การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์คุณภาพน้ำผิวดินในจังหวัดนครนายก

AN APPLICATION OF MATHEMATIC MODEL FOR PREDICTING SURFACE WATER QUALITY IN NAKORN NAYOK PROVINCE

นรินทร์ นิลรัตน์

NARIN NILRAT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-EN-M-093-178

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์คุณภาพน้ำผิวดินในจังหวัดนครนายก

AN APPLICATION OF MATHEMATIC MODEL FOR PREDICTING SURFACE WATER QUALITY IN NAKORN NAYOK PROVINCE

นรินทร์ นิลรัตน์

NARIN NINRAT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 107451
วัน,เดือน,ปี 29 มี.ค. 2553

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL 2009-EN-M-093-178

AN APPLICATION OF MATHEMATIC MODEL FOR PREDICTING SURFACE WATER QUALITY IN NAKORN NAYOK PROVINCE

NARIN NINRAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN CIVIL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2009

KMITL 2009-EN-M-093-178

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์คุณภาพน้ำผิวดินในจังหวัดนครนายก

Thesis Title An Application of Mathematic Model for Predicting Surface Water Quality in Nakorn Nayok Province

นักศึกษา นายนรินทร์ นิลรัตน์

รหัสประจำตัว 49061504

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.อุมา สีบุญเรือง

หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2009-EN-M-093-178

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.สุพจน์	ศรีนิล	
ผศ.ดร.สกุล	ห่อวโนทยาน	
ผศ.สมเกียรติ	ขวัญพฤกษ์	
รศ.ดร.สายสุนีย์	พุทธาคุณเจริญ	
ผศ.ดร.อุมา	สีบุญเรือง	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2552 เวลา 09.00-11.00 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 3 ห้องประชุม 2

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.กอบชัย เดชหาญ)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2552

สำนักทะเบียนและประมวลผล สจล.
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
วันที่ 12 เดือน พ.ย. พ.ศ. 2552
ลงชื่อ

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์คุณภาพน้ำผิวดินในจังหวัดนครนายก
นักศึกษา	นายนรินทร์ นิลรัตน์
รหัสนักศึกษา	49061504
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.อุมา สีบุญเรือง

บทคัดย่อ

จังหวัดนครนายกเป็นจังหวัดที่การพัฒนาและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วมีประชากร 253,632 คน มีเนื้อที่ประมาณ 1,326,250 ไร่ โดยเป็นพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 31.70 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่เกษตรกรรมร้อยละ 58.44 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ปศุสัตว์ร้อยละ 6.9 ของพื้นที่ทั้งหมด เนื่องจากจังหวัดนครนายกมีการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกิจกรรมต่างๆ จึงอาจทำให้เกิดมลพิษทางบก ทางอากาศ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางน้ำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อศึกษาถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกิจกรรมต่างๆที่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำผิวดิน ซึ่งใช้วิธีการทางสถิติโดยใช้สมการการถดถอยเชิงพหุเพื่อพยากรณ์คุณภาพน้ำผิวดินจากค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร การดำเนินงานประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสารระดับตำบลของกิจกรรมต่างๆ โดยแบ่งเป็น พื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง, พื้นที่ปลูกข้าวนาปี, ชุมชน, ฟาร์มสุกร และฟาร์มสัตว์ปีก ข้อมูลคุณภาพน้ำในการตรวจวัด คือ Chloride Phosphate Salinity Temperature pH TDS และConductivity สมการในการพยากรณ์คุณภาพน้ำที่ได้จากการวิจัยคือ $\log(TDS)=1.616+2.897\times10^{-5}$(CPI นาปรัง)$+1.870\times15^{-10}$(CPI สัตว์ปีก) ซึ่งสมการที่ได้มีค่า Adjusted R^2=61.9% สมการดังกล่าวใช้ได้ในการหาค่าเฉลี่ยของทุกฤดู, $\log(TDS)=1.736+2.884\times10^{-5}$(CPI นาปรัง) ซึ่งสมการที่ได้มีค่า Adjusted R^2=45.6% สมการดังกล่าวใช้ได้ในฤดูแล้ง, $\log(Conductivity)=1.813+2.781\times10^{-5}$(CPI นาปรัง)$+1.636\times15^{-10}$(CPI สัตว์ปีก) ซึ่งสมการที่ได้มีค่า Adjusted R^2=59.1%สมการดังกล่าวใช้ได้ในการหาค่าเฉลี่ยของทุกฤดู, $\log(Conductivity)=1.911+2.845\times10^{-5}$(CPI นาปรัง) ซึ่งสมการที่ได้มีค่า Adjusted R^2=45.6% สมการดังกล่าวใช้ได้ในฤดูแล้ง จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่าแหล่งมลสารที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำผิวดิน คือ การทำนาปรัง และการเลี้ยงสัตว์ปีก

Thesis Title	An Application of Mathematic Model for Predicting Surface Water Quality in Nakorn Nayok Province
Student	Mr. Narin Ninrat
Student ID.	49061504
Degree	Master of Engineering
Program	Civil Engineering
Year	2009
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Uma Seeboonruang

ABSTRACT

Nakorn Nayok province is developing and growing rapidly. The provincial population is 253,632 and its total area is 1,326,250 rai with forest area of 31.70% agriculture area of 58.44% and livestock area of 6.9%. Because of this land use pattern, it evitably results in pollutions of lands, airs, and particularly water. Therefore, the objectives of this research are to assess the effects of land use from several activities on the severe water qualities by applying statistical multiple linear regression technique in order to predict the water quality change due to particular contamination potential index. The procedure includes collecting data on contamination potential index from various activities, i.e. out-of season rice farming, season rice farming, human living, pig livestocks, and poultry livestocks and on water quality indexes, i.e. Chloride, Phosphate, Salinity, Temperature, pH, TDS, and Electrical conductivity. The yearround predictive water quality equations that result from the multiple linear regression analysis are log(TDS)=1.616+ $2.897x10^{-5}$(CPI out-of season rice farming)+$1.870x15^{-10}$(CPI poultry livestocks) with Adjusted R^2=61.9% and log(Conductivity)=1.813+$2.781x10^{-5}$(CPI out-of season rice farming)+$1.636x15^{-10}$(CPI poultry livestocks) with Adjusted R^2=59.1%. The dry season predictive water quality equation are log(TDS)=1.736+$2.884x10^{-5}$(CPI out-of season rice farming) with Adjusted R^2=45.6% and log(Conductivity)=1.911+$2.845x10^{-5}$(CPI out-of season rice farming) with Adjusted R^2=45.6%. The research outcome can be concluded that potential sources that have profund effects on surface water quality are off-season rice farming and poultry livestocks.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจากท่าน ผศ.ดร. อุมา สืบุญเรือง ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ ดร.ชานิน ศรีสุวรรณนภา ที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม SPSS for Windows ที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณสำนักพัฒนากรมอุตุนิยมวิทยา ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ โดยเฉพาะ นายอริยศักดิ์ ตุนาลม นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิศวกรรมทรัพยากรแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้คำแนะนำ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ ให้ความรัก ความห่วงใย ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นรินทร์ นิลรัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....IX

สารบัญรูป.....XII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 กล่าวนำ.....1

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.4 ขอบเขตของการศึกษา.....2

1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....3

บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....7

2.1 กล่าวนำ.....7

2.2 การศึกษาที่ผ่านมา.....7

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....25

2.3.1 ทฤษฎีน้ำผิวดิน.....25

2.3.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์สมการการถดถอยเชิงพหุ.....26

2.3.3 แหล่งกำเนิดมลภาวะมลพิษทางน้ำ.....27

2.3.4 การจำแนกสารมลพิษทางน้ำ.....27

บทที่ 3 พื้นที่ศึกษา.....33

3.1 ที่ตั้ง ขนาด และอาณาเขต.....33

3.2 ลักษณะภูมิประเทศ.....34

3.3 พื้นที่ป่าไม้ การเกษตร และชลประทาน.....34

3.4 ทรัพยากรน้ำ.....34

3.5 เขตการปกครอง และจำนวนประชากร.....35

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 อาชีพ....35

3.7 การพาณิชยกรรม....36

3.8 การท่องเที่ยว....36

3.9 คุณภาพน้ำผิวดิน....36

บทที่ 4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน....37

4.1 กล่าวนำ....37

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำผิวดิน และสถานีตรวจวัด....37

4.2.1 การรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำผิวดินในปี 2548-2549....37

4.2.2 การรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำผิวดินในปี 2549-2550....37

4.2.3 การรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำผิวดินในปี 2551....38

4.2.4 ตำแหน่งเก็บน้ำ....39

4.3 การรวบรวม และประมาณปริมาณน้ำฝน....50

4.4 การประเมินค่าดัชนีศักยภาพของแต่ละแหล่งมลสาร (CPI)....55

4.4.1 ปัจจัยด้านปริมาณของเสีย(F1)....55

4.4.2 ปัจจัยด้านความรุนแรงของของเสีย(F2)....55

4.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS 11.5 for Windows....61

4.5.1 การนำข้อมูลเข้าโปรแกรม....61

4.5.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ(Multiple Regression Analysis)....62

4.5.3 เงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ....66

บทที่ 5 การวิเคราะห์ผลการศึกษา....69

5.1 กล่าวนำ....69

5.2 ผลจากโปรแกรม SPSS 11.5 for Windows....69

5.2.1 แบบจำลองที่ 1....69

5.2.1.1 การวิเคราะห์ TDS....70

5.2.1.2 การวิเคราะห์ Conductivity....75

5.2.1.3 การวิเคราะห์ Phosphate....79

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2.1.4 การวิเคราะห์ Chloride.....83

5.2.2 แบบจำลองที่ 2.....86

5.2.2.1 การวิเคราะห์ TDS.....87

5.2.2.2 การวิเคราะห์ Conductivity.....88

5.2.2.3 การวิเคราะห์ Phosphate.....89

5.2.2.4 การวิเคราะห์ Chloride.....90

5.2.3 แบบจำลองที่ 3.....91

5.2.3.1 การวิเคราะห์ TDS.....92

5.2.3.2 การวิเคราะห์ Conductivity.....93

5.2.3.3 การวิเคราะห์ Phosphate.....94

5.2.3.4 การวิเคราะห์ Chloride.....95

5.2.4 แบบจำลองที่ 4.....96

5.2.4.1 การวิเคราะห์ log(TDS).....97

5.2.4.2 การวิเคราะห์ log(Conductivity).....98

5.2.4.3 การวิเคราะห์ log(Phosphate).....99

5.2.4.4 การวิเคราะห์ log(Chloride).....99

5.2.5 แบบจำลองที่ 5.....100

5.2.5.1 การวิเคราะห์ log(TDS).....101

5.2.5.2 การวิเคราะห์ log(Conductivity).....102

5.2.5.3 การวิเคราะห์ log(Phosphate).....103

5.2.5.4 การวิเคราะห์ log(Chloride).....103

5.2.6 แบบจำลองที่ 6.....104

5.2.6.1 การวิเคราะห์ log(TDS).....105

5.2.6.2 การวิเคราะห์ log(Conductivity).....105

5.2.6.3 การวิเคราะห์ log(Phosphate).....106

5.2.6.4 การวิเคราะห์ log(Chloride).....106

5.2.7 แบบจำลองที่ 7.....108

5.2.7.1 การวิเคราะห์ TDS x log(P).....109

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2.7.2 การวิเคราะห์ Conductivity x log(P).....110

5.2.7.3 การวิเคราะห์ Phosphate x log(P).....110

5.2.7.4 การวิเคราะห์ Chloride x log(P).....111

5.2.8 แบบจำลองที่ 8.....112

5.2.8.1 การวิเคราะห์ TDS / log(P).....113

5.2.8.2 การวิเคราะห์ Conductivity / log(P).....113

5.2.8.3 การวิเคราะห์ Phosphate / log(P).....113

5.2.8.4 การวิเคราะห์ Chloride / log(P).....113

บทที่ 6 การทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์คุณภาพน้ำ.....115

6.1 กล่าวนำ.....115

6.2 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ TDS.....116

6.2.1 เปรียบเทียบ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4 กับ log(TDS) ในการตรวจวัด.....117

6.2.2 เปรียบเทียบ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6 กับ log(TDS) ในการตรวจวัด.....119

6.3 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ Conductivity.....123

6.3.1 เปรียบเทียบ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4 กับ log(Conductivity) ในการตรวจวัด.....124

6.3.2 เปรียบเทียบ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6 กับ log(Conductivity) ในการตรวจวัด.....127

6.4 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ Phosphate.....130

6.5 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ Chloride.....132

บทที่ 7 สรุปผลการวิจัย.....134

7.1 กล่าวนำ.....134

7.2 การตรวจวัดคุณภาพน้ำในปี 2548-2551.....134

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

7.3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันของช่วงที่มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ.....134
7.4 ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร(CPI).....134
7.5 การใช้โปรแกรม SPSS 11.5 for Windows สร้างสมการการถดถอยเชิงพหุ.....135
7.6 ผลการวิเคราะห์โปรแกรม SPSS 11.5 for Windows 136
7.6.1 log(TDS) จากการพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 4.....136
7.6.2 log(TDS) จากการพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 6.....137
7.6.3 log(Conductivity) จากการพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 4.....138
7.6.4 log(Conductivity) จากการพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 6.....140

บรรณานุกรม.....141

ประวัติผู้เขียน.....142

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ระยะเวลาการศึกษา และการดำเนินงาน.....6

2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทำนายปริมาณ total phosphorous.....10

2.2 ผลความสัมพันธ์ทางสถิติ Spearman's Rank correlation.....12

2.3 แสดงผลความสัมพันธ์ทางสถิติ Pearson's correlation ระหว่างลักษณะของพื้นที่กับ log ค่าคุณภาพน้ำ.....14

2.4 แสดงค่า R^2 ของการเปลี่ยนรูปคุณภาพน้ำเป็น log.....14

2.5 สมการ Simple linear regression ในการทำนายคุณภาพน้ำ.....14

2.6 ความหนาแน่นของนาปรัง, นาปี, ประชากร, สุกร และสัตว์ปีก.....22

2.7 แสดงตำแหน่งของสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ.....23

2.8 สารอาหารที่สำคัญต่อพืช รวมทั้งแหล่งที่มาและหน้าที่.....29

4.1 ปริมาณน้ำฝนรายวันเฉลี่ยของช่วงที่มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำครั้งที่ 1.....54

4.2 ค่ามาตรฐานของมลสารต่างๆ โดยสรุปที่ใช้ในการศึกษา.....57

4.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำและแหล่งที่มาของมาตรฐาน.....58

4.4 แสดงค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสารต่างๆ ในปี 2549.....59

4.5 แสดงค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสารต่างๆ ในปี 2551.....60

4.6 ตาราง Statistics แสดงค่าความเบ้(Skewness) และค่าความโด่ง(Kurtosis).....68

5.1 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 1.....70

5.2 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 1.....70

5.3 ตาราง Casewise Diagnostics สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1 70

5.4 ตาราง Variables Entered/Removed สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1.....71

5.5 ตาราง Model Summary สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1.....71

5.6 ตาราง ANOVA สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1.....72

5.7 ตาราง Coefficient สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1.....72

5.8 ตาราง Statistics ของ Regression Standardize Residual สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1.....73

5.9 ตาราง Casewise Diagnostics สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1.....75

5.10 ตาราง Variables Entered/Removed สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1.....75

5.11 ตาราง Model Summary สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1.....76

5.12 ตาราง ANOVA สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1.....76

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5.13 ตาราง Coefficient สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1.....76
5.14 ตาราง Statistics ของ Regression Standardize Residual สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1.....77
5.15 ตาราง Variables Entered/Removed สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1.....79
5.16 ตาราง Model Summary สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1.....79
5.17 ตาราง ANOVA สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1.....80
5.18 ตาราง Coefficient สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1.....80
5.19 ตาราง Statistics ของ Regression Standardize Residual สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1.....81
5.20 ตาราง Variables Entered/Removed สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1.....83
5.21 ตาราง Model Summary สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1.....83
5.22 ตาราง ANOVA สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1.....84
5.23 ตาราง Coefficient สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1.....84
5.24 ตาราง Statistics ของ Regression Standardize Residual สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1.....85
5.25 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 2.....87
5.26 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 2.....87
5.27 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 3.....91
5.28 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 3.....91
5.29 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 4.....96
5.30 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 4.....96
5.31 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 5.....100
5.32 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 5.....100
5.33 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 6.....104
5.34 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 6.....104
5.35 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 7.....108
5.36 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 7.....108

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5.37 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 8.....112

5.38 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 8.....113

6.1 ตารางเปรียบเทียบเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ของ TDS ในแต่ละแบบจำลอง 116

6.2 ตารางเปรียบเทียบเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ของ Conductivity ในแต่ละแบบจำลอง.....123

6.3 ตารางเปรียบเทียบเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ของ Phosphate ในแต่ละแบบจำลอง.....130

6.4 ตารางเปรียบเทียบเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ของ Chloride ในแต่ละแบบจำลอง.....132

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการศึกษา....4

1.2 แผนภาพการกำหนดแบบจำลองในการวิเคราะห์สมการการถดถอยเชิงพหุ....5

2.2 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ และลักษณะต่างๆของพื้นที่....11

2.3 ลักษณะภูมิศาสตร์ของรัฐ Missouri, รัฐ Kansas และ รัฐ Oklahoma....13

2.4 ค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารการเพาะปลูกข้าวนาปรัง....16

2.5 ค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารการเพาะปลูกข้าวนาปี....17

2.6 ค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารชุมชน....18

2.7 ค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารฟาร์มสุกร(กรณีไม่มีระบบบำบัด)....19

2.8 ค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารฟาร์มสัตว์ปีก....20

2.9 แสดงความเหมาะสมของค่า pH ที่สิ่งมีชีวิตจะเจริญเติบโตได้....30

3.1 แสดงที่ตั้งของจังหวัดนครนายก และจังหวัดที่อยู่โดยรอบ....33

4.1 แสดงสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำผิวดินในปี 2551....38

4.2 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A1 บริเวณหน้าเขื่อนคลองท่าด่าน....39

4.3 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A2....39

4.4 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A3 วัดโพธิ์ไทร....40

4.5 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A4 คลองพรหมมณี....40

4.6 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A5 บริเวณสวนหลวง ร.9....41

4.7 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A6....41

4.8 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A7 ประตูน้ำคลองเหมือง....42

4.9 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A8 คลองเหมือง วัดหนองทราย....42

4.10 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A9....43

4.11 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ B1....43

4.12 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ B2 คลองทองหลาง บ้านทองหลาง....44

4.13 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ B3 คลองอาษา....44

4.14 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ B4 คลองบ้านนา บ้านป่าขระ....45

4.15 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ B5 คลองบ้านพริก บ้านพริก....45

4.16 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ B6 คลองบ้านนา สะพานวังแก่ง....46

4.17 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ C1 คลองท่าแดง....46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.18 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ C2 คลองยาง.....47
4.19 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ C3.....47
4.20 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ C4.....48
4.21 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ D1 ประตูน้ำบางสมบูรณ์.....48
4.22 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ D2 ประตูน้ำบึงพระอาจารย์.....49
4.23 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ D3.....49
4.24 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ D4 แม่น้ำนครนายกบ้านทรายมูล.....50
4.25 สถานีตรวจวัดน้ำฝนของจังหวัดนครนายก และจังหวัดที่อยู่รอบๆ.....51
4.26 รูปที่ได้จากการ Interpolate โดยใช้โปรแกรม Surfer.....52
4.27 รูปที่ได้จากการ Interpolate โดยใช้โปรแกรม Arcview.....52
4.28 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันที่ได้จากโปรแกรม Arcview.....53
4.29 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันของตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ.....53
4.30 Variable View ใช้ในการกำหนดชื่อและรายละเอียดของตัวแปร.....61
4.31 Data View ใช้ในการกำหนดข้อมูลของตัวแปรต่างๆ.....62
4.32 การใช้คำสั่ง Analysis – Regression – Linear.....63
4.33 การใช้คำสั่ง Analysis – Regression – Linear – Option.....64
4.34 การใช้คำสั่ง Analysis – Regression – Linear – Plot.....65
4.35 การใช้คำสั่ง Analysis – Regression – Linear – Statistics.....66
4.36 กราฟ Histogram ที่แสดงความถี่ของ Regression Standardized Residual.....67
4.37 กราฟ Scatterplot ที่แสดง Regression Standardized Predicted Value และ Regression Standardized Residual.....68
5.1 กราฟ Histogram ของ Regression Standardized Residual สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1 73
5.2 กราฟ Scatterplot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Regression Standardized Predicted Value กับ Regression Standardized Residual สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1.....74
5.3 กราฟ Histogram ของ Regression Standardized Residual สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1.....77

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.4 กราฟ Scatterplot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Regression Standardized Predicted Value กับ Regression Standardized Residual สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1.....78

5.5 กราฟ Histogram ของ Regression Standardized Residual สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1.....81

5.6 กราฟ Scatterplot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Regression Standardized Predicted Value กับ Regression Standardized Residual สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1..... 82

5.7 กราฟ Histogram ของ Regression Standardized Residual สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1.....85

5.8 กราฟ Scatterplot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Regression Standardized Predicted Value กับ Regression Standardized Residual สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1.....86

6.1 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) จากการตรวจวัดทั้ง 5 ครั้ง กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4.....117

6.2 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) จากการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4.....118

6.3 กราฟเปรียบเทียบ log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4.....119

6.4 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) จากการตรวจวัดครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 (ฤดูแล้ง) กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6.....120

6.5 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) จากการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6.....121

6.6 กราฟเปรียบเทียบ log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6.....122

6.7 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดทั้ง 5 ครั้ง กับ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4.....124

6.8 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4.....125

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

6.9 กราฟเปรียบเทียบ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4.....126
6.10 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) จากการตรวจวัดครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 (ฤดูแล้ง) กับ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6.....127
6.11 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6.....128
6.12 กราฟเปรียบเทียบ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6.....129
7.1 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) จากการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4.....137
7.2 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) จากการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6.....138
7.3 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4.....139
7.4 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6.....140

บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

จังหวัดนครนายกเป็นจังหวัดที่มีการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว และมีการขยายตัวของชุมชนเมืองมากขึ้น เนื่องจากมีความพร้อมในด้านต่างๆ คือเป็นพื้นที่ที่เหมาะแก่การตั้งถิ่นฐาน การท่องเที่ยวเชิงนิเวศวิทยา และการทำเกษตรกรรม อีกทั้งยังตั้งอยู่ใกล้สาธารณูปโภคที่สำคัญ เช่น เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ และเขื่อนขุนด่านปราการชล เป็นต้น จากที่กล่าวในขั้นต้นอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนสารเคมีจากแหล่งมลสารลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบต่างๆต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในจังหวัดนครนายกและพื้นที่ใกล้เคียง จึงควรมีการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินและกิจกรรมต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำผิวดิน

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทรัพยากรน้ำของประเทศไทยในปัจจุบันนับว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากมีความต้องการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นทั้งในด้านการอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม จากการเพิ่มของประชากรและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ในขณะที่แหล่งน้ำผิวดินมีปริมาณที่จำกัด จึงควรมีแนวทางในการป้องกันรักษาคุณภาพน้ำผิวดินให้อยู่ในสภาพที่ดี เพื่อที่จะสามารถตอบสนองความต้องการในการใช้น้ำได้ในระยะยาว

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการศึกษาครั้งนี้จะส่งผลในทางที่ดีในการช่วยพัฒนาแหล่งน้ำผิวดินของจังหวัดนครนายกให้ปราศจากการปนเปื้อนจากการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกิจกรรมต่างๆ เช่น การทำกสิกรรม ปศุสัตว์ อุตสาหกรรม และที่อยู่อาศัย ที่จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ ซึ่งจากการที่น้ำเป็นปัจจัยหลักในการสนับสนุนแนวความคิดที่จะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ประชาชน จึงได้ทำการศึกษาและตรวจสอบคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำนครนายก และสาขาตลอดทั้งสาย แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติร่วมกับข้อมูลศักยภาพของการปนเปื้อน เพื่อที่สามารถพยากรณ์คุณภาพน้ำได้ในอนาคตจากกิจกรรมต่างๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำผิวดินในจังหวัดนครนายก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกันและรักษาคุณภาพน้ำได้ในอนาคต

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการสร้างสมการ Multiple Linear Regression จากโปรแกรม SPSS ในการพยากรณ์คุณภาพน้ำของแม่น้ำนครนายกในปี พ.ศ.2551 โดยใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำ และข้อมูลดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสารของปี พ.ศ.2548 ถึงปี พ.ศ.2550

2. เพื่อหาความรุนแรงของแต่ละแหล่งมลสารที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณสารปนเปื้อนที่มีอยู่ในแม่น้ำนครนายก

3. เพื่อใช้เป็นแผนในการควบคุมคุณภาพน้ำในอนาคต เพื่อให้ทราบว่าแหล่งมลสารใดควรได้รับการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำนครนายก

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษามีการเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำ ข้อมูลลักษณะพื้นที่ และข้อมูลศักยภาพของแหล่งมลสาร ในการพยากรณ์คุณภาพน้ำ โดยมีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1. จังหวัดนครนายกมีเนื้อที่ประมาณ 1,326,250 ไร่ โดยพื้นที่การศึกษาแบ่งออกเป็น 4 อำเภอได้แก่ อำเภอเมือง มีทั้งหมด 13 ตำบล ได้แก่ ตำบลนครนายก ตำบลท่าช้าง ตำบลบ้านใหญ่ ตำบลวังกระโจม ตำบลท่าทราย ตำบลดอนยอ ตำบลศรีจุฬา ตำบลดงละคร ตำบลศรีนาวา ตำบลสาริกา ตำบลหินตั้ง ตำบลเขาพระ และ ตำบลพรหมมณี อำเภอบ้านนามีทั้งหมด 10 ตำบล ได้แก่ ตำบลบ้านนา ตำบลบ้านพร้าว ตำบลบ้านพริก ตำบลอาษา ตำบลทองหลาง ตำบลบางอ้อ ตำบลพิกุลออก ตำบลป่าขะ ตำบลเขาเพิ่ม และตำบลศรีกะอาง อำเภอปากพลี ได้แก่ 7 ตำบล ได้แก่ ตำบลปากพลี ตำบลเกาะหวาย ตำบลเกาะโพธิ์ ตำบลโคกกรวด ตำบลท่าเรือ ตำบลหนองแสง และตำบลนาหินลาด และอำเภอองครักษ์ มีทั้งหมด 11 ตำบล ได้แก่ ตำบลพระอาจารย์ ตำบลบึงศาล ตำบลศีรษะกระบือ ตำบลโพธิ์แทน ตำบลบางสมบูรณ์ ตำบลทรายมูล ตำบลบางปลากด ตำบลบางลูกเสือ ตำบลองครักษ์ ตำบลชุมพล และตำบลคลองใหญ่

2. ข้อมูลการศึกษาต่อเนื่องโครงการคุณภาพน้ำผิวดินของจังหวัดนครนายก (วริชา จิระพันธุ, ภิตินันต์ชาตะโชติและสุเมธ สันทัดวัฒนา , การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินของจังหวัดนครนายก ,2548)

3. ข้อมูลการศึกษาต่อเนื่องโครงการคุณภาพน้ำผิวดินของจังหวัดนครนายก (นางสาวเชษฐกานต์ เหล่าคงสุนทรและนายปณต มงคลธรรมากุล, การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินของจังหวัดนครนายก (ต่อเนื่อง 2,2549)

4. ข้อมูลการประเมินศักยภาพของแหล่งมลสารที่อาจปนเปื้อนลงสู่น้ำบาดาล จังหวัดนครนายก,(นางสาวนัฏยา ประดับการและนางสาวอาภาพรรณ จันทร์มีเทศ,2549)

5. การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินและผลกระทบต่อคุณภาพน้ำจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดนครนายก (นายนราวุธ ฤทธิ์, นายอนุสิทธิ์ เมืองโคตร และนายอาทิตย์พันธ์ เหมืองหม้อ, 2551)

6. ค่าตัวแปร Water Quality ที่ใช้ในการตราจวัด คือ Chloride Phosphate Salinity Temperature pH TDS และConductivity ส่วนตัวแปรที่ใช้ในการสร้างสมการ Multiple Linear Regression จากโปรแกรม SPSS จะใช้เพียง 4 ตัวแปร เนื่องจากเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร นาปรัง นาปี ชุมชน สุกร และสัตว์ปีก คือ TDS, Conductivity Phosphate และ Chloride

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

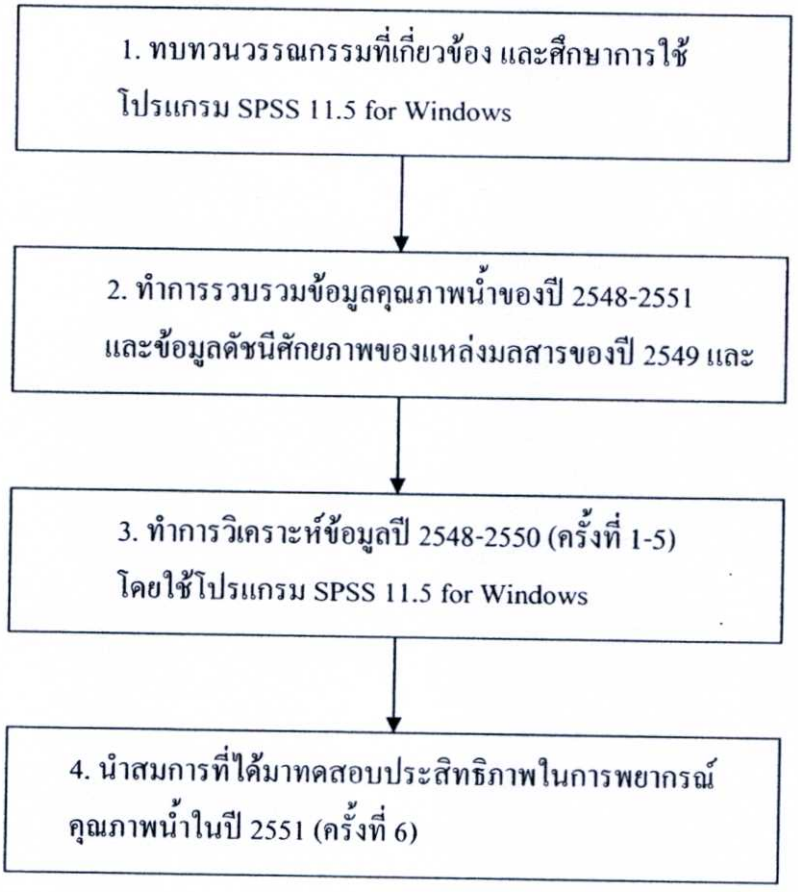
กิจกรรมหลักในการศึกษาวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์คุณภาพน้ำ และศึกษาการใช้โปรแกรม SPSS 11.5 for Windows

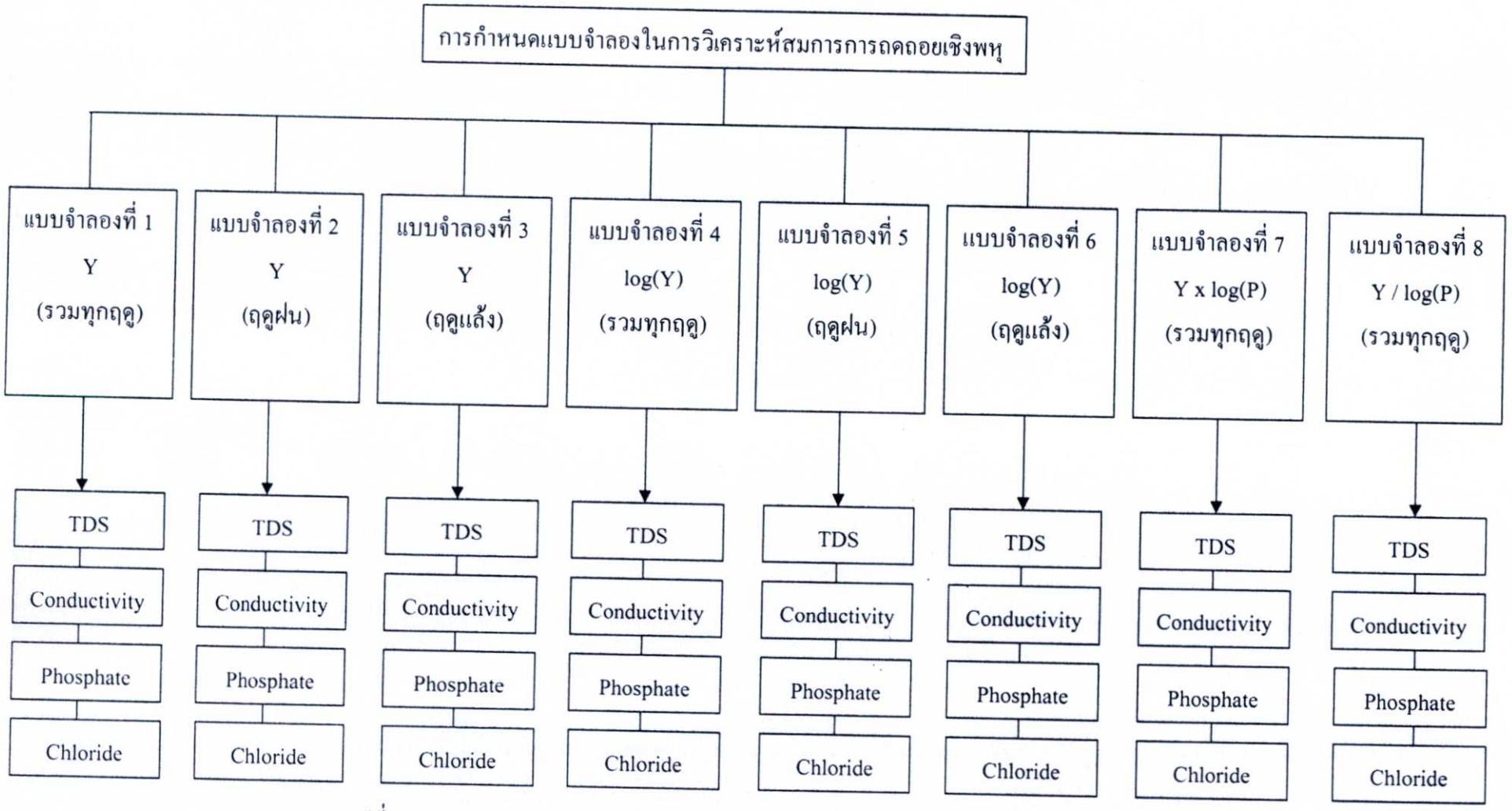
2. ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของการศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินจังหวัดนครนายกปี2548 ถึงปี2551 เก็บรวบรวมข้อมูลค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสารของนาปรัง นาปี ประชากร สุกร และสัตว์ปีก ปี2549และ2551

3. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลปี 2548-2550 (ครั้งที่ 1-5) จากโปรแกรม SPSS 11.5 for Windows เพื่อให้ได้สมการในการพยากรณ์คุณภาพน้ำ

4. นำสมการที่ได้มาทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์คุณภาพน้ำในปี 2551 (ครั้งที่ 6)



รูปที่ 1.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการศึกษา



รูปที่ 1.2 แผนภาพการกำหนดแบบจำลองในการวิเคราะห์สมการการถดถอยเชิงพหุ

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการศึกษา และการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน																				
	2550		2551												2552						
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
1. ศึกษาบทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←					→															
2. ศึกษาการใช้โปรแกรม SPSS							←				→										
3. ติดต่อหน่วยงานเพื่อขออนุเคราะห์ข้อมูล												↔									
4. ตรวจวัดคุณภาพน้ำในปี 2551 (ครั้งที่ 6)													↔								
5. วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS														←					→		
6. นำสมการที่ได้มาทำการทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์																			←		→

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง จากการศึกษาตำรา, เอกสาร, วารสาร และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งจะประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับการทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้พยากรณ์คุณภาพน้ำจากปัจจัยต่างๆ และการประเมินการปนเปื้อนจากกิจกรรมต่างๆที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำผิวดิน

2.2 การศึกษาที่ผ่านมา

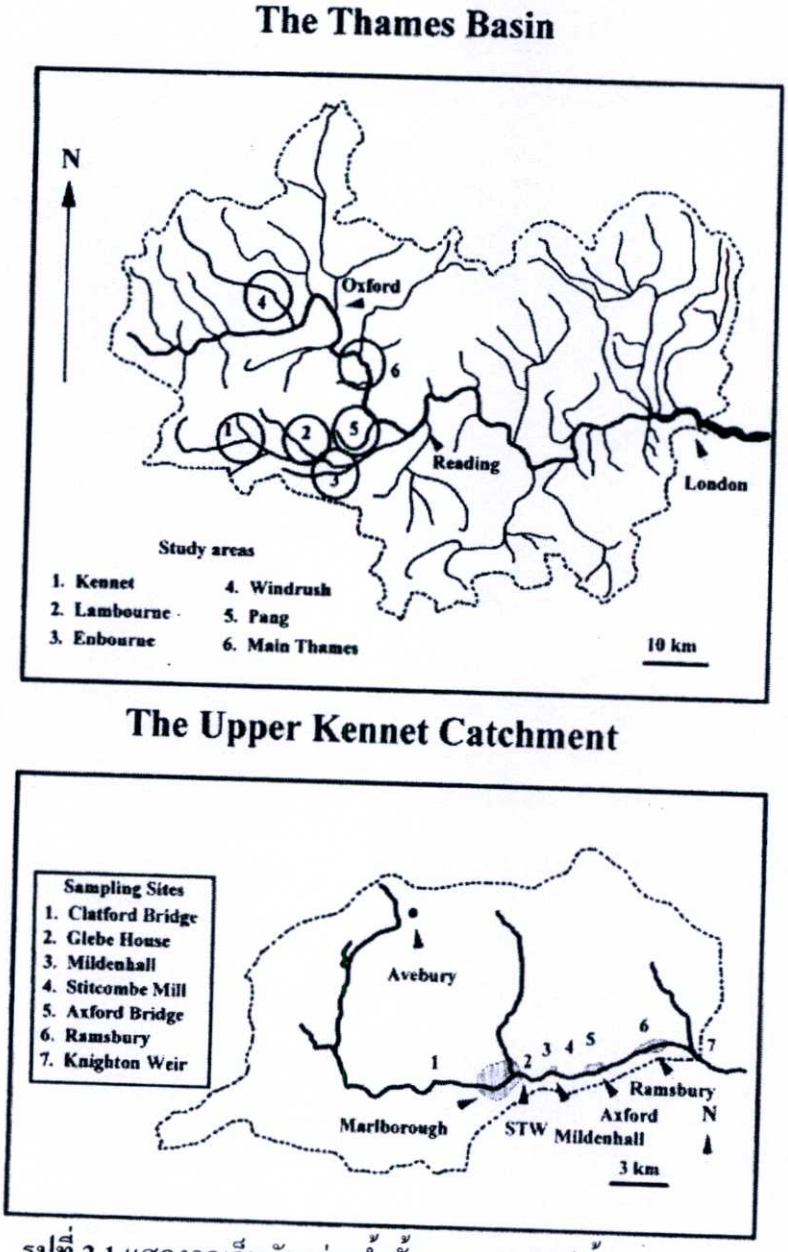
Neal et.al (2000) ได้ทำการวิเคราะห์ Phosphorus ที่มีอยู่มากในแม่น้ำ Kennet เนื่องจาก Phosphorus มากับน้ำเสียที่ปล่อยจาก Marlborough ซึ่ง Phosphorus เป็นสารอาหารของพืชน้ำ จึงทำให้พืชน้ำมีการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์กระจายออกเป็นจำนวนมาก ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงจึงทำให้เกิดปัญหากับแม่น้ำ Kennet คณะวิจัยจึงทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 7 จุด ตลอดตามความยาวของแม่น้ำ Kennet ในช่วงเช้าและช่วงบ่ายของเดือนมิถุนายน 1997 – เดือนพฤษภาคม 1998 ดังที่แสดงในรูปที่ 2.1

จากนั้นนำตัวอย่างน้ำจากการตรวจวัดมาหาค่า pH, alkalinity, base cation, boron, nutrient และ Calcite การวิเคราะห์ค่าดัชนี SIcalcite จะใช้สมการที่ (2.2) เป็นตัวชี้วัด

$$SIcalcite = \log_{10}\left(\left(Ca^{2}\right)\times\left(Co_{3}^{2}\right)\right) - \log_{10}\left(Kcalcite\right) \qquad (2.1)$$

หากค่า *SIcalcite* มีค่าเป็น +1 หมายความว่าแคลเซียมคาร์บอเนต oversaturation

หากค่า *SIcalcite* มีค่าเป็น -1 หมายความว่าแคลเซียมคาร์บอเนต undersaturation



รูปที่ 2.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 7 จุด แม่น้ำ Kennet [2]

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ คือ ปริมาณ phosphorus ที่ลดลงในแม่น้ำ Kennet นั้นไม่ได้เกิดจากการจับตัวกันกับ carbo แต่เกิดจากการที่ Marlborough มีระบบการบำบัดคุณภาพที่ดีก่อนที่จะปล่อยน้ำลงสู่แม่น้ำ Kennet และเกิดจากการเจือจางตามลำน้ำ

Horsburgh และ Ames (2001) การทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์ปริมาณ total phosphorous(TP) โดยใช้โปรแกรม ArcView ในการแสดงข้อมูล GIS เพื่อให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำในแม่น้ำ กับลักษณะต่างๆของพื้นที่ที่อยู่บริเวณรอบแม่น้ำ คุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาคือ TP ที่แพร่มาจากการใช้ประโยชน์ของพื้นที่, ระดับของพื้นที่ และพื้นที่อื่นๆที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของ total phosphorous(TP) ดังตารางที่ 2.1

วิธีการที่ใช้ในการทำนายปริมาณ total phosphorous ที่อยู่ในแม่น้ำนั้นจะใช้วิธีการทางสถิติโดยใช้สมการ Multiple Regression ซึ่งใช้โปรแกรม S-Plus สมการที่ได้คือสมการที่ (2.2) ในการทำนายปริมาณ total phosphorous

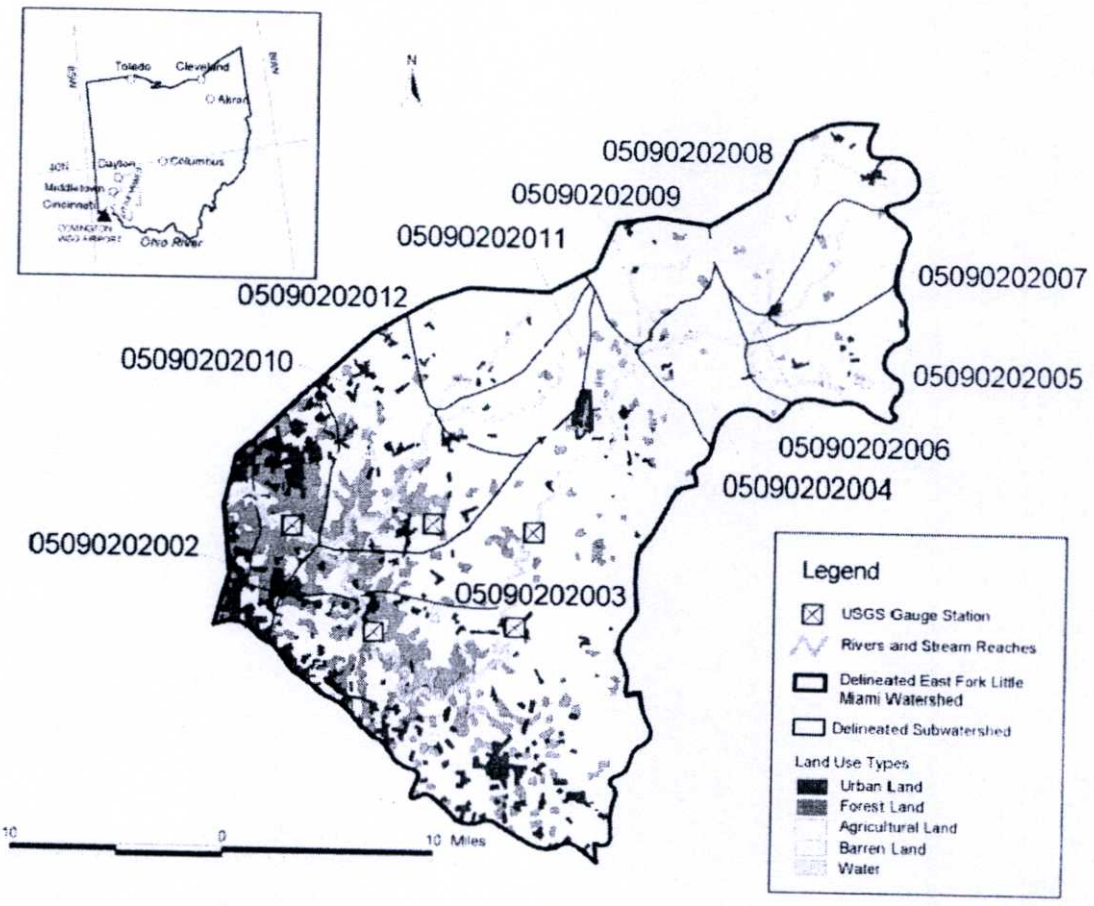
$$\log(TP) = -7.950 + 0.219(A) + 0.109(B) - 0.011(C) - 0.001(D) + 0.001(AB) - 0.008(AC) + 0.002(BC) \quad (2.2)$$

โดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระคือ Percent Agriculture(A), Percent Rangeland(B), Percent Forest(C), และPercent Elevation(D) ตัวแปรตามคือ log(TP) วิธีการที่ใช้ในการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการคือ Stepwise ค่าเปอร์เซนต์ความเชื่อมั่นของสมการ(R^2) = 83%

ตารางที่ 2.1 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการทำนายปริมาณ total phosphorous

Station	TP (mg/l)	Percent Agriculture	Percent Rangeland	Percent Forest	Total Area	Elevation (m)
050202	0.1319	0.0000	9.4613	90.5387	4229021.02	2109
050201	0.0985	0.0000	0.1492	99.8508	1435719.38	2117
2080145	0.0650	1.5872	49.0111	42.1537	24766530.88	1990
2080150	1.1825	5.8850	51.6250	42.4900	4213076.45	1526
2080149	0.1070	0.1304	60.9110	38.9586	8521931.16	1602
2080148	0.5395	10.9281	54.7044	34.3675	14869166.07	1519
2080151	1.5218	28.9979	61.9529	9.0492	7245136.53	1547
2080140	0.0423	22.1948	53.4297	8.1190	10544795.19	1862
2080300	0.0936	9.3857	62.0638	28.5167	69215075.23	1829
2080333	0.3158	9.8553	64.4516	25.6931	12477395.15	1707
2080335	0.4825	37.8883	37.4955	24.6162	5191889.30	1768
2080106	0.2684	36.8953	50.1825	12.9221	14419153.38	1585
2080302	0.7013	33.2887	52.8846	13.8267	13475833.65	1585
2080445	0.0453	0.0000	100.0000	0.0000	15177383.68	1770

T.Y.Tong และ Chen (2002) หาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พื้นที่กับคุณภาพน้ำผิวดิน โดยใช้การทดสอบทางสถิติ Spearman's Rank correlation ในการหาความสัมพันธ์การใช้พื้นที่จะประกอบไปด้วยพื้นที่การค้า, พื้นที่อยู่อาศัย, พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ คุณภาพน้ำผิวดินที่ทดสอบ คือ nitrogen, phosphorus และ Fecal coliform ในการแสดงผลของข้อมูลต่างๆในพื้นที่ของ Miami จะใช้โปรแกรม BASINS ในการแสดงสถานีที่มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ, ระดับของการปนเปื้อน และลักษณะของพื้นที่ต่างๆใน Miami ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ และลักษณะต่างๆของพื้นที่

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จะใช้ Spearman's Rank correlation เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้พื้นที่กับคุณภาพน้ำผิวดิน ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งค่าที่ได้มีค่าเป็นบวกแสดงว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน หากค่าที่ได้มีค่าเป็นลบแสดงว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน

ผลที่ได้จากตารางที่ 2.2 สรุปได้ว่า total nitrogen, total phosphorus และ Fecal coliform จะมีความสัมพันธ์กันมากในทางบวกกับพื้นที่การค้า, พื้นที่อยู่อาศัย และพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เกษตรกรรมจะมีความสัมพันธ์กันมากในทางบวกกับ Conductivity และ pH แต่จะมีความสัมพันธ์กันในทางลบกับ zinc, cadmium, lead และ manganese พื้นที่การค้าและที่อยู่อาศัยจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวกกับ sodium, cadmium, lead, conductivity, BOD และ zinc

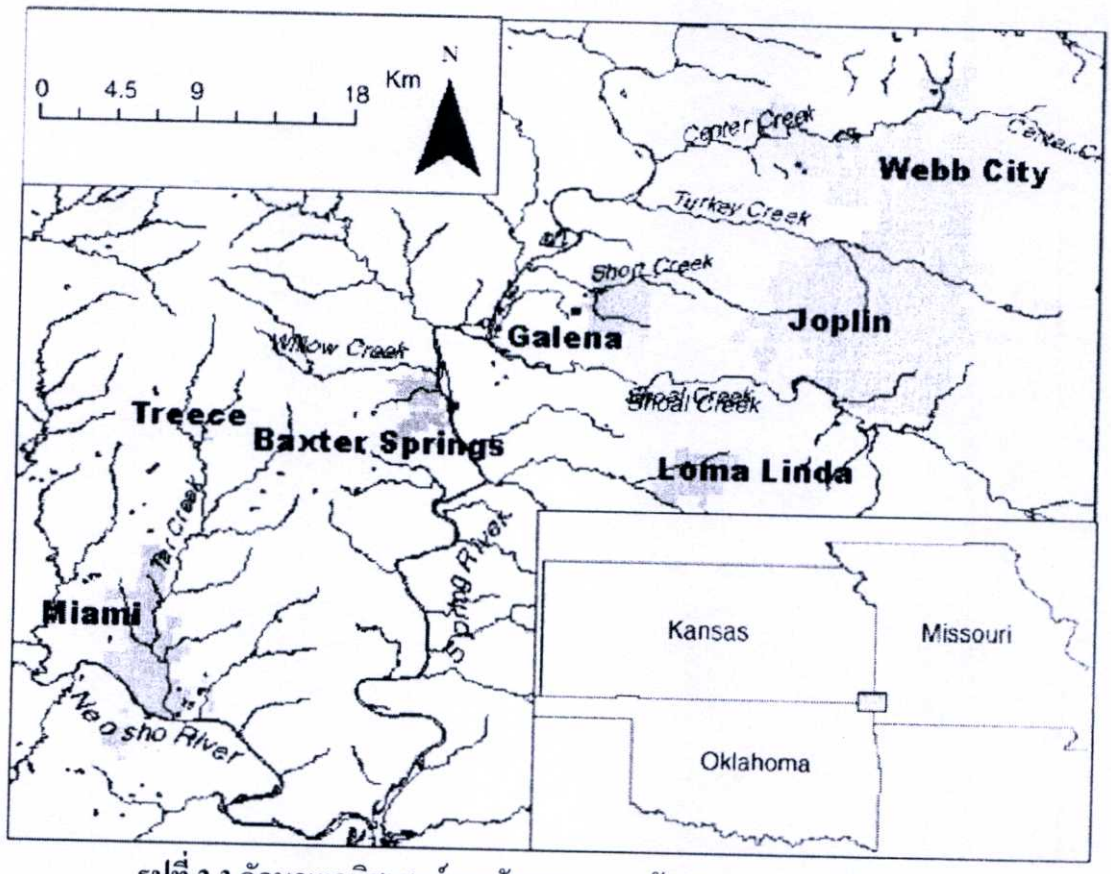
ตารางที่ 2.2 ผลความสัมพันธ์ทางสถิติ Spearman's Rank correlation

Water quality variables	Land-use types			
	Residential	Commercial	Forest	Agriculture
Conductivity	0·2266*	0·2094*	−0·3757*	0·2854*
BOD	0·2078*	0·2088*	−0·2073*	0·0938
pH	0·0318	0·0070	−0·2181*	0·2266*
Total nitrogen	0·2265*	0·2054*	−0·3279*	0·1913*
Total phosphorus	0·3379*	0·2905*	−0·2850*	0·1563*
Sodium	0·3654*	0·3988*	−0·0607	−0·2276
Cadmium	0·2504*	0·2596*	0·0240	−0·1891*
Lead	0·2345*	0·2538*	0·0294	−0·1995*
Manganese	−0·1822	−0·1677	0·4602*	−0·3579*
Zinc	0·1915*	0·1893*	0·0315	−0·1444*
Fecal coliform	0·2660*	0·2541*	−0·3295*	0·1768*

[a]Only significant relationships are listed.
*Denotes significant relationships at a probability level of < 0.0001.

Xiao และ Ji (2007) หาความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่ใน watershed ที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อนลงสู่น้ำผิวดิน โดยใช้วิธีการทางสถิติคือ Pearson correlations ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ พื้นที่ๆทำการศึกษาคือ รัฐ Missouri, รัฐ Kansas และ รัฐ Oklahoma ดังแสดงในรูปที่ 2.3

ลักษณะของพื้นที่ๆใช้ในการวิเคราะห์คือ พื้นที่ทุ่งหญ้า, พื้นที่การค้า หรือที่พักอาศัย, พื้นที่ป่าไม้, พื้นที่เพาะปลูก และพื้นที่ๆมีการฝังขยะ คุณภาพน้ำที่มีการตรวจวัดและนำมาวิเคราะห์คือ total cadmium, total aluminum, total lead, total zinc, total iron และ conductivity



รูปที่ 2.3 ลักษณะภูมิศาสตร์ของรัฐ Missouri, รัฐ Kansas และ รัฐOklahoma

ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติชี้ให้เห็นว่าคุณภาพน้ำมีความสัมพันธ์กันมากกับพื้นที่การค้าหรือที่พักอาศัย, พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่ๆมีการฝังขยะ เช่นเดียวกันกับ edge densitiy(ED) ของพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่ๆมีการฝังขยะซึ่งมีระดับความสำคัญที่ 0.95 (ค่า P-value น้อยกว่า 0.05) พื้นที่ทุ่งหญ้าไม่มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพน้ำตัวใดเลย แสดงในตารางที่ 2.3

จากตารางที่ 2.4 จะเห็นได้ว่าค่า R^2 ของ Complex linear สูงสุดอยู่ที่ Conductivity คือ 77% และค่า R^2 น้อยสุดอยู่ที่ Cadmium คือ 33%

จากข้อมูลในตารางที่ 2.5 คือการใช้สมการ Simple linear regression ในการทำนายปริมาณอลูมิเนียม(Al), สังกะสี(Zn), เหล็ก(Fe), ตะกั่ว(Pb), แคดเมียม(Cd) และการนำไฟฟ้า(Conductivity)

ผลจากการศึกษาสรุปได้ว่าพื้นที่ป่าและพื้นที่ๆมีการฝังขยะเป็นพื้นที่ๆทำให้ส่งผลต่อคุณภาพน้ำมากที่สุดเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นๆที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 2.3 แสดงผลความสัมพันธ์ทางสถิติ Pearson's correlation ระหว่างลักษณะของพื้นที่ กับ log ค่าคุณภาพน้ำ

	Conductivity	Total Cd	Total Pb	Total Fe	Total Zn	Total Al
Grassland						
Res/com	0.6117			0.4629	0.4405	0.3909
Waste	0.5950	0.3164*	0.5159	0.3987	0.5624	
Forest	−0.3665	−0.5519	−0.6930	−0.5352	−0.5545	−0.4872
Cropland	−0.3023*		0.4937			
Ed_grass			0.4143			
Ed_waste	0.5512	0.3272*	0.4980	0.3396	0.4903	
Ed_forest	−0.3414	−0.5333	−0.6426	−0.5365	−0.4978	−0.5016
PD	0.3364					
Contagion	−0.4922			−0.3024*	−0.3647	
IJI	0.5241				0.2969*	

ตารางที่ 2.4 แสดงค่า R^2 ของการเปลี่ยนรูปคุณภาพน้ำเป็น log

	Conductivity	Total Cd	Total Pb	Total Fe	Total Zn	Total Al
Grassland						
Res/com	0.3742			0.2142	0.194	0.1528
Waste	0.6718	0.142	0.2661	0.5779	0.5564	0.3802
Forest	0.1343	0.4157	0.4803	0.2865	0.607	0.2373
Cropland			0.2437			
Ed_grass						
Ed_waste	0.5969	0.107	0.248	0.4798	0.4974	0.4069
Ed_forest	0.1166	0.2844	0.413	0.2878	0.547	0.2516
PD	0.1132					
Contagion	0.2423				0.133	
IJI	0.2747					
Complex linear model[a]	0.7697	0.3343	0.7116	0.6175	0.6524	0.5712

ตารางที่ 2.5 สมการ Simple linear regression ในการทำนายคุณภาพน้ำ

Response (Y)	Predictor (X)	Best fit linear model
Total Al	Res/com	$\text{Log } Y = 2.227 + 0.0231X$
	Waste	$\text{Log } Y = 2.043 + 0.134X$
	Forest	$\text{Log } Y = 2.9848 - 0.04X$
	Ed_waste	$\text{Log } Y = 2.083 + 0.0536X$
	Ed_forest	$\text{Log } Y = 0.305 - 0.02X$
Total Zn	Res/com	$\text{Log } Y = 3.213 + 0.032X$
	Waste	$\text{Log } Y = 2.786 + 0.214X$
	Forest	$\text{Log } Y = 4.422 - 0.070X$
	Ed_waste	$\text{Log } Y = 2.789 + 0.0857X$
	Ed_forest	$\text{Log } Y = 4.538 - 0.032X$
	contagion	$\text{Log } Y = 4.938 - 0.028X$
Total Fe	Res/com	$\text{Log } Y = 2.411 + 0.0402X$
	Waste	$\text{Log } Y = 1.975 + 0.255X$
	Forest	$\text{Log } Y = 3.621 - 0.067X$
	Ed_waste	$\text{Log } Y = 1.941 + 0.105X$
	Ed_forest	$\text{Log } Y = 3.757 - 0.032X$
Total Pb	Waste	$\text{Log } Y = 1.087 + 0.0842X$
	Forest	$\text{Log } Y = 1.815 - 0.038X$
	Cropland	$\text{Log } Y = 1.043 + 0.0191X$
	Ed_waste	$\text{Log } Y = 1.062 + 0.0327X$
	Ed_forest	$\text{Log } Y = 1.861 - 0.017X$
Total Cd	Waste	$\text{Log } Y = 1.081 + 0.0567X$
	Forest	$\text{Log } Y = 1.746 - 0.047X$
	Ed_waste	$\text{Log } Y = 1.108 + 0.0239X$
	Ed_forest	$\text{Log } Y = 1.840 - 0.020X$
Conductivity	Res/com	$\text{Log } Y = 2.655 + 0.0162X$
	Waste	$\text{Log } Y = 2.544 + 0.0858X$
	Forest	$\text{Log } Y = 3.041 - 0.014X$
	Ed_waste	$\text{Log } Y = 2.519 + 0.0366X$
	Ed_forest	$\text{Log } Y = 3.059 - 0.006X$
	PD	$\text{Log } Y = 2.583 + 0.0082X$
	Contagion	$\text{Log } Y = 3.510 - 0.014X$
	IJI	$\text{Log } Y = 2.300 + 0.0112X$

นัฏยา ประดับการ และอาภาพรรณ จันทร์มีเทศ, การประเมินศักยภาพของแหล่งมลสารที่อาจปนเปื้อนลงสู่น้ำบาดาลจังหวัดนครนายก, 2549 [5] การประเมินศักยภาพของแหล่งมลสาร โดยทำการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ(F1) และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ(F2) ของมลสารจากแต่ละแหล่ง ดังสมการที่ 2.3

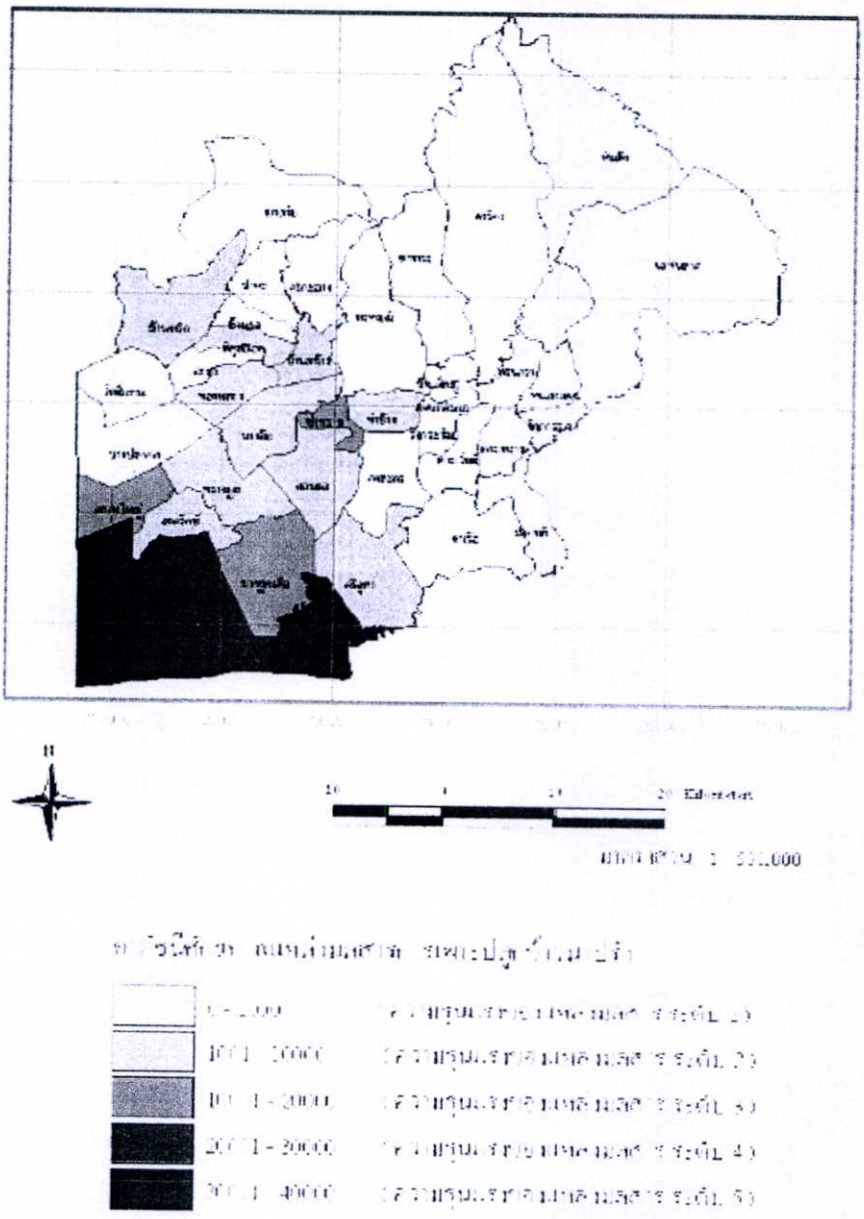
$$CPI = F1 \times F2 \qquad (2.3)$$

CPI คือ ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร

F1 คือ ปัจจัยด้านปริมาณของของเสีย

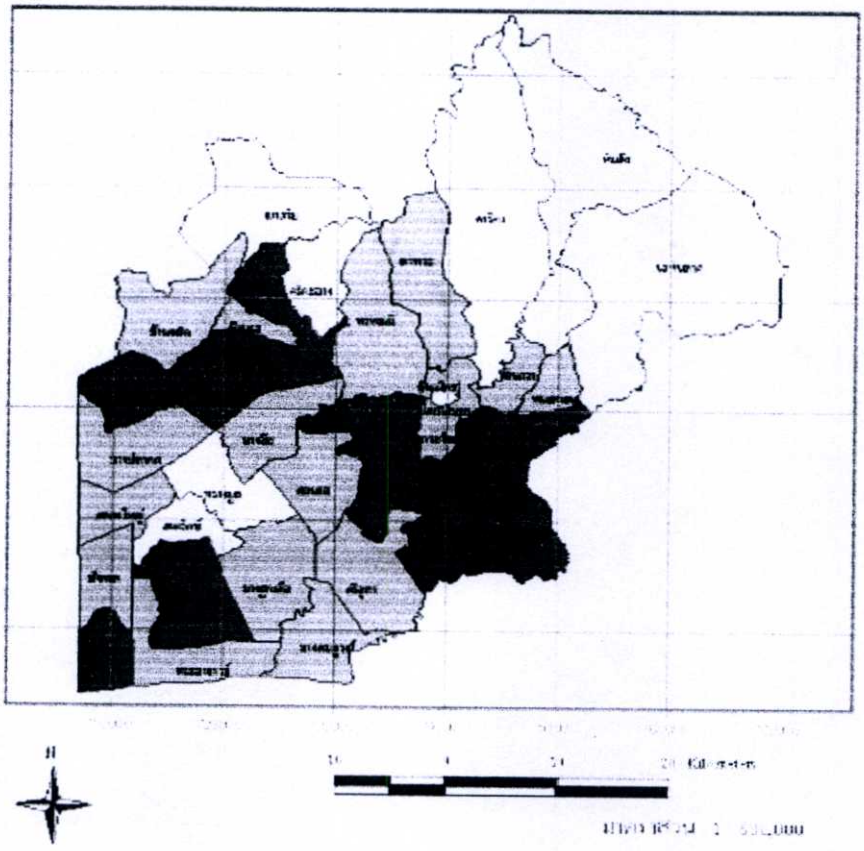
F2 คือ ปัจจัยด้านความรุนแรงของของเสีย

การหาค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร(CPI) เพื่อระบุถึงความรุนแรงของแหล่งมลสารหลักที่อาจปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำบาดาลและจัดทำเป็นแผนที่แสดงแนวเขตของพื้นที่ที่มีศักยภาพต่างๆกันของแต่ละแหล่งมลสารในการปนเปื้อนสู่น้ำบาดาล โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ถึง รูปที่ 2.8



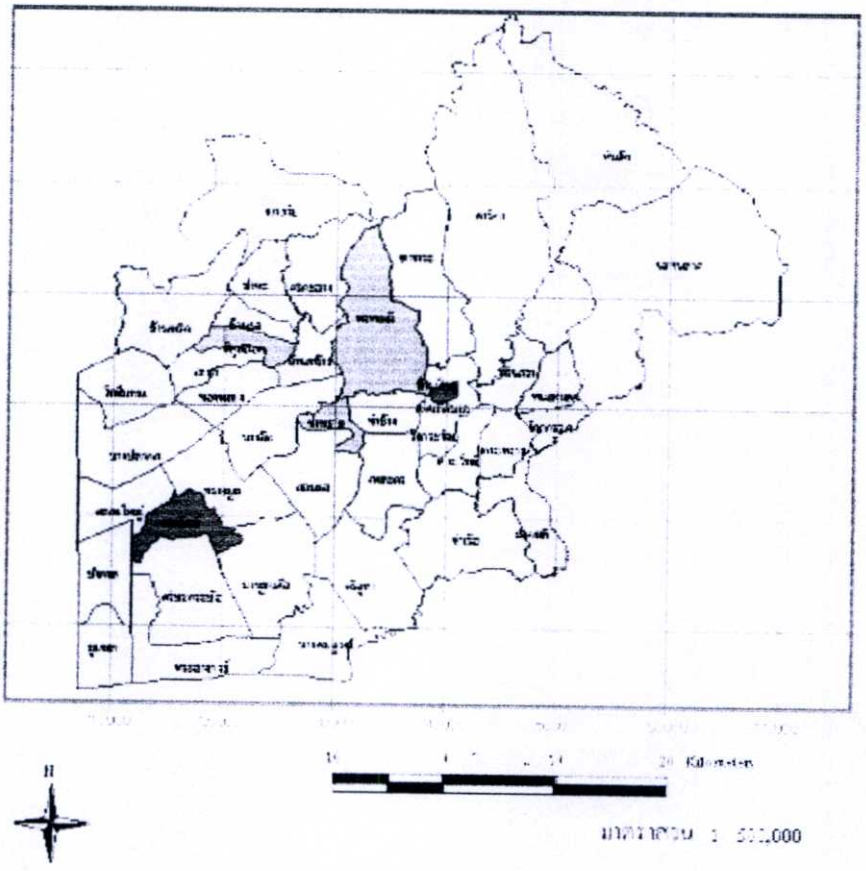
รูปที่ 2.4 ค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารการเพาะปลูกข้าวนาปรัง

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

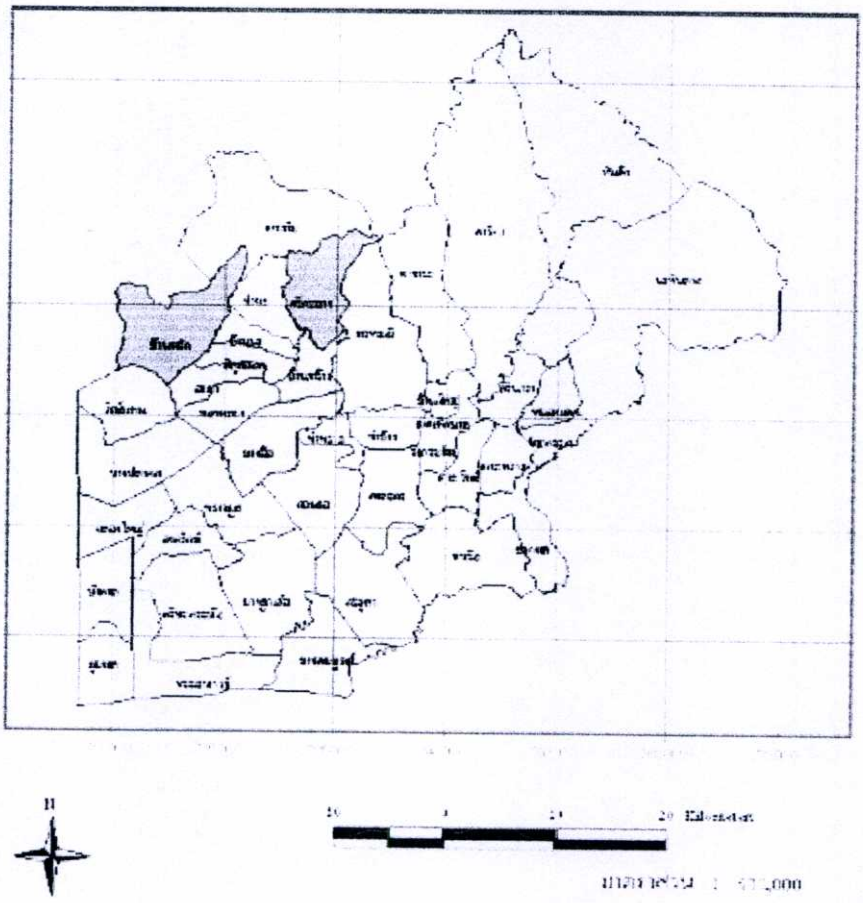


รูปที่ 2.5 ค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารการเพาะปลูกข้าวนาปี

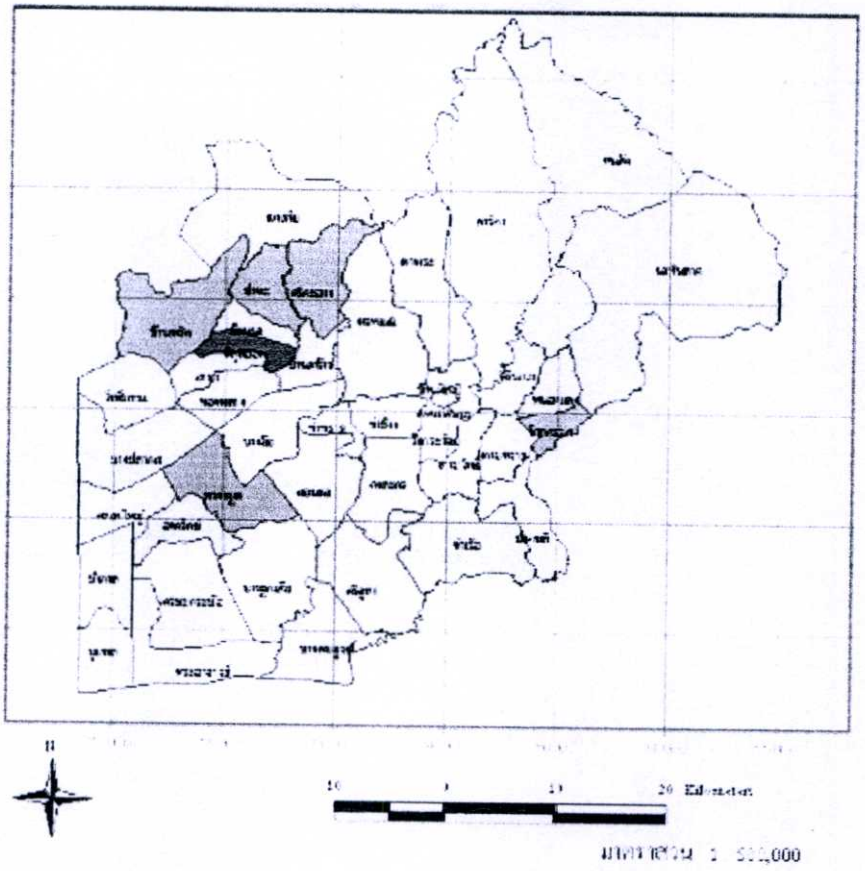
107451



รูปที่ 2.6 ค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารชุมชน



รูปที่ 2.7 ค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารฟาร์มสุกร(กรณีไม่มีระบบบำบัด)



รูปที่ 2.8 ค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารฟาร์มสัตว์ปีก

จากผลการประเมินค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารนาปรังสรุปได้ว่าตำบลส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษาคือร้อยละ 64.66 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดถูกจัดอยู่ในกลุ่มพื้นที่ที่มีความรุนแรงของแหล่งมลสารน้อยที่สุด มีเพียง 5 ตำบล หรือร้อยละ 11.12 ของพื้นที่ศึกษาที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มศักยภาพแหล่งมลสารมากที่สุด

จากผลการประเมินค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารนาปีสรุปได้ว่าตำบลส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษาคือร้อยละ 40.15 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดถูกจัดอยู่ในกลุ่มพื้นที่ที่มีความรุนแรงของแหล่งมลสารน้อยที่สุด มีเพียง 1 ตำบล หรือร้อยละ 0.61 ของพื้นที่ศึกษาที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มศักยภาพแหล่งมลสารมากที่สุด

จากผลการประเมินค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารชุมชนสรุปได้ว่าตำบลส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษาคือร้อยละ 53.75 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดถูกจัดอยู่ในกลุ่มพื้นที่ที่มีความรุนแรงของแหล่งมลสารน้อยที่สุด มีเพียง 2 ตำบล หรือร้อยละ 1.52 ของพื้นที่ศึกษาที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มศักยภาพแหล่งมลสารมากที่สุด

จากผลการประเมินค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารฟาร์มสุกรสรุปได้ว่าตำบลส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษาคือร้อยละ 67.05 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดถูกจัดอยู่ในกลุ่มพื้นที่ที่มีความรุนแรงของแหล่งมลสารน้อยที่สุด มีเพียง 1 ตำบล หรือร้อยละ 1.33 ของพื้นที่ศึกษาที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มศักยภาพแหล่งมลสารมากที่สุด

จากผลการประเมินค่าดัชนีศักยภาพแหล่งมลสารฟาร์มสัตว์ปีกสรุปได้ว่าตำบลส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษาคือร้อยละ 44.70 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดถูกจัดอยู่ในกลุ่มพื้นที่ที่มีความรุนแรงของแหล่งมลสารน้อยที่สุด มีเพียง 1 ตำบล หรือร้อยละ 0.73 ของพื้นที่ศึกษาที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มศักยภาพแหล่งมลสารมากที่สุด

วริชา จิระพินธุ , ภิตินันต์ ชาตะโชติ และสุเมธ สันทัดวัฒนา, 2548 และ

เชษฐกานต์ เหล่าสุนทร และปณต มงคลธรรมากุล, 2549 ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินในจังหวัดนครนายก โดยทำการเก็บข้อมูลความหนาแน่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินคือข้อมูลความหนาแน่นของการทำนาปรัง, นาปี, ประชากร, สุกร และสัตว์ปีก ดังตารางที่ 2.6 ทำการเก็บและทดสอบตัวอย่างน้ำทั้งหมด 31 จุดตลอดลำน้ำแม่น้ำนครนายก ดังตารางที่ 2.7 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำร่วมกับความหนาแน่นของแต่ละกิจกรรม

ตารางที่ 2.6 ความหนาแน่นของนาปรัง, นาปี, ประชากร, สุกร และสัตว์ปีก ของแต่ละสถานี

ตำแหน่ง	นาปรัง (ไร่/ตร.กม.)	นาปี (ไร่/ตร.กม.)	ประชากร (คน/ตร.กม.)	สุกร (ตัว/ตร.กม.)	สัตว์ปีก (ตัว/ตร.กม.)
A1	1.204	34.732	34.410	0.000	17.472
A2	7.004	340.771	205.294	0.000	0.000
A3	5.640	297.029	190.075	0.000	0.000
A4	7.736	254.626	134.522	0.000	493.488
A5	0.000	0.000	2650.995	0.000	0.000
A6	38.563	550.247	216.269	0.000	0.000
A7	3.725	324.301	165.503	0.000	0.000
A8	1.334	552.165	181.781	11.113	2244.755
A9	24.675	325.198	78.762	15.510	838.940
B1	21.790	625.000	322.180	167.534	89027.570
B2	81.753	579.446	181.685	27.596	5174.239
B3	21.790	625.000	322.180	167.534	89027.570
B4	0.000	559.454	174.634	1139.861	31739.151
B5	45.198	285.633	93.812	250.484	17515.114
B6	0.000	131.583	46.278	106.715	2287.017
C1	0.000	566.942	119.724	0.000	0.000
C2	0.000	625.000	104.902	8.394	0.000
C3	0.000	9.735	14.763	3.606	324.511
C4	0.000	426.511	159.485	112.511	1875.187
D1	363.713	402.853	69.218	99.928	383.158
D2	354.907	438.184	111.012	0.000	0.000
D3	112.927	183.464	1842.434	0.000	337.498

ตารางที่ 2.7 แสดงตำแหน่งของสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ

สัญลักษณ์	จุดเก็บน้ำ
A1	แม่น้ำนครนายก หน้าเขื่อนคลองท่าด่าน ตำบลสาริกา
A2	แม่น้ำนครนายก สะพานเขานางบวช – คีรีวัน ตำบลศรีนาวา
A3	แม่น้ำนครนายก วัดโพธิ์ไทร บ้านโพธิ์ไทร ตำบลบ้านใหญ่
A4	คลองพรหมณี ตำบลเขาพระ
A5	แม่น้ำนครนายก สวนหลวง ร.9 ตำบลนครนายก
A6	แม่น้ำนครนายก บริเวณสะพานแม่น้ำนครนายก
A7	ประตูน้ำคลองเหมือง บ้านปากเหมือง ตำบลวังกระโจม
A8	คลองเหมือง วัดหนองทราย ตำบลดงละคร
A9	คลองเหมือง วัดศรีจุฬา ตำบลศรีจุฬา
B1	คลองบ้านนา บ้านพิกุลแก้ว ตำบลพิกุลออก
B2	คลองทองหลาง บ้านทองหลางเก่า ตำบลทองหลาง
B3	คลองอาษา บ้านชุมแสง ตำบลพิกุลออก
B4	คลองบ้านนา วักป่าขะ ตำบลป่าขะ
B5	คลองบ้านพริก บ้านพริก ตำบลบ้านพริก
B6	คลองบ้านนา บ้านเขาเพิ่ม ตำบลเขาเพิ่ม
C1	คลองท่าแดง บ้านท่าแดง ตำบลเกาะหวาย
C2	คลองยาง บ้านเบญจภาส ตำบลปากพลี
C3	คลองยาง วัดท่าศาลา บ้านนาหินลาด ตำบลนาหินลาด
C4	คลองกรวด บ้านหนองแสง ตำบลหนองแสง
D1	คลองหกวา บ้านประตูน้ำบางสมบูรณ์ ตำบลบางสมบูรณ์
D2	ประตูระบายน้ำบึงพระอาจารย์ ตำบลพระอาจารย์
D3	แม่น้ำนครนายก โรงเรียนองค์รักษ์ ตำบลองค์รักษ์
D4	แม่น้ำนครนายก ตำบลบ้านทรายมูล

*หมายเหตุ

A สัญลักษณ์แทนอำเภอเมือง

B สัญลักษณ์แทนอำเภอบ้านนา

C สัญลักษณ์แทนอำเภอปากพลี

D สัญลักษณ์แทนอำเภอองครักษ์

คุณภาพน้ำผิวดินของจังหวัดนครนายก ที่ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ในปี 2548 – 2549 สามารถสรุปโดยรวมได้ว่า

คุณภาพน้ำบริเวณย่านอุตสาหกรรมมีการปนเปื้อนของสารเคมีและสารอินทรีย์ในปริมาณที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับย่านการใช้ประโยชน์ที่ดินในกรณีอื่นๆ และจากข้อมูลสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครนายกกล่าวว่า โรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดนครนายกที่ต้องมีการปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะจะต้องมีการบำบัดที่ดี และเป็นระบบปิด ซึ่งต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะให้เป็นไปตามมาตราฐานที่กำหนด ดังนั้นคุณภาพน้ำบริเวณย่านอุตสาหกรรมจึงมีการปนเปื้อนของสารเคมีและสารอินทรีย์ในปริมาณที่น้อยกว่าน้อยกว่าย่านอื่นๆ

คุณภาพน้ำบริเวณย่านเกษตรกรรมมีปริมาณสารปนเปื้อนที่อยู่ในน้ำทั้งในรูปของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ในปริมาณที่สูง เมื่อมีการเปรียบเทียบกับบริเวณย่านอื่นๆพบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนที่สูงสุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอำเภอบ้านนาที่พบว่ามีสารปนเปื้อนมากที่สุด ซึ่งแสดงถึงการไม่มีมาตราการการควบคุมที่ดีในการควบคุมคุณภาพของน้ำทิ้งที่มาจากย่านเกษตรกรรม ทำให้ย่านเกษตรกรรมอยู่ในสภาวะเสื่อมโทรมและต้องมีการดูแลอย่างเร่งด่วน

คุณภาพน้ำบริเวณย่านที่อยู่อาศัยมีปริมาณสารปนเปื้อนสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ส่วนใหญ่มีค่าเกินมาตราฐานที่กำหนดไว้ เช่นปริมาณโคลิฟอร์ม ซึ่งค่าที่แสดงให้เห็นนั้นบ่งบอกถึงว่าน้ำในบริเวณนั้นไม่เหมาะแก่การนำมาบริโภคเนื่องจากมีแบคทีเรียมากซึ่งอาจทำให้เกิดท้องเสียได้ และตำแหน่งที่มีการปนเปื้อนของสารในน้ำมากที่สุด คือบริเวณ A4 บริเวณคลองพรหมมณีในอำเภอเมืองอาจมีสาเหตุเนื่องจากมีโรงเก็บของเก่าตั้งอยู่ริมคลองซึ่งไม่มีการจัดระบบที่ดีพอทำให้เศษวัสดุที่เป็นอันตรายตกลงไปในแหล่งน้ำ จึงทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำมีภาวะเสื่อมโทรมไม่เหมาะแก่การนำมาอุปโภคบริโภค จำเป็นต้องมีระบบบำบัดที่ดี

คุณภาพน้ำบริเวณเขื่อนคลองท่าด่าน ซึ่งเป็นบริเวณที่ทำการกักเก็บน้ำ ทำให้ปริมาณที่ทำการปล่อยน้ำมีปริมาณน้อยส่งผลให้ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนที่อยู่ในแม่น้ำหน้าเขื่อนคลองท่าด่านมีความเข้มข้นสูง เช่น Phosphate และ TDS

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 ทฤษฎีน้ำผิวดิน

แหล่งน้ำ หมายถึง บริเวณที่มีการรวมกันของน้ำซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำโดยทั่วไปคือ ลำธาร, ลำห้วย, หนอง, บึง, แม่น้ำ และลำคลอง

น้ำผิวดิน หมายถึง ฝนที่ตกลงสู่พื้นผิวดินแล้วไหลลงสู่ที่ต่ำตามแม่น้ำลำคลอง, ทะเลสาบ, อ่างเก็บน้ำ, หนอง และบึง น้ำผิวดินนี้จะรวมทั้งน้ำที่ไหลล้นจากใต้ดินเข้ามาสมทบด้วย ดังจะเห็นได้จากลำธารหรือลำห้วยที่มีน้ำไหลอยู่ตลอดปีไม่ว่าจะมีฝนตกหรือไม่ ปริมาณน้ำที่ไหลในลำห้วยหรือลำน้ำในระหว่างฤดูแล้งเป็นน้ำที่สะสมไว้ในดินและซึมซับมาตลอดเวลาที่ฝนตก การไหลนองบนพื้นดินทำให้น้ำผิวดินได้รับความสกปรกจากสิ่งแวดล้อมในรูปแบบต่างๆกัน น้ำผิวดินอาจมีความขุ่นและสารอินทรีย์สูง ปริมาณเกลือแร่ในน้ำอาจมีมากหรือน้อยก็ได้ นอกจากนี้น้ำฝนยังชะล้างสารพิษต่างๆจากบริเวณเกษตรกรรมให้ไหลมาปนเปื้อนในน้ำผิวดิน สารพิษเหล่านี้ได้แก่ Heavy Metal, Nitrate, Phosphate, Pesticide เป็นต้น หรือโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งปล่อยน้ำเสียที่ประกอบด้วยสารพิษหลายชนิดก็ไหลมาปนเปื้อนสู่น้ำผิวดินได้เช่นกัน

คุณภาพของน้ำ หมายถึง น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีความเหมาะสมเพื่อใช้ในกิจกรรมของมนุษย์ โดยจะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ลักษณะของธรณีวิทยา พืชพรรณตามธรรมชาติ รวมถึงกิจกรรมของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ

ระบบน้ำผิวดิน(Surface Water System) ประกอบไปด้วยกระบวนการที่เกิดจากน้ำที่ไหลรวมกันของน้ำบนผิวดิน น้ำท่าผิวดิน และการไหลออกของน้ำใต้ผิวดิน การไหลของน้ำในแม่น้ำคือขบวนการไหลกลับคืนสู่ทะเลหรือแหล่งน้ำจากฝนที่ตกลงมาบนพื้นดิน ขบวนการไหลกลับดังกล่าวมีศัพท์เทคนิคเรียกว่า RUN OFF

การหมุนเวียนของน้ำ (Runoff circle) ในรอบหนึ่งปีอาจแบ่งได้ 4 ช่วงคือ

- ช่วงแล้งน้ำ (Rainless period) เป็นช่วงที่ไม่มีฝนหรือเป็นช่วงฤดูแล้ง น้ำในลำธารจะถูกหล่อเลี้ยงโดยน้ำที่อยู่ใต้ดิน และเมื่อน้ำใต้ดินมีน้อยลงน้ำในลำธารก็จะเริ่มน้อยตามไปด้วย
- ช่วงฤดูฝน (Initial of rain) เป็นช่วงที่ฝนเริ่มตก พื้นดินจะมีความสามารถในการซับน้ำในช่วงนี้ไว้ได้จึงยังไม่มี overland runoff การระเหยจะมีน้อยเนื่องจากในบรรยากาศยังมีความชื้นอยู่มาก และการคายน้ำโดยใบพืชก็จะลดลงด้วย ลำธารจะได้รับน้ำจากฝนโดยตรงและจากน้ำที่อยู่ใต้ดิน ระดับน้ำในลำธารอาจจะเพิ่มขึ้นด้วย

- ช่วงฝนตกชุกเป็นช่วงที่ต่อมาจากช่วงฤดูฝน และมีฝนตกมากขึ้น ดินจะซับน้ำเอาไว้จนอิ่มตัวจนไม่สามารถที่จะซับน้ำไว้ได้อีกก็จะเกิด Overland flow ลำธารจะได้รับน้ำหลายทางด้วยกัน จากน้ำที่ไหลซึมใต้ดิน บนดิน และจากฝนโดยตรงทำให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ ในบางครั้งระดับน้ำในลำธารอาจจะอยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดิน (Water table) การระเหยและการคายน้ำเกิดขึ้นได้น้อย

- ช่วงฝนหยุดเป็นช่วงที่ฝนหยุดตกแล้ว ในประเทศไทยจะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม เมื่อไม่มีฝนและความชื้นในบรรยากาศก็จะทำให้มีการละเหยและการคายน้ำจากใบพืชเพิ่มขึ้น น้ำในดินจะซึมลงสู่ชั้นของลำน้ำใต้ดิน ลำธารจะได้รับน้ำใต้ดินเพียงพออย่างเดียวและยังคงระดับสูงอยู่เหมือนเดิม ระดับของน้ำใต้ดิน (Water table) จะเท่ากับระดับของน้ำในลำธาร ถ้าในช่วงมีการไหลของน้ำในลำธารมารวมกันในที่ๆต่ำกว่าก็อาจจะเกิดน้ำท่วมขึ้นได้ในบางกรณีที่มีระดับต่ำ เช่นในบริเวณภาคกลางของประเทศไทย

2.3.2 ทฤษฎีการวิเคราะห์สมการการถดถอยเชิงพหุ

การวิเคราะห์ถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ ศึกษาอิทธิพลที่ตัวแปรอิสระมีต่อตัวแปรตาม หรือต้องการพยากรณ์ตัวแปรตามด้วยตัวแปรอิสระ ซึ่งถ้าใช้ตัวแปรอิสระตัวเดียวพยากรณ์ตัวแปรตัวเดียวเรียกว่า Simple Regression ดังสมการที่ (2.3) ถ้าใช้ตัวแปรหลายๆตัวพยากรณ์ตัวแปรตามตัวเดียวเรียกว่า Multiple Regression ดังสมการที่ (2.4)

$$y = b_0 + b_1 x \qquad \text{(Simple Regression)} \qquad (2.3)$$

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \ldots + b_k x_k \qquad \text{(Multiple Regression)} \qquad (2.4)$$

b_0 = ค่าของ y เมื่อไม่มีอิทธิพลของ x เมื่อ(x มีค่าเป็น 0)

b_k = อัตราการเปลี่ยนแปลงของ y เมื่อ x ตัวที่ 1 แปลงไป 1 หน่วย

ค่า b เหล่านี้จะเป็นตัวที่บอกว่า ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต่อตัวแปรตามในรูปแบบเชิงเส้นมากน้อยเพียงใด

2.3.3 แหล่งกำเนิดของภาวะมลพิษทางน้ำ

แหล่งเกิดที่สำคัญของภาวะมลพิษทางน้ำอาจกำหนดอย่างกว้างๆได้ 4 แหล่ง ดังนี้

1. มลพิษทางน้ำตามแหล่งชุมชนและแหล่งธุรกิจการค้า ได้แก่น้ำทิ้งหรือน้ำที่ใช้แล้วรวมทั้งสิ่งปฏิกูลและของเสียอื่นๆ จากแหล่งข้างต้น ซึ่งโดยทั่วไปประกอบด้วยแหล่งเล็กแหล่งน้อย (ตามครัวเรือนหรือตามตึกต่างๆ) กระจัดกระจายออกไปในบริเวณที่กว้างขวางมาก แต่ก็ยังใกล้ชิดพอที่จะสามารถรวบรวมน้ำทิ้งเหล่านี้ไปยังจุดเดียวกัน เพื่อผ่านกระบวนการแก้ไขหรือกำจัดก่อนที่จะปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองหรือแหล่งน้ำธรรมชาติอื่นๆ

2. มลพิษทางน้ำจากอุตสาหกรรม แนวโน้มการเกิดมักเป็นที่ที่มีอุตสาหกรรรมมากหรือตามนิคมอุตสาหกรรม น้ำทิ้งส่วนใหญ่อยู่เฉพาะแห่ง ทำให้สะดวกต่อการรวบรวมและการกำจัดหรือแก้ไข

3. มลพิษทางการเกษตร มีสาเหตุมาจากการใช้ปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืช ตลอดจนซากสัตว์ มูลสัตว์ และกากของเสียจากปศุสัตว์ ซึ่งกระจายออกไปในอาณาบริเวณกว้างขวางมากยากต่อการรวบรวม การป้องกันและการกำจัดจึงเป็นสิ่งที่ทำได้ยากกว่า 2 กรณีแรกมาก

4. มลพิษทางน้ำจากการคมนาคมทางเรือ แหล่งมลพิษทางน้ำนี้มักจะถูกมองข้ามหรือไม่ค่อยตระหนักถึงนัก แต่ตามความเป็นจริงแล้วเป็นแหล่งมลพิษทางน้ำที่สำคัญแหล่งหนึ่ง สารมลพิษที่สำคัญได้แก่น้ำมันที่ใช้กับเครื่องจักรกลของเรือ การเกิดอุบัติเหตุของเรือขนส่งน้ำมันขนาดใหญ่ สารมลพิษอื่นๆ ได้แก่ กากของเสียจากคนที่อาศัยอยู่บนเรือเหล่านั้น

2.3.4 การจำแนกสารมลพิษทางน้ำ

1. Heavy Metal โดยทั่วไปแล้วจะหมายถึงธาตุโลหะในกลุ่มทรานซิชั่น ซึ่งมีทั้งธาตุที่มีความสำคัญเช่น เหล็ก ไปจนถึงธาตุที่เป็นพิษ เช่น แคดเมี่ยม และปรอท

2. Metalloid เป็นธาตุที่อยู่กึ่งกลางระหว่างโลหะ และอโลหะ และที่เคยมีรายงานว่าก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำได้แก่ Arsenic ซึ่งแสดงได้ทั้งความเป็นพิษเฉียบพลันและเรื้อรัง และยังสามารถทำให้เกิดมะเร็งได้อีกด้วย Arsenic เป็นธาตุที่มีอยู่ในเปลือกโลก โดยมักเกิดร่วมกับแร่ Phosphate และถูกนำลงสู่แหล่งน้ำพร้อมกับสารประกอบ Phosphorus แต่การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ่านหินทำให้ปริมาณ Arsenic ที่ถูกนำลงสู่แหล่งน้ำมีปริมาณสูงขึ้น

3. Inorganic สารมลพิษที่สำคัญในกลุ่มนี้คือ Cyanide Ammonia Carbondioxide Hydrogen sulfide Nitride และ Sulfide

Cyanide มีความเป็นพิษสูง แต่ก็ถูกใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมเช่น การทำความสะอาดโลหะและชุบโลหะ นอกจากนี้ยังเกิดจากการเผาก๊าซธรรมชาติและถ่านโค๊กด้วย

Ammonia เป็นสารที่เกิดจากการสลายตัวของสารOrganic Nitrogen มักพบในสภาวะที่มี pE ต่ำ ตามปกติมักปรากฏตัวอยู่ในรูปของAmmonia ion

Hydrogen sulfide เป็นผลผลิตที่เกิดจากการสลายตัวของOrganic ที่มีกำมะถันแบบไม่ใช้ Oxygen หรือการรีดักชั่นของ Sulfide ion โดย Bacteria และ จากอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น โรงงานกระดาษ ฟอกหนังหรือผลิตสารเคมี Sulfide ion รวมตัวได้ดีกับHeavy metalเกิดเป็นสารประกอบ Sulfide ที่ไม่ละลายน้ำ

Carbon dioxide ตามปกติมักพบในน้ำธรรมชาติที่ระดับสูงมาก เพราะเป็นผลผลิตจากการสลายตัวของOrganic การที่มีCarbon dioxide ที่มากเกินไปจะทำให้น้ำมีความสามารถในการกัดกร่อนรุนแรงขึ้นและยังทำให้เกิดการเป็นพิษกับสิ่งมีชีวิตในน้ำด้วย

Nitride ion เป็นรูปแบบหนึ่งที่ไม่เสถียรของสารประกอบ Nitrogen ion ชนิดนี้มักถูกเติมลงในน้ำที่ใช้เพื่ออุตสาหกรรมในการยับยั้งการกัดกร่อน

Sulfide ion พบในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมบางชนิด ตามปกติ Sodium sulfide มักถูกเติมลงในน้ำที่ใช้กับ boiler เพื่อกำจัด Oxygen

สารอาหารที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ Eutrophication (ยูโทรฟิเคชั่น) สภาวะ Eutrophication นี้หมายถึงสภาวะของแหล่งน้ำขณะที่มีการเจริญเติบโตของพืชน้ำ (algae) มากเกินไป จนในที่สุดทำให้เกิดการเสื่อมสภาพอย่างรุนแรงของแหล่งน้ำนั้น การเกิดสภาวะเช่นนั้นเริ่มต้นด้วยแหล่งน้ำได้รับสารอาหารพืช จากผิวหน้าของลุ่มน้ำหรือน้ำเสีย เมื่อน้ำอุดมไปด้วยสารอาหารมวลชีวภาพของพืชก็จะเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาลด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง รวมทั้งมวลชีวภาพของสัตว์ในปริมาณที่น้อยกว่าด้วย มวลชีวภาพของสิ่งที่ตายแล้วจะสะสมอยู่ที่พื้นแอ่งของแหล่งน้ำพร้อมกับการสลายตัวของมวลชีวภาพบางส่วน ทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารอาหารเช่น .Carbon dioxide Phosphorus Nitrogen และPotassium ถ้าแหล่งน้ำนั้นไม่ลึก พืชน้ำที่ฝังรากลงกับพื้นแอ่งก็อาจเติบโตขึ้น ทำให้การสะสมของของแข็งในแอ่งเร็วขึ้น จนแอ่งน้ำอาจเปลี่ยนสภาพเป็นที่ชัง และในที่สุดอาจกลายเป็นพรุหรือป่าชื้น

ตามปกติแล้ว Eutrophication เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ดังจะเห็นได้จากการเกิดแหล่งสะสมขนาดใหญ่ของถ่านหิน แต่กิจกรรมของมนุษย์ก็สามารถเร่งกระบวนการนี้ได้ด้วย จากตารางที่ 2.8 จะเห็นได้ว่าสารอาหารส่วนใหญ่นั้นมีในธรรมชาติอย่างเพียงพอแล้ว Hydrogen และ Oxygen ได้จากน้ำ Carbon dioxide จากบรรยากาศหรือการย่อยสลาย Organic Sulfate Magnesium และCalciumตามปกติก็มีอย่างเหลือเฟือในชั้นแร่ที่สัมผัสกับน้ำ ส่วนสารอาหารปริมาณน้อยก็ต้องการในปริมาณที่น้อยมาก เช่น Copper ที่ระดับความเข้มข้น 40 ส่วนในพันล้านส่วนเป็นต้น จะเห็นได้ว่าสารอาหาร ที่มีโอกาสเป็นปัจจัยจำกัด(limiting factor) คือ ธาตุในกลุ่มของ “fertilizer” นั่นเอง ซึ่งได้แก่ Nitrogen Phosphorus และPotassium ธาตุทั้งสามชนิดนี้มีอยู่ในน้ำเสียและน้ำที่ชะผ่านพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี องค์ประกอบในของเสียจากอุตสาหกรรมหลายชนิดด้วย และยังมาจากธรรมชาติด้วย เช่น Phosphorus และPotassium มาจากแร่ ขณะที่ Nitrogen จากบรรยากาศถูก Bacteria นำมาเก็บไว้ในพืช

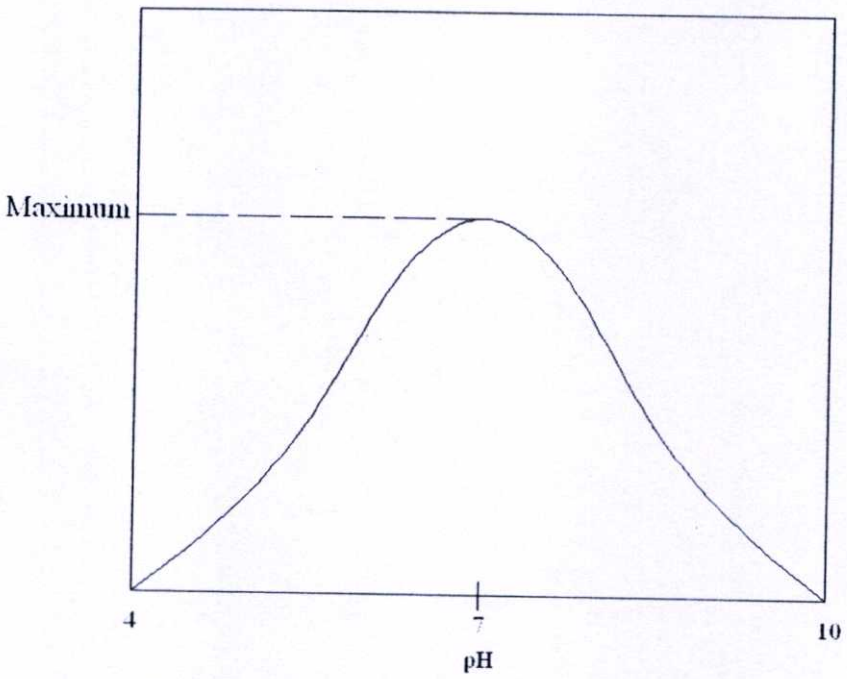
ตารางที่ 2.8 สารอาหารที่สำคัญต่อพืช รวมทั้งแหล่งที่มาและหน้าที่

ชนิด	ที่มา	หน้าที่
สารอาหารปริมาณมาก		
Carbon (CO_2)	บรรยากาศ การเน่าสลาย	องค์ประกอบของมวลชีวภาพ
Hydrogen	น้ำ	องค์ประกอบของมวลชีวภาพ
Oxygen	น้ำ	องค์ประกอบของมวลชีวภาพ
Nitrogen (NO_3)	การเน่าสลาย บรรยากาศ	องค์ประกอบของ Pretein
	สารมลพิษ	องค์ประกอบ DNA/RNA
Phosphorus (Phosphate)	การเน่าสลาย แร่ธาตุ	หน้าที่ทางเมตาโบลิซึ่ม
Potassium	แร่ธาตุ สารมลพิษ	Pretein Enzyne
Sulfate	แร่ธาตุ	หน้าที่ทาง Metabolism
Magnesium	แร่ธาตุ	หน้าที่ทาง Metabolism
Calcium	แร่ธาตุ	
สารอาหารที่มีปริมาณน้อย		
B, Cl, Co, Cu, Fe, Mo,	แร่ธาตุ สารมลพิษ	หน้าที่ทาง Metabolism
Mn, Na, Si, V, Zn		

ส่วนใหญ่แล้ว ธาตุอาหารที่มีโอกาสเป็นปัจจัยจำกัดได้มากที่สุดคือ Phosphorus และมักถูกอ้างว่าเป็นสาเหตุของการเกิด Eutrophication อยู่เสมอ สารซักล้างที่ใช้ในบ้านคือต้นกำเนิดของสารประกอบ Phosphate ที่ลงสู่แหล่งน้ำ การควบคุม Eutrophication จึงเน้นที่การกำจัด Phosphate ออกจากน้ำเสีย

ในบางกรณี Nitrogen หรือแม้แต่ Carbon เองก็อาจเป็นปัจจัยจำกัดได้เช่นกัน โดยในกรณีของ Nitrogen มักพบว่าเกิดขึ้นในทะเล อย่างไรก็ดีความเข้าใจที่มีต่อกระบวนการ Eutrophication นั้นยังไม่กระจ่างชัดและเป็นเรื่องที่ต้องศึกษาอีกมาก เพราะปัจจุบันขณะที่โลกมีกำลังผลิตอาหารได้ไม่เพียงพอนั้น กลับพบการเติบโตที่มากเกินไปของพืชตามแหล่งน้ำ เพราะการทิ้งน้ำเสียที่เต็มไปด้วยสารอาหาร และนี่ก็เหมือนกับว่าสิ่งที่เราเรียกว่า สารมลพิษที่แท้คือทรัพยากรอันมีประโยชน์ที่มนุษย์ทิ้งไปอย่างสูญเปล่านั่นเอง

Acidity Alkalinity และ Salinity สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำส่วนใหญ่อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH ที่มากหรือน้อยเกินไป ในขณะเดียวกันปัญหาทางด้านการควบคุมดัน Osmosis ก็สำคัญมากต่อการอยู่รอดด้วยเช่นกัน โดยทั่วไปแล้วสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะดำรงชีวิตอยู่ได้ในช่วงของความเค็มและพีเอชที่จำกัด ดังรูปที่ 2.9 คือ ตัวอย่างที่แสดงให้เห็นถึงช่วง pH ที่สิ่งมีชีวิตในน้ำสามารถอยู่ได้ รูปกราฟนี้ค่อนข้างจะสมมาตร และที่น่าสังเกตุคือ ปริมาณช่วงปลายทั้งสองข้าง ถึงจะเป็นระดับ pH ที่สิ่งมีชีวิตยังรอดอยู่ได้แต่ก็เป็นสภาวะที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเติบโต



รูปที่ 2.9 แสดงความเหมาะสมของค่า pH ที่สิ่งมีชีวิตจะเจริญเติบโตได้

สารพิษที่เป็นกรดที่พบมากที่สุดในแหล่งน้ำ มักมีต้นกำเนิดจากการทำเหมือง Sulfuric acid ที่ปนออกมากับน้ำทิ้งนี้ เกิดจากการที่ Bacteria ไปOxidize แร่ Pyrite หรือ Sulfide ค่า pH ของน้ำทิ้งประเภทนี้อาจลดลงต่ำกว่า 3 ซึ่งเป็นสภาพที่ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำส่วนใหญ่ตาย น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมเองก็ปนออกมาด้วย Sulfuric acid ที่เกิดจากการOxidation ของก๊าซ Sulphur dioxide ในบรรยากาศเอง ก็ลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติพร้อมกับฝนได้

Alkalinity ที่มากเกินไป จะทำให้ค่า pH เพิ่มสูงมาก และมักเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ได้เกิดเพราะการกระทำของมนุษย์ตามธรรมชาติแล้ว มีหลายบริเวณชั้นของดินและแร่มีความเป็นกรดด่างมากจนทำให้น้ำที่เข้าไปสัมผัสมี Alkalinity สูง มนุษย์เองก็มีส่วนช่วยให้ปัญหารุนแรงขึ้นด้วยการไปทำเหมืองเปิดในบริเวณดังกล่าว

ความเค็มของน้ำอาจเพิ่มขึ้นได้เพราะกิจกรรมของมนุษย์หลายชนิด การใช้เกลือแกงในการปรับสภาพ softener การรั่วไหลของโซเดียมซัลเฟตจากของเสียในการสกัดน้ำมันจาก oil shale หรือแม้แต่การชลประทานเองก็ทำให้เกิดปัญหา จากการที่น้ำไหลเข้าไปตามระบบชลประทานในพื้นที่ซึ่งเป็นแอ่ง ที่มีการเปิดหน้าดินและใส่ปุ๋ย น้ำจะละลายเอาเกลือแร่ เช่น Sodium Magnesium และ Calcium Sulfate ซึมไปยังบริเวณข้างเคียงในหน้าร้อนเมื่อน้ำระเหยก็จะทิ้งเกลือเหล่านี้ไว้ในดินทำให้ ไม่เหมาะต่อการเพาะปลูก

4. Organic น้ำทิ้งจากบ้านเรือ ชุมชน และอุตสาหกรรมประกอบไปด้วยสารมลพิษหลายชนิด ซึ่งรวมถึง Organic ด้วย โดยทั่วไปแล้วน้ำทิ้งเหล่านี้ถึงจะผ่านการบำบัดแล้วก็ตาม แต่สิ่งที่ถูกกำจัดก็มักเป็น Organic ที่ต้องการOxygen เพื่อการย่อยสลาย เช่น พวก oil และ grease และของแข็ง ในขณะที่เกลือ Heavy metal และ Organic ประเภท refractory ยังคงเหลือตกค้างอยู่

ปัญหาอีกชนิดที่เกิดขึ้นในการบำบัดน้ำเสีย คือ สลัดจ์(sludge) ซึ่งมีปริมาณมาก Organic ที่สลายตัวได้ยาก และ Heavy metal ดังนั้นการแก้ปัญหาของสารมลพิษทั้งสองประเภทนั้นจึงควรมีการควบคุมตั้งแต่แหล่งกำเนิด

สารอินทรีย์นับล้านตันถูกผลิตขึ้นทั่วโลกในแต่ละปี และในจำนวนนี้มีหลายชนิดที่ทำให้เกิดมลภาวะทางน้ำ สารในกลุ่มที่ทำให้เกิดมลภาวะส่วนใหญ่ โดยเฉพาะพวกที่มีคุณสมบัติ biorefractory(สลายตัวได้ยากด้วยกระบวนการทางชีวภาพ) คือ สารที่สิ่งมีชีวิตในธรรมชาติไม่เคยได้เจอมาก่อน และเพิ่งจะได้เจอไม่นานนี้ ผลกระทบที่สารเหล่านี้มีต่อสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างไร โดยเฉพาะผลกระทบระยะยาวที่เกิดจากการอาศัยอยู่ในน้ำที่มีสารเหล่านี้ในระดับความเข้มข้นต่ำนานๆยังไม่มีใครทราบและเป็นสิ่งที่ควรได้รับการศึกษา โดย Organic ที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมาและมีแนวโน้มสลายตัวได้ยากนี้ มักเป็นสารประกอบในกลุ่ม aromatic และ chlorinated hydrocarbons สารประกอบเหล่านี้ไม่สามารถกำจัดได้ด้วยวิธีการบำบัดทางชีวภาพอย่างเดียวจำเป็นต้องใช้วิธีทางกายภาพและเคมีเข้าร่วมด้วย

5. Pesticides การนำเอา DDT มาใช้ระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง คือ จุดเริ่มต้นของการใช้ pesticide อย่างแพร่หลายและรวดเร็ว คำว่า pesticide นั้นมีความหมายครอบคลุมสารประกอบหลายชนิดโดยจะเรียกชื่อแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้ เช่น

- insecticide, molluscicide, nematicide เพื่อควบคุมสัตว์
- rodenticide, avicide, piscicide เพื่อควบคุมโรเดนท์นกและปลาตามลำดับ
- herbicide เพื่อกำจัดพืช ซึ่งมีทั้งชนิดควบคุมการเติบโต (growth regulator) เพื่อทำให้ใบล่วง (defoliant) เพื่อทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ (plant dessicant)
- fungicide, bactericide, slimicide, algicide เพื่อกำจัดรา Bacteria ราเมือก และสาหร่ายตามลำดับ

ถึงจะมีมากมายหลายชนิดแต่ pesticide ที่จะมีผลต่อมนุษย์มากที่สุดคือกลุ่ม insecticide และ fungicide เพราะเป็นกลุ่มที่มักพบอยู่ในอาหาร จากการที่ถูกใช้ในการเกษตรกรรม ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว ที่รองลงมาคือ herbicide ซึ่งมีการใช้มากขึ้นเพื่อการควบคุมวัชพืช สารชนิดนี้ในปัจจุบันใช้เพื่อการเกษตรกรรมสูงถึงสองในสามของ pesticide ที่ใช้ทั้งหมด pesticide เหล่านี้สามารถลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงเช่นการใช้เพื่อควบคุมยุง หรือโดยอ้อมเช่นจากน้ำผิวดินที่ไหลผ่านบริเวณเกษตรกรรมเป็นต้น

6. Polychlorinated biphenyls สารประกอบในกลุ่มนี้มักถูกเรียกย่อว่าสารประกอบ PCB เป็นสารที่พบทั่วโลกทั้งในน้ำ ตะกอน สิ่งมีชีวิต สารชนิดนี้มีความคงตัวสูงทั้งทางเคมี ความร้อนและชีววิทยา มีความเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดีจึงเหมาะต่ออุตสาหกรรมหลายชนิด เมื่อถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง การปนเปื้อนจึงเกิดขึ้นอย่างกว้างขวาง ปัจจุบันสหรัฐอเมริกาห้ามผลิตและใช้สารประกอบชนิดนี้แล้ว

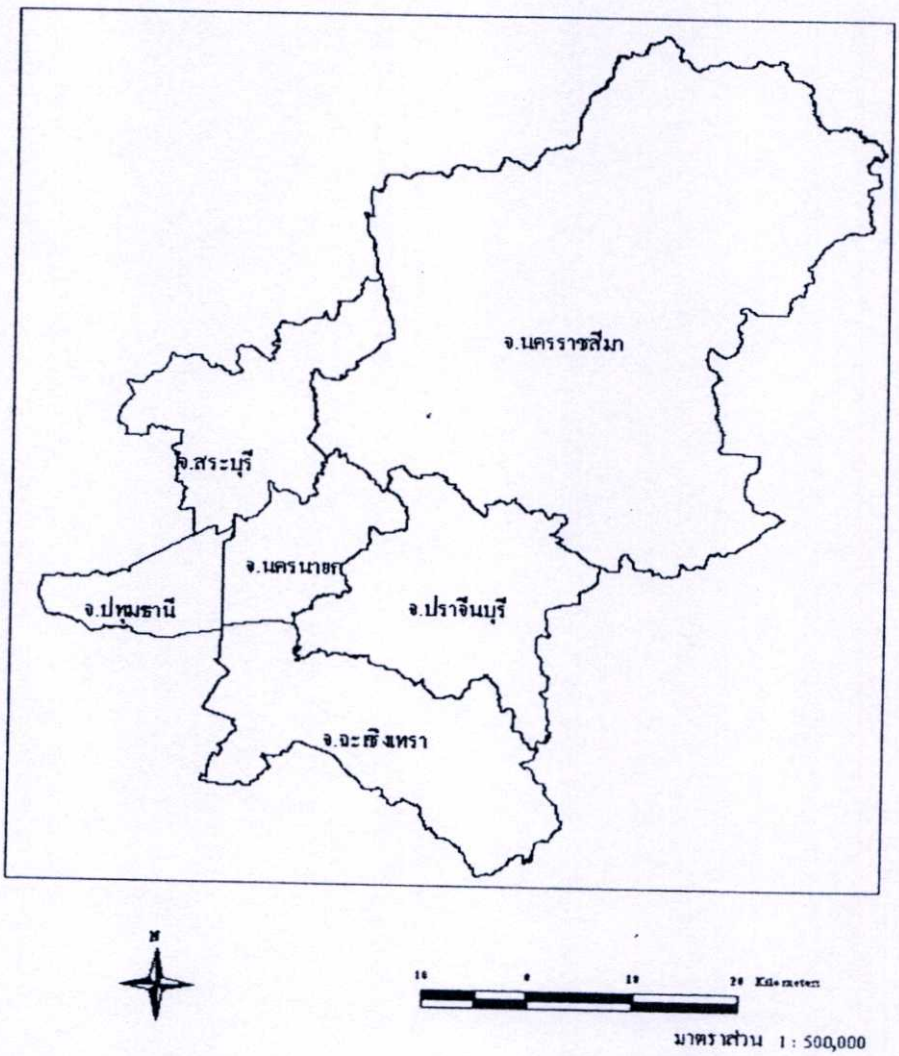
นอกจากนี้ยังมีสารประกอบ polybrominated biphenyl ซึ่งนำมาใช้เป็นสารดับเพลิงที่อยู่ในกลุ่มนี้ด้วย สารประกอบชนิดหลังนี้ถ้าเข้าไปสะสมในร่างกายจะทำให้ภูมิต้านทานโรคลดลงเกิดผื่นคัน ปัญหาเกี่ยวกับตับและปวดศีรษะ

7. สารกัมมันตภาพรังสี สารกัมมันตภาพรังสีจำนวนมหาศาล ถูกผลิตขึ้นตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่สองเพื่อวัตถุประสงค์ทางการทหาร ซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นผลผลิตทางปฏิกิริยา Fission ของธาตุ Uranium และ Plutonium นอกจากนี้ยังมีผลิตผลของปฏิกิริยาระหว่างอนุภาค Neutron กับ Atom ของธาตุที่เสถียร และของเสียจากโรงงานไฟฟ้าพลัง Nuclear อีกด้วย สารกัมมันตภาพรังสีที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นนี้ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในอุตสาหกรรมและทางการแพทย์ ซึ่งมากจนกระทั่งไม่มีความเป็นไปได้ที่จะกำจัดการปนเปื้อนของสารกัมมันตภาพรังสีเหล่านี้ในแหล่งน้ำ นอกจากสารกัมมันตภาพรังสีที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นแล้วในธรรมชาติเองก็ยังมีสารกัมมันตภาพรังสีด้วย เพราะเหตุนี้การศึกษาในด้าน การขนย้าย ปฏิกิริยา และการสะสมตัวในสิ่งมีชีวิตของสารกัมมันตภาพรังสีจึงสำคัญมากต่อการศึกษาด้านเคมีของสภาพแวดล้อม

บทที่ 3
พื้นที่ศึกษา

3.1 ที่ตั้ง ขนาด และอาณาเขต

จังหวัดนครนายกตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของประเทศไทย ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 101 ตะวันออก มีระยะทางจากกรุงเทพมหานครตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 305 เลียบคลองรังสิตผ่านอำเภอองครักษ์ถึงจังหวัดนครนายกระยะทาง 105 กม. แต่ถ้ามีการก่อสร้างทางคมนาคมสายตรงจากกรุงเทพมหานคร จะมีระยะทางประมาณประมาณ 60 กม. มีเนื้อที่จังหวัดประมาณ 2,122 ตร.กม. หรือประมาณ 1,326,250 ไร่ ทิศเหนือติดต่อกับจังหวัดสระบุรีและจังหวัดนครราชสีมา ทิศใต้ติดต่อกับจังหวัดฉะเชิงเทราและจังหวัดปราจีนบุรี ทิศตะวันออกติดกับจังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดปราจีนบุรี ทิศตะวันตกติดกับจังหวัดปทุมธานี ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงที่ตั้งของจังหวัดนครนายก และจังหวัดที่อยู่โดยรอบ

3.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพโดยทั่วไปเป็นที่ราบ

ทางเหนือและตะวันออกเป็นภูเขาสูงชันในเขตอำเภอบ้านนา อำเภอเมืองนครนายก และอำเภอปากพลี ส่วนหนึ่งอยู่ในเขตอุตทยานแห่งชาติเขาใหญ่ซึ่งมีเทือกเขาติดต่อกับเทือกเขาดงพญาเย็น ยอดเขาสูงที่สุดคือ ยอดเขาเขียวสูงจากระดับน้ำทะเล 1,351 เมตร

ส่วนทางตอนกลางและตอนใต้ เป็นที่ราบกว้างใหญ่เป็นส่วนหนึ่งของที่ราบสามเหลี่ยมลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาที่เรียกว่า "ที่ราบกรุงเทพ" ลักษณะดินเป็นดินปนทรายและดินเหนียวเหมาะแก่การทำนา ทำสวนผลไม้ และการอยู่อาศัย

3.3 พื้นที่ป่าไม้ การเกษตร และชลประทาน

มีพื้นที่ป่าไม้จำนวน 421,182 ไร่(หรือร้อยละ 31.76 ของพื้นที่จังหวัด) อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 340,575 ไร่(หรือร้อยละ 80.86 ของพื้นที่ป่าไม้) มีพื้นที่เกษตรกรรม 775,091 ไร่ พื้นที่ชลประทาน 646,970 ไร่(หรือร้อยละ 83 ของพื้นที่เกษตรกรรม) มีพื้นที่ดินเปรี้ยว 554,091 ไร่ (หรือร้อยละ 62 ของพื้นที่เกษตรกรรม) และพื้นที่ปศุสัตว์ 1,514 ไร่

3.4 ทรัพยากรน้ำ

แหล่งน้ำธรรชาติของจังหวัด แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. แหล่งน้ำผิวดิน มีแม่น้ำสำคัญอยู่สายเดียวคือ แม่น้ำนครนายก นอกนั้นเป็นแม่น้ำสายเล็กๆ

แม่น้ำนครนายก มีต้นกำเนิดจากต้นเขาใหญ่ ไหลผ่านตัวเมืองนครนายกไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ผ่านเขตอำเภอบ้านนา และอำเภอองครักษ์ ไปบรรจบกับแม่น้ำบางปะกงที่อำเภอบ้านสร้างจังหวัดปราจีนบุรีมีความยาวประมาณ 130 กิโลเมตร

แม่น้ำบางปลากด เกิดจากลำน้ำเล็กๆสองสายคือ ลำน้ำนอก และลำน้ำในบริเวณอำเภอวิหารแดงจังหวัดสระบุรีไหลผ่านตำบลบางปลากดไปบรรจบแม่น้ำนครนายกในเขตอำเภอองครักษ์ ในฤดูแล้งมีปริมาณน้ำน้อย

คลองบ้านนา มีต้นกำเนิดจากภูเขาติดต่อกับเขาใหญ่ในเขตอำเภอแก่งคอยจังหวะสระบุรี ไหลจากทิศเหนือลงไปทิศใต้ไปบรรจบแม่น้ำนครนายกในเขตอำเภอบ้านนา มีความยาวประมาณ 57 กิโลเมตร

คลองวังบอน คลองยาว คลองปากพลี มีต้นกำเนิดจากเขาสมอปูนไหลจากทิศเหนือลงใต้ ผ่านเขตอำเภอปากพลี แล้วไหลไปบรรจบแม่น้ำปราจีนบุรี

ลำน้ำสาขาของแม่น้ำนครนายก มีต้นกำเนิดส่วนใหญ่อยู่ในเทือกเขาใหญ่ เป็นแหล่งต้นน้ำของแม่น้ำนครนายก ลำน้ำสาขาที่สำคัญได้แก่ คลองนางรอง คลองตะเคียน คลองท่าด่าน และคลองมะเดื่อ เป็นต้น

คลองอื่นๆ มีคองท่าแดง คลองสมอปูน และคลองพรหมมณี เป็นคลองที่มีปริมาณน้ำไม่มากและตื้นเขินในฤดูแล้ง

2. แหล่งน้ำชลประทาน ประกอบด้วยโครงการชลประทานขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก นอกจากนั้นยังมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำนครนายก ซึ่งเป็นโครงการตามพระราชดำริ

3. แหล่งน้ำใต้ดิน หรือแหล่งน้ำบาดาล มีคุณภาพน้ำผันแปรไปตามลักษณะของชั้นหินอุ้มน้ำและการแทรกดันของน้ำเค็มเข้าไปตามแม่น้ำลำคลอง

3.5 เขตการปกครอง และจำนวนประชากร

แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 4 อำเภอได้แก่ อำเภอเมืองนครนายก อำเภอปากพลี อำเภอบ้านนา และอำเภอองครักษ์ ประกอบไปด้วย 41 ตำบล 408 หมู่บ้าน องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาลตำบล 4 แห่ง และองค์การบริหารตำบล 40 แห่ง มีประชากรจำนวน 250,003 คน แยกเป็นชาย 123,407 คน หญิง 126,569 คน (ข้อมูลกรมการปกครอง ธันวาคม 2549)

3.6 อาชีพ

ประชากรประกอบอาชีพทำการเกษตรเป็นหลัก นอกภาคเกษตรประกอบอาชีพการบริการ พาณิชยกรรม รับจ้าง และอื่นๆ โดยสรุปอาชีพสำคัญมีดังนี้

1. การทำนา มีพื้นที่นาทั้งหมด 612,504 ไร่(หรือประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่จังหวัด) ส่วนใหญ่ทำนาหว่าน ผลผลิตข้าวโดยเฉลี่ยทั้งจังหวัดไร่ละ 10 ถัง บางท้องที่ผลผลิตประมาณ 20-25 ถังเท่านั้น

2. การทำสวนผลไม้ เป็นผลไม้ยืนต้นประมาณ 97,812 ไร่ ที่นิยมปลูกกันมากได้แก่ การทำสวนทุเรียน มะม่วง เงาะ ขนุน ส้มโอ มะยงชิด มะปางหวาน กระท้อน โดยมีมะปรางหวานและส้มปลอดสารพิษเป็นผลไม้ที่มีชื่อเสียงของจังหวัด ผลผลิตผลัดเปลี่ยนกันตลอดทั้งปี

3. การเพาะขยายกิ่งพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับเพื่อจำหน่าย มีการเพาะขยายพันธุ์กันมากในเขตอำเภอองครักษ์ มีผู้ประกอบการประมาณ 250 ราย บนที่ประมาณ 824 ไร่ ถือได้ว่าเป็นแหล่งเพาะขยายกิ่งพันธุ์ไม้ดอกไม้ประดับที่ใหญ่ที่สุดในประเทศ

3.7 การพาณิชยกรรม

สินค้านำเข้า ส่วนใหญ่เป็นสินค้าในหมวดอุตสาหกรรม น้ำมันเชื้อเพลิง วัสดุก่อสร้าง อุปกรณ์ไฟฟ้า ยานพาหนะ เครื่องนุ่งห่ม สินค้าอุปโภคบริโภค เป็นต้น

สินค้าส่งออก เป็นผลผลิตทางการเกษตร ประกอบด้วยข้าวเปลือก พืชผัก ผลไม้ และสินค้าหัตถกรรมในครอบครัว

3.8 การท่องเที่ยว

เนื่องจากเป็นเมืองท่องเที่ยวที่ใกล้กรุงเทพมหานคร การคมนาคมสะดวกสามารถเดินทางไป-กลับ ภายในวันเดียวประกอบกับได้มีการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องทำให้ในแต่ละเดือนมีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติเดินทางมาเที่ยวเพิ่มมากขึ้นทุกปีสร้างรายได้จำนวนมาก ซึ่งเป็นรายได้หลักอันหนึ่งของจังหวัดนครนายก

3.9 คุณภาพน้ำผิวดิน

กรมควบคุมมลพิษได้ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำนครนายกตั้งแต่ปี 2551 จำนวน 6 สถานี โดยมีความถี่ในการตรวจสอบ 4 ครั้งต่อปี พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมาก ดังนั้นจะเห็นได้ว่าควรมีการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินและกิจกรรมต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำผิวดิน

บทที่ 4
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

4.1 กล่าวนำ

ขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในการศึกษาคือ การเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างสมการในการพยากรณ์คุณภาพน้ำต้องมีความถูกต้อง เนื่องจากโปรแกรม SPSS จะนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการหาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปัจจัยนำเข้า(Input) และผลลัพธ์(Output) ถ้าข้อมูลที่ให้มีความผิดผลาด ก็จะส่งผลต่อความถูกต้องหรือความแม่นยำในการพยากรณ์

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำผิวดินและสถานีตรวจวัด

การเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำนั้นจะเก็บจากสถานีตรวจวัดทั้งหมด 23 สถานี ซึ่งมีทั้งหมด 6 ครั้ง เริ่มเก็บตั้งแต่ปี พ.ศ.2548-2551

4.2.1 การรวบรวมคุณภาพน้ำผิวดินในปี 2548-2549

การตรวจวัดคุณภาพน้ำจะทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำผิวดินในปี พ.ศ.2548-2549 นั้นมีทั้งหมด 23 สถานี คือ อำเภอเมือง 9 สถานี อำเภอบ้านนา 6 สถานี อำเภอปากพลี 4 สถานี และอำเภอองครักษ์ 4 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 4.1

การตรวจวัดคุณภาพน้ำมีทั้งหมด 3 ครั้ง คือครั้งที่ 1 วันที่ 18 – 25 กันยายน 2548 ครั้งที่ 2 วันที่ 13 – 20 พฤศจิกายน 2548 ครั้งที่ 3 วันที่ 9 – 15 มกราคม 2549

4.2.2 การรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำผิวดินในปี 2549-2550

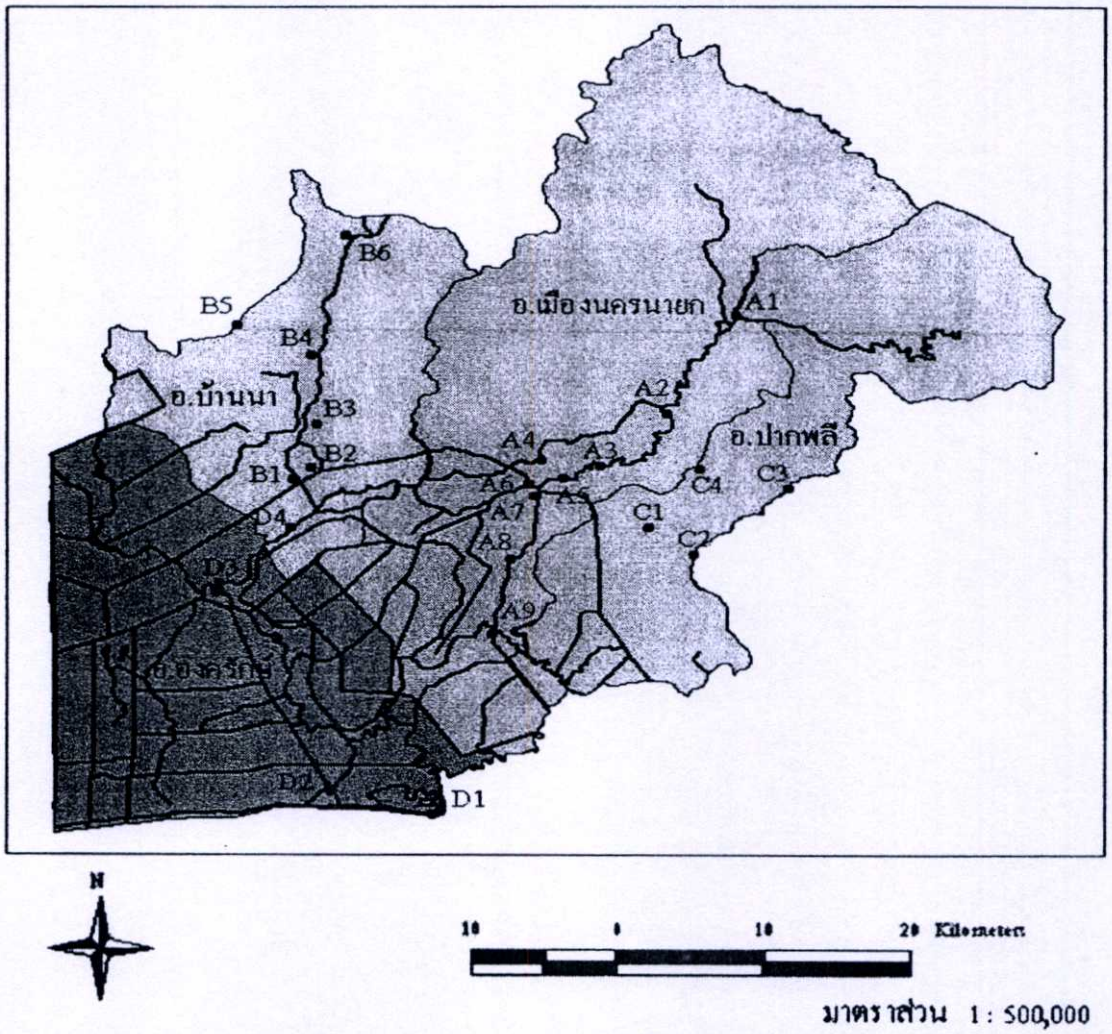
การตรวจวัดคุณภาพน้ำจะทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำผิวดินในปี 2549-2550 จะเหมือนกับปีแรกที่ทำการรวจวัด คือมีทั้งหมด 23 สถานี คือ อำเภอเมือง 9 สถานี อำเภอบ้านนา 6 สถานี อำเภอปากพลี 4 สถานี และอำเภอองครักษ์ 4 สถานี

การตรวจวัดคุณภาพน้ำมีทั้งหมด 2 ครั้ง คือครั้งที่ 1 วันที่ 20 สิงหาคม 2549 - 3 กันยายน 2549 ครั้งที่ 2 วันที่ 24 ธันวาคม 2549 - 1 มกราคม 2550

4.2.3 การรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำผิวดินในปี 2551

การตรวจวัดคุณภาพน้ำจะทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำผิวดินในปี 2551 จะเหมือนกับปีแรก และปีที่สองของการตรวจวัด คือมีทั้งหมด 23 สถานี คือ อำเภอเมือง 9 สถานี อำเภอบ้านนา 6 สถานี อำเภอปากพลี 4 สถานี และอำเภอองครักษ์ 4 สถานี

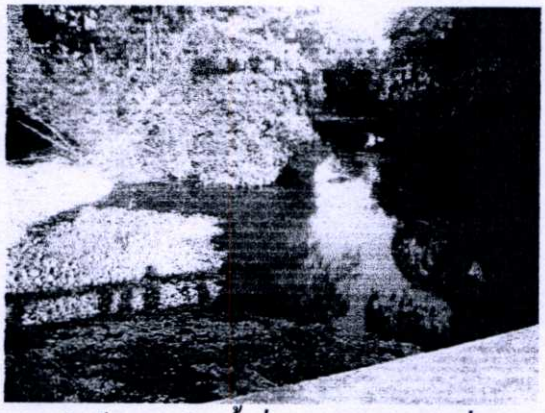
การตรวจวัดคุณภาพมี 1 ครั้ง คือวันที่ 29-30 พฤษศจิกายน 2551



รูปที่ 4.1 แสดงสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำผิวดินในปี 2548-2551

4.2.4 ตำแหน่งเก็บน้ำ

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ A1 ดังรูปที่ 4.2 เป็นจุดเก็บน้ำที่มีการสร้างเขื่อนคลองท่าด่าน เป็นบริเวณที่ไม่มีผู้คนอาศัยหรือโรงงานอุตสาหกรรม น้ำจากแม่น้ำนครนายกที่ปล่อยออกมาจากเขื่อนจะไม่ผ่านเขตชุมชน เกษตรกรรมหรืออุตสาหกรรมจึงใช้จุดนี้เป็นจุดตรวจสอบคุณภาพน้ำเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบเมื่อแม่น้ำไหลผ่านเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ



รูปที่ 4.2 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A1 บริเวณหน้าเขื่อนคลองท่าด่าน

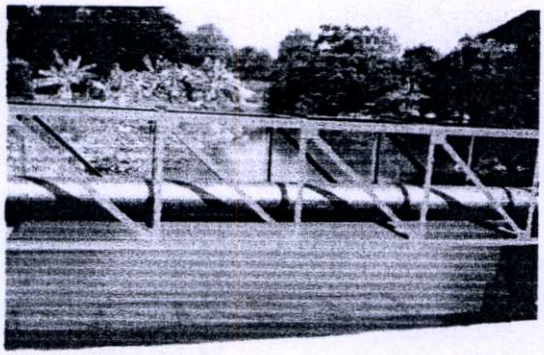
ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ A2 ดังรูปที่ 4.3 เป็นตำแหน่งที่ต่อเนื่องมาจากแม่น้ำนครนายกที่ออกมาจากแม่น้ำนครนายกที่ออกมาจากเขื่อนคลองท่าด่านโดยผ่านจุดเก็บน้ำที่ A1 บริเวณเขื่อนคลองท่าด่านมาแล้ว โดยจะมีการไหลผ่านเขตชุมชน และเกษตรกรรมที่อยู่อาศัยทั้งสองฝั่งแม่น้ำนครนายก

รูปที่ 4.3 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A2

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ A3 ดังรูปที่ 4.4 เป็นบริเวณตำแหน่งที่มีคนอาศัยอยู่หนาแน่น โดยมีการตั้งถิ่นฐานเป็นช่วงๆอยู่สองฝั่งแม่น้ำและมีศาสนสถานอยู่ที่สองฝั่งแม่น้ำ แต่ตำแหน่งนี้มีการทำกิจกรรมด้านการเกษตรกรรมน้อยกว่าตำแหน่ง A2

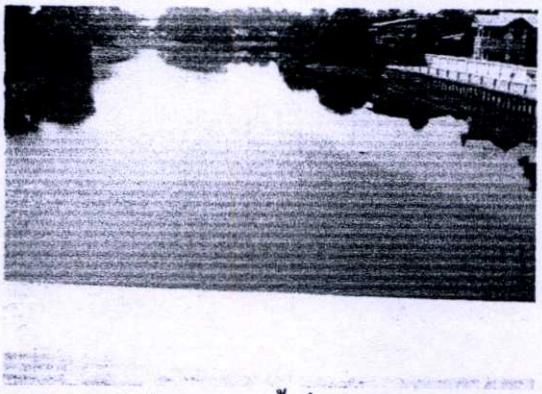
รูปที่ 4.4 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A3 วัดโพธิ์ไทร

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ A4 ดังรูปที่ 4.5 เป็นตำแหน่งที่อยู่ในตัวเมือง จึงเป็นตำแหน่งที่มีประชากรอยู่อย่างหนาแน่น มีย่านการค้าเป็นศูนย์กลางธุรกิจของจังหวัด มีการทำการเกษตรมาก ส่วนใหญ่เป็นข้าวนาปี ในบริเวณตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ A4 มีโรงงานเก่าที่ตั้งอยู่ริมคลองพรหมมณี



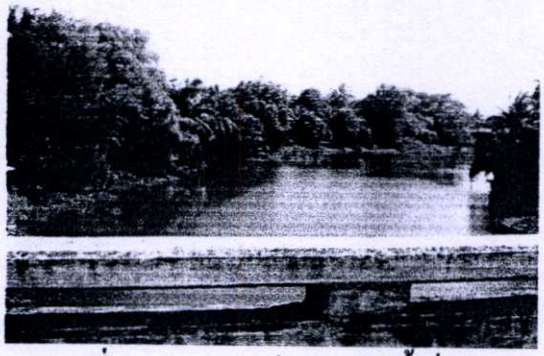
รูปที่ 4.5 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A4 คลองพรหมมณี

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ A5 ดังรูปที่ 4.6 อยู่บริเวณสวนหลวง ร.9 เป็นจุดที่ชุมชนอยู่กันอย่างหนาแน่นและเป็นบริเวณที่มีท่อน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน ครัวเรือนมาปล่อยตรงบริเวณนี้ จะเป็นตำแหน่งที่จะสามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำจากผลกระทบของน้ำทิ้งจากครัวเรือนได้อย่างดี



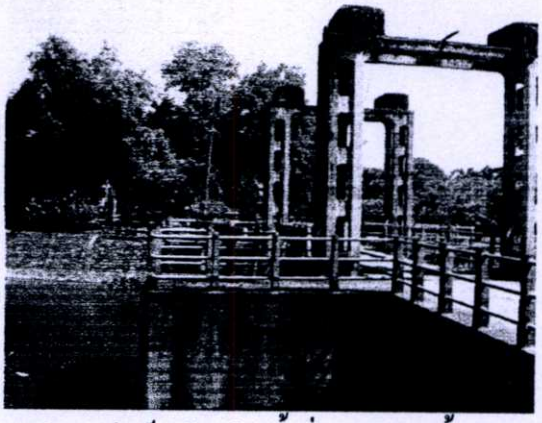
รูปที่ 4.6 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A5 บริเวณสวนหลวง ร.9

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ A6 ดังรูปที่ 4.7 เป็นตำแหน่งที่อยู่ก่อนแม่น้ำนครนายกไหลเข้าตัวเมือง เป็นตำแหน่งที่สามารถเปรียบเทียบคุณภาพน้ำและเห็นถึงความแตกต่างของคุณภาพน้ำได้เป็นอย่างดี



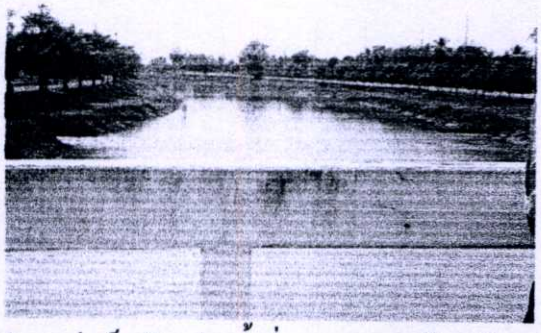
รูปที่ 4.7 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A6

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ A7 ดังรูปที่ 4.8 เป็นตำแหน่งที่อยู่บริเวณคลองเหมือง ซึ่งเป็นคลองที่มีแยกออกจากแม่น้ำนครนายก โดยเป็นแหล่งแจกจ่ายน้ำเพื่อเป็นการเกษตรกรรมในจังหวัดนครนายก



รูปที่ 4.8 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A7 ประตูน้ำคลองเหมือง

ตำแหน่งเก็บน้ำ A8 ดังรูปที่ 4.9 เป็นตำแหน่งคลองเหมือง เป็นคลองขนาดใหญ่อีกสายหนึ่งของจังหวัดนครนายกมีความสำคัญด้านเกษตรกรรมมาก ไม่ค่อยมีแหล่งชุมชนที่อยู่อาศัยมากนักจะเป็นการกระจายอยู่ตามเขตที่มีการทำการเกษตรกรรม โดยจะกระจายเป็นหย่อมๆสองฝั่งของคลองเหมือง

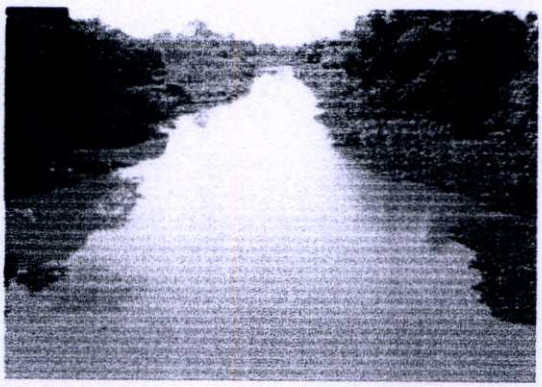


รูปที่ 4.9 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A8 คลองเหมือง วัดหนองทราย

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ A9 ดังรูปที่ 4.10 เป็นตำแหน่งที่มีการทำการเกษตรมากทั้งสองฝั่งคลองเหมือง โดยจะมีประชากรอาศัยอยู่ประปรายทั้งสองฝั่ง

รูปที่ 4.10 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ A9

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ B1 ดังรูปที่ 4.11 คือคลองบ้านนา บ้านพิกุลแก้วเป็นตำแหน่งปลายสายของตำแหน่งของคลองบ้านนาเป็นคลองที่เป็นต้นกำเนิดจากเขาใหญ่และเป็นคลองที่มีความยาวมากและเป็นคลองสายหลักของอำเภอบ้านนา ซึ่งไหลผ่านบริเวณที่มีการทำเกษตรกรรม แหล่งที่อยู่อาศัย และอุตสาหกรรมมาก

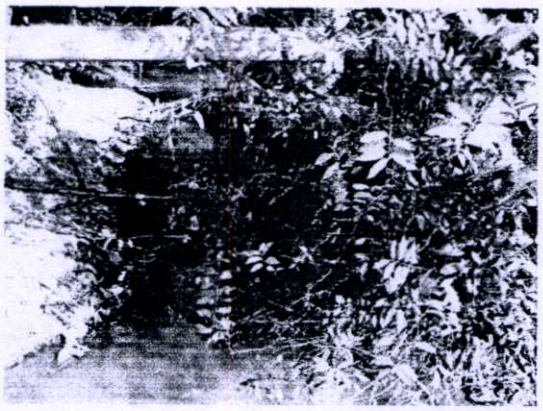


รูปที่ 4.11 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ B1

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ B2 ดังรูปที่ 4.12 อยู่บริเวณคลองทองหลาง บ้านทองหลาง มีชุมชนอาศัยกันอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งคลองทองหลางเป็นคลองย่อยมาจากคลองส่งน้ำแล้วไหลเข้าชุมชนทองหลาง

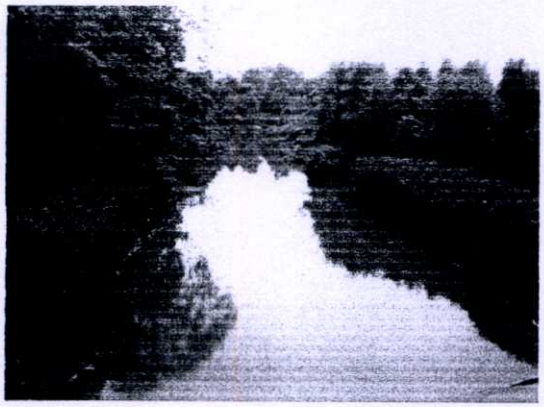
รูปที่ 4.12 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ B2 คลองทองหลาง บ้านทองหลาง

ตำแหน่งเก็บน้ำ B3 ดังรูปที่ 4.13 อยู่บริเวณคลองอาษา เป็นคลองที่มีการไหลผ่านบริเวณที่มีการทำการเกษตรอยู่อย่างหนาแน่น และชุมชนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นทั้งสองฝั่ง



รูปที่ 4.13 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ B3 คลองอาษา

ตำแหน่งเก็บน้ำ B4 ดังรูปที่ 4.14 อยู่ตรงบริเวณตำแหน่งของคลองบ้านนามีประชากรและศาสนสถานกระจายอยู่อย่างประปรายสองฝั่งคลอง



รูปที่ 4.14 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ B4 คลองบ้านนา บ้านป่าขระ

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ B5 ดังรูปที่ 4.15 อยู่บริเวณคลองบ้านพริก ที่มีแหล่งการทำการเกษตรกรรมอยู่อย่างหนาแน่นอีกทั้งประชากรอาศัยอยู่ค่อนข้างมาก และมีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่น้อย ดั้งนั้นน้ำทิ้งมักมาจากแหล่งทำการเกษตร

รูปที่ 4.15 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ B5 คลองบ้านพริก บ้านพริก

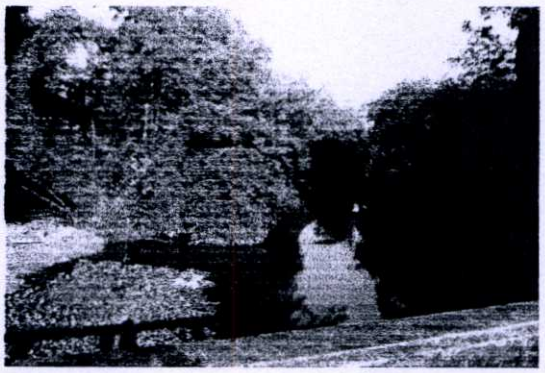
ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ B6 ดังรูปที่ 4.16 อยู่บริเวณคลองบ้านนาที่มีแหล่งกำเนิดต้นน้ำมาจากเขาใหญ่ เป็นตำแหน่งที่มีโรงเรียนตั้งอยู่ 1 โรงเรียน มีประชากรอาศัยกันอยู่อย่างประปราย และมีพื้นที่สวนใหญ่ทำการเกษตรกรรม

รูปที่ 4.16 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ B6 คลองบ้านนา สะพานวังแก่ง

ตำแหน่งเก็บน้ำตัวอย่างน้ำ C1 ดังรูปที่ 4.17 คลองท่าแดง อยู่ในอำเภอปากพลี อาชีพส่วนใหญ่ทำการเกษตรกรรมเนื่องจากคลองท่าแดงได้ไหลผ่านพื้นที่บริเวณทำการเกษตรกรรมมีคนอาศัยกันอย่างค่อนข้างน้อยส่วนใหญ่ใช้ทำการเกษตรกรรมและเป็นศาสนสถาน

รูปที่ 4.17 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ C1 คลองท่าแดง

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ C2 ดังรูปที่ 4.18 คลองยางเป็นบริเวณที่มีการทำการเกษตรอยู่อย่างหนาแน่น มีประชากรอาศัยอยู่อย่างประปรายสองฝั่งคลองยาง

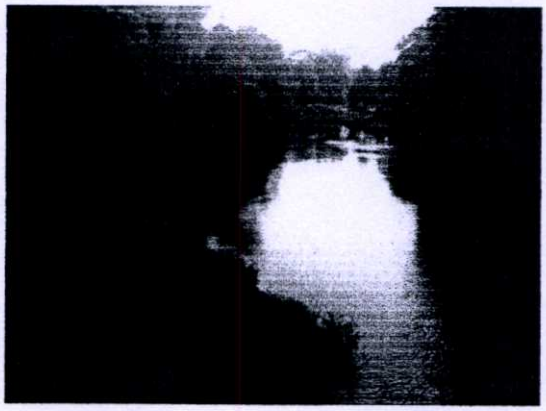


รูปที่ 4.18 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ C2 คลองยาง

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ C3 ดังรูปที่ 4.19 เป็นบริเวณที่มีการทำการเกษตรกรรมมากแต่มีการทำนาน้อย มีประชากรอาศัยอยู่น้อย และมีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่อย่างประปราย

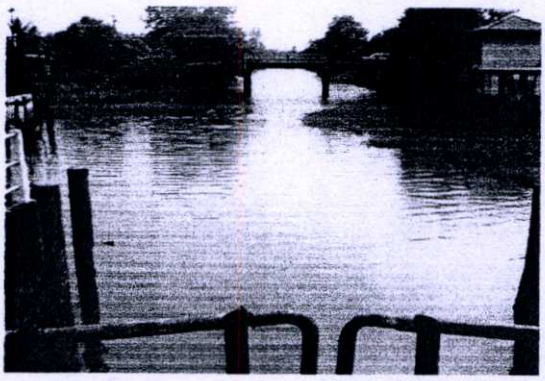
รูปที่ 4.19 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ C3

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ C4 ดังรูปที่ 4.20 เป็นบริเวณที่มีการทำการเกษตร และโรงงานอุตสาหกรรมอยู่มากแต่มีประชากรอาศัยอยู่น้อยประปรายตามแหล่งที่ทำการเกษตร



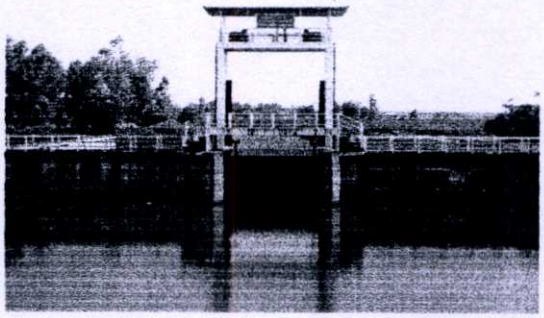
รูปที่ 4.20 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ C4

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ D1 ดังรูปที่ 4.21 เป็นบริเวณที่มีการบรรจบกันของแม่น้ำจังหวัดนครนายกกับคลองหกวาซึ่งเป็นคลองที่มีขนาดใหญ่ จากการที่มีแหล่งน้ำสองแห่งมาบรรจบกันทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนไปจากเดิมรวมถึงเป็นพื้นที่ ที่มีประชากรและการทำนาอยู่มาก



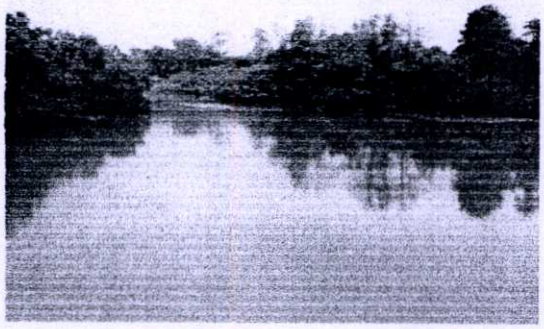
รูปที่ 4.21 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ D1 ประตูน้ำบางสมบูรณ์

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ D2 ดังรูปที่ 4.22 เป็นบริเวณที่มีประตูน้ำ มีการทำนากันอย่างกว้างขวางมีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่น้อยจึงจัดว่าเป็นบริเวณเพื่อการเกษตร



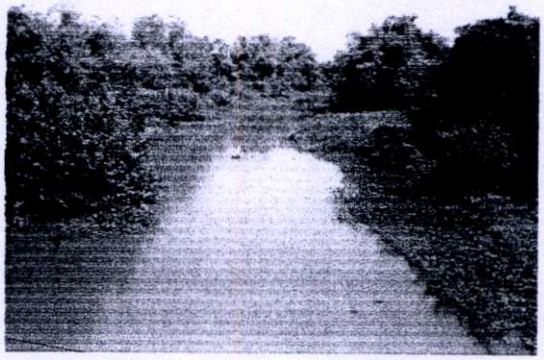
รูปที่ 4.22 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ D2 ประตูน้ำบึงพระอาจารย์

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ D3 ดังรูปที่ 4.23 เป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำมาก เนื่องจากมีการบรรจบกันของแม่น้ำสองสายของน้ำนครนายกที่แยกออกแล้วมาบรรจบกันตรงบริเวณนี้ทำให้เป็นแม่น้ำมีบริเวณกว้างมีคนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นทั้งสองฝั่งแม่น้ำ



รูปที่ 4.23 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ D3

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ D4 ดังรูปที่ 4.24 อยู่ในอำเภอองครักษ์ เป็นจุดที่โรงงานอุตสาหกรรมอยู่มาก จึงเป็นจุดที่มีผลกระทบจากโรงงานอุตสาหกรรมมากที่สุด พื้นที่ใกล้เคียงมีการทำนา และมีประชากรอยู่อาศัยค่อนข้างหนาแน่น



รูปที่ 4.24 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำที่ D4 แม่น้ำนครนายกบ้านทรายมูล

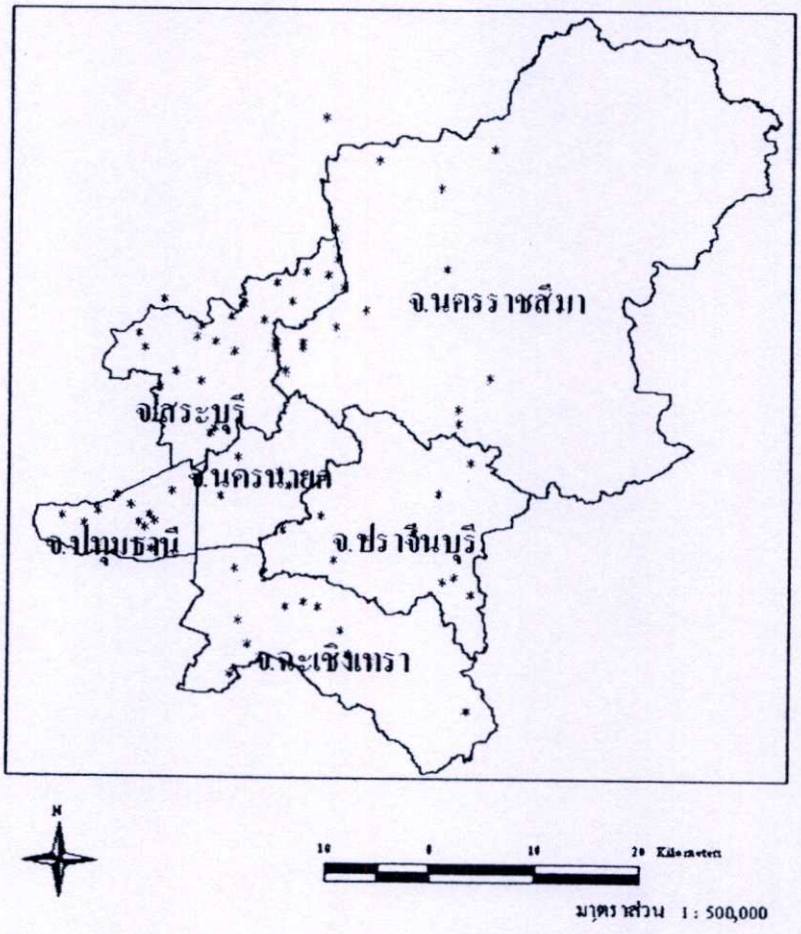
4.3 การรวบรวมและประมาณปริมาณน้ำฝน

การรวบรวมข้อมูลน้ำฝนนั้นจะนำข้อมูลน้ำฝนรายวันจากสำนักพัฒนากรมอุตุนิยมวิทยา โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนของวันที่ออกไปเก็บตัวอย่างน้ำในปี 2548 - 2551 สถานีวัดน้ำฝนที่ใช้คือสถานีวัดน้ำฝนในจังหวัดนครนายก(4 สถานี) และจังหวัดที่อยู่รอบๆ คือ สระบุรี(26 สถานี) ปทุมธานี(13 สถานี) ฉะเชิงเทรา(11 สถานี) ปราจีนบุรี(11 สถานี) และนครราชสีมา(38 สถานี) รวมทั้งหมด 103 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 4.25

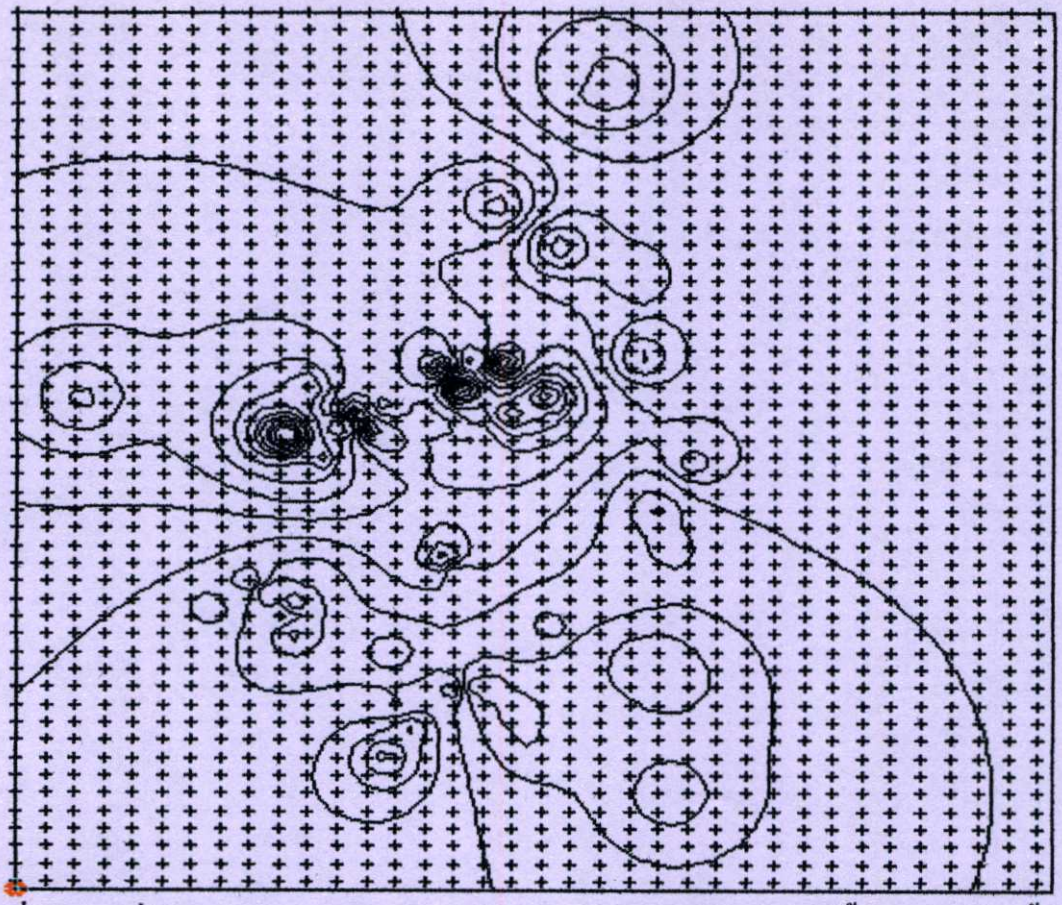
ข้อมูลน้ำฝนรายวันที่ได้จะนำมา Interpolate เพื่อหาค่าน้ำฝนให้กับพื้นที่ในจังหวัดที่ทำการศึกษา โดยใช้โปรแกรม Surfer เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ซึ่งต้องทำการกำหนดค่ามากที่สุดและน้อยที่สุดของ X กับ Y เพื่อเป็นการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ วิธีที่ใช้ในการ Interpolate จะใช้วิธี Inverse Distance to Power เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้แล้วค่าที่ได้จะเป็นค่าบวกทั้งหมด และรูปที่ได้มีความราบเรียบกว่าวิธีอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.26 แสดงเป็นเส้นชั้นความสูงของน้ำฝน (Isoheight)

รูปที่ 4.25 แสดงข้อมูลน้ำฝนรายวันที่ได้จากสำนักพัฒนากรมอุตุนิยมวิทยา

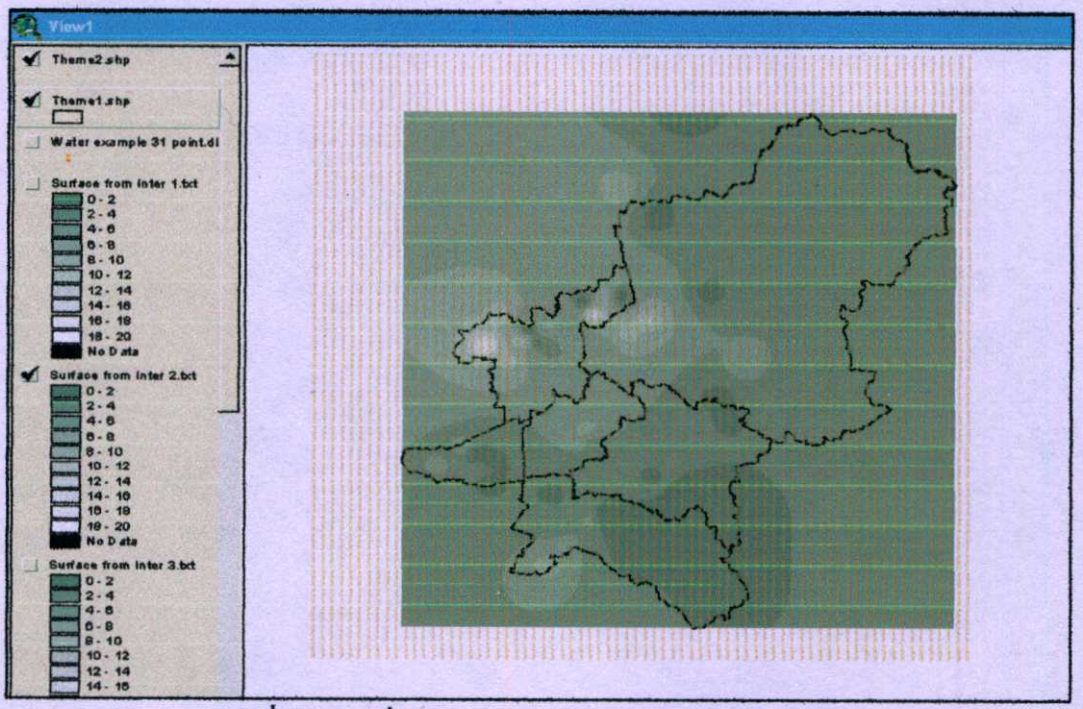
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	stncode	sstation_n	month	dday	RAIN1997	RAIN1998	RAIN1999	RAIN2000	RAIN2001	RAIN2002	RAIN2003	RAIN2004	RAIN2005	RAIN2006	RAIN2007
2	414001	Saraburi	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
3	414001	Saraburi	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
4	414001	Saraburi	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
5	414001	Saraburi	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
6	414001	Saraburi	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
7	414001	Saraburi	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
8	414001	Saraburi	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
9	414001	Saraburi	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
10	414001	Saraburi	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
11	414001	Saraburi	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
12	414001	Saraburi	1	11	0	0	0	38	0	0	0	0		0	
13	414001	Saraburi	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0		12	
14	414001	Saraburi	1	13	0	0	0	0	0	0	0	0		23	
15	414001	Saraburi	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
16	414001	Saraburi	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
17	414001	Saraburi	1	16	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
18	414001	Saraburi	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
19	414001	Saraburi	1	18	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
20	414001	Saraburi	1	19	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
21	414001	Saraburi	1	20	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
22	414001	Saraburi	1	21	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
23	414001	Saraburi	1	22	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
24	414001	Saraburi	1	23	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
25	414001	Saraburi	1	24	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
26	414001	Saraburi	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
27	414001	Saraburi	1	26	0	0	9.7	0	0	0	0	0		0	
28	414001	Saraburi	1	27	0	0	0	0	0	0	0	0		0	
29	414001	Saraburi	1	28	0	0	20.5	0	0	40.5	0	0		0	
30	414001	Saraburi	1	29	0	0	0	0	0	0	0	0		0	



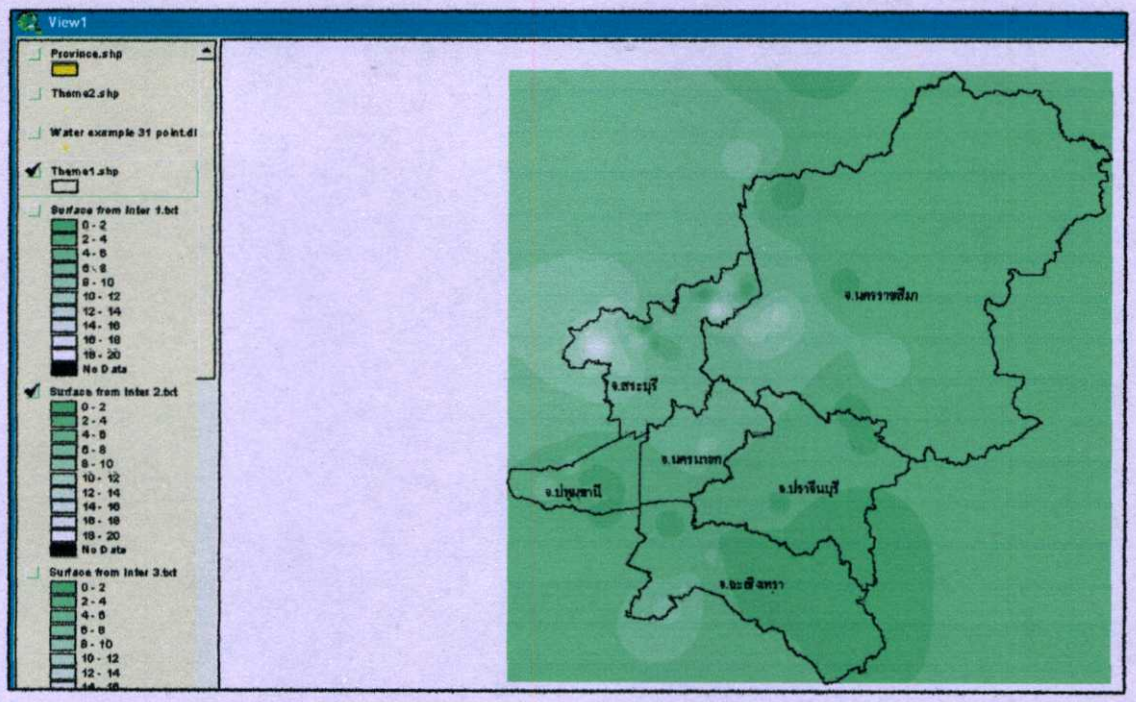
รูปที่ 4.26 สถานีตรวจวัดน้ำฝนของจังหวัดนครนายก และจังหวัดที่อยู่รอบๆ



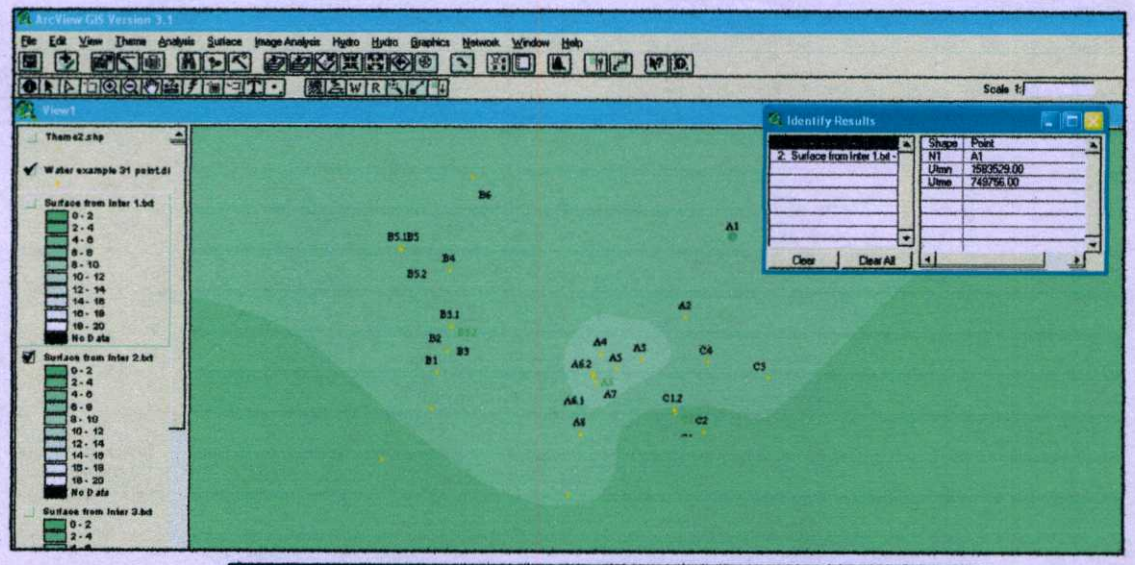
รูปที่ 4.26 รูปที่ได้จากการ Interpolate โดยใช้โปรแกรม Surfer แสดงเป็นเส้นชั้นความสูงของน้ำฝน (Isoheight)

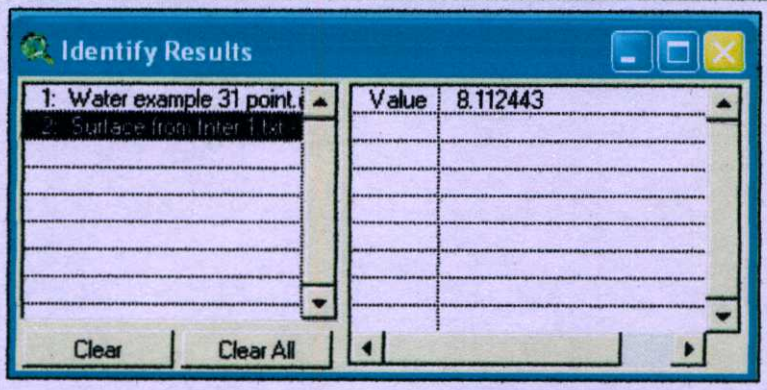


รูปที่ 4.27 รูปที่ได้จากการ Interpolate โดยใช้โปรแกรม Arcview



รูปที่ 4.28 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันที่ได้จากโปรแกรม Arcview





รูปที่ 4.29 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันของจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 4.1 ปริมาณน้ำฝนรายวันเฉลี่ยของช่วงก่อนการตรวจวัดคุณภาพน้ำ 15 วัน ถึง หลังการตรวจวัดคุณภาพน้ำ 15 วัน จากการตรวจวัดทั้ง 6 ครั้ง

สถานี	ปริมาณน้ำฝน ครั้งที่ 1 (มม./วัน)	ปริมาณน้ำฝน ครั้งที่ 2 (มม./วัน)	ปริมาณน้ำฝน ครั้งที่ 3 (มม./วัน)	ปริมาณน้ำฝน ครั้งที่ 4 (มม./วัน)	ปริมาณน้ำฝน ครั้งที่ 5 (มม./วัน)	ปริมาณน้ำฝน ครั้งที่ 6 (มม./วัน)
A1	9.643	3.319	0.233	6.035	0.444	0.018
A2	10.383	3.426	0.161	7.048	0.454	0.012
A3	12.938	4.500	0.031	9.200	0.319	0.002
A4	11.994	3.922	0.082	8.059	0.466	0.005
A5	12.496	4.238	0.048	8.200	0.372	0.004
A6	11.564	3.664	0.092	7.827	0.501	0.006
A7	10.905	3.670	0.078	7.827	0.455	0.006
A8	10.387	3.115	0.111	7.000	0.504	0.008
A9	9.820	2.837	0.158	6.371	0.532	0.013
B1	13.509	3.079	0.151	6.223	0.902	0.005
B2	13.378	3.114	0.134	6.274	0.789	0.005
B3	13.356	3.164	0.135	6.308	0.935	0.005
B4	13.248	3.215	0.157	6.143	1.569	0.005
B5	12.056	3.359	0.228	5.769	5.141	0.006
B6	10.406	3.602	0.326	5.470	2.246	0.013
C1	8.651	2.495	0.072	6.657	0.375	0.010
C2	8.323	2.264	0.074	6.372	0.368	0.011
C3	9.345	2.968	0.171	6.351	0.351	0.016
C4	9.967	3.148	0.113	6.992	0.396	0.010
D1	9.204	2.465	0.191	5.956	0.341	0.018
D2	9.469	2.368	0.194	5.821	0.400	0.015
D3	12.938	2.806	0.223	6.225	1.024	0.005
D4	12.341	3.026	0.190	6.181	0.999	0.007

หมายเหตุ ครั้งที่ 1 วันที่ 18 - 25 กันยายน 2548
ครั้งที่ 2 วันที่ 13 - 20 พฤศจิกายน 2548
ครั้งที่ 3 วันที่ 9-15 มกราคม 2549
ครั้งที่ 4 วันที่ 20 สิงหาคม 2549 – 3 กันยายน 2549
ครั้งที่ 5 วันที่ 24 ธันวาคม 2549 – 1 มกราคม 2550
ครั้งที่ 6 วันที่ 29 - 30 พฤษศจิกายน 2551

4.4 การประเมินค่าดัชนีศักยภาพของแต่ละแหล่งมลสาร (CPI)

ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร (CPI) สามารถหาได้จากการพิจารณา 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านปริมาณของของเสีย (F1) และปัจจัยด้านความรุนแรงของของเสีย (F2) ตามสมการที่ (4.1)

$$CPI = F1 \times F2 \tag{4.1}$$

4.4.1 ปัจจัยด้านปริมาณของเสีย (F1)

เนื่องจากการที่มลสารส่วนมากออกมาจากแหล่งกำเนิดและเคลื่อนย้ายไปสู่สิ่งแวดล้อมโดยมีน้ำเป็นตัวพาในรูปของน้ำเสียหรือน้ำที่ชะล้างของเสีย ปัจจัยด้านปริมาณของเสียจึงพิจารณาจากปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากแต่ละกิจกรรมเป็นหลัก ดังสมการที่ (4.2)

$$F1 = \frac{Q}{A} \tag{4.2}$$

เมื่อ F1 คือ ปัจจัยด้านปริมาณของเสีย (ลบ.ม./ปี /ตร.กม.)
Q คือ ปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากแหล่งมลสารต่อปี (ลบ.ม./ปี)
A คือ พื้นที่ของแหล่งกำเนิดมลสาร (ตร.กม.)

4.4.2 ปัจจัยด้านความรุนแรงของของเสีย (F2)

ความรุนแรงของของเสียขึ้นอยู่กับชนิดของมลสาร ความเป็นพิษ และความเข้มข้นของมลสาร ข้อมูลเหล่านี้จะถูกแปลงให้เป็นตัวเลขสำหรับนำมาใช้เปรียบเทียบความรุนแรงของแต่ละมลสาร ตัวเลขดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับจำนวนชนิดของมลสารในของเสีย และค่าความเข้มข้นของมลสารในของเสียเมื่อเทียบกับค่าความเข้มข้นมาตรฐาน จากแนวคิดนี้ สมการหาค่า F2 จึงได้รับการพัฒนามาเป็นดังสมการที่ (4.3)

$$F2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} scorei}{n} \times W \tag{4.3}$$

$$Scorei = \begin{cases} \frac{1}{s_i}\left(\frac{x_i}{s_i}\right) & ; x_i > s_i \\ \frac{1}{ns_i}\left(\frac{x_i}{s_i}\right) & ; x_i \le s_i \end{cases} \tag{4.4}$$

เมื่อ W = ค่าถ่วงน้ำหนัก (weighting coefficient)

$$= \frac{n^2}{\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{1}{S_i}\right]} \tag{4.5}$$

x_i = ความเข้มข้นของมลสาร i (มก./ล.)

s_i = ค่ามาตรฐานของมลสาร i (มก./ล.)

n = จำนวนมลสารของประเภทแหล่งมลสารนั้น

ดังนั้น ค่า score i จึงได้จากการหาว่าความเข้มข้นของมลสารในของเสียเป็นสัดส่วนเท่าใดของค่ามาตรฐาน เนื่องจากคุณสมบัติและผลกระทบของ ของเสียที่มีมลสารเกินกว่าค่ามาตรฐานมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับของเสียที่มีมลสารต่ำกว่ามาตรฐาน รูปแบบสมการของ score i จึงกำหนดให้เป็นฟังก์ชันขั้นบันได (Step Function) โดยมีค่ามาตรฐานของมลสารแต่ละตัวเป็นเกณฑ์ และถ่วงน้ำหนักโดยการหารค่าสัดส่วนที่ได้ด้วยจำนวนพารามิเตอร์ทั้งหมดในกรณีที่ค่ามลสารไม่เกินค่ามาตรฐาน นอกจากนี้เมื่อได้ค่า score i ทั้งหมดของแหล่งมลสารหนึ่งและหาค่าเฉลี่ยของ score เหล่านั้น ต้องคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนัก (Weighting Coefficient)

ค่าความเข้มข้นมาตรฐาน (Si) จะใช้มาตรฐานต่างๆ มาประกอบเพื่อให้ครอบคลุมมลสารที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ให้มากที่สุด ค่าความเข้มข้นมาตรฐานที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.2 และแหล่งที่มาของมาตรฐานแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ค่ามาตรฐานของมลสารต่างๆ โดยสรุปที่ใช้ในการศึกษา

ลักษณะทางเคมี	มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค (มก./ล.)	มาตรฐานน้ำดื่มของ WHO (มก./ล.)	มาตรฐานน้ำทิ้งลงสู่น้ำบาดาล (มก./ล.)	มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล (มก./ล.)
Aluminum (Al)	-	0.2	-	5.0
Arsenic (As)	0.05	0.05	0.05	-
BOD	-	-	40	-
Cadmium (Cd)	0.010	0.005	0.100	0.003
Chloride (Cl)	600	250	-	-
Chromium (Cr)	-	0.05	2.00	0.05
Copper (Cu)	1.5	1.0	1.5	1.0
Cyanide (CN)	0.1	0.1	0.2	-
Fluoride (F)	1.0	1.5	-	-
Iron (Fe)	1.0	0.3	-	-
Lead (Pb)	0.05	0.05	0.10	0.01
Manganese (Mn)	0.5	0.3	-	0.5
Mercury (Hg)	0.001	0.001	0.002	0.001
Nickel (Ni)	-	-	-	0.02
Nitrate (NO_3)	45	10	-	-
Selenium (Se)	0.01	0.01	-	0.01
Sodium (Na)	-	200	-	-
Sulphate (SO_4^{2-})	250	400	-	-
Total Solids (TS)	1500	1000	2000	-
Zinc (Zn)	15.0	5.0	15.0	5.0

ตารางที่ 4.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำและแหล่งที่มาของมาตรฐาน

ชื่อมาตรฐาน	แหล่งที่มา
มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค	ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 12 (พ.ศ.2542)
มาตรฐานน้ำดื่ม	องค์การอนามัยโลก (WHO Guideline for Drinking Water) (พ.ศ. 2542)
มาตรฐานน้ำทิ้งลงสู่น้ำบาดาล	ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 5 (พ.ศ.2521)
มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล	ประกาศคณะกรรมการคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543)

ที่มา : บริษัท เมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์ จำกัด พ.ศ.2547

การคำนวณค่าดัชนีนั้นจะทำเฉพาะแหล่งมลสารหลักที่มีทั้งปริมาณมลสารสูง ประเภทมลสารส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้มาก และมีความหลากหลายของมลสารในแหล่งเดียวกันสูง บางแหล่งมลสารจะแสดงเฉพาะตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งมลสาร ค่าดัชนีศักยภาพของแต่ละแหล่งมลสารของแต่ละสถานีในจังหวัดนครนายกปี 2549 แสดงในตารางที่ 4.4 และปี 2551 แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสารต่างๆ ในปี 2549

สถานี	CPI นาปรัง	CPI นาปี	CPI ชุมชน	CPI สุกร	CPI สัตว์ปีก
A1	105	1528	432	0	208693
A2	616	14994	2581	0	0
A3	496	13069	995	0	0
A4	680	11203	2396	0	5894437
A5	0	0	33333	0	0
A6	3393	24211	2719	0	0
A7	327	14269	867	0	0
A8	117	24296	2285	2399	26812360
A9	2171	14309	989	3348	10020665
B1	1917	29191	4051	36172	1063385357
B2	7194	25496	2284	5958	61803439
B3	1917	29191	4051	36172	1063385357
B4	0	24616	2195	476047	379106700
B5	3977	12568	1179	104610	209208401
B6	0	5780	581	44567	27317163
C1	0	24646	627	0	0
C2	0	28546	1319	0	0
C3	0	428	185	778	3876101
C4	0	18767	2005	24292	22398073
D1	32007	17726	870	41733	4576615
D2	31232	19280	1395	0	0
D3	9937	8072	57916	0	4031224
D4	3423	7500	1117	0	111548498

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสารต่างๆ ในปี 2551

สถานี	CPI นาปรัง	CPI นาปี	CPI ชุมชน	CPI สุกร	CPI สัตว์ปีก
A1	140	1528	573	0	13281
A2	10866	14994	2787	0	64293
A3	4177	16050	1118	0	101337
A4	176	11215	2315	0	49662
A5	0	68495	59434	0	0
A6	4309	24211	3327	0	99068
A7	2578	15635	861	0	92693
A8	1956	24296	2243	2841.403	9289300
A9	1737	14321	1018	2800	166581
B1	4930	29136	4397	66	33506506
B2	6071	25496	2248	0	74293
B3	4930	29136	4397	66	33506506
B4	0	24616	3656	402652	5217787
B5	4440	12568	1902	0	15073937
B6	0	5789	981	35210	706262
C1	1423	24946	457	0	1356
C2	620	28546	710	0	2711706
C3	0	428	189	17	3568
C4	139	18767	1945	24585	2001731
D1	30888	17877	880	48725	31668
D2	33065	19280	1399	0	32856
D3	14930	8072	7171	0	51450
D4	5187	7500	1253	0	3279025

4.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS 11.5 for Windows

โปรแกรม SPSS เป็นโปรแกรมทางสถิติที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ เพื่อให้ได้สมการสำหรับพยากรณ์คุณภาพน้ำซึ่งเป็นตัวแปรตาม จากตัวแปรอิสระคือ ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสารทั้ง 5 ตัว

4.5.1 การนำข้อมูลเข้าโปรแกรม

การกำหนดชื่อและรายละเอียดของตัวแปรจะทำการกำหนดใน Variable View ที่แสดงอยู่ในรูปที่ 4.31 แถวที่ 1 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของนาปรัง(CPI double-crop field), แถวที่ 2 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของนาปี(CPI in season rice), แถวที่ 3 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของชุมชน(CPI community), แถวที่ 4 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของสุกรกรณีไม่มีระบบบำบัด(CPI pig farm), แถวที่ 5 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของสัตว์ปีก(CPI poultry farm) และแถวที่ 6 คือ log(TDS) การนำข้อมูลเข้าจะนำเข้าใน Data View ที่แสดงอยู่ในรูปที่ 4.32 คือข้อมูลตัวแปรต่างๆ คือตัวแปรอิสระ 5 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว ของสถานีตรวจวัดทั้งหมด 23 สถานี

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
1	นาปรัง	Numeric	8	2	CPI double-cro	None	None	8	Right	Scale
2	นาปี	Numeric	8	2	CPI in season r	None	None	8	Right	Scale
3	ชุมชน	Numeric	8	2	CPI community	None	None	8	Right	Scale
4	สุกร	Numeric	8	2	CPI pig farm	None	None	8	Right	Scale
5	สัตว์ปีก	Numeric	8	2	CPI poultry far	None	None	8	Right	Scale
6	tds	Numeric	8	2	log(TDS)	None	None	8	Right	Scale

รูปที่ 4.30 Variable View ใช้ในการกำหนดชื่อและรายละเอียดของตัวแปร

	นาปรัง	นาปี	ชุมชน	สุกร	สัตว์ปีก	tds
1	105.97	1528.24	432.67	.00	208693.6	2.42
2	616.34	14994.45	2581.33	.00	.00	1.54
3	496.32	13069.76	995.82	.00	.00	1.52
4	680.77	11203.96	2396.23	.00	5894438	1.58
5	.00	.00	33333.17	.00	.00	1.53
6	3393.71	24211.70	2719.33	.00	.00	1.72
7	327.79	14269.78	867.09	.00	.00	1.49
8	117.35	24296.15	2285.68	2399.37	26812361	1.52
9	2171.45	14309.24	989.51	3348.78	10020666	1.65
10	1917.59	29191.15	4051.04	36172.83	1.06E+09	1.74
11	7194.52	25496.54	2284.47	5958.34	61803440	1.73
12	1917.59	29191.15	4051.04	36172.83	1.06E+09	1.85
13	.00	24616.87	2195.82	476047.0	3.79E+08	1.71
14	3977.55	12568.30	1179.58	104611.0	2.09E+08	1.89
15	.00	5780.85	581.90	44567.87	27317164	1.69
16	.00	24646.36	627.15	.00	.00	1.48
17	.00	28546.83	1319.02	.00	.00	1.53
18	.00	428.37	185.63	778.51	3876101	1.57
19	.00	18767.18	2005.33	24292.71	22398073	1.36
20	32007.91	17726.16	870.33	41733.39	4576616	2.50
21	31232.94	19280.80	1395.84	.00	.00	2.15
22	9937.91	8072.70	57916.15	.00	4031225	1.94
23	3423.69	7500.53	1117.66	.00	1.12E+08	1.85
24	105.97	1528.24	432.67	.00	208693.6	1.40
25	616.34	14994.45	2581.33	.00	.00	1.45
26	496.32	13069.76	995.82	.00	.00	1.48

รูปที่ 4.31 Data View ใช้ในการกำหนดข้อมูลของตัวแปรต่างๆ

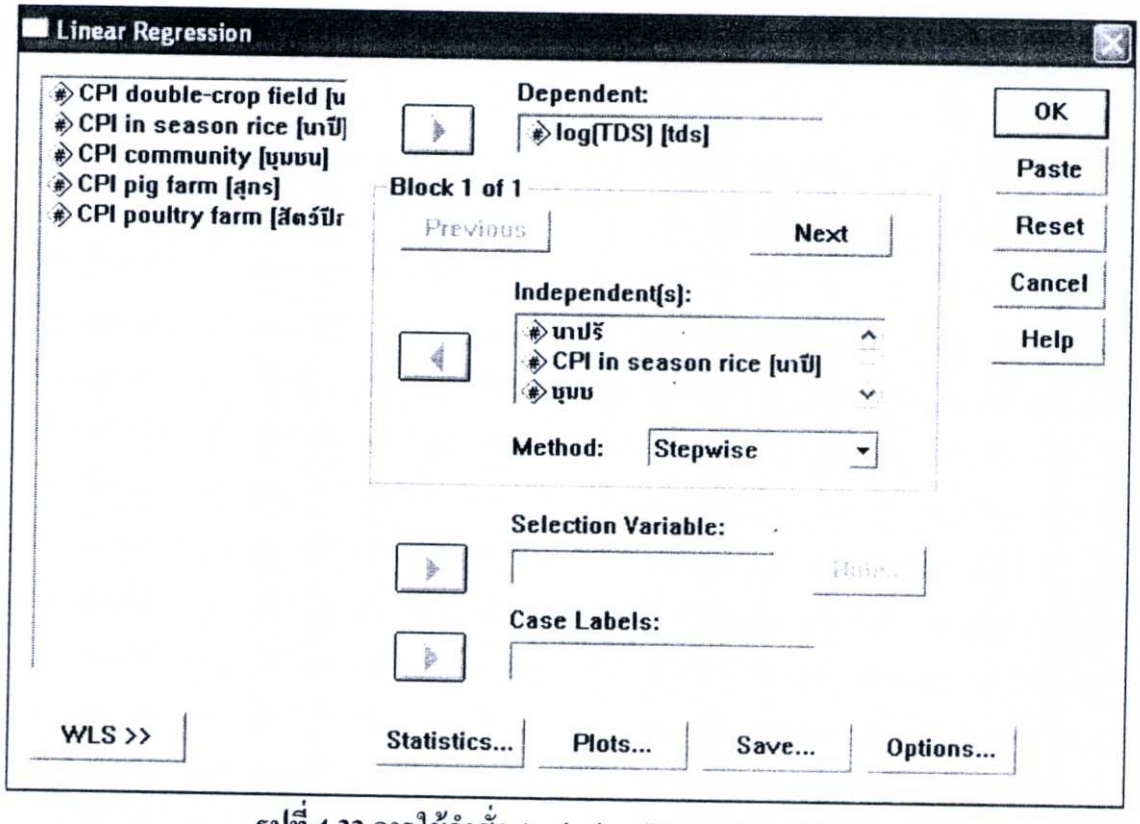
4.5.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ(Multiple Regression Analysis)

1) Analysis – Regression – Linear ดังแสดงในรูปที่ 4.33

- ใน Dependent box จะต้องเลือกตัวแปรตาม คือ log(TDS)
- ใน Independent(s) box จะสามารถเลือกตัวแปรอิสระได้อย่างน้อย 1 ตัว ในที่นี้จะทำการเลือก 5 ตัว คือ

- ค่าดัชนีศักยภาพของนาปรัง(CPI double-crop field)
- ค่าดัชนีศักยภาพของนาปี(CPI in season rice)
- ค่าดัชนีศักยภาพของชุมชน(CPI community)
- ค่าดัชนีศักยภาพของสุกรกรณีไม่มีระบบบำบัด(CPI pig farm)
- ค่าดัชนีศักยภาพของสัตว์ปีก(CPI poultry farm)

• Method คือ วิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการความถดถอย จะใช้เมื่อมีตัวแปรอิสระหลายตัว ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 5 วิธี คือ 1.Enter 2.Remove 3.Forward 4.Backward 5.Stepwise ซึ่งในที่นี้จะใช้ Stepwise



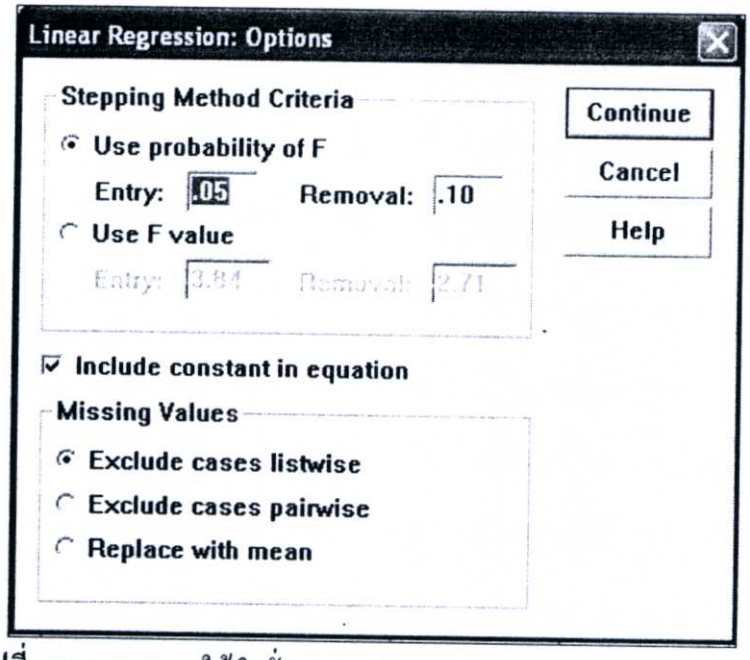
รูปที่ 4.32 การใช้คำสั่ง Analysis – Regression – Linear

2) Analysis – Regression – Linear – Option ดังแสดงในรูปที่ 4.34

• Stepping Method Criteria จะเป็นการกำหนดค่าระดับนัยสำคัญของสถิติทดสอบ F สำหรับการเลือกตัวแปรเข้าหรือคัดตัวแปรออกจากสมการความถดถอย อาจจะกำหนดเป็นค่าสถิติทดสอบ F ก็ได้ โดยเลือก Use probability of F หมายถึงใช้ระดับนัยสำคัญของ F เป็นเกณฑ์การเลือกตัวแปรอิสระ

• Include Constant in Equation โดยปกติจะรวมค่าคงที่ในสมการความถดถอยด้วย ถ้าไม่เลือกแสดงว่าไม่ต้องการค่าคงที่ในสมการ

• Missing Values ผู้วิเคราะห์ต้องเลือก Exclude Cases Listwise : case ที่นำมาวิเคราะห์ต้องมีค่าทุกตัวแปร



รูปที่ 4.33 แสดงการใช้คำสั่ง Analysis – Regression – Linear – Option

3) Analysis – Regression – Linear - Plots ดังแสดงในรูปที่ 4.35

• *ZPRED : Standardized predicted values หรือค่าประมาณ Y ในรูปมาตรฐาน

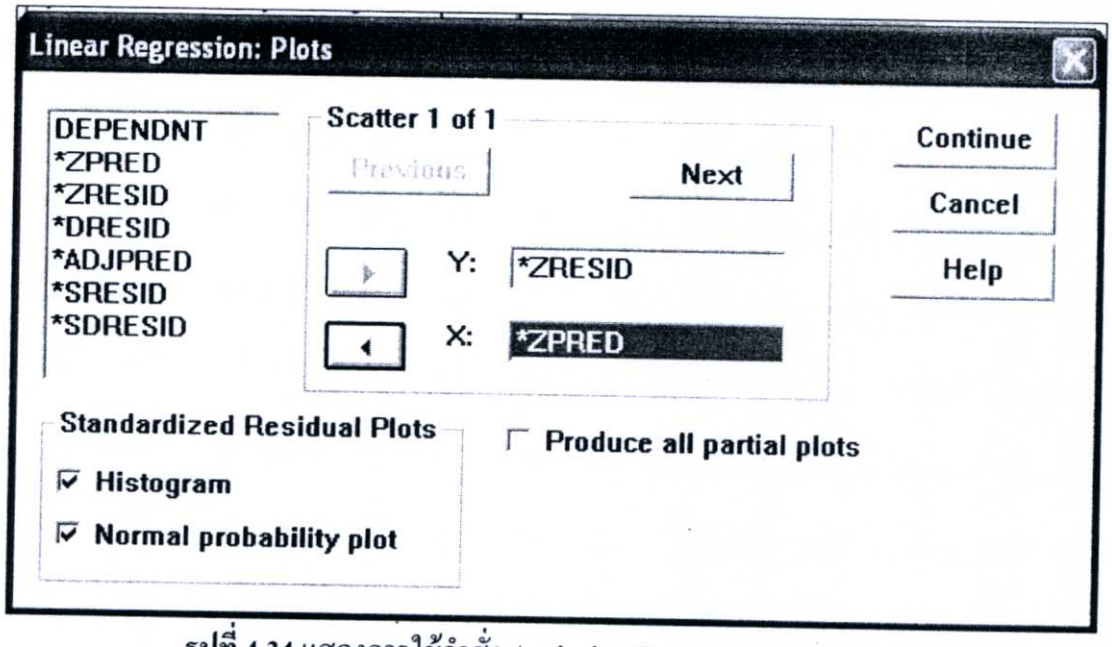
$$ZPRED = \frac{\hat{Y} - E(\hat{Y})}{SE(\hat{Y})} \tag{4.6}$$

• *ZRESID : Standardized residuals หรือค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

$$ZRESID = \frac{e - E(e)}{SE(e)} \tag{4.7}$$

• Histogram แสดงฮิสโตแกรมของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ใช้ในการตรวจสอบการแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อนว่าเป็นแบบปกติหรือไม่

• Normal probability plot แสดง Normal probability (P-P) plot ของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ใช้ในการตรวจสอบการแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อนว่าเป็นแบบปกติหรือไม่



รูปที่ 4.34 แสดงการใช้คำสั่ง Analysis – Regression – Linear – Plot

4) Analysis – Regression – Linear - Statistics ดังแสดงในรูปที่ 4.36

• Regression Coefficient หมายถึง สัมประสิทธิ์ความถดถอย ผู้วิเคราะห์สามารถเลือกทางเลือกต่อไปนี้ได้

Estimate ถ้าเลือกทางเลือกนี้ SPSS จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย (b) ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ b (SE(b)) สถิติทดสอบ t ของการทดสอบเกี่ยวกับ β และ Significant ของสถิติทดสอบ t สำหรับการทดสอบแบบ 2 ข้าง นอกจากนั้นยังคำนวณค่าเบต้า (Beta) โดยที่ Beta คือสัมประสิทธ์ความถดถอยมาตรฐาน (Standardized Regression Coefficient)

• Model fit แสดงค่า

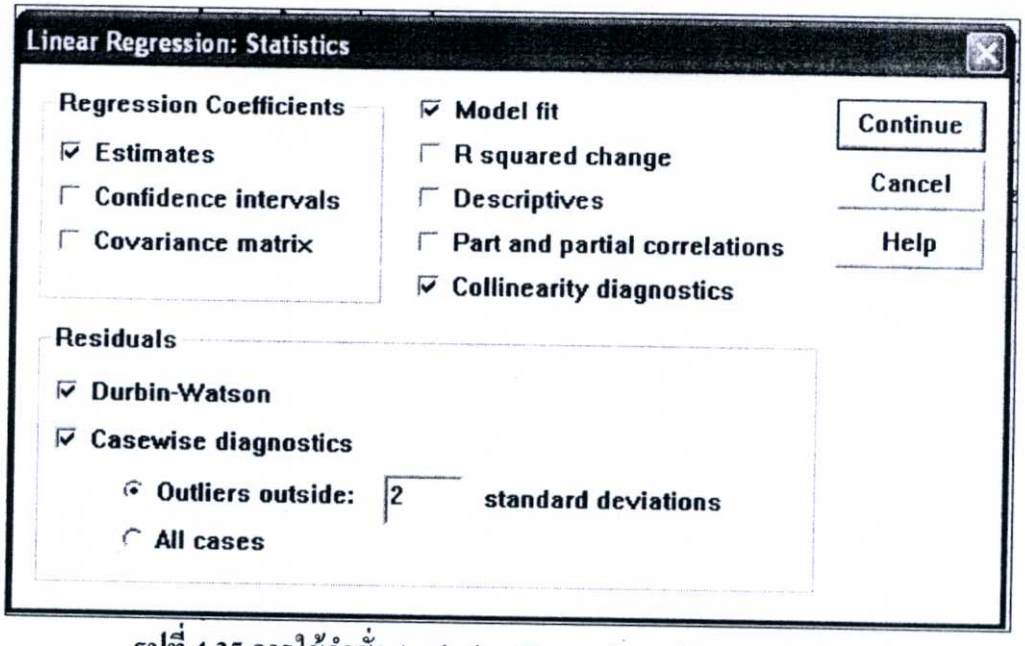
- ตัวแปรที่นำเข้าและเอาออกจากสมการความถดถอย
- multiple R
- R^2 และ adjusted R^2
- Standard error of estimate $S\left(SE\left(\hat{Y}\right)\right)$ = ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าประมาณ $\hat{Y}$

• Collinearity diagnostics จะแสดงค่า

- eigen values
- variance inflation factors (VIF)
- tolerances

• Residuals จะมีทางเลือก 2 ทางดังนี้

- Durbin-Watson สำหรับทดสอบความเป็นอิสระกันของค่าคลาดเคลื่อน
- Casewise diagnostics จะแสดงค่าที่มากกว่ากี่เท่าของค่า Standard deviation



รูปที่ 4.35 การใช้คำสั่ง Analysis – Regression – Linear – Statistics

4.5.3 เงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ

สมมติฐานหรือเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุมี 4 ข้อ ซึ่งเป็นเงื่อนไขเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อน การที่ผู้วิเคราะห์จะนำสมการไปประยุกต์ต้องมีความมั่นใจในความถูกต้องของสมการ โดยจะต้องตรวจสอบเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุเกี่ยวกับค่าคลาดเคลื่อนดังนี้

1) ตรวจสอบความเป็นอิสระของค่าคลาดเคลื่อน

ค่าคลาดเคลื่อนที่ e_i และ e_j ต้องเป็นอิสระต่อกัน(ค่าคลาดเคลื่อนของตัวแปรอิสระเป็นอิสระต่อกัน) โดยใช้สถิติทดสอบ Durbin-Watson จะพิจารณาจากค่า Durbin-Watson หากค่า Durbin-Watson มีค่าใกล้ 2 หรืออยู่ในช่วง 1.5-2.5 จะสรุปได้ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน

$$\frac{\sum_{t=2}^{n}(e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n}e_t^2} \qquad (4.8)$$

e = Standardized Residual

2) ตรวจสอบความเป็นอิสระของ X_i และ X_j

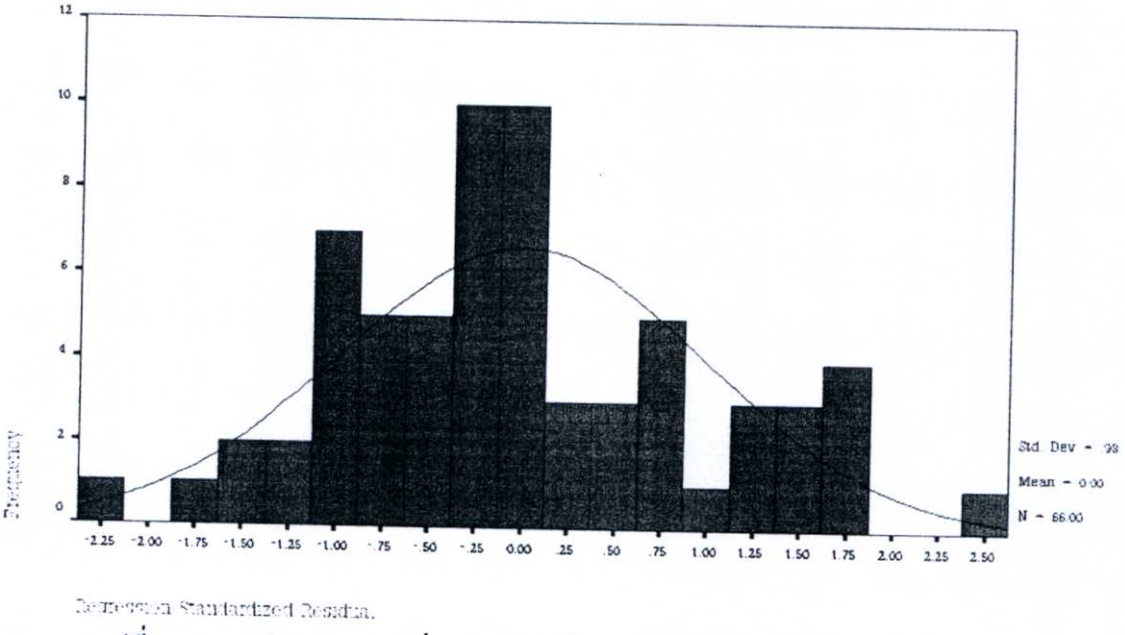
ตัวแปรอิสระแต่ละตัวต้องไม่มีความสัมพันธ์กัน กรณีที่ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันจะเรียกว่าเกิดปัญหา Multicollinearity โดยดูจากค่า Tolerance ของตัวแปร X_i หากมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าตัวแปร X_i มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆน้อย

$$\text{Tolerance} = 1 - R_i^2 \qquad (4.9)$$

R คือ multiple correlation coefficient ของสมการความถดถอย หรือเป็นการพยากรณ์ค่า $X_i = a + b_1X_1 + \ldots + b_{i-1}X_{i-1}\, b_1X_1 + b_{i+1}X_{i+1}\, b_1X_1$

3) ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

ค่าคลาดเคลื่อน(error or residual : e) จะต้องมีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ โดยดูจากฮิสโตแกรมของค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน แกน X คือค่าคลาดเคลื่อน(Regression Standardize Residual) แกน Y คือความถี่(Frequency) หากเส้นแนวโน้มเป็นรูประฆังคว่ำและมีความสมมาตร แสดงว่าการแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อนเป็นแบบปกติ ดังในรูปที่ 4.37 หรือดูจากตาราง Statistics ตารางที่ 4.6 โดยดูค่าความเบ้ (Skewness) หากมีค่าใกล้เคียง 0 แสดงว่ากราฟมีสมมาตรในแนวราบ และค่าความโด่ง(Kurtosis) หากมีค่าใกล้เคียง 0 แสดงว่ากราฟมีความสมมาตรทางด้านแนงดิ่ง ซึ่งสรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติ



รูปที่ 4.36 กราฟ Histogram ที่แสดงความถี่ของ Regression Standardized Residual

ตารางที่ 4.6 ตาราง Statistics แสดงค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง(Kurtosis)

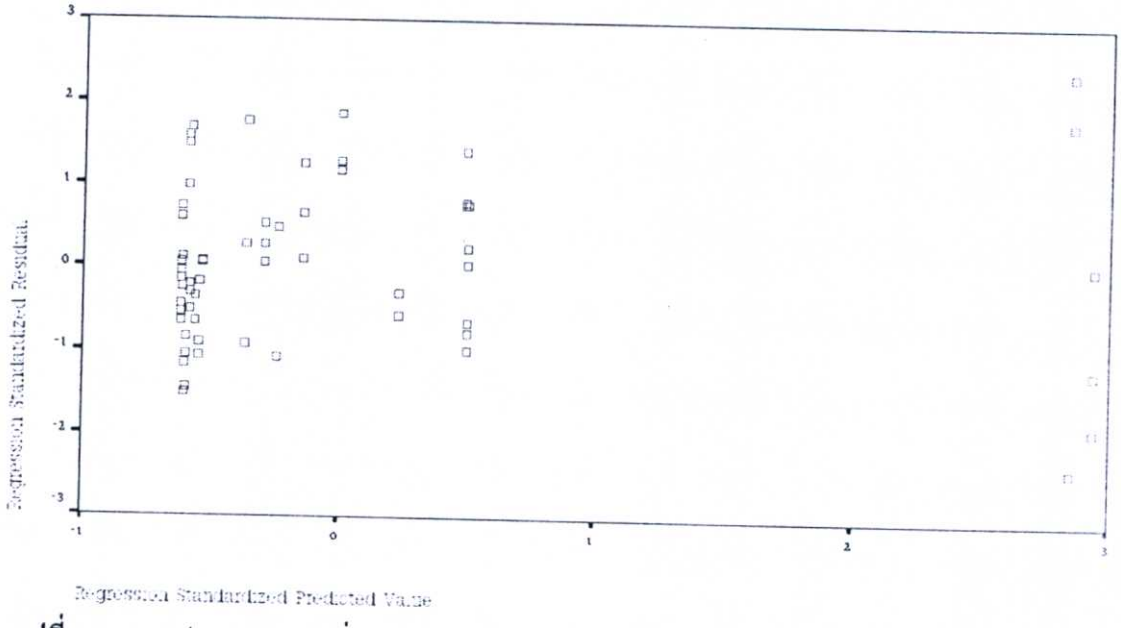
Standardized Residual

N	Valid	66
	Missing	89
Mean		.0000000
Median		-.1001419
Mode		-.51655[a]
Skewness		.277
Std. Error of Skewness		.295
Kurtosis		-.174
Std. Error of Kurtosis		.582
Sum		.00000
Percentiles	25	-.6617238
	50	-.1001419
	75	.6786466

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

4) ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนว่ามีความแปรปรวนคงที่หรือไม่

ค่าแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนต้องคงที่ โดยดูจากการพล็อตกราฟระหว่าง X คือค่า Y ที่ได้จากการพยากรณ์(Regression Standardized Predicted) Y คือ ค่าคลาดเคลื่อน(Regression Standardize Residual) ถ้าลักษณะของข้อมูลมีการกระจายตัวแบบไม่เป็นรูปแบบแสดงว่าค่าความแปรปรวนของค่า e คงที่ ดังในรูปที่ 4.38



รูปที่ 4.37 กราฟ Scatterplot ที่แสดง Regression Standardized Predicted Value และ Regression Standardized Residual

บทที่ 5
การวิเคราะห์ผลการศึกษา

5.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุในการพยากรณ์คุณภาพน้ำจากดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร(CPI) และปริมาณน้ำฝนรายวันในช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ(P) โดยมีเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เพื่อใช้ในการตรวจสอบ

5.2 ผลจากโปรแกรม SPSS 11.5 for Windows

แบบจำลองถูกสร้างขึ้นเพื่อพยากรณ์คุณภาพน้ำโดยใช้สมการความถดถอยเชิงพหุ ซึ่งมีตัวแปรอิสระ 5 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว แบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นมีทั้งหมด 8 รูปแบบ คือ

5.2.1 แบบจำลองที่ 1 ประกอบไปด้วยตัวแปรอิสระ 5 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว ดังในสมการที่ 5.1

$$Y = a_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 \qquad (5.1)$$

Y คือ ตัวแปรค่าในการตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้ง 5 ครั้ง(รวมฤดูฝนและฤดูแล้ง) เช่น TDS, Conductivity, Phosphate และ Chloride

a_0 คือ ค่า Constant

b_1 คือ ค่า Coefficient ของดัชนีศักยภาพของนาปรัง(CPI double-crop field)

b_2 คือ ค่า Coefficient ของดัชนีศักยภาพของนาปี(CPI in season rice)

b_3 คือ ค่า Coefficient ของดัชนีศักยภาพของชุมชน(CPI community)

b_4 คือ ค่า Coefficient ของดัชนีศักยภาพของสุกรกรณีไม่มีระบบบำบัด(CPI pig farm)

b_5 คือ ค่า Coefficient ของดัชนีศักยภาพของสัตว์ปีก(CPI poultry farm)

x_1 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของนาปรัง(CPI double-crop field)

x_2 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของนาปี(CPI in season rice)

x_3 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของชุมชน(CPI community)

x_4 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของสุกรกรณีไม่มีระบบบำบัด(CPI pig farm)

x_5 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของสัตว์ปีก(CPI poultry farm)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของค่า TDS ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ (Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.3 ซึ่งมีทั้งหมด 8 ตำแหน่งข้อมูล(6.96%ของข้อมูลทั้งหมด) คือตำแหน่งที่ A1 ครั้งที่ 1, D2 ครั้งที่ 1 , D1 ครั้งที่ 2, D2 ครั้งที่ 2, D2 ครั้งที่ 3, C3 ครั้งที่ 4, B5 ครั้งที่ 5 และ D1 ครั้งที่ 5 ดังแสดงในตารางที่ 5.3 แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

ตารางที่ 5.4 ตาราง Variables Entered/Removed สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	New CPI double-crop field	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).

a. Dependent Variable: NTDS

จากตารางที่ 5.4 คือ ตาราง Variables Entered/Removed สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นวิธีการในการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย ซึ่งในที่นี้ใช้วิธี Stepwise และตัวแปรอิสระที่ถูกเลือกคือ CPI ของนาปรัง

ตารางที่ 5.5 ตาราง Model Summary สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.861[a]	.741	.738	40.49101	2.121

a. Predictors: (Constant), New CPI double-crop field

b. Dependent Variable: NTDS

จากตารางที่ 5.5 คือ ตาราง Model Summary สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1 แสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรตาม และ ตัวแปรอิสระ โดยมีค่า Adjusted R^2 = 0.738 หรือ 73.8% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง ที่มีต่อ TDS คิดเป็น 73.8% ที่เหลืออีก 26.2% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ ในที่นี้ค่า Durbin-Watson = 2.121 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

ตารางที่ 5.6 ตาราง ANOVA สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	492140.0	1	492139.986	300.173	.000[a]
	Residual	172149.8	105	1639.522		
	Total	664289.8	106			

a. Predictors: (Constant), New CPI double-crop field

b. Dependent Variable: NTDS

จากตารางที่ 5.6 คือ ตาราง ANOVA สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1 เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทุกตัวกับตัวแปรตาม ในที่นี้ Sig. = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า CPI ของนาปรัง มีผลต่อ TDS

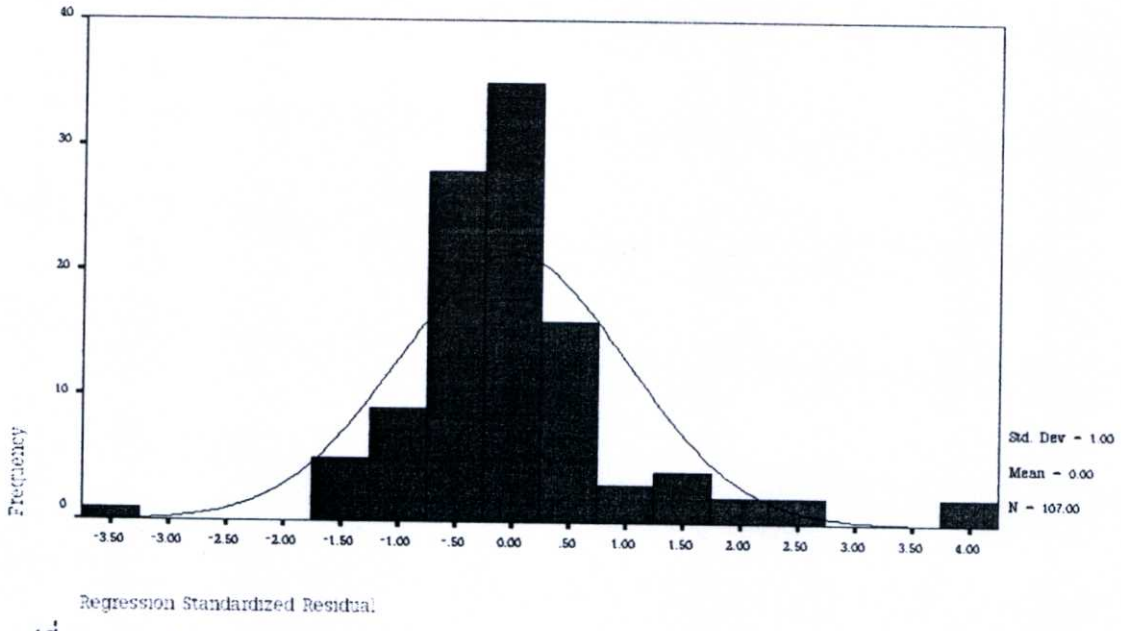
ตารางที่ 5.7 ตาราง Coefficients สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Tolerance	VIF
1	(Constant)	41.244	4.310		9.570	.000		
	New CPI double-crop field	.010	.001	.861	17.325	.000	1.000	1.000

a. Dependent Variable: NTDS

จากตารางที่ 5.7 คือ ตาราง Coefficients สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1 เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระด้วยกันเอง โดยดูจากค่า Tolerance ซึ่งในที่นี้ CPI ของนาปรัง มีค่า Tolerance = 1.000 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากในที่นี้มีตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวที่ถูกเลือกเข้าสมการถดถอย และสมการที่ได้ดังแสดงในสมการที่ 5.2

$$TDS = 41.244 + 0.010(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.2)$$



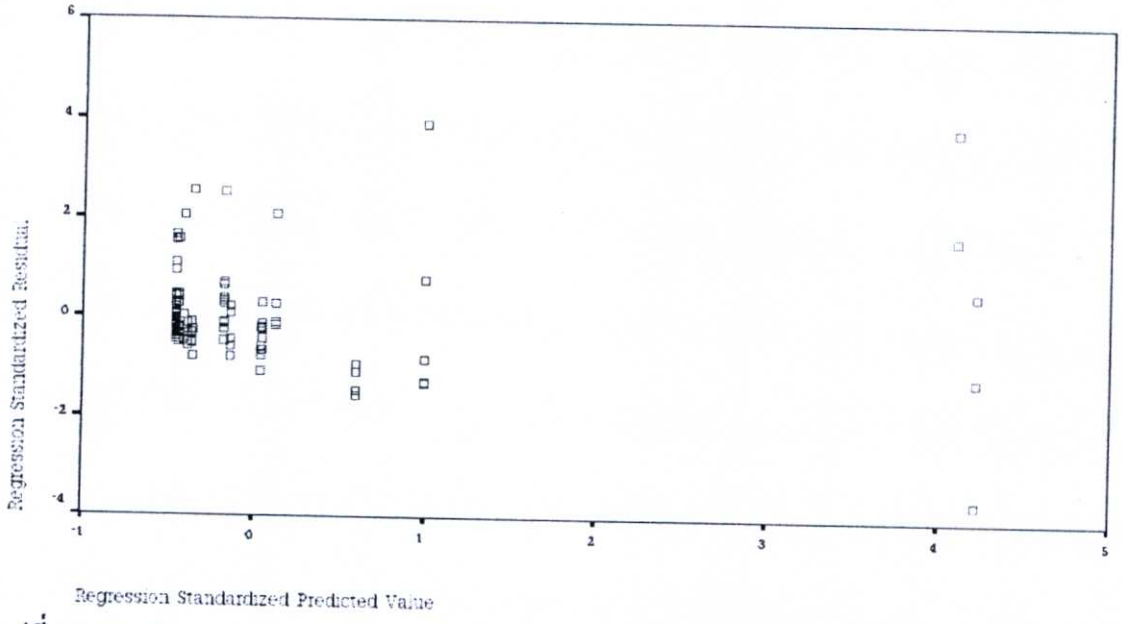
รูปที่ 5.1 กราฟ Histogram ของ Regression Standardize Residual สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1

ตารางที่ 5.8 ตาราง Statistics ของ Regression Standardize Residual สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1

N	Valid	107
	Missing	48
Mean		.0000000
Median		-.1789011
Mode		-1.45321[a]
Skewness		1.127
Std. Error of Skewness		.234
Kurtosis		5.164
Std. Error of Kurtosis		.463
Sum		.00000
Percentiles	25	-.4505663
	50	-.1789011
	75	.2759238

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

รูปที่ 5.1 คือ กราฟ Histogram ของ Regression Standardize Residual สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1 แกนนอนแสดงค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Regression Standardized Residual) ส่วนความสูงแสดงความถี่(Frequency) เพื่อพิจารณาว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติหรือไม่ โดยตารางที่ 5.8 เป็นข้อมูลทางสถิติของกราฟ Histogram (รูปที่ 5.1) ซึ่งค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 1.127 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 5.164 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ(หากมีการแจกแจงแบบปกติค่าความเบ้ และค่าความโด่งต้องมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0)



รูปที่ 5.2 กราฟ Scatterplot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Regression Standardized Predicted Value กับ Regression Standardized Residual สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1

รูปที่ 5.2 คือ กราฟ Scatterplot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Regression Standardized Predicted Value กับ Regression Standardized Residual สำหรับ TDS ในแบบจำลองที่ 1 ใช้ในการตรวจสอบว่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนคงที่หรือไม่ ซึ่งในที่นี้ค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์ และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์ (Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่

โดยสรุป TDS ในแบบจำลองที่ 1 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.1.2 การวิเคราะห์ Conductivity

ตารางที่ 5.9 ตาราง Casewise Diagnostics สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1

Case Number	Std. Residual	Conduct	Predicted Value	Residual
1	2.103	373.00	80.5761	292.4239
21	-2.423	201.00	537.8831	-336.8831
43	-2.167	248.00	549.2687	-301.2687
44	2.410	873.00	537.8831	335.1169
67	5.359	1283.00	537.8831	745.1169
87	3.994	634.33	79.0192	555.3108
106	4.341	741.00	137.4561	603.5439
112	-2.354	222.00	549.2687	-327.2687

a. Dependent Variable: Conduct

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของค่า Conductivity ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ(Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.9 ซึ่งมีทั้งหมด 8 ตำแหน่งข้อมูล(6.96%ของข้อมูลทั้งหมด) คือตำแหน่งที่ A1 ครั้งที่ 1, D2 ครั้งที่ 1 , D1 ครั้งที่ 2, D2 ครั้งที่ 2, D2 ครั้งที่ 3, C3 ครั้งที่ 4, B5 ครั้งที่ 5 และ D1 ครั้งที่ 5 ดังแสดงในตารางที่ 5.9 แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

ตารางที่ 5.10 ตาราง Variables Entered/Removed สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	New CPI double-cro p field	.	Stepwise (Criteria: Probability -of-F-to-e nter <= .050, Probability -of-F-to-r emove >= .100).

a. Dependent Variable: NConduct

จากตารางที่ 5.10 คือ ตาราง Variables Entered/Removed สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นวิธีการในการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย ซึ่งในที่นี้ใช้วิธี Stepwise และตัวแปรอิสระที่ถูกเลือกคือ CPI ของนาปรัง

ตารางที่ 5.11 ตาราง Model Summary สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.844[a]	.713	.710	63.56085	2.154

a. Predictors: (Constant), New CPI double-crop field

b. Dependent Variable: NConduct

จากตารางที่ 5.11 คือ ตาราง Model Summary สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1 แสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรตาม และ ตัวแปรอิสระ โดยมีค่า Adjusted R^2 = 0.710 หรือ 71.0% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง ที่มีต่อ Conductivity คิดเป็น 71.0% ที่เหลืออีก 29.0% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ ในที่นี้ค่า Durbin-Watson = 2.154 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

ตารางที่ 5.12 ตาราง ANOVA สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1054568	1	1054567.844	261.033	.000[a]
	Residual	424198.1	105	4039.982		
	Total	1478766	106			

a. Predictors: (Constant), New CPI double-crop field

b. Dependent Variable: NConduct

จากตารางที่ 5.12 คือ ตาราง ANOVA สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1 เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทุกตัวกับตัวแปรตาม ในที่นี้ Sig. = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า CPI ของนาปรัง มีผลต่อ Conductivity

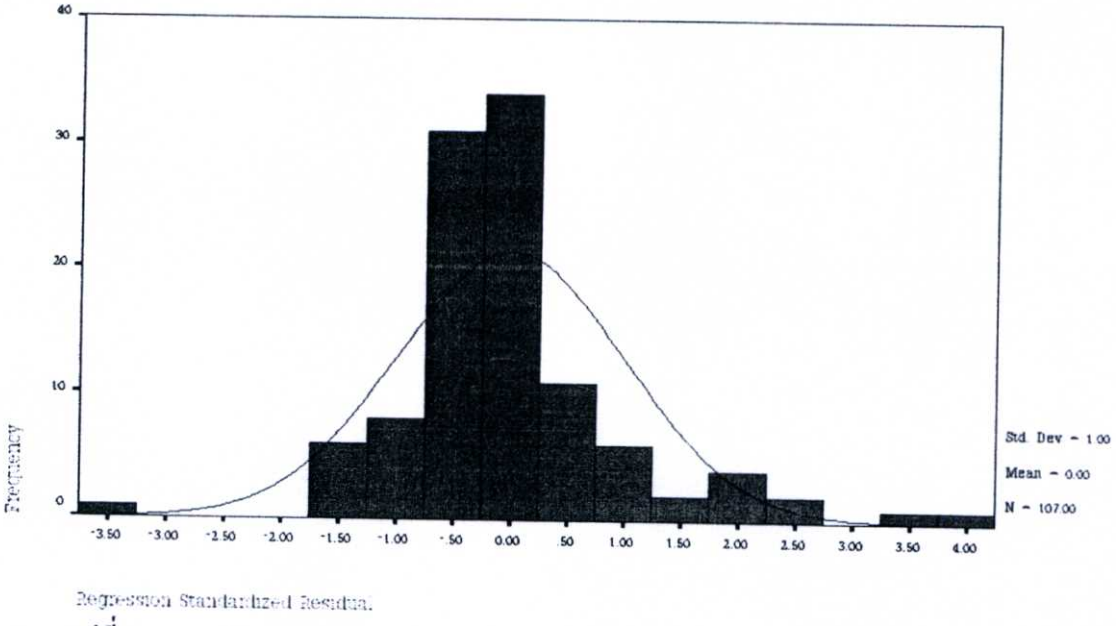
ตารางที่ 5.13 ตาราง Coefficients สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Tolerance	VIF
1	(Constant)	64.772	6.765		9.575	.000		
	New CPI double-crop field	.015	.001	.844	16.157	.000	1.000	1.000

a. Dependent Variable: NConduct

จากตารางที่ 5.13 คือ ตาราง Coefficients สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1 เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระด้วยกันเอง โดยดูจากค่า Tolerance ซึ่งในที่นี้ CPI ของนาปรัง มีค่า Tolerance = 1.000 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากในที่นี้มีตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวที่ถูกเลือกเข้าสมการถดถอย และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.3

$$\text{Conductivity} = 64.772 + 0.015(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.3)$$

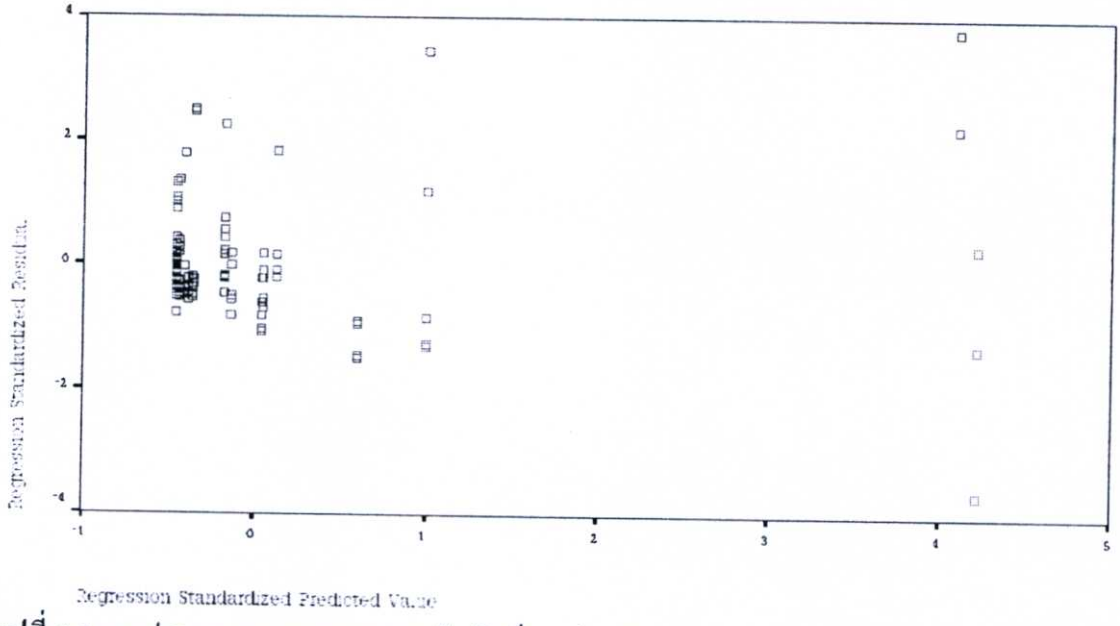


รูปที่ 5.3 กราฟ Histogram ของ Regression Standardize Residual สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1

ตารางที่ 5.14 ตาราง Statistics ของ Regression Standardize Residual สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1

N	Valid	107
	Missing	48
Mean		.0000000
Median		-.2046334
Mode		.99320
Skewness		.969
Std. Error of Skewness		.234
Kurtosis		4.152
Std. Error of Kurtosis		.463
Sum		.00000
Percentiles	25	-.4759273
	50	-.2046334
	75	.2693298

รูปที่ 5.3 คือ กราฟ Histogram ของ Regression Standardize Residual สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1 แกนนอนแสดงค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Regression Standardized Residual) ส่วนความสูงแสดงความถี่(Frequency) เพื่อพิจารณาว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติหรือไม่ โดยตารางที่ 5.14 เป็นข้อมูลทางสถิติของกราฟ Histogram (รูปที่ 5.3) ซึ่งค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 0.967 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟสมมาตรไม่มีความเบ้ และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 4.152 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ (หากมีการแจกแจงแบบปกติค่าความเบ้ และค่าความโด่งต้องมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0)



รูปที่ 5.4 กราฟ Scatterplot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Regression Standardized Predicted Value กับ Regression Standardized Residual สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1

รูปที่ 5.4 คือ กราฟ Scatterplot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Regression Standardized Predicted Value กับ Regression Standardized Residual สำหรับ Conductivity ในแบบจำลองที่ 1 ใช้ในการตรวจสอบว่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนคงที่หรือไม่ ซึ่งในที่นี้ค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์ และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่

โดยสรุป Conductivity ในแบบจำลองที่ 1 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุเนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.1.3 การวิเคราะห์ Phosphate

ตารางที่ 5.15 ตาราง Variables Entered/Removed สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	CPI poultry farm	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).

a. Dependent Variable: Phosphate

จากตารางที่ 5.15 คือ ตาราง Variables Entered/Removed สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นวิธีการในการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย ซึ่งในที่นี้ใช้วิธี Stepwise และตัวแปรอิสระที่ถูกเลือกคือ CPI ของสัตว์ปีก

ตารางที่ 5.16 ตาราง Model Summary สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.369[a]	.136	.128	.82763	1.824

a. Predictors: (Constant), CPI poultry farm

b. Dependent Variable: Phosphate

จากตารางที่ 5.16 คือ ตาราง Model Summary สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1 แสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรตาม และ ตัวแปรอิสระ โดยมีค่า Adjusted R^2 = 0.128 หรือ 12.8% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ Phosphate คิดเป็น 12.8% ที่เหลืออีก 87.2% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ ในที่นี้ค่า Durbin-Watson = 1.824 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

ตารางที่ 5.17 ตาราง ANOVA สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	12.193	1	12.193	17.800	.000[a]
	Residual	77.403	113	.685		
	Total	89.595	114			

a. Predictors: (Constant), CPI poultry farm

b. Dependent Variable: Phosphate

จากตารางที่ 5.17 คือ ตาราง ANOVA สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1 เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทุกตัวกับตัวแปรตาม ในที่นี้ Sig. = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า CPI ของสัตว์ปีก มีผลต่อ Phosphate

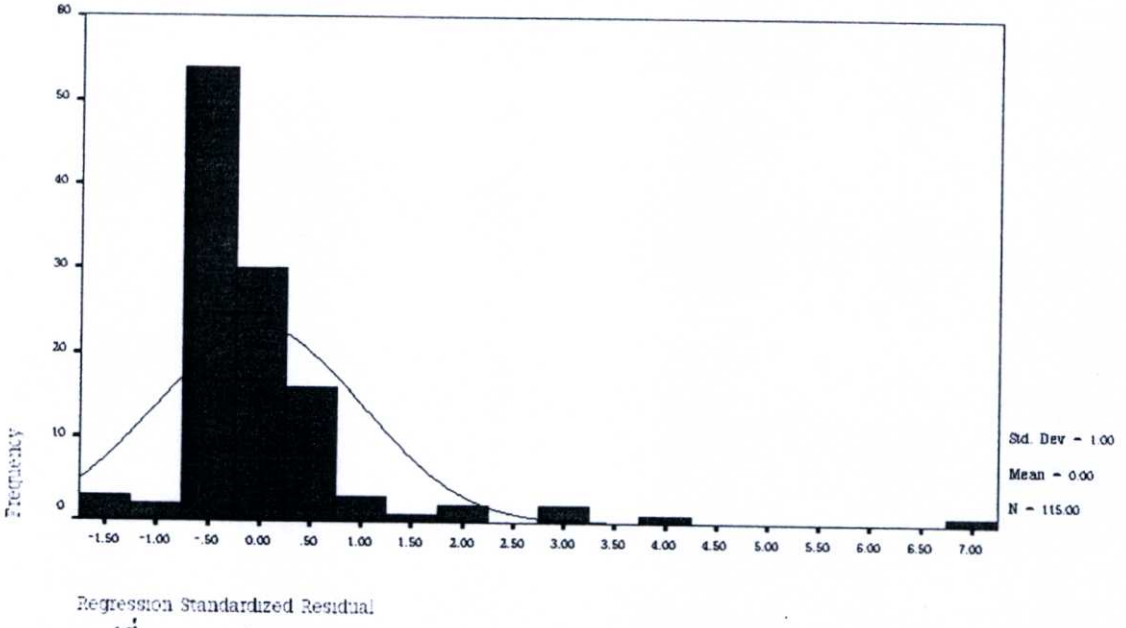
ตารางที่ 5.18 ตาราง Coefficients สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	.533	.084		6.342	.000		
	CPI poultry farm	1.083E-09	.000	.369	4.219	.000	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Phosphate

จากตารางที่ 5.18 คือ ตาราง Coefficients เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระด้วยกันเอง โดยดูจากค่า Tolerance ซึ่งในที่นี้ CPI ของสัตว์ปีก มีค่า Tolerance = 1.000 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากในที่นี้มีตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวที่ถูกเลือกเข้าสมการถดถอย และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.4

$$\text{Phosphate} = 0.533 + 1.083\text{x}10^{-9}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \qquad (5.4)$$

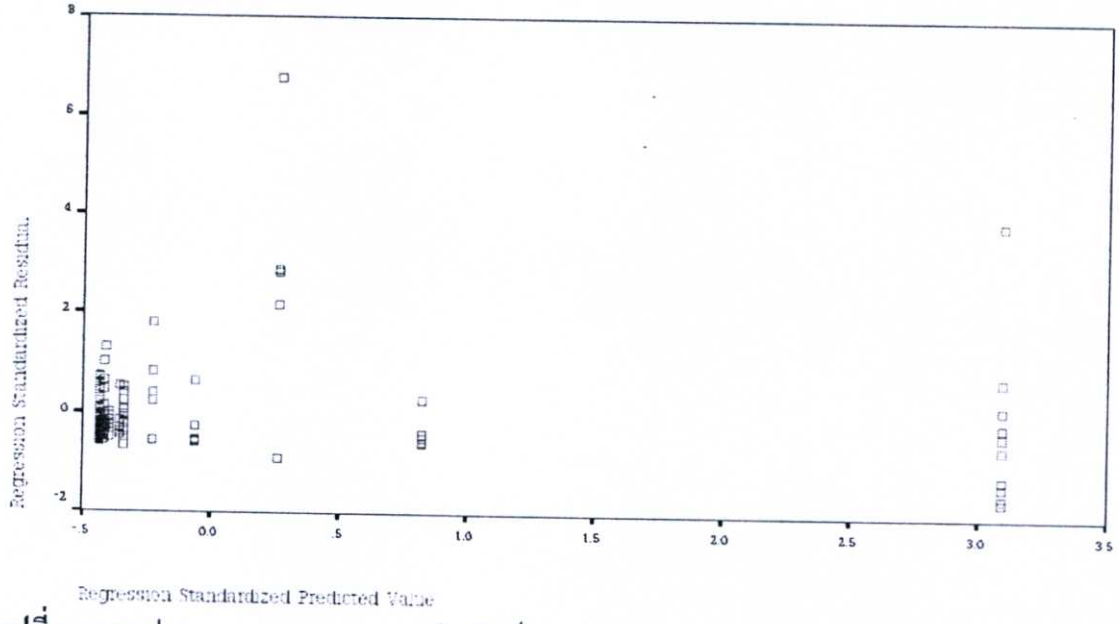


รูปที่ 5.5 กราฟ Histogram ของ Regression Standardize Residual สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1

ตารางที่ 5.19 ตาราง Statistics ของ Regression Standardize Residual สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1

N	Valid	115
	Missing	40
Mean		.0000000
Median		-.2577808
Mode		-.46319
Skewness		3.785
Std. Error of Skewness		.226
Kurtosis		20.569
Std. Error of Kurtosis		.447
Sum		.00000
Percentiles	25	-.4562551
	50	-.2577808
	75	.1358724

รูปที่ 5.5 คือ กราฟ Histogram ของ Regression Standardize Residual สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1 แกนนอนแสดงค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Regression Standardized Residual) ส่วนความสูงแสดงความถี่(Frequency) เพื่อพิจารณาว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติหรือไม่ โดยตารางที่ 5.19 เป็นข้อมูลทางสถิติของกราฟ Histogram (รูปที่ 5.5) ซึ่งค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 3.785 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 20.569 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ (หากมีการแจกแจงแบบปกติค่าความเบ้ และค่าความโด่งต้องมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0)



รูปที่ 5.6 กราฟ Scatterplot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Regression Standardized Predicted Value กับ Regression Standardized Residual สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1

รูปที่ 5.6 คือ กราฟ Scatterplot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Regression Standardized Predicted Value กับ Regression Standardized Residual สำหรับ Phosphate ในแบบจำลองที่ 1 ใช้ในการตรวจสอบว่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนคงที่หรือไม่ ซึ่งในที่นี้ค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์ และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่

โดยสรุป Phosphate ในแบบจำลองที่ 1 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุเนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.1.4 การวิเคราะห์ Chloride

ตารางที่ 5.20 ตาราง Variables Entered/Removed สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	CPI double-crop field	.	Stepwise (Criteria: Probability-of-F-to-enter <= .050, Probability-of-F-to-remove >= .100).

a. Dependent Variable: Chloride

จากตารางที่ 5.20 คือ ตาราง Variables Entered/Removed สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นวิธีการในการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย ซึ่งในที่นี้ใช้วิธี Stepwise และตัวแปรอิสระที่ถูกเลือกคือ CPI ของนาปรัง

ตารางที่ 5.21 ตาราง Model Summary สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.536[a]	.288	.281	7.41007	1.665

a. Predictors: (Constant), CPI double-crop field

b. Dependent Variable: Chloride

จากตารางที่ 5.21 คือ ตาราง Model Summary สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1 แสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรตาม และ ตัวแปรอิสระ โดยมีค่า Adjusted R^2 = 0.281 หรือ 28.1% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง ที่มีต่อ Chloride คิดเป็น 28.1% ที่เหลืออีก 71.9% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ ในที่นี้ค่า Durbin-Watson = 1.665 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

ตารางที่ 5.22 ตาราง ANOVA สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2506.218	1	2506.218	45.643	.000[a]
	Residual	6204.738	113	54.909		
	Total	8710.957	114			

a. Predictors: (Constant), CPI double-crop field

b. Dependent Variable: Chloride

จากตารางที่ 5.22 คือ ตาราง ANOVA สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1 เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทุกตัวกับตัวแปรตาม ในที่นี้ Sig. = 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า CPI ของนาปรัง มีผลต่อ Chloride

ตารางที่ 5.23 ตาราง Coefficients สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1

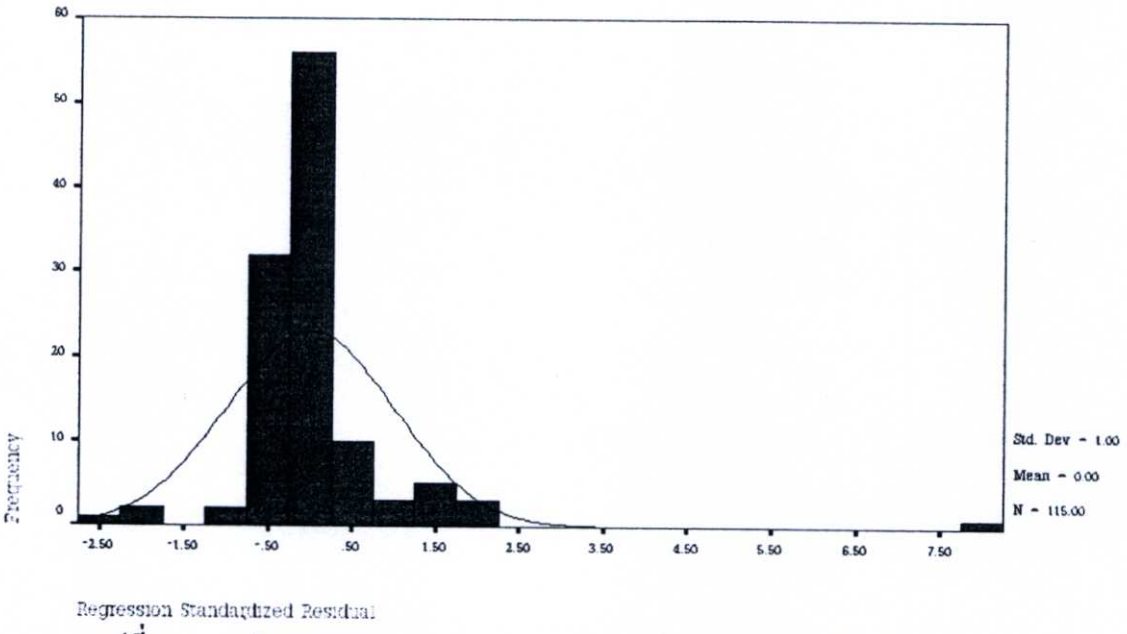
Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	2.224	.770		2.887	.005		
	CPI double-crop field	.001	.000	.536	6.756	.000	1.000	1.000

a. Dependent Variable: Chloride

จากตารางที่ 5.23 คือ ตาราง Coefficients สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1 เป็นการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระด้วยกันเอง โดยดูจากค่า Tolerance ซึ่งในที่นี้ CPI ของนาปรัง มีค่า Tolerance = 1.000 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากในที่นี้มีตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวที่ถูกเลือกเข้าสมการถดถอย และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.5

$$\text{Chloride} = 2.224 + 0.001(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.5)$$

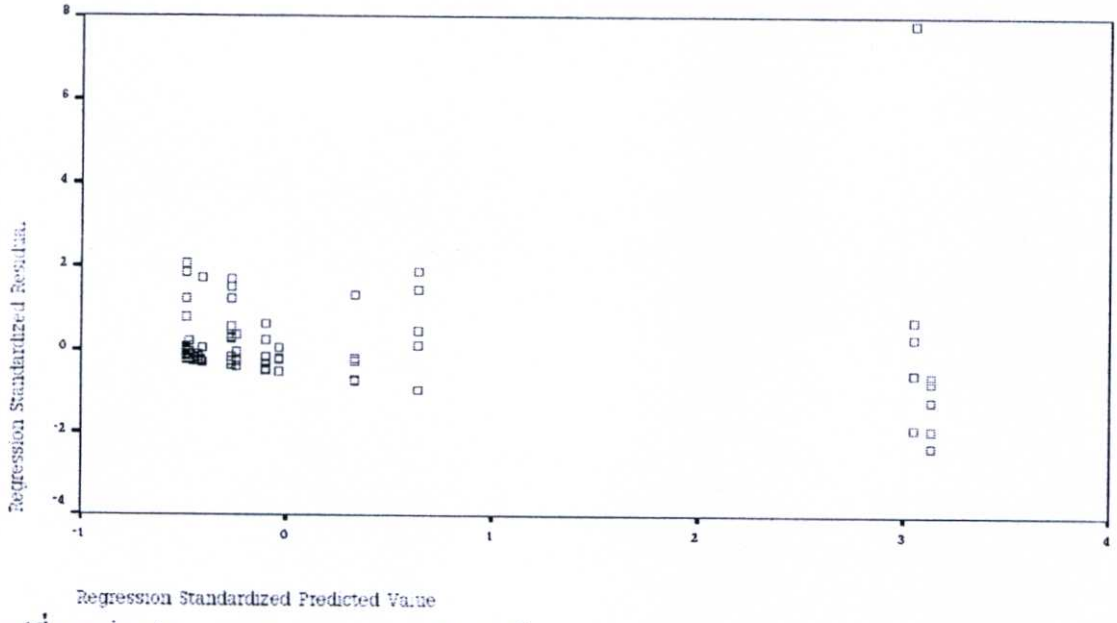


รูปที่ 5.7 กราฟ Histogram ของ Regression Standardize Residual สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1

ตารางที่ 5.24 ตาราง Statistics ของ Regression Standardize Residual สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1

N	Valid	115
	Missing	40
Mean		.0000000
Median		-.2229224
Mode		-.23267
Skewness		4.462
Std. Error of Skewness		.226
Kurtosis		33.465
Std. Error of Kurtosis		.447
Sum		.00000
Percentiles	25	-.2769029
	50	-.2229224
	75	.0558515

รูปที่ 5.7 คือ กราฟ Histogram ของ Regression Standardize Residual สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1 แกนนอนแสดงค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Regression Standardized Residual) ส่วนความสูงแสดงความถี่(Frequency) เพื่อพิจารณาว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติหรือไม่ โดยตารางที่ 5.24 เป็นข้อมูลทางสถิติของกราฟ Histogram (รูปที่ 5.7) ซึ่งค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 4.462 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 33.465 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ (หากมีการแจกแจงแบบปกติค่าความเบ้ และค่าความโด่งต้องมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 0)



รูปที่ 5.8 กราฟ Scatterplot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Regression Standardized Predicted Value กับ Regression Standardized Residual สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1

รูปที่ 5.8 คือ กราฟ Scatterplot แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Regression Standardized Predicted Value กับ Regression Standardized Residual สำหรับ Chloride ในแบบจำลองที่ 1ใช้ในการตรวจสอบว่าความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนคงที่หรือไม่ ซึ่งในที่นี้ค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่

โดยสรุป Chloride ในแบบจำลองที่ 1 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.2 แบบจำลองที่ 2 ประกอบไปด้วยตัวแปรอิสระ 5 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว ดังในสมการที่ 5.6

$$Y = a_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 \qquad (5.6)$$

Y คือ ตัวแปรในการตรวจวัดคุณภาพน้ำครั้งที่ 1, ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 4 (ฤดูฝน) เช่น TDS, Conductivity, Phosphate และ Chloride

a_0 คือ ค่า Constant

b_1 ถึง b_5 คือ ค่า Coefficient ของค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร เหมือนสมการที่ 5.1

x_1 ถึง x_5 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร(CPI) เหมือนสมการที่ 5.1

ตารางที่ 5.25 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 2

Water quality	Ad.R^2	ตำแหน่งที่ถูกตัดออกเนื่องจากมีค่าคลาดเคลื่อนมากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ 2 เท่า
TDS	78.3%	A1 ครั้งที่ 1, D2 ครั้งที่ 1, D2 ครั้งที่ 2, C3 ครั้งที่ 4, D2 ครั้งที่ 4
Conductivity	70.9%	A1 ครั้งที่ 1, D2 ครั้งที่ 1, D2 ครั้งที่ 2, C3 ครั้งที่ 4, D2 ครั้งที่ 4
Phosphate	36.2%	B5 ครั้งที่ 1, B5 ครั้งที่ 2
Chloride	61.9%	-

ตารางที่ 5.26 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 2

Water quality	Durbin-Watson	Torerance			Skewness	Kurtosis	ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน
		CPI ของนาปรัง	CPI ของชุมชน	CPI ของสัตว์ปีก			
TDS	1.836	0.994	-	0.994	1.992	8.123	คงที่
Conductivity	1.711	1	-	-	1.438	3.187	คงที่
Phosphate	2.198	-	-	1	1.240	2.980	คงที่
Chloride	1.530	1	-	-	0.349	5.092	คงที่

5.2.2.1 การวิเคราะห์ TDS

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ TDS ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ (Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.25 ซึ่งมีทั้งหมด 5 ค่า(7.25%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของนาปรัง และ CPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.25 ค่า Adjusted R^2 = 78.3% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง และ CPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ TDS คิดเป็น 78.3% ที่เหลืออีก 21.7% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.26 ค่า Durbin-Watson = 1.836 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.26 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 0.994 และค่า Tolerance ของ CPI ของสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 0.994 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 5.26 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 1.992 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 8.123 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.26 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.7

$$TDS = 35.122 + 0.006(\text{CPI ของนาปรัง}) + 2.065\times10^{-8}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \qquad (5.7)$$

โดยสรุป TDS ในแบบจำลองที่ 2 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.2.2 การวิเคราะห์ Conductivity

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ Conductivity ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ(Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.25 ซึ่งมีทั้งหมด 5 ค่า(7.25%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.25 ค่า Adjusted R^2 = 70.9% หมายถึงอิทธิพลของ CPI double-crop field ที่มีต่อ TDS คิดเป็น 70.9% ที่เหลืออีก 29.1% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.26 ค่า Durbin-Watson = 1.771 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.26 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.26 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 1.438 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 3.187 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.26 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.8

$$\text{Conductivity} = 61.587 + 0.008(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.8)$$

โดยสรุป Conductivity ในแบบจำลองที่ 2 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุเนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.2.3 การวิเคราะห์ Phosphate

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ Phosphate ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ (Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.25 ซึ่งมีทั้งหมด 2 ค่า(2.90%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.25 ค่า Adjusted R^2 = 36.2% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ Phosphate คิดเป็น 36.2% ที่เหลืออีก 63.8% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.26 ค่า Durbin-Watson = 2.198 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.26 ค่า Tolerance ของ CPI ของสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.26 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 1.240 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 2.980 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.26 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.9

$$\text{Phosphate} = 0.288 + 6.524\text{x}10^{-10}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \qquad (5.9)$$

โดยสรุป Phosphate ในแบบจำลองที่ 2 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุเนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.2.4 การวิเคราะห์ Chloride

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ Chloride พบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.25 ค่า Adjusted R^2 = 61.9% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง ที่มีต่อ Chloride คิดเป็น 61.9% ที่เหลืออีก 38.1% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.26 ค่า Durbin-Watson = 1.530 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.26 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.26 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 0.349 มีค่าเป็นบวก(มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟเบ้ขวาเล็กน้อย และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 5.092 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.26 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.10

$$\text{Chloride} = 1.041 + 4.06\text{x}10^{-4}(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.10)$$

โดยสรุป Chloride ในแบบจำลองที่ 2 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.3 แบบจำลองที่ 3 ประกอบไปด้วยตัวแปรอิสระ 5 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว ดังในสมการที่ 5.11

$$Y = a_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 \qquad (5.11)$$

Y คือ ตัวแปรในการตรวจวัดคุณภาพน้ำครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 (ฤดูแล้ง) เช่น TDS, Conductivity, Phosphate และ Chloride

a_0 คือ ค่า Constant

b_1 ถึง b_5 คือ ค่า Coefficient ของค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร เหมือนสมการที่ 5.1

x_1 ถึง x_5 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร เหมือนสมการที่ 5.1

ตารางที่ 5.27 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 3

Water quality	Ad.R^2	ตำแหน่งที่ถูกตัดออกเนื่องจากมีค่าคลาดเคลื่อนมากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ 2 เท่า
TDS	77.1%	D2 ครั้งที่ 3, B5 ครั้งที่ 5, D1 ครั้งที่ 5
Conductivity	76.5%	D2 ครั้งที่ 3, B5 ครั้งที่ 5, D1 ครั้งที่ 5
Phosphate	22.5%	B1 ครั้งที่ 3, B3 ครั้งที่ 3, B5 ครั้งที่ 3
Chloride	25.4%	-

ตารางที่ 5.28 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 3

Water quality	Durbin-Watson	Torerance			Skewness	Kurtosis	ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน
		CPI ของนาปรัง	CPI ของชุมชน	CPI ของสัตว์ปีก			
TDS	2.100	1	-	-	1.277	1.842	คงที่
Conductivity	2.392	1	-	-	1.096	0.865	คงที่
Phosphate	1.722	-	-	1	2.015	5.882	คงที่
Chloride	1.950	1	-	-	2.288	11.493	คงที่

5.2.3.1 การวิเคราะห์ TDS

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ TDS ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ (Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.27 ซึ่งมีทั้งหมด 3 ค่า(6.52%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.27 ค่า Adjusted R^2 = 77.1% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง ที่มีต่อ TDS คิดเป็น 77.1% ที่เหลืออีก 22.9% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.28 ค่า Durbin-Watson = 2.100 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.28 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.28 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 1.277 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 1.842 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.28 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.11

$$TDS = 53.018 + 0.011(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.11)$$

โดยสรุป TDS ในแบบจำลองที่ 3 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.3.2 การวิเคราะห์ Conductivity

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ Conductivity ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ(Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.27 ซึ่งมีทั้งหมด 3 ค่า(6.52%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.27 ค่า Adjusted R^2 = 76.5% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง ที่มีต่อ TDS คิดเป็น 76.5% ที่เหลืออีก 23.5% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.28 ค่า Durbin-Watson = 2.392 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.28 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.28 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 1.096(มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟสมมาตรไม่มีความเบ้ และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 0.865 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟมีความโด่งสมมาตร สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.28 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.12

$$\text{Conductivity} = 80.692 + 0.017(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.12)$$

โดยสรุป Conductivity ในแบบจำลองที่ 3 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุเนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.3.3 การวิเคราะห์ Phosphate

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ Phosphate ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ(Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.27 ซึ่งมีทั้งหมด 3 ค่า(6.52%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.27 ค่า Adjusted R^2 = 22.5% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ Phosphate คิดเป็น 22.5% ที่เหลืออีก 77.5% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.28 ค่า Durbin-Watson = 1.722 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.28 ค่า Tolerance ของ CPI ของสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.28 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 2.012 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 5.882 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.28 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.13

$$\text{Phosphate} = 0.714 + 1.285\text{x}10^{-9}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \qquad (5.13)$$

โดยสรุป Phosphate ในแบบจำลองที่ 3 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุเนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.3.4 การวิเคราะห์ Chloride

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ Chloride พบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.27 ค่า Adjusted R^2 = 25.4% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง ที่มีต่อ Chloride คิดเป็น 25.4% ที่เหลืออีก 74.6% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.28 ค่า Durbin-Watson = 1.950 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.28 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.28 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 2.288 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 11.493 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.28 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.14

$$\text{Chloride} = 3.999 + 0.001(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.14)$$

โดยสรุป Chloride ในแบบจำลองที่ 3 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.4 แบบจำลองที่ 4 ประกอบไปด้วยตัวแปรอิสระ 5 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว ดังในสมการที่ 5.15

$$\log(Y) = a_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 \quad (5.15)$$

Y คือ ตัวแปรในการตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้ง 5 ครั้ง เช่น TDS, Conductivity, Phosphate และ Chloride

a_0 คือ ค่า Constant

b_1 ถึง b_5 คือ ค่า Coefficient ของค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร เหมือนสมการที่ 5.1

x_1 ถึง x_5 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร(CPI) เหมือนสมการที่ 5.1

ตารางที่ 5.29 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 4

Water quality	Ad.R^2	ตำแหน่งที่ถูกตัดออกเนื่องจากมีค่าคลาดเคลื่อนมากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ 2 เท่า
TDS	61.9%	A1 ครั้งที่ 1, C3 ครั้งที่ 4, B5 ครั้งที่ 5
Conductivity	59.1%	A1 ครั้งที่ 1, C1 ครั้งที่ 3, C3 ครั้งที่ 4, B5 ครั้งที่ 5
Phosphate	-	-
Chloride	57.8%	B1 ครั้งที่ 2, A4 ครั้งที่ 3, C1 ครั้งที่ 3, C2 ครั้งที่ 3, D2 ครั้งที่ 3

ตารางที่ 5.30 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 4

Water quality	Durbin-Watson	Torerance			Skewness	Kurtosis	ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน
		CPI ของนาปรัง	CPI ของชุมชน	CPI ของสัตว์ปีก			
TDS	1.511	0.986	-	0.986	0.659	0.521	คงที่
Conductivity	1.562	0.985	-	0.985	0.717	0.163	คงที่
Phosphate	-	-	-	-	-	-	-
Chloride	1.552	0.984	0.989	0.986	0.271	1.070	คงที่

5.2.4.1 การวิเคราะห์ log(TDS)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ log(TDS) ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ(Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.29 ซึ่งมีทั้งหมด 3 ค่า(2.61%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของนาปรัง และ CPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.29 ค่า Adjusted R^2 = 61.9% หมายถึง อิทธิพลของ CPI ของนาปรัง และ CPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ log(TDS) คิดเป็น 61.9% ที่เหลืออีก 38.1% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.30 ค่า Durbin-Watson = 1.511 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.30 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 0.986 และ CPI ของสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 0.986 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 5.30 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 0.659 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟสมมาตรไม่มีความเบ้ และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 0.521 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟมีความโด่งสมมาตร สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 5.30 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.15

$$\text{Log(TDS)} = 1.616 + 2.897\text{x}10^{-5}(\text{CPI ของนาปรัง}) + 1.870\text{x}10^{-10}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \quad (5.15)$$

โดยสรุป log(TDS) ในแบบจำลองที่ 4 ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ จึงถือว่าสมการที่ได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.4.2 การวิเคราะห์ log(Conductivity)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ log(Conductivity) ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ(Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.29 ซึ่งมีทั้งหมด 4 ค่า(3.48%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของนาปรัง และ CPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.29 ค่า Adjusted R^2 = 59.1% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง และ CPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ log(Conductivity) คิดเป็น 59.1% ที่เหลืออีก 40.9% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.30 ค่า Durbin-Watson = 1.562 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.30 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 0.985 และค่า Tolerance ของ CPI ของสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 0.985 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 5.30 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 0.717 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟสมมาตรไม่มีความเบ้ และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 0.163 (มีค่าใกล้เคียง0) แสดงว่ากราฟมีความโด่งสมมาตร สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 5.30 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.16

$$\log(\text{Conductivity}) = 1.813 + 2.781\times10^{-5}(\text{CPI ของนาปรัง}) + 1.636\times10^{-10}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \quad (5.16)$$

โดยสรุป log(Conductivity) ในแบบจำลองที่ 4 ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ จึงถือว่าสมการที่ได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.4.3 การวิเคราะห์ log(Phosphate)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ log(Phosphate) พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ดังแสดงในตารางที่ 5.30 เนื่องจากไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่มีความสัมพันธ์ต่อตัวแปรตาม

5.2.4.4 การวิเคราะห์ log(Chloride)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ log(Chloride) ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ(Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.29 ซึ่งมีทั้งหมด 5 ค่า(4.35%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของนาปรัง CPI ของชุมชน และ CPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.29 ค่า Adjusted R^2 = 57.8% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง CPI ของชุมชน และ CPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ log(Chloride) คิดเป็น 57.8% ที่เหลืออีก 42.2% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.30 ค่า Durbin-Watson = 1.552 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.30 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 0.984 ค่า Tolerance ของ CPI ของชุมชน มีค่าเท่ากับ 0.989 และค่า Tolerance ของ CPI ของสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 0.986ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 5.30 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 0.271 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟสมมาตรไม่มีความเบ้ และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 1.070 (มีค่าใกล้เคียง0) แสดงว่ากราฟมีความโด่งค่อนข้างสมมาตร สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 5.30 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.17

$$\log(\text{Chloride}) = 0.261 + 2.623\times10^{-5}(\text{CPI ของนาปรัง}) + 5.392\times10^{-6}(\text{CPI ของชุมชน}) + 4.117\times10^{-10}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \quad (5.17)$$

โดยสรุป log(Chloride) ในแบบจำลองที่ 4 ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ จึงถือว่าสมการที่ได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.5 แบบจำลองที่ 5 ประกอบไปด้วยตัวแปร 5 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว ดังในสมการที่ 5.19

$$\log(Y) = a_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 \qquad (5.18)$$

Y คือ ตัวแปรในการตรวจวัดคุณภาพน้ำครั้งที่ 1, ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 4 (ฤดูฝน) เช่น TDS, Conductivity, Phosphate และ Chloride

a_0 คือ ค่า Constant

b_1 ถึง b_5 คือ ค่า Coefficient ของค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร เหมือนสมการที่ 5.1

x_1 ถึง x_5 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร(CPI) เหมือนสมการที่ 5.1

ตารางที่ 5.31 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 5

Water quality	Ad.R^2	ตำแหน่งที่ถูกตัดออกเนื่องจากมีค่าคลาดเคลื่อนมากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ 2 เท่า
TDS	79.1%	A1 ครั้งที่ 1, A7 ครั้งที่ 3, C3 ครั้งที่ 3
Conductivity	47.2%	-
Phosphate	-	-
Chloride	60.0%	-

ตารางที่ 5.32 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 5

Water quality	Durbin-Watson	Torerance			Skewness	Kurtosis	ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน
		CPI ของนาปรัง	CPI ของชุมชน	CPI ของสัตว์ปีก			
TDS	1.600	0.984	-	0.984	0.277	-0.174	คงที่
Conductivity	1.681	1	-	-	1.753	4.929	คงที่
Phosphate	-	-	-	-	-	-	-
Chloride	1.413	0.987	-	0.987	0.259	0.487	คงที่

5.2.5.1 การวิเคราะห์ log(TDS)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ log(TDS) ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ (Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.31 ซึ่งมีทั้งหมด 3 ค่า(4.35%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของนาปรัง และ CPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.31 ค่า Adjusted R^2 = 79.1% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง และ CPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ log(TDS) คิดเป็น 79.1% ที่เหลืออีก 20.9% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.32 ค่า Durbin-Watson = 1.600 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.32 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 0.984 และ CPI ของสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 0.984 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 5.32 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 0.277 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟสมมาตรไม่มีความเบ้ และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ -0.174 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟมีความโด่งสมมาตร สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 5.32 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.19

$$\log(TDS) = 1.551 + 2.917\times10^{-5}(\text{CPI ของนาปรัง}) + 2.238\times10^{-10}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \qquad (5.19)$$

โดยสรุป log(TDS) ในแบบจำลองที่ 5 ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ จึงถือว่าสมการที่ได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.5.2 การวิเคราะห์ log(Conductivity)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ log(Conductivity) พบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.31 ค่า Adjusted R^2 = 47.2% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง ที่มีต่อ log(Conductivity) คิดเป็น 47.2% ที่เหลืออีก 52.8% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.32 ค่า Durbin-Watson = 1.681 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.32 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.32 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 1.753 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 4.929 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.32 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.20

$$\log(\text{Conductivity}) = 1.822 + 2.482\text{x}10^{-5}(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.20)$$

โดยสรุป log(Conductivity) ในแบบจำลองที่ 5 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุเนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.5.3 การวิเคราะห์ log(Phosphate)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ log(Phosphate) พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ดังแสดงในตารางที่ 5.32 เนื่องจากไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่มีความสัมพันธ์ต่อตัวแปรตาม

5.2.5.4 การวิเคราะห์ log(Chloride)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ log(Chloride) พบว่า CPI ของนาปรัง และ CPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.31 ค่า Adjusted R^2 = 60.0% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง และ CPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ log(Chloride) คิดเป็น 60 0% ที่เหลืออีก 40.0% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.32 ค่า Durbin-Watson = 1.413 ไม่อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นไม่เป็นจริง

จากตารางที่ 5.32 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 0.987 และค่า Tolerance ของ CPI ของสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 0.987 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 5.32 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 0.259 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟสมมาตรไม่มีความเบ้ และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 0.487 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟมีความโด่งสมมาตร สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 5.32 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.21

$$\log(\text{Chloride}) = 0.260 + 2.638\times10^{-5}(\text{CPI ของนาปรัง}) + 1.774\times10^{-10}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \qquad (5.21)$$

โดยสรุป log(Chloride) ในแบบจำลองที่ 5 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุเนื่องจากค่า e_i และ e_j ไม่เป็นอิสระกัน จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.6 แบบจำลองที่ 6 ประกอบไปด้วยตัวแปร 5 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว ดังในสมการที่ 5.19

$$\log(Y) = a_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 \quad (5.22)$$

Y คือ ตัวแปรในการตรวจวัดคุณภาพน้ำครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 (ฤดูแล้ง) เช่น TDS, Conductivity, Phosphate และ Chloride

a_0 คือ ค่า Constant

b_1 ถึง b_5 คือ ค่า Coefficient ของค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร เหมือนสมการที่ 5.1

x_1 ถึง x_5 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร เหมือนสมการที่ 5.1

ตารางที่ 5.33 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 6

Water quality	Ad.R^2	ตำแหน่งที่ถูกตัดออกเนื่องจากมีค่าคลาดเคลื่อนมากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ 2 เท่า
TDS	45.6%	-
Conductivity	53.7%	C1 ครั้งที่ 1, B5 ครั้งที่ 2
Phosphate	-	-
Chloride	49.0%	C1 ครั้งที่ 1, D1 ครั้งที่ 2

ตารางที่ 5.34 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 6

Water quality	Durbin-Watson	Torerance			Skewness	Kurtosis	ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน
		CPI ของนาปรัง	CPI ของชุมชน	CPI ของสัตว์ปีก			
TDS	1.792	1	-	-	0.492	0.885	คงที่
Conductivity	1.998	1	-	-	0.239	-0.530	คงที่
Phosphate	-	-	-	-	-	-	-
Chloride	2.296	0.982	0.987	0.985	1.007	0.255	คงที่

5.2.6.1 การวิเคราะห์ log(TDS)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ log(TDS) พบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.33 ค่า Adjusted R^2 = 45.6% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง ที่มีต่อ log(TDS) คิดเป็น 45.6% ที่เหลืออีก 54.4% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.34 ค่า Durbin-Watson = 1.792 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.34 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.34 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 0.492(มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟสมมาตรไม่มีความเบ้ และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 0.885(มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟมีความโด่งสมมาตร สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 5.34 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.23

$$\log(TDS) = 1.736 + 2.884\times10^{-5}(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.23)$$

โดยสรุป log(TDS) ในแบบจำลองที่ 6 ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ จึงถือว่าสมการที่ได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.6.2 การวิเคราะห์ log(Conductivity)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ log(Conductivity) ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ(Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.33 ซึ่งมีทั้งหมด 2 ค่า(4.35%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.33 ค่า Adjusted R^2 = 53.7% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง ที่มีต่อ log(Conductivity) คิดเป็น 53.7% ที่เหลืออีก 46.3% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.34 ค่า Durbin-Watson = 1.998 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.34 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.34 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 0.239 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟสมมาตรไม่มีความเบ้ และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ -0.530 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟมีความโด่งสมมาตร สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 5.34 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.24

$$\log(\text{Conductivity}) = 1.911 + 2.845\text{x}10^{-5}(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.24)$$

โดยสรุป log(Conductivity) ในแบบจำลองที่ 6 ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ จึงถือว่าสมการที่ได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.6.3 การวิเคราะห์ log(Phosphate)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ log(Phosphate) พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ดังแสดงในตารางที่ 5.34 เนื่องจากไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่มีความสัมพันธ์ต่อตัวแปรตาม

5.2.6.4 การวิเคราะห์ log(Chloride)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ log(Chloride) ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ(Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ออก ดังแสดงในตารางที่ 5.33 ซึ่งมีทั้งหมด 2 ค่า(4.35%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของนาปรัง CPI ของชุมชน และ CPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.34 ค่า Adjusted R^2 = 49.0% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง CPI ของชุมชน และ CPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ log(Chloride) คิดเป็น 49.0% ที่เหลืออีก 51.0% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.34 ค่า Durbin-Watson = 2.296 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.34 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 0.982 ค่า Tolerance ของ CPI ของชุมชน มีค่าเท่ากับ 0.987 และ CPI ของสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 0.985 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 5.34 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 1.007 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟสมมาตรไม่มีความเบ้ และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 0.255 (มีค่าใกล้เคียง 0) แสดงว่ากราฟมีความโด่งสมมาตร สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบปกติ

จากตารางที่ 5.34 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.25

$$\begin{aligned}\log(\text{Chloride}) = {} & 0.768 + 46.503(\text{CPI ของนาปรัง}) + 13.036(\text{CPI ของชุมชน}) \\ & + 18.934(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \end{aligned} \qquad (5.25)$$

โดยสรุป log(Chloride) ในแบบจำลองที่ 6 ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ จึงถือว่าสมการที่ได้มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.7 แบบจำลองที่ 7 ประกอบไปด้วยตัวแปร 5 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว ดังในสมการที่ 5.19

$$Y \times \log(P) = a_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 \qquad (5.26)$$

Y คือ ตัวแปรในการตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้ง 5 ครั้ง เช่น TDS, Conductivity, Phosphate และ Chloride a_0 คือ ค่า Constant

P คือ ปริมาณน้ำฝนรายวันของช่วงที่มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ(มม./วัน)

b_1 ถึง b_5 คือ ค่า Coefficient ของค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร เหมือนสมการที่ 5.1

x_1 ถึง x_5 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร เหมือนสมการที่ 5.1

ตารางที่ 5.35 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 7

Water quality	Ad.R^2	ตำแหน่งที่ถูกตัดออกเนื่องจากมีค่าคลาดเคลื่อนมากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ 2 เท่า
TDS	36.7%	-
Conductivity	35.0%	-
Phosphate	8.8%	-
Chloride	54.7%	D1 ครั้งที่ 2, D2 ครั้งที่ 2, A4 ครั้งที่ 3, C1 ครั้งที่ 3, C2 ครั้งที่ 3, D2 ครั้งที่ 3, D1 ครั้งที่ 5

ตารางที่ 5.36 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 7

Water quality	Durbin-Watson	Torerance			Skewness	Kurtosis	ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน
		CPI ของนาปรัง	CPI ของชุมชน	CPI ของสัตว์ปีก			
TDS	1.644	1	-	-	2.798	12.570	คงที่
Conductivity	1.711	1	-	-	2.820	12.187	คงที่
Phosphate	1.777	-	-	1	3.298	14.055	คงที่
Chloride	1.519	0.992	-	0.992	1.496	5.304	คงที่

5.2.7.1 การวิเคราะห์ TDS x log(P)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ TDS x log(P) พบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.35 ค่า Adjusted R^2 = 36.7% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง ที่มีต่อ TDS x log(P) คิดเป็น 36.7% ที่เหลืออีก 63.3 % เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.36 ค่า Durbin-Watson = 1.644 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.36 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.36 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 2.798 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 12.570 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.36 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.27

$$\text{TDS x log(P)} = 39.025 + 0.006(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.27)$$

โดยสรุป TDS x log(P) ในแบบจำลองที่ 7 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.7.2 การวิเคราะห์ Conductivity x log(P)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ Conductivity x log(P) พบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.35 ค่า Adjusted R^2 = 35.0% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง ที่มีต่อ Conductivity x log(P) คิดเป็น 35.0% ที่เหลืออีก 65.0% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.36 ค่า Durbin-Watson = 1.711 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.36 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.36 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 2.820 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 12.187 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.36 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.28

$$\text{Conductivity x log(P)} = 59.431 + 0.009(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (5.28)$$

โดยสรุป Conductivity x log(P) ในแบบจำลองที่ 7 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.7.3 การวิเคราะห์ Phosphate x log(P)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ Phosphate x log(P) พบว่า CPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.35 ค่า Adjusted R^2 = 8.8% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ Phosphate/log(P) คิดเป็น 8.8% ที่เหลืออีก 91.2% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.36 ค่า Durbin-Watson = 1.777 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.36 ค่า Tolerance ของ CPI ของสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีตัวแปรอิสระตัวเดียวที่ถูกเลือก

จากตารางที่ 5.36 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 3.298 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 14.055 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.36 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.29

$$\text{Phosphate x log(P)} = 0.369 + 6.917\text{x}10^{-10}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \qquad (5.29)$$

โดยสรุป Phosphate x log(P) ในแบบจำลองที่ 7 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.7.4 การวิเคราะห์ Chloride x log(P)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ Chloride x log(P) พบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.35 ค่า Adjusted R^2 = 54.7% หมายถึงอิทธิพลของ CPI ของนาปรัง CPI ของชุมชน และ CPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ Chloride x log(P) คิดเป็น 54.7% ที่เหลืออีก 45.3% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.36 ค่า Durbin-Watson = 1.519 อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นเป็นจริง

จากตารางที่ 5.36 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 0.992 และ CPI ของสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 0.992 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 5.36 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 1.496 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 5.304 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.36 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.30

$$\text{Chloride x log(P)} = 0.691 + 0.001(\text{CPI ของนาปรัง}) + 2.185\text{x}10^{-9}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \qquad (5.30)$$

โดยสรุป Chloride x log(P) ในแบบจำลองที่ 7 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

5.2.8 แบบจำลองที่ 8 ประกอบไปด้วยตัวแปร 5 ตัว และตัวแปรตาม 1 ตัว ดังในสมการที่ 5.19

$$Y/\log(P) = a_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 \qquad (5.31)$$

Y คือ ตัวแปรในการตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้ง 5 ครั้ง เช่น TDS, Conductivity, Phosphate และ Chloride

a_0 คือ ค่า Constant

P คือ ปริมาณน้ำฝนรายวันของช่วงที่มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ(มม./วัน)

b_1 ถึง b_5 คือ ค่า Coefficient ของค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร เหมือนสมการที่ 5.1

x_1 ถึง x_5 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร เหมือนสมการที่ 5.1

ตารางที่ 5.37 ค่า Adjusted R^2 และตำแหน่งที่ถูกตัดออก ในแบบจำลองที่ 8

Water quality	Ad.R^2	ตำแหน่งที่ถูกตัดออกเนื่องจากมีค่าคลาดเคลื่อนมากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานอยู่ 2 เท่า
TDS	-	-
Conductivity	-	-
Phosphate	-	- -
Chloride	9.4%	D3 ครั้งที่ 5, D4 ครั้งที่ 5

ตารางที่ 5.38 ค่าต่างๆ ของเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ในแบบจำลองที่ 8

Water quality	Durbin-Watson	Torerance			Skewness	Kurtosis	ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน
		CPI ของนาปรัง	CPI ของชุมชน	CPI ของสัตว์ปีก			
TDS	-	-	-	-	-	-	-
Conductivity	-	-	-	-	-	-	-
Phosphate	-	-	-	-	-	-	-
Chloride	1.398	0.987	-	0.987	6.619	53.588	คงที่

5.2.8.1 การวิเคราะห์ TDS / log(P)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ TDS / log(P) พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ดังแสดงในตารางที่ 5.38 เนื่องจากไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่มีความสัมพันธ์ต่อตัวแปรตาม

5.2.8.2 การวิเคราะห์ Conductivity / log(P)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ Conductivity / log(P) พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ดังแสดงในตารางที่ 5.38 เนื่องจากไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่มีความสัมพันธ์ต่อตัวแปรตาม

5.2.8.3 การวิเคราะห์ Phosphate / log(P)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ Phosphate / log(P) พบว่าไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ดังแสดงในตารางที่ 5.38 เนื่องจากไม่มีตัวแปรอิสระตัวใดที่มีความสัมพันธ์ต่อตัวแปรตาม

5.2.8.4 การวิเคราะห์ Chloride/log(P)

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุของ Chloride/log(P) ในขั้นต้นพบว่าไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ และค่าเปอร์เซนต์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระ(Adjusted R^2) มีค่าค่อนข้างต่ำจึงต้องทำการตัดข้อมูลที่มีค่าคลาดเคลื่อน(Residual) ที่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(Standard Residual) อยู่ 2 เท่า ทิ้ง ดังแสดงในตารางที่ 5.37 ซึ่งมีทั้งหมด 2 ค่า(1.74%ของข้อมูลทั้งหมด) แล้วทำการวิเคราะห์ใหม่

จากการวิเคราะห์ใหม่พบว่า CPI ของนาปรัง และCPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกจากการเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise ตารางที่ 5.37 ค่า Adjusted R^2 = 9.4% หมายถึง

อิทธิพลของ CPI ของนาปรัง และCPI ของสัตว์ปีก ที่มีต่อ Chloride /log(P) คิดเป็น 9.4% ที่เหลืออีก 90.6% เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอื่น

ค่า Durbin-Watson เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระกันหรือไม่ จากตารางที่ 5.38 ค่า Durbin-Watson = 1.398 ไม่อยู่ในช่วง 1.5-2.5(หรือมีค่าเข้าใกล้ 2) จึงสรุปได้ว่าเงื่อนไขที่ว่า e_i และ e_j เป็นอิสระต่อกัน นั้นไม่เป็นจริง

จากตารางที่ 5.38 ค่า Tolerance ของ CPI ของนาปรัง มีค่าเท่ากับ 0.987 และค่า Tolerance ของ CPI ของสัตว์ปีก มีค่าเท่ากับ 0.987 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 1 หมายความว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน

จากตารางที่ 5.38 ค่าความเบ้ (Skewness) มีค่าเท่ากับ 6.619 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟเบ้ขวา และค่าความโด่ง(Kurtosis) มีค่าเท่ากับ 53.588 มีค่าเป็นบวก แสดงว่ากราฟมีความโด่งน้อย สรุปได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจงแจงแบบไม่ปกติ

จากตารางที่ 5.38 ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนมีความคงที่ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อน (Residual) ส่วนมากกระจายตัวอยู่รอบๆ ค่าศูนย์และมีการกระจายตัวแบบไม่มีรูปแบบ ไม่ว่าค่าพยากรณ์(Predicted Value)จะเปลี่ยนไปอย่างไรค่าคลาดเคลื่อนจะมีค่าคงที่ และสมการที่ได้ดังสมการที่ 5.35

$$\text{Chloride/log(P)} = 2.391 + 0.001(\text{CPI ของนาปรัง}) + 3.628\times10^{-8}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \qquad (5.35)$$

โดยสรุป Chloride / log(P) ในแบบจำลองที่ 8 ไม่ผ่านเงื่อนไขของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงถือว่าสมการที่ได้ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และไม่สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ได้

บทที่ 6
การทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์คุณภาพน้ำ

6.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการประยุกต์ใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำในการพยากรณ์คุณภาพน้ำในปี พ.ศ.2551 จากสมการความถดถอยเชิงพหุซึ่งใช้ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในปี พ.ศ.2548 ถึง พ.ศ.2550 (การตรวจวัดครั้งที่ 1-5) ในการสร้างสมการ และทำการเปรียบเทียบผลที่ได้ของแต่ละแบบจำลองว่าแบบจำลองใดที่ผ่านเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ แล้วนำสมการที่ผ่านเงื่อนไขมาทำการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลดัชนีศักยภาพ(CPI) ของปี 2551 แล้วนำค่าพยากรณ์ที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการตรวจวัดของปีพ.ศ.2551 (การตรวจวัดครั้งที่ 6)

6.2 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ TDS

ตารางที่ 6.1 ตารางเปรียบเทียบเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ของ TDS ในแต่ละแบบจำลอง

TDS	Ad.R^2	เงื่อนไขที่ 1	เงื่อนไขที่ 2			เงื่อนไขที่ 3		เงื่อนไขที่ 4
		Durbin-Watson	Tolerance			Skewness	Kurtosis	ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน
			CPI ของนาปรัง	CPI ของชุมชน	CPI ของสัตว์ปีก			
แบบจำลองที่ 1	73.8%	2.121	1	-	-	1.127	5.164	คงที่
แบบจำลองที่ 2	78.3%	1.836	0.994	-	0.994	1.992	8.123	คงที่
แบบจำลองที่ 3	77.1%	2.100	1	-	-	1.277	1.842	คงที่
แบบจำลองที่ 4	61.9%	1.511	0.986	-	0.986	0.659	0.521	คงที่
แบบจำลองที่ 5	79.1%	1.600	0.984	-	0.984	0.277	-0.174	คงที่
แบบจำลองที่ 6	45.6%	1.792	1	-	-	0.492	0.885	คงที่
แบบจำลองที่ 7	36.7%	1.644	1	-	-	2.798	12.570	คงที่
แบบจำลองที่ 8	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ เงื่อนไขที่ 1 ตรวจสอบความเป็นอิสระของค่าคลาดเคลื่อน

เงื่อนไขที่ 2 ตรวจสอบความเป็นอิสระของ X_i และ X_j

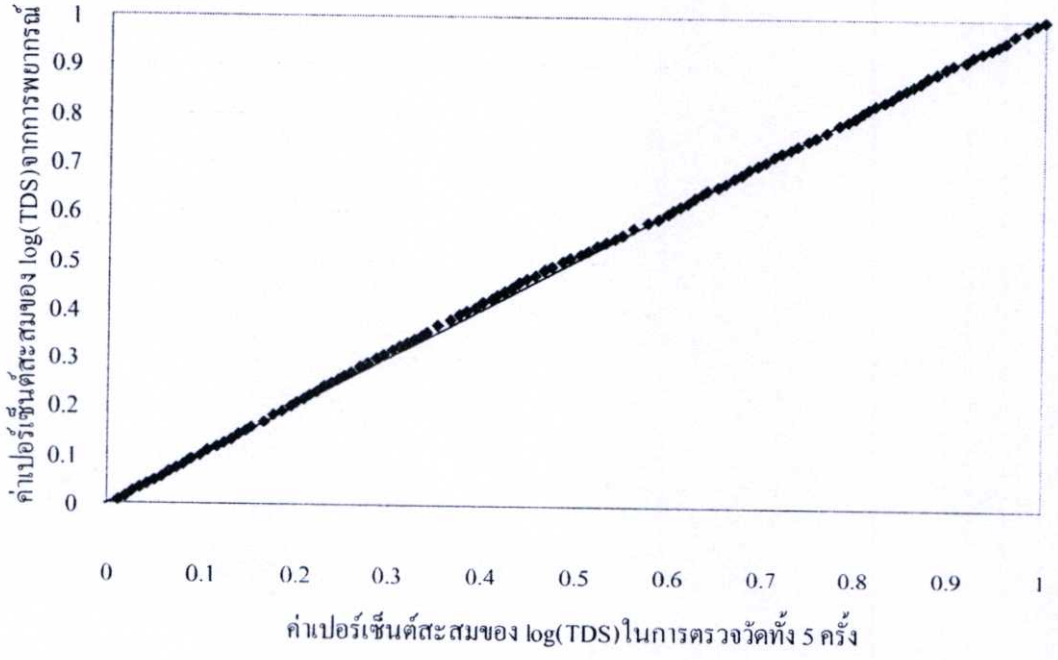
เงื่อนไขที่ 3 ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

เงื่อนไขที่ 4 ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนว่ามีความแปรปรวนคงที่หรือไม่

จากตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าแบบจำลองที่ผ่านเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ คือ แบบจำลองที่ 4 แบบจำลองที่ 5 และแบบจำลองที่ 6

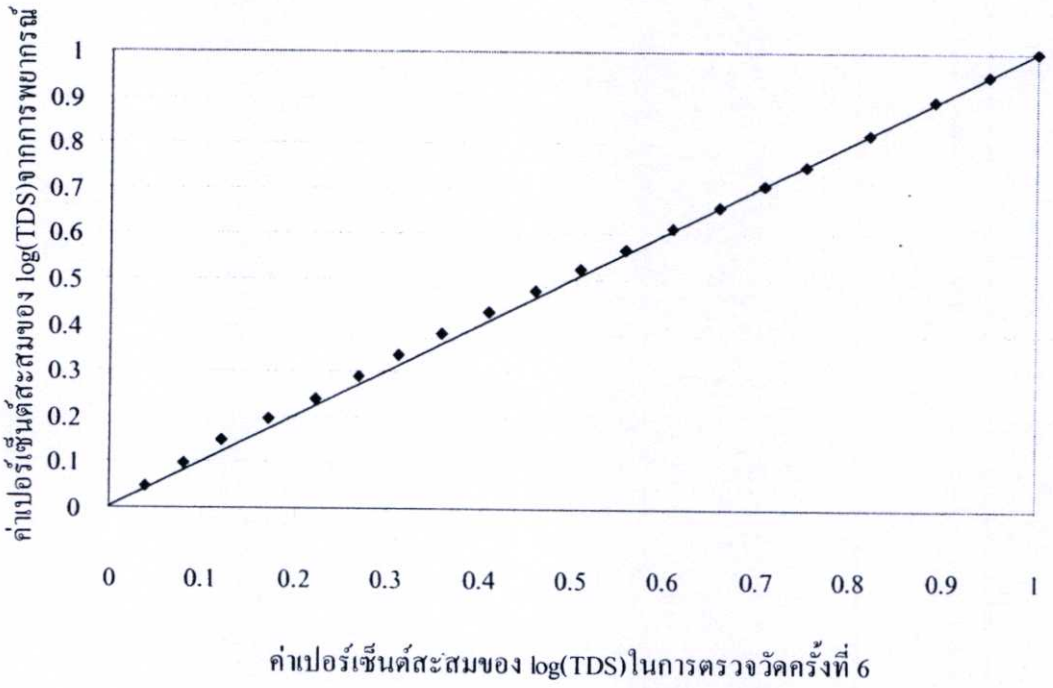
6.2.1 เปรียบเทียบ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4 กับ log(TDS) ในการตรวจวัด

จากตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าแบบจำลองที่ 4 ของ TDS นั้นผ่านเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ และ พบว่า log(TDS) มีความสัมพันธ์กับ CPI ของนาปรัง และCPI ของสัตว์ปีก อยู่ 61.9 % ซึ่งถือว่ามาก จึงนำค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) จากสมการในแบบจำลองที่ 4 (สมการที่ 5.15) มาทำการพยากรณ์มาเทียบ กับ ค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) ในการตรวจวัดทั้ง 5 ครั้ง จะได้ดังรูปที่ 6.1



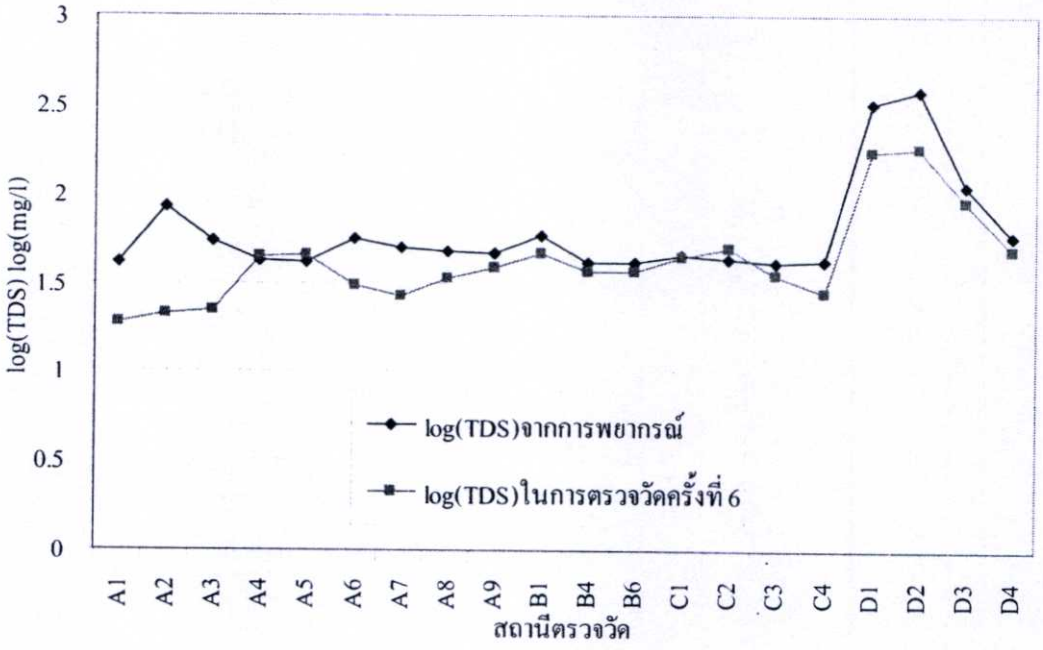
รูปที่ 6.1 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) จากการตรวจวัดทั้ง 5 ครั้ง กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4

จากรูปที่ 6.1 จะพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) ส่วนใหญ่จะอยู่รอบ ๆ เส้นตรง (เหนือหรือใต้เส้นตรง) ค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้จากการจากการพยากรณ์มากกว่าค่าในการตรวจวัด ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่าค่าในการตรวจวัดน้อยกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งจากรูปสามารถบอกได้ว่าค่าที่ได้ในการตรวจวัดทั้ง 5 ครั้ง กับค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่ 9.279%



รูปที่ 6.2 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) จากการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(TDS)จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4

จากรูปที่ 6.2 เป็นการนำค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) ที่ได้จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4 จะพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) ส่วนใหญ่จะอยู่รอบ ๆ เส้นตรง(เหนือหรือใต้เส้นตรง) ค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้จากการจากการพยากรณ์มากกว่าค่าในการตรวจวัด ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่าค่าในการตรวจวัดน้อยกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งจากรูปสามารถบอกได้ว่าค่าที่ได้ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 และค่าที่ได้การพยากรณ์มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่ 11.265%

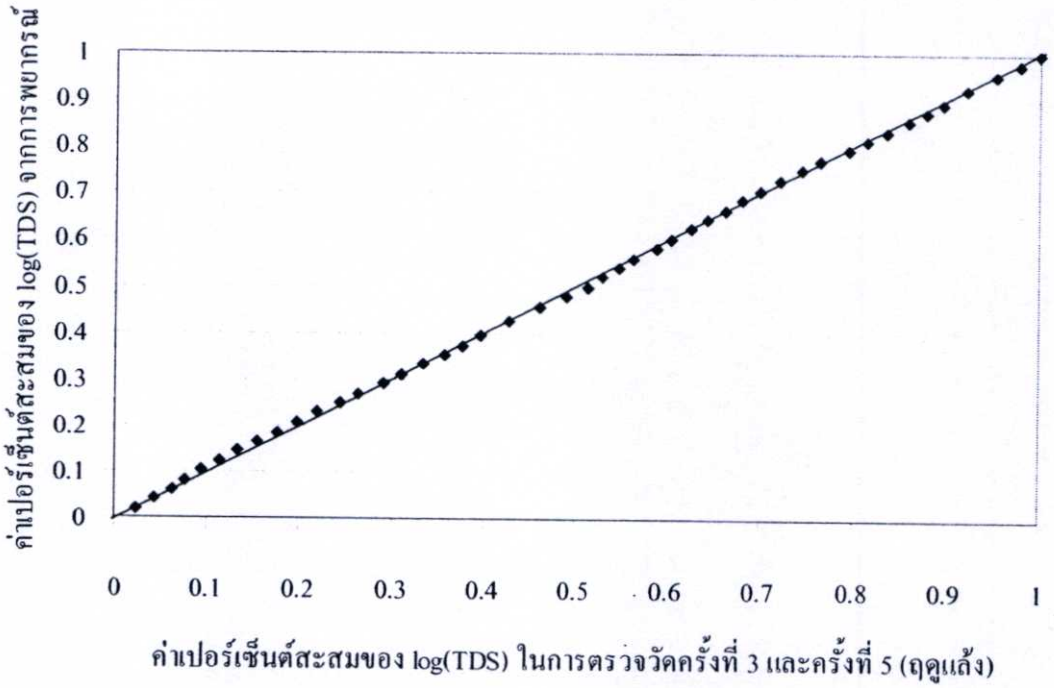


รูปที่ 6.3 กราฟเปรียบเทียบ log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4

จากรูปที่ 6.3 จะพบว่า log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 และ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4 มีค่าสูงสุดอยู่ที่ สถานี D1(ตำบลบางสมบูรณ์) และ D2(ตำบลพระอาจารย์) ซึ่งเป็นจุดที่มีการทำนาปรังมากที่สุด และมีการเลี้ยงสัตว์ปีก log(TDS)ต่ำสุดอยู่ที่ A1(ตำบลสาลิกา) ซึ่งเป็นจุดที่มีการทำนาปรังค่อนข้างน้อย และมีการเลี้ยงสัตว์ปีกค่อนข้างน้อย

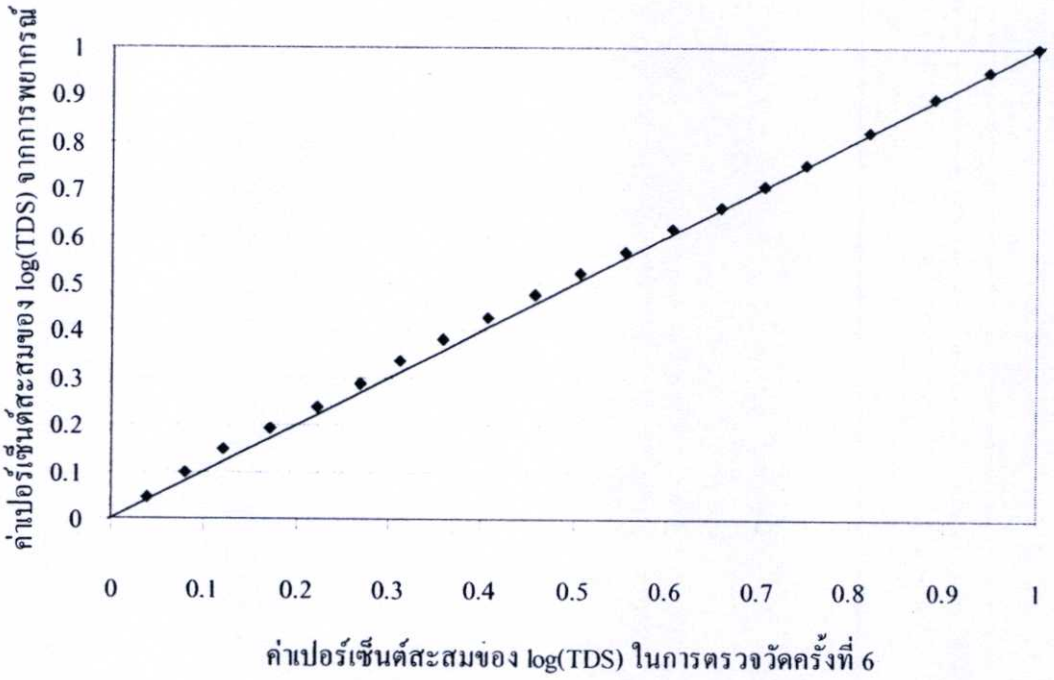
6.2.2 เปรียบเทียบ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6 กับ log(TDS) ในการตรวจวัด

จากตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าแบบจำลองที่ 6 ของ TDS นั้นผ่านเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ และพบว่า log(TDS) มีความสัมพันธ์กับ CPI ของนาปรัง อยู่ 45.6 % จึงนำค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) จากสมการในแบบจำลองที่ 6 (สมการที่ 5.23) มาทำการพยากรณ์เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 (ฤดูแล้ง) จะได้ดังรูปที่ 6.4



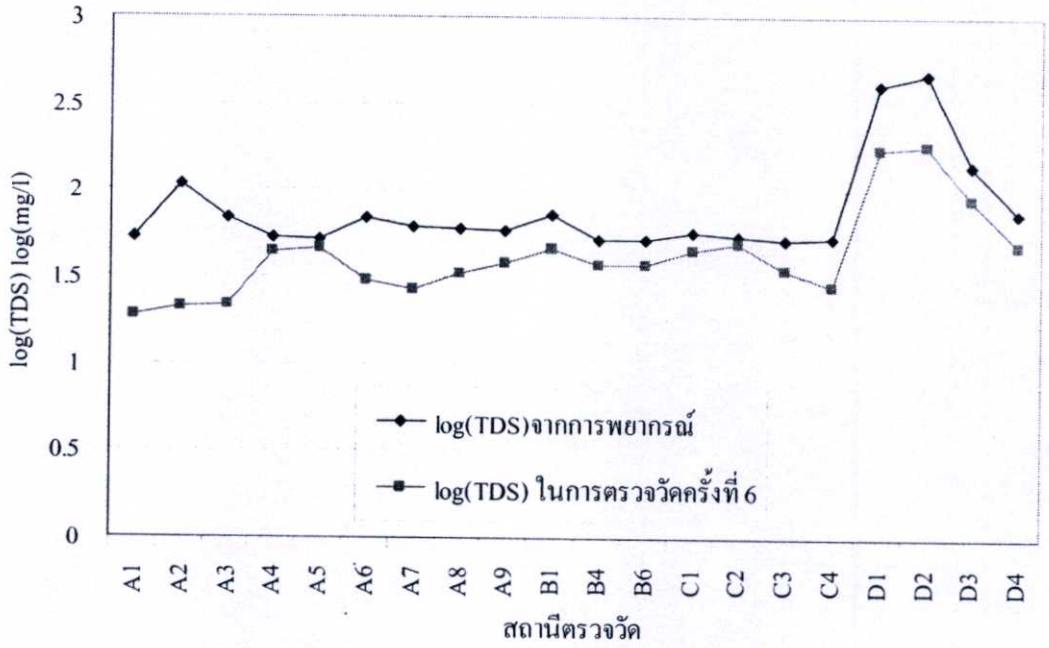
รูปที่ 6.4 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 (ฤดูแล้ง) กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6

จากรูปที่ 6.4 จะพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) ส่วนใหญ่จะอยู่รอบ ๆ เส้นตรง (เหนือหรือใต้เส้นตรง) ค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้จากการจากการพยากรณ์มากกว่าค่าในการตรวจวัด ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่าค่าในการตรวจวัดน้อยกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งจากรูปสามารถบอกได้ว่าค่าในการตรวจวัดครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 กับค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนจากกันอยู่ 11.309%



รูปที่ 6.5 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(TDS)จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6

จากรูปที่ 6.5 เป็นการนำค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 เทียบกับ log(TDS) ที่ได้จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6 จะพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) ส่วนใหญ่จะอยู่รอบ ๆ เส้นตรง(เหนือหรือใต้เส้นตรง) ค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้จากการจากการพยากรณ์มากกว่าค่าในการตรวจวัด ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่าค่าในการตรวจวัดน้อยกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งจากรูปสามารถบอกได้ว่าค่าที่ได้ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่ 16.837%



รูปที่ 6.6 กราฟเปรียบเทียบ log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6

จากรูปที่ 6.6 จะพบว่า log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 และ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6 มีค่าสูงสุดอยู่ที่ สถานี D1(ตำบลบางสมบูรณ์) และ D2(ตำบลพระอาจารย์) ซึ่งเป็นจุดที่มีการทำนาปรังมากที่สุด log(TDS)ต่ำสุดอยู่ที่ A1(ตำบลสาลิกา) ซึ่งเป็นจุดที่มีการทำนาปรังค่อนข้างน้อย

6.3 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ Conductivity

ตารางที่ 6.2 ตารางเปรียบเทียบเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ของ Conductivity ในแต่ละแบบจำลอง

Conductivity	Ad.R^2	เงื่อนไขที่ 1	เงื่อนไขที่ 2			เงื่อนไขที่ 3		เงื่อนไขที่ 4
		Durbin-Watson	Tolerance			Skewness	Kurtosis	ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน
			CPI ของนาปรัง	CPI ของชุมชน	CPI ของสัตว์ปีก			
แบบจำลองที่ 1	71.0%	2.154	1	-	-	0.969	4.152	คงที่
แบบจำลองที่ 2	70.9%	1.711	1	-	-	1.438	3.187	คงที่
แบบจำลองที่ 3	76.5%	2.392	1	-	-	1.096	0.865	คงที่
แบบจำลองที่ 4	59.1%	1.562	0.985	-	0.985	0.717	0.163	คงที่
แบบจำลองที่ 5	47.2%	1.681	1	-	-	1.753	4.929	คงที่
แบบจำลองที่ 6	53.7%	1.998	1	-	-	0.239	-0.530	คงที่
แบบจำลองที่ 7	35.0%	1.711	1	-	-	2.820	12.187	คงที่
แบบจำลองที่ 8	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ เงื่อนไขที่ 1 ตรวจสอบความเป็นอิสระของค่าคลาดเคลื่อน

เงื่อนไขที่ 2 ตรวจสอบความเป็นอิสระของ X_i และ X_j

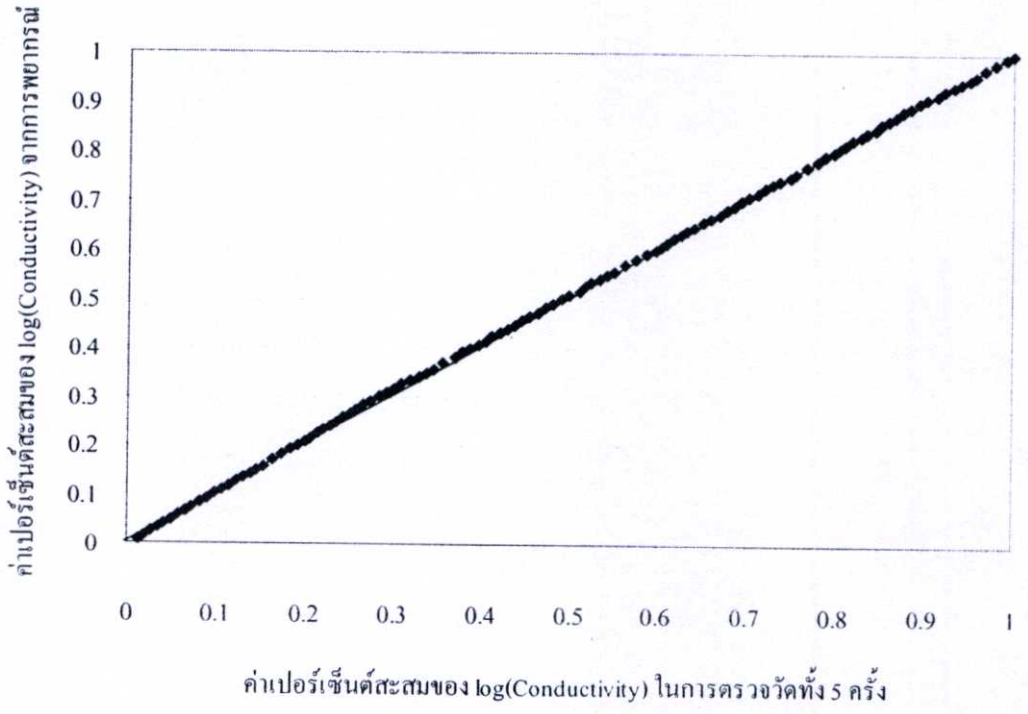
เงื่อนไขที่ 3 ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

เงื่อนไขที่ 4 ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนว่ามีความแปรปรวนคงที่หรือไม่

จากตารางที่ 6.2 จะเห็นได้ว่าแบบจำลองที่ผ่านเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ คือ แบบจำลองที่ 4 และแบบจำลองที่ 6

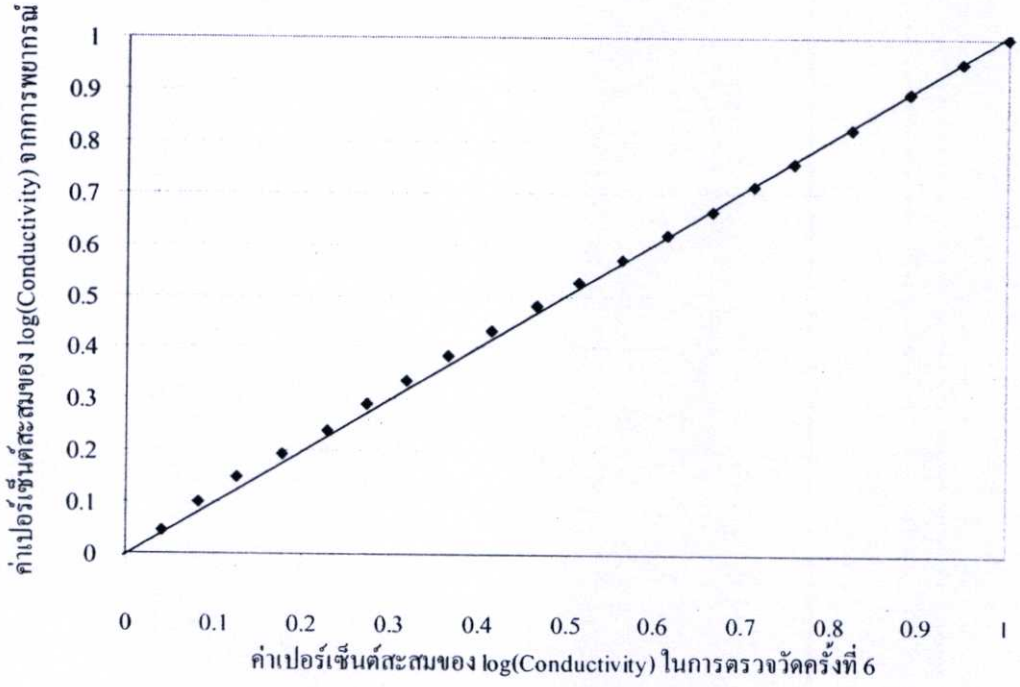
6.3.1 เปรียบเทียบ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4 กับ log(Conductivity) ในการตรวจวัด

จากตารางที่ 6.2 จะเห็นได้ว่าแบบจำลองที่ 4 ของ Conductivity นั้นผ่านเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ และพบว่า log(Conductivity) มีความสัมพันธ์กับ CPI ของนาปรังและCPI ของสัตว์ปีก อยู่ 59.1 % จึงนำค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) จากสมการในแบบจำลองที่ 4 (สมการที่ 5.16) มาทำการพยากรณ์มาเทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดทั้ง 5 ครั้ง จะได้ดังรูปที่ 6.7



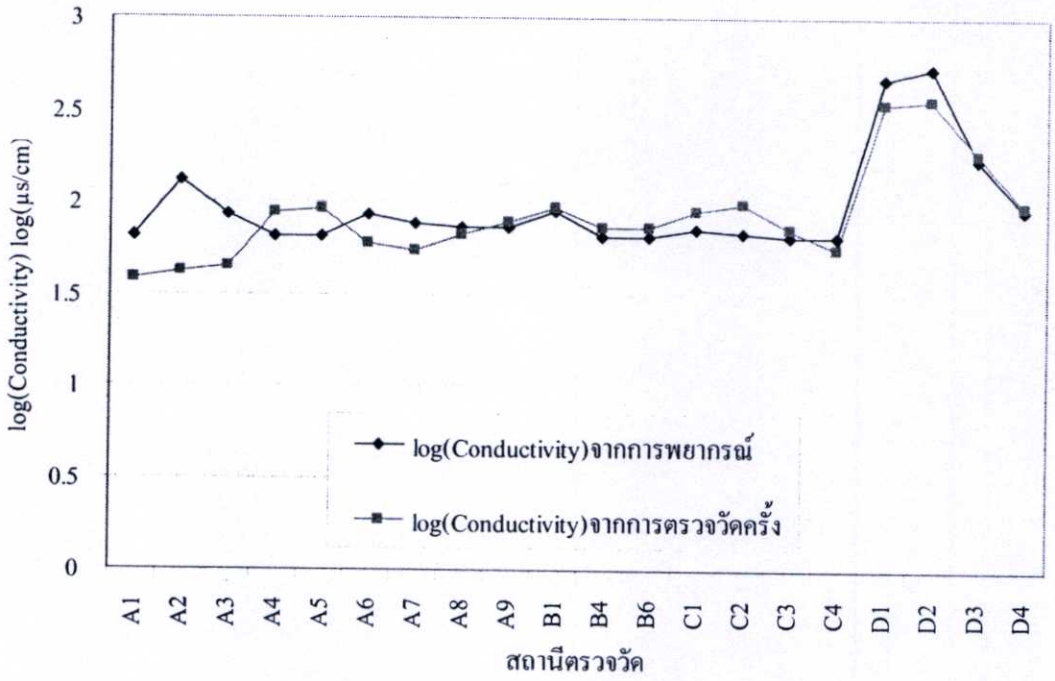
รูปที่ 6.7 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดทั้ง 5 ครั้ง กับ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4

จากรูปที่ 6.7 จะพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ส่วนใหญ่จะอยู่รอบ ๆ เส้นตรง(เหนือหรือใต้เส้นตรง) ค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้จากการจากการพยากรณ์มากกว่าค่าในการตรวจวัด ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่าค่าในการตรวจวัดน้อยกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งจากรูปสามารถบอกได้ว่าค่าในการตรวจวัดทั้ง 5 ครั้ง กับค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่ 9.072%



รูปที่ 6.8 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4

จากรูปที่ 6.8 เป็นการนำค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ที่ได้จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4 จะพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ส่วนใหญ่จะอยู่รอบ ๆ เส้นตรง(เหนือหรือใต้เส้นตรง) ค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์มากกว่าค่าในการตรวจวัด ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่าค่าในการตรวจวัดน้อยกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งจากรูปสามารถบอกได้ว่าค่าที่ได้ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่ 6.935%

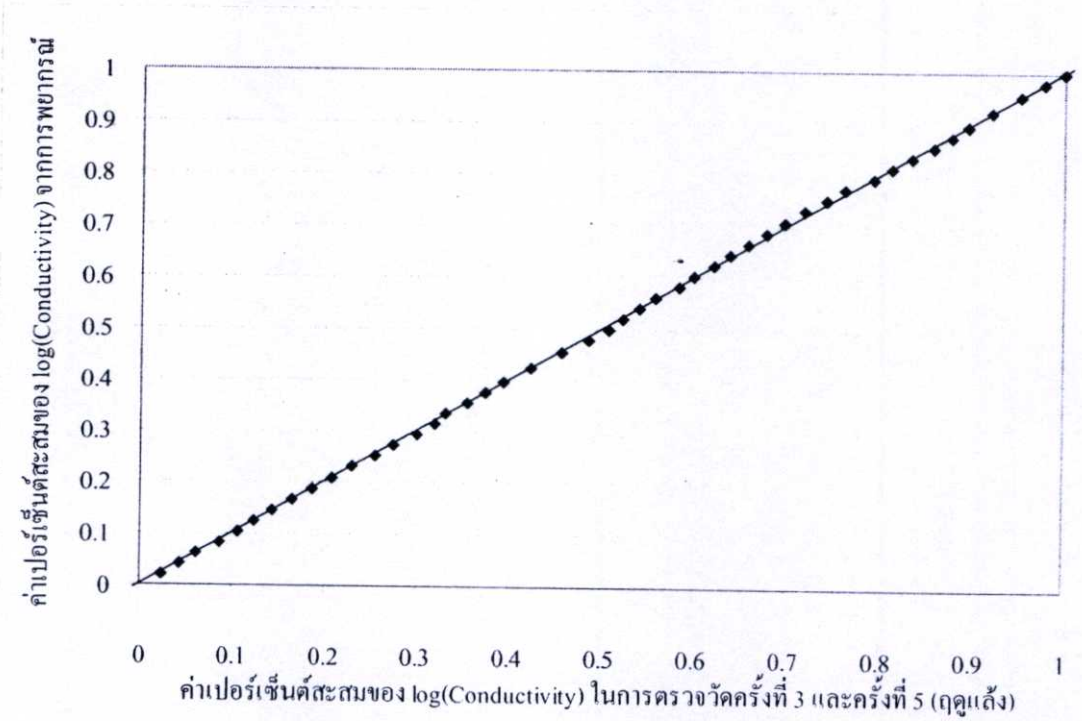


รูปที่ 6.9 กราฟเปรียบเทียบ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(Conductivity) จากพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4

จากรูปที่ 6.9 จะพบว่า log(Conductivity) จากการตรวจวัดครั้งที่ 6 และ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4 มีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี D1(ตำบลบางสมบูรณ์) และ D2(ตำบลพระอาจารย์) ซึ่งเป็นจุดที่มีการทำนาปรังมากที่สุด และมีการเลี้ยงสัตว์ปีก log(TDS)ต่ำสุดอยู่ที่ A1 (ตำบลสาลิกา) ซึ่งเป็นจุดที่มีการทำนาปรังค่อนข้างน้อย และมีการเลี้ยงสัตว์ปีกค่อนข้างน้อย

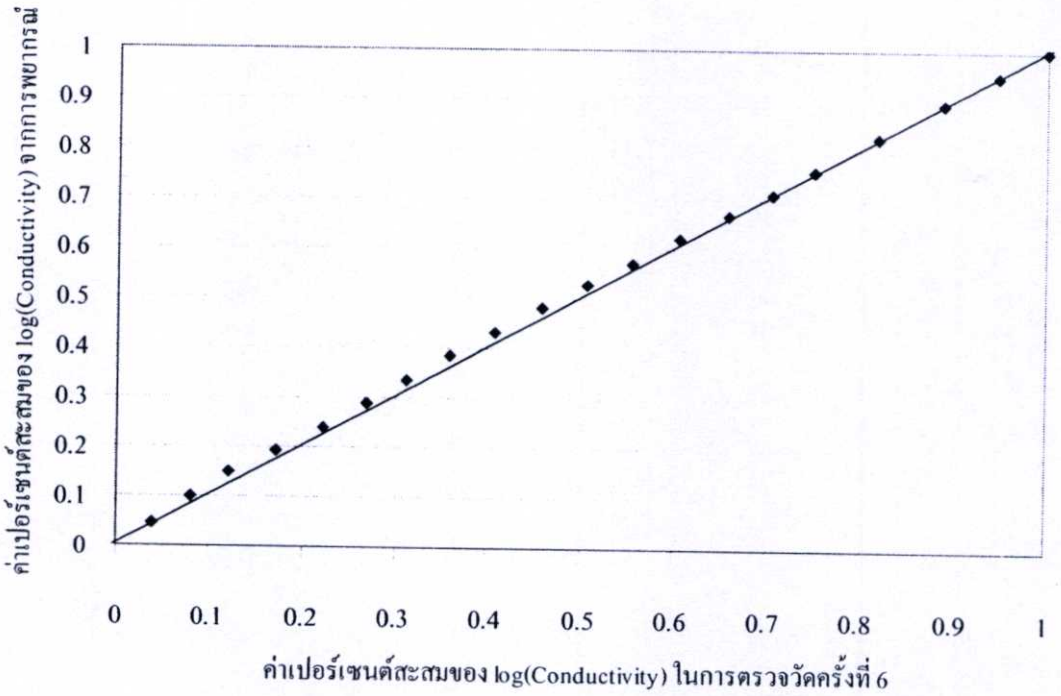
6.3.2 เปรียบเทียบ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6 กับ log(Conductivity) ในการตรวจวัด

จากตารางที่ 6.2 จะเห็นได้ว่าแบบจำลองที่ 6 ของ Conductivity นั้นผ่านเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ และ พบว่า log(Conductivity) มีความสัมพันธ์กับ CPI ของนาปรัง อยู่ 53.7 % จึงนำค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) จากสมการในแบบจำลองที่ 6 (สมการที่ 5.24) มาทำการพยากรณ์เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 (ฤดูแล้ง) จะได้ดังรูปที่ 6.10



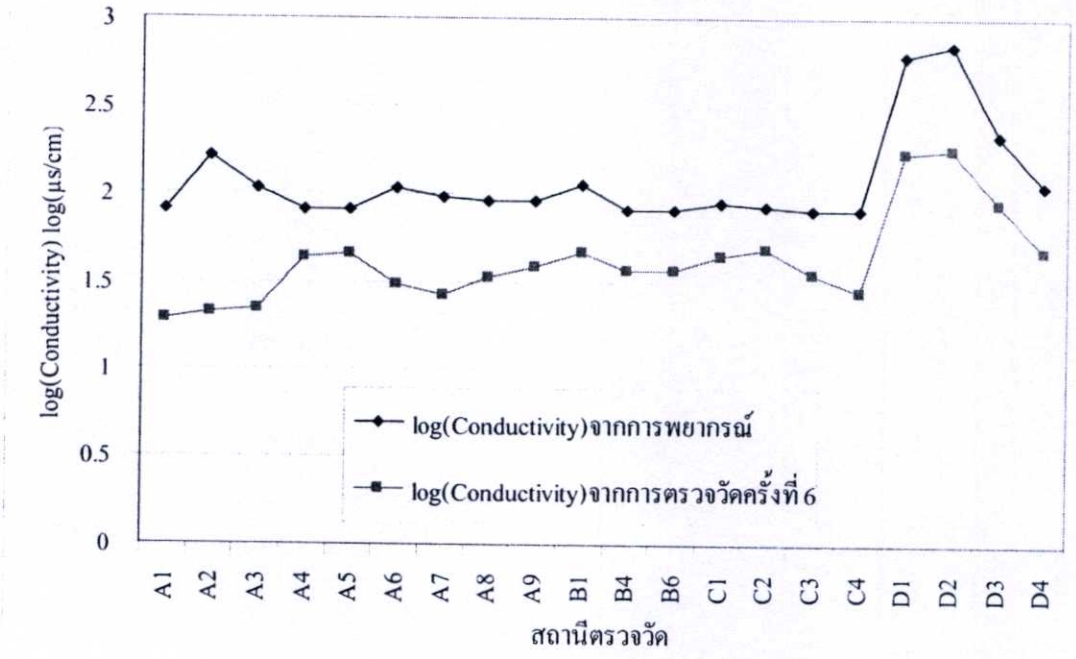
รูปที่ 6.10 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 (ฤดูแล้ง) กับ log(Conductivity)จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6

จากรูปที่ 6.10 จะพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ส่วนใหญ่จะอยู่รอบ ๆ เส้นตรง(เหนือหรือใต้เส้นตรง) ค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้จากการจากการพยากรณ์มากกว่าค่าในการตรวจวัด ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่าค่าในการตรวจวัดน้อยกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งจากรูปสามารถบอกได้ว่าค่าในการตรวจวัดทั้ง 5 ครั้ง กับค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่ 10.680%



รูปที่ 6.11 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(Conductivity)จากการพยากรณ์จากแบบจำลองที่ 6

จากรูปที่ 6.11 เป็นการนำค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 เทียบกับค่าเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ที่ได้จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6 จะพบว่า log(Conductivity) ส่วนใหญ่จะอยู่รอบ ๆ เส้นตรง(เหนือหรือใต้เส้นตรง) ค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้จากการจากการพยากรณ์มากกว่าค่าในการตรวจวัด ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่าค่าในการตรวจวัดน้อยกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งจากรูปสามารถบอกได้ว่าค่าในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับค่าที่ได้จากการพยากรณ์มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่ 28.878%



รูปที่ 6.12 กราฟ เปรียบเทียบ log(Conductiity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(Conductiity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6

จากรูปที่ 6.12 จะพบว่า log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 และ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6 มีค่าสูงสุดอยู่ที่ สถานี D1(ตำบลบางสมบูรณ์) และ D2(ตำบลพระอาจารย์) ซึ่งเป็นจุดที่มีการทำนาปรังมากที่สุด log(TDS)ต่ำสุดอยู่ที่ A1(ตำบลสาลิกา) ซึ่งเป็นจุดที่มีการทำนาปรังค่อนข้างน้อย

6.4 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ Phosphate

ตารางที่ 6.3 ตารางเปรียบเทียบเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ของ Phosphate ในแต่ละแบบจำลอง

Phosphate	Ad.R^2	เงื่อนไขที่ 1	เงื่อนไขที่ 2			เงื่อนไขที่ 3		เงื่อนไขที่ 4
		Durbin-Watson	Tolerance			Skewness	Kurtosis	ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน
			CPI ของนาปรัง	CPI ของชุมชน	CPI ของสัตว์ปีก			
แบบจำลองที่ 1	12.8%	1.824	-	-	1	3.785	20.569	คงที่
แบบจำลองที่ 2	36.2%	2.198	-	-	1	1.240	2.980	คงที่
แบบจำลองที่ 3	22.5%	1.722	-	-	1	2.012	5.882	คงที่
แบบจำลองที่ 4	-	-	-	-	-	-	-	-
แบบจำลองที่ 5	-	-	-	-	-	-	-	-
แบบจำลองที่ 6	-	-	-	-	-	-	-	-
แบบจำลองที่ 7	8.8%	1.777	-	-	1	3.298	14.055	คงที่
แบบจำลองที่ 8	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ เงื่อนไขที่ 1 ตรวจสอบความเป็นอิสระของค่าคลาดเคลื่อน

เงื่อนไขที่ 2 ตรวจสอบความเป็นอิสระของ X_i และ X_j

เงื่อนไขที่ 3 ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

เงื่อนไขที่ 4 ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนว่ามีความแปรปรวนคงที่หรือไม่

จากตารางที่ 6.3 จะเห็นได้ว่าไม่มีแบบจำลองใดของ Phosphate ที่ผ่านเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากไม่ผ่านเงื่อนไขข้อที่ 3 คือค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า Phosphate ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับ CPI ทั้ง 5 ตัว

6.5 ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ Chloride

ตารางที่ 6.4 ตารางเปรียบเทียบเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ ของ Chloride ในแต่ละแบบจำลอง

Chloride	Ad.R^2	เงื่อนไขที่ 1	เงื่อนไขที่ 2			เงื่อนไขที่ 3		เงื่อนไขที่ 4
		Durbin-Watson	Tolerance			Skewness	Kurtosis	ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อน
			CPI ของนาปรัง	CPI ของชุมชน	CPI ของสัตว์ปีก			
แบบจำลองที่ 1	28.1%	1.665	1	-	-	4.462	33.465	คงที่
แบบจำลองที่ 2	61.9%	1.530	1	-	-	0.349	5.092	คงที่
แบบจำลองที่ 3	25.4%	1.950	1	-	-	2.288	11.493	คงที่
แบบจำลองที่ 4	57.8%	1.552	0.984	0.989	0.986	0.271	1.070	คงที่
แบบจำลองที่ 5	60.0%	1.413	0.987	-	0.987	0.259	0.484	คงที่
แบบจำลองที่ 6	49.0%	2.296	0.982	0.987	0.985	1.007	0.255	คงที่
แบบจำลองที่ 7	54.7%	1.519	0.992	-	0.992	1.496	5.304	คงที่
แบบจำลองที่ 8	9.4%	1.398	0.987	-	0.987	6.619	53.588	คงที่

หมายเหตุ เงื่อนไขที่ 1 ตรวจสอบความเป็นอิสระของค่าคลาดเคลื่อน

เงื่อนไขที่ 2 ตรวจสอบความเป็นอิสระของ X_i และ X_j

เงื่อนไขที่ 3 ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่

เงื่อนไขที่ 4 ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนว่ามีความแปรปรวนคงที่หรือไม่

จากตารางที่ 6.4 จะเห็นได้ว่าไม่มีแบบจำลองใดของ Chloride ที่ผ่านเงื่อนไขการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เนื่องจากไม่ผ่านเงื่อนไขข้อที่ 3 คือค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า Chloride ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับ CPI ทั้ง 5 ตัว

บทที่ 7
สรุปผลการวิจัย

7.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะสรุปขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการพยากรณ์คุณภาพน้ำในแม่น้ำนครนายกจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุโดยใช้โปรแกรม SPSS 11.5 for Windows

7.2 การตรวจวัดคุณภาพน้ำในปี 2548-2551

การตรวจวัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำนครนายกจะทำการตรวจวัดทั้งหมด 6 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 5 ทำการตรวจวัดในปี 2548-2550 และ ครั้งที่ 6 ทำการตรวจวัดในปี 2551 ซึ่งสถานีตรวจวัดมีทั้งหมด 23 สถานี ที่กระจายอยู่ทั่วแม่น้ำนครนายกและลำน้ำสาขา ตัวแปรที่ใช้ในการตรวจวัด คือ Chloride Phosphate Salinity Temperature pH TDS และConductivity

7.3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันของช่วงที่มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

รวบรวมข้อมูลน้ำฝนจากสำนักพัฒนากรมอุตุนิยมวิทยา โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนรายวันของวันที่ออกไปตรวจวัดคุณภาพน้ำในปี 2548 – 2551(ทั้งหมด 6 ครั้ง) สถานีวัดน้ำฝนที่ใช้คือสถานีวัดน้ำฝนในจังหวัดนครนายก และจังหวัดที่อยู่รอบๆ ซึ่งมีทั้งหมด 103 สถานี แล้วนำมา Interpolate เพื่อหาค่าน้ำฝนให้กับพื้นที่ที่ทำการศึกษาโดยใช้โปรแกรม Surfer แล้วนำค่าที่ได้มาทำการ Interpolate อีกครั้งในโปรแกรม Arcview ก็จะทำให้ทราบค่าน้ำฝนเฉลี่ยรายวันของสถานีตรวจวัด

7.4 ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร(CPI)

รวบรวมข้อมูลดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสารจากนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2549 และ 2551 โดยข้อมูลปี 2549 จะใช้วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลคุณภาพน้ำในปี 2548 – 2550 (ครั้งที่ 1 - 5)และข้อมูลปี 2551 ใช้วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลคุณภาพน้ำในปี 2551 (ครั้งที่ 6) ซึ่งค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสารหาค่าได้จากสมการที่ 7.1

$$CPI = F1 \times F2 \quad (7.1)$$

CPI คือ ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร

F1 คือ ปัจจัยด้านปริมาณของเสีย (ลบ./ตร.กม./ปี)

F2 คือ ปัจจัยด้านความรุนแรงของของเสีย

ค่าดัชนีศักยภาพของแหล่งมลสาร(CPI) ที่ใช้ในการศึกษามีทั้งหมด 5 แหล่งมลสาร คือ ดัชนีศักยภาพของนาปรัง ดัชนีศักยภาพของนาปี ดัชนีศักยภาพของประชากร ดัชนีศักยภาพของสุกร และดัชนีศักยภาพของสัตว์ปีก

ค่าดัชนีศักยภาพของนาปรังสูงสุดอยู่ที่สถานี D1(ตำบลบางสมบูรณ์) และ D2(ตำบลพระอาจารย์) ต่ำสุดอยู่ที่สถานี A5(ตำบลนครนายก) B4(ตำบลป่าขะ) B6(ตำบลเขาเพิ่ม) และ C4(ตำบลหนองแสง)

ค่าดัชนีศักยภาพของนาปีสูงสุดอยู่ที่สถานี B1(ตำบลพิกุลออก) ต่ำสุดอยู่ที่สถานี C3(ตำบลนาหินลาด)

ค่าดัชนีศักยภาพของประชากรสูงสุดอยู่ที่สถานี A5(ตำบลนครนายก) และ D3(ตำบลองครักษ์) ต่ำสุดอยู่ที่สถานี A1(ตำบลสาลิกา) และ C3(ตำบลนาหินลาด)

ค่าดัชนีศักยภาพของสุกรสูงสุดอยู่ที่สถานี B4(ตำบลป่าขะ) B6(ตำบลเขาเพิ่ม) ต่ำสุดอยู่ที่สถานี A1(ตำบลสาลิกา) A2(ตำบลศรีนาวา) A3(ตำบลบ้านใหญ่) A4(ตำบลเขาพระ) A5(ตำบลนครนายก) A6(ตำบลท่าช้าง) A7(ตำบลวังกระโจม) C1(ตำบลเกาะหวาย) C2(ตำบลปากพลี) D2(ตำบลพระอาจารย์) D3(ตำบลองครักษ์) และD4(ตำบลทรายมูล)

ค่าดัชนีศักยภาพของสุกรสูงสุดอยู่ที่สถานี B1(ตำบลพิกุลออก) ต่ำสุดอยู่ที่สถานี A5(ตำบลนครนายก) และ C1(ตำบลเกาะหวาย)

7.5 การใช้โปรแกรม SPSS 11.5 for Windows สร้างสมการการถดถอยเชิงพหุ

เมื่อได้ข้อมูลของพารามิเตอร์ที่กล่าวมาแล้วก็นำมาวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ(Multiple Linear Regression Equation) โดยใช้ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพน้ำครั้งที่ 1 ถึง ครั้งที่ 5 ในการสร้างสมการ ซึ่งมีเงื่อนไขของการถดถอยเชิงพหุเป็นตัวตรวจสอบว่าสมการใดมี ความสัมพันธ์เชิงเส้นที่สามารถใช้ในการพยากรณ์คุณภาพน้ำได้ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้สมการของแบบจำลองดังสมการที่ 7.2

$$\log(Y) = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 \quad (7.2)$$

Y คือ ตัวแปรในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ เช่น TDS, Conductivity, Phosphate และ Chloride

a_0 คือ ค่า Constant

b_1 คือ ค่า Coefficient ของดัชนีศักยภาพของนาปรัง

b_2 คือ ค่า Coefficient ของดัชนีศักยภาพของนาปี

b_3 คือ ค่า Coefficient ของดัชนีศักยภาพของชุมชน

b_4 คือ ค่า Coefficient ของดัชนีศักยภาพของสุกร

b_5 คือ ค่า Coefficient ของดัชนีศักยภาพของสัตว์ปีก

x_1 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของนาปรัง(CPI double-crop field)

x_2 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของนาปี(CPI in season rice)

x_3 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของชุมชน(CPI community)

x_4 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของสุกร(CPI pig farm)

x_5 คือ ค่าดัชนีศักยภาพของสัตว์ปีก(CPI poultry farm)

7.6 ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม SPSS 11.5 for Windows

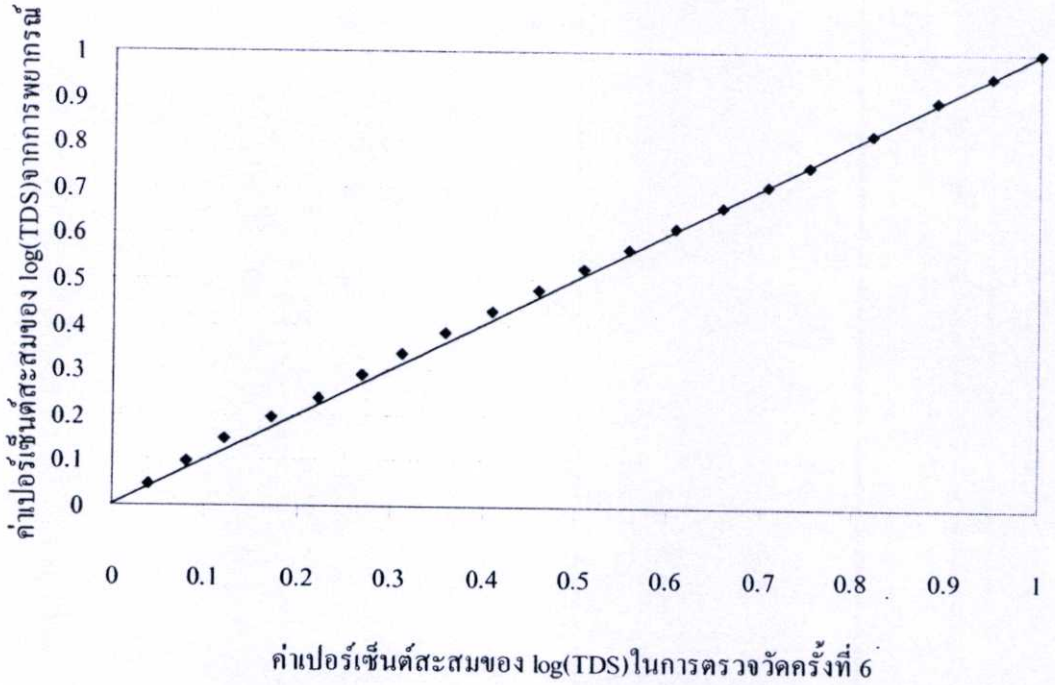
การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุในโปรแกรม SPSS ต้องมีเงื่อนไขในการวิเคราะห์ 4 ข้อ ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 4 จึงจะถือว่าเป็นสมการเชิงเส้น และสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ได้

7.6.1 log(TDS) จากการพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 4

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุโดยใช้วิธี Stepwise เป็นตัวเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการพบว่า CPI ของนาปรัง และ CPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกเข้าสมการ และมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอยู่ 61.9% และผ่านเงื่อนไขของการถดถอยเชิงพหุ ซึ่งจะได้สมการดังสมการที่ 7.3

$$\log(TDS) = 1.616 + 2.897\times10^{-5}(\text{CPI นาปรัง}) + 1.870\times10^{-10}(\text{CPI สัตว์ปีก}) \quad (7.3)$$

นำสมการที่ได้มาพยากรณ์คุณภาพน้ำครั้งที่ 6 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับการตรวจวัดคุณภาพน้ำในครั้งที่ 6 ซึ่งแสดงในรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) จากการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(TDS)จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4

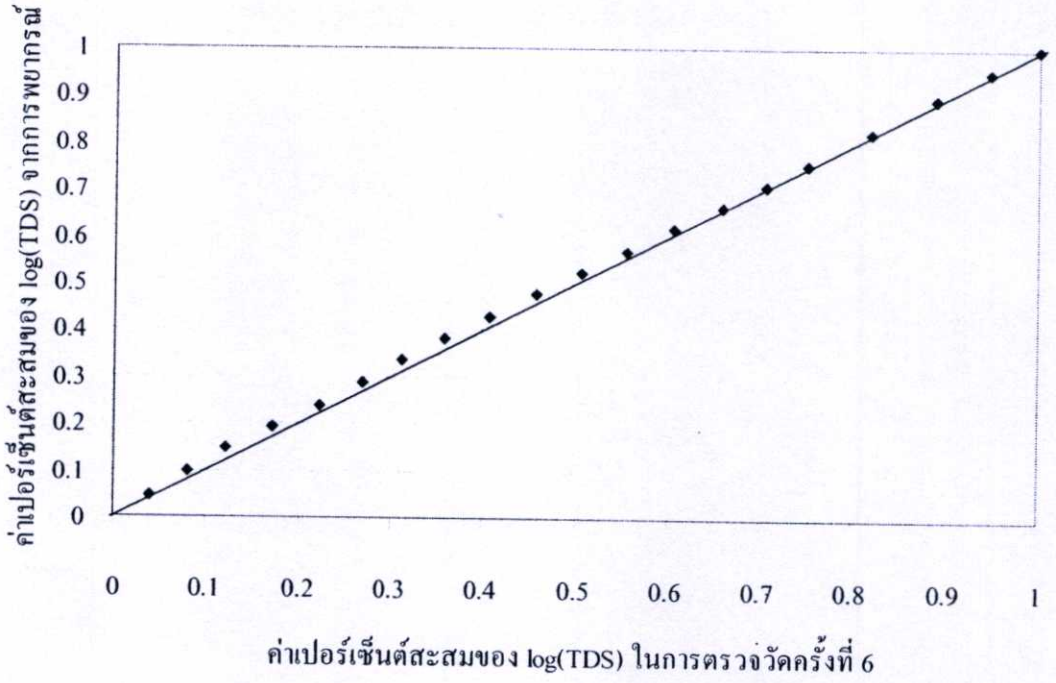
จากรูปที่ 7.1 พบว่า log(TDS) ส่วนใหญ่จะอยู่รอบ ๆ เส้นตรง(เหนือหรือใต้เส้นตรง) ค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้จากการจากการพยากรณ์มากกว่าค่าในการตรวจวัด ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่าค่าในการตรวจวัดน้อยกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งจากรูปสามารถบอกได้ว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดครั้งที่ 6 และค่าที่ได้การพยากรณ์มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่ 11.265% จึงสรุปได้ว่า TDS ส่วนใหญ่มาจากการทำนาปรัง และการเลี้ยงสัตว์ปีก

7.6.2 log(TDS) จากการพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 6

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุโดยใช้วิธี Stepwise เป็นตัวเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการพบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกเข้าสมการ และมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอยู่ 45.6% และผ่านเงื่อนไขของการถดถอยเชิงพหุ ซึ่งจะได้สมการดังสมการที่ 7.4

$$\log(TDS) = 1.736 + 2.884 \times 10^{-5}(\text{CPI นาปรัง}) \qquad (7.4)$$

นำสมการที่ได้มาพยากรณ์คุณภาพน้ำครั้งที่ 6 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับการตรวจวัดคุณภาพน้ำในครั้งที่ 6 ซึ่งแสดงในรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(TDS) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(TDS) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 6

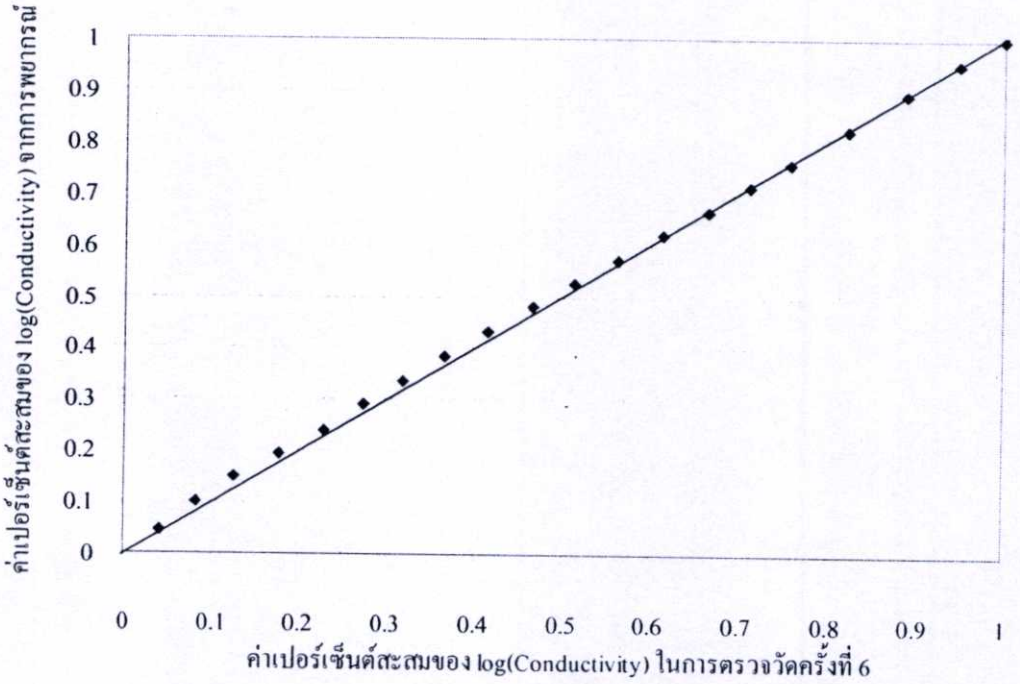
จากรูปที่ 7.2 พบว่า log(TDS) ส่วนใหญ่จะอยู่รอบ ๆ เส้นตรง(เหนือหรือใต้เส้นตรง) ค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้จากการจากการพยากรณ์มากกว่าค่าในการตรวจวัด ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่าค่าในการตรวจวัดน้อยกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งจากรูปสามารถบอกได้ว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดครั้งที่ 6 และค่าที่ได้การพยากรณ์มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่ 16.837% จึงสรุปได้ว่า TDS ในฤดูแล้งส่วนใหญ่มาจากการทำนาปรัง

7.6.3 log(Conductivity) จากการพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 4

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุโดยใช้วิธี Stepwise เป็นตัวเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการพบว่า CPI ของนาปรัง และ CPI ของสัตว์ปีก ถูกเลือกเข้าสมการ และมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอยู่ 59.1% และผ่านเงื่อนไขของการถดถอยเชิงพหุ ซึ่งจะได้สมการดังสมการที่ 7.5

$$\log(\text{Conductivity}) = 1.813 + 2.781\times10^{-5}(\text{CPI ของนาปรัง}) + 1.636\times10^{-10}(\text{CPI ของสัตว์ปีก}) \quad (7.5)$$

นำสมการที่ได้มาพยากรณ์คุณภาพน้ำครั้งที่ 6 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับการตรวจวัดคุณภาพน้ำในครั้งที่ 6 ซึ่งแสดงในรูปที่ 7.3



รูปที่ 7.3 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(Conductivity) จากการพยากรณ์ในแบบจำลองที่ 4

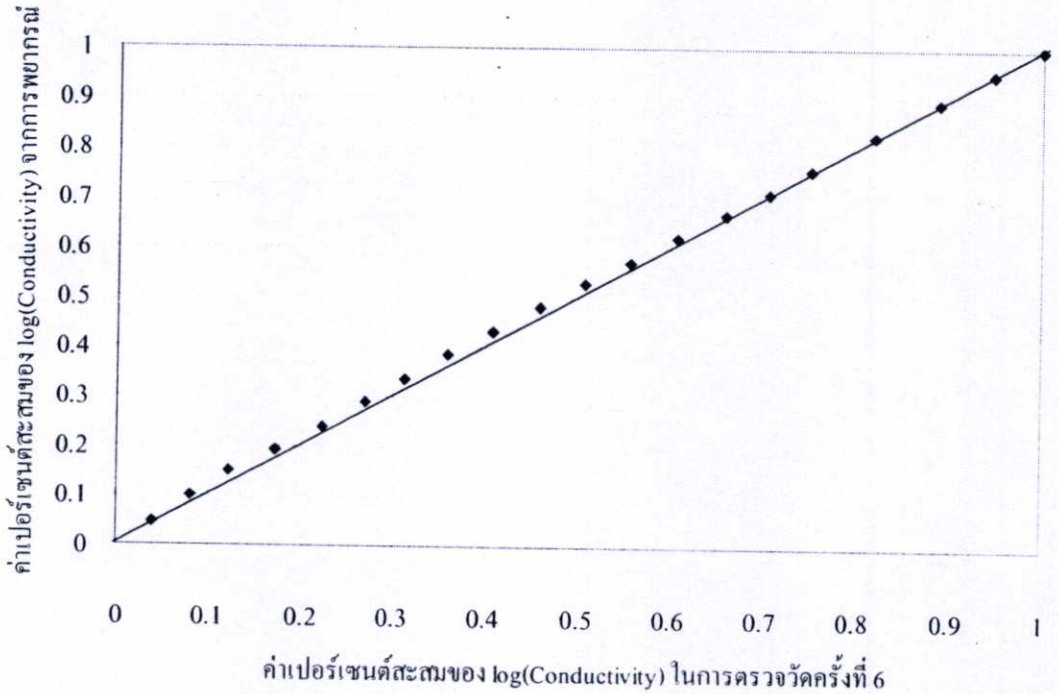
จากรูปที่ 7.3 พบว่า log(Conductivity) ส่วนใหญ่จะอยู่รอบ ๆ เส้นตรง(เหนือหรือใต้เส้นตรง) ค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้จากการจากการพยากรณ์มากกว่าค่าในการตรวจวัด ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่าค่าในการตรวจวัดน้อยกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งจากรูปสามารถบอกได้ว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดครั้งที่ 6 และค่าที่ได้การพยากรณ์มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่ 6.935% จึงสรุปได้ว่า Conductivity ส่วนใหญ่มาจากการทำนาปรัง และการเลี้ยงสัตว์ปีก

7.6.4 log(Conductivity) จากการพยากรณ์ของแบบจำลองที่ 6

จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุโดยใช้วิธี Stepwise เป็นตัวเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการพบว่า CPI ของนาปรัง ถูกเลือกเข้าสมการ และมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามอยู่ 45.6% และผ่านเงื่อนไขของการถดถอยเชิงพหุ ซึ่งจะได้สมการดังสมการที่ 7.6

$$\log(\text{Conductivity}) = 1.911 + 2.845\text{x}10^{-5}(\text{CPI ของนาปรัง}) \qquad (7.6)$$

นำสมการที่ได้มาพยากรณ์คุณภาพน้ำครั้งที่ 6 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับการตรวจวัดคุณภาพน้ำในครั้งที่ 6 ซึ่งแสดงในรูปที่ 7.4



รูปที่ 7.4 กราฟเปอร์เซ็นต์สะสมของ log(Conductivity) ในการตรวจวัดครั้งที่ 6 กับ log(Conductivity)จากการพยากรณ์จากแบบจำลองที่ 6

จากรูปที่ 7.4 พบว่า log(Conductivity) ส่วนใหญ่จะอยู่รอบ ๆ เส้นตรง(เหนือหรือใต้เส้นตรง) ค่าที่อยู่เหนือเส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้จากการจากการพยากรณ์มากกว่าค่าในการตรวจวัด ส่วนค่าที่อยู่ใต้เส้นตรงแสดงว่าค่าที่ได้ในการตรวจวัดน้อยกว่าค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ซึ่งจากรูปสามารถบอกได้ว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดครั้งที่ 6 และค่าที่ได้การพยากรณ์มีความใกล้เคียงกัน โดยมีความคลาดเคลื่อนกันอยู่ 28.878% จึงสรุปได้ว่า Conductivity ส่วนใหญ่มาจากการทำนาปรัง

บรรณานุกรม

[1] Neal et.al **"The water quality of the River Kennet:initial observations on a lowland chalk stream impacted by sewage inputs and phosphorus remediantion"**. The Science of theTotal Environment251 252, 2000, Pages 477-495

[2] Horsburgh and Ames, **"Water Quality Estimation From Regional Characteristics"** Department of civil and Environmental engineering Utah State University, 2001.

[3] T.Y.Tong and Chen, **"Modeling the relationship between land use and surface water quality"**, Geography Department, University of Cincinnati, 2002, OH 45221-0131, USA.

[4] Xiao and Ji, **"Relating landscape characteristics to non-point source pollution in mine waste-located watersheds using geospatial techniques"**, Journal of Environmental Management 82 (2007) 111-119.

[5] นัฏยา ประดับการ และ อาภาพรรณ, **"การประเมินศักยภาพของแหล่งมลสารที่อาจปนเปื้อนลงสู่น้ำบาดาล จังหวัดนครนายก"**, ปริญญานิพนธ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2549.

[6] วริชา จิระพินธุ , ภิตินันต์ ชาตะโชติ และ สุเมธ สันทัดวัฒนา, **"การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินของจังหวัดนครนายก"**, 2548.

[7] เชษฐกานต์ เหล่าสุนทร และ ปณต มงคลธรรมากุล, **"การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินของจังหวัดนครนายก(ต่อเนื่อง)"**, 2549.

[8] เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, **"แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ"**, 2534.

[9] บริษัท เมทริกซ์ แอสโซซิเอทซ์ จำกัด, 2547.

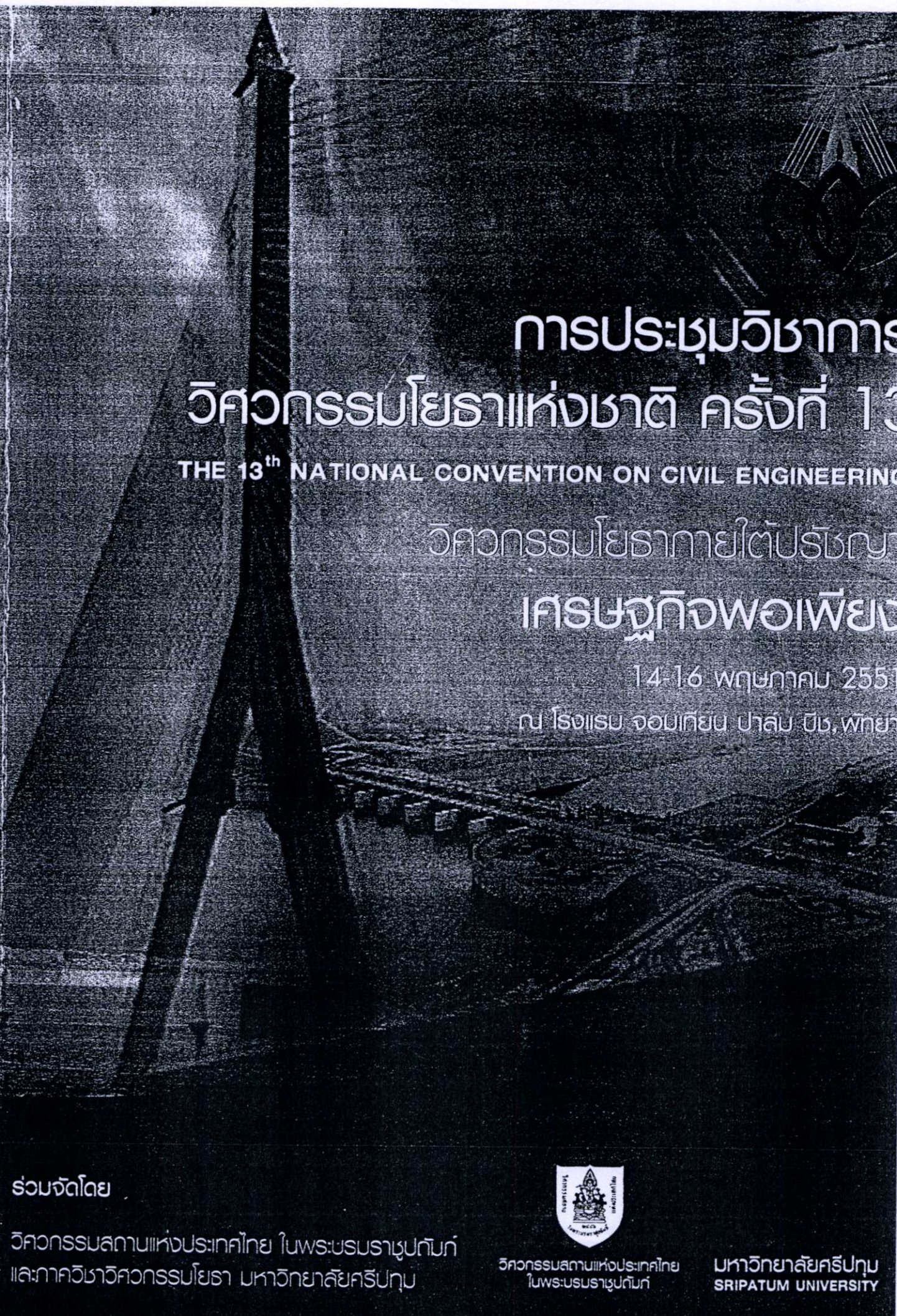
[10] ผศ.ดร.วิชิต อู่อ้น และ ผศ.อำนาจ วังจีน, **"การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS"**, 2550.

[11] ดร.พิมล เรียนวัฒนา และ ดร.ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์, **"เคมีสภาวะแวดล้อม"**, 2539.

[12] นัทธีรา สรรมณี, **"เคมีสิ่งแวดล้อม"**, ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2541.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายนรินทร์ นิลรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	7 กุมภาพันธ์ 2526
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 4 หมู่ 4 ซ.เทศบาลบางปู108 ต.บางปูใหม่ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ
ประวัติการศึกษา	2548 วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร 2549 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ร่วมจัดโดย

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
และภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยศรีปทุม

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยศรีปทุม
SRIPATUM UNIVERSITY

การศึกษาผลกระทบต่อคุณภาพน้ำจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดนครนายก

A Study on Impact on Water Quality from Land Uses in Nakorn Nayok Province

นรินทร์ นิลรัตน์ (Narin Ninrat)[1]

อุมา สีบุญเรือง (Uma Seeboonruang)[2]

[1]นักศึกษาปริญญาโท E-mail:kotumru_257@hotmail.com

[2]ดร. E-mail:kseuma@kmitl.ac.th

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ : จังหวัดนครนายกเป็นจังหวัดที่มีการพัฒนาและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วมีประชากร 253,632 คน มีเนื้อที่ประมาณ 1,326,250 ไร่ โดยเป็นพื้นที่ป่าไม้ 421,182 ไร่ หรือร้อยละ 31.70 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่เกษตรกรรม 775,091 ไร่ หรือร้อยละ 58.44 ของพื้นที่ทั้งหมด มีพื้นที่ดินเปรี้ยว 554,091 ไร่ หรือร้อยละ 71.48 ของพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ปศุสัตว์ 91,514 ไร่ หรือร้อยละ 6.9 ของพื้นที่ทั้งหมด เนื่องจากจังหวัดนครนายกมีการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกิจกรรมต่างๆ จึงอาจทำให้เกิดมลพิษทางบก ทางอากาศ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางน้ำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อศึกษาถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกิจกรรมต่างๆที่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำผิวดิน โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อหาถึงความรุนแรงของแต่ละกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำผิวดิน การดำเนินงานประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลความหนาแน่นระดับตำบลของกิจกรรมต่างๆ โดยแบ่งเป็น จำนวนประชากร, พื้นที่พืชไร่, พื้นที่พืชสวน, พื้นที่ข้าวนาปี, พื้นที่ข้าวนาปรัง, จำนวนสุกร, จำนวนสัตว์ปีก และจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม การตรวจวัดคุณภาพน้ำ และการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความรุนแรงของแต่ละกิจกรรมจากตัวแปรทั้งหมดที่กล่าวมา ผลที่ได้จากการวิจัยคือ คุณภาพน้ำผิวดินจะอ่อนไหวต่อกิจกรรมประเภทกสิกรรมมากที่สุด และรองลงมาคือปศุสัตว์

ABSTRACT : Nakorn Nayok province is developing and growing rapidly. The provincial population is 253,632, total area is 1,326,250 rai, forest area is 421,182 rai (31.70% of total area), agriculture area is 775,091 rai (58.44% of total area), acid soil area is 554,091 rai (71.48% of agriculture area), and domestic animals area is 91,514 rai (6.9% of total area). Because of this land use pattern, it inevitably results in pollutions of lands, airs and particularly water. Therefore, the objectives of this research is to study the relationship between the land use activities and the water quality conditions by applying statistical analysis in order to establish the severity degree of particular land use activities on the water quality. The procedure includes collecting and density analyzing data of population, farm plants, garden plants, season rice, out-of-season rice, pigs, poultries, and industries, investigating water quality, and finally statistically analyzing for the impact degree of each land use type on water quality indexes. The result shows that agricultural and livestock practices highly influence the surface water quality.

KEYWORDS : Land use, Severity degree, Water quality, Multiple regression

1. คำนำ

จังหวัดนครนายกเป็นจังหวัดที่มีการพัฒนาและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จึงทำให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกิจกรรมต่างๆ เช่น การทำกสิกรรม ปศุสัตว์ อุตสาหกรรม และที่อยู่อาศัย ซึ่งกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำนครนายก ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะศึกษาผลกระทบต่อคุณภาพน้ำจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในลักษณะต่าง ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำของปี 2548-2549 และข้อมูลความหนาแน่นของแต่ละกิจกรรม เช่น ความหนาแน่นของการเพาะปลูกข้าวนาปรังและนาปี ความหนาแน่นของประชากร ความหนาแน่นของสุกร และความหนาแน่นของสัตว์ปีก นำข้อมูลคุณภาพน้ำและข้อมูลความหนาแน่นของแต่ละกิจกรรมมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาคามรุนแรงของแต่ละกิจกรรมที่จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำผิวดินในจังหวัดนครนายก

2. งานวิจัยที่ผ่านมา

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำร่วมกับความหนาแน่นของแต่ละกิจกรรม บริเวณที่พักอาศัยพบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในสภาพดีพอใช้แต่จำเป็นต้องมีการจัดระบบบำบัดให้น้ำมีคุณภาพที่ดีกว่าปัจจุบัน บริเวณเกษตรกรรมรวมทั้งกสิกรรมและปศุสัตว์พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในปริมาณที่สูงเมื่อเทียบกับบริเวณตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยอื่นๆ และซึ่งจากสภาพการใช้สอยพื้นที่ในการเกษตรที่มีทั้งการเลี้ยงสัตว์ ปลูกข้าว และพืชผลทางการเกษตรอื่นๆอาจทำการปล่อยน้ำที่ใช้แล้วลงในแหล่งน้ำโดยที่ไม่ได้รับการบำบัดหรือบำบัดได้ไม่ดีพอ บริเวณอุตสาหกรรมพบว่าคุณภาพน้ำเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้อาจเนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมมีมาตรฐานในการปล่อยน้ำทิ้งซึ่งต้องเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนดมาตรฐานในการควบคุมสิ่งแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาถึงผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้วิธีการทางสถิติในการทำนายคุณภาพน้ำจากการใช้พื้นที่ในรูปแบบต่างๆ[9]

3. พื้นที่ศึกษา

จังหวัดนครนายกตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 14 องศาเหนือและลองติจูดที่ 101 องศาตะวันออก ห่างจากกรุงเทพประมาณ 105 กิโลเมตร มีพื้นที่ 2,122 ตารางกิโลเมตร ทิศเหนือจดกับจังหวัดสระบุรีและจังหวัดนครราชสีมา ทิศใต้ติดกับจังหวัดปราจีนบุรีและจังหวัดฉะเชิงเทรา ทิศตะวันออกติดกับจังหวัดปทุมธานี มีแม่น้ำสายสำคัญคือแม่น้ำนครนายกอันมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาใหญ่ ไหลไปบรรจบกับแม่น้ำบางประกงที่เขตอำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี พื้นที่ส่วนใหญ่บริเวณสองฝั่งแม่น้ำนครนายกประกอบอาชีพเกษตรกรรมซึ่งประกอบไปด้วยการทำกสิกรรมและปศุสัตว์

4. อุปกรณ์และวิธีการ

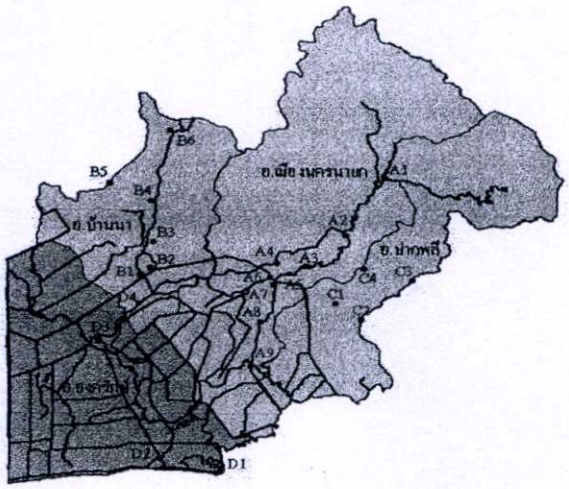
1. เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากสำนักโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดนครนายก ข้อมูทางด้านแผนที่ภูมิศาสตร์จากกรมแผนที่ทหาร[2] ข้อมูลคุณภาพน้ำปี 2538 – 2547 [3] ข้อมูลทางการเกษตรกรรม จากสำนักงานเกษตรจังหวัดจครนายก[4] ข้อมูลทางด้านประชากรจังหวัดนครนายกจากสำนักงานสถิติจังหวัดนครนายก[5] และข้อมูลทางอุตสาหกรรมจากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครนายก[6] เก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำทั้งหมด 31 จุด ในปี 2548-2549 แสดงในรูปที่ 1 [7],[8]

2. ใช้โปรแกรม SPSS ในการคำนวนทางสถิติ โดยนำข้อมูลที่ได้จากข้างต้นมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้สมการถดถอยเชิงพหุ(Multiple Linear Regression Equation)

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5$$

Y คือ ค่า Water quality เช่น TDS, Copper, Chloride .....
a คือ ค่า Constant
b_1 คือ ความหนาแน่นของการทำนาปรัง (ไร่/ตร.กม.)
b_2 คือ ความหนาแน่นของการทำนาปี (ไร่/ตร.กม.)
b_3 คือ ความหนาแน่นของประชากร (คน/ตร.กม.)
b_4 คือ ความหนาแน่นของสุกร (ตัว/ตร.กม.)
b_5 คือ ความหนาแน่นของสัตว์ปีก (ตัว/ตร.กม.)
x_1 คือ Coefficient ของการทำนาปรัง
x_2 คือ Coefficient ของการทำนาปี
x_3 คือ Coefficient ของประชากร
x_4 คือ Coefficient ของสุกร
x_5 คือ Coefficient ของสัตว์ปีก

โดยใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบลำดับขั้น(Stepwise Selection) ในการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอย



ภาพที่ 1 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำนครนายก

ตารางที่ 1 แสดงความหนาแน่นของนาปรัง,นาปี,ประชากร,สุกรและสัตว์ปีก ของแต่ละตำแหน่ง

ตำแหน่ง	นาปรัง (ไร่/ตร.กม.)	นาปี (ไร่/ตร.กม.)	ประชากร (คน/ตร.กม.)	สุกร (ตัว/ตร.กม.)	สัตว์ปีก (ตัว/ตร.กม.)
A1	1.204	34.732	34.410	0.000	17.472
A2	7.004	340.771	205.294	0.000	0.000
A3	5.640	297.029	190.075	0.000	0.000
A4	7.736	254.626	134.522	0.000	493.488
A5	0.000	0.000	2650.995	0.000	0.000
A6	38.563	550.247	216.269	0.000	0.000
A7	3.725	324.301	165.503	0.000	0.000
A8	1.334	552.165	181.781	11.113	2244.755
A9	24.675	325.198	78.762	15.510	838.940
B1	21.790	663.411	322.180	167.534	89027.570
B2	81.753	579.446	181.685	27.596	5174.239
B3	21.790	663.411	322.180	167.534	89027.570
B4	0.000	559.454	174.634	1139.861	31739.151
B5	45.198	285.633	93.812	250.484	17515.114
B6	0.000	131.583	46.278	106.715	2287.017
C1	0.000	566.942	119.724	0.000	0.000
C2	0.000	648.768	104.902	8.394	0.000
C3	0.000	9.735	14.763	3.606	324.511

ตารางที่ 1(ต่อ) แสดงความหนาแน่นของนาปรัง,นาปี,ประชากร,สุกรและสัตว์ปีก ของแต่ละตำแหน่ง

ตำแหน่ง	นาปรัง (ไร่/ตร.กม.)	นาปี (ไร่/ตร.กม.)	ประชากร (คน/ตร.กม.)	สุกร (ตัว/ตร.กม.)	สัตว์ปีก (ตัว/ตร.กม.)
C4	0.000	426.511	159.485	112.511	1875.187
D1	363.713	402.853	69.218	99.928	383.158
D2	354.907	438.184	111.012	0	0
D3	112.927	183.464	1842.434	0	337.498
D4	38.904	170.46	88.888	0	9338.94

3. วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ โปรแกรม SPSS จะแสดงผลว่าตัวแปรอิสระใดบ้างที่มีผลต่อตัวแปรตามโดยใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบลำดับขั้น(Stepwise Selection) ดูค่านัยสำคัญ(Significant) ถ้ามีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน ดูค่า Adjusted R^2 ถ้ามีค่าใกล้ 1 แสดงว่าตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมาก และ Durbin-Watson ถ้าอยู่ในช่วง 1.5 – 2.5 แสดงว่าค่าคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

5. ผลทดสอบและวิเคราะห์

5.1 ความหนาแน่น จากตารางที่ 1 พบว่าความหนาแน่นของการทำนาปรังสูงสุดอยู่ที่ D1 (คลองหกวา บ้านประตูน้ำบางสมบูรณ์ ตำบลบางสมบูรณ์) 363.713 ไร่ต่อตร.กม. รองลงมาอยู่ที่ D2 (ประตูระบายน้ำบึงพระอาจารย์ ตำบลพระอาจารย์) 354.907 ไร่ต่อตร.กม. ความหนาแน่นของการทำนาปีสูงสุดอยู่ที่ B1 (คลองบ้านนา บ้านพิกุลแก้ว ตำบลพิกุลออก) และ B3 (คลองอาษา บ้านชุมแสง ตำบลพิกุลออก) 663.411 ไร่ต่อตร.กม. รองลงมาอยู่ที่ B2 (คลองทองหลาง บ้านทองหลางเก่า ตำบลทองหลาง) 579.446 ไร่ต่อตร.กม. ความหนาแน่นของประชากรสูงสุดอยู่ที่ A5 (แม่น้ำนครนายก สวนหลวง ร. 9 ตำบลนครนายก) 2650.995 คนต่อตร.กม. รองลงมาอยู่ที่ D3 (แม่น้ำนครนายก โรงเรียนองค์รักษ์ ตำบลองค์รักษ์) 1842.434 คนต่อตร.กม. ความหนาแน่นของสุกรสูงสุดอยู่ที่ B4 (คลองบ้านนา วักป่าขะ ตำบลป่าขะ) 1139.861 ตัวต่อตร.กม. รองลงมาอยู่ที่ B5 (คลองบ้านพริก บ้านพริก ตำบลบ้านพริก) 250.484 ตัวต่อตร.กม. ความหนาแน่นของสัตว์ปีกสูงสุดอยู่ที่ B1 (คลองบ้านนา บ้านพิกุลแก้ว ตำบลพิกุลออก)และB3(คลองอาษา บ้านชุมแสง ตำบล

พิกุลออก) 89027.570 ตัวต่อตร.กม. รองลงมาอยู่ที่ B4 (คลองบ้านนา วักป่าขะ ตำบลป่าขะ) 31739.151 ตัวต่อตร.กม.

5.2 คุณภาพน้ำ สารปนเปื้อนต่างๆที่อยู่ในแม่น้ำนครนายกส่วนใหญ่จะมาจากการทำเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ๆมีการทำนาปรัง นาปี เลี้ยงสุกร และสัตว์ปีก[7], [8]

5.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ จากการใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ Multiple Linear Regression ตัวแปรตามที่ใช้ในการวิเคราะห์มีทั้งหมด 15 ตัว คือ pH, TDS, Conductivity, ความต่างศักดิ์, DO, BOD, COD, Salinity, Ammonia, Chloride, Nitrate, Phosphate, Copper, Sulfate, Iron หลังจากที่ใช้ Stepwise ในการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่มีผลกับตัวแปรตาม พบว่ามีตัวแปรตามอยู่ 4 ตัวที่ตัวแปรอิสระส่งผล ดังแสดงผลในตารางที่ 2 สามารถเห็นได้ว่าความหนาแน่นของการทำนาปรัง ,นาปี และ สัตว์ปีก มีความสัมพันธ์มากกับคุณภาพน้ำ

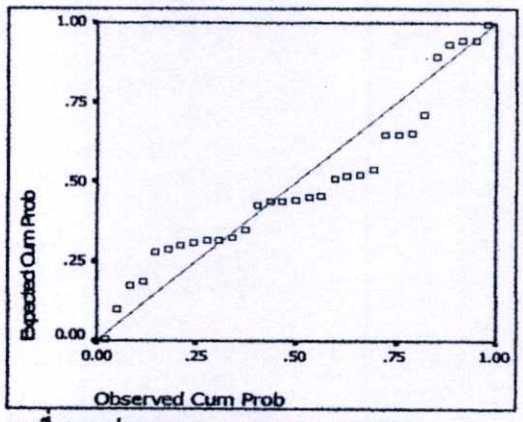
ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ Multiple Linear Regression จากโปรแกรม SPSS

Water Quality	Independent parameter	Adjusted R^2	Durbin - Watson	Sig.
TDS	นาปรัง	68.80%	1.960	0.000
Chloride	นาปรัง ,สัตว์ปีก	60.10%	2.063	0.000
Copper	นาปี	23.40%	1.759	0.003
Conductivity	นาปรัง	66.80%	1.968	0.000

TDS

$$TDS = 56.894 + 0.886(\text{ความหนาแน่นของนาปรัง})$$

จากตารางที่ 2 ความหนาแน่นนาปรังเป็นตัวแปรอิสระที่ได้เลือกเข้าสมการความถดถอยโดยใช้ Stepwise เป็นตัวเลือก เปอร์เซนต์ความเชื่อมั่น(Adjusted R^2) 68.80% ค่า Durbin-Watson เท่ากับ 1.960 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน ค่า Significant น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าความหนาแน่นของนาปรังมีความสัมพันธ์กับค่า TDS จากภาพที่ 2 แสดงค่า TDS ที่ได้จากการตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากการทำนายจากสมการถดถอย จากรูปจะเห็นได้ว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติ

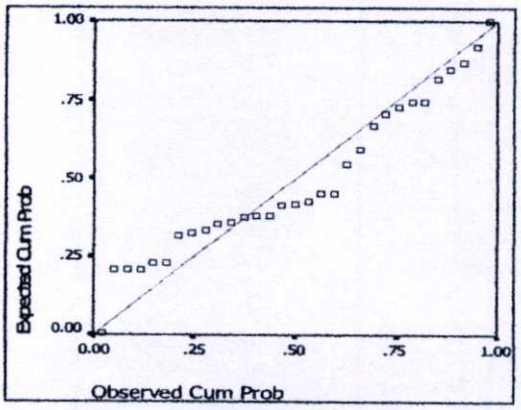


ภาพที่ 2 กราฟ Normal Probability Plot ของ TDS

Chloride

$$\text{Chloride} = 1.734 + 0.47(\text{ความหนาแน่นของนาปรัง}) + 5.513\times10^{-5}(\text{ความหนาแน่นของสัตว์ปีก})$$

จากตารางที่ 2 ความหนาแน่นนาปรังและสัตว์ปีกเป็นตัวแปรอิสระที่ได้เลือกเข้าสมการความถดถอยโดยใช้ Stepwise เป็นตัวเลือก เปอร์เซนต์ความเชื่อมั่น(Adjusted R^2) 60.10% ค่า Durbin-Watson เท่ากับ 2.063 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน ค่า Significant น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าความหนาแน่นของนาปรังและสัตว์ปีกมีความสัมพันธ์กับค่า Chloride จากภาพที่ 3 แสดงค่า Chloride ที่ได้จากการตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากการทำนายจากสมการถดถอย จากรูปจะเห็นได้ว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติ

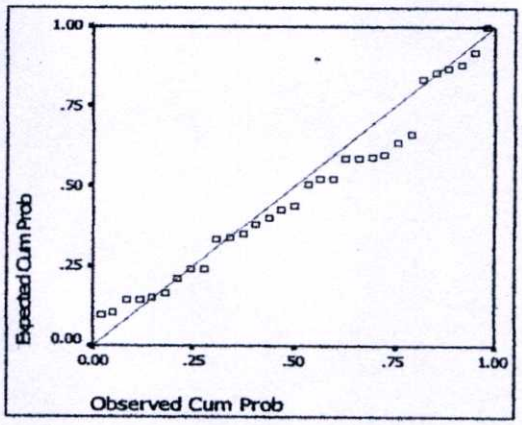


ภาพที่ 3 กราฟ Normal Probability Plot ของ Chloride

Copper

Copper = 0.221 + 0.001(ความหนาแน่นของนาปี)

จากตารางที่ 2 ความหนาแน่นนาปีเป็นตัวแปรอิสระที่ได้เลือกเข้าสมการความถดถอยโดยใช้ Stepwise เป็นตัวเลือก เปอร์เซนต์ความเชื่อมั่น(Adjusted R^2) 23.40% ค่า Durbin-Watson เท่ากับ 1.759 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน ค่า Significant น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าความหนาแน่นของนาปีมีความสัมพันธ์กับค่า Copper จากภาพที่ 4 แสดงค่า Copper ที่ได้จากการตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากการทำนายจากสมการถดถอย จากรูปจะเห็นได้ว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติ

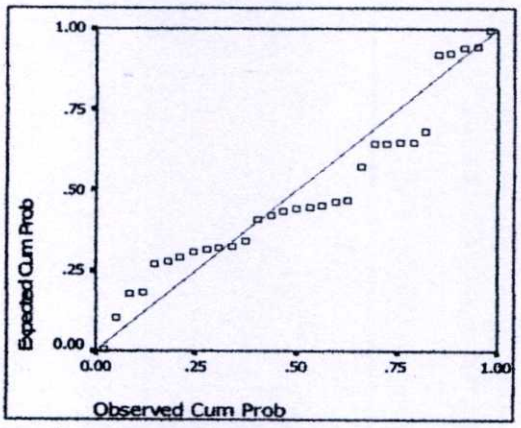


ภาพที่ 4 กราฟ Normal Probability Plot ของ Copper

Conductivity

Conductivity = 86.661 + 1.291(ความหนาแน่นของนาปรัง)

จากตารางที่ 2 ความหนาแน่นนาปรังเป็นตัวแปรอิสระที่ได้เลือกเข้าสมการความถดถอยโดยใช้ Stepwise เป็นตัวเลือก เปอร์เซนต์ความเชื่อมั่น(Adjusted R^2) 66.80% ค่า Durbin-Watson เท่ากับ 1.968 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน ค่า Significant น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าความหนาแน่นของนาปีมีความสัมพันธ์กับค่า Conductivity จากภาพที่ 5 แสดงค่า Conductivity ที่ได้จากการตรวจวัดจริงกับค่าที่ได้จากการทำนายจากสมการถดถอย จากรูปจะเห็นได้ว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติ



ภาพที่ 5 กราฟ Normal Probability Plot ของ Conductivity

6. สรุป

การทำนาปังและนาปีมีผลทำให้ค่า TDS, Copper และ Conductivity สูงขึ้น เนื่องจากการทำนามีการใช้สารเคมีต่างๆจึงทำให้มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ การเลี้ยงสัตว์ปีกมีผลทำให้ค่า Chloride สูงขึ้น เนื่องจากการเลี้ยงสัตว์ปีกทำให้เกิดการปนเปื้อนของมูลสัตว์ปีกลงสู่แม่น้ำนครนายก

งานวิจัยในอนาคตจะนำอัตราการไหลมาคูณกับค่า Water quality เพื่อหาความเข้มข้นของสารเทียบกับอัตราการไหลโดยใช้วิธีการทางสถิติทำนายจากกิจกรรมต่างๆ จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าค่า Adjusted R^2 มีค่าน้อย จึงสมมุติฐานได้ว่าอัตราการไหลน่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับค่า Water quality

(อัตราการไหล)$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5$

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนด้านทุนวิจัย ขอบคุณนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2548 และ 2549 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สจล. ที่ให้ข้อมูลและคำแนะนำจากการศึกษาในปีแรก ขอบพระคุณผู้ที่คอยให้ความช่วยเหลือทุกท่านในการหุ่มเทแรงกายแรงใจในการทำงานครั้งนี้ด้วย

บรรณานุกรม

[1] กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์. 2547. มลพิษทางน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 3 (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1). นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์

[2] กรมแผนที่ทหาร. 2540. แผนที่ภูมิศาสตร์จังหวัดนครนายก 10:50,000. พิมพ์ครั้งที่ 1 , กรุงเทพมหานคร.

[3] กองน้ำจืด สำนักจัดการควบคุมคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2547. คุณภาพน้ำแม่น้ำนครนายก, ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำของแม่น้ำนครนายก ปี 2538 – 2547.

[4] สำนักงานเกษตรจังหวัดนครนายก. 2547. ข้อมูลทางการเกษตรกรรม, รายงานสรุปทางการเกษตรประจำปี 2547.

[5] สำนักงานสถิติจังหวัดนครนายก. 2546. สถิติ จำนวนประชากร ปี 2546, สมุดรายงานสถิติจังหวัดปี พ.ศ. 2546

[6] สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครนายก. 2547. ข้อมูลอุตสาหกรรม, รายงานข้อมูลผู้ประกอบการอุตสาหกรรม ในจังหวัดนครนายก ปี 2547

[7] ภิตินันต์ ชาตะโชติ, สุเมธ สันทัดวัฒนา, วริชา จิระพินทุ. 2549. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 5 : หน้า 08R3-03

[8] เชษฐกานต์ เหล่าสุนทร, ปณต มงคลธรรมากุล. 2549. การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินจังหวัดนครนายก. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[9] Jeff Horsburgh and Dan Ames. Water Quality Estimation from Regional characteristics.Department of civil and Environmental engineering Utah State University.