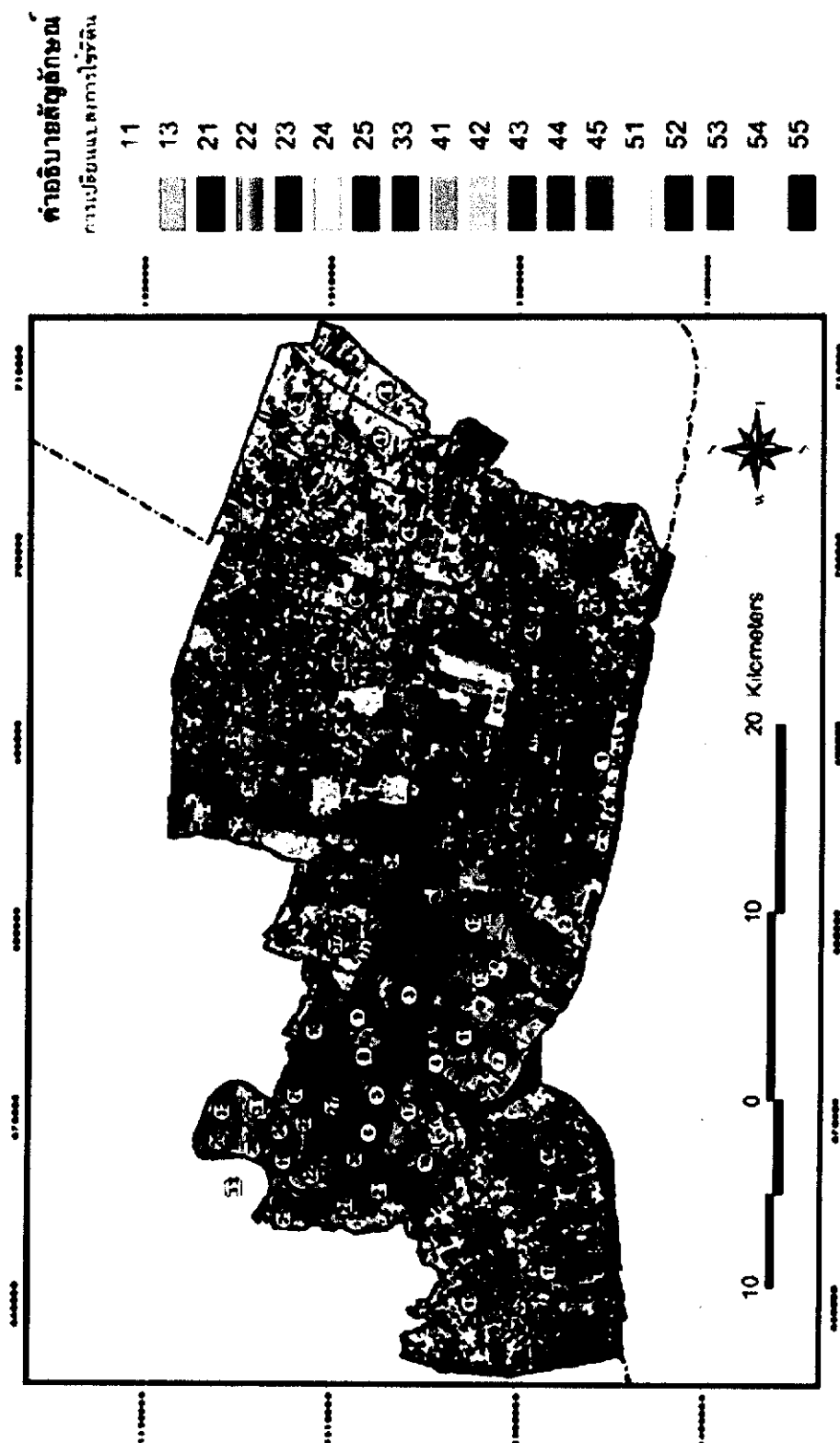
อำเภอ/ตำบล	จำนวนประชากร ปี พ.ศ. 2533	จำนวนประชากร ปี พ.ศ. 2543	คิดเป็นร้อยละ
อำเภอเมือง	400,254	518,872	เพิ่มขึ้น 29.63
ตำบลปากน้ำ	72,496	71,850	ลดลง 0.89
ตำบลบางเมือง	48,431	58,431	เพิ่มขึ้น 20.64
ตำบลบางเมืองใหม่	41,788	93,122	เพิ่มขึ้น 122.84
ตำบลสำโรงเหนือ	54,499	54,499	เท่าเดิม
ตำบลบางปู	6,807	100,165	เพิ่มขึ้น
ตำบลบางปูใหม่	34,875	27,772	1371.49
ตำบลเทพารักษ์	38,088	21,700	ลดลง 20.36
ตำบลแพรกษา	14,429	7,433	ลดลง 43.02
ตำบลแพรกษาใหม่	7,382	7,382	ลดลง 48.49
ตำบลบางโปรง	7,822	8,620	เท่าเดิม
ตำบลท้ายบ้าน	21,774	25,840	เพิ่มขึ้น 10.20
ตำบลท้ายบ้านใหม่	43,944	35,164	เพิ่มขึ้น 18.67
ตำบลบางด้วน	7,919	6,894	ลดลง 19.98
อำเภอพระสมุทรเจดีย์	85,499	84,742	ลดลง 12.94
ตำบลนาเกลือ	8,776	10,051	ลดลง 0.88
ตำบลในคลองบางปลากด	37,732	37,404	เพิ่มขึ้น 14.53
ตำบลบ้านคลองสวน	5,837	5,945	ลดลง 0.87
ตำบลปากคลองบางปลากด	13,154	14,092	เพิ่มขึ้น 1.85
ตำบลแหลมฟ้าผ่า	20,000	17,250	เพิ่มขึ้น 7.13
อำเภอบางพลี	143,645	149,588	ลดลง 13.75
ตำบลหนองปรือ	2,667	1,981	เพิ่มขึ้น 4.13
ตำบลราชาเทวะ	19,576	23,659	ลดลง 25.72
ตำบลบางพลีใหญ่	45,941	44,338	เพิ่มขึ้น 20.86
ตำบลบางปลา	22,956	22,378	ลดลง 3.49
ตำบลบางโฉลง	17,209	17,622	ลดลง 2.52
ตำบลบางแก้ว	35,296	39,610	เพิ่มขึ้น 2.40
			เพิ่มขึ้น 12.22

อำเภอ/ตำบล	จำนวนประชากร ปี พ.ศ. 2533	จำนวนประชากร ปี พ.ศ. 2543	คิดเป็นร้อยละ
อำเภอพระประแดง	200,154	247,682	เพิ่มขึ้น 23.74
ตำบลสำโรงใต้	15,023	78,324	เพิ่มขึ้น 421.36
ตำบลสำโรงกลาง	13,620	14,104	เพิ่มขึ้น 3.55
ตำบลสำโรง	15,759	15,887	เพิ่มขึ้น 0.81
ตำบลบางหัวเสือ	9,811	9,303	ลดลง 5.18
ตำบลบางหญ้าแพรก	23,824	12,676	ลดลง 46.79
ตำบลบางยอ	10,284	10,381	เพิ่มขึ้น 0.94
ตำบลบางฟุ้ง	27,926	27,609	ลดลง 1.14
ตำบลบางน้ำผึ้ง	4,536	4,536	เท่าเดิม
ตำบลบางจาก	20,333	19,116	ลดลง 5.99
ตำบลบางครุ	25,119	23,631	ลดลง 5.92
ตำบลบางกะเจ้า	5,162	5,163	เพิ่มขึ้น 0.02
ตำบลบางกอบัว	7,378	5,857	ลดลง 20.62
ตำบลบางกระสอบ	2,339	2,333	ลดลง 0.26
ตำบลทรงคนอง	9,766	9,766	เท่าเดิม
ตำบลตลาด	9,274	8,996	ลดลง 3.00
อำเภอบางบ่อ	85,300	53,896	ลดลง 36.81
ตำบลเปรี๊ญ	4,324	6,542	เพิ่มขึ้น 51.30
ตำบลบ้านระกาศ	6,874	2,670	ลดลง 61.16
ตำบลบางเพรียง	10,114	8,873	ลดลง 12.27
ตำบลบางพลีน้อย	8,875	9,058	เพิ่มขึ้น 2.06
ตำบลบางบ่อ	19,082	10,609	ลดลง 44.40
ตำบลคลองสวน	3,201	3,158	ลดลง 1.34
ตำบลคลองนิยมยาตรา	2,920	2,565	ลดลง 12.16
ตำบลคลองด่าน	29,910	10,421	ลดลง 65.16
กิ่งอำเภอบางเสาธง	45,588	27,628	ลดลง 39.39
ตำบลศีรษะจรเข้ใหญ่	6,341	6,722	เพิ่มขึ้น 6.01
ตำบลศีรษะจรเข้เล็ก	6,214	6,311	เพิ่มขึ้น 1.56
ตำบลบางเสาธง	33,033	14,595	ลดลง 55.82
รวม	960,440	1,082,408	เพิ่มขึ้น 12.67

ภาคผนวก ข

แผนที่แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินของจังหวัดสมุทรปราการ

แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินในจังหวัดสมุทรปราการ



ภาคผนวก ค
ตารางการรวมกลุ่ม

ตารางการรวมกลุ่มการทศตวรรษที่ 2533

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	7	8	1808.662	0	0	9
2	3	22	2621.799	0	0	4
3	9	40	3847.403	0	0	13
4	3	12	6703.786	2	0	6
5	6	47	9866.483	0	0	14
6	3	15	14453.992	4	0	16
7	23	24	15216.210	0	0	15
8	13	41	18008.354	0	0	22
9	4	7	19911.699	0	1	16
10	18	20	21547.297	0	0	17
11	2	50	23200.254	0	0	21
12	42	49	44071.262	0	0	26
13	9	17	70644.234	3	0	17
14	6	45	94951.477	5	0	21
15	23	37	102325.672	7	0	26
16	3	4	137622.922	6	9	34
17	9	18	139822.250	13	10	33
18	16	31	145625.625	0	0	35
19	29	36	146292.891	0	0	25
20	11	33	224205.125	0	0	33
21	2	6	242629.328	11	14	29
22	13	44	328552.156	8	0	41
23	19	39	352505.469	0	0	32
24	5	38	457026.781	0	0	35
25	29	48	477742.969	19	0	38
26	23	42	548688.813	15	12	36
27	28	34	640307.500	0	0	37
28	26	32	642675.938	0	0	39
29	2	25	658940.688	21	0	34
30	14	46	727181.188	0	0	42
31	1	27	900568.063	0	0	37
32	19	43	975154.125	23	0	36
33	9	11	995557.188	17	20	40
34	2	3	1134441.125	29	16	40
35	5	16	2841526.000	24	18	41
36	19	23	3593923.750	32	26	43
37	1	28	3825158.000	31	27	42
38	29	35	4110429.000	25	0	46
39	26	30	4978439.500	28	0	43
40	2	9	6543306.000	34	33	45
41	5	13	7142588.500	35	22	44
42	1	14	9887929.000	37	30	44
43	19	26	21481710.000	36	39	45
44	1	5	37981300.000	42	41	47
45	2	19	78284856.000	40	43	48
46	21	29	114449888.000	0	38	47
47	1	21	211095456.000	44	46	48
48	1	2	409535040.000	47	45	49
49	1	10	3490835456.000	48	0	0

ตารางการรวมกลุ่มการทุจริตตัวปี พ.ศ.2543

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	4	7	536.612	0	0	3
2	15	22	1064.635	0	0	5
3	4	6	1145.711	1	0	4
4	2	4	3986.026	0	3	11
5	3	15	12779.221	0	2	7
6	14	50	19570.791	0	0	19
7	3	12	30312.984	5	0	20
8	1	28	51970.781	0	0	18
9	9	18	53977.918	0	0	12
10	11	24	65137.898	0	0	23
11	2	8	158861.656	4	0	20
12	9	33	216476.328	9	0	21
13	26	30	242189.141	0	0	22
14	40	45	272515.594	0	0	25
15	29	42	292998.031	0	0	24
16	27	41	308854.313	0	0	35
17	20	47	329956.875	0	0	32
18	1	44	339931.875	8	0	38
19	14	34	469313.438	6	0	30
20	2	3	547158.688	11	7	40
21	9	25	872779.063	12	0	32
22	26	32	994327.750	13	0	34
23	11	23	1027954.875	10	0	33
24	29	38	1060345.250	15	0	35
25	17	40	1079350.125	0	14	34
26	19	49	1466752.125	0	0	33
27	5	48	1502900.375	0	0	39
28	39	46	1845960.375	0	0	38
29	35	36	2292510.250	0	0	37
30	14	37	2339178.500	19	0	36
31	13	31	2549393.250	0	0	44
32	9	20	3845736.250	21	17	40
33	11	19	4624882.000	23	26	43
34	17	26	4850116.500	25	22	43
35	27	29	5219842.000	16	24	41
36	14	43	5250431.000	30	0	42
37	16	35	6381043.000	0	29	41
38	1	39	7990519.500	18	28	42
39	5	21	12845690.000	27	0	44
40	2	9	20211608.000	20	32	45
41	16	27	25339796.000	37	35	46
42	1	14	32636982.000	38	36	46
43	11	17	32665906.000	33	34	45
44	5	13	66112620.000	39	31	47
45	2	11	107581672.000	40	43	48
46	1	16	126712656.000	42	41	47
47	1	5	405994432.000	46	44	48
48	1	2	839829248.000	47	45	49
49	1	10	9256920064.000	48	0	0

ตารางการรวมกลุ่มสถานการณ์การทรุดตัว

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	12	14	13.255	0	0	4
2	3	10	94.826	0	0	13
3	29	35	444.082	0	0	38
4	12	41	562.085	1	0	7
5	15	36	564.719	0	0	14
6	7	22	1136.161	0	0	20
7	12	44	2694.249	4	0	16
8	30	46	2709.841	0	0	11
9	16	39	3148.769	0	0	26
10	40	43	5469.070	0	0	16
11	8	30	6548.478	0	8	23
12	4	28	6831.356	0	0	45
13	2	3	8979.021	0	2	24
14	5	15	13562.184	0	5	26
15	24	33	15358.172	0	0	32
16	12	40	17781.230	7	10	21
17	1	26	18320.818	0	0	31
18	20	34	19634.748	0	0	25
19	19	23	25554.494	0	0	22
20	7	38	53675.117	6	0	27
21	12	13	61147.730	16	0	29
22	11	19	66596.164	0	19	29
23	8	50	70807.828	11	0	31
24	2	6	91847.539	13	0	34
25	20	21	104096.422	18	0	35
26	5	16	168475.734	14	9	33
27	7	17	245485.813	20	0	34
28	32	42	246824.328	0	0	39
29	11	12	293526.250	22	21	40
30	9	27	295951.125	0	0	35
31	1	8	433394.063	17	23	39
32	24	45	478568.063	15	0	41
33	5	25	542265.625	26	0	36
34	2	7	787378.438	24	27	38
35	9	20	793990.000	30	25	42
36	5	18	1190597.000	33	0	40
37	31	49	1592674.000	0	0	44
38	2	29	2018374.875	34	3	43
39	1	32	2539496.000	31	28	42
40	5	11	4449854.500	36	29	43
41	24	37	5381286.500	32	0	44
42	1	9	11867953.000	39	35	45
43	2	5	13402404.000	38	40	47
44	24	31	18141256.000	41	37	46
45	1	4	25514850.000	42	12	47
46	24	47	62387388.000	44	0	48
47	1	2	79943016.000	45	43	48
48	1	24	291584608.000	47	46	49
49	1	48	1406782080.000	48	0	0

ภาคผนวก ง

สารบัญข้อมูลและตารางแสดงค่าปัจจัยต่าง ๆที่ใช้ในการศึกษา

สารบัญข้อมูล

ชื่อ Field	คำอธิบาย
ข้อมูลทั่วไป	
TAM_NAME	ชื่อตำบล
SQ.KM.	พื้นที่ตำบล (ตร.กม.)
Water33	ความต้องการใช้น้ำบาดาลปี 2533 (ลบ.เมตร)
Pe33	จำนวนประชากรปี 2533 (คน)
Water43	ความต้องการใช้น้ำปี 2543 (ลบ.เมตร)
Pe43	จำนวนประชากรปี 2543 (คน)
การใช้ที่ดิน	
P10	พื้นที่ชุมชนปี 2533 (ตร.กม.)
P20	พื้นที่เกษตรปี 2533 (ตร.กม.)
P30	พื้นที่อุตสาหกรรมปี 2533 (ตร.กม.)
P40	พื้นที่ที่ดินว่างเปล่าปี 2533 (ตร.กม.)
P50	พื้นที่แหล่งน้ำปี 2533 (ตร.กม.)
P1	พื้นที่ชุมชนปี 2543 (ตร.กม.)
P2	พื้นที่เกษตรปี 2543 (ตร.กม.)
P3	พื้นที่อุตสาหกรรมปี 2543 (ตร.กม.)
P4	พื้นที่ที่ดินว่างเปล่าปี 2543 (ตร.กม.)
P5	พื้นที่แหล่งน้ำปี 2543 (ตร.กม.)
ข้อมูลน้ำบาดาล	
BADAL33	ระดับความลึกน้ำบาดาลปี 2533 (เมตร)
BADAL43	ระดับความลึกน้ำบาดาลปี 2543 (เมตร)
ข้อมูลการทรุดตัว	
SUB33	ระดับการทรุดตัวเฉลี่ยปี 2533 (เซนติเมตร)
SUB43	ระดับการทรุดตัวเฉลี่ยปี 2543 (เซนติเมตร)
ข้อมูลกลุ่ม	
G33	การจัดกลุ่มการทรุดตัวปี 2533
G43	การจัดกลุ่มการทรุดตัวปี 2543

ชื่อ Field	คำอธิบาย
ข้อมูลการเปลี่ยนแปลง	
PE_GRO	อัตราการเจริญเติบโตของประชากร
CLAY_ME	ค่าเฉลี่ยระดับความหนาของชั้นดินเหนียวอ่อน (เมตร)
BADAL_C	ค่าการเปลี่ยนแปลงระดับความลึกน้ำบาดาล (เมตร)
SUB_C	ค่าการเปลี่ยนแปลงระดับการทรุดตัว (เซนติเมตร)
G_C	การจัดกลุ่มสถานการณ์การทรุดตัว

TAM_NAMT	ID	SQ.KM.	WATER33	PE33	P10	P20	P30	P40	P50	BADAL33	SUB33	G33
บางปู	1	22.28	1332.32	6807	3.13	13.74	0.01	0.01	5.40	20.29	2.34	1
บางปูใหม่	2	32.65	31122.94	34875	6.96	16.96	6.12	0.62	1.99	23.75	2.71	3
บางเมือง	3	15.09	31978.21	48431	0.85	8.43	5.69	0.06	0.05	30.56	4.19	3
ปากน้ำ	4	8.11	29568.63	72496	1.79	0.92	3.95	0.01	1.43	29.42	3.81	3
บางด้วน	5	3.95	4023.69	7919	0.07	2.28	0.63	0.01	0.97	31.51	3.83	1
บางโปรง	6	4.17	7594.70	7822	0.00	1.83	1.53	0.01	0.80	31.78	3.45	1
ท้ายบ้าน	7	13.90	15078.77	21774	4.29	2.64	2.74	0.02	4.20	27.27	3.23	2
บางเมืองใหม่	8	6.47	24089.92	41788	1.50	0.85	4.04	0.03	0.06	32.25	4.52	2
เทพารักษ์	9	8.23	31595.74	38088	0.35	1.68	6.09	0.04	0.07	32.95	4.43	3
สำโรงเหนือ	10	11.60	41725.19	54499	1.53	2.16	7.84	0.06	0.00	35.65	4.67	3
ท้ายบ้านใหม่	11	6.02	21326.16	43944	1.23	1.51	3.24	0.02	0.00	28.38	3.61	2
แพรกษาใหม่	12	16.52	10564.81	7382	2.41	11.04	2.29	0.13	0.65	27.27	3.16	1
แพรกษา	13	19.35	12660.38	14429	5.21	10.53	2.48	0.16	0.97	27.49	3.38	1
แหลมฟ้าผ่า	14	67.81	9919.85	20000	9.76	7.89	1.53	0.01	48.61	25.90	2.59	1
บ้านคลองสวน	15	45.65	3392.31	5837	13.08	6.42	0.57	0.00	25.57	27.35	2.17	1
ในคลอง_ปลากด	16	14.98	22302.37	37732	3.53	6.49	3.78	0.04	1.14	28.92	3.00	2
ปากคลอง_ปลากด	17	7.50	12258.08	13154	2.01	1.86	2.44	0.04	1.15	29.95	3.52	1
นาเกลือ	18	27.01	1667.44	8776	4.46	2.31	0.00	0.00	20.24	26.00	2.21	1
ทรงคนอง	19	2.44	3179.16	9766	0.48	0.88	0.33	0.00	0.75	34.86	2.87	1
บางกะเจ้า	20	3.88	980.78	5162	0.14	3.41	0.00	0.00	0.33	38.88	2.41	1
บางจาก	21	5.80	18921.55	20333	0.66	0.67	3.76	0.01	0.70	30.33	2.90	2
บางหญ้าแพรก	22	5.48	11882.64	23824	1.17	1.91	1.84	0.00	0.56	33.53	2.91	1
สำโรงกลาง	23	3.35	12005.82	13620	0.72	0.27	2.35	0.00	0.01	34.61	3.71	1
บางกระสอบ	24	2.84	444.41	2339	0.15	1.84	0.00	0.00	0.85	35.70	3.37	1
บางพึ่ง	25	4.87	14226.07	27926	1.31	1.18	2.23	0.01	0.15	33.43	2.38	2
สำโรง	26	3.30	11158.43	15759	0.46	0.70	2.04	0.01	0.10	35.59	4.06	1
สำโรงใต้	27	4.59	17141.23	15023	0.00	1.00	3.57	0.01	0.01	33.45	3.79	2
บางครุ	28	6.62	18121.36	25119	1.75	0.92	3.34	0.01	0.60	31.30	2.70	2
บางยอ	29	3.42	3331.21	10284	0.55	2.34	0.34	0.00	0.18	36.81	2.79	1
บางหัวเสือ	30	4.61	5800.56	9811	0.15	2.79	0.98	0.00	0.68	32.04	3.14	1
บางน้ำผึ้ง	31	3.86	861.84	4536	0.53	2.37	0.00	0.00	0.97	38.17	3.75	1
บางกอบัว	32	2.73	1569.50	7378	0.21	2.30	0.04	0.00	0.17	39.20	3.46	1
ตลาด	33	1.01	3032.39	9274	0.15	0.01	0.32	0.00	0.53	33.54	2.62	1
บางพลีใหญ่	34	58.35	69930.69	45941	7.81	32.18	15.30	1.14	1.92	30.90	3.16	4
หนองปรือ	35	15.19	506.73	2667	1.01	13.26	0.00	0.01	0.92	38.18	2.57	1
บางไผ่	36	36.60	20689.97	17209	9.77	18.71	4.36	1.92	1.85	30.23	2.99	2
บางแก้ว	37	25.30	24471.51	35296	6.04	13.89	4.44	0.49	0.44	35.41	4.25	2
บางปลา	38	51.10	20823.94	22956	3.85	42.37	4.12	0.33	0.43	24.15	2.38	2
ราชาเทวะ	39	36.53	16192.29	19576	5.24	25.50	3.12	0.68	1.99	38.65	2.88	2
บ้านระกาศ	40	23.99	2303.71	6874	7.16	13.38	0.25	0.28	2.91	21.87	2.87	1
คลองนิยมยาตรา	41	16.60	554.80	2920	8.72	6.38	0.00	0.06	1.45	20.76	2.92	1
บางปอ	42	50.13	3625.58	19082	15.29	31.31	0.00	0.87	2.65	23.75	2.92	1
คลองสวน	43	12.81	608.19	3201	6.07	3.37	0.00	0.00	3.37	22.44	3.00	1
คลองด่าน	44	56.51	12869.98	29910	10.32	29.27	1.80	0.59	14.53	18.67	2.40	1
บางเพรียง	45	33.06	1922.37	10114	4.08	28.44	0.00	0.22	0.31	21.73	2.41	1
เปรัง	46	19.28	821.56	4324	5.23	11.54	0.00	0.02	2.50	25.49	3.12	1
บางพลีน้อย	47	18.68	8396.29	8875	6.46	8.11	1.68	0.04	2.40	21.24	2.92	1
ศีรษะจรเข้ใหญ่	48	24.25	4497.14	6341	5.56	13.84	0.82	0.16	3.87	28.78	3.01	1
ศีรษะจรเข้เล็ก	49	24.30	1180.66	6214	2.91	18.96	0.00	0.48	1.95	33.62	2.93	1
บางเสาธง	50	67.26	22978.40	33033	17.55	36.79	4.18	0.75	8.00	26.13	2.81	2

TAM_NAMT	ID	WATER43	PE43	P1	P2	P3	P4	P5	BADAL43	SUB43	G43
บางปู	1	21982.08	100165	13.36	2.85	0.49	0.00	5.58	30.42	2.27	3
บางปูใหม่	2	49648.92	27772	15.16	4.59	11.02	0.01	1.87	33.96	2.13	2
บางเมือง	3	39841.25	58431	5.30	2.28	7.04	0.02	0.45	37.50	2.84	3
ปากน้ำ	4	38327.16	71850	0.47	0.21	5.99	0.00	1.43	35.07	2.29	3
บางด้วน	5	5982.68	6894	0.13	1.72	1.15	0.00	0.95	35.04	1.92	1
บางโปรง	6	11531.18	8620	0.10	0.84	2.45	0.00	0.78	35.00	1.68	1
ท้ายบ้าน	7	29821.40	25840	3.10	1.15	6.16	0.00	3.49	35.00	1.73	3
บางเมืองใหม่	8	42737.90	93122	0.23	0.16	6.03	0.00	0.06	36.81	2.24	2
เทพารักษ์	9	34501.68	21700	0.41	0.25	7.54	0.00	0.03	39.53	2.49	3
สำโรงเหนือ	10	53793.12	54499	0.48	0.39	10.72	0.00	0.00	39.57	1.78	2
ท้ายบ้านใหม่	11	26794.18	35164	0.55	0.51	4.94	0.00	0.02	35.06	2.27	3
แพรกษาใหม่	12	28462.82	7382	6.37	2.25	6.75	0.01	1.15	37.81	3.06	3
แพรกษา	13	35042.96	7433	7.35	2.20	8.39	0.02	1.39	35.81	2.52	3
แหลมฟ้าผ่า	14	20333.34	17250	17.07	2.71	4.22	0.00	43.80	35.68	1.85	3
บ้านคลองสวน	15	8879.81	5945	18.23	0.64	1.92	0.01	24.84	35.33	1.96	1
ในคลอง ปลากด	16	33778.83	37404	4.42	2.64	6.57	0.02	1.33	35.00	1.77	3
ปากคลอง ปลากด	17	23633.90	14092	0.79	0.63	5.20	0.00	0.88	35.00	1.98	3
นาเกลือ	18	3732.15	10051	8.25	0.25	0.43	0.00	18.08	36.06	2.01	1
ทรงคนอง	19	5648.41	9766	0.21	0.58	0.92	0.00	0.73	35.00	1.10	1
บางกะเจ้า	20	1308.42	5163	0.89	2.44	0.07	0.08	0.40	35.00	0.94	1
บางจาก	21	22594.00	19116	0.56	0.06	4.69	0.00	0.49	35.00	1.57	3
บางหญ้าแพรก	22	16802.68	12676	0.32	1.02	3.57	0.00	0.57	35.00	1.22	1
สำโรงกลาง	23	15669.93	14104	0.08	0.06	3.21	0.00	0.01	35.36	1.40	1
บางกระสอบ	24	492.38	2333	0.32	1.73	0.01	0.00	0.78	35.00	1.22	1
บางพื้ง	25	21842.96	27609	0.41	0.28	4.08	0.00	0.11	35.00	1.00	3
สำโรง	26	14732.12	15887	0.22	0.09	2.89	0.00	0.11	35.94	1.45	1
สำโรงใต้	27	31955.67	78324	0.08	0.42	4.07	0.00	0.01	35.31	1.59	3
บางครุ	28	26335.88	23631	0.69	0.21	5.40	0.01	0.29	35.00	1.37	3
บางยอ	29	5416.08	10381	0.97	1.38	0.83	0.00	0.23	35.00	1.02	1
บางหัวเสือ	30	10319.11	9303	0.23	1.57	2.11	0.00	0.70	35.00	1.50	1
บางน้ำผึ้ง	31	907.20	4536	1.02	2.03	0.00	0.00	0.80	35.00	1.29	1
บางกอบัว	32	1339.08	5857	0.46	2.11	0.04	0.00	0.11	35.00	1.24	1
ตลาด	33	4306.48	8996	0.01	0.00	0.63	0.00	0.37	35.00	1.10	1
บางพลีใหญ่	34	114306.39	44338	18.83	10.55	26.36	0.10	2.51	45.83	3.58	4
หนองปรือ	35	396.20	1981	7.03	6.96	0.00	0.87	0.33	57.98	2.38	1
บางไผ่	36	44334.46	17622	17.53	3.86	10.20	0.04	4.97	51.01	3.49	2
บางแก้ว	37	36674.26	39610	12.45	5.06	7.19	0.01	0.59	45.26	2.54	3
บางปลา	38	32511.02	22378	27.14	12.44	7.01	0.07	4.45	39.30	3.46	3
ราชเทวะ	39	26109.15	23659	17.32	11.24	5.34	0.41	2.22	56.51	2.28	3
บ้านระกาศ	40	6586.96	2670	16.63	3.14	1.51	0.04	2.66	17.16	2.30	1
คลองนิมมยาดรา	41	513.00	2565	14.98	1.12	0.00	0.00	0.50	13.53	2.44	1
บางบ่อ	42	8135.28	10609	36.22	5.84	1.50	0.05	6.52	26.48	2.74	1
คลองสวน	43	631.60	3158	8.75	3.24	0.00	0.00	0.82	19.19	2.71	1
คลองด่าน	44	13521.10	10421	31.58	6.04	2.86	0.14	15.89	22.46	1.54	1
บางเพรียง	45	9401.82	8873	19.17	6.87	1.91	0.10	5.01	30.75	1.92	1
เปรี้ง	46	1308.40	6542	12.81	2.71	0.00	0.00	3.77	30.19	3.00	1
บางพลีน้อย	47	10810.72	9058	13.04	2.48	2.25	0.02	0.88	14.58	2.37	1
ศีรษะจรเข้ใหญ่	48	15923.99	6722	11.38	2.22	3.64	0.01	7.00	47.59	3.31	1
ศีรษะจรเข้น้อย	49	1262.20	6311	13.77	3.99	0.00	0.01	6.53	52.11	2.79	1
บางเสาธง	50	50874.78	14595	38.75	6.36	11.99	0.10	10.05	40.21	3.17	2

TAM_NAMT	ID	PE_GRO	CLAY_ME	BADAL_C	SUB_C	G_C
บางปู	1	137.15	12.95	10.13	-0.07	4
บางปูใหม่	2	-2.04	15.32	10.19	-0.58	4
บางเมือง	3	2.06	17.23	6.94	-1.35	3
ปากน้ำ	4	-0.09	17.35	5.65	-1.52	4
บางด้วน	5	-1.29	14.74	3.51	-1.91	1
บางโปรง	6	1.02	14.60	3.21	-1.77	1
ท้ายบ้าน	7	1.87	16.66	7.71	-1.50	4
บางเมืองใหม่	8	12.28	15.07	4.57	-2.28	4
เทพารักษ์	9	-4.30	15.41	6.56	-1.94	4
สำโรงเหนือ	10	0.00	14.43	3.94	-2.89	1
ท้ายบ้านใหม่	11	-2.00	17.56	6.68	-1.34	4
แพรกษาใหม่	12	0.00	17.31	10.55	-0.10	7
แพรกษา	13	-4.85	17.23	8.32	-0.86	4
แหลมฟ้าผ่า	14	-1.38	15.93	9.78	-0.74	4
บ้านคลองสวน	15	0.19	17.74	7.97	-0.21	4
ในคลอง ปลากด	16	-0.09	17.08	6.08	-1.23	4
ปากคลอง ปลากด	17	0.71	16.11	5.04	-1.54	1
นาเกลือ	18	1.45	15.96	10.05	-0.20	4
ทรงคนอง	19	0.00	14.62	0.14	-1.77	2
บางกะเจ้า	20	0.00	15.81	-3.87	-1.47	2
บางจาก	21	-0.60	16.91	4.66	-1.33	1
บางหญ้าแพรก	22	-4.68	14.36	1.46	-1.69	2
สำโรงกลาง	23	0.35	14.14	0.75	-2.31	1
บางกระสอบ	24	-0.03	14.67	-0.71	-2.15	2
บางฟุ้ง	25	-0.11	15.06	1.57	-1.38	2
สำโรง	26	0.08	14.18	0.36	-2.61	1
สำโรงใต้	27	42.14	14.01	1.84	-2.20	1
บางครุ	28	-0.59	17.04	3.70	-1.33	1
บางยอ	29	0.09	15.29	-1.82	-1.77	2
บางหัวเสือ	30	-0.52	14.61	2.94	-1.64	1
บางน้ำผึ้ง	31	0.00	14.96	-3.18	-2.46	2
บางกอบัว	32	-2.06	15.36	-4.20	-2.22	2
ตลาด	33	-0.30	14.57	1.44	-1.52	2
บางพลีใหญ่	34	-0.35	17.07	14.93	0.42	7
หนองปรือ	35	-2.57	15.27	19.78	-0.19	6
บางไผ่	36	0.24	16.95	20.77	0.50	7
บางแก้ว	37	1.22	15.46	9.85	-1.71	4
บางปลา	38	-0.25	16.83	15.16	1.08	7
ราชาเทวะ	39	2.09	15.47	17.86	-0.60	6
บ้านระกาศ	40	-6.12	19.25	-4.74	-0.57	5
คลองนิคมบาตรา	41	-1.22	18.67	-7.25	-0.48	5
บางบ่อ	42	-4.44	18.72	2.69	-0.18	3
คลองสวน	43	-0.13	17.39	-3.28	-0.29	5
คลองด่าน	44	-6.52	13.57	3.78	-0.86	1
บางเพรียง	45	-1.23	17.35	9.00	-0.49	4
เปร็ง	46	5.13	16.28	4.66	-0.12	3
บางพลีน้อย	47	0.21	19.13	-6.67	-0.55	5
ศีรษะจรเข้ใหญ่	48	0.60	17.04	18.78	0.30	7
ศีรษะจรเข้เล็ก	49	0.16	15.47	18.47	-0.14	6
บางเสาธง	50	-5.58	17.76	14.04	0.36	7

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายโชคชัย เนาว์รุ่งโรจน์
วันเดือนปีเกิด	25 พฤศจิกายน 2521
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	97/143 หมู่ 3 ซอยบุญศิริ 9 ถนนสุขุมวิท ตำบลบางเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10270

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2548	ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2543	ปริญญาการศึกษาบัณฑิต สาขาสังคมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2539	สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ