



การวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
ด้วยเทคนิคออสทอสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม
และพื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น

อนุสรณ์ ภูมิผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาภูมิศาสตร์

พฤษภาคม 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ และ
หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเองเรื่อง “การวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน
ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ด้วยเทคนิคออสทอสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม และ
พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น” เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตร์บัณฑิต ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก ดร.อนุชิต วงศาโรจน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ประสิทธิ์ เมฆอรุณ)

ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

(ดร.ชาญยุทธ กฤตสุนันท์กุล)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
พฤษภาคม 2559

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก ดร.อนุชิต วงศาโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องพร้อมทั้งติดตามผลการศึกษายู่ตลอดเวลาและให้ความช่วยเหลือด้าน ข้อมูลอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงานวิจัย อีกทั้งยังช่วยแก้ไขปัญหิต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่าง การดำเนินงานวิจัย จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยเป็นกำลังใจและมอบโอกาสทางการ ศึกษา รวมถึงอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ให้กับผู้วิจัย เพื่อให้สามารถนำเอา ความรู้ที่เรียนมาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

อนุสรณ์ ภูมิผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ด้วยเทคนิคอัตโนมัติเชิงพื้นที่แบบ อัตราส่วนเพิ่มและพื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น
ผู้ศึกษาค้นคว้า	อนุสรณ์ ภูมิผล
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก ดร.อนุชิต วงศาโรจน์
ประเภทสารนิพนธ์	ภาคนิพนธ์ วท.บ. (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2558
คำสำคัญ	คุณภาพน้ำ, พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น, สหสัมพันธ์เชิงพื้นที่, โคลิฟอร์มแบคทีเรีย



แม่น้ำน่าน เป็นแหล่งน้ำที่สำคัญของจังหวัดพิษณุโลก เอื้อประโยชน์ทั้งในด้านการอุปโภค บริโภค การเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว ปัจจุบันจังหวัดพิษณุโลกได้มีการขยายตัว และมีจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความต้องการใช้น้ำเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ ทวีมามากมายขึ้น อีกทั้งคุณภาพน้ำก็สูญเสียไปมากด้วยเช่นกัน

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน ที่ไหลผ่านในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เป็นการศึกษาด้วยเทคนิคอัตโนมัติเชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation) และพื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นแบบ Kriging เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน ทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความขุ่น ทางเคมี ได้แก่ ตะกั่ว ไนเตรท และทางชีวภาพ ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบ Kriging พบว่า 1.) บริเวณช่วงแม่น้ำน่าน ตอนล่างที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลก จะมีปริมาณความเข้มข้นของสารต่างๆ สูงกว่าบริเวณช่วงแม่น้ำตอนบน 2.) ปัจจัยที่ส่งผลทำให้อุณหภูมิ ความขุ่น ในแม่น้ำน่านแตกต่างกันคือเรื่องของฤดูกาลนั้น อันเนื่องมาจากฤดูกาล จะเห็นได้ว่าเมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน อุณหภูมิของน้ำจะสูงกว่า ฤดูฝน และฤดูหนาว 3.) ปัจจัยที่ส่งผลให้ปริมาณความเข้มข้น

ของสารต่างๆ แตกต่างกัน เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณรอบแม่น้ำที่ปล่อยน้ำทิ้งน้ำเสียลง
แม่น้ำจึงทำให้ปริมาณของสารต่างๆ นั้นสะสมเพิ่มมากขึ้น แต่จุดตรวจวัดจะมีค่าคะแนน
มาตรฐาน (Z-Scores) และค่าความน่าจะเป็น (P-Value) แตกต่างกัน ถ้าค่าคะแนนมาตรฐานสูง
และค่าความน่าจะเป็นต่ำ แสดงว่าจุดนั้นมีปริมาณความเข้มข้นของสารที่สูง



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมุติฐานของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....	4
ข้อมูลที่ใช้ทำการวิเคราะห์.....	8
ระยะเวลาของข้อมูล.....	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
กรอบแนวความคิด.....	9
นิยามศัพท์.....	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ลักษณะและสภาพทั่วไปของกลุ่มน้ำน่าน.....	11
ความหมาย และประโยชน์ของน้ำ.....	12
ประเภท ลักษณะ แหล่งกำเนิดและผลกระทบของน้ำเสีย.....	15
มาตรฐานน้ำผิวดินและการจำแนกประเภท.....	19
คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และวิธีการประเมินคุณภาพน้ำ.....	22
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และแนวคิดทางด้านการวิเคราะห์เชิงพื้นที่.....	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	37

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	39
	ขั้นตอนการศึกษา.....	39
	ข้อมูลและแหล่งข้อมูล.....	40
	เครื่องมือและโปรแกรมที่ใช้.....	40
	การประมวลผลข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	41
4	ผลการวิจัย.....	43
	วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	43
	วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation).....	69
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	115
	สรุปผลการวิจัย.....	115
	อภิปรายผล.....	116
	ข้อเสนอแนะ.....	117
บรรณานุกรม.....	ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	118
ประวัติผู้วิจัย.....	Copyright by Naresuan University	119
	All rights reserved	

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน.....	19
2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิตีเดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	70
3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิตีเดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	71
4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิตีเดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	72
5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิตีเดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	73
6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิตีเดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	74
7 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิตีเดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	75
8 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิตีเดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	76
9 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิตีเดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	77
10 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิตีเดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	78
11 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความขุ่น เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
44 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	112
45 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	113
46 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	114

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....	4
2 สะพานวัดวังหิน.....	5
3 สะพานนเรศวร.....	5
4 สะพานเอกาทศรถ.....	6
5 สะพานสุพรรณกัลยา.....	6
6 สะพานวัดพันปี.....	7
7 สะพานวัดยางเอน.....	7
8 กรอบแนวความคิด.....	9
9 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุทกภูมิในแม่น้ำน่าน เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	44
10 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุทกภูมิในแม่น้ำน่าน เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	44
11 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุทกภูมิในแม่น้ำน่าน เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	44
12 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุทกภูมิในแม่น้ำน่าน เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	45
13 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุทกภูมิในแม่น้ำน่าน เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	46
14 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุทกภูมิในแม่น้ำน่าน เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	46
15 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุทกภูมิในแม่น้ำน่าน เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
16 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุณหภูมิในแม่น้ำน่าน เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	47
17 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุณหภูมิในแม่น้ำน่าน เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	48
18 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มในแม่น้ำน่าน เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	49
19 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มในแม่น้ำน่าน เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	49
20 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มในแม่น้ำน่าน เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	50
21 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มในแม่น้ำน่าน เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	50
22 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มในแม่น้ำน่าน เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	51
23 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มในแม่น้ำน่าน เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	51
24 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มในแม่น้ำน่าน เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	52
25 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มในแม่น้ำน่าน เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	52
26 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มในแม่น้ำน่าน เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
27 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่าน เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	54
28 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่าน เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	54
29 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่าน เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	55
30 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่าน เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	55
31 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่าน เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	56
32 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่าน เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	56
33 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่าน เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	57
34 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่าน เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	57
35 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่าน เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	58
36 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำน่าน เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	59
37 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำน่าน เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
38 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำน่าน เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	60
39 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำน่าน เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	60
40 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำน่าน เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	61
41 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำน่าน เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	61
42 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำน่าน เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	62
43 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำน่าน เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	62
44 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำน่าน เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	63
45 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในแม่น้ำน่าน เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	64
46 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในแม่น้ำน่าน เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	64
47 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในแม่น้ำน่าน เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	65
48 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในแม่น้ำน่าน เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
49 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในแม่น้ำน่าน เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	66
50 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในแม่น้ำน่าน เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	66
51 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในแม่น้ำน่าน เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	67
52 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในแม่น้ำน่าน เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	67
53 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในแม่น้ำน่าน เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging).....	68
54 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน สิงหาคม 2551 ด้วย วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	69
55 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน กันยายน 2551 ด้วย วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	70
56 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน ตุลาคม 2551 ด้วย วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	71
57 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	72
58 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน ธันวาคม 2551 ด้วย วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	73
59 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน มกราคม 2552 ด้วย วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
93 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	108
94 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	109
95 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	110
96 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	111
97 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	112
98 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (ISA).....	113

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำ เป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อมวลมนุษยชาติและสิ่งมีชีวิตบนโลก มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากน้ำหลายด้านเช่น การอุปโภค การเกษตร การคมนาคม การประมง การอุตสาหกรรม และการนันทนาการ จนกล่าวได้ว่า น้ำเป็นสิ่งสำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิต แต่ในทางตรงกันข้ามน้ำมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของเรา น้ำเป็นของเหลวที่ไหลและเปลี่ยนที่อยู่เสมอ เป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคบิด อหิวาตกโรค โรคพยาธิต่างๆ เป็นต้น (ประภรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล, 2552) ถึงแม้ว่าน้ำจะเป็นทรัพยากรที่ไม่หมดไปจากโลก แต่น้ำก็ไม่ได้มีอยู่ทุกหนทุกแห่งและตลอดเวลา เพราะน้ำส่วนใหญ่อยู่ในมหาสมุทรซึ่งเป็นน้ำเค็ม มนุษย์ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง

การจะมีน้ำจืดบนผิวดินและน้ำบาดาลหรือไม่ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ โครงสร้างทางธรณีวิทยา ชนิดของพืชที่ปกคลุมพื้นที่นั้นๆ รวมทั้งกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ที่มีผลต่อสภาพสมดุลทางธรรมชาติของน้ำ เช่น ปัญหาน้ำเสียจากบ้านเรือน ที่อยู่อาศัยของคนที่อยู่รวมกันเป็นชุมชนเป็นย่านที่อยู่อาศัย และย่านการค้าขาย ย่อมจะมีน้ำทิ้งจากการอุปโภคและบริโภค เช่น น้ำจากการซักล้างและการทำครัว น้ำจากสุขาที่ไม่ได้ผ่านการบำบัดให้มีคุณภาพตามมาตรฐานและอยู่ไม่ไกลจากแม่น้ำลำคลอง น้ำทิ้งเช่นนี้จะทำให้น้ำเน่าเสียได้

นอกจากนั้น ยังรวมไปถึงน้ำเสียจากการเกษตรกรรม เพราะในการเพาะปลูกปัจจุบันนี้เกษตรกรใช้สารเคมีมากขึ้น เช่น ปุ๋ย สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ซึ่งบางชนิดสลายตัวยาก สารอาจจะตกค้างอยู่ตามพืชผักผลไม้ ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค และบางส่วนอาจจะกระจายอยู่ตามพื้นดิน เมื่อฝนตกน้ำจะชะล้างสิ่งเหล่านี้ลงแม่น้ำลำคลอง เป็นเหตุให้สัตว์น้ำเป็นอันตรายถึงตายได้ ถ้าสัตว์น้ำได้รับสารเคมีบางชนิดในปริมาณไม่มาก ก็อาจจะสะสมอยู่ในตัวสัตว์ เมื่อคนจับสัตว์น้ำเหล่านั้นมาทำอาหาร สารเคมีเหล่านั้นก็จะเข้าไปสะสมอยู่ในร่างกายคนอีกทอดหนึ่ง บริเวณเพาะปลูกอาจมีมูลสัตว์ปนอยู่ เมื่อฝนตกหรือเมื่อใช้น้ำรดพืชผักผลไม้ น้ำก็จะชะล้างสิ่งปฏิกูล คือมูลสัตว์นี้ลงสู่แม่น้ำลำคลอง ในมูลสัตว์อาจจะมีเชื้อโรคและพยาธิปนอยู่ เป็นเหตุให้ผู้ใช้น้ำใน

แม่น้ำลำคลองได้รับเชื้อโรคจากสิ่งปฏิกูลนั้นได้ และสุดท้ายการอุตสาหกรรม ก็ยังมีส่วนก่อให้เกิดปัญหาเช่นกัน เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปใช้น้ำปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน น้ำที่ใช้ทำความสะอาดเครื่องมือและพื้นที่ในโรงงาน และน้ำทิ้งจากโรงงาน จะเป็นน้ำเสียไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง บางโรงงานอาจจะมีวัสดุเหลือจากผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบางประเภทปะปนไปกับน้ำทิ้งทั้งหมดนี้เป็นเหตุให้แหล่งน้ำเน่าเสีย กลายเป็นมลภาวะที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมนั้น (รัตนกาญจน์ ฤดีเจริญสกุล, 2553)

แม่น้ำน่าน มีต้นกำเนิดจากที่สูงและภูเขาทางตอนเหนือของประเทศไทยคือ บริเวณภูเขาผีปันน้ำ เทือกเขาหลวงพระบาง และเทือกเขาเพชรบูรณ์ แล้วไหลลงมาทางใต้ผ่านจังหวัดต่างๆ ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของจังหวัดพิษณุโลก เช่น จังหวัดน่าน อุตรดิตถ์ ไหลเข้าสู่จังหวัดพิษณุโลกทางตอนเหนือของอำเภอพรหมพิรามเหนือบ้านโกกเทียมเล็กน้อย แม่น้ำน่านจะไหลคดเคี้ยวไปมาผ่านตอนกลางของเขตที่ราบลุ่มในแนวเหนือใต้ ผ่านอำเภอเมืองพิษณุโลก จนกระทั่งถึงตอนใต้ของอำเภอบางกระทุ่ม บริเวณบ้านสนามคลี่ – บ้านวัดหงส์ รวมความยาวที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลกตามลำน้ำประมาณ 127.5 กิโลเมตร (นงคราญ กาญจนประเสริฐ, 2542)

แม่น้ำน่าน เป็นแหล่งน้ำที่สำคัญของจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งประชากรได้นำน้ำมาใช้ในด้านการอุปโภคและบริโภค การเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว ปัจจุบันจังหวัดพิษณุโลกได้มีการขยายตัวและมีจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความต้องการใช้น้ำเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ นั้นมากขึ้น ทำให้เกิดน้ำทิ้งน้ำเสียจากชุมชนมากขึ้นพร้อมกับมีการขยายตัวของบ้านเรือนร้านค้า ร้านอาหาร และหน่วยงานต่างๆ ของภาครัฐและเอกชน ที่ตั้งอยู่ริมสองฝั่งแม่น้ำ และยังเป็นแหล่งน้ำดิบในการทำน้ำประปาและนำน้ำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ นั้น ควรคำนึงถึงความสะอาดความเหมาะสมของน้ำ ก่อนนำไปใช้ทำกิจกรรมต่างๆ

การศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน เพื่อเป็นการประเมินคุณภาพของน้ำ วิเคราะห์คุณภาพน้ำในครั้งนี้จะใช้วิธีด้วยเทคนิคออสทสสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation) และสร้างแผนที่พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น (Kriging) เพื่อเป็นข้อมูลหรือแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ในการบริหารจัดการแม่น้ำน่านให้มีประสิทธิภาพเหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษา ด้วยเทคนิคพื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น (Kriging interpolation Techniques)
2. วิเคราะห์คุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษาด้วยเทคนิคอัตโนมัติเชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่านที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลก แต่ละช่วงแม่น้ำมีคุณภาพน้ำที่แตกต่างกัน บริเวณช่วงแม่น้ำตอนล่างที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลกแล้ว น่าจะมีปริมาณความเข้มข้นของสารต่างๆ สูงกว่าบริเวณช่วงแม่น้ำตอนบนที่กำลังไหลเข้ามายังตัวเมืองพิษณุโลกในพื้นที่ศึกษา

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่านในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ด้วยเทคนิคอัตโนมัติเชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม และพื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น จะทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ และความขุ่น คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ตะกั่วและไนเตรท และคุณภาพน้ำทางชีวภาพ ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยจะทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยเทคนิคอัตโนมัติเชิงพื้นที่ (Spatial Autocorrelation) และสร้างแผนที่พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น (Kriging) เพื่อเป็นข้อมูลหรือแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ในการบริหารจัดการแม่น้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

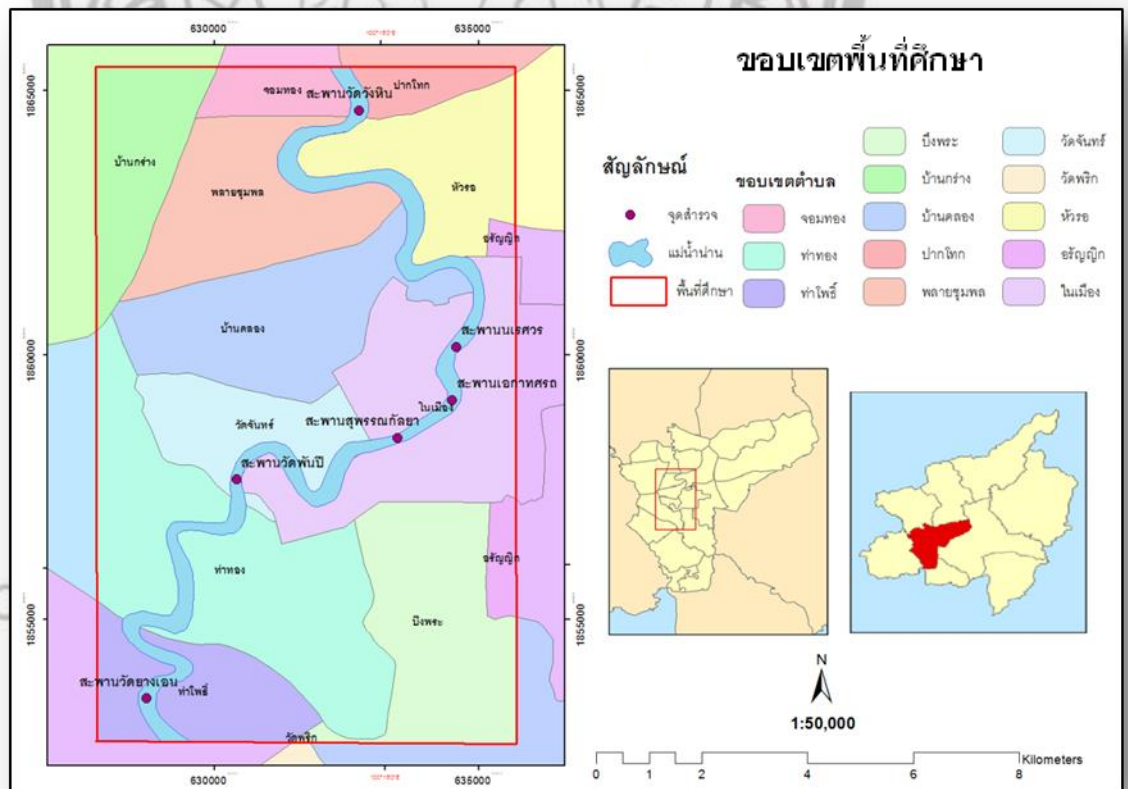
All rights reserved

1.5 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

จะศึกษาแม่น้ำน่านเฉพาะช่วงแม่น้ำที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลก โดยมีจุดสำรวจคุณภาพน้ำ 6 จุดดังต่อไปนี้

จุดที่ 1 สะพานวัดวังหิน	พิกัด Lat. 16° 51' 53.3"N Long. 100° 14' 41.1"E
จุดที่ 2 สะพานนเรศวร	พิกัด Lat. 16° 49' 23.0"N Long. 100° 15' 36.8"E
จุดที่ 3 สะพานเอกาทศรถ	พิกัด Lat. 16° 48' 54.5"N Long. 100° 15' 38.1"E
จุดที่ 4 สะพานสุพรรณกัลยา	พิกัด Lat. 16° 48' 22.1"N Long. 100° 14' 44.1"E
จุดที่ 5 สะพานวัดพันปี	พิกัด Lat. 16° 48' 01.9"N Long. 100° 13' 15.3"E
จุดที่ 6 สะพานวัดยางเอน	พิกัด Lat. 16° 45' 50.8"N Long. 100° 12' 20 "E

ขอบเขตพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาแม่น้ำน่านช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลก



ภาพที่ 2 สะพานวัดวังหิน

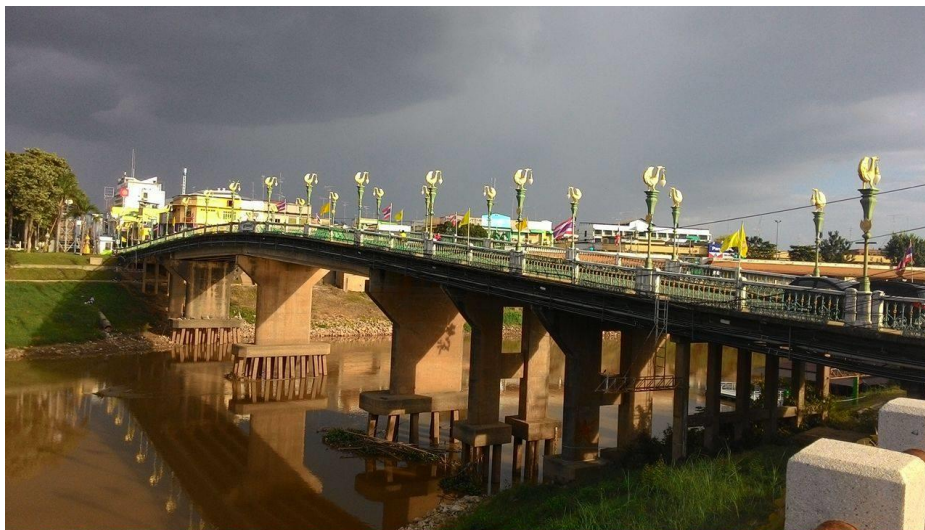


สชสชธ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาพที่ 3 สะพานนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



ภาพที่ 4 สะพานเอกาทศรถ



ภาพที่ 5 สะพานสุพรรณกัลยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยสุพรรณบุรี
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพที่ 6 สะพานวัดพันปี



ภาพที่ 7 สะพานวัดยางเอน

ลิขสิทธิ์ © มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

1.6 ข้อมูลที่ใช้ทำการวิเคราะห์

- ข้อมูลคุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์อุณหภูมิ และความขุ่น
- ข้อมูลคุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์ไนเตรท และตะกั่ว
- ข้อมูลคุณภาพน้ำทางชีวภาพ ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

1.7 ระยะเวลาของข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ระยะเวลาของข้อมูล 9 เดือน จาก เดือน สิงหาคม 2551 ถึง เดือน เมษายน 2552

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

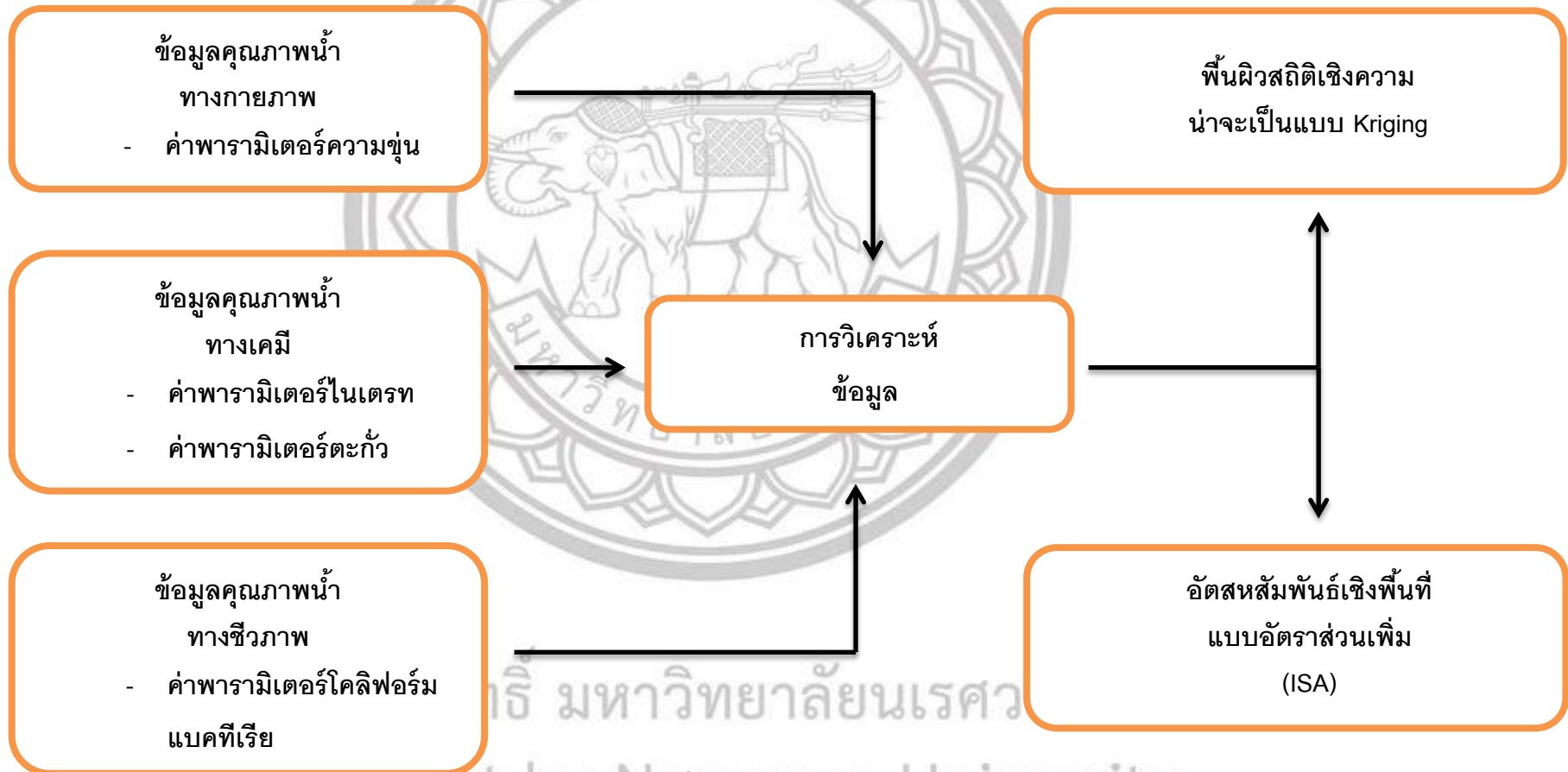
1. ทำให้ทราบถึงข้อมูลคุณภาพน้ำในแม่น้ำน่าน ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ
2. เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา
3. เป็นข้อมูลเฝ้าระวังเตือนภัยปัญหามลพิษทางน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

1.9 กรอบแนวความคิด



1.10 นิยามศัพท์

ความหมายของนิยามศัพท์ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีดังต่อไปนี้

1.10.1 คุณภาพน้ำ (Water Quality)

คือ คุณภาพในแหล่งน้ำ อาจเป็นแม่น้ำลำธาร อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ ทะเล ตลอดจนแหล่งน้ำใต้ดิน ความหมายของคุณภาพน้ำสำหรับผู้ใช้น้ำแต่ละกลุ่มจึงมีความแตกต่างกัน เช่น หากคำนึงถึงความปลอดภัยของน้ำ น้ำที่มีสารประกอบต่างๆละลายอยู่น้อย เช่น น้ำกลั่นจะมีคุณภาพดีที่สุด ในขณะที่น้ำทะเลซึ่งมีเกลือแร่ละลายอยู่มาก จะมีคุณภาพไม่ดี อย่างไรก็ตามสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ชนิดดำรงอยู่ได้ในน้ำทะเลเท่านั้น ดังนั้นน้ำทะเลจึงมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ จึงอาจกล่าวได้ว่า คุณภาพน้ำที่ดี คือ คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

1.10.2 พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น (Kriging)

คือ วิธีการประมาณค่าที่สันนิษฐานจากระยะทาง หรือทิศทางระหว่างจุดตัวอย่างแต่ละจุด ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ที่สามารถนำมาใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวได้ ด้วยวิธีการ kriging นี้ จะทำการเลือกสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับจุดตัวอย่าง คุณภาพน้ำทั้งหมด ภายในรัศมีระยะทางแม่น้ำที่กำหนดเพื่อให้ค่าผลลัพธ์ในแต่ละพื้นที่ออกมา

1.10.3 สหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Autocorrelation)

คือ การคำนวณหาค่าสถิติเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ที่ใกล้เคียงกันและมีค่าใกล้เคียงกันจะทำให้ค่าของสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่สูง เพราะฉะนั้นหากต้องการคำนวณค่าสหสัมพันธ์ จะต้องขึ้นอยู่กับค่าของพื้นที่หรือปัจจัยที่มีผลต่อกันระหว่างพื้นที่หนึ่งและอีกพื้นที่หนึ่งที่อยู่ใกล้เคียง

1.10.4 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria)

คือ แบคทีเรียชี้แนะ (Bacteriological indicator) ซึ่งถ้าตรวจพบในน้ำก็แสดงว่าน้ำนั้นน่าจะไม่ปลอดภัย คืออาจมีเชื้อโรคอยู่ในน้ำ ซึ่งคุณสมบัติของแบคทีเรียชี้แนะที่สืบดังนี้

- เมื่อพบแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอยู่ในน้ำ จะต้องพบแบคทีเรียชี้แนะอยู่ในน้ำด้วย
- มีจำนวนแปรผันตามจำนวนของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค
- สามารถอยู่ในน้ำได้นานกว่าแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษารววิเคราะห์คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน ที่ไหลผ่านในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ด้วยเทคนิคออสทอสัมพันธ์เชิงพื้นที่และพื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นนี้ ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อดังต่อไปนี้

- 2.1 ลักษณะและสภาพทั่วไปของกลุ่มน้ำน่าน
- 2.2 ความหมายและประโยชน์ของน้ำ
- 2.3 ประเภท ลักษณะ แหล่งกำเนิดและผลกระทบของน้ำเสีย
- 2.4 มาตรฐานน้ำผิวดิน และการจำแนกประเภท
- 2.5 คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และวิธีการประเมินคุณภาพน้ำ
- 2.6 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และแนวคิดทางด้านกรวิเคราะห์เชิงพื้นที่
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะและสภาพทั่วไปของกลุ่มน้ำน่าน

2.1.1 ลักษณะทางกายภาพ

แม่น้ำน่านมีต้นกำเนิดอยู่ที่ดอยภูแว ในเทือกเขาหลวงพระบาง จังหวัดน่าน มีความยาวตลอดลำน้ำ 615 กิโลเมตร นับเป็นหนึ่งในแม่น้ำสายหลักในภาคเหนือและภาคกลางของไทย โดยได้ไหลรวมกับแม่น้ำปิง กลายเป็นแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำสำคัญของประเทศไทย แม่น้ำน่านไหลมาจาก อำเภอเฉลิมพระเกียรติ อำเภอทุ่งช้าง อำเภอเชียงกลาง อำเภอปัว อำเภอท่าวังผา อำเภอเมืองน่าน อำเภอภูเพียง อำเภอเวียงสา อำเภอนาน้อย ผ่านมาทางอำเภอนาหมื่น จังหวัดน่านและถูกกั้นด้วยเขื่อนสิริกิติ์ ที่อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ จากนั้นไหลผ่านอำเภอเมืองอุตรดิตถ์ อำเภอตรอน อำเภอพิชัย ลงมายังอำเภอพรหมพิรามเหนือบ้านโกลกเทียมเล็กน้อย แม่น้ำน่านจะไหลคดเคี้ยวไปมาผ่านตอนกลางของเขตที่ราบลุ่มในแนวเหนือใต้ ผ่านอำเภอเมืองพิษณุโลก จนกระทั่งถึงตอนใต้ของอำเภอบางกระทุ่ม บริเวณบ้านสนามคลี่ – บ้านวัดหงส์ แล้วไหลผ่านอำเภอเมืองพิจิตร อำเภอตะพานหิน อำเภอบางมูลนาก รวมกับแม่น้ำยม ที่ตำบลเกยไชย อำเภอชุมแสง จังหวัด

นครสวรรค์ แล้วไหลไปรวมกับแม่น้ำปิง ที่ตำบลแควใหญ่ อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ เป็นแม่น้ำเจ้าพระยา

2.1.2 ลักษณะภูมิเวศน์ลุ่มน้ำน่าน

- ลักษณะเป็นวัง หลง (น้ำครก) แก่ง หาด ดอน โหล่ง ตี๊ด (สวนริมน้ำ)
- พื้นที่ลุ่มน้ำน่าน ตอนบนในเขตพื้นที่จังหวัดน่าน จะเป็นลักษณะบางแห่งเป็นที่ราบเชิงเขา บางแห่งก็เป็นที่ลาดชัน ไหล่เขา ผืนป่าดงดิบ ป่าดิบชื้น
- ริมแม่น้ำน่านจะเป็นพื้นที่การเกษตรกรรมน้ำ เช่น ข้าวโพด ถั่ว (ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วดำ ถั่วเขียว) ไร่ข้าว นาข้าวเป็นบางส่วน
- พื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนกลาง จะเป็นที่ราบลุ่ม วิถีเกษตรกรรมน้ำจะเป็นสวนผักต่างๆ (ผักกาด มันแกว ถั่วต่างๆ ไร่ยาสูบ นาข้าว ไร่ข้าวโพด)
- พื้นที่ตอนปลายในเขตพื้นที่จังหวัดน่านจะเป็นพื้นที่ลาดชันตามหุบเขา ลำน้ำน่านส่วนใหญ่จะลัดเลาะตามหุบเขา ผืนที่ลุ่มน้ำน่านส่วนใหญ่จะเป็นป่า เขา การเกษตรจะเป็น ข้าวโพดเป็นส่วนใหญ่
- พื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนกลาง และตอนปลาย จะเป็นที่ราบลุ่ม วิถีเกษตรจะเป็นการ ทำนา ทำสวนเป็นส่วนใหญ่ หรือการบริโภค /อุปโภค เป็นหลัก (เครือข่ายแม่น้ำภาคเหนือ.ลุ่มแม่น้ำน่าน สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2558. จาก <http://northern-thailand-river.com>.)

2.2 ความหมาย และประโยชน์ของน้ำ

2.2.1 น้ำ (Water)

สารประกอบที่มีอยู่จำนวนมากบนผิวโลก ได้แก่สารประกอบที่เรียกว่าน้ำ น้ำมีอยู่ประมาณ 1.5 พันลูกบาศก์กิโลเมตรหรือในจำนวนนี้ร้อยละ 97 อยู่ในมหาสมุทร และเป็นน้ำแข็งที่ขั้วโลก ธารน้ำแข็ง ทะเลสาบ แม่น้ำ น้ำส่วนที่เป็นแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดินที่สามารถนำมาใช้นั้นมีเพียงร้อยละ 0.63 เท่านั้น นอกนั้นเป็นน้ำที่กลายเป็นน้ำแข็งอยู่ที่ขั้วโลก น้ำที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาตินั้นเป็นน้ำที่ได้มาจากฝนที่ตกลงมาสู่พื้นโลก ในขณะที่ดวงอาทิตย์ทำให้น้ำระเหยจากมหาสมุทรขึ้นสู่บรรยากาศวันละ 875 ลูกบาศก์กิโลเมตร ในขณะที่ฝนตกผ่านบรรยากาศของโลกนั้นจะเอาแก๊สและสารต่างๆไว้ด้วย ฉะนั้นน้ำฝนจะมีกาซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่เสมอ น้ำฝนที่ตกลงมาจะเป็นแหล่งน้ำผิวดินได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง บึง หนอง และแหล่งน้ำใต้ดิน

น้ำมีคุณสมบัติพิเศษมีได้ในโลกทั้งสามสถานะคือ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส มีจุดเดือด 100 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นมากที่สุดที่ 4 องศาเซลเซียส และน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี และเป็นตัวทำความเย็นที่ดี

จากปรากฏการณ์ธรรมชาติเกี่ยวกับวัฏจักรของน้ำ เมื่อนำมาพิจารณาแล้วจะแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

1. น้ำจากบรรยากาศ (Atmospheric water) ได้แก่ น้ำที่อยู่ในสภาพเป็นไอ เช่น หมอก และเมฆ น้ำที่อยู่ในสภาพของเหลว เช่น ฝนและน้ำค้าง และน้ำที่อยู่ในสภาพของแข็ง เช่น ลูกเห็บ และหิมะ น้ำจากบรรยากาศนี้เกิดขึ้นได้ก็เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะทางอุณหภูมิตามวัฏจักรของน้ำ ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญคือ กระแสลม อุณหภูมิ และความดันอากาศทำให้เกิดเหตุการณ์ต่างๆ ขึ้น

2. น้ำผิวดิน (Subsurface water) ได้แก่ น้ำจากบรรยากาศที่ตกลงมาสู่พื้นโลก แล้วไหลหรือถูกกักอยู่ในลำธาร แม่น้ำหนอง ทะเลสาบ ทะเล หรือมหาสมุทร

3. น้ำใต้ดิน (Subsurface water) ได้แก่ น้ำจากบรรยากาศที่ตกลงมาสู่พื้นโลก แล้วซึมลงใต้ดิน ถูกกักเก็บไว้ในดินและในหิน น้ำใต้ดินส่วนที่ซึมอยู่ในดิน ในระดับความลึกเท่าที่รากของพืชจะไหลลงไปถึง น้ำชนิดนี้จะเป็นประโยชน์ต่อพืช เรียกว่าน้ำในดิน (Soil water) ซึ่งอาจจะแห้งหายไปถ้าไม่มีฝนตกลงมาเพิ่มเติม หรือถูกแดดจนระเหยเป็นไอไปหมด บ่อขุดซึ่งมีน้ำใช้ในฤดูฝนแห้งในฤดูแล้ง เป็นบ่อที่ได้จากน้ำในดิน ส่วนที่เหลือจากการดูดซึมของดินจะไหลซึมลึกลงไปอีกจนไปถูกกักอยู่ในช่องว่างของเศษหิน ดิน หินทราย หรือหิน จนกระทั่งวัตถุเหล่านั้นอิ่มตัวด้วยน้ำ เรียกว่าบาดาล

2.2.2 ประโยชน์ของน้ำ

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะเป็นมนุษย์สัตว์เล็กๆ สัตว์ใหญ่ตลอดจนพืชถ้าขาดน้ำแล้วก็ต้องแห้งเหี่ยวและเฉาตายในที่สุด มนุษย์ต้องใช้น้ำและมีความสัมพันธ์กับน้ำในชีวิตประจำวันตั้งแต่ตื่นนอนเห็นได้อย่างชัดเจน เช่น ในการดื่ม ใช้สำหรับหุงต้มอาหาร ใช้ชำระล้างสิ่งสกปรกต่าง ๆ ใช้ซักผ้า ใช้ในเครื่องทำความร้อน เป็นต้น

- การเกษตรกรรม ใช้ทำนาทำสวนเลี้ยงสัตว์

- การอุตสาหกรรมต่างๆ ใช้ในการหล่อเย็น การชำระล้าง การกำจัดขยะ ตลอดจนใช้ในการดับเพลิง

- การนันทนาการ เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ สำหรับการท่องเที่ยว การตกปลา การเล่นกีฬาทางน้ำ ตลอดจนการประกอบอาชีพการท่องเที่ยว

น้ำมีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์มากเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับชีวิตมนุษย์ รองจากอากาศ (ออกซิเจน) มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เมื่อขาดอาหารเป็นเดือนๆ (จากสถิติโลกครั้งสุดท้าย) มนุษย์สามารถอดอาหารได้นานถึง 64 วัน (จึงตาย) แต่ถ้าขาดน้ำเพียงแค่ 2-3 วัน มนุษย์อาจจะตายทันที ทั้งนี้เพราะน้ำเป็นตัวที่มีบทบาทสำคัญต่อร่างกายมนุษย์มาก กล่าวคือ

1. เซลล์ในร่างกายมนุษย์ต้องการเพื่อไปทำให้โครงสร้างของเซลล์คงรูปอยู่ได้ และสามารถทำงานได้ตามปกติ

2. น้ำเป็นตัวนำอาหารไปเลี้ยงกล้ามเนื้อต่างๆ และเวลาเดียวกันน้ำก็เป็นตัวนำของเสียออกจากกล้ามเนื้อต่างๆ ด้วย และขับถ่ายออกมาจากร่างกายมนุษย์ในรูปของเหงื่อและปัสสาวะ เป็นต้น

3. น้ำช่วยในการเสริมสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของกล้ามเนื้อ ช่วยหล่อลื่นไขข้อต่างๆ ของร่างกาย ช่วยย่อยอาหาร ช่วยให้โลหิตไหลเวียนทั่วร่างกาย

4. ช่วยรักษาและควบคุมอุณหภูมิในร่างกายให้อยู่ในระดับปกติ หากร้อนเกินไปก็ต้องระบายออกมาในรูปของเหงื่อ เป็นต้น

ถึงแม้น้ำจะมีประโยชน์แก่มนุษย์อย่างมหาศาลแต่ก็มีโทษอยู่หลายประการด้วยกัน ดังตัวอย่างเช่น

1. ในฤดูน้ำหลาก น้ำท่วมบ้านเรือนประชาชน ไร่นาเสียหาย ถนนหนทางชำรุดอยู่บ่อยๆ หรือที่เรียกว่าอุทกภัย

2. น้ำยังเป็นพาหะนำโรคต่างๆ มาสู่คน เช่น โรคอหิวาตกโรค ไข้รากสาด ไข้รากสาด-เทียม โรคบิด โรคท้องร่วง ฯลฯ ซึ่งโรคพวกนี้เรียกว่า โรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ

3. น้ำที่มีคุณภาพไม่ดี ไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล เช่น น้ำมีเชื้อแบคทีเรียที่นำโรคต่างๆ หรือสารเคมีที่เป็นพิษต่างๆ เจือปนอยู่อาจทำให้เราเจ็บป่วยหรือตายได้

ฉะนั้นจึงควรแสวงหาแหล่งน้ำที่สะอาดไม่มีสารพิษไม่มีเชื้อโรค สำหรับอุปโภคบริโภค จึงเกิดระบบการปรับปรุงควบคุมคุณภาพน้ำหรือระบบประปา ปัจจุบันปัญหาการสุขาภิบาลน้ำดื่มน้ำใช้เป็นที่หน้าสนใจของประชาชน การปรับปรุงคุณภาพน้ำ ทั้งทางด้านฟิสิกส์ ทางด้านเคมี และทางด้านชีววิทยาของน้ำดิบ ก่อนนำมาใช้อุปโภคบริโภค จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

2.3 ประเภท ลักษณะ แหล่งกำเนิดและผลกระทบของน้ำเสีย

2.3.1 สิ่งสกปรกในน้ำเสีย

สิ่งสกปรกในน้ำเสียเป็นสิ่งที่ต้องการกำจัดออกจากน้ำเสียให้มากที่สุด เพื่อให้มีสภาพที่ดีขึ้นก่อนที่จะปล่อยออกไปสู่แหล่งน้ำอื่นๆ สิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียทั่วไป มีดังนี้คือ

1. สารอินทรีย์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เช่นเศษข้าว พืชผัก ชี้นเนื้อ
2. สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่ไม่อาจทำให้เกิดน้ำเน่าเหม็นแต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต หรือเป็นอุปสรรคในการกระบวนการผลิตน้ำประปา ได้แก่ คลอไรด์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ เป็นต้น
3. โลหะหนักและสารพิษอื่นๆ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ และสามารถสะสมอยู่ในวงจรอาหาร เกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท ไครเมียม ทองแดง ปกติจะมาจากน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร
4. ไขมันและสารลอยน้ำต่าง ๆ เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงและกีดขวางการละลายของออกซิเจนจากอากาศสู่น้ำ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดสภาพที่ไม่น่าดู
5. ความร้อน ทำให้อุณหภูมิของน้ำเสียสูงขึ้น มีผลทำให้เกิดการเร่งปฏิกิริยา การใช้ ออกซิเจนของจุลินทรีย์ และลดระดับการละลายของออกซิเจนในน้ำ
6. ของแข็งจะประกอบด้วยของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) ตะกอนหนัก (Settleable Solids) และของแข็งละลาย (Dissolved Solid) ซึ่งทั้งหมดจะส่งผลทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนที่ท้องน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน มีความขุ่นสูง มีผลกระทบต่ออาการดำรงชีพของสัตว์น้ำ และการนำน้ำไปใช้ประโยชน์
- 7 สีและความขุ่น มักเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ กระดาษ ฟอกหนัง และโรงฆ่าสัตว์ สีและความขุ่นจะขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์แสงในลำน้ำทำให้เกิดสภาพที่ไม่น่าดู
8. กรดและด่าง วัดโดยค่า pH (พีเอช) ค่าพีเอชที่มีค่ามากกว่า 7 หมายถึง น้ำนั้นมีสภาพเป็นด่าง ค่าพีเอชมีค่าน้อยกว่า 7 หมายถึง น้ำนั้นมีสภาพเป็นกรด น้ำสะอาดจะต้องมีค่าพีเอชเท่ากับ 7 ค่าพีเอชมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำและการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ ค่าพีเอชของน้ำทิ้งที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 5 ถึง 9
9. สารก่อให้เกิดฟอง/สารซักฟอก ได้แก่ ผงซักฟอก สบู่ ฟองจะกีดกันการกระจายของออกซิเจนในอากาศสู่น้ำ และเป็นอันตรายต่อปลา

10. จุลินทรีย์ (Microorganism) นำเสียจากโรงฟอกหนัง โรงฆ่าสัตว์ หรือโรงงานผลิตอาหารกระป๋องจะมีจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก

11. สารกัมมันตภาพรังสี อาจจะมาจากรังสีจากโรงพยาบาล หรือองค์กรของรัฐบาล เป็นสารอันตรายเมื่อสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตจะก่อให้เกิดมะเร็งได้

12. ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ถ้ามีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตเกินขีดของสาหร่าย (Algae Bloom) ซึ่งจะลดระดับออกซิเจนในน้ำในช่วงเวลากลางคืนและทำให้เกิดวัชพืชน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาแก่การผันจรมหาน้ำและการนำไปใช้

13. กลิ่น เกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบไร้อากาศ จากแหล่งโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานทำปลาป่น โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น

2.3.2 ประเภทของน้ำเสีย

น้ำเสียแบ่งออกเป็นประเภทตามแหล่งกำเนิด ได้เป็น 4 ประเภท

1. น้ำเสียจากแหล่งชุมชน (Domestic Wastewater)

น้ำเสียประเภทนี้โดยทั่วไปมาจาก 2 แหล่งใหญ่คือ 1. น้ำเสียจากอาคารที่พักอาศัย ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากสิ่งปฏิกูลและน้ำเสียที่มาจากแหล่งอื่น ๆ เช่น ประกอบอาหาร การล้างภาชนะ อุปกรณ์ และชำระล้างร่างกาย เป็นต้น 2. น้ำเสียจากสถานประกอบการต่างๆ สิ่งสกปรกที่ปนอยู่ในน้ำเสียประเภทนี้มีทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ น้ำเสียจากแหล่งชุมชนแต่ละแห่งแต่ก็มีลักษณะและปริมาณที่แตกต่างกันออกไป

2. น้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater)

มีลักษณะแตกต่างกันออกไปแล้วแต่ชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่จะมาจากส่วนต่างๆ ของกระบวนการอุตสาหกรรม เช่น

2.1 น้ำหล่อเย็น (Cooling Water) เป็นน้ำเสียที่เกิดจากการระบายความร้อนในเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ น้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิสูงถึง 40-60 องศาเซลเซียส ความร้อนนี้จัดเป็นสิ่งสกปรกอย่างหนึ่งเช่นกัน คือทำให้เกิด Thermal Pollution

2.2 น้ำล้าง (Wash Water) ได้แก่ น้ำเสียที่มาจาก การล้างวัตถุดิบ เครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆ และพื้นโรงงาน เป็นต้น น้ำล้างนี้อาจมีความสกปรกมากๆ เช่น มีคราบน้ำมัน มีสารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในการทำความสะอาดละลายอยู่

2.3 น้ำจากกระบวนการผลิต (Process Wastewater) เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต ส่วนใหญ่เป็นน้ำที่สกปรกค่อนข้างมาก

2.4 น้ำเสียอื่นๆ (Miscellaneous Wastewater) เช่น น้ำเสียจากหม้อน้ำ น้ำเสียจากเครื่องกรองความกระด้างของน้ำ ฯลฯ

3. น้ำเสียจากการเกษตร (Agricultural Wastewaters)

ได้แก่ น้ำเสียจากการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงสัตว์ที่เป็นลักษณะของอุตสาหกรรม เช่น สุกร โค ปลา และกุ้ง เป็นต้น

4. น้ำที่เกิดจากน้ำฝน (Storm Sewage)

ได้แก่ น้ำฝนที่ตกลงมาแล้วไหลลงไปตามพื้นดิน น้ำเสียประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องผ่านระบบบำบัดสามารถปล่อยลงสู่แหล่งรับน้ำได้เลย

2.3.3 ตัวกำหนด (Parameters) ที่ใช้แสดงลักษณะของน้ำเสีย

แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. ตัวกำหนดทางกายภาพ (Physical Parameter) ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ ของแข็งทั้งหมด ของแข็งละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอยระเหย ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

2. ตัวกำหนดทางเคมี (Chemical Parameter) ได้แก่ ความเป็นกรด – เบส คลอไรด์ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ออกซิเจนละลาย บีโอดี ซีโอดี ฟอสฟอรัส ทีเคเอ็น-ไนโตรเจน

3. ตัวกำหนดทางชีวภาพ (Biological Parameter) ได้แก่ การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มในน้ำเสีย

2.3.4 แหล่งและประเภทของมลพิษของน้ำ

สิ่งที่ทำให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำมีที่มาจากหลายแหล่งด้วยกัน เราอาจจำแนกประเภทของมลพิษของน้ำตามแหล่งที่มาของสารมลพิษ คือ

1. มลพิษของน้ำที่เกิดจากน้ำโสโครกของแหล่งชุมชน (Domestic wastewaters) น้ำโสโครกจากแหล่งชุมชน เป็นน้ำโสโครกที่จัดได้ว่ามีส่วนประกอบค่อนข้างคงที่ สิ่งที่ควบคุมลักษณะและส่วนประกอบของน้ำโสโครก ได้แก่

1) ลักษณะของชุมชน ถ้าเป็นชุมชนที่มีการใช้น้ำต่อบุคคลที่จำกัดก็ทำให้มีความเข้มข้นของสิ่งสกปรกมาก

2) ระบบท่อระบายน้ำ ถ้ามีท่อระบายน้ำโสโครกจากบ้านเรือนแยกน้ำล้นผิวถนนหรือผิวดิน หรือไม่มีน้ำโสโครกจากโรงงานอุตสาหกรรมย่อยมาปะปนแล้วความเข้มข้นและ

ส่วนประกอบของน้ำโสโครกก็จะคงที่ ความยาวของระบบท่อก็มีความสำคัญ เนื่องจากถ้าระบบท่อมีความยาวมากเกินไป ก็จะทำให้เกิดการเน่าเสียขึ้นภายในท่อ และก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่า

3) อัตราการไหลภายในท่อ ในแต่ละวันอัตราการไหลอาจไม่เท่ากัน ฉะนั้นจึงอาจมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำโสโครกได้

ถ้าน้ำโสโครกจากแหล่งชุมชนถูกถ่ายเทลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่มีการกำจัดสิ่งโสโครกที่ละลายอยู่ในน้ำหรือแขวนลอยอยู่ก่อน ก็จะทำให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำได้ดังนี้

1. ผลกระทบทางด้านสาธารณสุข อาจทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรค เช่น เชื้อบิด และอหิวาตกโรค ทางสาธารณสุขได้ใช้แบคทีเรียพวกหนึ่งเป็นดัชนีมาตรฐานคุณภาพน้ำ แบคทีเรียพวกนี้ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยปกติแบคทีเรียพวกนี้จะอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์ โดยไม่ก่อให้เกิดโรค ถ้าพบแบคทีเรียพวกนี้มากในแหล่งน้ำก็แสดงว่าแหล่งน้ำนั้น มีโอกาสที่จะมีเชื้อโรคบางชนิดที่เป็นอันตรายปะปนอยู่

2. ผลกระทบในเรื่องการลดปริมาณ การละลายของออกซิเจน แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำโสโครกจากชุมชนอาจเกิดการเน่าเสียขึ้นได้ การเน่าเสียของน้ำเกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์พวกหนึ่งที่ต้องการออกซิเจนเพื่อการหายใจ ถ้ามีน้ำโสโครกเป็นอินทรีย์สารมาก ก็จะทำให้มีการย่อยสลายมากขึ้น และออกซิเจนจะลดปริมาณลงไปมากด้วย

3. ผลกระทบในแง่ความสวยงามของแหล่งน้ำ น้ำโสโครกจากแหล่งชุมชนที่มีปริมาณตะกอนที่แขวนลอยอยู่สูง อาจทำให้น้ำเปลี่ยนสีได้ การเน่าเสียของน้ำ ทำให้หมดความสวยงาม นอกจากนี้กลิ่นที่เน่าเสียยังก่อให้เกิดความรำคาญต่อผู้คนที่อาศัยอยู่ใกล้แหล่งน้ำที่เน่าเสียนั้น

2.3.5 มลพิษของน้ำที่เกิดจากการเกษตรกรรม (agricultural wastewaters)

วิวัฒนาการในด้านการเกษตรนั้น ถ้าไม่มีการวางแผนที่ดีพอก็อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ ทั้งนี้เป็นเพราะการเกษตรกรรมนั้นเกี่ยวข้องกับใช้น้ำซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากการชลประทาน และเกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตของพืช เช่น การใช้ปุ๋ยที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เพื่อเป็นธาตุอาหารของพืช การใช้ยาปราบศัตรูพืชก็มีบทบาทที่สำคัญมากในการอยู่รอดของพืช การใช้สารประกอบเหล่านี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ยาปราบศัตรูพืชที่ถูกฉีดพ่นลงไปไหนและน้ำนั้นบางส่วนจะติดอยู่ตามใบ บางส่วนก็อาจถูกพัดพาโดยลมไปตกยังที่ต่างๆ เพื่อฝนตกก็จะถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ สารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก็เช่นเดียวกันถ้าใช้มากเกินไป เมื่อมีการชะล้างลงสู่แหล่งน้ำก็จะเกิดผลกระทบ ทำให้น้ำมีธาตุอาหารมากเกินไป อาจก่อให้เกิดแพลงก์ตุน้ำอย่างรวดเร็ว

ของแพลงก์ตอนพืช และผลต่อมาก็คือการลดลงของออกซิเจนในน้ำในเวลากลางคืน มีผลกระทบต่อพวกสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น (รัตนกาญจน์ ฤดีเจริญสกุล, 2553)

2.4 มาตรฐานน้ำผิวดินและการจำแนกประเภท

ประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติ และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ดังรายละเอียดในตาราง

ตารางที่ 1 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5
1. สี กลิ่น และรส (Colour, Odour and Taste)	-	-	๓	๓'	๓'	๓'	-
2. อุณหภูมิ (Temperature)	°ซ	-	๓	๓'	๓'	๓'	-
3. ความเป็นกรดต่าง (pH)	-	-	๓	5.0 – 9.0	5.0 – 9.0	5.0 – 9.0	-
4. ออกซิเจนละลาย(DO) ^{2/}	มก./ล.	-	๓	6.0	4.0	2.0	-
5. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	P20	๓	1.5	2.0	4.0	-
6. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	เอ็ม.พี.เอ็น/ 100 มล.	P80	๓	5,000	20,000	-	-
8. ไนเตรต (NO ₃) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	๓	5.0	5.0	5.0	-
9. แอมโมเนีย (NH ₃) ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	-	๓	0.5	0.5	0.5	-
10. ฟีนอล (Phenols)	มก./ล.	-	๓	0.005	0.005	0.005	-
11. ทองแดง (Cu)	มก./ล.	-	๓	0.1	0.1	0.1	-
12. นิกเกิล (Ni)	มก./ล.	-	๓	0.1	0.1	0.1	-
13. แมงกานีส (Mn)	มก./ล.	-	๓	1.0	1.0	1.0	-
14. สังกะสี (Zn)	มก./ล.	-	๓	1.0	1.0	1.0	-
15. แคดเมียม (Cd)	มก./ล.	-	๓	0.005* 0.05**	0.005* 0.05**	0.005* 0.05**	-

ตารางที่ 1 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (ต่อ)

ดัชนีคุณภาพน้ำ ^{1/}	หน่วย	ค่าทางสถิติ	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{2/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5
16. โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)	มก./ล.	-	๓	0.05	0.05	0.05	-
17. ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	-	๓	0.05	0.05	0.05	-
18. ปรอททั้งหมด (Total Hg)	มก./ล.	-	๓	0.002	0.002	0.002	-
19. สารหนู (As)	มก./ล.	-	๓	0.01	0.01	0.01	-
20. ไซยาไนด์ (Cyanide)	มก./ล.	-	๓	0.005	0.005	0.005	-
21. กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)	เบคเคอเรล/ล.	-	๓	0.1	0.1	0.1	-
-ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)	เบคเคอเรล/ล.	-	๓	1.0	1.0	1.0	-
-ค่ารังสีเบตา (Beta)	-	-	๓	0.05	0.05	0.05	-
22. สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)	มก./ล.	-	๓	0.05	0.05	0.05	-
23. ดีดีที (DDT)	ไมโครกรัม/ล.	-	๓	1.0	1.0	1.0	-
24. บีเฮคซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC)	ไมโครกรัม/ล.	-	๓	0.02	0.02	0.02	-
25. ดีลดีริน (Dieldrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	๓	0.2	0.2	0.2	-
26. อัลดีริน (Aldrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	๓	0.1	0.1	0.1	-
27. เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachlor & Heptachlor epoxide)	ไมโครกรัม/ล.	-	๓	0.2	0.2	0.2	-
28. เอนดริน (Endrin)	ไมโครกรัม/ล.	-	๓	ไม่สามารถตรวจสอบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			-

ที่มา : สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3, 2558 ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535

เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537)

หมายเหตุ : 1/กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

2/ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ' คุณภาพของน้ำต้องไม่สูงกว่าคุณภาพตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

°ซ องศาเซลเซียส

ต่อเนื่อง

P20 เปอร์เซ็นไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่าง

ต่อเนื่อง

P80 เปอร์เซ็นไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่าง

มก./ล มิลลิกรัมต่อลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

2.4.1 การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำที่มีสภาพตามธรรมชาติ โดินปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถใช้อุปโภคบริโภคได้

1. การอุปโภค และบริโภคต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
2. การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
3. การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคบริโภคต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพทั่วไปก่อน

2. การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
3. การประมง
4. การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคบริโภคต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพทั่วไปก่อน

2. การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคต้องผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

2. การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

๓ เป็นไปตามธรรมชาติ

๔ คุณภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส

2.5 คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ และวิธีการประเมินคุณภาพน้ำ

2.5.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical quality)

1. สี (Colour)

สีของน้ำมักเกิดจากสารละลายในน้ำตามธรรมชาติ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ สีที่แท้จริง (True Colour) เกิดจากการละลายของสารประกอบที่มีอยู่ในน้ำ และสีปรากฏ (Apparent Colour) เกิดจากการสะท้อนของสิ่งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำหรือไม่ก็อาจเกิดการสะท้อนของท้องฟ้า สารละลายที่ทำให้เกิดสีที่แท้จริง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต และส่วนประกอบของสารทั้งสามตัวดังกล่าว สีของน้ำไม่สามารถบอกผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรง แต่อาจจะบอกประเภทของสิ่งเจือปนในน้ำได้

2. ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำเกิดขึ้นเนื่องจากพวกสารที่ไม่ละลายน้ำขนาดเล็กแขวนลอยในน้ำ (Suspended) ต่าง ๆ ซึ่งสารพวกนี้ไม่ยอมให้แสงผ่านไปได้โดยตลอดหรือสามารถทำให้แสงเกิดการหักเหไปคนละทิศละทาง หรือกระจายไม่เป็นระเบียบ จึงทำให้มองเห็นน้ำนั้นขุ่น ความขุ่นไม่มี

ผลต่อสุขภาพอนามัยมากนัก แต่ทำให้น้ำนั้นไม่ชวนดื่ม น้ำรังเกียจ มีผลต่อระบบการกรอง ทำให้เครื่องกรองน้ำอุดตันและเสียเร็ว และมีผลต่อระบบการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน เนื่องจากสารแขวนลอยจะห่อหุ้มจุลินทรีย์ไว้ ทำให้คลอรีนไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ จึงต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีความขุ่นต่ำ เพื่อให้คลอรีนมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ

3. อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยอันหนึ่งที่มีอิทธิพลทั้งโดยตรงและทางอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ จึงจำเป็นจะต้องทำการตรวจสอบเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นระยะๆ โดยปกติอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูงและลักษณะของภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มขึ้นของแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยและสภาพแวดล้อมทั่วไปของแหล่งน้ำ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำตามธรรมชาติจะค่อยเป็นค่อยไปอย่างช้าๆ และไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการดำเนินชีวิตของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะปลาจัดอยู่ในพวกสัตว์เลือดเย็น ซึ่งไม่สามารถปรับอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่เหมือนสัตว์เลือดอุ่น อุณหภูมิของร่างกายสัตว์น้ำจะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิของน้ำ และสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ แต่จะต้องอยู่ในขอบเขตที่เหมาะสม (Optimum Temperature) ผลกระทบที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำที่มีอุณหภูมิขึ้นคือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะมีอัตราการผกผันหรือตรงข้ามของอุณหภูมิของน้ำ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะลดลง ในขณะที่ขบวนการเมตาบอลิซึมจะแปรผันตามอุณหภูมิ จะทำให้สัตว์น้ำต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น จึงเกิดปัญหาการขาดออกซิเจนได้ การทำงานของแบคทีเรียและจุลินทรีย์ชนิดต่างๆในการย่อยสลายสิ่งปฏิกูลต่างๆในน้ำก็จะเพิ่มขึ้น และต้องใช้ออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นด้วย ทำให้แหล่งน้ำอาจขาดออกซิเจนเร็วขึ้น เป็นเหตุให้เกิดความเน่าเสียได้

2.5.2 คุณภาพน้ำทางเคมี

1. กรด – เบส (pH)

วัดโดยค่าพีเอช (pH) เกิดจากการแตกตัวให้อนุมูลกรด – เบส มีค่าตั้งแต่ 0 -14 ค่าพีเอชมากกว่า 7 หมายถึง ความเป็นเบส ค่าพีเอชน้อยกว่า 7 หมายถึงความเป็นกรด น้ำสะอาดจะมีค่าพีเอชเท่ากับ 7 ค่าพีเอชมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นต่อการกัดกร่อนของน้ำ วัดดูประสงค์หลักในการกำหนดเกณฑ์ค่าพีเอช เพื่อลดการกัดกร่อนและเสื่อมสภาพของระบบท่อจ่ายน้ำ

2. ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen , DO)

การหาค่าออกซิเจนละลาย คือ การหาค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ เป็นลักษณะสำคัญจะบอกให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใด ต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และแนว

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในน้ำว่าเป็นน้ำประเภทใช้ออกซิเจนอิสระ (aerobic) หรือไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ (anaerobic) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความสัมพันธ์กับ

1. อุณหภูมิของน้ำ
2. ความดันบรรยากาศ
3. สิ่งเจือปนในน้ำ

ความสำคัญของ DO

DO ในน้ำเสียเป็นตัวชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีวที่เกิดขึ้น จะเกิดโดยจุลชีพ aerobic หรือ anaerobic organism ประเภท aerobic organism ใช้ออกซิเจนอิสระเพื่อออกซิไดส์สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นอันตราย ในขณะที่ anaerobic organism ทำให้เกิดออกซิเดชันโดยการรีดิวส์เกลืออนินทรีย์บางตัว เช่น SO_4^{2-} เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น organism ทั้งสองชนิดพบทั่วไปในธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องรักษาสถานะที่พวก aerobic organism ชอบไว้ (คือมีออกซิเจน) มิฉะนั้น anaerobic organism จะเข้ามาแทนที่ การหาค่า DO เพื่อที่จะรักษา สภาพ aerobic condition ในน้ำธรรมชาติ ซึ่งจะสามารถรับสิ่งสกปรกจากแหล่งต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังใช้ในการรักษาสถานะที่เหมาะสมในขบวนการ aerobic treatment process ด้วย

1. ค่า DO มีความสำคัญในการที่จะรักษาสถานะของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา และสัตว์น้ำอื่น คือให้มี DO ปริมาณพอเหมาะ เช่น ไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นต้น

2. ค่า DO เป็นพื้นฐานของค่า บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand , BOD) เพื่อหา กำลังความสกปรกของน้ำเสีย และอัตราการออกซิเดชันทางชีววิทยา ซึ่งวัดได้โดยการวัดค่า DO ที่เหลือ ณ เวลาต่างๆ

3. ค่า DO เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการกัดกร่อนของเหล็ก โดยเฉพาะในท่อน้ำประปาและในหม้อต้มน้ำ โดยเฉพาะในหม้อน้ำไม่ควรมี DO เลย แต่ถ้าความดันต่ำกว่า 250 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว (psi) มี DO ได้ 0.015 พีพีเอ็ม

4. ค่า DO ช่วงในการควบคุมอัตราเร็วของปฏิกิริยาใน aerobic treatment process เพื่อให้แน่ใจว่ามีออกซิเจนเพียงพอที่จะรักษาสถานะ aerobic ไว้ได้อีกทั้งป้องกันการใช้ออกซิเจนมากเกินไป

3. ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand , BOD)

BOD คือ ปริมาณออกซิเจนอิสระที่จุลชีพ (microorganisms) ต้องการใช้ในขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ ใช้เป็นตัวชี้วัดความสกปรกของแหล่งน้ำและน้ำเสีย

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดี เป็นการวิเคราะห์เพื่อที่จะทราบถึงปริมาณความสกปรกของน้ำในแม่น้ำลำคลอง น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน น้ำทิ้งจากโรงพยาบาล และโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อประโยชน์ในการออกแบบบำบัดน้ำเสีย ควบคุมสภาพน้ำทิ้งและศึกษาประสิทธิภาพของระบบนั้น ๆ โดยคิดเปรียบเทียบในรูปแบบของปริมาณออกซิเจนที่จุลชีพต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์

ความสำคัญของค่า BOD

1. เพื่อหาค่าลึงของ sewage และ industrial waste ในเทอมของออกซิเจนที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์
2. ใช้หาปริมาณของสารอินทรีย์ ที่มีอยู่ในน้ำเพื่อนำไปหาอัตราออกซิไดส์ที่เกิด เพื่อหาอัตราที่ BOD จะถูกใช้ไป
3. ใช้ในการควบคุมความสกปรกของลำธาร แม่น้ำ ว่าควรจะทำจัดสารอินทรีย์ที่จะทิ้งลงน้ำแค่ไหนเพื่อที่จะให้มีระดับออกซิเจนในน้ำเหลืออยู่ตามต้องการ
4. ใช้วัดความสามารถของแหล่งน้ำที่จะกำจัดความสกปรกโดยธรรมชาติ
5. ใช้ตรวจคุณภาพของ effluent ปล่อยทิ้งลงน้ำ
6. ใช้หาประสิทธิภาพของโรงกำจัดน้ำโสโครก
7. ใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของแหล่งน้ำและน้ำเสีย

4. ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

เป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านคุณสมบัติข้อนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิที่ทำการวัดโดยน้ำที่มีอิออนของสารต่างๆอยู่สามารถนำไฟฟ้าได้ทั้งนั้น ค่า Conductivity ไม่ได้เป็นค่าเฉพาะของอิออนตัวหนึ่ง แต่เป็นค่ารวมของอิออนทั้งหมดในน้ำ ค่านี้อาจบอกให้ทราบถึงชนิดของสารที่อยู่ในน้ำนั้น บอกแต่เพียงว่ามีการเพิ่มหรือลดของอิออนที่ละลายในน้ำเท่านั้น กล่าวคือ ถ้าค่า Conductivity เพิ่มขึ้นก็แสดงว่าสารที่แตกตัวในน้ำมีเพิ่มขึ้นหรือถ้าค่า Conductivity เพิ่มขึ้นก็แสดงว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำมีเพิ่มขึ้นหรือถ้าค่า Conductivity ลดลงก็แสดงว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำลดน้อยลง

5. ความกระด้าง (Hardness)

เกิดจากเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายอยู่ในน้ำ ความกระด้างแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ความกระด้างชั่วคราว เกิดจากเกลือไบคาร์บอเนตของธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียม แก้ไขได้ด้วยการต้ม และเกลือกระด้างถาวรเกิดจากเกลือคลอไรด์และซัลเฟตของแคลเซียม และ

แมกนีเซียมไม่สามารถปรับปรุงได้ด้วยวิธีการต้มได้ความกระด้างไม่มีผลต่อสุขภาพอนามัยมากนัก แต่มีผลต่อ

การซักล้างทำให้เปลืองสบู่ ทำให้เกิดตะกอน หม้อต้มและทำให้มีรสฝืด ในระบบประปา น้ำมีความกระด้างอยู่บ้างเล็กน้อยจะเป็นประโยชน์เพราะทำให้ท่อ ไม่ผุกร่อน แต่ถ้าความกระด้างสูง ทำให้เกิดโทษ คือ การอุดตันของท่อ ในระบบหม้อน้ำที่ร้อนอาจอุดตันและเกิดระเบิดได้ (รัตนกาญจน์ ฤดีเจริญสกุล, 2553)

6. ฟอสเฟต (Phosphate)

ฟอสฟอรัสในน้ำธรรมชาติและในน้ำโสโครกอยู่ในรูปแบบต่างๆกัน ของฟอสเฟส เช่น ออร์โธฟอสเฟต อินทรีย์ฟอสเฟต หรือ คอนเดนส์ฟอสเฟต ฟอสเฟสเหล่านี้อาจจะอยู่ในรูปที่ละลายน้ำหรือในซากพืชและซากสัตว์ ฟอสเฟสรูปแบบต่างๆ เข้ามาปะปนในน้ำธรรมชาติและน้ำโสโครกได้หลายทาง เช่น เติมน้ำลงในน้ำประปาเพื่อกันการตกตะกอนภายหลังของ $[CaCO]_3$ และเพื่อหลีกเลี่ยงการทำ recarbannation นอกจากนี้ยังมาจากน้ำที่ใช้ในการเกษตร (ในรูปของออร์โธฟอสเฟต) ซึ่งจะถูกชะล้างมาในน้ำฝน เป็นต้น

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์มีักจะพบว่าเป็น growth limiting nutrient ของแหล่งน้ำอยู่เนืองๆ ดังนั้นในการปล่อยน้ำโสโครก หรือน้ำที่ผ่านการกำจัดความโสโครกแล้วก็ตามลงในแหล่งน้ำ อาจจะกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชน้ำอย่างรวดเร็ว อันก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมาได้

7. ไนไตรท์ (Nitrite)

ไนไตรท์เป็นสารที่อยู่กึ่งกลางของวัฏจักรไนโตรเจน ทั้งขั้นตอนการออกซิเดชันของแอมโมเนียเป็นไนไตรท์และในขั้นตอนการรีดักชันของไนเตรท ซึ่งกระบวนการทั้งสองนี้อาจเกิดในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา ระบบประปาและในน้ำธรรมชาติ ไนไตรท์ ปริมาณเล็กน้อยที่พบในน้ำเกิดจากการสลายตัวของโปรตีน ซึ่งเป็นตัวชี้ให้ทราบถึงความสกปรกเนื่องจากสารอินทรีย์ อาจพบไนไตรท์บ้างในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่มักพบในปริมาณที่น้อยคือไม่เกิน 1 มิลลิกรัม / ลิตร ในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินมีค่าต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัม / ลิตร ไนโตรเจนและสารประกอบไนโตรเจน

ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อระบบนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำมากเพราะเป็นส่วนประกอบของอินทรีย์สารหลายชนิด ที่มีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของพืชและสัตว์ เช่น เป็นส่วนประกอบของ

โปรตีน ไนโตรเจนเมื่อเข้าสู่แหล่งน้ำแล้ว จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสารประกอบหลายรูปซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับพืชสัตว์และสภาพแวดล้อมภายในแหล่งน้ำนั้นอย่างมาก

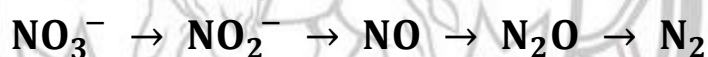
เมื่อสารประกอบไนโตรเจนเข้ามาอยู่ในระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำแล้ว จะเกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพสารอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic nitrogen) ที่พบมากในโปรตีน ซึ่งพืชและสัตว์สามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิต และการเจริญเติบโต ไปเป็นสารอินทรีย์ไนโตรเจน (Inorganic nitrogen) ได้แก่ (NO_3^-) , ไนไตรท์ (NO_2^-) , แอมโมเนีย (NH_3) และ ก๊าซไนโตรเจน (N_2) และจากสารอินทรีย์ ไปเป็นสารอินทรีย์ กระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นได้ทั้งปฏิกิริยาเคมีที่มีสิ่งมีชีวิตเป็นผู้ดำเนินการ ได้แก่ การรับเข้าทางชีวภาพ (Biological assimilation) การย่อยสลาย (Decomposition) ซึ่งเกิดเป็นวงจร จากนั้นไนโตรเจนจะถูกออกไปจากระบบโดยการเปลี่ยนสารประกอบไนโตรเจน ให้เป็นก๊าซไนโตรเจน (Denitrification) สารประกอบไนโตรเจนที่ถูกสังเคราะห์แล้ว และถูกใช้ไปโดยพืชหรือสัตว์ ซึ่งอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ ไนโตรเจนที่ถูกปล่อยออกมาในน้ำ เช่น ซี้กุง เศษอาหาร ซากแพลงค์ตอน จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ และเชื้อราบางชนิด เป็นการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน (aerobic condition) สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนจะถูกย่อยได้เป็นแอมโมเนีย (NH_3) ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า Ammonification จากนั้นแอมโมเนียจะถูก oxidized อีกขั้นหนึ่งโดย Nitrifying bacteria ซึ่งได้แก่แบคทีเรียในสกุล Nitrosomonas แบคทีเรียชนิดนี้สามารถใช้แอมโมเนีย (NH_3) แล้วเปลี่ยนให้เป็น ไนไตรท์ (NO_2^-) อย่างไรก็ตาม (NO_2^-) อาจเกิดจากปฏิกิริยา reduction ของไนเตรท (NO_3^-) โดยสาหร่ายเซลล์เดียวในสกุล Chlorella ซึ่งสามารถลดออกซิเจนในไนเตรทได้ ไนไตรท์ (NO_2^-) จะถูกเปลี่ยนให้เป็น ไนเตรท (NO_3^-) โดยจากเติมออกซิเจน ซึ่งแบคทีเรียที่สามารถใช้ในไตรท์ ได้แก่แบคทีเรียในสกุล Nitrobater พืชสามารถใช้ไนไตรท์ในการเจริญเติบโต และใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน ในแหล่งน้ำที่มีไนเตรทสูง อาจทำให้มีการเพิ่มปริมาณของพืชน้ำ อย่างรวดเร็ว (Eutrophication) และเป็นสาเหตุทำให้สัตว์น้ำได้รับผลกระทบ จากการที่ปริมาณออกซิเจนลดลง ในเวลากลางคืน มีแบคทีเรียที่สามารถเปลี่ยนไนเตรทให้อยู่ในรูปของ ก๊าซไนโตรเจน (N_2) คือ Dinitrifying bacteria ภายใต้ภาวะที่ไม่มีออกซิเจน จากนั้นจึงปลดปล่อย N_2 สู่อากาศ และระเหยออกไปสู่อากาศ ในกรณีไม่มีออกซิเจน และมีสารอินทรีย์คาร์บอนไม่เพียงพอ แทนที่แบคทีเรียในกลุ่ม Denitrifier เช่น Pseudomonas , Alkaligenes และ Vibrio จะทำให้เกิดไนโตรเจน ซึ่งเป็นผลผลิตสุดท้าย แต่จะทำให้เกิดไนไตรท์แทน ซึ่งหมายความว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนั้นไม่สมบูรณ์ ไนไตรท์ เกิดจากการเปลี่ยนรูปทางเคมี ของสารประกอบไนโตรเจน โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่ม คีโมออโต้โทรฟ (Chemoautotroph) ที่สามารถดึงออกซิเจนออกจากสารประกอบ

ไนโตรเจน (ไนเตรท) มาใช้เพื่อการดำรงชีพ ในกรณีที่ขาดออกซิเจน หรือออกซิเจนไม่เพียงพอ จนทำให้เกิดการสะสมของไนไตรท์ เช่น การสะสมของ ของเสียจากขี้กิ้ง เศษอาหารเหลือ เนื่องจาก การให้อาหารมากเกินไป ซากแพลงค์ตอน เหล่านี้เป็นสารประกอบของไนโตรเจน ที่ทำให้เกิดไนไตรท์ขึ้นภายในบ่อเลี้ยงกุ้งได้

การเกิดขึ้นของไนเตรทเกิดขึ้นเนื่องจาก

1. ขบวนการ ไนตริฟิเคชัน (Nitrification) ที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากขาดออกซิเจน และความไม่สมดุลของสัดส่วนระหว่าง คาร์บอน กับ ไนโตรเจน (C : N ratio)

2. ขบวนการ ดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) ที่ไม่สมบูรณ์ เพราะขบวนการ Denitrification ที่เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ในสภาวะตามธรรมชาติเป็นไปได้ยาก เนื่องจาก จำเป็นต้องอาศัยปัจจัยประกอบหลายๆ อย่าง โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบ ต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก เพื่อดึงอิเล็กตรอนออก (Electron Transfer System) ; ETS จึงเกิดการสะสมของไนโตรเจนขึ้น



3. ขบวนการ ไนเตรท รีดักชัน (Nitrate reduction) ในสภาวะการขาดออกซิเจนที่พื้นบ่อ จะมีจุลินทรีย์บางชนิด สามารถดึงออกซิเจนจากไนเตรทมาใช้จนเกิดเป็น ไนไตรท์ และมีการสะสมเกิดขึ้น



ผลกระทบเนื่องจากไนไตรท์ (NO_2^-)

สารประกอบไนโตรเจน เช่น โปรตีน เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำ การให้อาหารใน ปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เกิดการสะสมของของเสีย ซึ่งของเสียที่สะสมอยู่บริเวณพื้นบ่อจะถูก ย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ในภาวะที่ออกซิเจนไม่เพียงพอหรือขาดออกซิเจน การย่อยสลายนั้นจะ ทำให้เกิดการสะสมของ แอมโมเนีย และ ไนไตรท์ จากการตรวจวิเคราะห์น้ำ ในบ่อเลี้ยงกุ้ง พบว่า เกิดการสะสมของไนไตรท์ในปริมาณมาก จนเป็นอันตรายต่อกุ้ง และสิ่งแวดล้อมภายในแหล่งน้ำ ไนไตรท์มีคุณสมบัติในการจับกับเม็ดเลือดได้เร็วกว่าออกซิเจน จึงทำให้สัตว์น้ำใช้ออกซิเจนที่ ละลายน้ำได้น้อยลง ซึ่งกุ้งต้องใช้ ออกซิเจนในขบวนการเผาผลาญอาหาร (metabolism) เพื่อการ ดำรงชีวิต และการเจริญเติบโต แต่เนื่องจากไนไตรท์ทำให้น้ำนั้นไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ของกุ้ง พิษของไนไตรท์ ทำให้กุ้งลอกคราบไม่ออก กุ้งเปลือกนิ่ม กินกันเองขณะลอกคราบ การ เจริญเติบโตช้าลง กุ้งอ่อนแอและตายในที่สุด

8. โลหะหนัก (Heavy metal)

โลหะหนัก หมายถึง โลหะที่มีความหนาแน่นเกินกว่า 5 กรัม / ลบ.ซม ตัวอย่างเช่น ตะกั่ว แคดเมียมปรอท นิกเกิล โครเมียม โคบอลต์ สังกะสี เหล็ก ทองแดง เป็นต้นโลหะหนักส่วนใหญ่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่คล้ายคลึงกัน แต่สมบัติทางเคมีแตกต่างกันมาก จึงมีผลทำให้เป็นพิษที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตแตกต่างกันออกไปเป็นหลายแบบ ระดับความเป็นพิษของโลหะหนักแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป บางชนิดมีพิษสูงมาก แม้จะมีระดับความเข้มข้นต่ำมาก เช่น ปรอท แคดเมียม โลหะหนักบางชนิดแม้เป็นองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต และเมตาบอลิซึม ของสิ่งมีชีวิต แต่ถ้ามีระดับมากเกินไปก็สามารถเป็นอันตรายได้ เช่น ทองแดง สังกะสี เหล็ก และตะกั่ว

ผลของทองแดงต่อสิ่งมีชีวิต

ทองแดงจัดเป็น essential trace metal เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์หลายชนิดในร่างกาย เช่น ferroxidase เป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญในขบวนการสร้าง Hemoglobin ถ้าขาดทองแดงก็จะเป็นโรคโลหิตจาง เกิดอาการผิดปกติของระบบหมุนเวียนโลหิตและหัวใจ นอกจากนี้เอนไซม์ amine oxidase ที่มีความสำคัญต่อการสร้างโปรตีน elastin และ collagen ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ connective ที่ให้ความแข็งแรงต่อโครงกระดูก

ผลของสังกะสีต่อสิ่งมีชีวิต

สังกะสีเป็น essential trace metal คือเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างเอนไซม์ เช่น Carbonic anhydrase , Lactic acid dehydrogenases และอีกหลายชนิดของ Peptidases เอนไซม์เหล่านี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ และพืช ส่วนสังกะสีมีความสำคัญต่อ Activity ดังกล่าวนอกจากนี้สังกะสียังเป็นส่วนประกอบของ active insulin เช่น Globin , Zinc Insulin , Protamine Zinc Insulin ซึ่งได้จากการ isolate ของตับอ่อน

ผลของเหล็กต่อสิ่งมีชีวิต

เหล็กไม่ปรากฏเป็นพิษต่อร่างกาย ยิ่งไปกว่านั้นเป็นธาตุที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อย เป็นโลหะที่จำเป็นต่อระบบการย่อยอาหาร เม็ดเลือดแดงของคนและสัตว์ มีองค์ประกอบทำหน้าที่นำออกซิเจนไปสู่เซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย ผู้ใหญ่ต้องการธาตุเหล็กปกติวันละ 8 – 10 มิลลิกรัม ถ้าน้อยกว่านี้จะเป็นโรคโลหิตจาง (Anemia) แต่ถ้ามากเกินไปจะทำให้เกิดอาการคลื่นเหียนอาเจียน ช็อก โคม่าและอาจถึงตายได้ เด็กได้รับเหล็กในรูปแบบ เฟอร์รัสซัลเฟต ในปริมาณน้อยเพียง 5 เกรน (324 มิลลิกรัม) อาจทำให้ถึงตายได้

ผลของตะกั่วต่อสิ่งมีชีวิต

ตะกั่ว เป็นสารพิษที่มีความร้ายแรงต่อสุขภาพอนามัย เมื่อได้รับเข้าสู่ร่างกาย โดยเฉพาะทารก เด็ก และหญิงมีครรภ์ จะไวต่อพิษนี้มาก ดังนั้นในน้ำบริโภคจึงกำหนดให้สารตะกั่วได้ไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.5.3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย ถือว่ามีความสำคัญที่สุด เพราะน้ำที่เข็ดมึมนั้นอาจมีเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคมัยไข้เจ็บขึ้นได้ โดยเฉพาะโรคที่เกิดจากน้ำเสียเป็นสื่อ (waterborn disease) ซึ่งจากเชื้อแบคทีเรีย ที่ทำให้เกิดโรค (pathogenic bacteria) เช่น ไทฟอยด์ บิด อหิวาตกโรค เป็นต้นโดนเชื้อโรคเหล่านี้ได้ปนเปื้อนลงในแหล่งน้ำ ทำให้เกิดโรคระบาดได้ เชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ อาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วนดังนี้

1. **Enteric pathogens** เป็นเชื้อแบคทีเรียชนิดหนึ่งเป็นอันตรายและสามารถทำให้เกิดโรคได้ในคน เชื้อแบคทีเรียพวกนี้สามารถเจริญได้ดีในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส คือเท่ากับอุณหภูมิในร่างกายของคน ได้แก่ เชื้อ *Vibrio cholerae* ซึ่งทำให้เกิดโรคอหิวาตกโรค เชื้อ *Salmonella typhi* ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์ และกลุ่ม *Shigella* ทำให้เกิดโรคบิด เป็นต้น เมื่อผู้ป่วยเป็นโรคดังกล่าว ถ่ายอุจจาระลงไปปนเปื้อนในแหล่งน้ำ แบคทีเรียพวกนี้จะอยู่ในน้ำได้เป็นเวลานาน การที่จะตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียพวกนี้จากน้ำมีกรรมวิธีที่ละเอียดรอบคอบและยุ่งยากมาก ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์น้ำทางแบคทีเรีย จึงไม่นิยมตรวจเชื้อพวกนี้โดยตรง

2. **Coliform bacteria** เป็นแบคทีเรียพวกนี้อยู่ในลำไส้คนและสัตว์มากที่สุด โดยจะมีอยู่ลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่นทุกชนิด ในอุจจาระของคนปกติ 1 กรัม จะมีเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์มประมาณ 1 แสน ถึง 1 พันล้านเซลล์ (รัตนกาญจน์ ฤดีเจริญกุล, 2553 อังอิง โกมล และคณะ, 2523) โดยปกติแล้วเชื้อแบคทีเรียพวกนี้ไม่ก่อให้เกิดโรคเป็น non-pathogens แต่เมื่อถ่ายอุจจาระลงไปปนเปื้อนในน้ำ มันสามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้นานกว่าพวกแรก การตรวจวิเคราะห์ก็ง่ายกว่าพวกแรก ดังนั้นในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำจึงนิยมใช้แบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพแบคทีเรียของน้ำ

สาเหตุที่เลือกเอาเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็นตัวบ่งชี้ในการตรวจคุณภาพน้ำ (รัตนกาญจน์ ฤดีเจริญกุล, 2553 อังอิง โกมล และคณะ, 2523) ได้สรุปเหตุผลที่นำเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็นตัวบ่งชี้ ในการตรวจคุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรียดังนี้

1. การตรวจหาเชื้อแบคทีเรียที่มีอยู่ในน้ำทำได้ง่ายกว่าการตรวจหาพวก Enteric pathogen ตัวอื่นๆ เพราะเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์มสามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสได้ กรดกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งแบคทีเรียอื่นๆ ย่อยน้ำตาลแลคโตสได้ก็มีเหมือนกันแต่จำนวนน้อยมาก

2. เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ปกติจะอยู่ในอุจจาระคนและสัตว์ประมาณร้อยละ 95 % และอยู่ในดินประมาณร้อยละ 5 % เท่านั้น ดังนั้น น้ำที่ตรวจพบแบคทีเรียโคลิฟอร์ม จึงหมายถึงน้ำมีโอกาสถูกปนเปื้อนจากอุจจาระถึงร้อยละ 95 %

3. ในสภาพอย่างเดียวกัน คือ น้ำชนิดเดียวกัน อุณหภูมิเท่ากัน เชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์มจะมีความทนทานได้ดีกว่า Enteric pathogen

4. เมื่อตรวจพบเชื้อแบคทีเรียในน้ำ อาจสามารถลงความเห็นได้ว่าน้ำนั้นมีอุจจาระคนหรือสัตว์ปนอยู่ด้วย

การตรวจพบเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์มในน้ำ จึงเป็นเครื่องชี้ให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความสกปรกมากน้อยเพียงใด ไม่เหมาะสมที่จะใช้ กล่าวคือ ถ้าตรวจพบโคลิฟอร์มมากแสดงว่าน้ำนั้นสกปรกมาก ถ้าน้ำสกปรกน้อยก็จะพบเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์มน้อย หรืออาจจะไม่พบเลยทั้งนี้เพราะโรคที่อาศัยน้ำเป็นสื่อ นั้น ส่วนใหญ่เป็นโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร โดยธรรมชาตินั้นจะปะปนออกมาพร้อมกับอุจจาระของผู้ป่วยด้วย

ภาควิชาชีววิทยา (2552). มหาวิทยาลัยเกษตร. ได้จำแนกเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ออกเป็น 2 ชนิด ตามแหล่งที่มาคือ

1. Fecal coliform bacteria พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมาจากอุจจาระ ทุกครั้งที่เกิดโรคระบาดเกี่ยวกับทางเดินอาหารจะพบเชื้อแบคทีเรียนี้ด้วยตัวอย่างเช่น E. coli เป็นต้น

2. Non – fecal coliform bacteria พวกนี้อาศัยอยู่ในดินและพืชมีอันตรายน้อยกว่าพวกแรก แต่ใช้เป็นแบคทีเรียชี้แนะของความไม่สะอาดของน้ำได้ เช่น Enterobacter aerogenes คุณสมบัติของเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์มมีดังนี้

1. รูปร่างท่อนเล็กๆ ไม่มีสปอร์ (non-spore forming)
2. ย้อมสี กรัมน้ำเงินแรกไม่ติด เป็นพวกแกรมเนกาทีฟ (Gram negative)
3. สามารถย่อยพวกแลคโตส (lactose) ให้เกิดกรดและก๊าซ เมื่อเอาไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เวลา 24 หรือ 48 ชั่วโมง
4. สามารถเจริญได้ในทั้งในสภาพที่มีอากาศ (aerobic) และไม่มีอากาศ (anaerobic) จึงนับแบคทีเรียพวกนี้เป็นพวกแฟคคัลเตทีฟ (facultative anaerobes)
5. สามารถทำให้เกิดก๊าซจากอาหารเหลว (liquid media) บรินเลียนกรีนแลคโตสไบล บรธ (brilliant green lactose bile broth) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายใน 48 ชั่วโมง หรือเร็วกว่านั้น

6. สามารถเจริญในอาหารแข็ง (solid media) อีเอ็มบี (EMB, Eosine methylene) ที่ 35 องศาเซลเซียส ในเวลา 24 ชั่วโมง
การประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

โดยทั่วไปการประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพจะประเมินจากแบคทีเรียวิทยาอาจจำแนกออกได้ 3 วิธี คือ การตรวจหาจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคโดยตรง (รัตนกาญจน์ ฤดีเจริญกุล ,2553 อ้างอิง Staley และ Stanley, 1986)

1. การตรวจหาจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคโดยตรง

วิธีการนี้ไม่เหมาะที่จะใช้ในงานประจำเนื่องจากจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคซึ่งอาจพบได้ในน้ำโสโครกมีมากมายหลายประเภท เช่น แบคทีเรีย ไวรัส และโปรโตซัว ในขณะที่เดียวกันก็จำเป็นต้องวิเคราะห์ดัชนีด้านอื่นๆ อีกมากด้วย เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำมีคุณภาพที่ปลอดภัยพอสำหรับการดื่มหรือสัมผัสบางประการ นอกจากนี้การตรวจหาจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคทำได้ยากเนื่องจากมีจำนวนน้อยและมักทนอยู่ในน้ำธรรมชาติได้ไม่นานเมื่อปะปนออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกนั้น วิธีการและอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงจึงมีความเฉพาะเจาะจงสูงและยุ่งยาก

2. การตรวจนับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด

เป็นการตรวจนับจำนวน heterotrophic bacteria ในน้ำ 1 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 20 และ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ในอาหาร glucose yeast agar (plate count agar) แบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะเป็นแบคทีเรียที่มีอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ และดินสำหรับแบคทีเรียที่เจริญดีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จะเป็นแบคทีเรียที่มีอยู่ในทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลือดอุ่นซึ่งอาจปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ วิธีการตรวจนับแบคทีเรียวิธีนี้จะตรวจนับจำนวนแบคทีเรียในแหล่งน้ำได้ต่ำกว่าความเป็นจริง เนื่องจากแบคทีเรียแต่ละชนิดมีความต้องการอาหารและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตแตกต่างกัน วิธีการและอาหารเลี้ยงเชื้อเพียงอย่างเดียวจึงไม่อาจทำให้นับจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดได้อย่างแท้จริง

2.6 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และแนวคิดทางการวิเคราะห์เชิงพื้นที่

2.6.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System : GIS คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมาย ใช้งานได้ง่าย GIS เป็นระบบข้อมูลข่าวสารที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ แต่สามารถแปลความหมายเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่นๆ สภาพท้องที่ สภาพการทำงานจากระบบสัมพันธ์กับสัดส่วนระยะทางและพื้นที่จริงบนแผนที่ ข้อแตกต่างระหว่าง GIS กับ MIS นั้นสามารถพิจารณาได้จากลักษณะของข้อมูล คือ ข้อมูลที่จัดเก็บใน GIS มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่แสดงในรูปของภาพ (graphic) แผนที่ (map) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) หรือฐานข้อมูล (Database) การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จะทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อมๆ กัน เช่นสามารถจะค้นหาตำแหน่งของจุดตรวจวัดควันดำ – ควันขาว ได้โดยการระบุชื่อจุดตรวจ หรือในทางตรงกันข้ามสามารถที่จะสอบถามรายละเอียดของ จุดตรวจจากตำแหน่งที่เลือกขึ้นมา ซึ่งจะต่างจาก MIS ที่แสดง ภาพเพียงอย่างเดียว โดยจะขาดการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับรูปภาพนั้น เช่นใน CAD (Computer Aid Design) จะเป็นภาพเพียงอย่างเดียว แต่แผนที่ใน GIS จะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ คือค่าพิกัดที่แน่นอน ข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯ สำหรับข้อมูล GIS ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อมได้แก่ ข้อมูลของบ้าน(รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัด และรหัสไปรษณีย์) โดยจากข้อมูลที่อยู่ เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน (อุไรวรรณ คีรีทอง, 2556)

2.6.2 การประมาณค่าในช่วงรูปแบบ (Kriging)

เป็นวิธีการประมาณค่าที่สันนิษฐานตากระยะทางหรือทิศทางระหว่างจุดตัวอย่างแต่ละจุด ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่สามารถนำมาใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวได้ ด้วยวิธีการ kriging นี้ จำทำการเลือกสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับจุดตัวอย่างที่เลือกไว้ หรือจุดตัวอย่างทั้งหมด ภายในรัศมีที่กำหนดเพื่อให้ค่าผลลัพธ์ในแต่ละพื้นที่ออกมา ทั้งนี้ kriging ทำงานหลายขั้นตอน โดยผสมผสานการสำรวจวิเคราะห์ค่าทางสถิติของข้อมูล การทำแบบจำลองแบบ Variogram การสร้างพื้นผิว และยังมีส่วนที่สามารถตรวจสอบความแปรปรวนของพื้นผิวได้อีกด้วย วิธีการนี้มักใช้ในกรณีต้องการทราบความสัมพันธ์ของระยะทาง หรือทิศทางที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล โดยมักจะใช้ในทางปฐพีวิทยาและธรณีวิทยา แต่บางครั้งพบว่าใช้คำนวณปริมาณน้ำฝน

Kriging เป็นการคำนวณพื้นผิวใช้แนวคิดความสัมพันธ์ของค่า Z โดยทฤษฎีนี้เชื่อว่าค่า Z ย่อมมีความสัมพันธ์ที่สามารถแสดงเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นเอกลักษณ์ในรูปแบบต่างๆ ได้ จะนำค่า Z มาคำนวณหาความสัมพันธ์โดยหาค่า Semi-Variance แบบ Spherical ใช้มาก และดูลักษณะกราฟว่า สมการ Match กับสมการใดบ้าง โดยอาจเป็นสมการ Linear, Exponential, Gussain จะสมมุติว่าระยะทางหรือทิศทางระหว่างจุดตัวอย่างมีผลกระทบความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่ใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ผิว เหมาะกับสมการคณิตศาสตร์ที่ระบุจำนวนของจุด หรือจุดทั้งหมดภายในรัศมีที่ระบุ เพื่อกำหนดค่าผลลัพธ์ของแต่ละตำแหน่ง

Kriging เป็นวิธีการคล้าย IDW คือ สิ่งที่อยู่ใกล้กันจะมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าสิ่งอยู่ไกลกันออกไป และใช้เทคนิคค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักจากจุดข้อมูลที่อยู่รอบตำแหน่งที่ต้องการพยากรณ์ค่า แต่จะมีสมการที่อ้างอิงทางคณิตศาสตร์มากกว่า และอาศัยระยะทางจากจุดข้อมูลทุกคู่ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกันเชิงพื้นที่ (Spatial autocorrelation) (สุเพชร จิรัชจรกุล, 2555)

2.6.3 อัตสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Autocorrelation)

คือ การคำนวณหาค่าสถิติเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ที่ใกล้เคียงกันและมีค่าใกล้เคียงกันจะทำให้ค่าของสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่สูง เพราะฉะนั้นหากต้องการคำนวณค่าสหสัมพันธ์จะต้องขึ้นอยู่กับค่าของพื้นที่หรือปัจจัยที่มีผลต่อกันระหว่างพื้นที่หนึ่งและอีกพื้นที่หนึ่งที่อยู่ใกล้เคียง การคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่

1. การคำนวณแบบ (Geary's C) จะเป็นการคำนวณค่าเฉลี่ยของผลรวมจากการยกกำลังสองของผลต่างระหว่างค่าประจำเซลล์ที่อยู่ติดกับเซลล์ศูนย์กลางกับค่าเฉลี่ยของค่าประจำเซลล์ทั้งหมดของกริด ดังสมการต่อไปนี้

$$C = \frac{[(N - 1) \sum_i \sum_j \sum_{ij} (X_i - \bar{X})^2]}{2(\sum_i \sum_j W_{ij} (X_i - \bar{X})^2)}$$

เมื่อ C	เป็นค่าความสัมพันธ์ของเกียรี
$X_i X_j$	เป็นตัวแปรอิสระ
\bar{X}	เป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ
W_{ij}	เป็นค่าถ่วงน้ำหนักของตำแหน่ง i และ j
N	เป็นจำนวนตัวแปรอิสระ

จากสมการที่ 1 แสดงให้เห็นว่าถ้าผลรวมของค่าความแตกต่างระหว่างค่าประจำเซลล์ ศูนย์กลาง และค่าประจำเซลล์ที่ติดกับเซลล์ศูนย์กลาง ($X_i X_j$) เมื่อให้เซลล์ในกริดเป็นเซลล์ ศูนย์กลางหากมีค่าน้อยกว่าผลรวมของค่าแตกต่างระหว่างค่าประจำศูนย์กลางกับค่าประจำเซลล์ เฉลี่ยทั้งหมดของกริด ($X_i X_j$) เมื่อให้ทุกเซลล์ในกริดนั้นเป็นเซลล์ศูนย์กลางแล้วทำให้ค่าที่ได้นั้นมี ค่าที่น้อยกว่า 1 นั่นคือเซลล์ที่อยู่ใกล้กันนั้นมีค่าประจำเซลล์เฉลี่ยทั้งหมดของกริดหรือเซลล์ที่อยู่ ติดกันนั้นมีค่าเท่ากับหรืออาจใกล้เคียงใกล้เคียงมากกว่าเซลล์ที่อยู่ไกลออกไป ทำให้ข้อมูลภายในกริดมี ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่มีนัยสำคัญผลที่ได้จากการคำนวณ นั่นคือค่าตัวแปรที่เป็นประจำเซลล์ต่างๆ ภายในกริดนั้นมีการจัดตัวที่เป็นอิสระต่อกันหรือไม่มีรูปแบบที่แน่นอน เมื่อค่าเป็น 1 หรือเข้าใกล้ 1 หากค่าน้อยกว่า 1 นั่นค่าของตัวแปรในกริดจะมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างเซลล์มาก หรือมีค่า เท่ากันหรือใกล้เคียงกันตำแหน่งใกล้เคียงกัน และถ้ามีค่ามากกว่า 1 จะตรงข้ามโดยสิ้นเชิง (นริรัตน์ จิตร ธร, ภัทรพร แก้วดี ,2558)

2. ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของมอแรน (Moran's I Index)

ค่าความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของมอแรน เป็นค่าที่ชี้วัดความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สนใจ ในพื้นที่ โดยเปรียบเทียบค่าตัวแปรที่สนใจในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง กับค่าตัวแปรที่สนใจ ในตำแหน่งอื่นๆ ทั้งหมด ซึ่งคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \omega_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x}) / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \omega_{ij}}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n}$$

เมื่อ I	เป็นค่าความสัมพันธ์ของมอแรน
X_i, X_j	เป็นตัวแปรอิสระ
X	เป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ
ω_{ij}	เป็นค่าถ่วงน้ำหนักของตำแหน่ง i และ j
n	เป็นจำนวนตัวแปรอิสระ

ทั้งนี้ I จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยค่าที่เข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในทิศทางเดียวกัน ถ้าค่าเข้าใกล้ -1 แสดงว่ามีสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในทิศทางตรงข้าม และค่า 0 แสดงว่ามีการกระจายตัวแบบสุ่มหรือไม่มีรูปแบบแน่นอน โดยค่า I ที่ค่าน้อยกว่า 0 มีรูปแบบการจัดตัวแบบกระจายตัว (Dispersed Pattern) และค่า I ที่ค่ามากกว่า 0 มีรูปแบบการจัดตัวแบบเป็นกลุ่ม (Clustered Pattern) ซึ่งการวิเคราะห์ค่าคะแนนมาตรฐานของมอแรน (ZI) (ESRI, 2008) คำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

ค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-Scores)

เป็นค่าที่สามารถใช้เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างชุดได้ เพื่อแก้ปัญหาการวิเคราะห์เชิงสถิติที่พบกันโดยทั่วไป คือ ข้อมูลแต่ละชุด ส่วนใหญ่จะมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน ด้วยเหตุนี้ จึงต้องมีการปรับค่ามาตรฐานให้กับข้อมูลทุกชุดที่จะนำมาใช้ให้มีค่าคะแนนมาตรฐานเดียวกัน

ค่าความน่าจะเป็น (P -Value)

ความน่าจะเป็น (Probability) คือ ค่าที่ใช้ประเมินสถานการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้น โดยพิจารณาว่า เมื่อถึงเวลาเกิดเหตุการณ์แล้ว จะเกิดในลักษณะใด มีโอกาสที่จะเกิดมากน้อยเพียงใด

หมายเหตุ

ถ้าคะแนนมาตรฐาน (Z-Scores) สูง และ ค่าความน่าจะเป็น (P- Value) ต่ำ แสดงว่าจุดนั้นมีปริมาณความเข้มข้นของสารที่สูง อีกทั้ง มีนัยสำคัญทางสถิติ (นริรัตน์ จิตรธร, ภัทรพร แก้วดี, 2558)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประภรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล (2552) ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำน่าน ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกเพื่อการบริหารทรัพยากรน้ำ โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำน่าน ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก แบ่งเป็น 6 จุด ใช้เวลาในการศึกษาเป็นเวลา 9 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2551 ถึง เดือน มิถุนายน 2552 โดยการเก็บตัวอย่างน้ำจากการสุ่มตามจุดที่กำหนดด้วยที่เก็บตัวอย่างน้ำแบบรวม (Integrated Sampling) เก็บน้ำจากจุดกลางของลำน้ำด้วยอุปกรณ์เก็บน้ำ (Water sample) บรรจุตัวอย่างลงในขวดพลาสติกโพลีโพรพิลีน แล้วนำมาวิเคราะห์ทางกายภาพ คือ อุณหภูมิ ความขุ่น ทางเคมี คือ ความเป็นกรด-เบส ค่า DO, BOD ฟอสเฟส ไนโตรเจน และโลหะหนักต่างๆ ทางชีววิทยา คือ การวิเคราะห์หาจำนวนปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

รัตนกาญจน์ ฤดีเจริญสกุล ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำของบึงสีไฟ อ.เมือง จ. พิษณุโลก (2553) การศึกษาได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากจุดเก็บตัวอย่าง 8 จุด โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกเป็นฤดูน้ำมาก (Wet Season) และช่วงที่สองเป็นฤดูน้ำน้อย (Dry Season) โดยศึกษาตัวชี้วัดต่างๆ ทั้งกายภาพ เคมี และชีวภาพ ผลการศึกษาพบว่าในช่วงฤดูน้ำมาก ระดับความลึก 1.7-5.0 เมตร ตรวจพบ *Vibrio cholera* ในบางสถานีแต่ทุกสถานีตรวจไม่พบ *Salmonella* sp. และในช่วงฤดูน้ำน้อย ระดับความลึก 1.3-3.5 เมตร ตรวจพบ *Vibrio cholera* ในบางสถานีแต่ทุกสถานีตรวจไม่พบ *Salmonella* sp.

วรศักดิ์ บุญพวง, คมศักดิ์ สุระผัด และ นัฐพงศ์ สิทธิวงศ์ (2554) ได้ศึกษาเรื่อง การจัดการทรัพยากรน้ำผิวดินเพื่อการอุปโภคและบริโภคในลุ่มน้ำแควน้อย ผลการศึกษาพบว่าแม่น้ำแควน้อยมีความแปรปรวนเป็นอย่างมากในด้านปริมาณและระยะเวลาการไหล และมีอัตราส่วนน้ำในฤดูแล้งอยู่ระหว่างร้อยละ 7-12 เท่านั้น ซึ่งทำให้ในฤดูแล้งบางปีแทบจะไม่มีน้ำในลำธารเลย ปัญหาคุณภาพในด้านกายภาพและเคมีมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างมาก คือมีสภาพความขุ่นสูงตลอดปี และมีเหล็กและแมงกานีสละลายอยู่ในน้ำในปริมาณที่สูง

ประภรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล (2543) ได้ทำการวิเคราะห์น้ำในคลองโคกช้างเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้วิธีการตรวจตรวจ 7 วิธี โดยวิธีการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำตามฤดูกาล โดยสุ่มเก็บตัวอย่าง 5 สถานีรอบๆ บึงโคกช้าง ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยเก็บในฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคม 2543 ฤดูหนาวช่วงเดือนธันวาคม 2543 และช่วงฤดูร้อนเดือนเมษายน 2544 ค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด - เบส อยู่ในช่วง 26.3 - 28.7 องศา 7.2 - 7.9 ตามลำดับ ค่าปริมาณ DO และ BOD พบอยู่ในช่วง 3.10 - 6.40 และ 1.00 - 2.21 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณฟอสเฟสและไนโตรเจน - ไนโตรเจน หาโดยเทียบสี (UV - Visible Spectrophotometry) พบว่าอยู่

ในช่วง 1.61 - 2.60 และ 2.10 – 3.60 ส่วนในล้านส่วน (พีพีเอ็ม) สำหรับปริมาณเหล็กและตะกั่วหา โดยวิธีอะตอมมิกแอบเซอร์ชันสเปกโทรโฟโตเมตรี พบอยู่ในช่วง 0.01 – 0.03 และ 0.00 – 0.021 ส่วนในล้านส่วน (พีพีเอ็ม) ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์พบว่าค่าปริมาณ DO และ BOD อยู่ในเกณฑ์สูงส่วนของคุณภาพน้ำอื่นๆ ในลำน้ำคลองโคกช้าง อยู่ในเกณฑ์ปกติตามมาตรฐานคุณภาพ น้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามพระราชบัญญัติส่งเสริม และรักษาสสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

นริรัตน์ จิตรธร , ภัทรพร แก้วดี (2558) ได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์พื้นที่ภัยพิบัติโคลนถล่ม ในเขตตำบล น้ำไผ่ อำเภอป่าด จังหวัดอุดรดิษฐ์ เป็นการบูรณาการวิเคราะห์แบบพหุปัจจัย ด้วยการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ และเทคนิควิเคราะห์แบบภูมิสถิติ ด้วยการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิว และการวิเคราะห์จุดความร้อน มาใช้ร่วมกับซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อหาความ ความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม สำหรับการวิเคราะห์แบบลำดับศักดิ์ผลการวิเคราะห์พบว่า พื้นที่เสี่ยงมากที่สุดอยู่ในความชันร้อยละ 0 – 5 มีเนื้อที่ประมาณ 86.4 ตารางกิโลเมตร (54,000 ไร่) ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วนพบว่า จุดเสี่ยงระดับสูงจะสอดคล้องกับการวิเคราะห์เชิงลำดับ ศักดิ์ และการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิว

ชัยวัฒน์ สุขดี (2552) ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำน่าน เขตอำเภอเมือง จังหวัด พิษณุโลก โดยใช้วิธีการ 7 วิธี โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำตามฤดูกาล โดยสุ่มเก็บตัวอย่าง 5 สถานีตลอดแม่น้ำน่าน ที่ไหลผ่านในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยเก็บในฤดูฝนช่วงเดือน สิงหาคม 2541 ฤดูหนาวช่วงเดือน ธันวาคม 2541 และช่วงฤดูร้อน เดือน เมษายน 2542 ค่า อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดเบส และค่าความขุ่น ผลจากการวิเคราะห์พบว่าค่าความขุ่นและปริมาณ เหล็กอยู่ในเกณฑ์ปกติตามมาตรฐานและส่วนคุณภาพน้ำอื่น ๆ ในแม่น้ำน่านอยู่ในเกณฑ์ปกติตาม มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษารววิเคราะห์คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน ที่ไหลผ่านในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ด้วยเทคนิคอัตโนมัติเชิงพื้นที่ และพื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน ทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษา ด้วยเทคนิคอัตโนมัติเชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation) และสร้างแผนที่พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น (Kriging interpolation) มีวิธีดำเนินการศึกษา ดังนี้

- 3.1 ขั้นตอนการศึกษา
- 3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล
- 3.3 เครื่องมือและโปรแกรมที่ใช้
- 3.4 การประมวลผลข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ขั้นตอนการศึกษา

3.1.1. การเตรียมการ

- ทบทวนเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี หลักการที่เกี่ยวข้อง
- กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษา

3.1.2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- ติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็น

3.1.3 การประมวลผลข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

- การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ Kriging ในการสร้างแผนที่พื้นที่ผิวสถิติด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging interpolation)
- คำนวณหาค่าสถิติเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่มด้วยเครื่องมือ (Incremental Spatial Autocorrelation)

3.1.4. การเขียนและการนำเสนอรายงาน

- เขียนรายงานการวิจัย
- สรุปผลและนำเสนอ

3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

3.2.1 ข้อมูลทุติภูมิ (Secondary Data)

เป็นข้อมูลด้านเอกสาร ที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งได้มาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ดังนี้

- สำนักงานหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ห้องสมุดคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
- ข้อมูลคุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์อุณหภูมิ และความขุ่น
- ข้อมูลคุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์ไนเตรท และตะกั่ว
- ข้อมูลคุณภาพน้ำทางชีวภาพ ได้แก่ ค่าพารามิเตอร์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 ได้มาจากสำงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 และงานวิจัยของ นาย ประกรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล ปี 2552
- ข้อมูลแม่น้ำ ขอบเขตตำบล ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตจังหวัดได้มาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร้อยเอก ดร. อนุชิต วงษ์สาโรจน์
- เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3 เครื่องมือและโปรแกรมที่ใช้

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Notebook)
2. โปรแกรม Microsoft Office Word 2010 และ Microsoft Office Excel 2010
 - ใช้พิมพ์เอกสาร และกรอกข้อมูล
3. โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 10.2
 - ใช้ในการจัดทำแผนที่ และวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
4. เครื่องพิมพ์ (Printer)

3.4 การประมวลผลข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยครั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging) ส่วนที่สองเป็นการคำนวณหาค่าสถิติเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราเพิ่มด้วยเครื่องมือ (Incremental Spatial Autocorrelation)

3.4.1. วิเคราะห์ด้วยวิธีการประมาณค่าแบบ Kriging

เป็นวิธีการประมาณค่าที่สันนิษฐานตากระยะทางหรือทิศทางระหว่างจุดตัวอย่างแต่ละจุดซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่สามารถนำมาใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวได้ ด้วยวิธีการ kriging นี้ จะทำการเลือกสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับจุดตัวอย่างที่เลือกไว้ หรือจุดตัวอย่างทั้งหมด ภายในรัศมีที่กำหนดเพื่อให้ค่าผลลัพธ์ในแต่ละพื้นที่ออกมา ทั้งนี้ kriging ทำงานหลายขั้นตอน โดยผสมผสานการสำรวจวิเคราะห์ค่าทางสถิติของข้อมูล การทำแบบจำลองแบบ Variogram การสร้างพื้นผิว และยังมีส่วนที่สามารถตรวจสอบความแปรปรวนของพื้นผิวได้อีกด้วย วิธีการนี้มักใช้ในกรณีที่ต้องการทราบความสัมพันธ์ของระยะทาง หรือทิศทางที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล

สมการการประมาณค่า (Kriging)

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

โดยที่ $Z(s_i)$ ค่าที่วัดได้ในสถานที่

λ_i ค่าถ่วงน้ำหนักของตำแหน่ง i

s_0 สถานที่คาดการณ์

N จำนวนของค่าที่วัดได้

Kriging เป็นการคำนวณพื้นผิวใช้แนวคิดความสัมพันธ์ของค่า Z โดยทฤษฎีนี้เชื่อว่าค่า Z ย่อมมีความสัมพันธ์ที่สามารถแสดงเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นเอกลักษณ์ในรูปแบบต่างๆ ได้ จะนำค่า Z มาคำนวณหาความสัมพันธ์โดยหาค่า Semi-Variance แบบ Spherical ใช้มาก และดูลักษณะกราฟว่า สมการ Match กับสมการใดบ้าง โดยอาจเป็นสมการ Linear, Exponential, Gussain จะสมมุติว่าระยะทางหรือทิศทางระหว่างจุดตัวอย่างมีผลกระทบการสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่ใช้

ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ผิว เหมาะกับสมการคณิตศาสตร์ที่ระบุจำนวนของจุด หรือจุดทั้งหมดภายในรัศมีที่ระบุ เพื่อกำหนดค่าผลลัพธ์ของแต่ละตำแหน่ง

3.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

คือการคำนวณหาค่าสถิติเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของระยะทางที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่หนึ่งๆ ซึ่งพื้นที่ ที่ใกล้เคียงกันและมีค่าใกล้เคียงกันจะทำให้ค่าของสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่สูง เพราะฉะนั้นหากต้องคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์จะต้องขึ้นอยู่กับค่าของพื้นที่หรือปัจจัยที่มีผลต่อกันระหว่างพื้นที่หนึ่งและอีกพื้นที่หนึ่งที่อยู่ใกล้เคียงกัน โดยจะนำค่าพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำที่ได้มาแต่ละจุด มาวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ Incremental Spatial Autocorrelation ถ้าค่าคะแนนมาตรฐาน (Z - Scores) ที่ได้มาจากการปรับค่าข้อมูลระหว่างจุดให้มีค่าคะแนนมาตรฐานเดียวกันนั้นแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดในบริเวณจุดนั้นๆ โดยจะมีค่าความน่าจะเป็น (P-Value) เป็นตัวชี้วัดถ้าคะแนนมาตรฐาน (Z - Scores) สูงและค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ต่ำแสดงว่าจุดนั้นมีปริมาณความเข้มข้นของสารที่สูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษารวบรวมวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน ที่ไหลผ่านในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ด้วยเทคนิคสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ และพื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน ทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความขุ่น ทางเคมี ได้แก่ ตะกั่ว ไนเตรท และทางชีวภาพ ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษาด้วยเทคนิคสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation) และสร้างแผนที่พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น (Kriging interpolation) โดยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการประมาณค่าแบบ Kriging

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

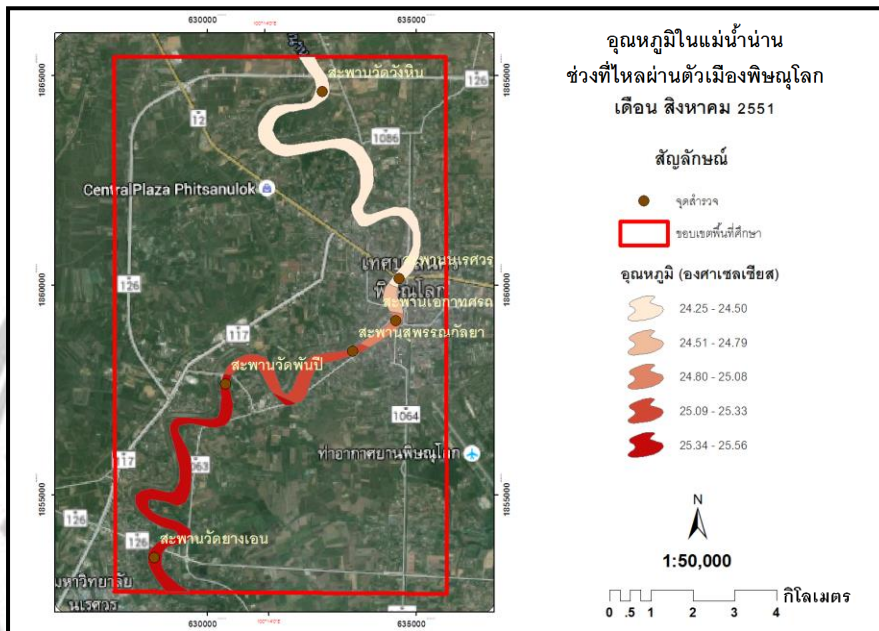
4.1 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการประมาณค่าแบบ Kriging

Kriging เป็นวิธีการประมาณค่าแบบความน่าจะเป็นที่สันนิษฐานจากระยะทาง หรือทิศทางระหว่างจุดตัวอย่างแต่ละจุด ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ที่สามารถนำมาใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวได้ ด้วยวิธีการ kriging นี้ จะทำการเลือกสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับจุดตัวอย่างคุณภาพน้ำทั้งหมด ภายในรัศมีระยะทางแม่น้ำที่กำหนด เพื่อให้ค่าผลลัพธ์ในแต่ละพื้นที่ออกมา

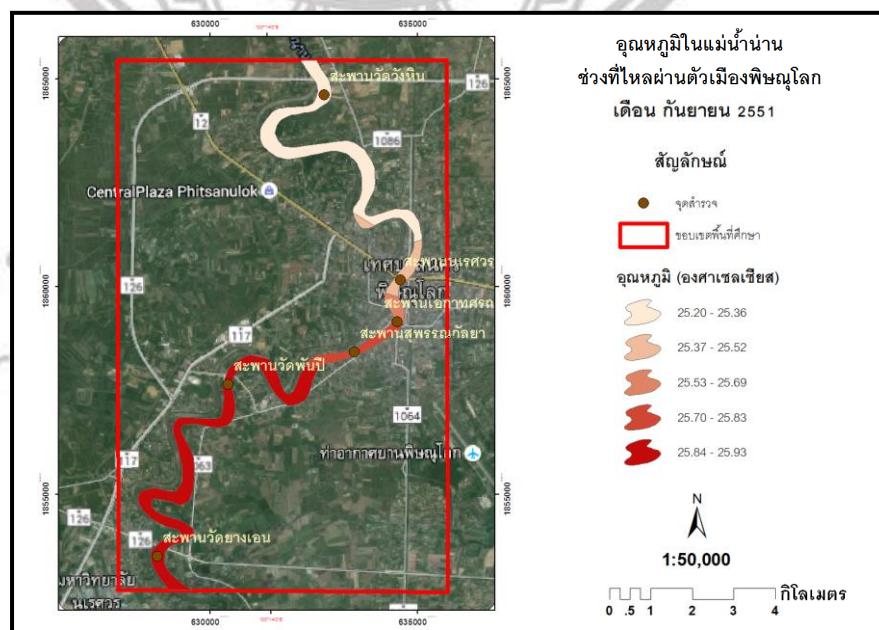
ลิขสิทธิ์ © มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

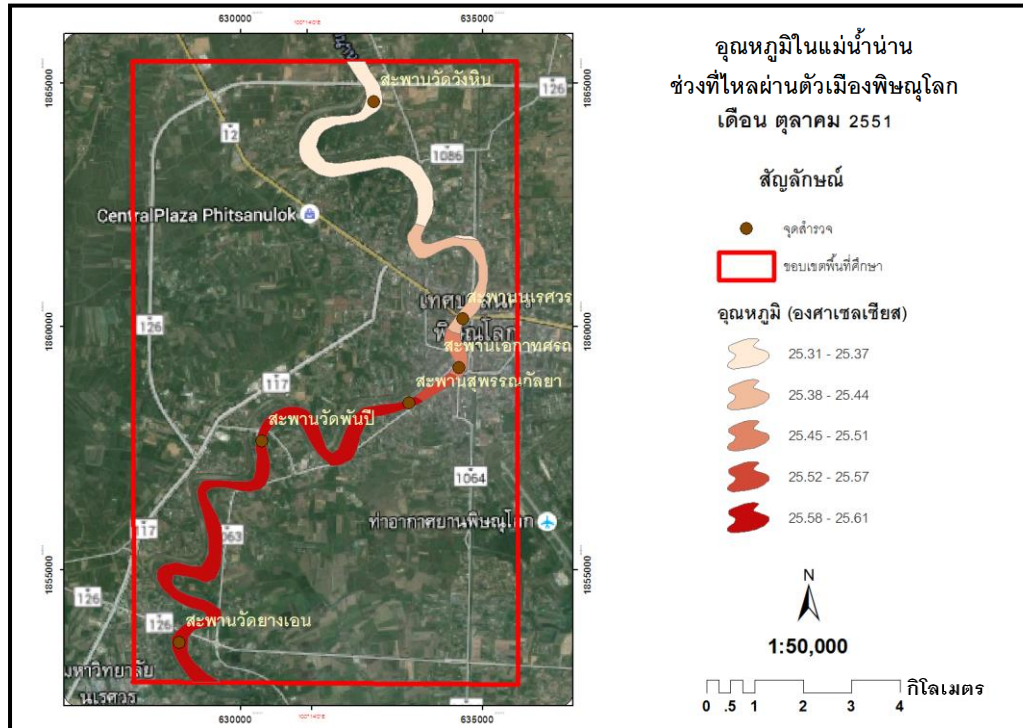
4.1.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิน้ำในแม่น้ำน่านช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลกด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging) ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2552



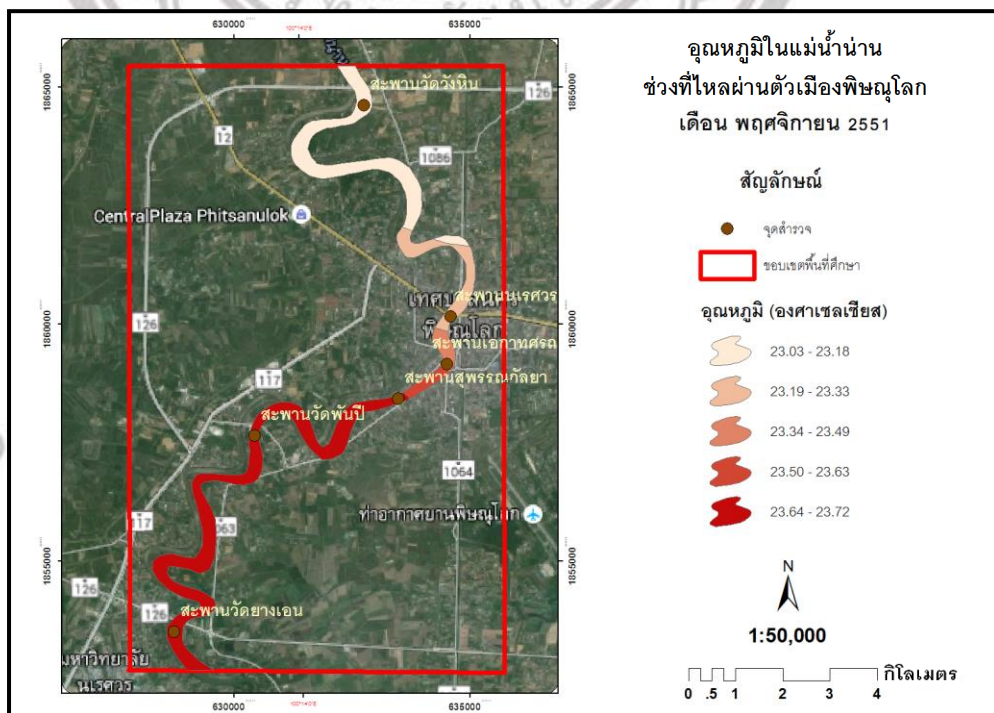
ภาพที่ 9 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุณหภูมิในแม่น้ำน่าน เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



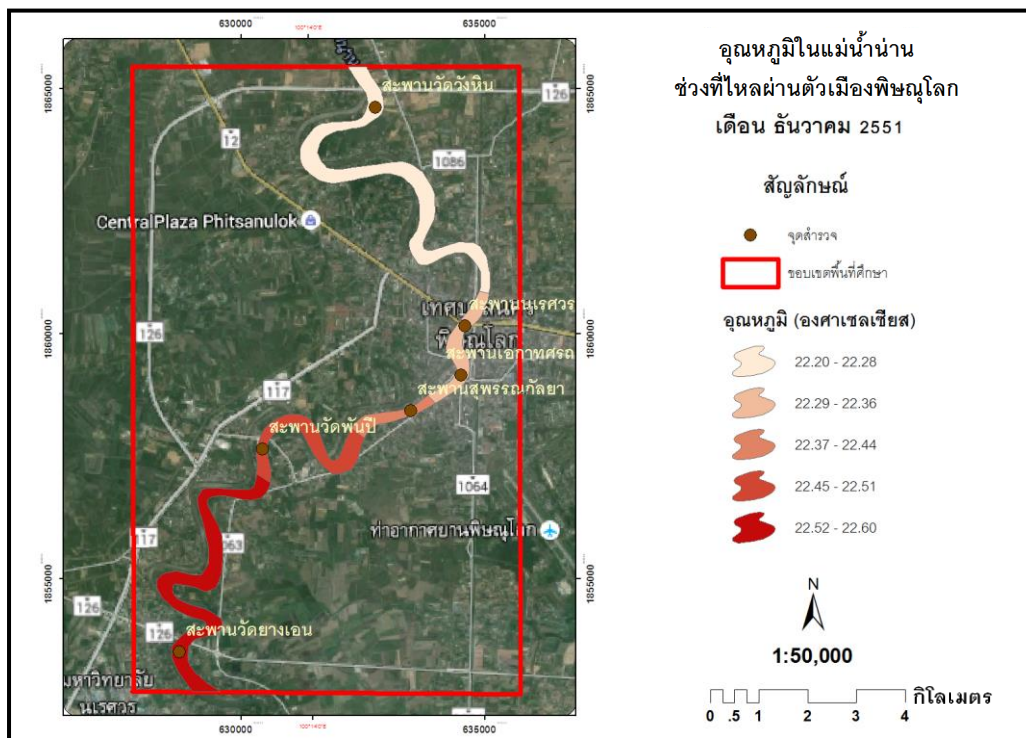
ภาพที่ 10 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุณหภูมิในแม่น้ำน่าน เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



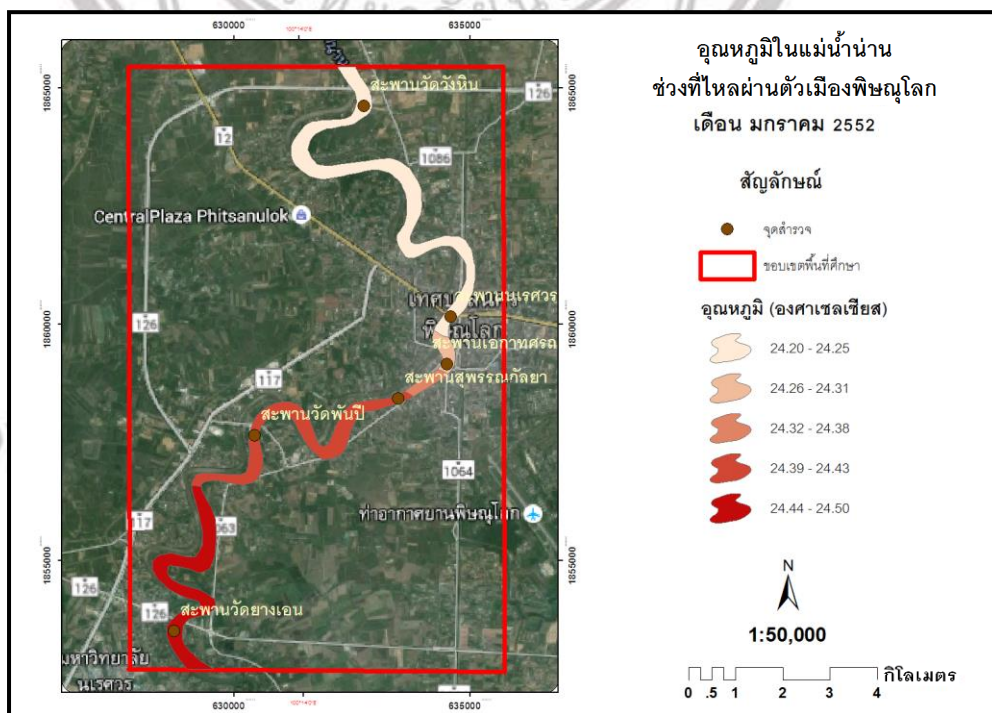
ภาพที่ 11 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุณหภูมิในแม่น้ำน่าน
เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



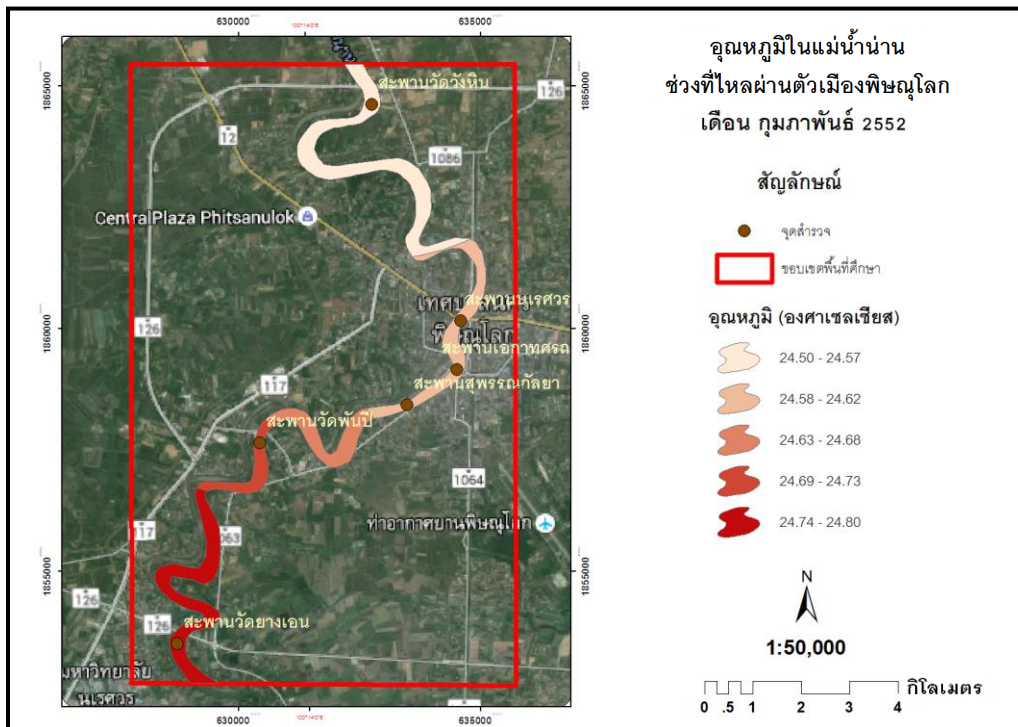
ภาพที่ 12 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุณหภูมิในแม่น้ำน่าน
เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



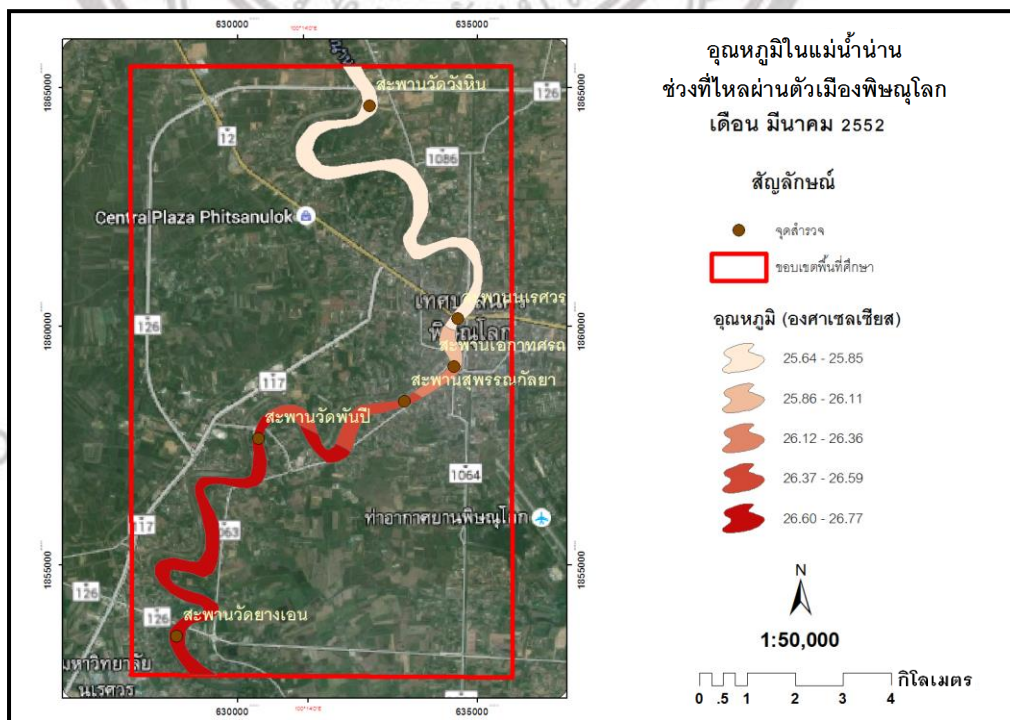
ภาพที่ 13 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุณหภูมิในแม่น้ำน่าน
เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



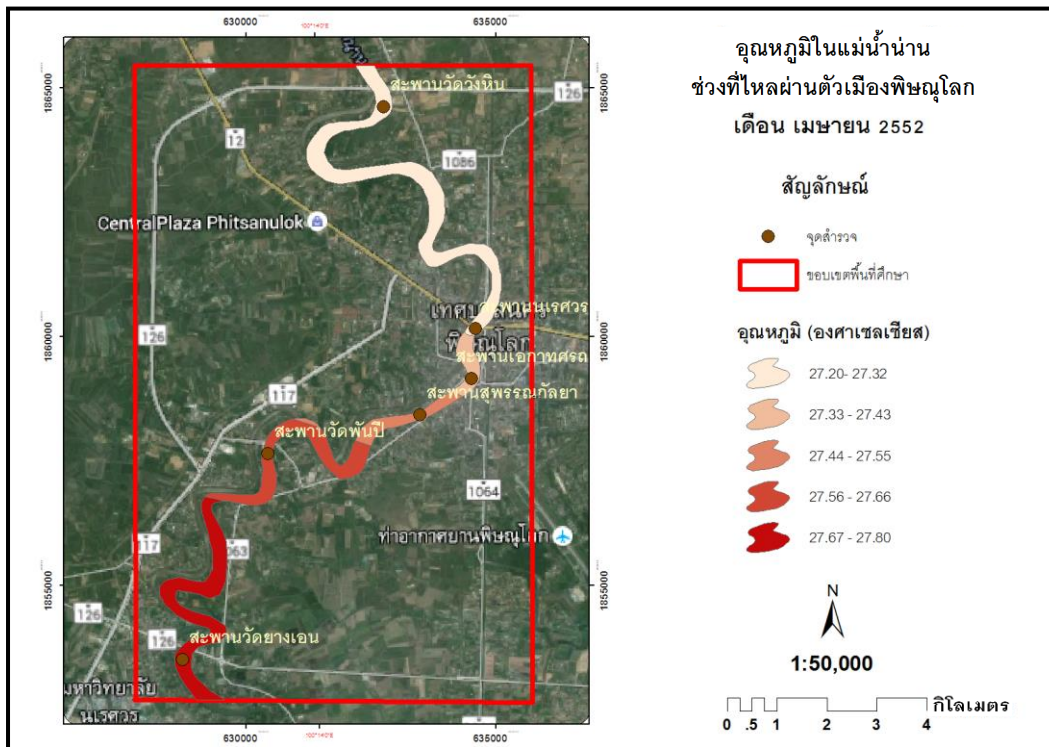
ภาพที่ 14 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุณหภูมิในแม่น้ำน่าน
เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 15 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุณหภูมิในแม่น้ำน่าน
เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 16 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุณหภูมิในแม่น้ำน่าน
เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



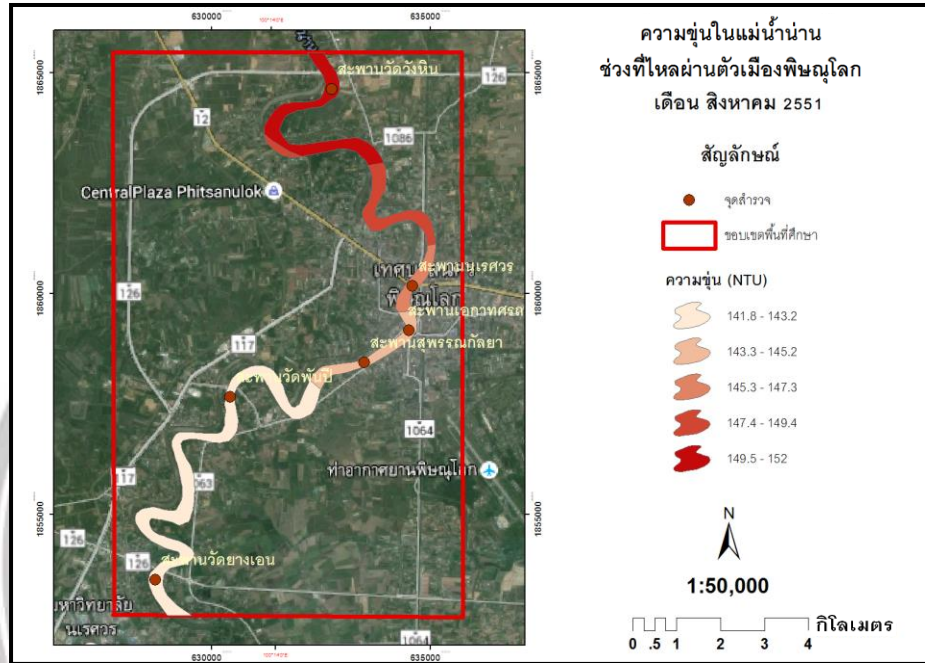
ภาพที่ 17 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของอุณหภูมิในแม่น้ำน่าน
เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

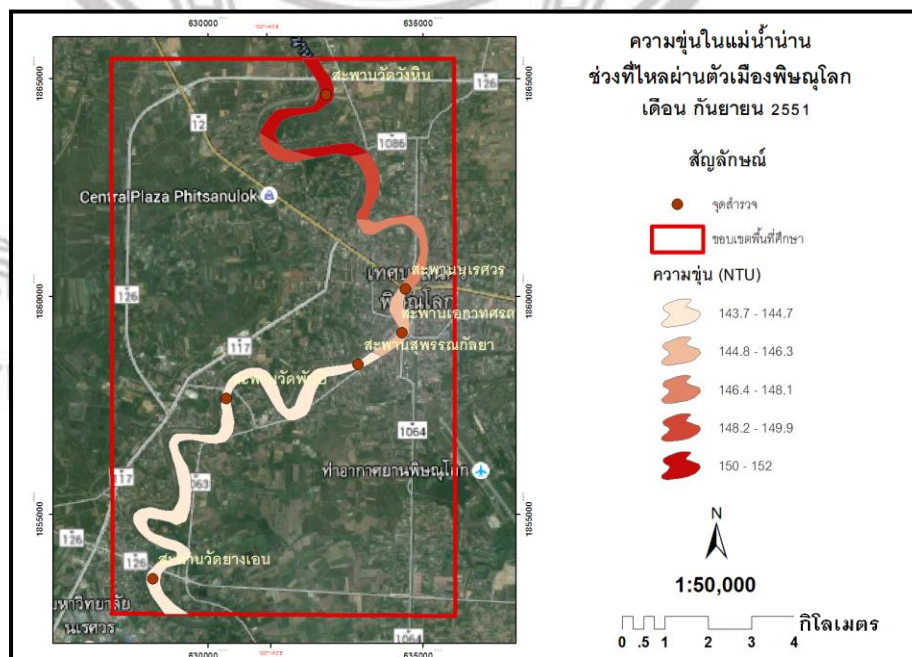
Copyright by Naresuan University

All rights reserved

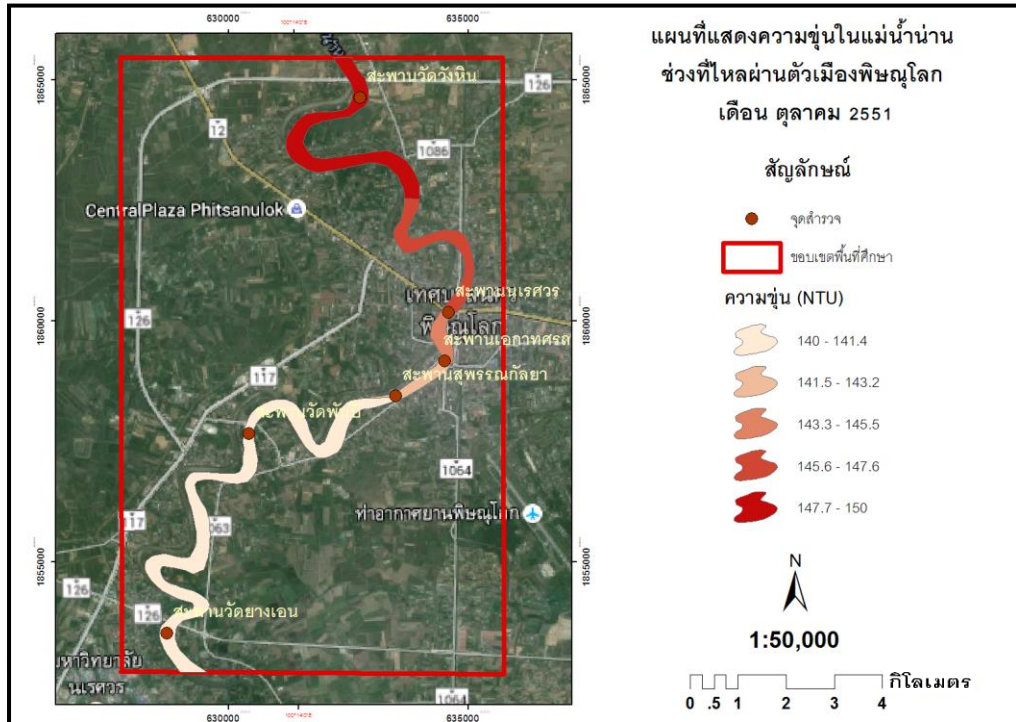
4.1.2. การวิเคราะห์ความชุ่มน้ำในแม่น้ำน่านช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลกด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging) ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2552



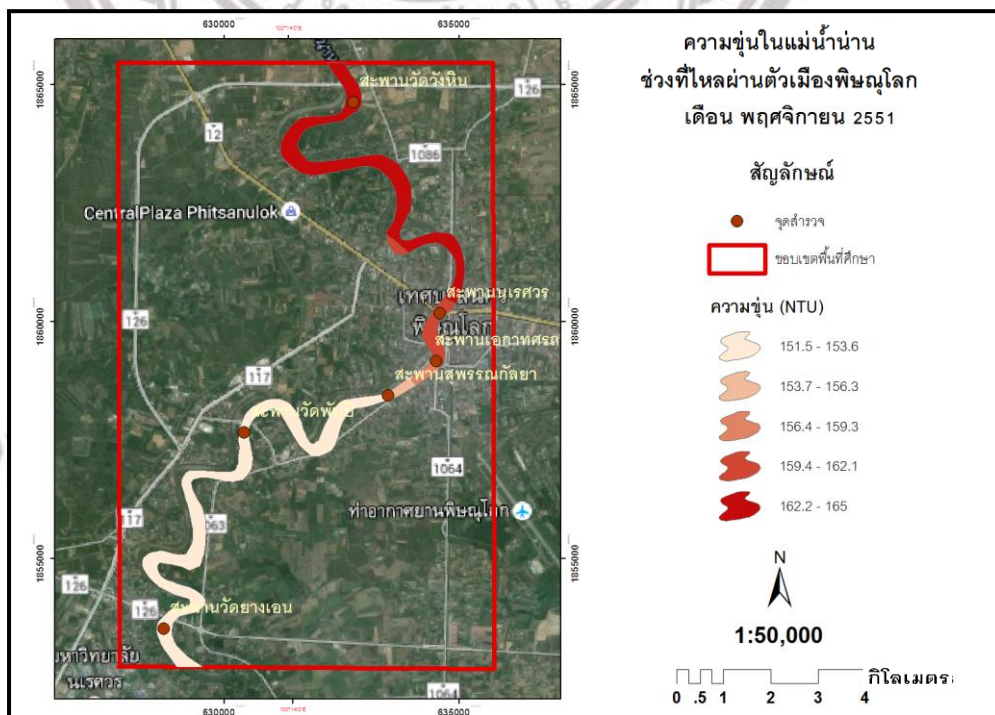
ภาพที่ 18 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มน้ำในแม่น้ำน่านเดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



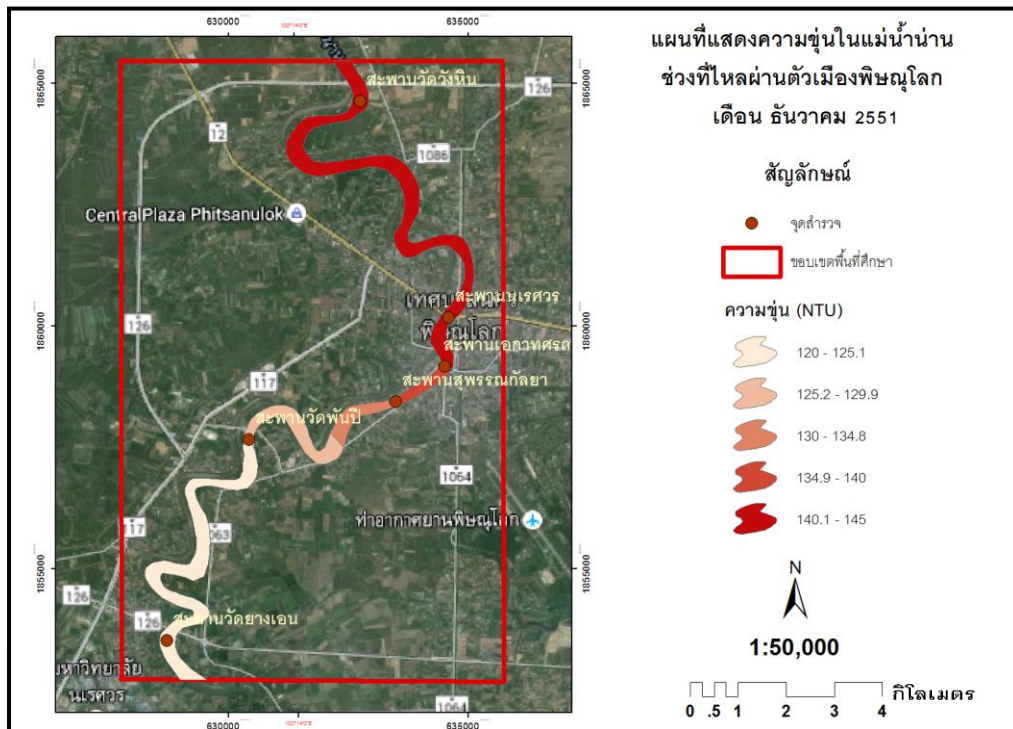
ภาพที่ 19 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มน้ำในแม่น้ำน่านเดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



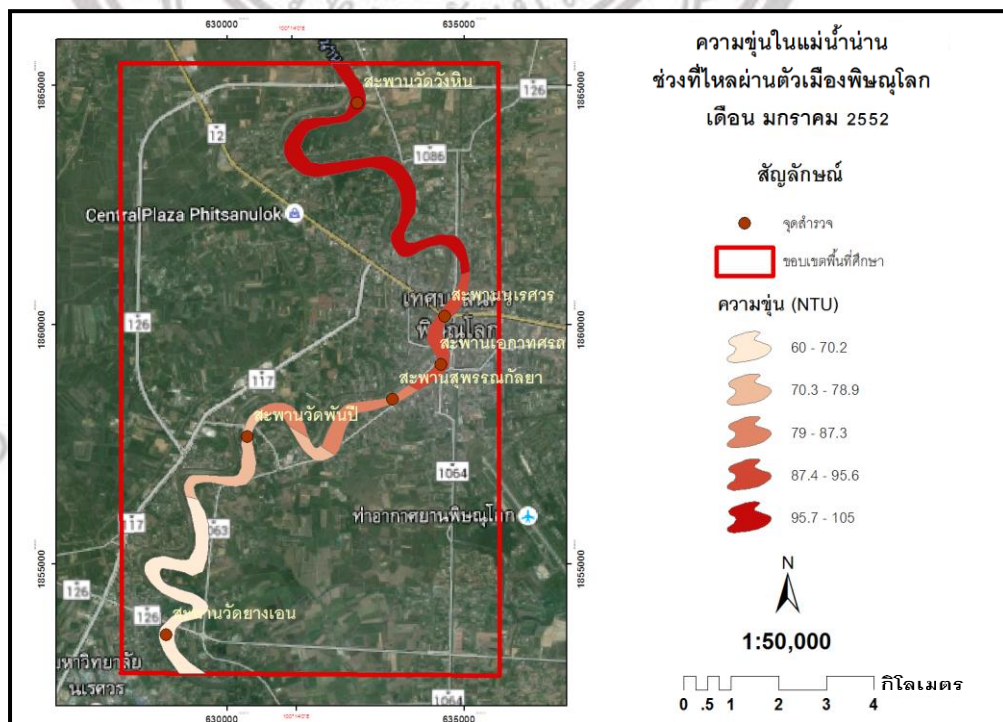
ภาพที่ 20 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความสูงในแม่น้ำน่าน
เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



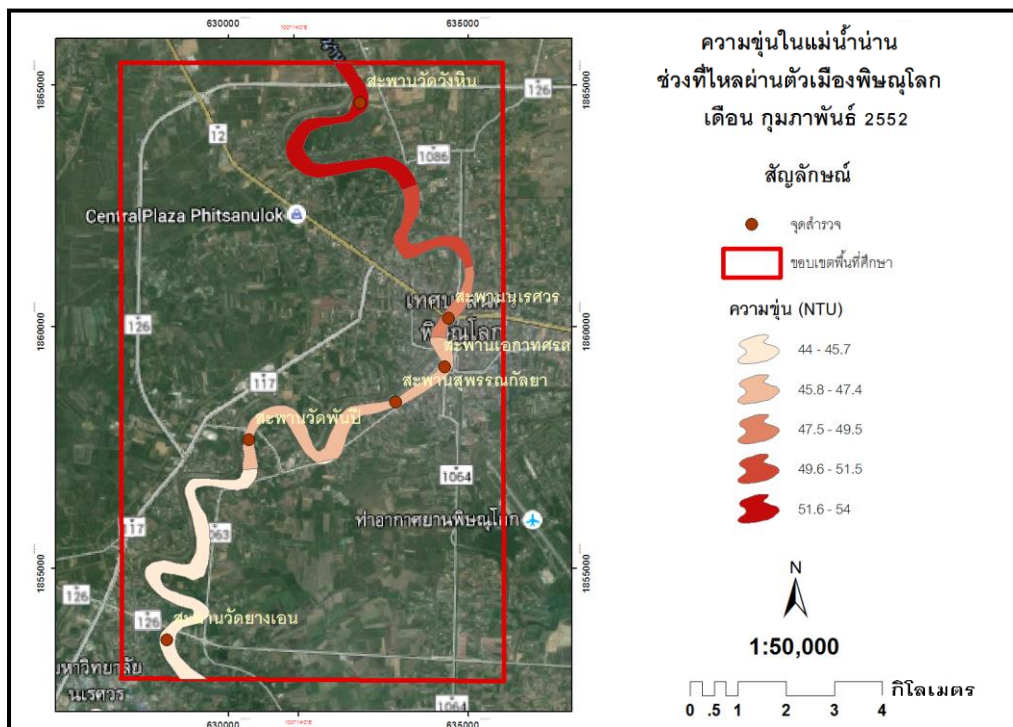
ภาพที่ 21 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความสูงในแม่น้ำน่าน
เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



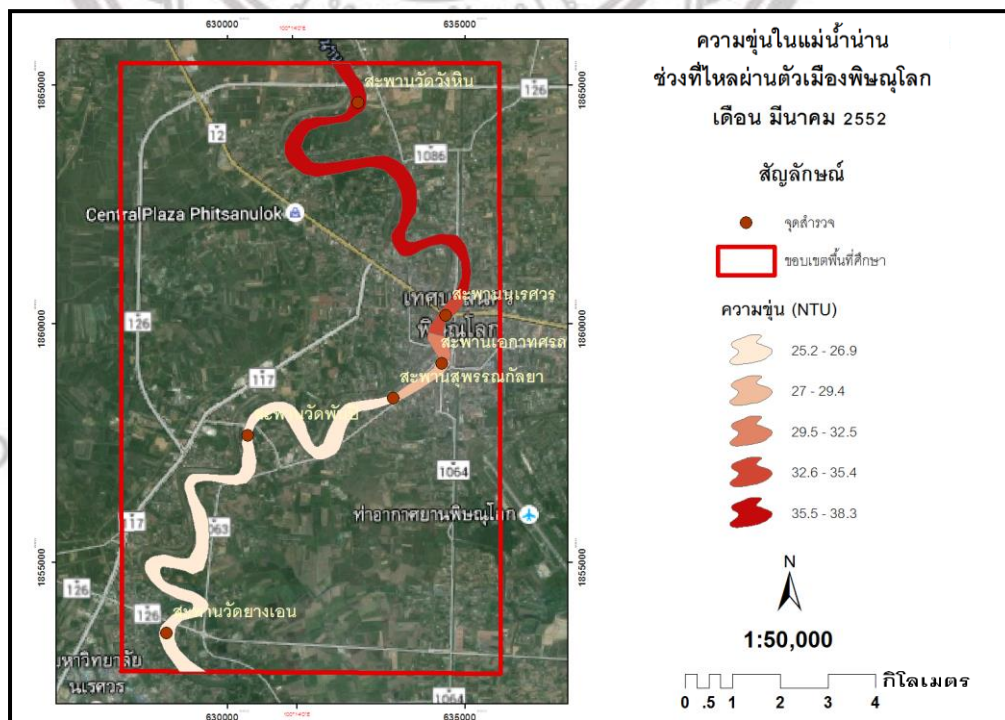
ภาพที่ 22 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความขุ่นในแม่น้ำน่าน เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



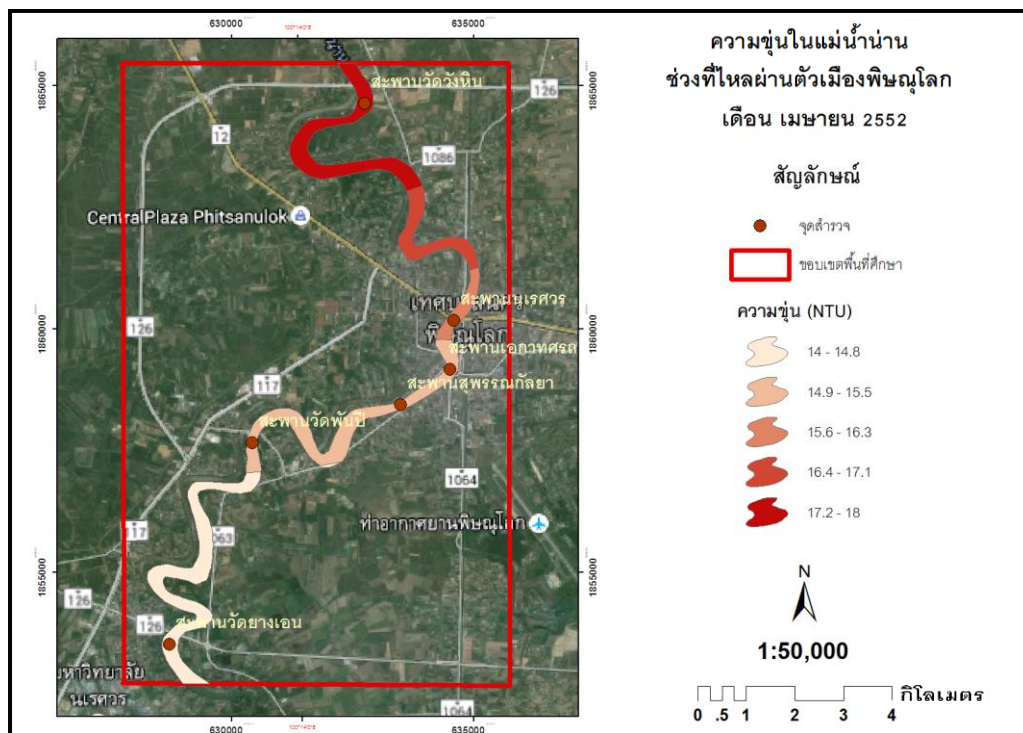
ภาพที่ 23 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความขุ่นในแม่น้ำน่าน เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 24 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มในแม่น้ำน่าน
เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 25 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มในแม่น้ำน่าน
เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 26 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของความชุ่มในแม่น้ำน่าน
 เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)

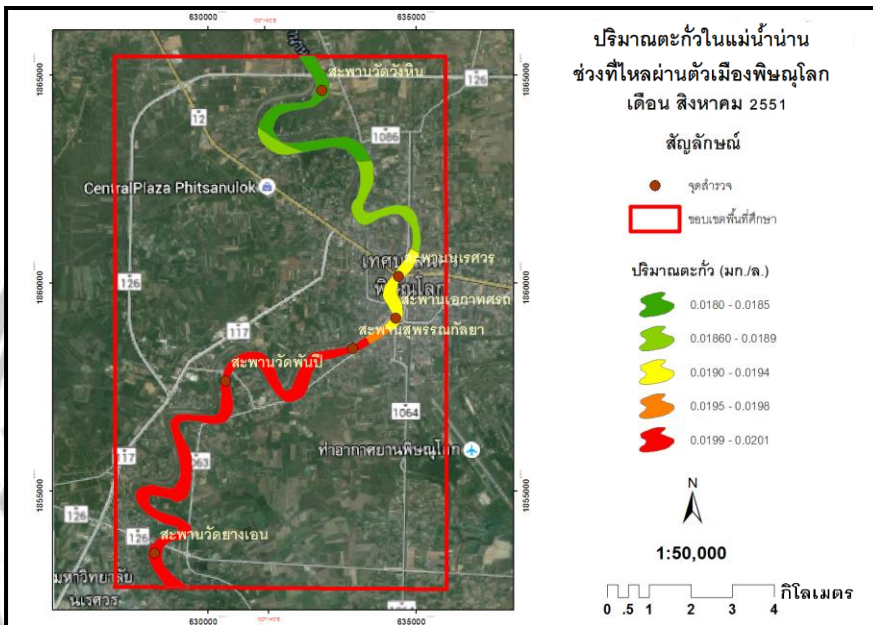
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

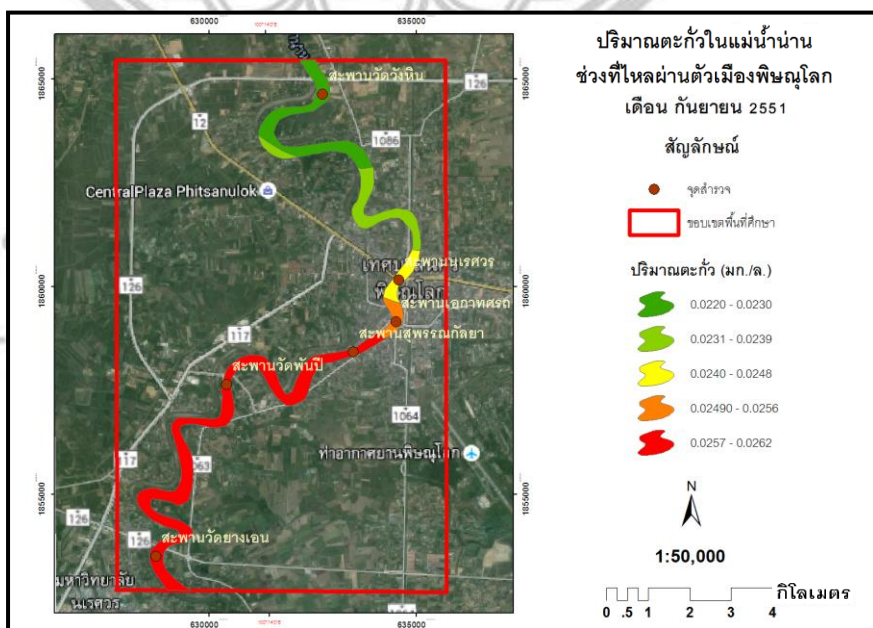
All rights reserved

4.1.3. การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในแม่น้ำ่านช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลก ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging) ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ.

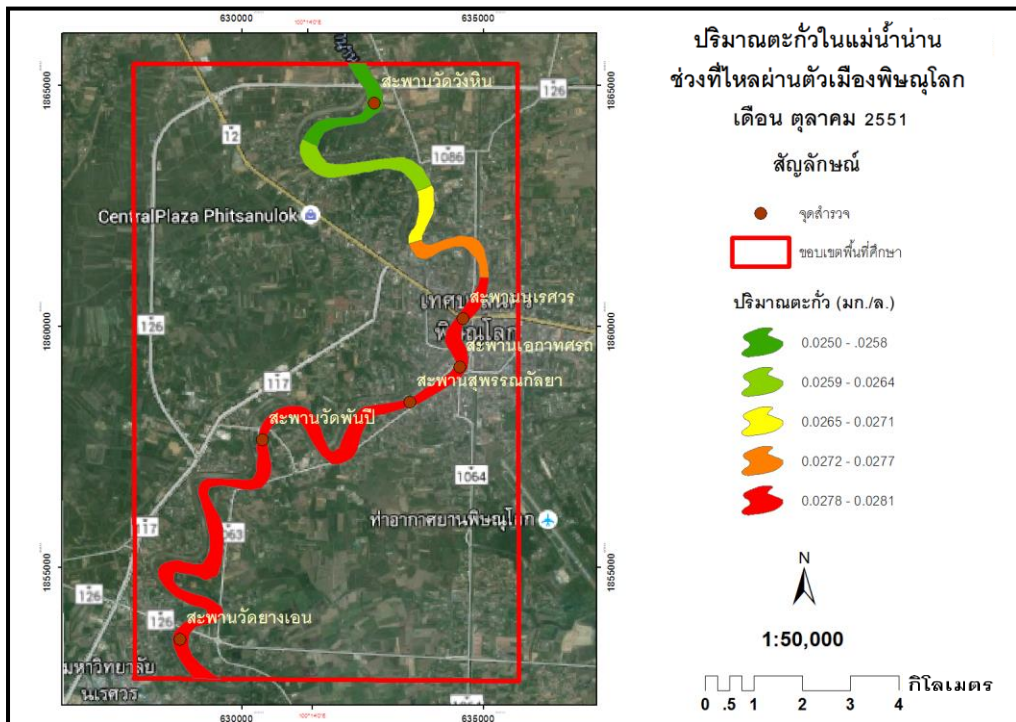
2552



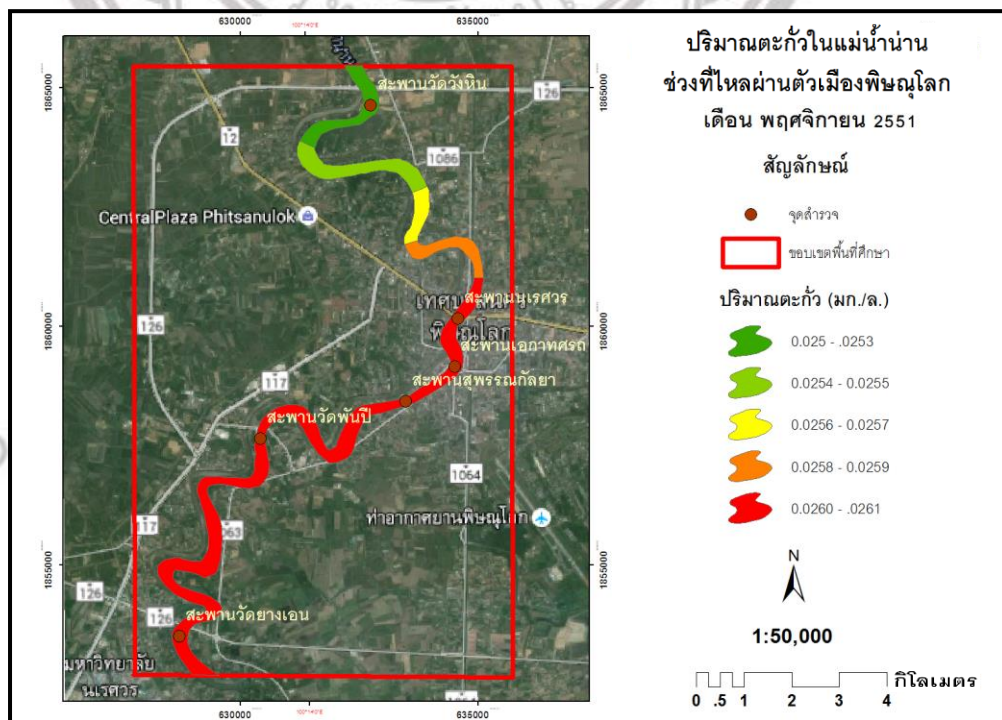
ภาพที่ 27 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำ่าน เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



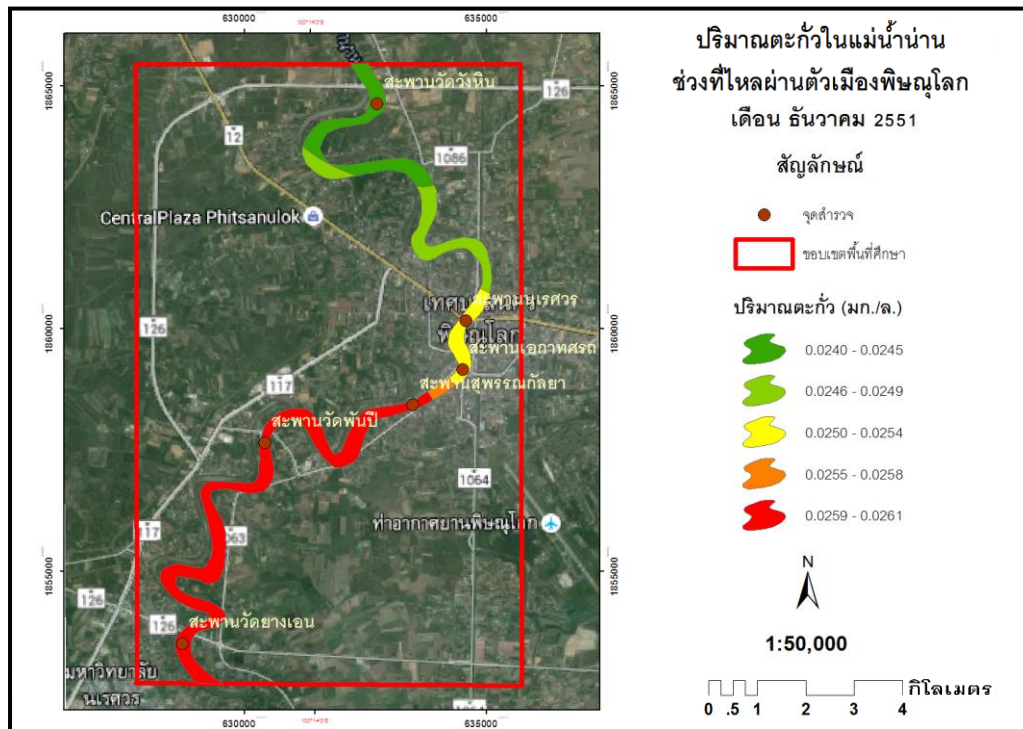
ภาพที่ 28 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำ่าน เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



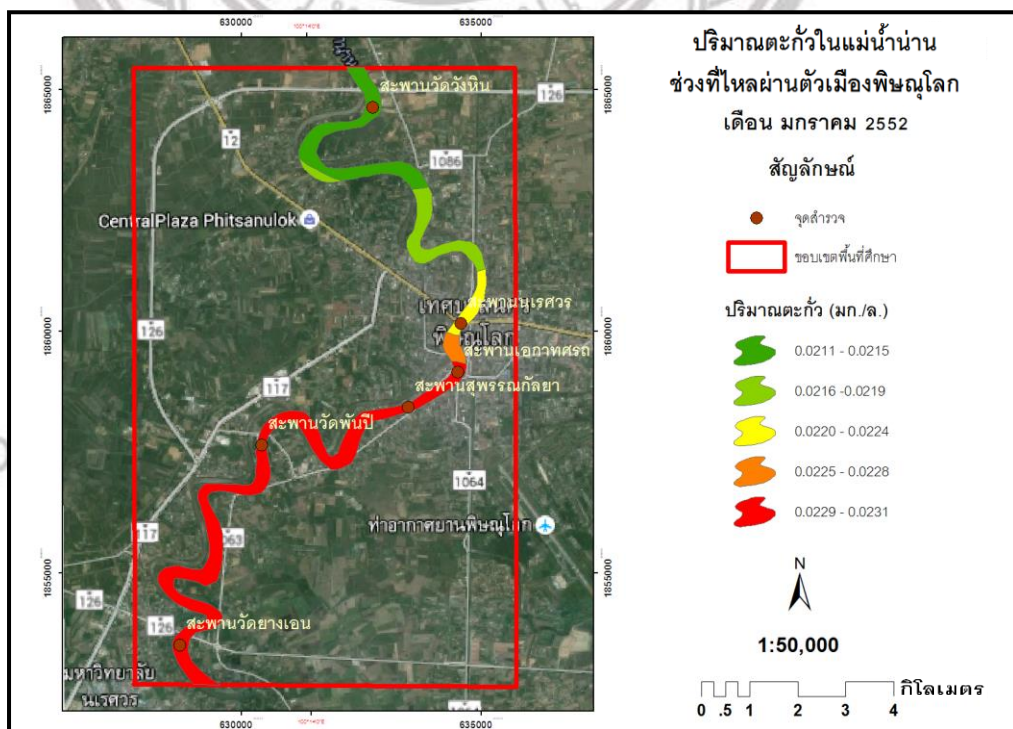
ภาพที่ 29 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่าน
เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



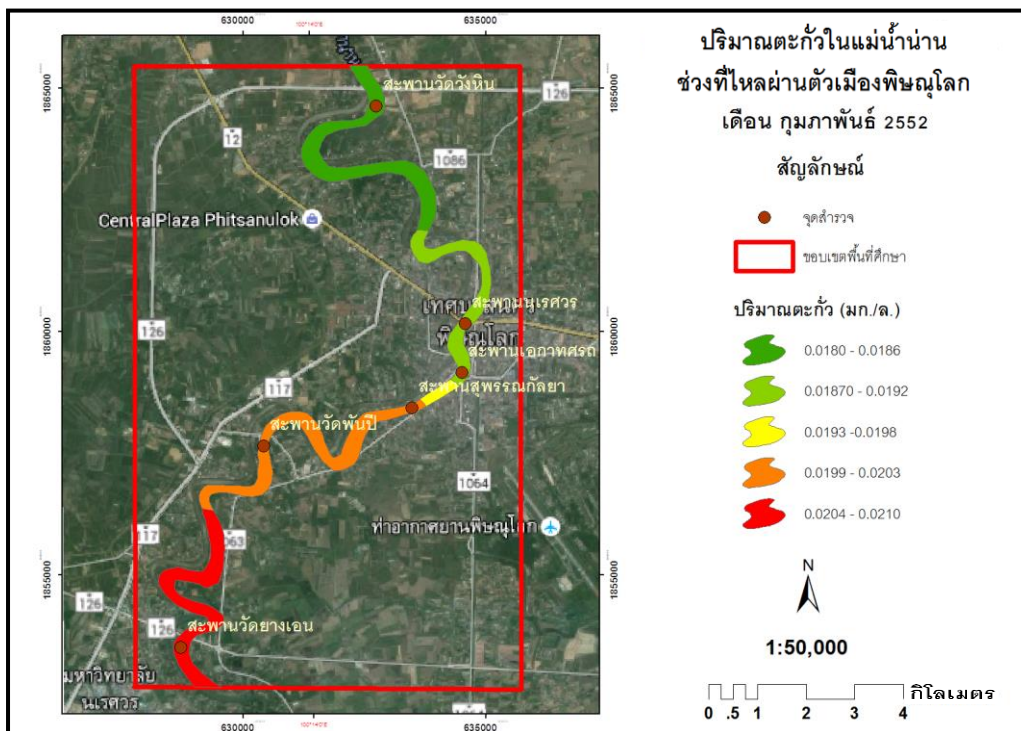
ภาพที่ 30 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่าน
เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



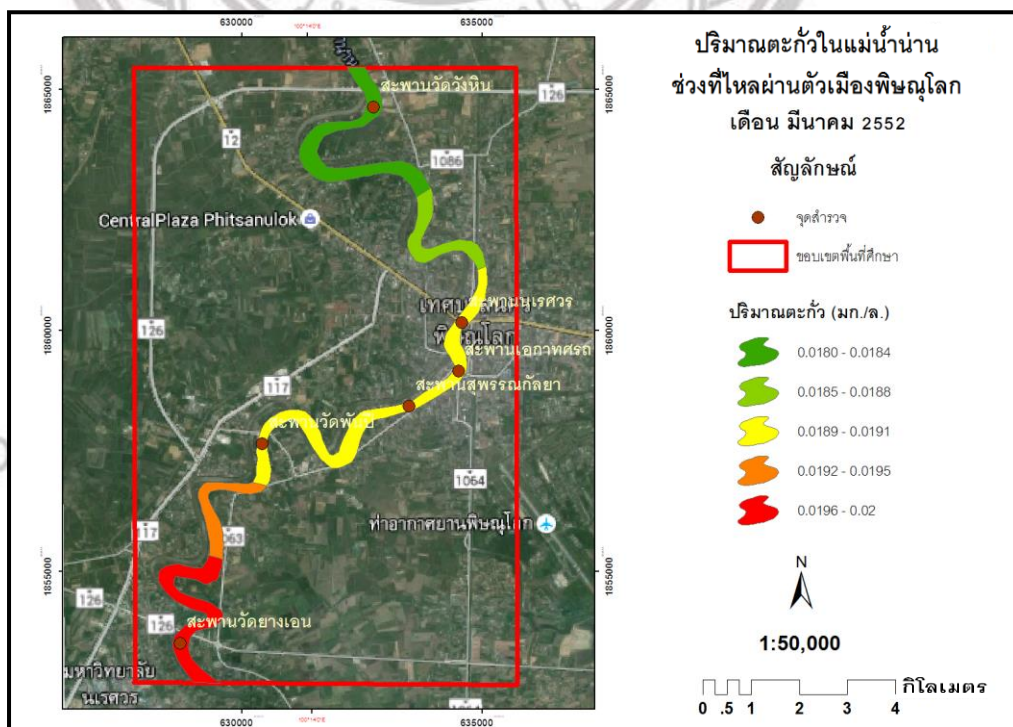
ภาพที่ 31 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วไนเตรตในแม่น้ำน่าน เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



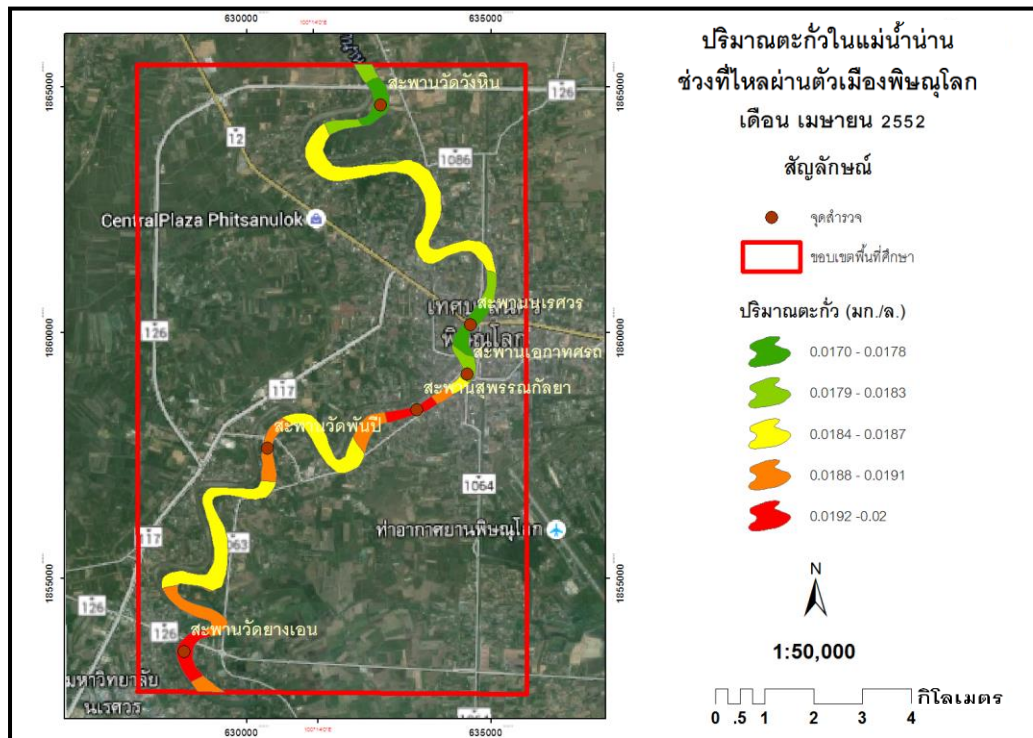
ภาพที่ 32 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วไนเตรตในแม่น้ำน่าน เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 33 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วไนเตรตในแม่น้ำน่าน เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 34 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วไนเตรตในแม่น้ำน่าน เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 35 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่าน
เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)

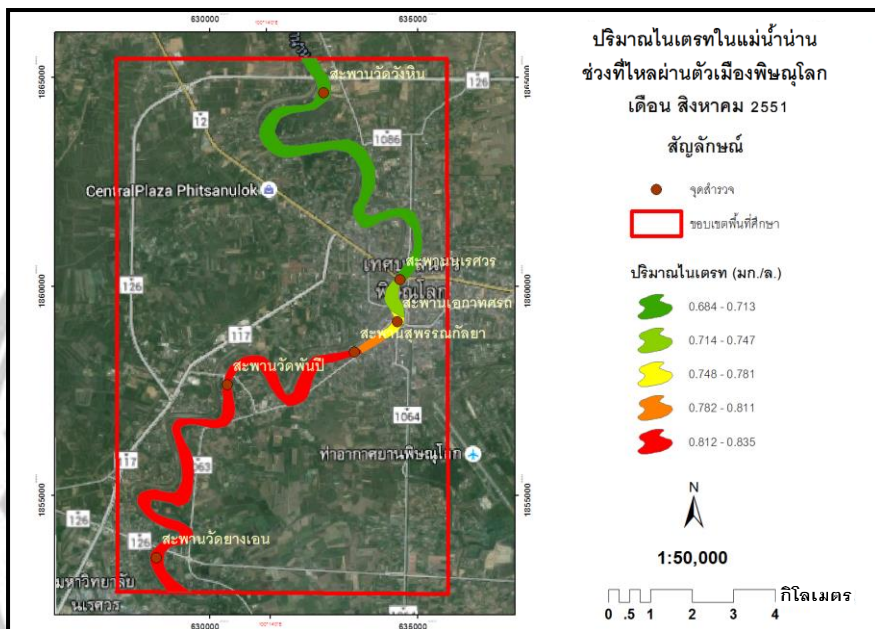
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

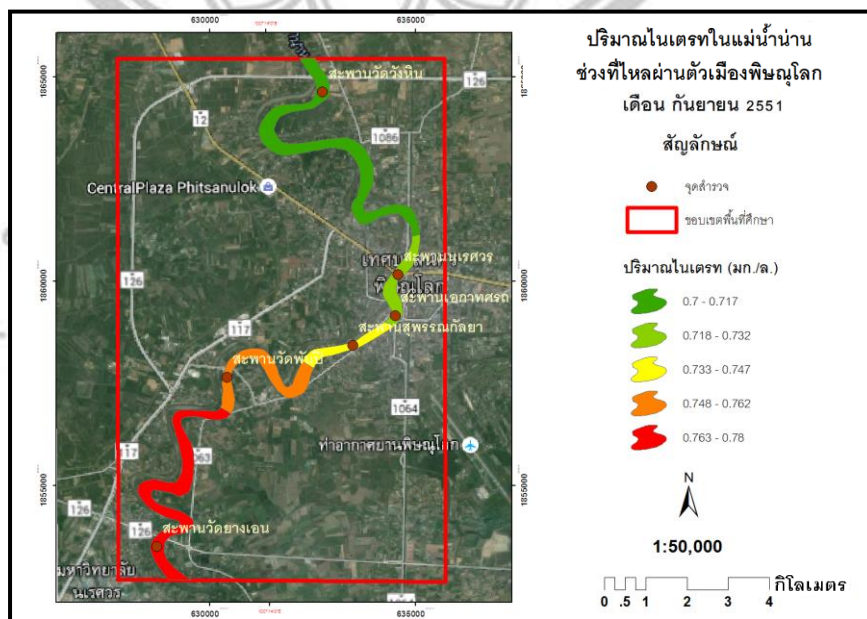
All rights reserved

4.1.4 การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในแม่น้ำ่านช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลก ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging) ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ.

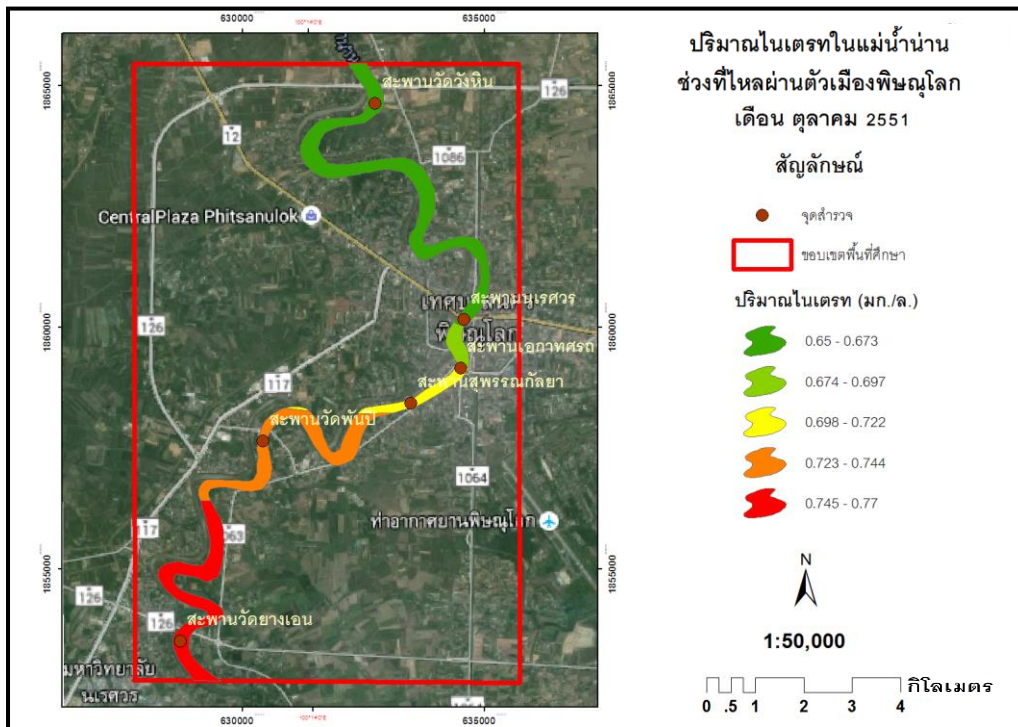
2552



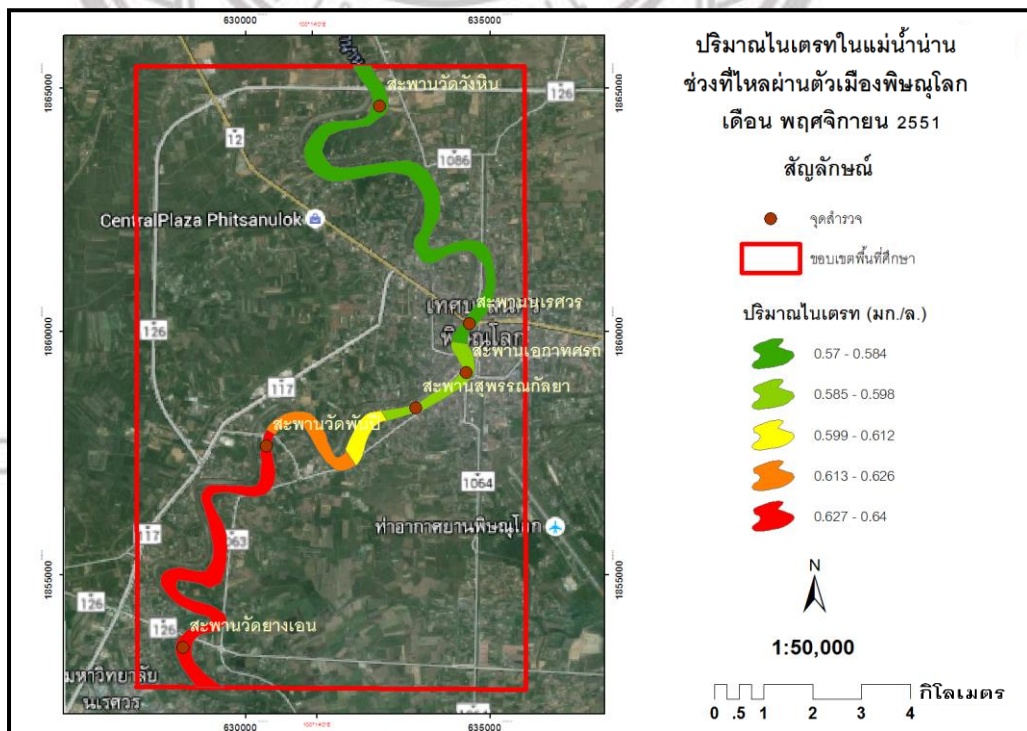
ภาพที่ 36 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำ่าน เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



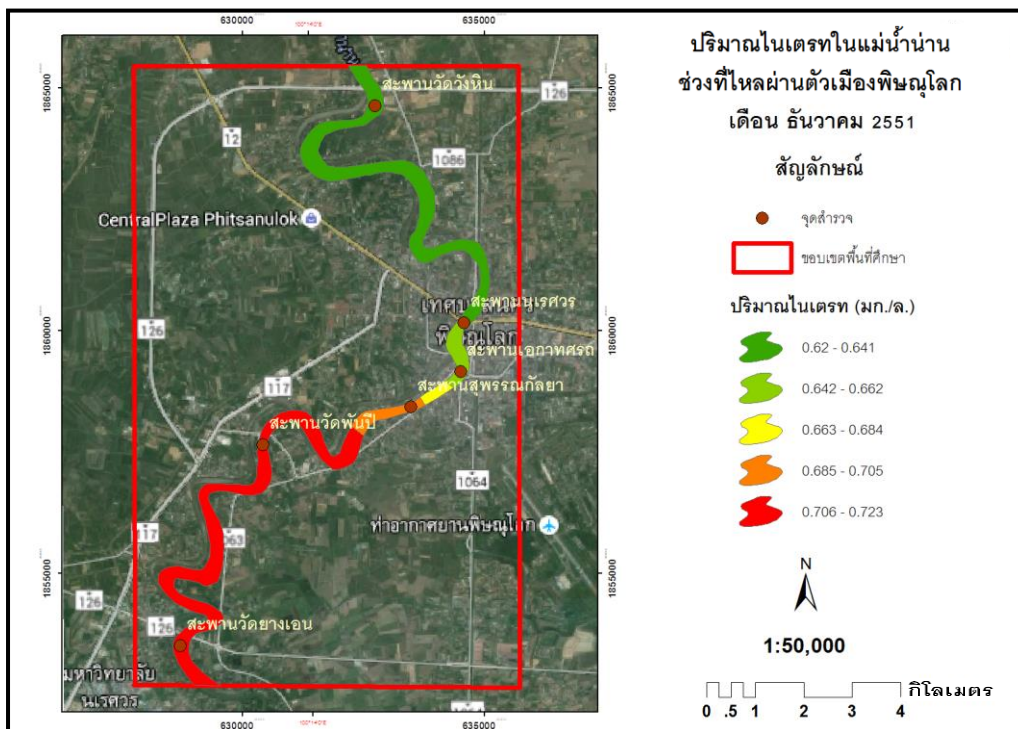
ภาพที่ 37 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำ่าน เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



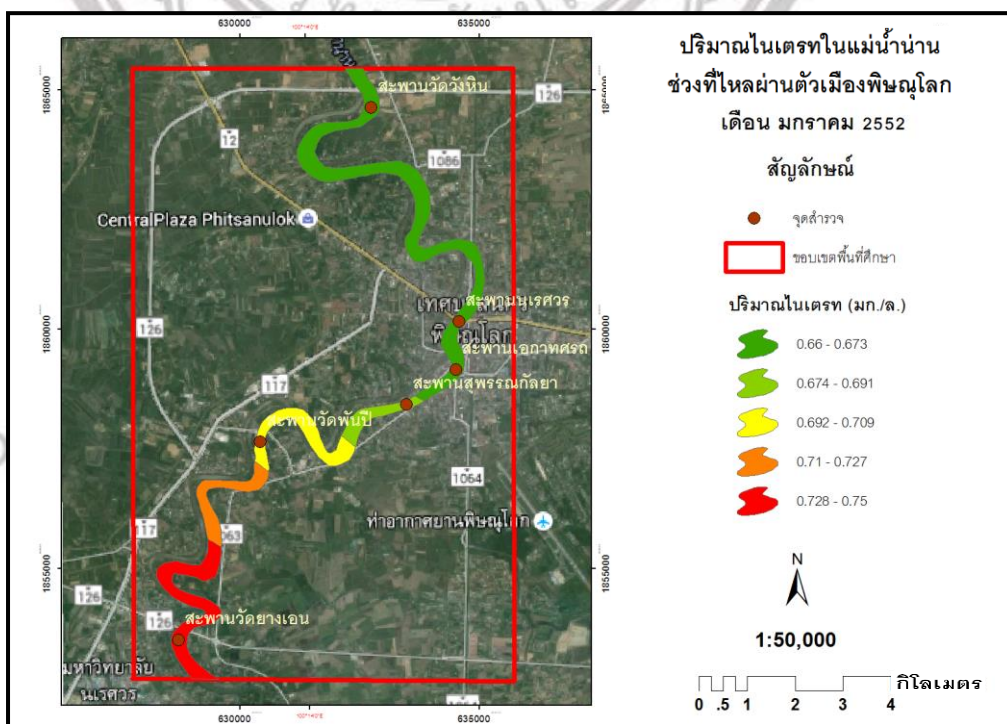
ภาพที่ 38 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรท
ในแม่น้ำน่าน เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



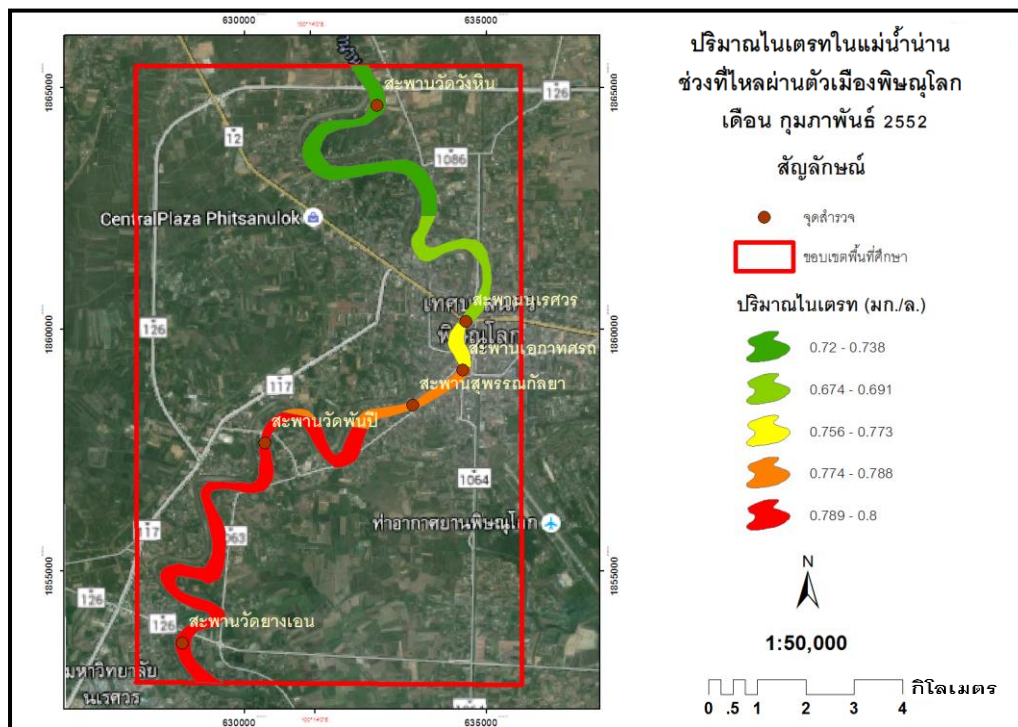
ภาพที่ 39 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรท
ในแม่น้ำน่าน เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



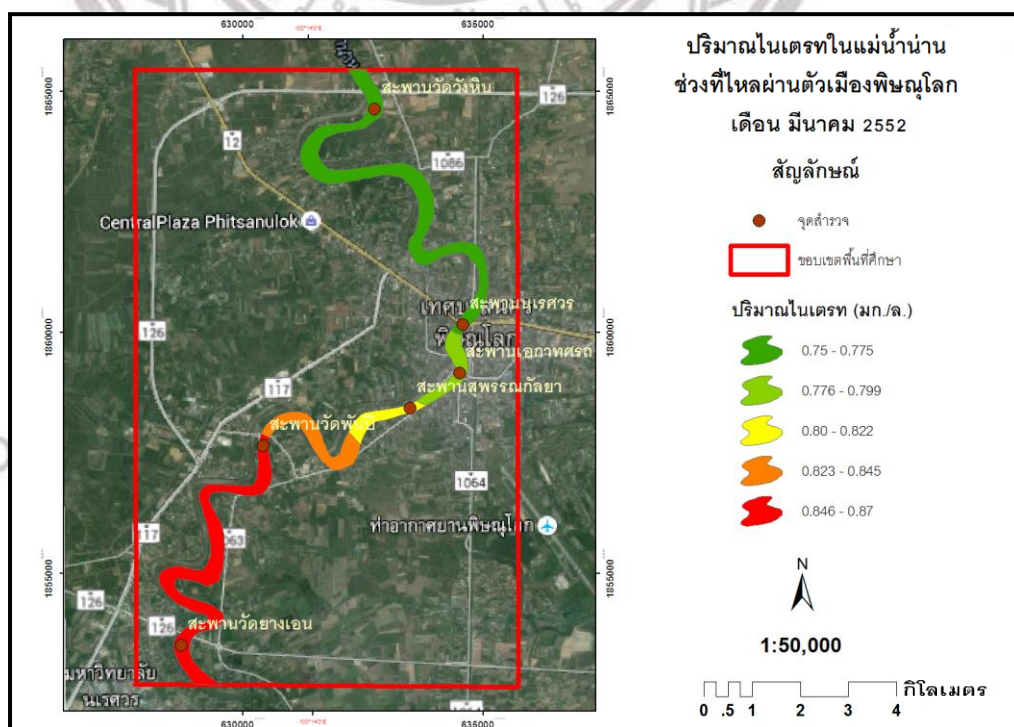
ภาพที่ 40 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำน่าน เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



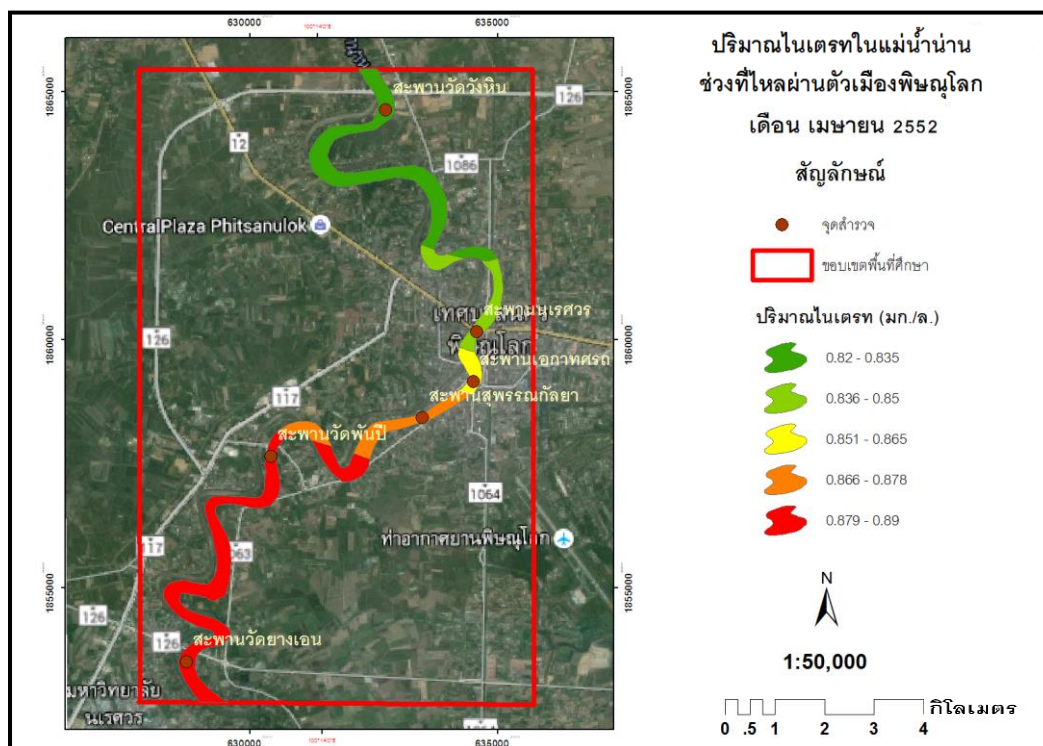
ภาพที่ 41 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรทในแม่น้ำน่าน เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 42 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรท
ในแม่น้ำน่าน เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 43 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรท
ในแม่น้ำน่าน เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



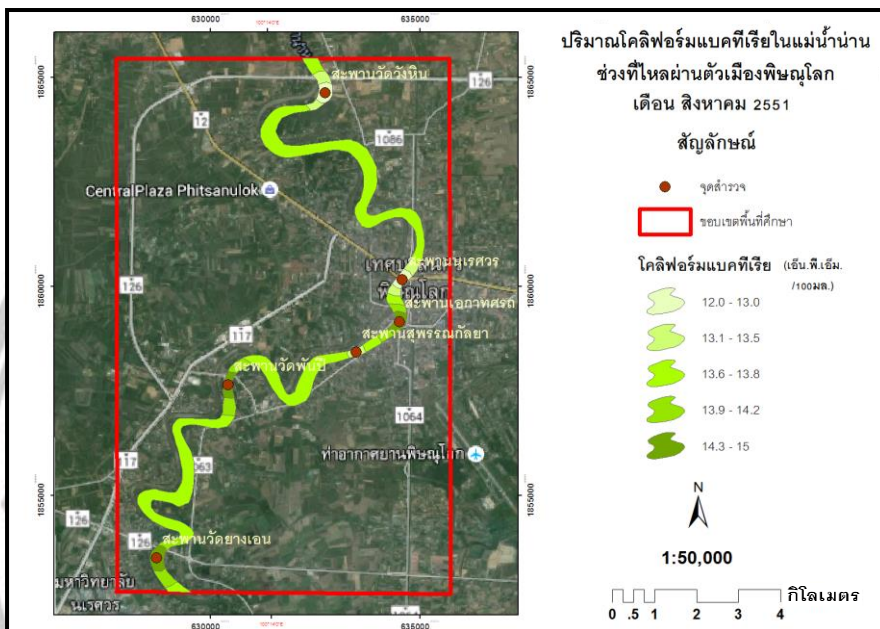
ภาพที่ 44 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณไนเตรท
ในแม่น้ำน่าน เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

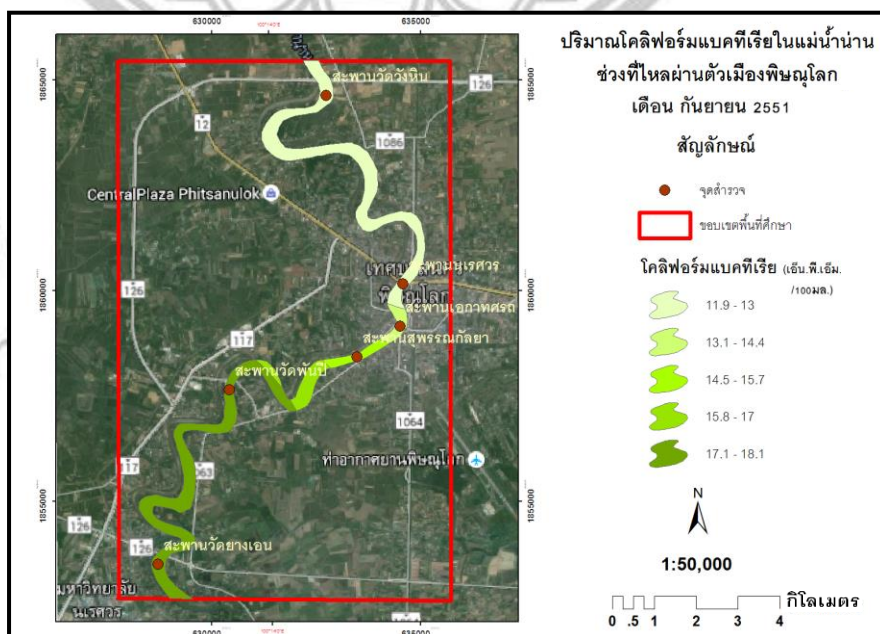
Copyright by Naresuan University

All rights reserved

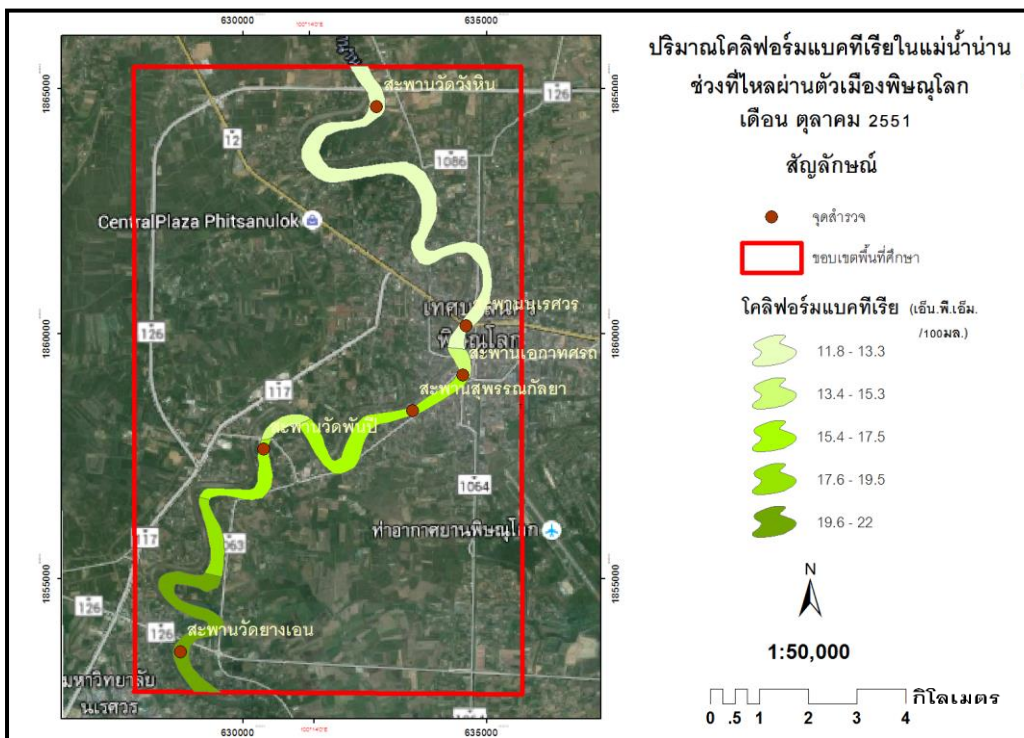
4.1.5 การวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแม่น้ำน่านช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลกด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging) ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2552



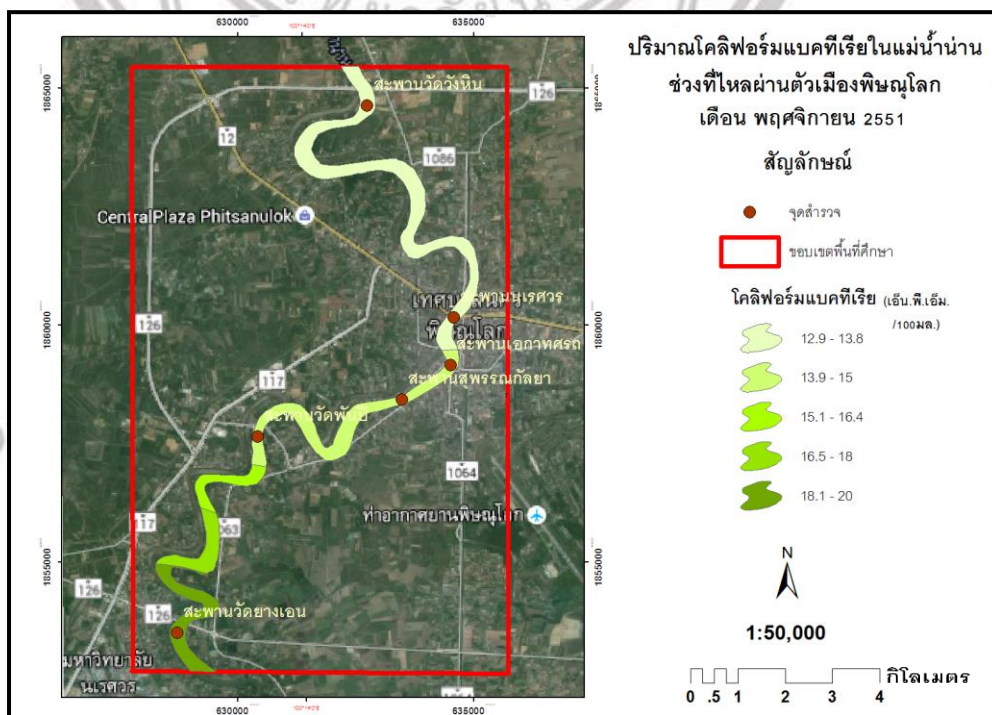
ภาพที่ 45 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแม่น้ำน่าน เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



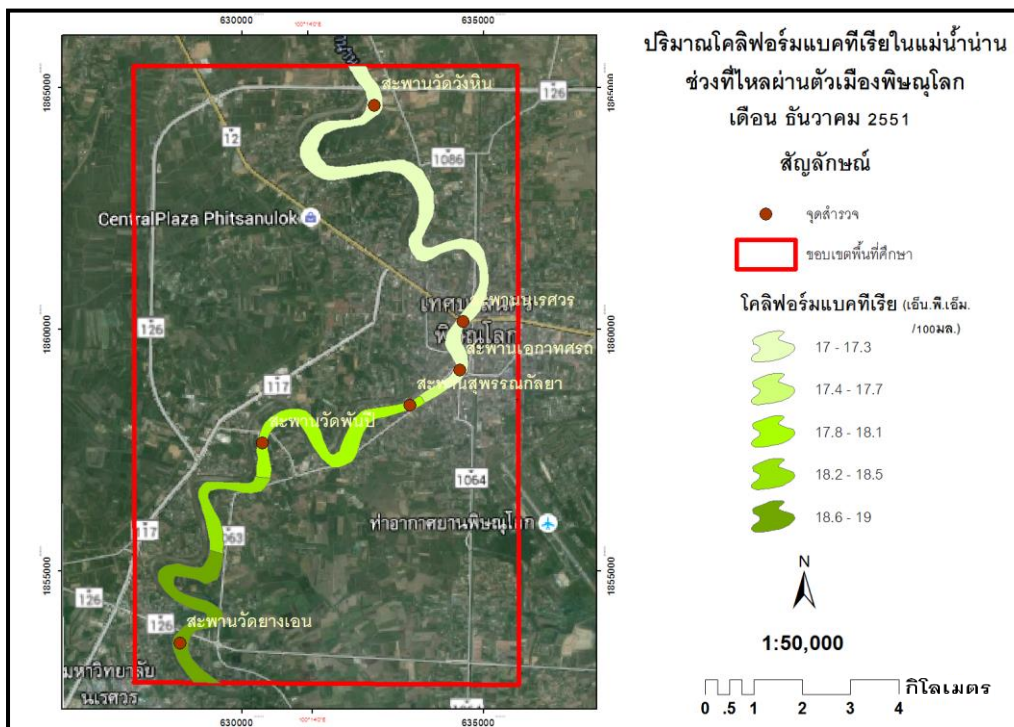
ภาพที่ 46 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแม่น้ำน่าน เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



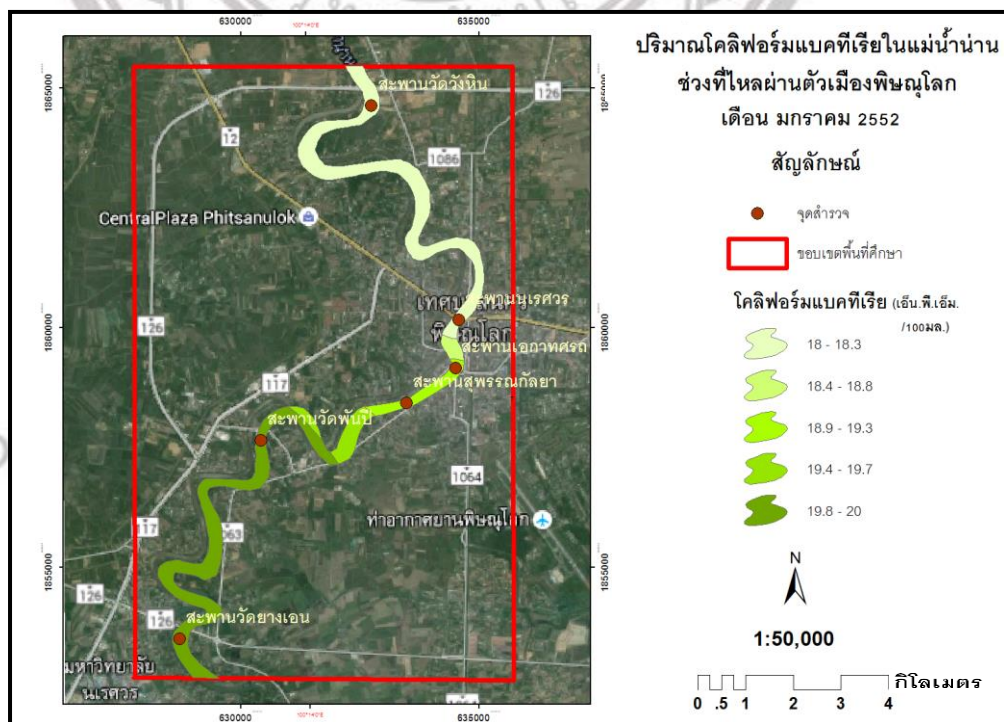
ภาพที่ 47 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแม่น้ำน่าน เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



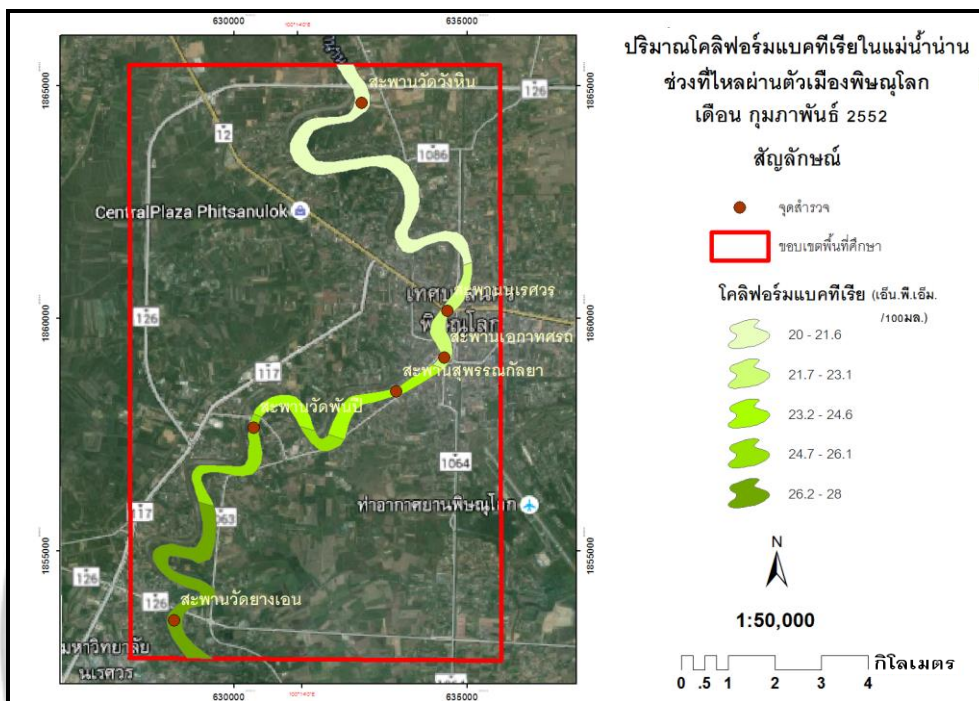
ภาพที่ 48 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแม่น้ำน่าน เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



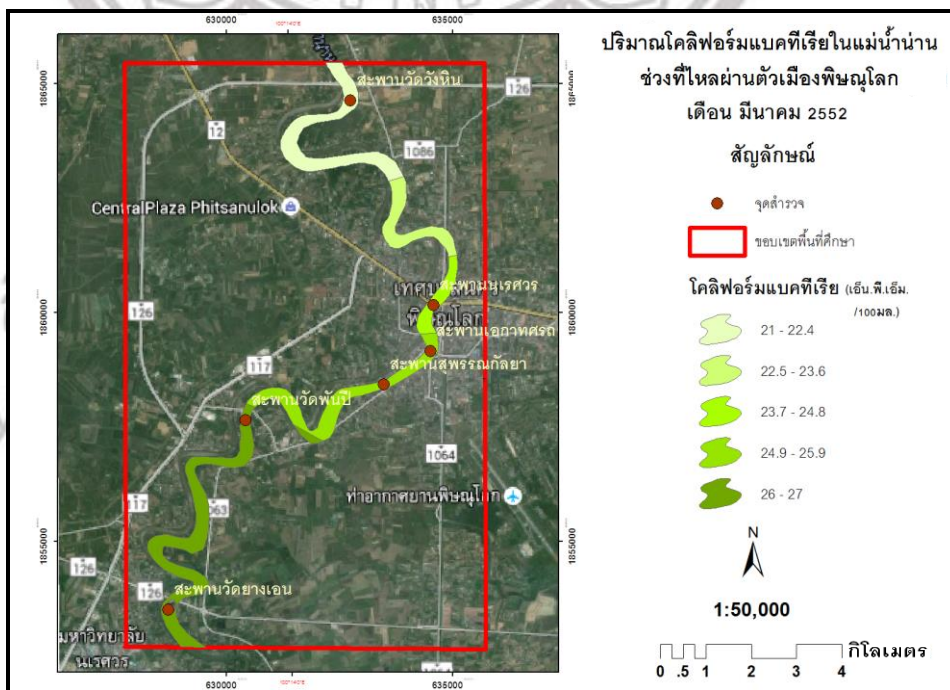
ภาพที่ 49 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแม่น้ำน่าน เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



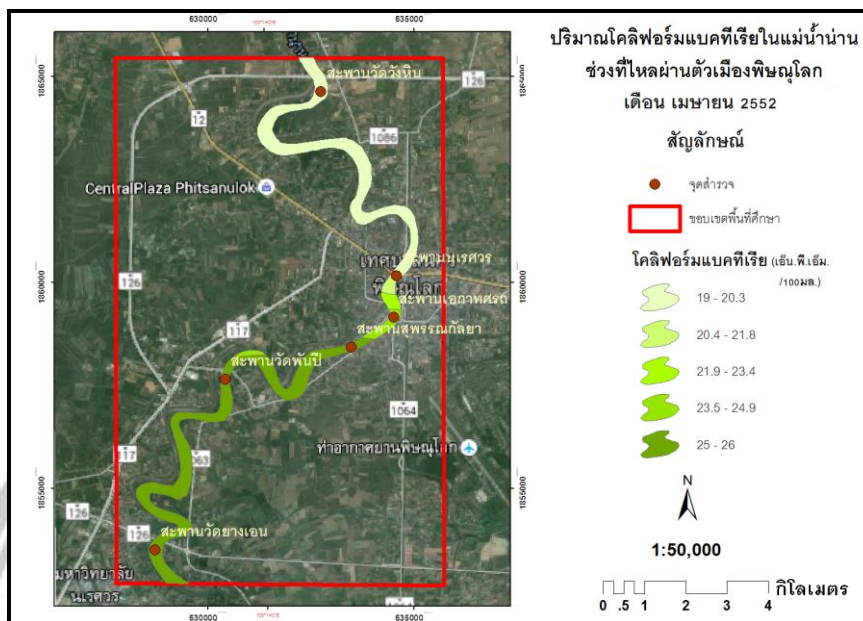
ภาพที่ 50 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแม่น้ำน่าน เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 51 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแม่น้ำ่าน เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 52 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแม่น้ำ่าน เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)



ภาพที่ 53 ผลการวิเคราะห์พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็นของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย
ในแม่น้ำน่าน เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการประมาณค่า (Kriging)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

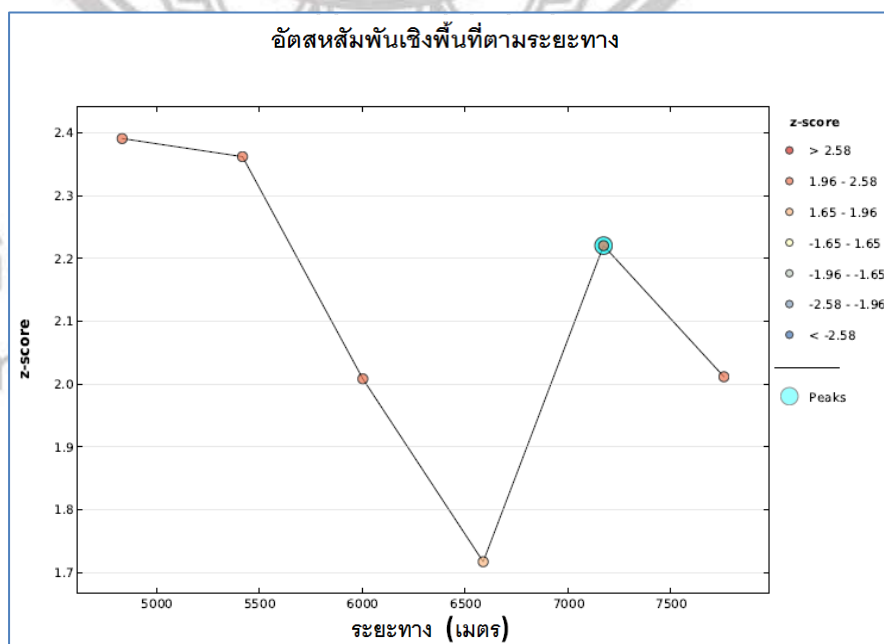
Copyright by Naresuan University

All rights reserved

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

คือการคำนวณหาค่าสถิติเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของระยะทางที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่หนึ่งๆ ซึ่งพื้นที่ที่ใกล้เคียงกันและมีค่าใกล้เคียงกันจะทำให้ค่าของสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่สูง เพราะฉะนั้นหากต้องคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์จะต้องขึ้นอยู่กับค่าของพื้นที่หรือปัจจัยที่มีผลต่อกันระหว่างพื้นที่หนึ่งและอีกพื้นที่หนึ่งที่อยู่ใกล้เคียงกัน โดยจะนำค่าพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำที่ได้มาแต่ละจุด มาวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ Incremental Spatial Autocorrelation ถ้าค่าคะแนนมาตรฐาน (Z - Scores) ที่ได้มาจากการปรับค่าข้อมูลระหว่างจุดให้มีค่าคะแนนมาตรฐานเดียวกันนั้นแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดในบริเวณจุดนั้นๆ โดยจะมีค่าความน่าจะเป็น (P-Value) เป็นตัวชี้วัดถ้าคะแนนมาตรฐาน (Z - Scores) สูงและค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ต่ำแสดงว่าจุดนั้นมีปริมาณความเข้มข้นของสารที่สูง

4.2.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิน้ำในแม่น้ำน่านช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation) ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2552



ภาพที่ 54 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

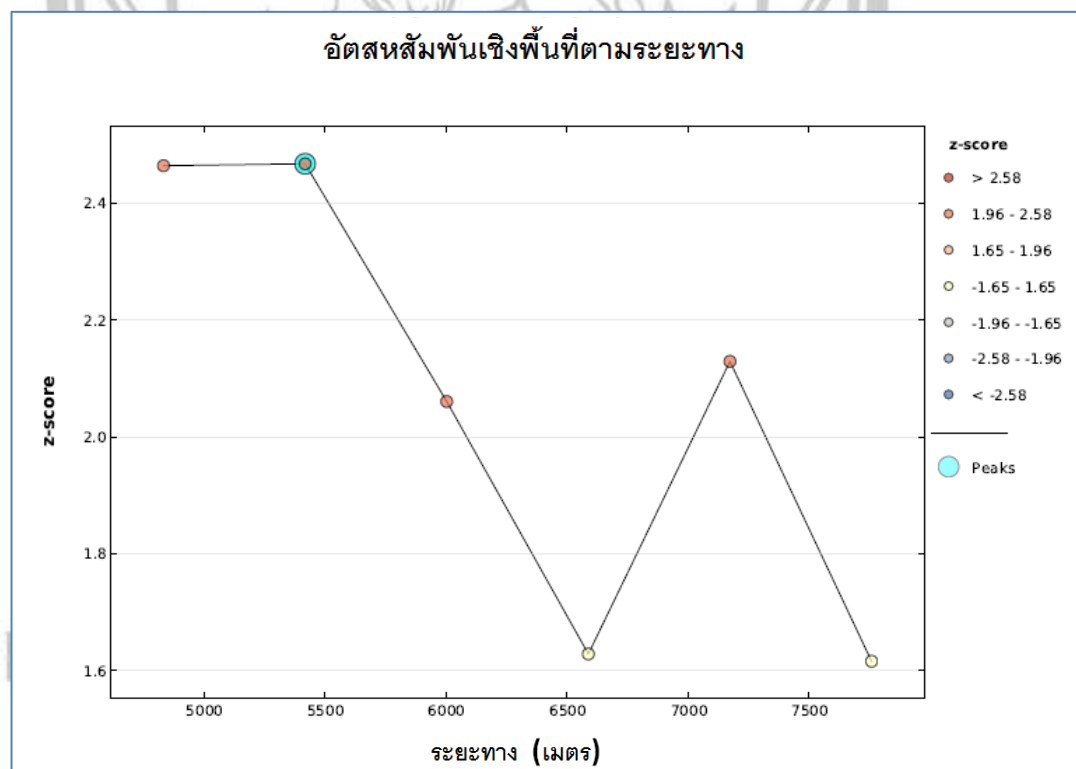
ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.574298	-0.200000	0.098715	2.464429	0.013723
5418.45	0.463856	-0.200000	0.072368	2.467742	0.013597
6003.19	0.286144	-0.200000	0.055647	2.060830	0.039319
6587.93	0.153614	-0.200000	0.047144	1.628609	0.103396
7172.68	0.148795	-0.200000	0.026828	2.129484	0.033214
7757.42	0.016265	-0.200000	0.017906	1.616167	0.106058

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.467742

Max Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.467742



ภาพที่ 55 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

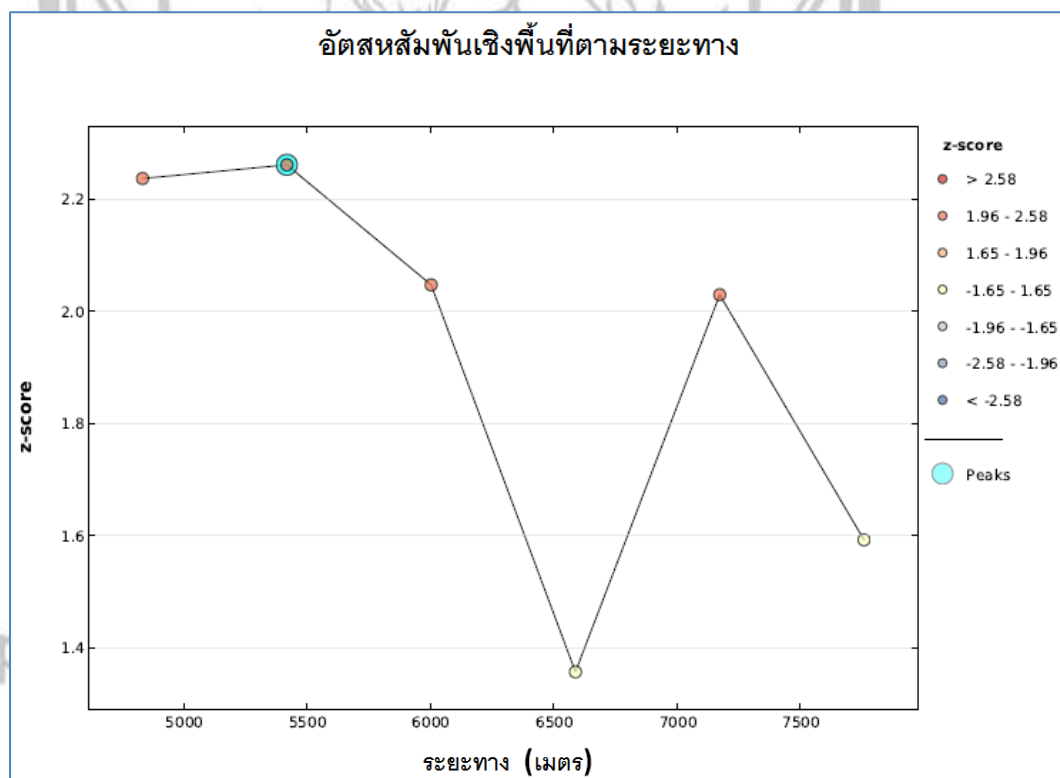
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.574298	-0.200000	0.098715	2.464429	0.013723
5418.45	0.463856	-0.200000	0.072368	2.467742	0.013597
6003.19	0.286144	-0.200000	0.055647	2.060830	0.039319
6587.93	0.153614	-0.200000	0.047144	1.628609	0.103396
7172.68	0.148795	-0.200000	0.026828	2.129484	0.033214
7757.42	0.016265	-0.200000	0.017906	1.616167	0.106058

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.467742

Max Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.467742



ภาพที่ 56 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

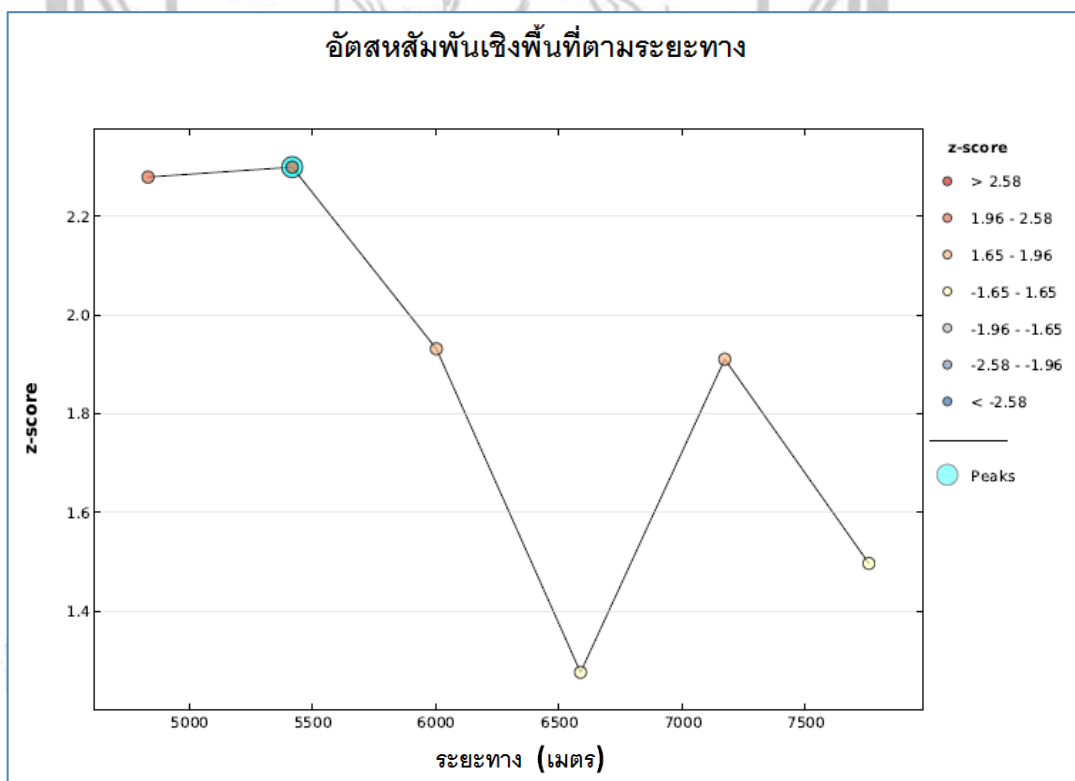
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.500000	-0.200000	0.097963	2.236491	0.025320
5418.45	0.406250	-0.200000	0.071907	2.260824	0.023770
6003.19	0.281250	-0.200000	0.055269	2.047055	0.040653
6587.93	0.093750	-0.200000	0.046806	1.357779	0.174534
7172.68	0.131250	-0.200000	0.026641	2.029475	0.042410
7757.42	0.012500	-0.200000	0.017797	1.592895	0.111184

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.260824

Max Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.260824



ภาพที่ 57 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

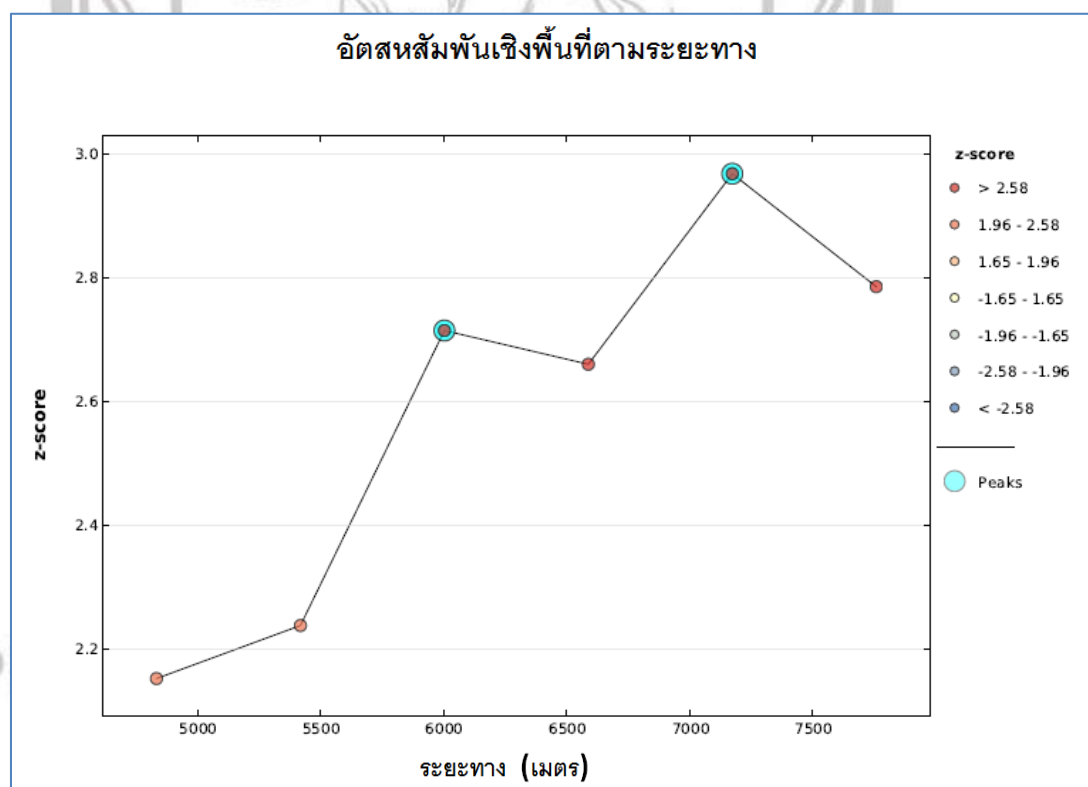
ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.524509	-0.200000	0.101039	2.279294	0.022650
5418.45	0.424632	-0.200000	0.073794	2.299398	0.021482
6003.19	0.260417	-0.200000	0.056817	1.931586	0.053411
6587.93	0.080270	-0.200000	0.048190	1.276732	0.201697
7172.68	0.116299	-0.200000	0.027408	1.910568	0.056060
7757.42	0.002206	-0.200000	0.018243	1.497074	0.134374

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.299398

Max Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.299398



ภาพที่ 58 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

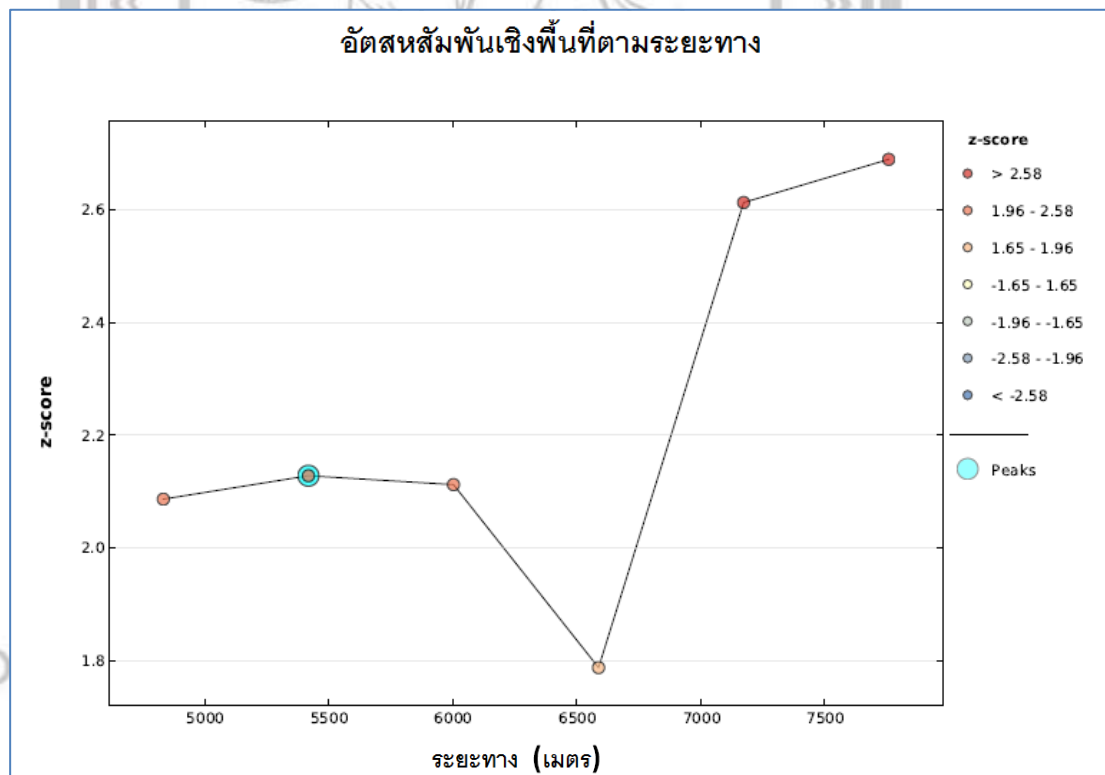
ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.476924	-0.200000	0.098953	2.151922	0.031403
5418.45	0.402565	-0.200000	0.072514	2.237654	0.025244
6003.19	0.441026	-0.200000	0.055767	2.714484	0.006638
6587.93	0.378206	-0.200000	0.047251	2.659976	0.007815
7172.68	0.286667	-0.200000	0.026887	2.967956	0.002998
7757.42	0.173078	-0.200000	0.017940	2.785365	0.005347

First Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.714484

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.967956



ภาพที่ 59 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

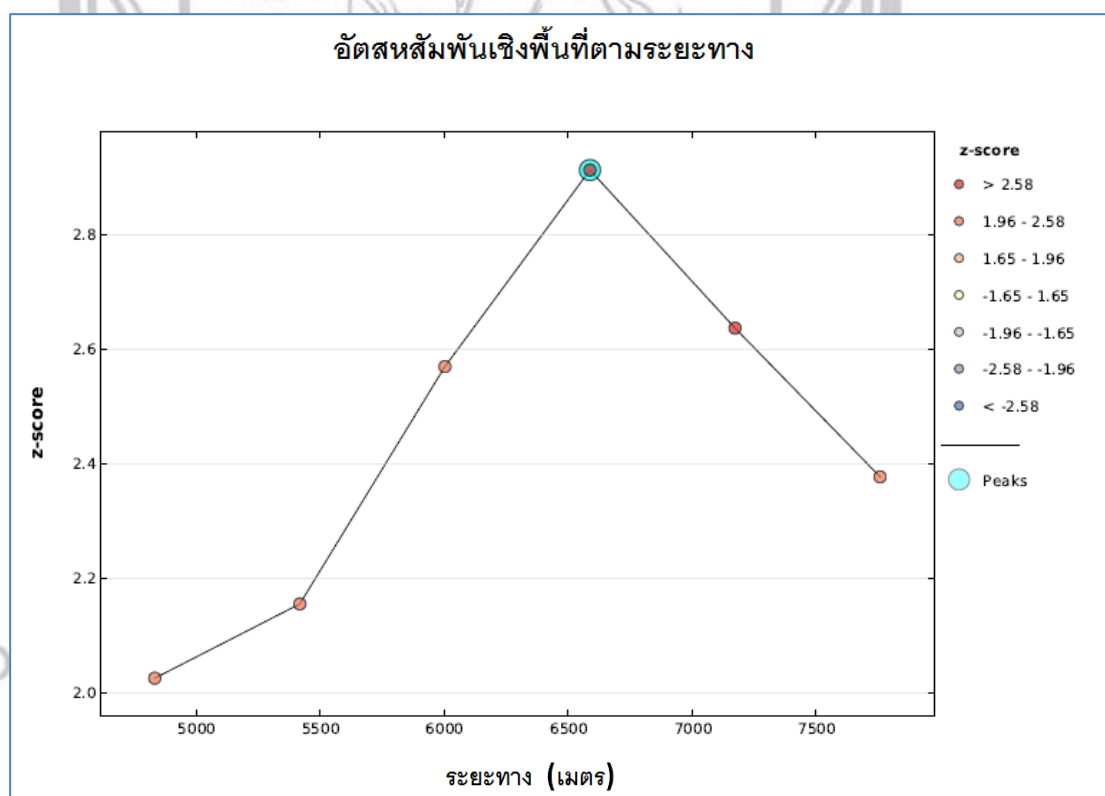
ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.484847	-0.200000	0.107720	2.086635	0.036921
5418.45	0.393938	-0.200000	0.077893	2.128102	0.033329
6003.19	0.318182	-0.200000	0.060178	2.112343	0.034657
6587.93	0.204546	-0.200000	0.051196	1.787930	0.073787
7172.68	0.245456	-0.200000	0.029074	2.612489	0.008989
7757.42	0.172729	-0.200000	0.019213	2.689041	0.007166

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.128102

Max Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.128102

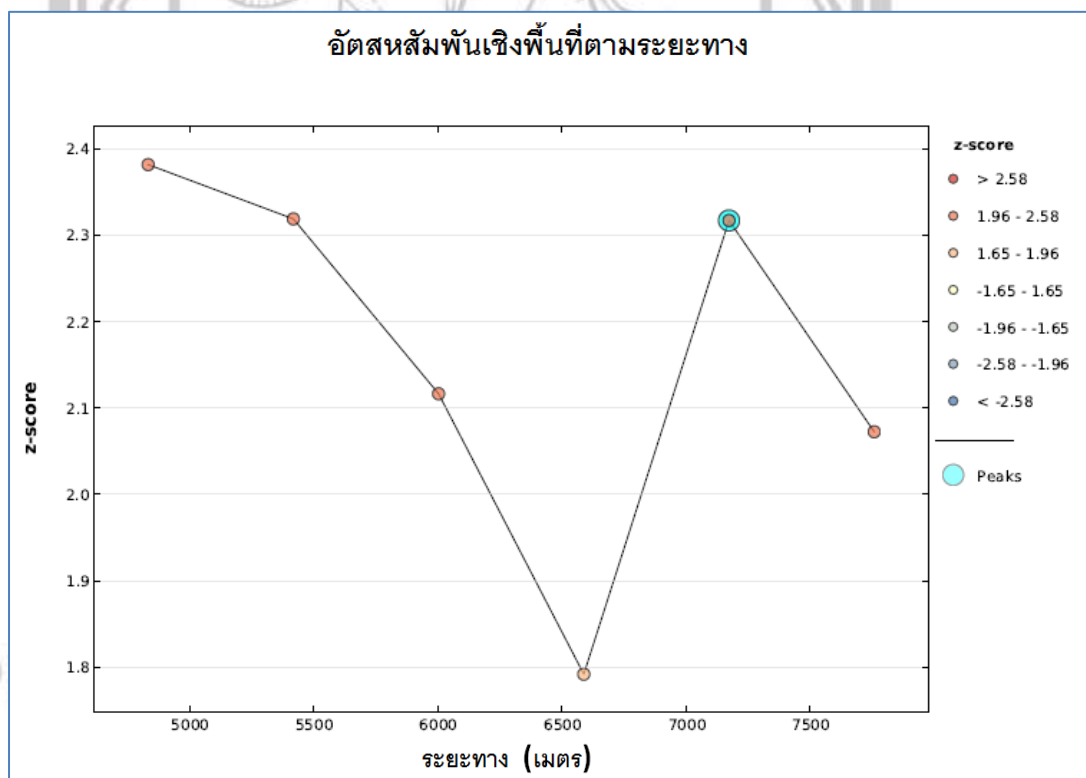


ภาพที่ 60 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการ
วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance					
Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.375001	-0.200000	0.080602	2.025327	0.042834
5418.45	0.333334	-0.200000	0.061255	2.154903	0.031169
6003.19	0.354168	-0.200000	0.046535	2.568938	0.010201
6587.93	0.375001	-0.200000	0.038993	2.911883	0.003593
7172.68	0.193751	-0.200000	0.022311	2.636083	0.008387
7757.42	0.093750	-0.200000	0.015277	2.376582	0.017474

First Peak (Distance, Value): 6587.93, 2.911883
Max Peak (Distance, Value): 6587.93, 2.911883



ภาพที่ 61 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการ
วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

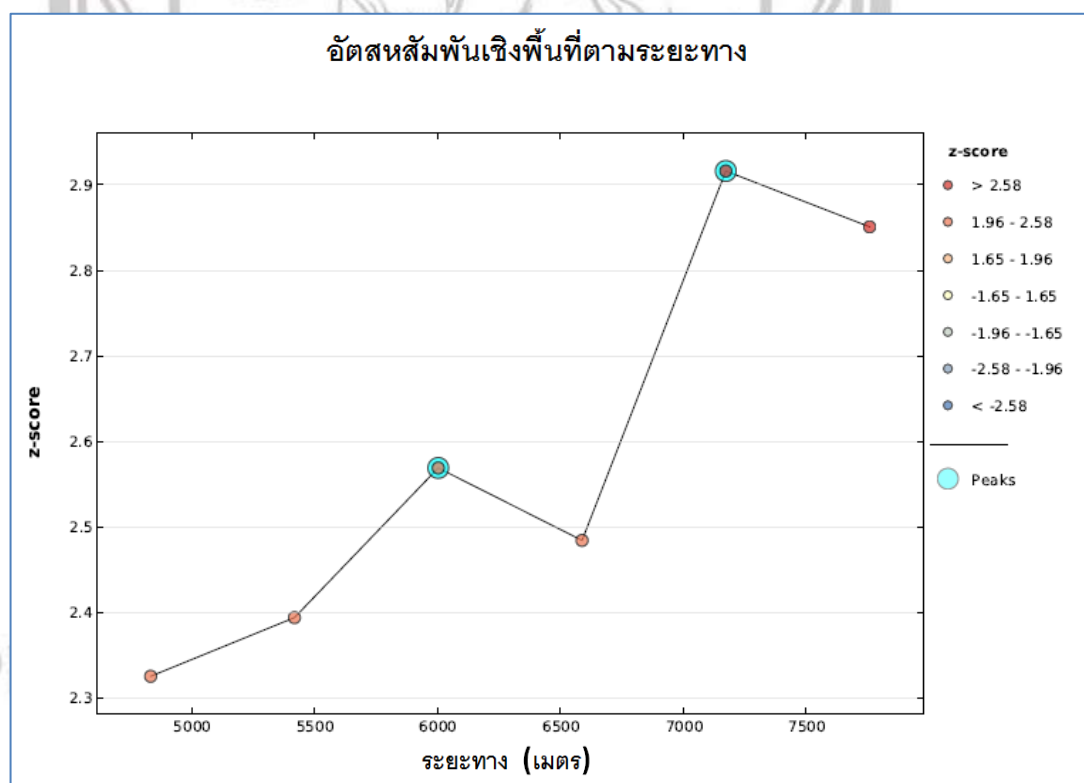
ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการ
วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.605346	-0.200000	0.114299	2.382104	0.017214
5418.45	0.463837	-0.200000	0.081930	2.319210	0.020384
6003.19	0.333333	-0.200000	0.063488	2.116663	0.034288
6587.93	0.216981	-0.200000	0.054157	1.791799	0.073165
7172.68	0.206132	-0.200000	0.030715	2.317369	0.020484
7757.42	0.094339	-0.200000	0.020168	2.072621	0.038208

First Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.317369

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.317369



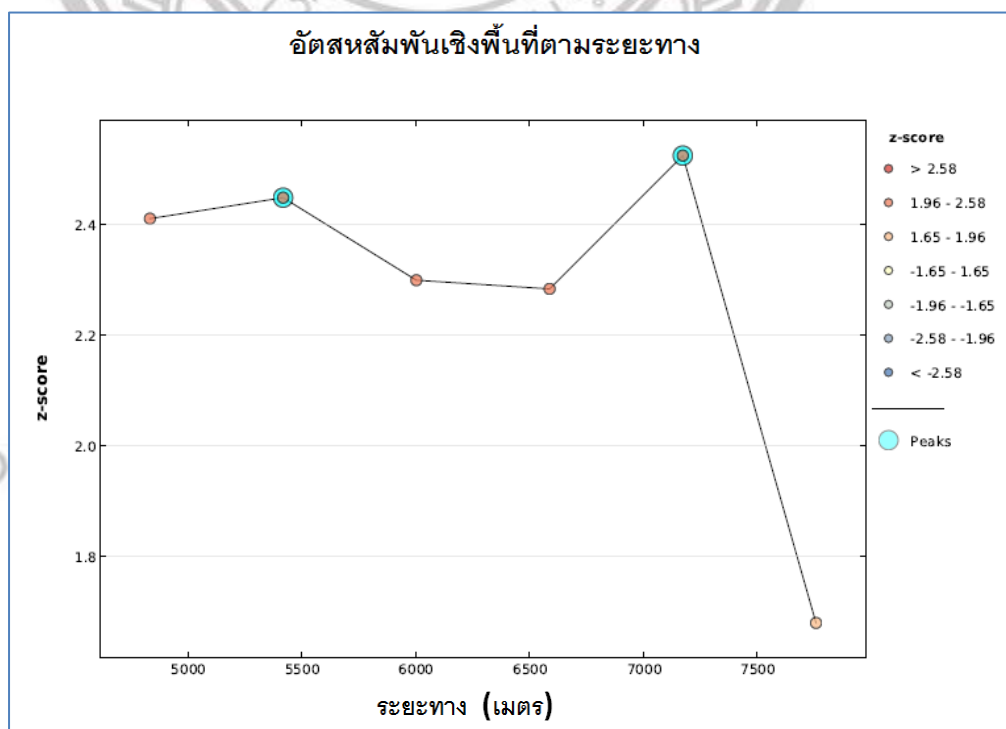
ภาพที่ 62 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการ
วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของอุณหภูมิ เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance					
Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.504764	-0.200000	0.091852	2.325406	0.020050
5418.45	0.425001	-0.200000	0.068158	2.393998	0.016666
6003.19	0.386906	-0.200000	0.052195	2.568950	0.010201
6587.93	0.321429	-0.200000	0.044056	2.484246	0.012983
7172.68	0.262143	-0.200000	0.025117	2.916052	0.003545
7757.42	0.170715	-0.200000	0.016910	2.850805	0.004361

First Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.568950
Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.916052

4.2.2 การวิเคราะห์ความชุ่นน้ำในแม่น้ำน่านช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation) ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2552



ภาพที่ 63 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่น เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

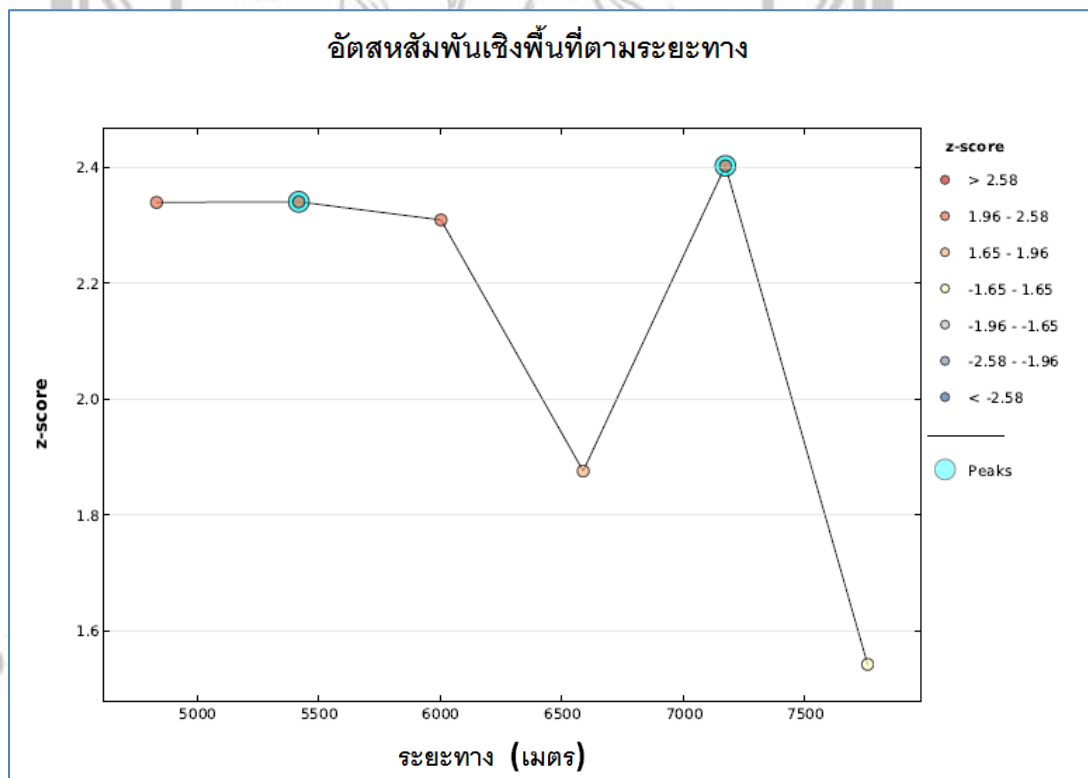
ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่ม เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการ
วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.443645	-0.200000	0.071237	2.411538	0.015885
5418.45	0.377098	-0.200000	0.055509	2.449442	0.014308
6003.19	0.270384	-0.200000	0.041823	2.300102	0.021442
6587.93	0.226019	-0.200000	0.034779	2.284398	0.022348
7172.68	0.156954	-0.200000	0.019976	2.525577	0.011551
7757.42	-0.001799	-0.200000	0.013918	1.680020	0.092953

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.449442

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.525577



ภาพที่ 64 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่ม เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการ
วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

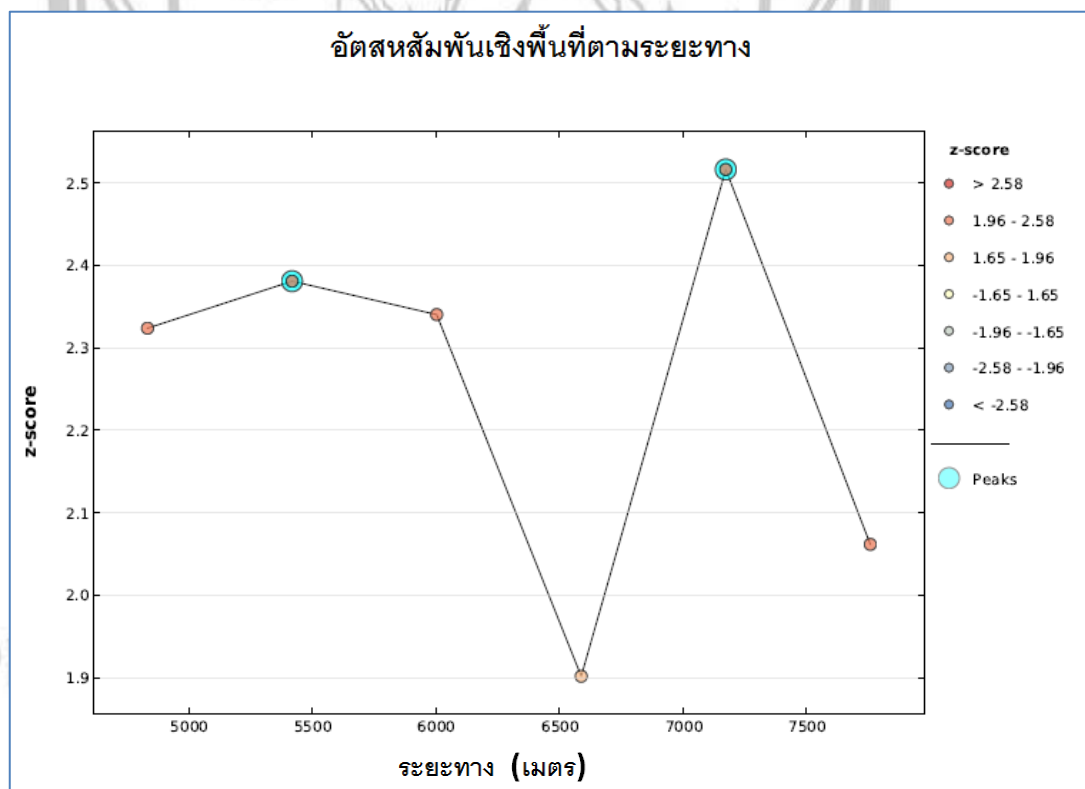
ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.318627	-0.200000	0.049136	2.339685	0.019300
5418.45	0.279412	-0.200000	0.041949	2.340706	0.019247
6003.19	0.204657	-0.200000	0.030703	2.309392	0.020922
6587.93	0.095588	-0.200000	0.024833	1.875731	0.060692
7172.68	0.088971	-0.200000	0.014464	2.402730	0.016273
7757.42	-0.040441	-0.200000	0.010711	1.541735	0.123138

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.340706

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.402730



ภาพที่ 65 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

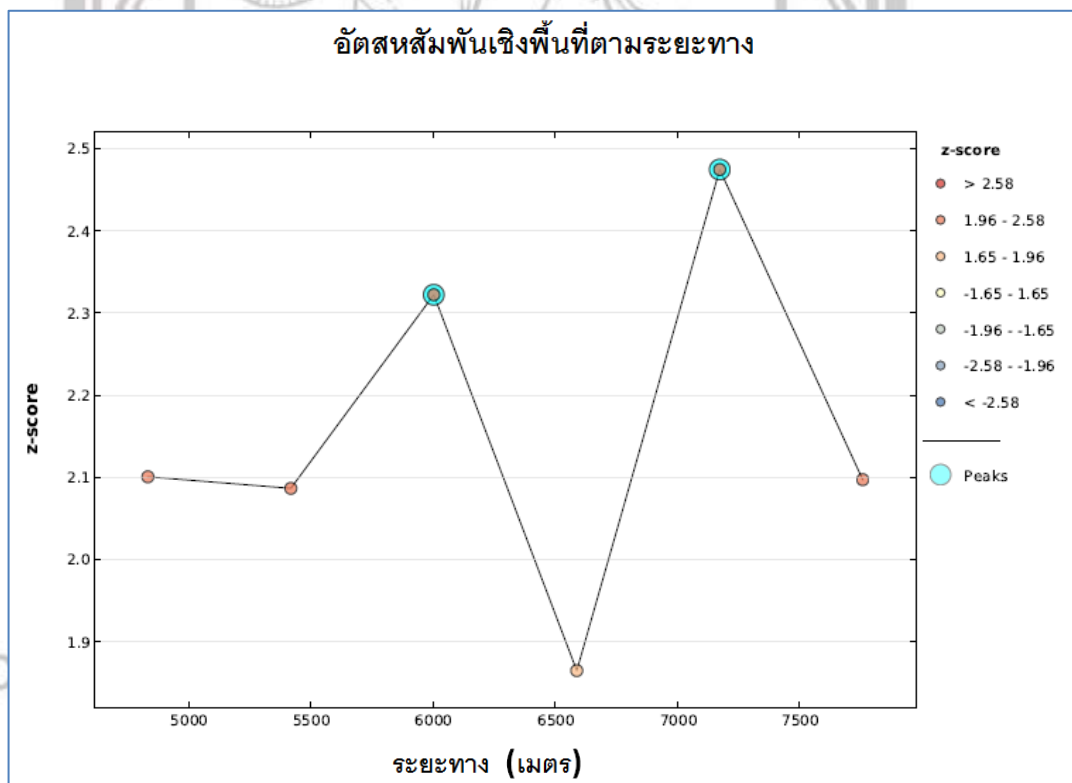
ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.476998	-0.200000	0.084869	2.323879	0.020132
5418.45	0.401735	-0.200000	0.063873	2.380933	0.017269
6003.19	0.316384	-0.200000	0.048681	2.340416	0.019262
6587.93	0.184625	-0.200000	0.040913	1.901542	0.057231
7172.68	0.184746	-0.200000	0.023375	2.516494	0.011853
7757.42	0.059927	-0.200000	0.015897	2.061581	0.039248

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.380933

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.516494



ภาพที่ 66 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

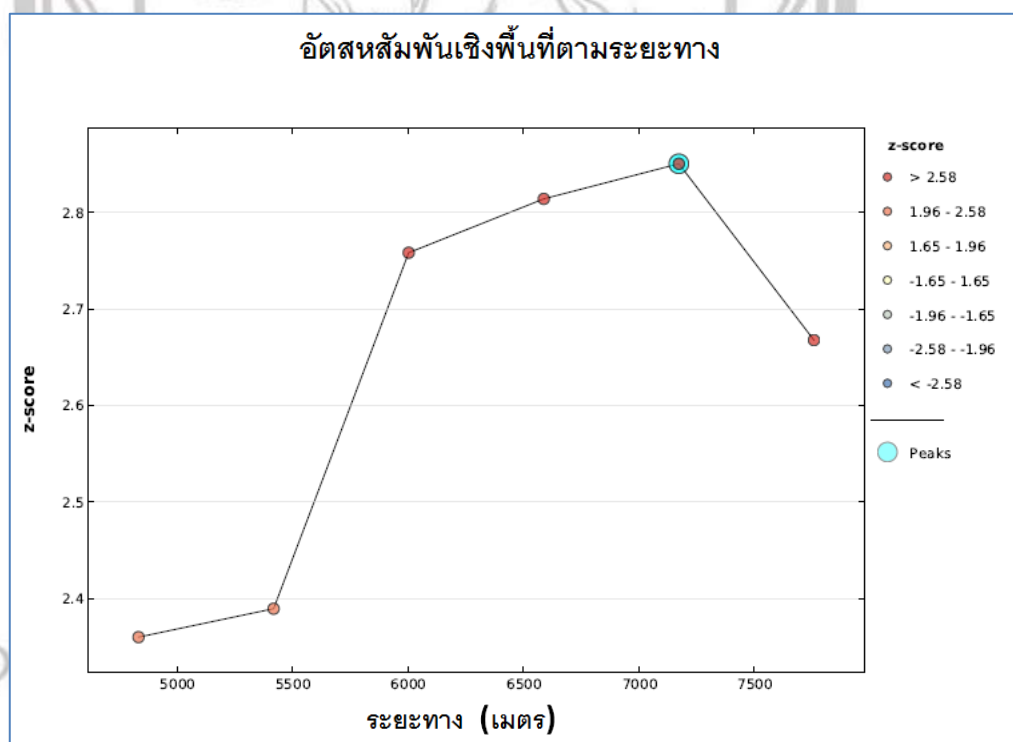
ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่น เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.515541	-0.200000	0.116003	2.100875	0.035652
5418.45	0.401125	-0.200000	0.082975	2.086849	0.036902
6003.19	0.389068	-0.200000	0.064345	2.322235	0.020220
6587.93	0.237138	-0.200000	0.054924	1.865261	0.062145
7172.68	0.236656	-0.200000	0.031139	2.474484	0.013343
7757.42	0.099678	-0.200000	0.020415	2.097401	0.035958

First Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.322235

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.474484



ภาพที่ 67 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่น เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

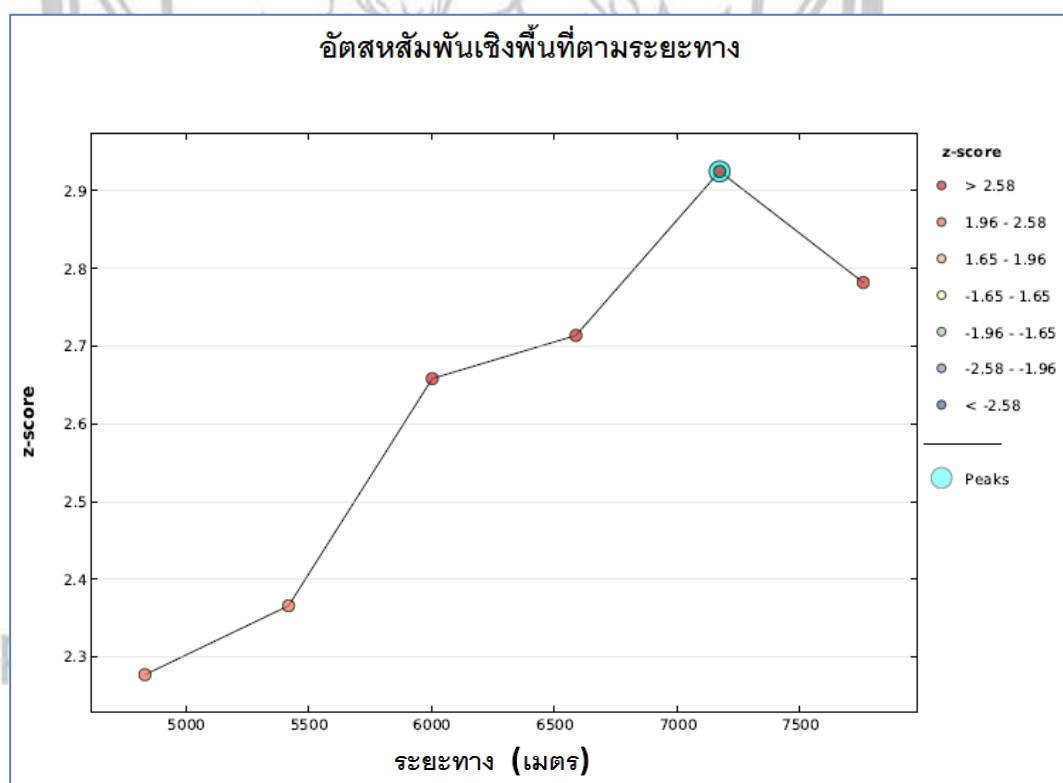
ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.567839	-0.200000	0.105829	2.360301	0.018260
5418.45	0.461977	-0.200000	0.076733	2.389743	0.016860
6003.19	0.471273	-0.200000	0.059227	2.758290	0.005810
6587.93	0.431407	-0.200000	0.050345	2.814035	0.004892
7172.68	0.282060	-0.200000	0.028602	2.850368	0.004367
7757.42	0.167136	-0.200000	0.018938	2.667805	0.007635

First Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.850368

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.850368



ภาพที่ 68 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

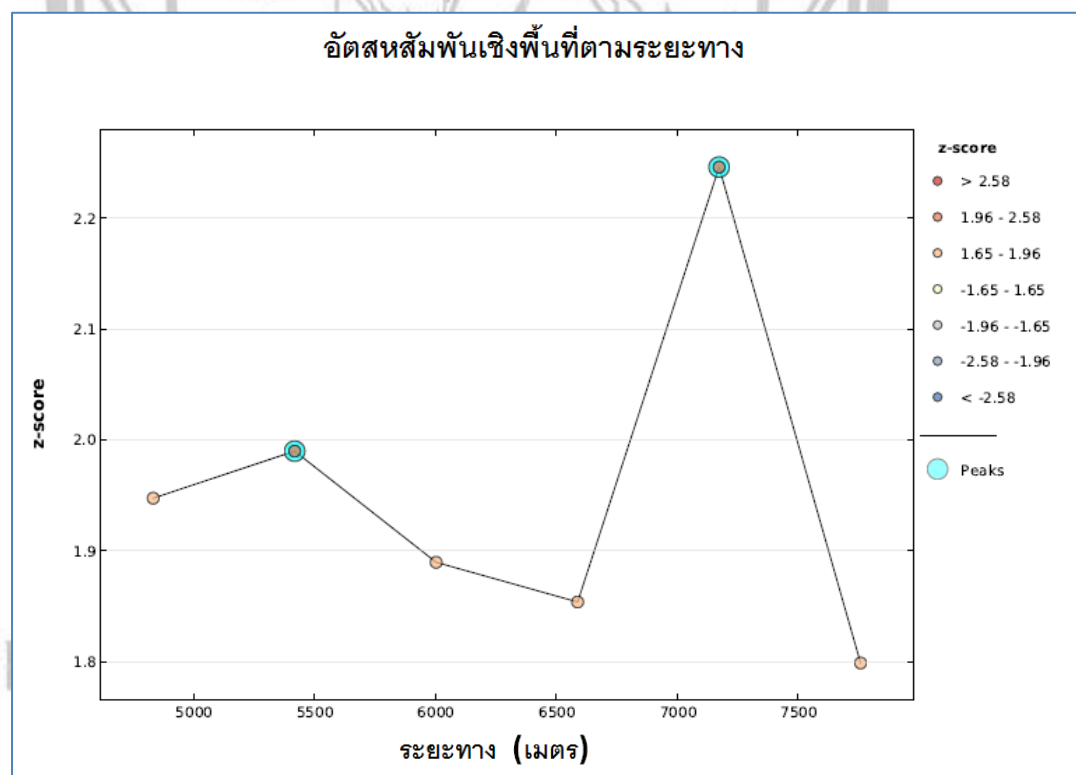
ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.463327	-0.200000	0.084847	2.277238	0.022772
5418.45	0.397901	-0.200000	0.063860	2.366005	0.017981
6003.19	0.386470	-0.200000	0.048670	2.658363	0.007852
6587.93	0.348872	-0.200000	0.040903	2.713880	0.006650
7172.68	0.247152	-0.200000	0.023370	2.925005	0.003445
7757.42	0.150724	-0.200000	0.015893	2.781998	0.005403

First Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.925005

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.925005



ภาพที่ 69 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

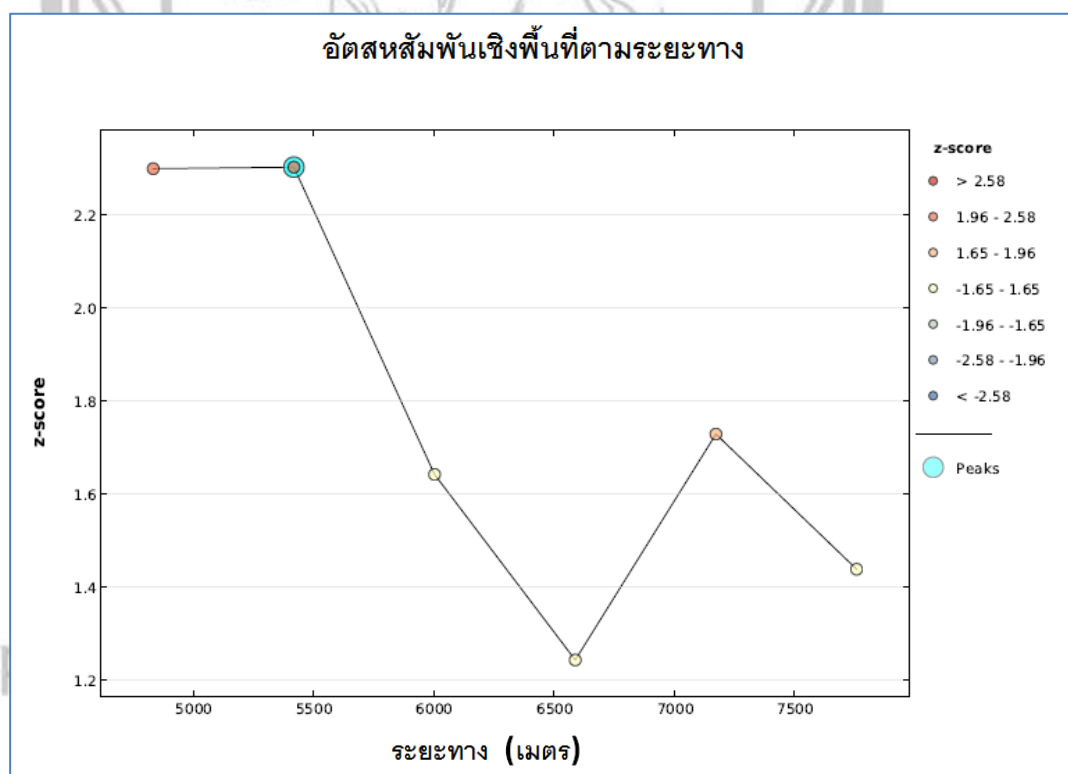
ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.217054	-0.200000	0.045870	1.947274	0.051502
5418.45	0.197674	-0.200000	0.039946	1.989721	0.046622
6003.19	0.122093	-0.200000	0.029060	1.889444	0.058832
6587.93	0.083333	-0.200000	0.023364	1.853641	0.063791
7172.68	0.062403	-0.200000	0.013650	2.245963	0.024706
7757.42	-0.018023	-0.200000	0.010237	1.798586	0.072084

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 1.989721

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.245963



ภาพที่ 70 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

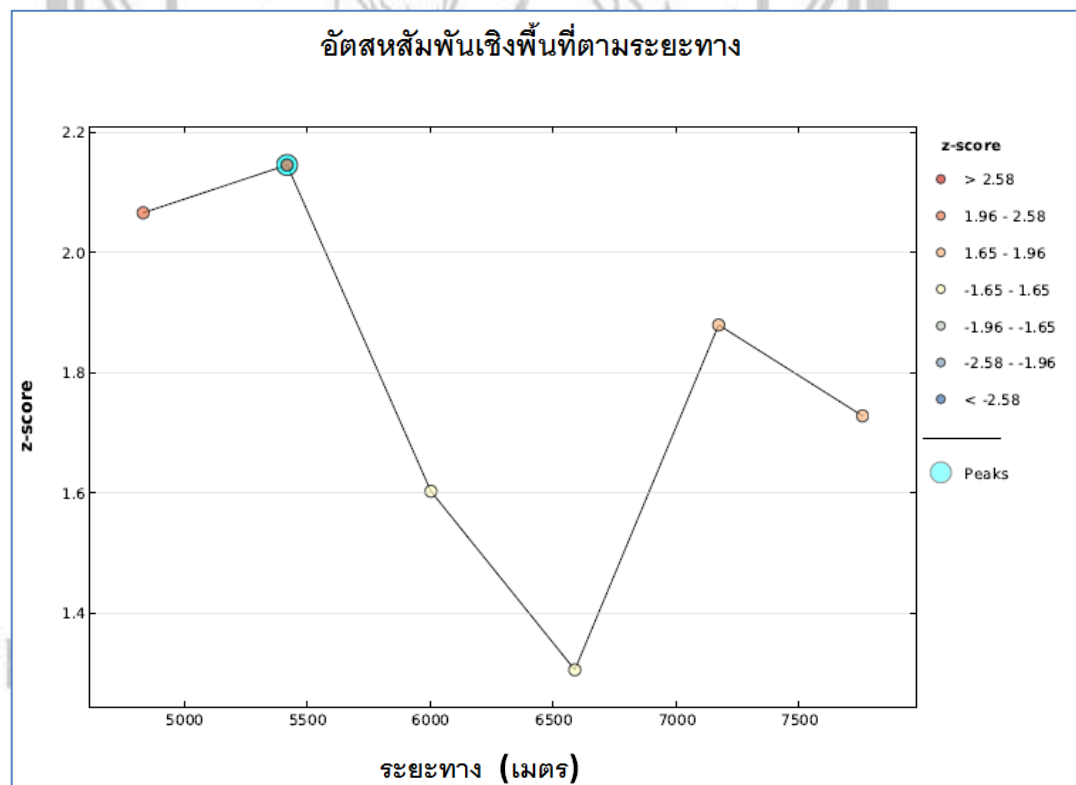
ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.566245	-0.200000	0.111015	2.299724	0.021464
5418.45	0.451055	-0.200000	0.079915	2.303049	0.021276
6003.19	0.208439	-0.200000	0.061836	1.642502	0.100486
6587.93	0.085443	-0.200000	0.052679	1.243655	0.213627
7172.68	0.098987	-0.200000	0.029896	1.729216	0.083770
7757.42	0.001899	-0.200000	0.019691	1.438793	0.150209

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.303049

Max Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.303049



ภาพที่ 71 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของความชุ่มชื้น เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

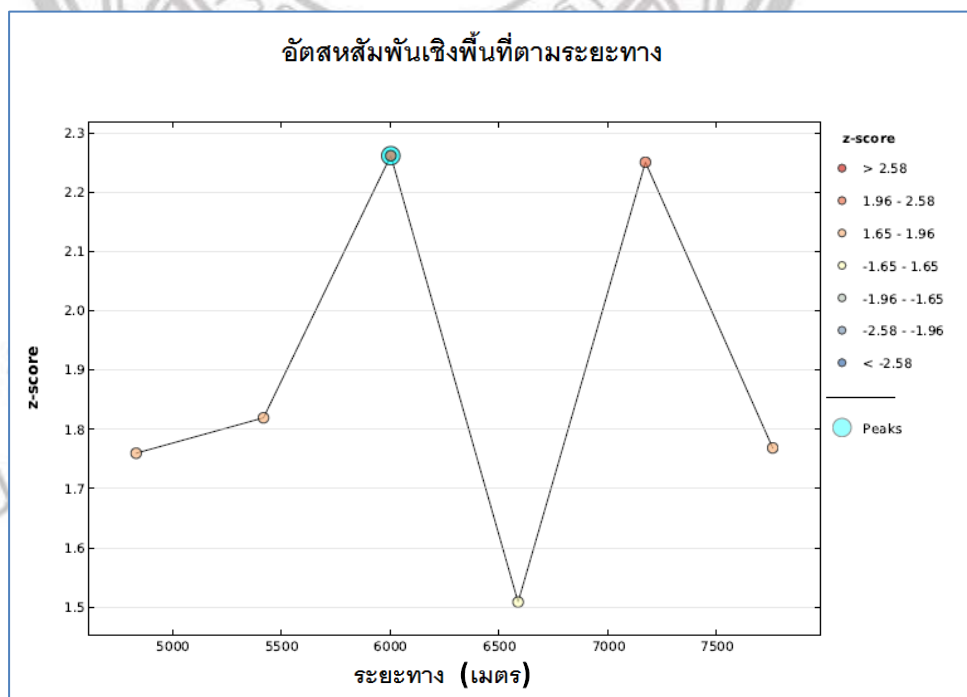
Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.298246	-0.200000	0.058143	2.066306	0.038800
5418.45	0.267544	-0.200000	0.047476	2.145789	0.031890
6003.19	0.100877	-0.200000	0.035235	1.602891	0.108959
6587.93	0.021930	-0.200000	0.028887	1.305773	0.191630
7172.68	0.042982	-0.200000	0.016711	1.879662	0.060154
7757.42	-0.010526	-0.200000	0.012018	1.728354	0.083925

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.145789

Max Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.145789

4.2.3. การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในแม่น้ำน่านช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลก ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation) ตั้งแต่เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2552



ภาพที่ 72 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

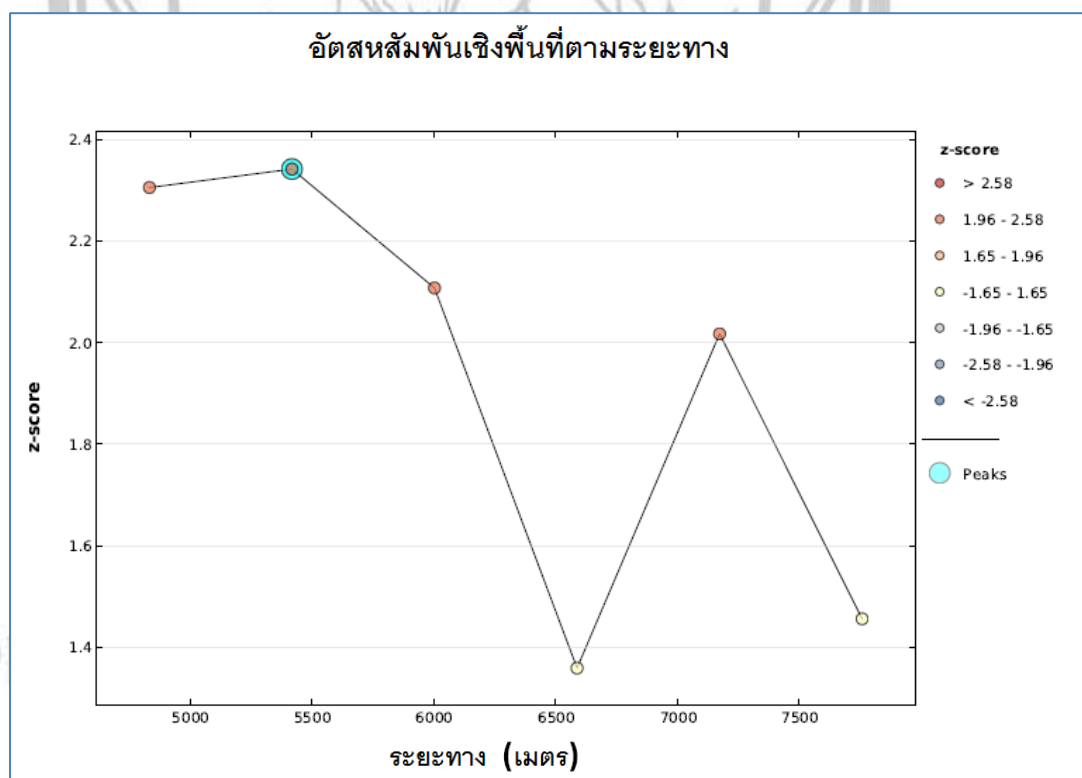
ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.333333	-0.200000	0.091852	1.759765	0.078448
5418.45	0.275000	-0.200000	0.068157	1.819437	0.068845
6003.19	0.316667	-0.200000	0.052194	2.261509	0.023728
6587.93	0.116667	-0.200000	0.044056	1.508697	0.131376
7172.68	0.156667	-0.200000	0.025117	2.250513	0.024416
7757.42	0.030000	-0.200000	0.016910	1.768708	0.076943

First Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.261509

Max Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.261509



ภาพที่ 73 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

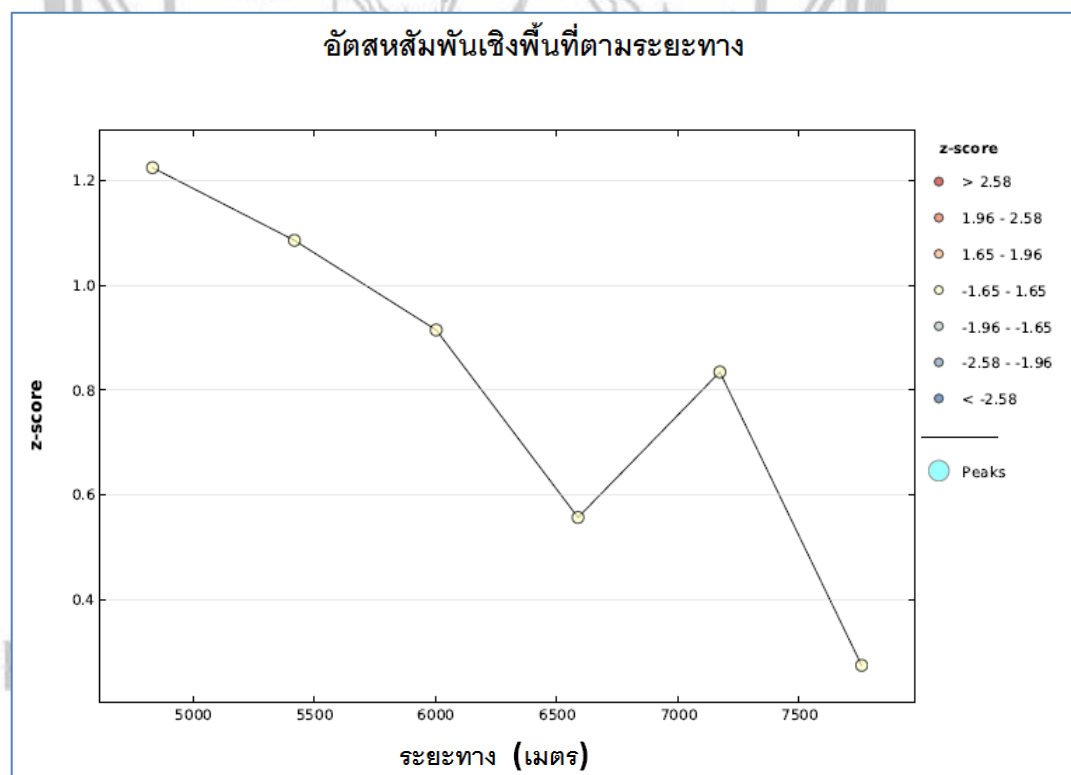
ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.419913	-0.200000	0.072300	2.305475	0.021140
5418.45	0.354978	-0.200000	0.056162	2.341830	0.019189
6003.19	0.233766	-0.200000	0.042358	2.107607	0.035065
6587.93	0.055195	-0.200000	0.035257	1.359084	0.174120
7172.68	0.087013	-0.200000	0.020241	2.017368	0.043657
7757.42	-0.027273	-0.200000	0.014073	1.456041	0.145381

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.341830

Max Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.341830



ภาพที่ 74 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

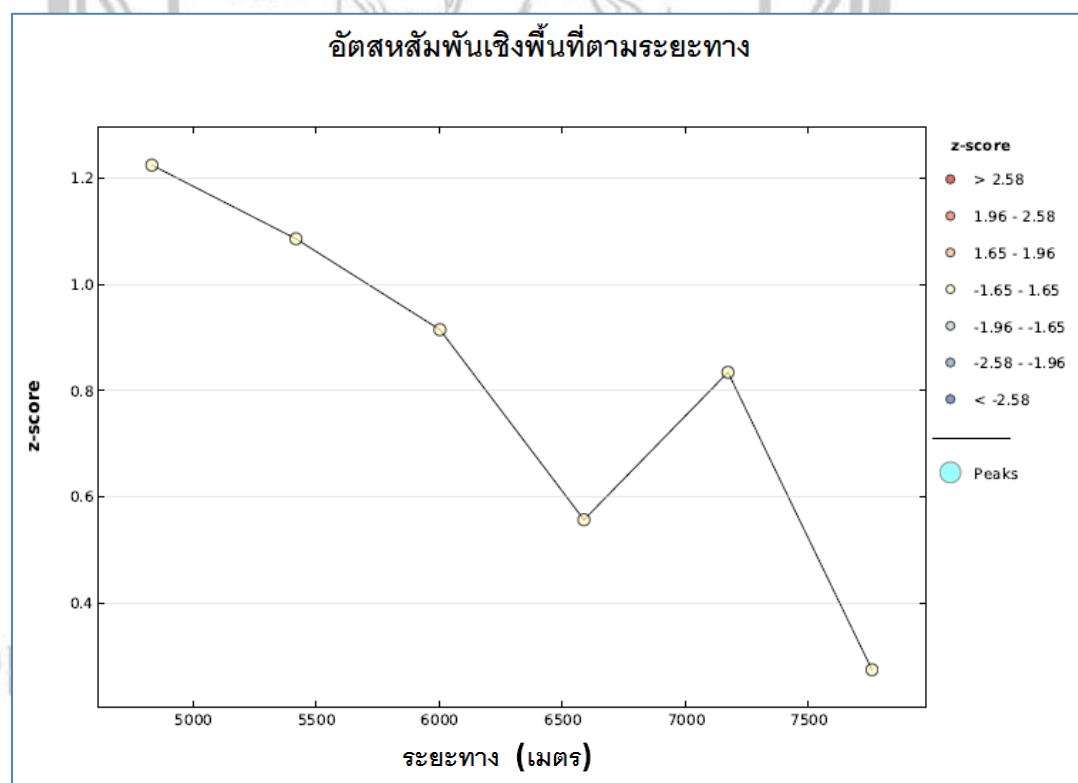
ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	-0.066667	-0.200000	0.011852	1.224745	0.220671
5418.45	-0.050000	-0.200000	0.019074	1.086099	0.277435
6003.19	-0.100000	-0.200000	0.011944	0.914991	0.360196
6587.93	-0.150000	-0.200000	0.008056	0.557086	0.577469
7172.68	-0.140000	-0.200000	0.005167	0.834730	0.403870
7757.42	-0.180000	-0.200000	0.005300	0.274721	0.783530

First Peak (Distance, Value): None, None

Max Peak (Distance, Value): None, None



ภาพที่ 75 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน พฤศจิกายน 2551 ด้วย
วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

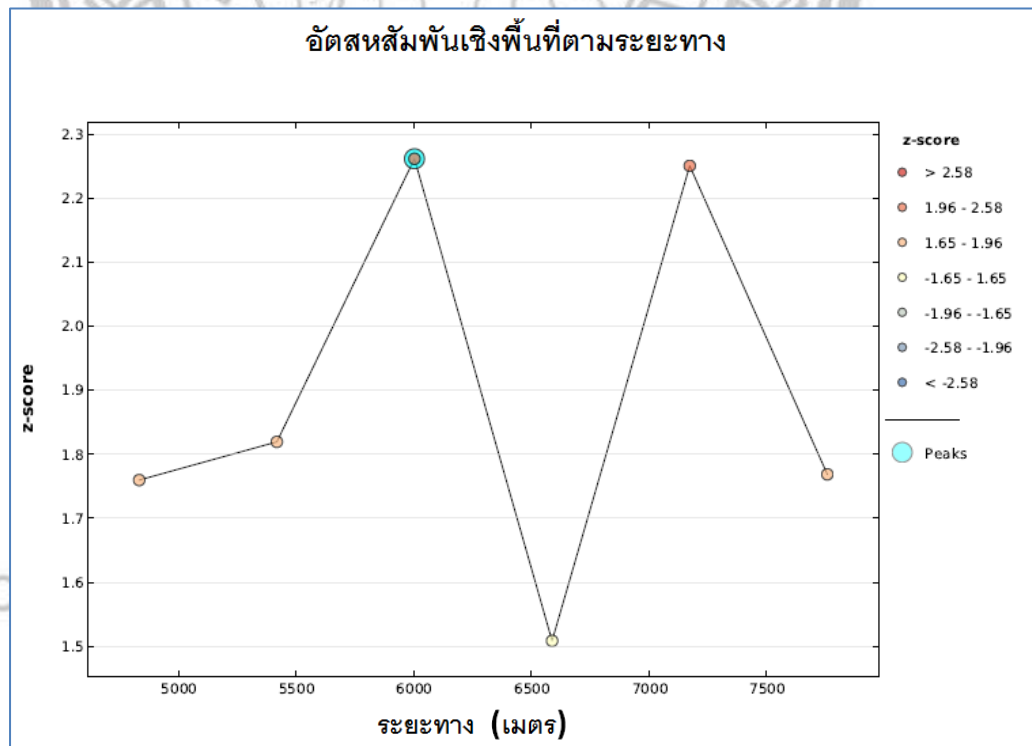
(Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	-0.066667	-0.200000	0.011852	1.224745	0.220671
5418.45	-0.050000	-0.200000	0.019074	1.086099	0.277435
6003.19	-0.100000	-0.200000	0.011944	0.914991	0.360196
6587.93	-0.150000	-0.200000	0.008056	0.557086	0.577469
7172.68	-0.140000	-0.200000	0.005167	0.834730	0.403870
7757.42	-0.180000	-0.200000	0.005300	0.274721	0.783530

First Peak (Distance, Value): None, None

Max Peak (Distance, Value): None, None



ภาพที่ 76 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน ธันวาคม 2551 ด้วย
วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

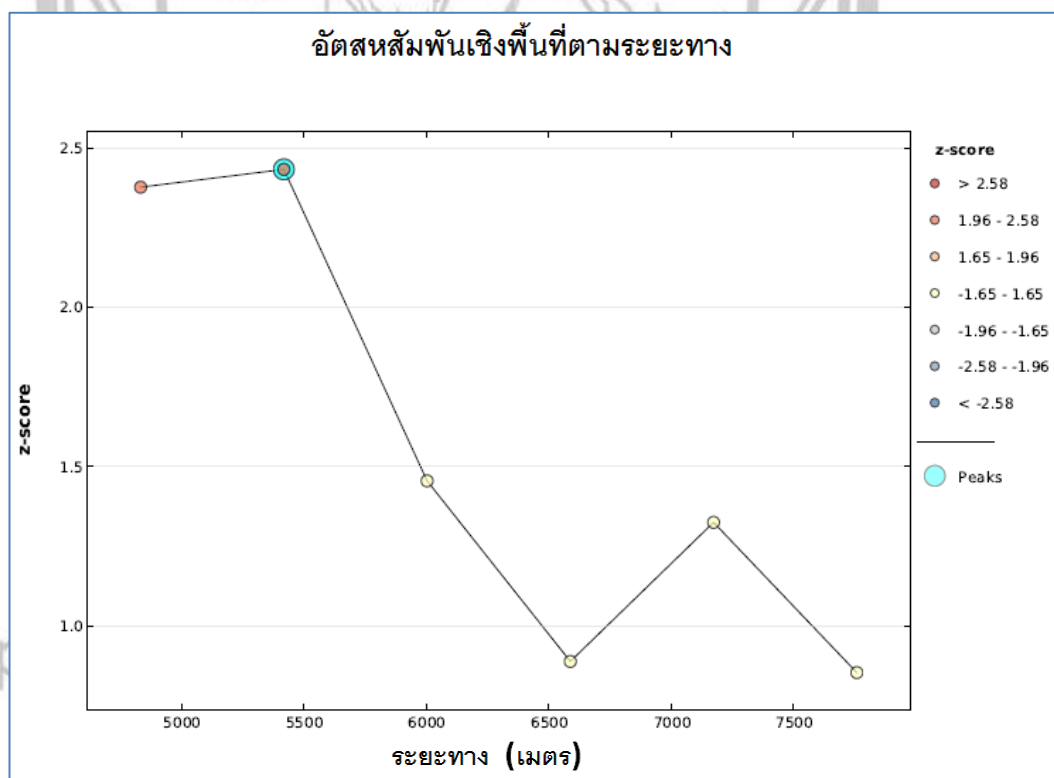
ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.333333	-0.200000	0.091852	1.759765	0.078448
5418.45	0.275000	-0.200000	0.068157	1.819437	0.068845
6003.19	0.316667	-0.200000	0.052194	2.261509	0.023728
6587.93	0.116667	-0.200000	0.044056	1.508697	0.131376
7172.68	0.156667	-0.200000	0.025117	2.250513	0.024416
7757.42	0.030000	-0.200000	0.016910	1.768708	0.076943

First Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.261509

Max Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.261509

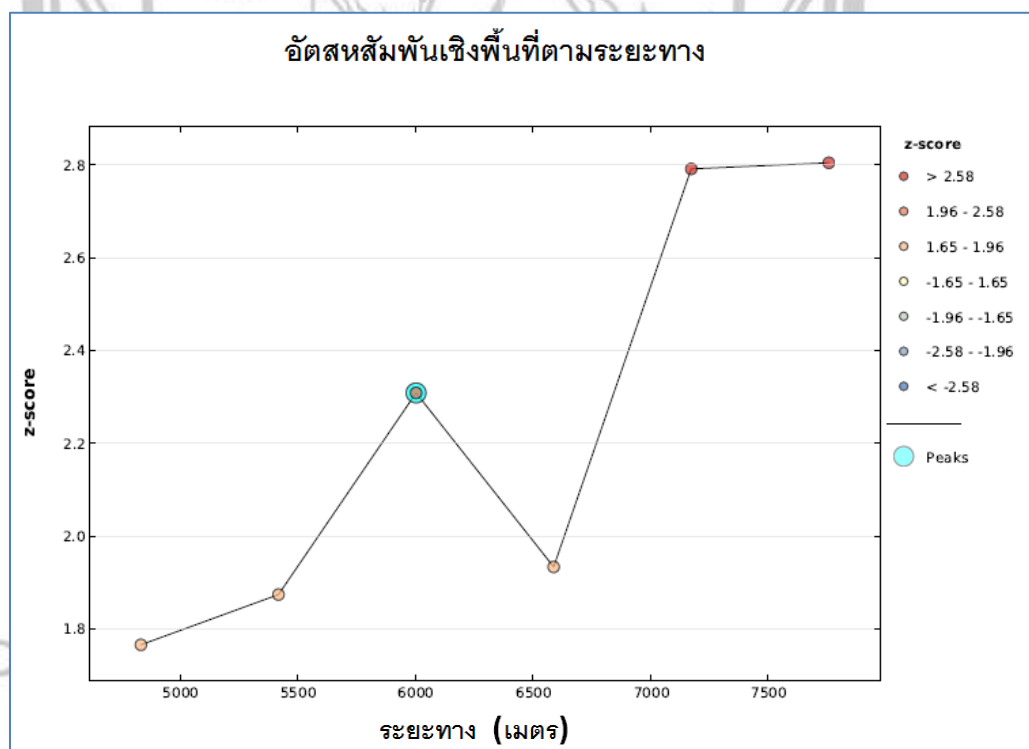


ภาพที่ 77 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance						
Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value	
4833.70	0.428571	-0.200000	0.069902	2.377446	0.017433	
5418.45	0.369048	-0.200000	0.054690	2.433292	0.014962	
6003.19	0.095238	-0.200000	0.041151	1.455403	0.145558	
6587.93	-0.035714	-0.200000	0.034178	0.888641	0.374196	
7172.68	-0.014286	-0.200000	0.019643	1.325083	0.185144	
7757.42	-0.100000	-0.200000	0.013724	0.853595	0.393329	

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.433292
Max Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.433292

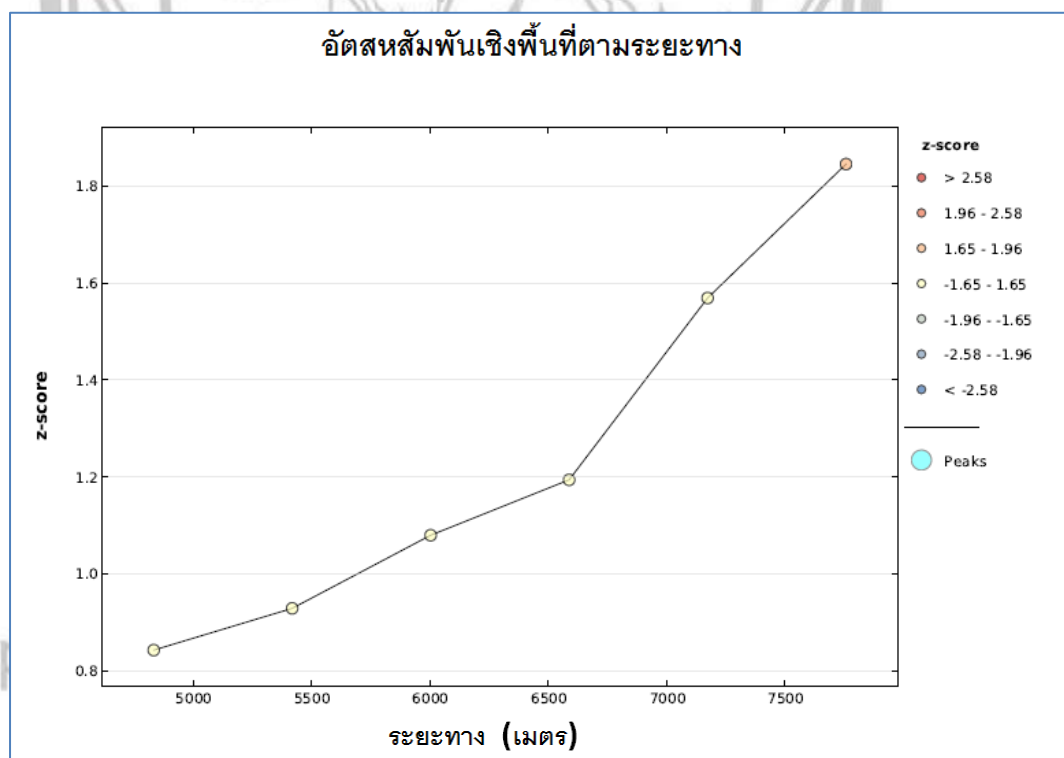


ภาพที่ 78 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว กุมภาพันธุ์ 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance					
Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.333333	-0.200000	0.091191	1.766133	0.077373
5418.45	0.287879	-0.200000	0.067752	1.874354	0.060882
6003.19	0.325758	-0.200000	0.051862	2.308669	0.020962
6587.93	0.204545	-0.200000	0.043758	1.933920	0.053123
7172.68	0.240909	-0.200000	0.024952	2.791247	0.005251
7757.42	0.163636	-0.200000	0.016814	2.804343	0.005042

First Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.308669
Max Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.308669



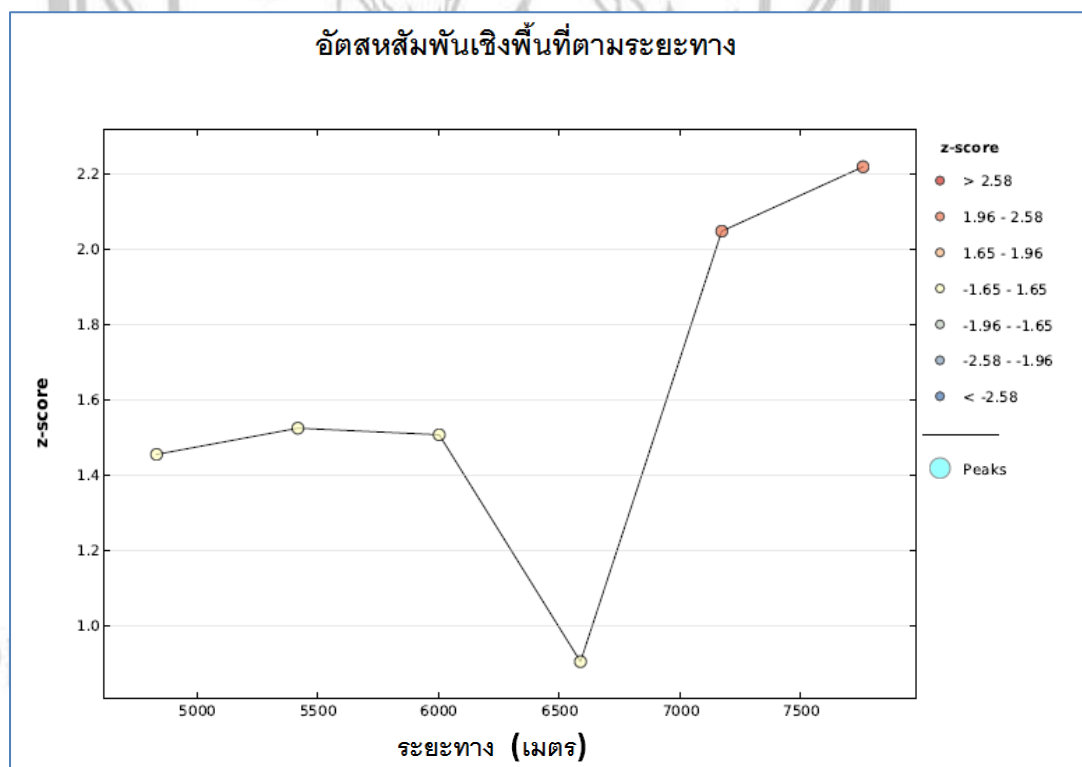
ภาพที่ 79 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance					
Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.000000	-0.200000	0.056296	0.842927	0.399269
5418.45	0.000000	-0.200000	0.046343	0.929052	0.352862
6003.19	0.000000	-0.200000	0.034306	1.079811	0.280226
6587.93	0.000000	-0.200000	0.028056	1.194045	0.232461
7172.68	0.000000	-0.200000	0.016250	1.568929	0.116664
7757.42	0.000000	-0.200000	0.011750	1.845062	0.065028

First Peak (Distance, Value): None, None

Max Peak (Distance, Value): None, None



ภาพที่ 80 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณตะกั่ว เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

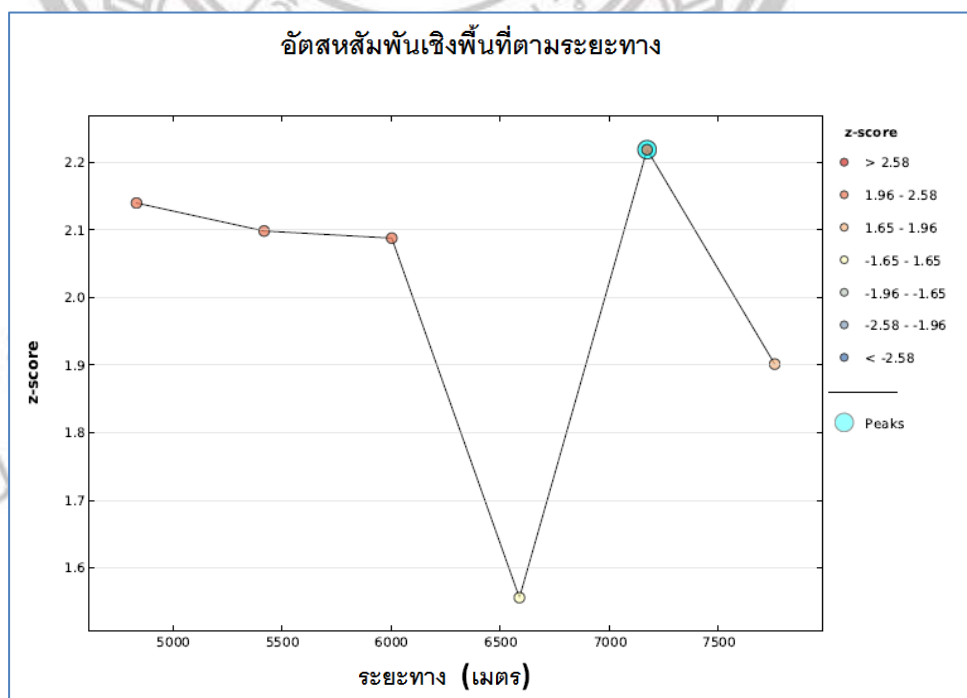
Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.298245	-0.200000	0.117238	1.455154	0.145627
5418.45	0.241228	-0.200000	0.083733	1.524806	0.127307
6003.19	0.184210	-0.200000	0.064967	1.507381	0.131713
6587.93	0.013158	-0.200000	0.055479	0.904973	0.365480
7172.68	0.163158	-0.200000	0.031447	2.047875	0.040572
7757.42	0.118421	-0.200000	0.020594	2.218858	0.026496

First Peak (Distance, Value): None, None

Max Peak (Distance, Value): None, None

4.2.4. การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในแม่น้ำน่านช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลก ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation) ตั้งแต่ เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2552



ภาพที่ 81 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

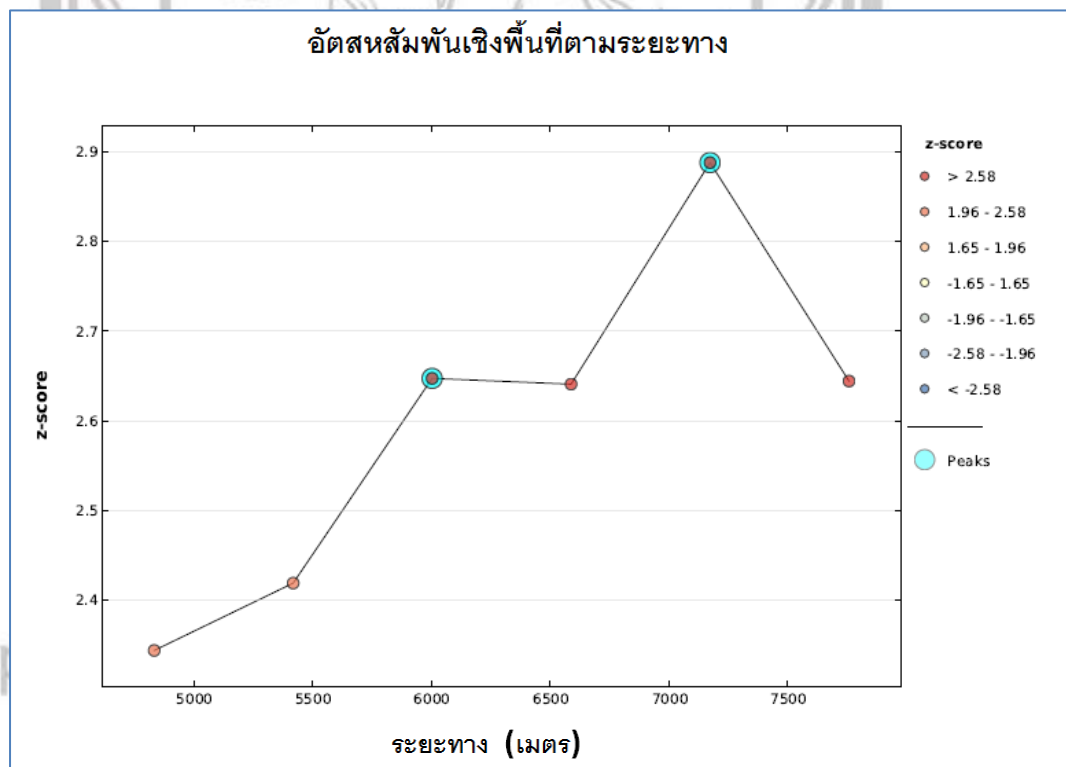
ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน สิงหาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.534537	-0.200000	0.117842	2.139757	0.032374
5418.45	0.408544	-0.200000	0.084103	2.098388	0.035871
6003.19	0.333393	-0.200000	0.065270	2.087802	0.036816
6587.93	0.167449	-0.200000	0.055751	1.556220	0.119656
7172.68	0.194380	-0.200000	0.031598	2.218638	0.026511
7757.42	0.073466	-0.200000	0.020682	1.901556	0.057229

First Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.218638

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.218638



ภาพที่ 82 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

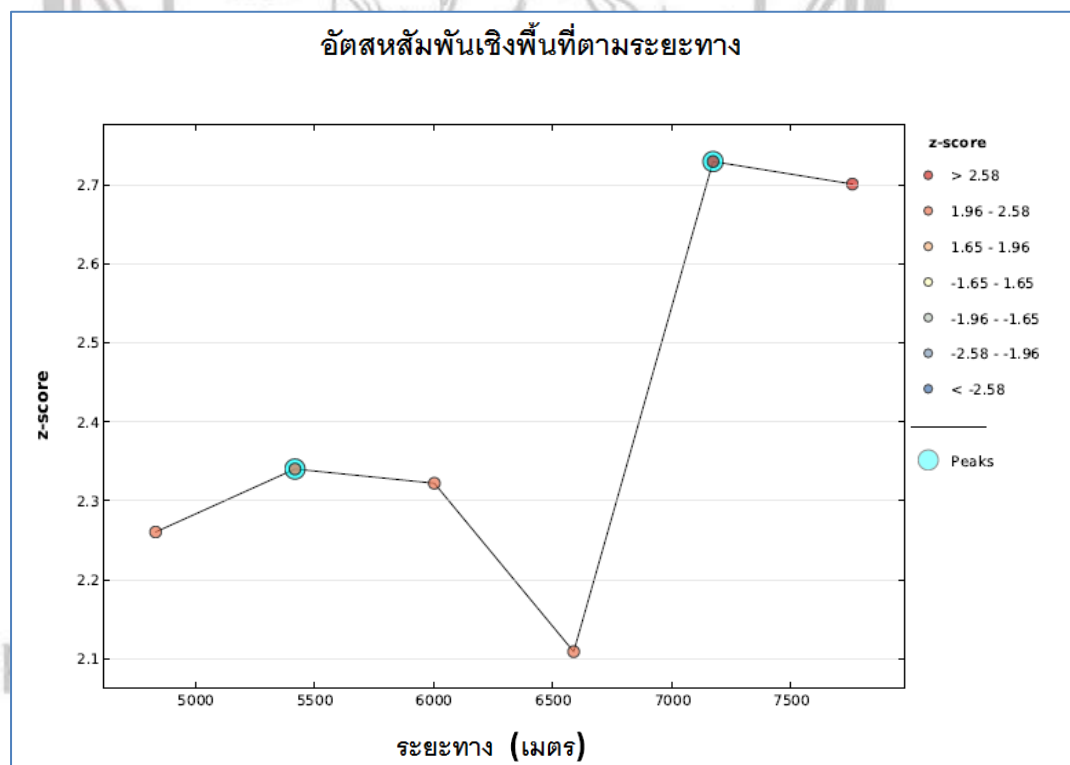
ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน กันยายน 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	Z-score	p-value
4833.70	0.518367	-0.200000	0.093951	2.343667	0.019095
5418.45	0.437415	-0.200000	0.069445	2.418804	0.015572
6003.19	0.410884	-0.200000	0.053251	2.647261	0.008115
6587.93	0.360204	-0.200000	0.045000	2.640822	0.008271
7172.68	0.262449	-0.200000	0.025640	2.888043	0.003876
7757.42	0.146939	-0.200000	0.017215	2.644258	0.008187

First Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.647261

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.888043

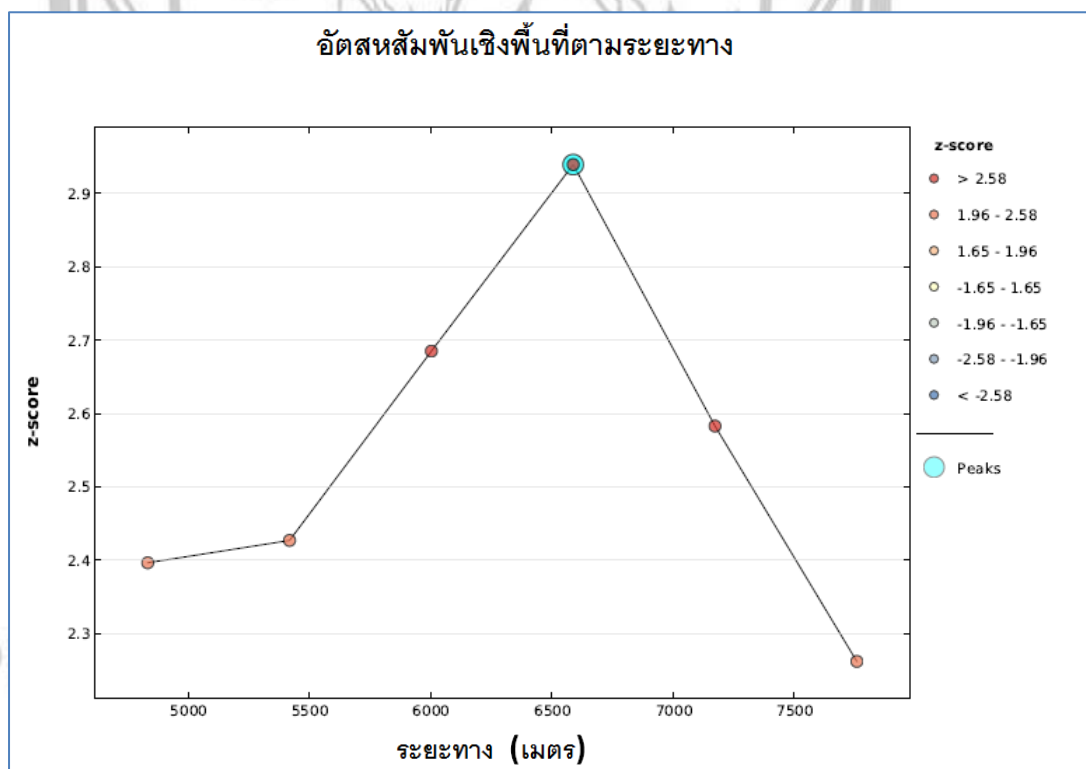


ภาพที่ 83 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน ตุลาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance					
Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.495238	-0.200000	0.094607	2.260331	0.023801
5418.45	0.418452	-0.200000	0.069848	2.340076	0.019280
6003.19	0.337500	-0.200000	0.053581	2.322067	0.020229
6587.93	0.248809	-0.200000	0.045295	2.108799	0.034962
7172.68	0.238452	-0.200000	0.025804	2.729489	0.006343
7757.42	0.155357	-0.200000	0.017310	2.700962	0.006914

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.340076
Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.729489



ภาพที่ 84 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน พฤศจิกายน 2551

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน พฤศจิกายน 2551

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

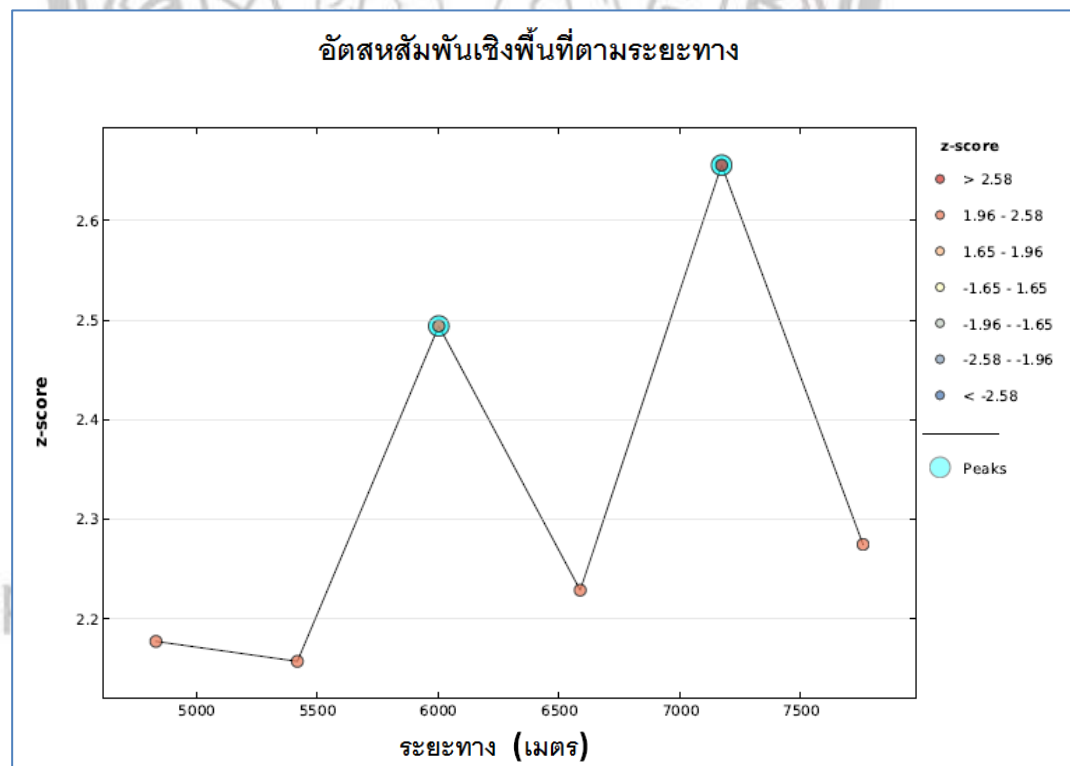
(Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.583333	-0.200000	0.106852	2.396379	0.016558
5418.45	0.475000	-0.200000	0.077361	2.426856	0.015230
6003.19	0.456250	-0.200000	0.059741	2.684923	0.007255
6587.93	0.462500	-0.200000	0.050806	2.939208	0.003291
7172.68	0.238750	-0.200000	0.028857	2.582791	0.009800
7757.42	0.112500	-0.200000	0.019087	2.261948	0.023701

First Peak (Distance, Value): 6587.93, 2.939208

Max Peak (Distance, Value): 6587.93, 2.939208



ภาพที่ 85 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

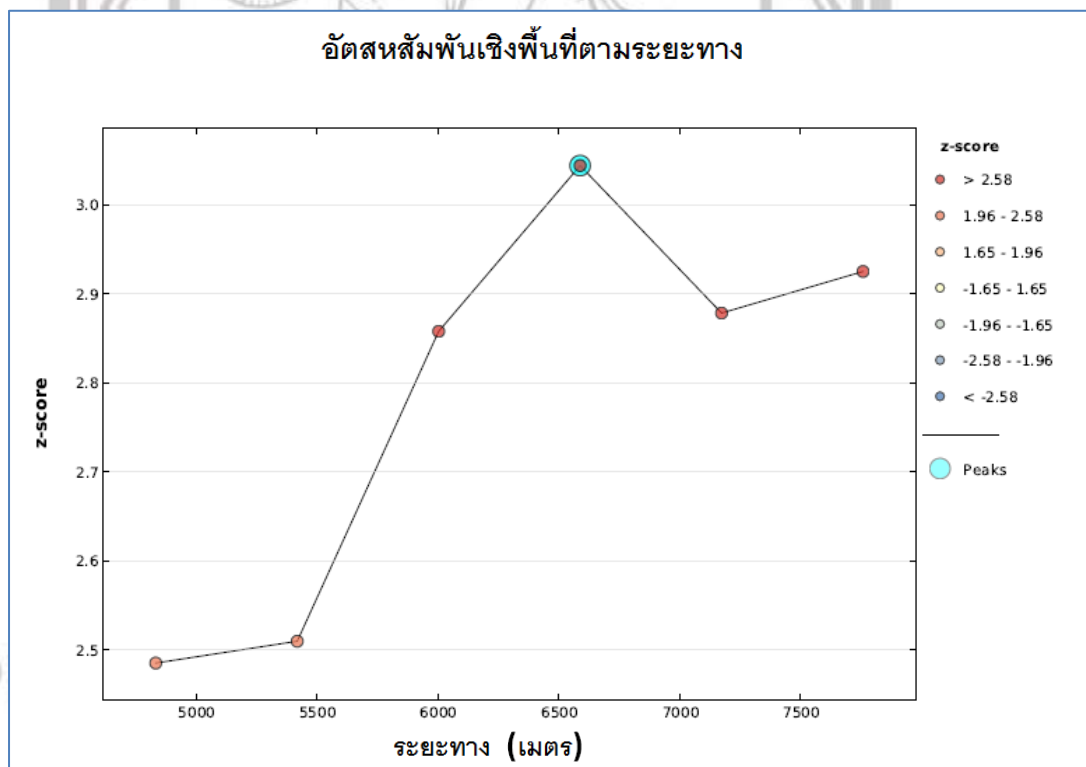
ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน ธันวาคม 2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.542579	-0.200000	0.116301	2.177467	0.029446
5418.45	0.422141	-0.200000	0.083158	2.157434	0.030972
6003.19	0.433394	-0.200000	0.064495	2.494079	0.012628
6587.93	0.322993	-0.200000	0.055058	2.228883	0.025822
7172.68	0.269161	-0.200000	0.031214	2.655520	0.007919
7757.42	0.125365	-0.200000	0.020458	2.274772	0.022920

First Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.494079

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.655520



ภาพที่ 86 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

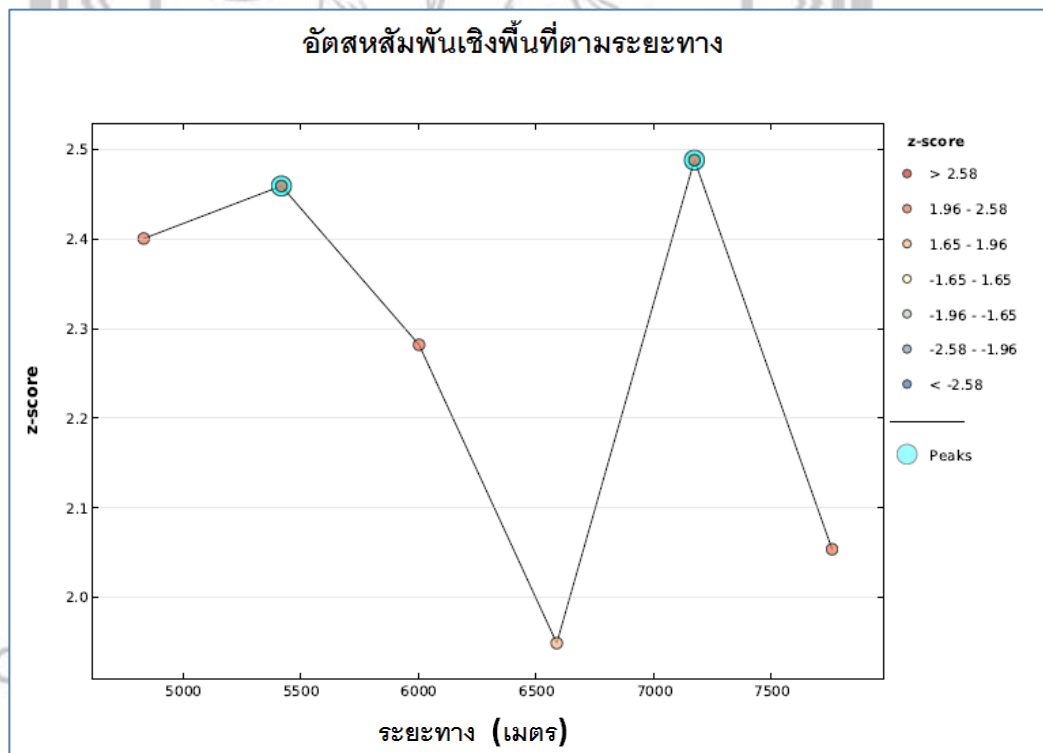
ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน มกราคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.488948	-0.200000	0.076852	2.485186	0.012948
5418.45	0.409372	-0.200000	0.058954	2.509717	0.012083
6003.19	0.403846	-0.200000	0.044648	2.857769	0.004266
6587.93	0.387931	-0.200000	0.037306	3.043963	0.002335
7172.68	0.220822	-0.200000	0.021376	2.878292	0.003998
7757.42	0.155040	-0.200000	0.014733	2.925024	0.003444

First Peak (Distance, Value): 6587.93, 3.043963

Max Peak (Distance, Value): 6587.93, 3.043963



ภาพที่ 87 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน กุมภาพันธ์ 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน กุมภาพันธ์ 2552

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

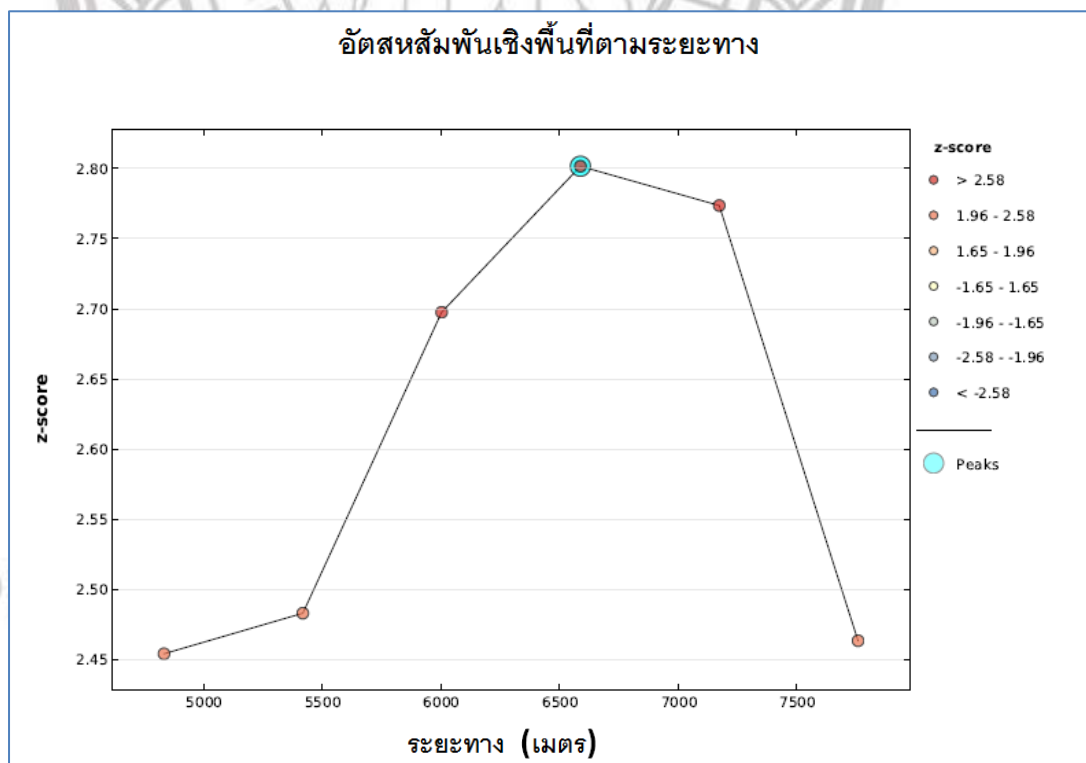
(Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.499352	-0.200000	0.084864	2.400673	0.016365
5418.45	0.421531	-0.200000	0.063870	2.459309	0.013920
6003.19	0.303502	-0.200000	0.048679	2.282082	0.022484
6587.93	0.194229	-0.200000	0.040911	1.949070	0.051287
7172.68	0.180415	-0.200000	0.023374	2.488227	0.012838
7757.42	0.058950	-0.200000	0.015896	2.053866	0.039989

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.459309

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.488227



ภาพที่ 88 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

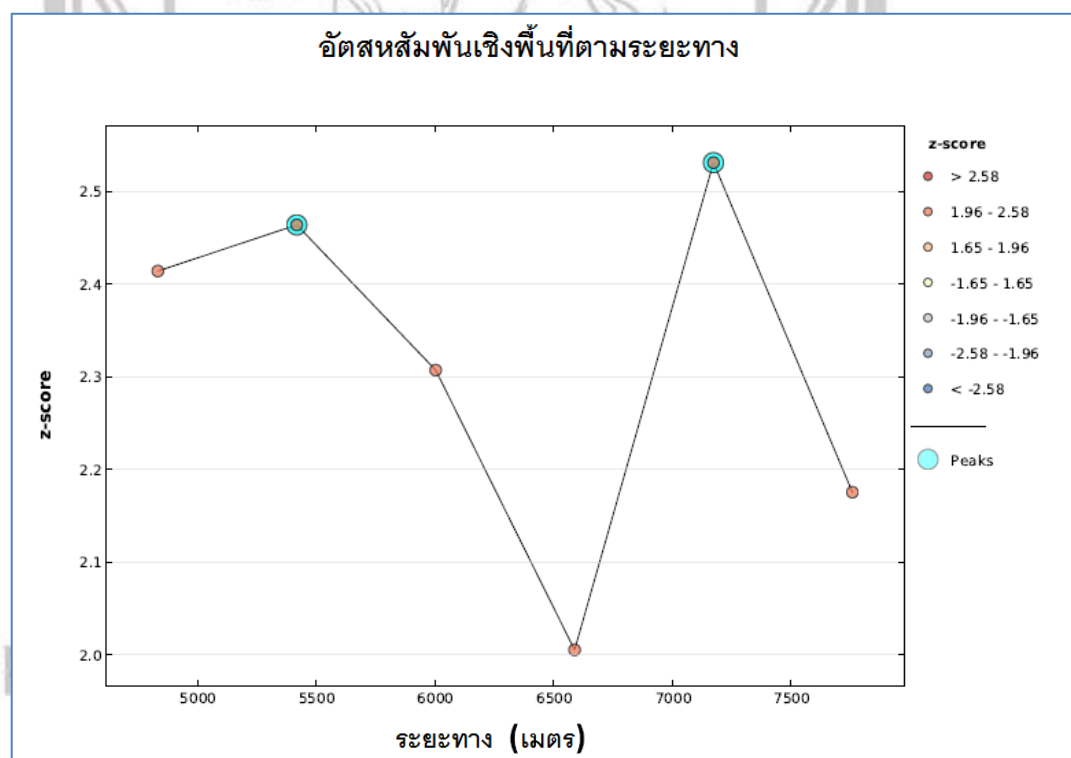
ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน มีนาคม 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.593799	-0.200000	0.104616	2.454213	0.014119
5418.45	0.484496	-0.200000	0.075988	2.483117	0.013024
6003.19	0.453101	-0.200000	0.058616	2.697562	0.006985
6587.93	0.425194	-0.200000	0.049799	2.801582	0.005085
7172.68	0.266589	-0.200000	0.028300	2.773604	0.005544
7757.42	0.137442	-0.200000	0.018762	2.463517	0.013758

First Peak (Distance, Value): 6587.93, 2.801582

Max Peak (Distance, Value): 6587.93, 2.801582



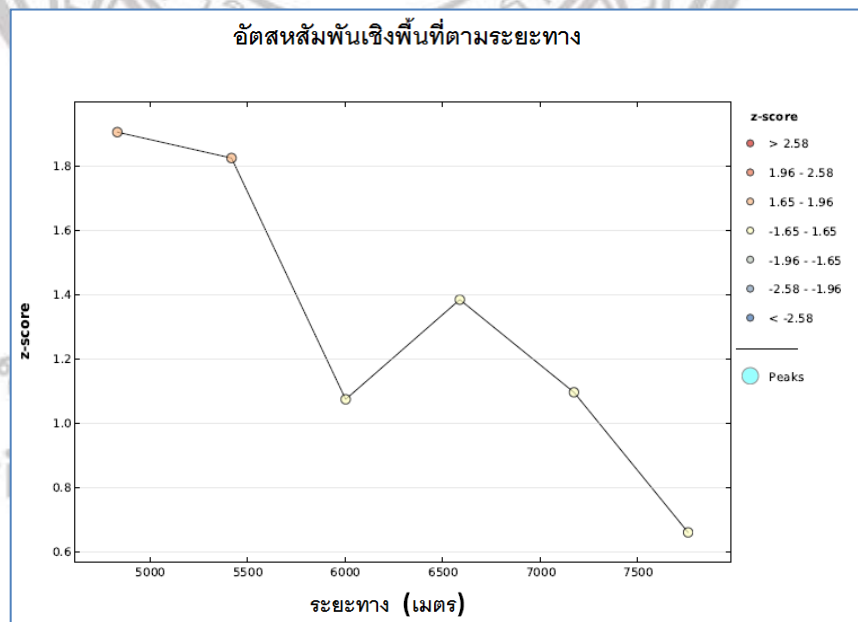
ภาพที่ 89 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของปริมาณไนเตรท เดือน เมษายน 2552 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance					
Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.549020	-0.200000	0.096281	2.413921	0.015782
5418.45	0.455882	-0.200000	0.070875	2.463655	0.013753
6003.19	0.338235	-0.200000	0.054423	2.307180	0.021045
6587.93	0.230392	-0.200000	0.046049	2.005652	0.044893
7172.68	0.209804	-0.200000	0.026221	2.530754	0.011382
7757.42	0.088235	-0.200000	0.017553	2.175575	0.029587

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.463655
Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.530754

4.2.5. การวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรียในแม่น้ำน่านช่วงที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation) ตั้งแต่ เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2552



ภาพที่ 90 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน สิงหาคม 2551

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน สิงหาคม 2551

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

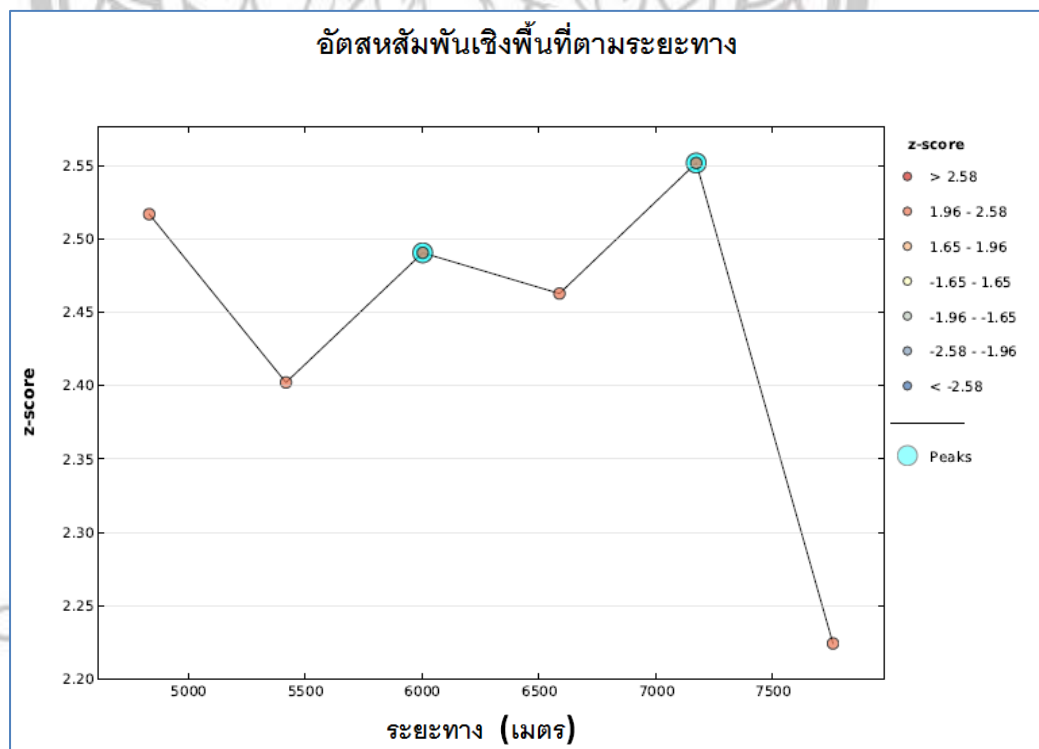
(Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.470588	-0.200000	0.123963	1.904630	0.056828
5418.45	0.340686	-0.200000	0.087859	1.824118	0.068134
6003.19	0.080882	-0.200000	0.068350	1.074372	0.282656
6587.93	0.134804	-0.200000	0.058505	1.384180	0.166303
7172.68	-0.000490	-0.200000	0.033124	1.096203	0.272990
7757.42	-0.102941	-0.200000	0.021570	0.660860	0.508702

First Peak (Distance, Value): None, None

Max Peak (Distance, Value): None, None



ภาพที่ 91 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน กันยายน 2551

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 39 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน กันยายน 2551

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

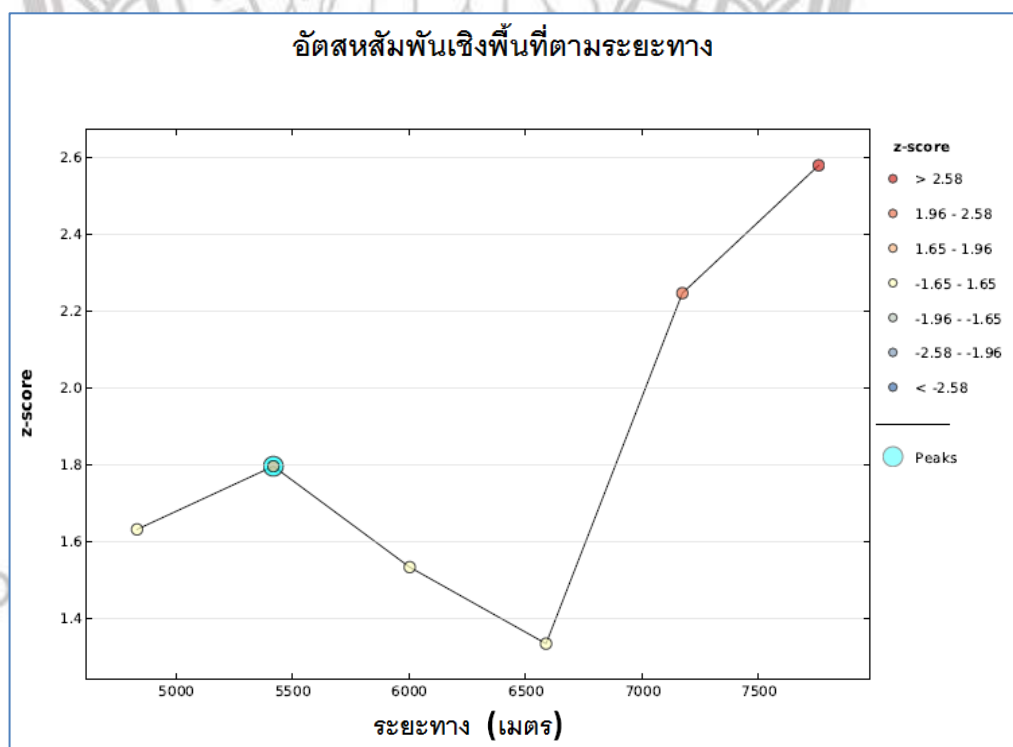
(Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.647059	-0.200000	0.113275	2.516789	0.011843
5418.45	0.484917	-0.200000	0.081301	2.402090	0.016302
6003.19	0.424962	-0.200000	0.062973	2.490445	0.012758
6587.93	0.370664	-0.200000	0.053696	2.462689	0.013790
7172.68	0.245324	-0.200000	0.030459	2.551634	0.010722
7757.42	0.114706	-0.200000	0.020019	2.224250	0.026132

First Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.490445

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.551634



ภาพที่ 92 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน ตุลาคม 2551

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

ภาพที่ 40 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน ตุลาคม 2551

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

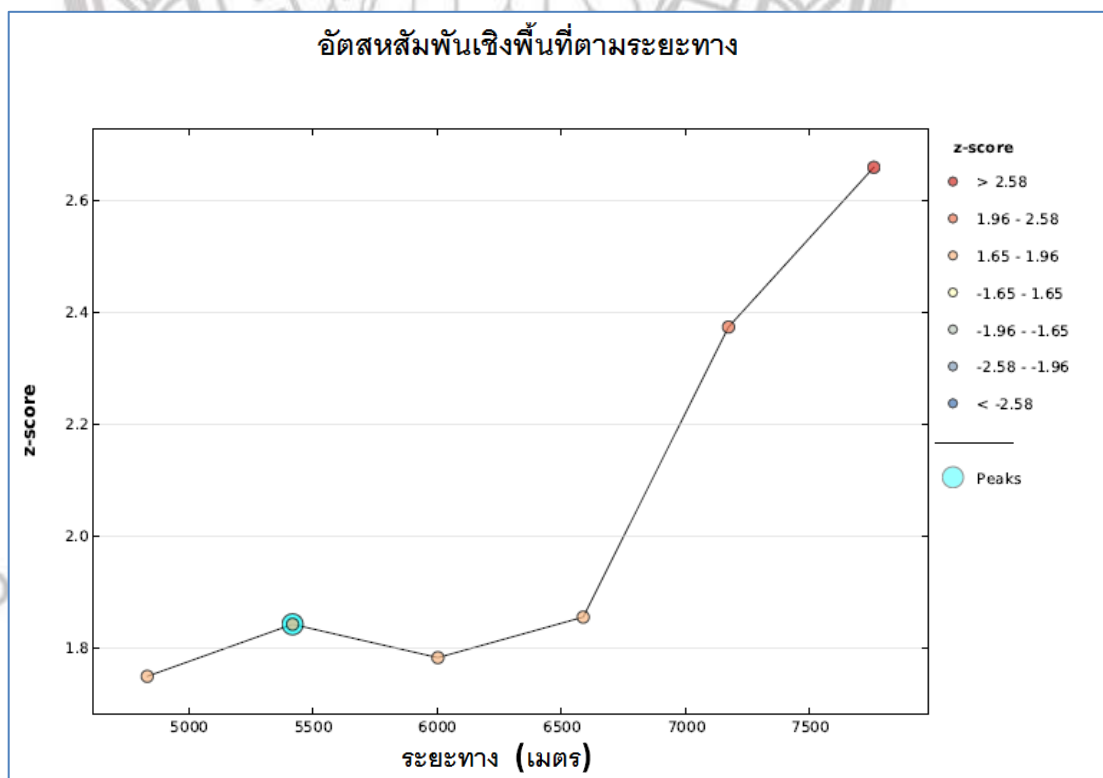
(Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.259080	-0.200000	0.079240	1.630853	0.102921
5418.45	0.241324	-0.200000	0.060420	1.795427	0.072586
6003.19	0.128128	-0.200000	0.045849	1.532414	0.125420
6587.93	0.061138	-0.200000	0.038380	1.332954	0.182547
7172.68	0.133051	-0.200000	0.021972	2.246874	0.024648
7757.42	0.116828	-0.200000	0.015080	2.580040	0.009879

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 1.795427

Max Peak (Distance, Value): 5418.45, 1.795427



ภาพที่ 93 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน พฤศจิกายน 2551

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

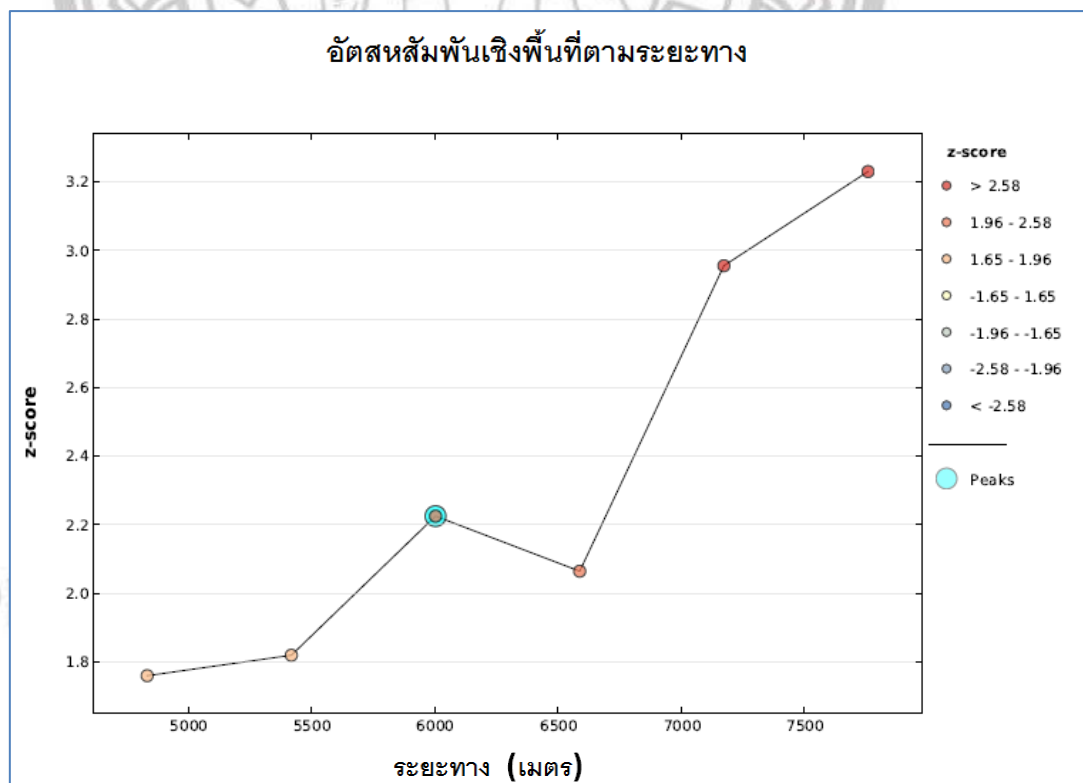
ตารางที่ 41 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน พฤศจิกายน

2551 ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance					
Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.174281	-0.200000	0.045823	1.748454	0.080385
5418.45	0.167936	-0.200000	0.039917	1.841590	0.065535
6003.19	0.103638	-0.200000	0.029036	1.781907	0.074764
6587.93	0.083333	-0.200000	0.023343	1.854479	0.063671
7172.68	0.077242	-0.200000	0.013638	2.373989	0.017597
7757.42	0.069036	-0.200000	0.010230	2.659925	0.007816

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 1.841590
Max Peak (Distance, Value): 5418.45, 1.841590



ภาพที่ 94 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน ธันวาคม 2551

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

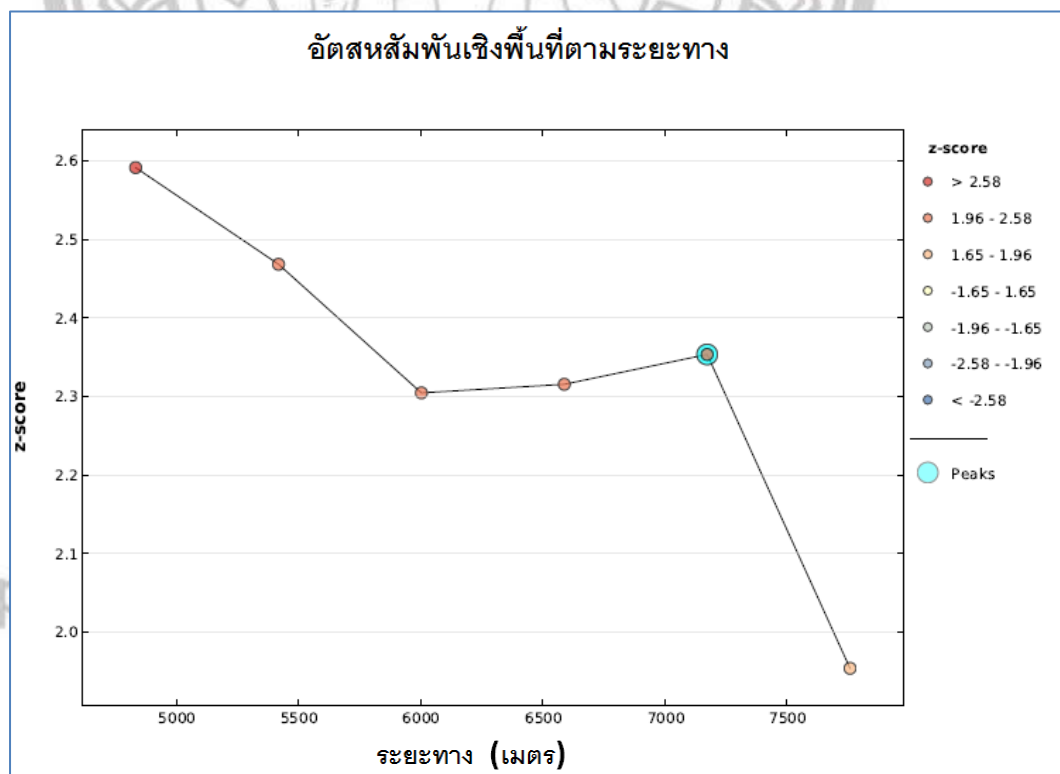
ตารางที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน ธันวาคม 2551

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance					
Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.333333	-0.200000	0.091852	1.759765	0.078448
5418.45	0.275000	-0.200000	0.068157	1.819437	0.068845
6003.19	0.308333	-0.200000	0.052194	2.225033	0.026079
6587.93	0.233333	-0.200000	0.044056	2.064533	0.038967
7172.68	0.268333	-0.200000	0.025117	2.955113	0.003126
7757.42	0.220000	-0.200000	0.016910	3.229814	0.001239

First Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.225033
Max Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.225033



ภาพที่ 95 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน มกราคม 2552

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 43 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน มกราคม 2552

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

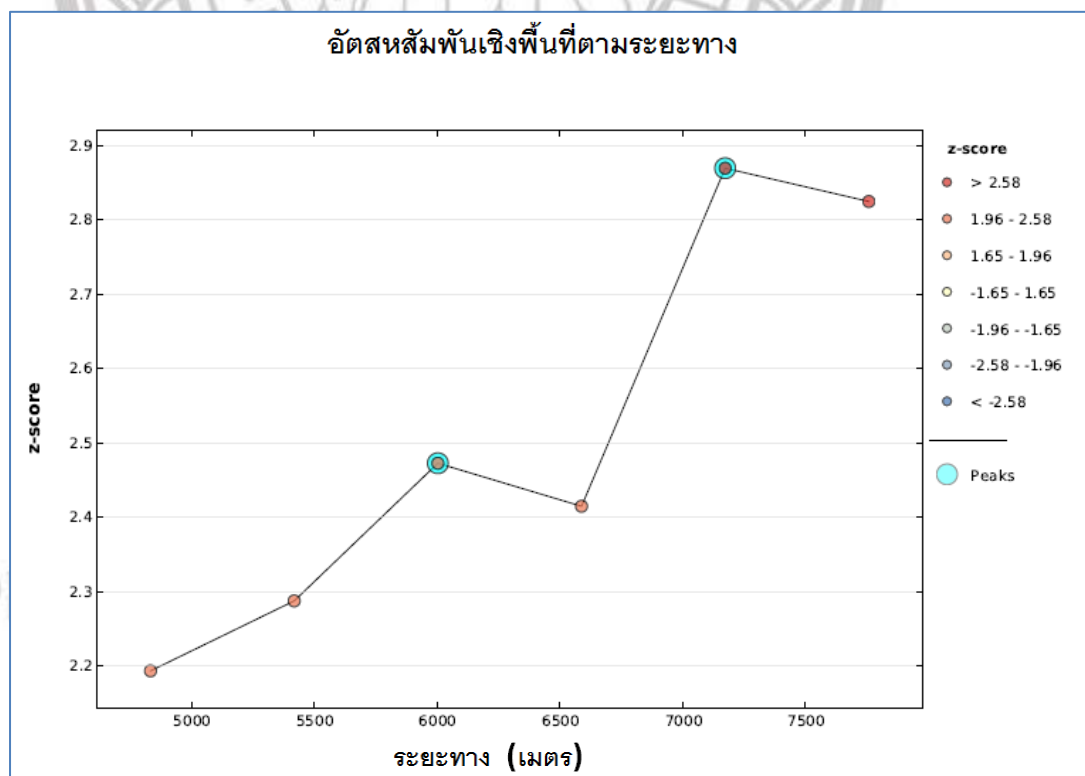
(Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.666667	-0.200000	0.111852	2.591376	0.009559
5418.45	0.500000	-0.200000	0.080428	2.468276	0.013577
6003.19	0.375000	-0.200000	0.062257	2.304485	0.021195
6587.93	0.333333	-0.200000	0.053056	2.315439	0.020589
7172.68	0.208333	-0.200000	0.030104	2.353431	0.018601
7757.42	0.075000	-0.200000	0.019812	1.953723	0.050734

First Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.353431

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.353431



ภาพที่ 96 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน กุมภาพันธ์ 2552

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน กุมภาพันธ์ 2552

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

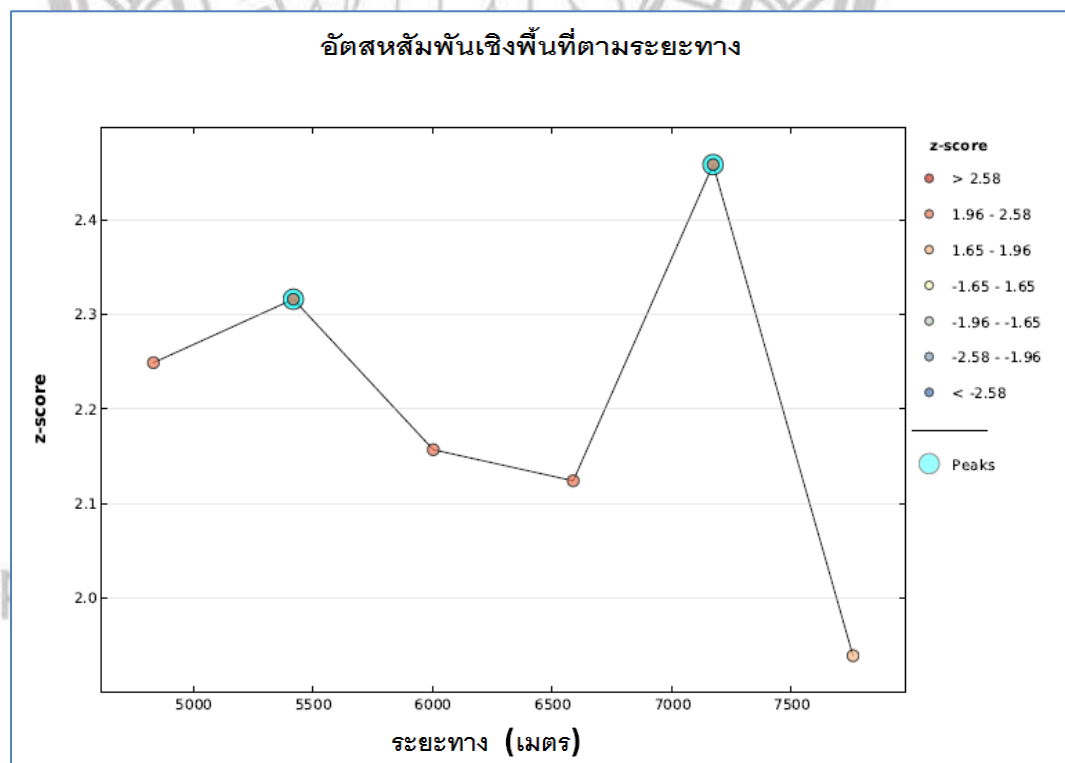
(Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.422619	-0.200000	0.080602	2.193057	0.028303
5418.45	0.366071	-0.200000	0.061255	2.287179	0.022185
6003.19	0.333333	-0.200000	0.046534	2.472363	0.013422
6587.93	0.276786	-0.200000	0.038993	2.414513	0.015756
7172.68	0.228571	-0.200000	0.022311	2.869206	0.004115
7757.42	0.149107	-0.200000	0.015277	2.824456	0.004736

First Peak (Distance, Value): 6003.19, 2.472363

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.869206



ภาพที่ 97 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน มีนาคม 2552 ด้วย

วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน มีนาคม 2552

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

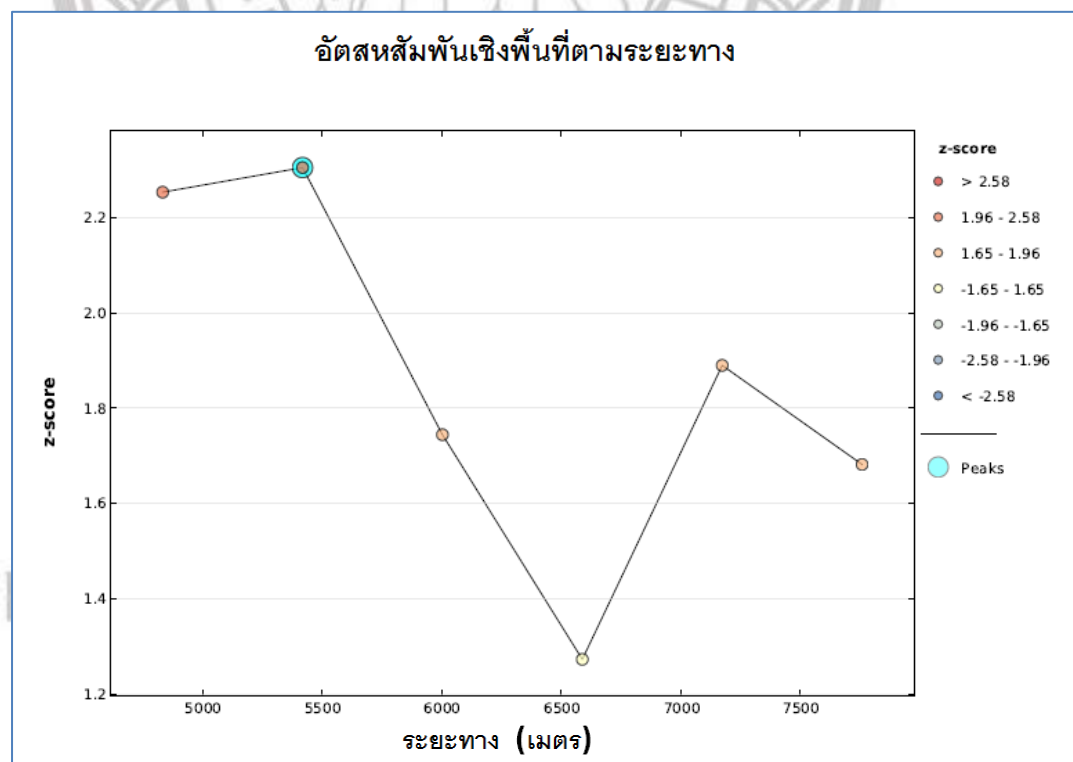
(Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.364583	-0.200000	0.063024	2.248930	0.024517
5418.45	0.320312	-0.200000	0.050470	2.316045	0.020556
6003.19	0.218750	-0.200000	0.037690	2.156950	0.031010
6587.93	0.174479	-0.200000	0.031083	2.124061	0.033665
7172.68	0.129167	-0.200000	0.017928	2.458409	0.013955
7757.42	0.018750	-0.200000	0.012726	1.939084	0.052491

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.316045

Max Peak (Distance, Value): 7172.68, 2.458409



ภาพที่ 98 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน เมษายน 2552

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เดือน เมษายน 2552

ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม

(Incremental Spatial Autocorrelation)

Global Moran's I Summary by Distance

Distance	Moran's Index	Expected Index	Variance	z-score	p-value
4833.70	0.540856	-0.200000	0.108120	2.253104	0.024253
5418.45	0.444228	-0.200000	0.078138	2.304663	0.021185
6003.19	0.228599	-0.200000	0.060379	1.744245	0.081116
6587.93	0.088521	-0.200000	0.051376	1.272909	0.203050
7172.68	0.122763	-0.200000	0.029173	1.889684	0.058800
7757.42	0.033463	-0.200000	0.019271	1.681773	0.092613

First Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.304663

Max Peak (Distance, Value): 5418.45, 2.304663

หมายเหตุ :	Distance	ระยะทางระหว่างจุด
	Moran's Index	ค่าดัชนีมอแรน
	Expected Index	ค่าดัชนีที่คาดหวัง
	Variance	ความแปรปรวน
	Z-score	ค่าคะแนนมาตรฐาน
	P-value	ความน่าจะเป็น
	Peaks	จุดสูงสุดที่จุดก่อนหน้า และหลัง มีค่า Z-score ที่ต่ำกว่า และเป็นจุดที่มี ค่าคะแนนมาตรฐานสูงที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษารววิเคราะห์คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน ที่ไหลผ่านในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ด้วยเทคนิคอัสสัมพันซ์เชิงพื้นที่ และพื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน ทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความขุ่น ทางเคมี ได้แก่ ตะกั่ว ไนเตรท และทางชีวภาพ ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษาด้วยเทคนิคอัสสัมพันซ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation) และสร้างแผนที่พื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น (Kriging) ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการประมาณค่า Kriging
2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการประมาณค่า Kriging

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำน่านที่ไหลผ่านตัวเมืองจังหวัดพิษณุโลกด้วยวิธีการประมาณค่า Kriging พบว่าบริเวณช่วงแม่น้ำตอนล่างที่ไหลผ่านตัวเมืองพิษณุโลก หรือตั้งแต่บริเวณจุดที่ 2 สะพานนเรศวรลงไปแล้ว จะมีปริมาณความเข้มข้นของสารต่างๆ สูงกว่าบริเวณช่วงแม่น้ำตอนบนที่กำลังไหลเข้ามายังตัวเมืองพิษณุโลกในเขตพื้นที่ศึกษา มีเพียงความขุ่นที่เมื่อไหลเข้าตัวเมืองแล้วความขุ่นนั้นลดลง ปัจจัยที่ส่งผลทำให้อุณหภูมิ ความขุ่น ในแม่น้ำน่านแตกต่างกันนั้น อันเนื่องมาจากฤดูกาล จะเห็นได้ว่าเมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือน เมษายน อุณหภูมิของน้ำจะสูงกว่า ฤดูฝน และฤดูหนาว ในช่วงเดือน สิงหาคม ถึงเดือน มกราคม ส่วนปัจจัยที่ส่งผลให้ปริมาณความเข้มข้นของสารต่างๆ แตกต่างกันนั้น เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณรอบแม่น้ำที่ปล่อยน้ำทิ้งน้ำเสียลงแม่น้ำจึงทำให้ปริมาณของสารต่างๆ นั้นสะสมเพิ่มมากขึ้น

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แบบอัตราส่วนเพิ่ม (Incremental Spatial Autocorrelation)

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำน่านที่ไหลผ่านตัวเมืองจังหวัดพิษณุโลกด้วยวิธีการ (Incremental Spatial Autocorrelation) พบว่าแต่ละจุดมีค่าคะแนนมาตรฐาน (Z - Scores) ที่

ได้มาจากการปรับค่าข้อมูลระหว่างจุดของแต่ละจุดนั้นแตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของสารแต่ละชนิดในบริเวณจุดนั้นๆ โดยจะมีค่าความน่าจะเป็น (P-Value) เป็นตัวชี้วัด ถ้าค่าคะแนนมาตรฐาน (Z - Scores) สูงและค่าความน่าจะเป็น (P-Value) ต่ำ แสดงว่าจุดนั้นมีปริมาณความเข้มข้นของสารที่สูง ส่วนค่าความแปรปรวน (Variance) คือค่าความคาดเคลื่อนของปริมาณสารที่คาดเคลื่อนไปจากเดิม โดยจะมีจุดสูงสุด (Peaks) เป็นจุดที่บ่งบอกว่าบริเวณจุดใดมีค่าคะแนนมาตรฐาน (Z - Scores) หรือมีปริมาณสารต่างๆ สูงที่สุด

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่าน ที่ไหลผ่านในเขตอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก ด้วยเทคนิคออสทอสัมพันธ์เชิงพื้นที่ และพื้นผิวสถิติเชิงความน่าจะเป็น พบว่าปัจจัยที่ส่งผลให้อุณหภูมิ ความขุ่น และความเข้มข้นของสาร ในแม่น้ำน่านช่วงต่างๆ นั้นแตกต่างกัน ได้แก่ ปัจจัยทางด้านฤดูกาล และปัจจัยทางด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณรอบๆ แม่น้ำ

ปัจจัยทางด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณรอบๆ แม่น้ำนั้นมีอิทธิพลมากที่สุด เนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันของบริเวณแม่น้ำน่านตอนบนในพื้นที่ศึกษานั้น ส่วนมากเป็นพื้นที่ชานเมือง มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการเพาะปลูก หรือเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ จึงมีน้ำทิ้งน้ำเสียลงแม่น้ำน่านน้อย ซึ่งแตกต่างกับแม่น้ำน่านตอนกลาง และตอนล่างในพื้นที่ศึกษา ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเมืองมีชุมชน ที่อยู่อาศัย ร้านค้า ร้านอาหาร และหน่วยงานต่างๆ ของภาครัฐ และเอกชน ต่างๆ มากมายทำให้เกิดน้ำทิ้งน้ำเสียลงแม่น้ำน่านมากกว่า จึงทำให้ปริมาณความเข้มข้นของสารต่างๆ นั้นเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง

ปัจจัยทางด้านฤดูกาลก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้อุณหภูมิ ของน้ำในแม่น้ำน่านในแต่ละเดือนนั้นแตกต่างกันออกไป เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน อุณหภูมิของน้ำจะสูงกว่าในช่วงเดือน สิงหาคม ถึงเดือน มกราคม ซึ่งเป็นฤดูฝน และฤดูหนาว แต่ความขุ่นของน้ำนั้นจะแตกต่างกันออกไป เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน ความขุ่นของน้ำนั้นจะขุ่นน้อยกว่า อันเนื่องมาจากปริมาณฝนที่น้อย แต่ในช่วงเดือน สิงหาคม ถึงเดือน มกราคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนปริมาณฝนที่ตกลงมาทำให้ความขุ่นของน้ำในแม่น้ำน่านนั้นเพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำของแม่น้ำน่านในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกหากต้องการศึกษาเพิ่มเติม ควรศึกษาแม่น้ำในพื้นที่ที่กว้างขึ้น หรือ เพิ่มจุดสำรวจคุณภาพน้ำให้มากขึ้น
2. ควรศึกษาวิเคราะห์สารอื่นๆ ให้หลากหลายมากขึ้น เช่น ความเป็นกรดด่าง แคลเซียม แมงกานีส บีโอดี
3. ศึกษาข้อมูลที่มีความเป็นปัจจุบันมากขึ้น เนื่องจากข้อมูลที่มีความเป็นปัจจุบันจะมีความถูกต้อง และแม่นยำมากกว่าในปีที่ผ่านมา
4. ควรนำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ได้ มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved



บรรณานุกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

บรรณานุกรม

- กรรณิการ์ สิริสิงห์. (2544). **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์**. กรุงเทพมหานคร: สยามมวลดชน.
- ช่อทิพย์ เพ็ญนภักตร์. (2548). **การสำรวจคุณภาพน้ำในคลองเปรมประชากรเพื่อพัฒนากิจกรรมสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ช่วงชั้นที่ 3)**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- ประภรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล. **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำน่าน ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก**. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วท.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2554.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (2537). **เรื่อง กำหนดคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน**. (2537, 24 กุมภาพันธ์). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 111 ตอนที่ 16 ง.
- เปี่ยมศักดิ์ เมณะเศวต. (2543). **แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตน์กาญจน์ ฤดีเจริญสกุล. **การศึกษาคุณภาพน้ำของบึงสีไฟ อ.เมือง จ.พิจิตร**. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วท.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2553.
- วรศักดิ์ บุญพวง คมศักดิ์ สุระผัด และ นัฐพงศ์ สิทธิวงศ์. **การจัดการทรัพยากรน้ำผิวดินเพื่อการอุปโภคและบริโภคในลุ่มน้ำแควน้อย**. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- วรารค์ลักษณะ ช่อนกลิ่น และชัยวัฒน์ ไพริททอง. (2548) **การวิเคราะห์คุณภาพ แม่น้ำน่าน ในเมืองพิษณุโลกในด้านอุปโภคและบริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม**. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สุดารัตน์ เสือทองคำ. (2527). **การศึกษาคุณภาพน้ำและการปรับสภาพความกระด้างและปริมาณเหล็กในน้ำจากแหล่งน้ำเชียงใหม่**. การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์, วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาการสอน เคมี, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 3 , (2545). **ศึกษาเชิงวิเคราะห์คุณภาพแม่น้ำน่านเพื่อการประเมินสภาพแม่น้ำน่านปี 2545**. พิษณุโลก : สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 3.
- ศิริเพ็ญ ตรีไชยาพร. (2543). **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. เชียงใหม่ : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.



ประวัติผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	อนุสรณ์ ภูมิผล
วัน เดือน ปี เกิด	26 กันยายน พ.ศ. 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 29/2 ถนนธรรมบูชา ตำบลในเมือง อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2549	ประถมศึกษา จากโรงเรียนเทศบาล 4 ชุมชนวัดธรรมจักร
พ.ศ. 2555	มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 จากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม ตำบลท่าทอง อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved