

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แสดงความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศน้ำ ปัญหาและการจัดการน้ำ กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำปิง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการพัฒนา ทั้งทางด้านแนวคิดและทางด้านเทคนิคในการวางระบบฐานข้อมูล โดยมีรายละเอียดของทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

- 2.1 การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน
- 2.2 การใช้ GIS กับคุณภาพน้ำในลำน้ำ
- 2.3 ข้อมูลคุณภาพลำน้ำทั่วไปในภาพรวม
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรา 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 บัญญัติให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นเป้าหมายในการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมนี้จะต้องอาศัยหลักวิชาการ และหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานโดยจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเป็นมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมชนิดหนึ่ง มีวัตถุประสงค์

1) เพื่อควบคุมและรักษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์และมีความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

2) เพื่ออนุรักษ์ทรัพยากร และสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ

หลักการสำคัญในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ ได้แก่ การกำหนดค่ามาตรฐานเพื่อรักษาคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ การจัดแบ่งลักษณะ การใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ และการกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

2.1.1 หลักเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำ ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่ได้จัดทำขึ้น มีหลักเกณฑ์ที่สำคัญดังนี้

1) ความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่อละประเภทในกรณีทีแหล่งน้ำนั้นมีการใช้ประโยชน์หลายด้าน (Multi Purposes) โดยคำนึงถึงการใช้ประโยชน์หลักเป็นสำคัญ ทั้งนี้ระดับมาตรฐานจะไม่ขัดแย้งต่อการใช้ประโยชน์หลายด้านพร้อมกัน

2) สถานการณ์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำหลักของประเทศและแนวโน้มของคุณภาพน้ำที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการพัฒนาต่าง ๆ ในอนาคต

3) คำนึงถึงสุขภาพและความปลอดภัยของชีวิตมนุษย์และสัตว์น้ำส่วนใหญ่

4) ความรู้สึกพึงพอใจในการยอมรับระดับคุณภาพน้ำในเขตต่าง ๆ ของประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำหลักและของประชาชนส่วนใหญ่

ดังนั้น การปรับปรุงค่ามาตรฐานในอนาคต จำเป็นจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของระดับการลงทุนและภาวะทางเศรษฐกิจในพื้นที่ลุ่มน้ำ ที่อยู่ในแผนการพัฒนาลดจนความเป็นไปได้ในเทคโนโลยีในการบำบัดของเสียและสารพิษจากแหล่งกำเนิดของเสีย ซึ่งได้แก่ กิจกรรมที่เกิดขึ้นจากการวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วย

2.1.2 เป้าหมายในการกำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน

- 1) เพื่อให้มีการจัดทำแบ่งประเภทแหล่งน้ำโดยมีมาตรฐานระดับที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ
- 2) เพื่อให้มีมาตรฐานคุณภาพน้ำและวิธีการตรวจสอบที่เป็นหลักสำหรับการวางโครงการต่าง ๆ ที่ต้องคำนึงถึงแหล่งน้ำเป็นสำคัญ
- 3) เพื่อรักษาคุณภาพแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นต้นน้ำลำธารให้ปราศจากการปนเปื้อนจากกิจกรรมใด ๆ ทั้งสิ้น

2.1.3 แหล่งน้ำผิวดินได้แบ่งการใช้ประโยชน์ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- 1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- 2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- 3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- 1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- 2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- 3) การประมง
- 4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- 1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- 2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- 1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน
- 2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ที่มา: มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

2.1.4 กระบวนการหาคุณภาพน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (Water Quality Index : WQI) เป็นการนำค่าตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่มาคำนวณด้วยวิธี Unweighted Multiplicative River Water Quality Index เพื่อนำมาแสดงถึงระดับคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำนั้นว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใดและใช้เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ ค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปไม่มีหน่วย โดยมีค่าตั้งแต่ 0 (คือคุณภาพต่ำสุด) ไปจนถึง 100 (คุณภาพดีที่สุด) ซึ่งการคำนวณหาค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปนี้คิดจากการรวมคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ 9 ดัชนี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ของแข็งทั้งหมด (TS) แบคทีเรียกลุ่มฟีคัล (Fecal Coliforms) ไนเตรท (NO₃) ฟอสเฟต (PO₄³⁻) ความขุ่น (Turbidity) อุณหภูมิ และความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD)

ในการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำนิยมใช้ค่าดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อบอกคุณภาพของแหล่งน้ำนั้น ๆ ว่าเป็นอย่างไร โดยค่าดัชนีคุณภาพน้ำคำนวณจากค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ตรวจวัดได้ แล้วคำนวณโดยอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 คือ 0 เท่ากับคุณภาพต่ำที่สุด และ 100 เท่ากับคุณภาพดีที่สุดในการตรวจวัดคุณภาพน้ำตามแม่น้ำนั้น จะกระทำได้เป็นจุด ๆ ไปตามจุดที่สนใจ จึงยังไม่สามารถแสดงภาพรวมในเห็นได้อย่างชัดเจนถึงคุณภาพน้ำของแม่น้ำตลอดความยาวได้ การทำงานนี้เพื่อหาวิธีแสดงค่าดัชนีคุณภาพน้ำตลอดความยาวของลำน้ำ โดยอาศัยวิธีการประมาณค่าตามระยะทางและนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงบนระบบภูมิสารสนเทศเพื่อบอกตำแหน่งและใช้สีเพื่อสื่อความหมายของค่าดัชนีคุณภาพน้ำ โดยอาศัยค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่คำนวณได้จากข้อมูลคุณภาพน้ำ ของกองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ เพื่อแสดงค่าดัชนีคุณภาพน้ำของแม่น้ำในประเทศไทย พบว่าวิธีการนี้ทำได้โดยง่ายและสื่อความหมายต่อผู้ใช้ได้อย่างชัดเจน

2.2 การใช้ GIS กับคุณภาพน้ำในลำน้ำ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) คือ เครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการนำเข้า จัดเก็บ จัดเตรียม ดัดแปลง แก้ไข จัดการ วิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลอธิบาย (Non-Spatial Data or Attribute Data) ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

2.2.1 องค์ประกอบของ GIS ที่สำคัญอยู่ 5 ส่วน ดังนี้ (ยงยุทธ ไตรสุรัตน์ และ นันทิตา สุธรรมวงศ์, 2550 : 2-4)

2.2.1.1 ข้อมูลและสารสนเทศ (Data/Information)

ข้อมูลที่จะนำเข้าสู่ระบบ GIS แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลอธิบายพื้นที่ (Attribute data) โดยข้อมูลเชิงพื้นที่หรือข้อมูลแผนที่ จะมีการจัดเก็บเป็นชั้นข้อมูล (Theme/Layer) โดยแบ่งตามรูปลักษณะของพื้นที่ (Feature) และเนื้อหาของข้อมูล (Theme) และสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ 2 แบบ คือ ข้อมูลเชิงเส้น (Vector data) และข้อมูลเชิงภาพ

(Raster data) โดยข้อมูลเชิงเส้นจะใช้รูปลักษณะ 3 ประเภท คือ จุด (Point) เส้น (Arc or Line) และพื้นที่ (Polygon) แทนรูปลักษณะต่าง ๆ ของข้อมูล เช่น ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำใช้ข้อมูลจุด ลำธารหรือแม่น้ำ พื้นที่ป่าไม้ใช้ข้อมูลเส้น และขอบเขตการปกครองที่คาบเกี่ยวพื้นที่ชุ่มน้ำใช้ข้อมูลพื้นที่ เป็นต้น ข้อมูลเชิงภาพใช้ตารางกริดหรือรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็ก (Grid Cell or Pixel) ที่มีขนาดเท่ากัน และต่อเนื่องกัน เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลระดับความสูง (Digital Elevation Model: DEM) ส่วนข้อมูลอธิบาย จะบรรยายคุณลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น จุดสำรวจ 1 จุดมีค่า pH เท่ากับ 7 จุดสำรวจที่ 2 มีค่า pH เท่ากับ 6.5 เป็นต้น ในกรณีที่มีข้อมูลจำนวนมากจะจัดทำตารางฐานข้อมูล (Attribute Table) เพื่อความสะดวกในการเรียกค้นและการจัดการข้อมูล เช่น pH ความขุ่นของน้ำ ความลึก เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลอธิบาย จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยจะถูกควบคุมโดยโปรแกรม GIS

2.2.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ (Hardware)

เครื่องคอมพิวเตอร์ รวมเรียกว่า ระบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์การนำเข้าข้อมูล เช่น Digitizer Scanner อุปกรณ์อ่านข้อมูล เก็บรักษาข้อมูล และแสดงผลข้อมูล เช่น Printer Plotter เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีหน้าที่และคุณภาพแตกต่างกันออกไป

2.2.1.3 โปรแกรมหรือระบบซอฟต์แวร์ (Software)

โปรแกรมหรือระบบซอฟต์แวร์ คือ โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการระบบและสิ่งงานต่าง ๆ เพื่อให้ระบบฮาร์ดแวร์ทำงาน หรือเรียกใช้ข้อมูลที่จัดเก็บในระบบฐานข้อมูล ทำงานตามวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปชุดคำสั่งหรือโปรแกรมของสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยหน่วยนำเข้าข้อมูล หน่วยเก็บข้อมูลและการจัดการข้อมูล หน่วยวิเคราะห์ แสดงผล หน่วยแปลงข้อมูล และหน่วยโต้ตอบกับผู้ใช้ ในปัจจุบันมีโปรแกรม GIS มากมาย การเลือกใช้โปรแกรมควรเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน ตรงตามวัตถุประสงค์ และสนองตอบความต้องการของหน่วยงาน

2.2.1.4 วิธีการปฏิบัติงาน (Methodology/Procedure)

วิธีการปฏิบัติงาน คือ ขั้นตอนการทำงาน หรือวิธีการในการนำเข้า การจัดเก็บ และการวิเคราะห์ของแต่ละหน่วยงานในการปฏิบัติการในส่วนของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งผู้ใช้จะเป็นผู้กำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการกับข้อมูล เพื่อให้ตอบสนองวัตถุประสงค์ของการทำงานในหน่วยงานนั้น ๆ

2.2.1.5 บุคลากร (Human Resource)

บุคลากร ประกอบด้วย ผู้ใช้ระบบ ผู้ใช้สารสนเทศ หรือผู้ชำนาญการ GIS ที่มีความชำนาญในหน้าที่ และได้รับการฝึกฝนมาแล้วเป็นอย่างดี พร้อมทั้งจะทำงานได้เต็มความสามารถ และสามารถนำเสนอข้อมูลให้นักวางแผน หรือผู้มีอำนาจตัดสินใจ นำข้อมูลแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างเหมาะสม

2.2.2 ลักษณะการทำงานของระบบ GIS

ระบบสามารถรวบรวมข้อมูลที่มีเข้าระบบจัดการฐานข้อมูล และเลือกข้อมูลต่างๆ ได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ จากนั้นนำไปเข้าสู่ตรรกการคำนวณเพื่อการประมาณค่า ซึ่งค่าที่ประมาณได้จะถูกเก็บลงฐานข้อมูลเพื่อใช้วิเคราะห์ เปรียบเทียบได้ ข้อมูลต่างๆ จะนำไปแสดงผลเชิงพื้นที่ในระบบภูมิ

สารสนเทศ (GIS) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถจำแนกลักษณะข้อมูลบนแผนที่ได้โดยง่าย รูปแบบการประมาณค่านี้จะเน้นการใช้สีเป็นหลักเนื่องจากสื่อสารต่อผู้ใช้ได้ชัดเจน

2.2.3 การประยุกต์ใช้งานระบบ GIS

นอกจากการใช้ในการประมาณค่าคุณภาพน้ำ ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแสดงข้อมูลในรูปแบบอื่นๆ ได้ทั้งเชิงเส้นใน 1 มิติ หรือเชิงพื้นที่ใน 2 มิติ ได้ โดยสามารถเลือกวิธีการประมาณค่าในรูปแบบหรือสูตรต่างๆ ได้ตามต้องการ ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ถูกจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลเพื่อเลือกนำข้อมูลที่ต้องการไปใช้ได้โดยง่าย

การวิเคราะห์สถานการณ์คุณภาพน้ำโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS) เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงและแหล่งน้ำที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดมลพิษทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่จัด ซึ่งเป็นการศึกษาที่ใช้กระบวนการวิเคราะห์โดยมุ่งเน้นการนำเทคนิควิธีการทาง GIS มาเป็นเครื่องมือในการศึกษา มีวิธีการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.2.3.1 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดมลพิษทางน้ำ ดำเนินการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดมลพิษทางน้ำ จากข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ที่เป็นสาเหตุและปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ และจัดทำฐานข้อมูลหลัก เป็นการนำเข้าและจัดเก็บข้อมูลหลัก ได้แก่ ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ และข้อมูลกิจกรรมของมนุษย์

2.2.3.2 รวบรวมและศึกษาข้อมูลคุณภาพน้ำ รวบรวมข้อมูลคุณภาพของแหล่งน้ำในลุ่มน้ำภาคเหนือ จากสถิติของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคและกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การสร้างฐานข้อมูลคุณภาพแหล่งน้ำที่เกิดมลพิษ ข้อมูลแหล่งน้ำที่เกิดมลพิษดังกล่าวจะถูกนำมาซ้อนทับกับฐานข้อมูลหลัก เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ

2.2.3.3 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงและแหล่งน้ำที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดมลพิษทางน้ำ ดำเนินการประยุกต์ใช้ระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์และคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดมลพิษทางน้ำ ซึ่งระบบจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลมลพิษทางน้ำจากฐานข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลกิจกรรมของมนุษย์ และข้อมูลอื่นๆ เชิงบูรณาการได้ นอกจากนี้ระบบยังสามารถแสดงผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดมลพิษทางน้ำเชิงพื้นที่ในอนาคตได้ การวิเคราะห์ดำเนินการโดยการนำปัจจัยที่เป็นฐานข้อมูลหลักที่สร้างไว้ทั้ง 10 ปัจจัย มาวิเคราะห์ร่วมกัน ดังรายละเอียดดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดมลพิษทางน้ำ

ปัจจัย	ข้อมูล	การแบ่งช่วงชั้นข้อมูล
1.ปัจจัยทางกายภาพของแหล่งน้ำ		
1.1 ความสูงของภูมิประเทศ	แผนที่ภูมิประเทศ 1:50,000	1. ≤ 200 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2. 200-400 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง 3. >400 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง
1.3 พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก	แผนที่พื้นที่น้ำท่วม	1. ในพื้นที่ 2. นอกพื้นที่
1.4 ปริมาณน้ำท่า	ปริมาณน้ำท่า	1. 0-200 ลบ.ม./วินาที 2. 200-500 ลบ.ม./วินาที 3. 500-1,000 ลบ.ม./วินาที 4. มากกว่า 1000 ลบ.ม./วินาที
2. ปัจจัยจากกิจกรรมของมนุษย์		
2.1 เกษตรกรรม	- พื้นที่นาข้าว - จำนวน/ที่ตั้งฟาร์มปศุสัตว์ (สุกร , โค , ไก่ , กระบือ) - พื้นที่/ที่ตั้งบ่อเลี้ยงปลา - จำนวน/ที่ตั้งกระชังปลา	จำนวนมากที่สุด จำนวนมาก จำนวนปานกลาง จำนวนน้อย จำนวนน้อยที่สุด
2.2 ชุมชน	1) แหล่งกำเนิดมลพิษ 2) จำนวนประชากร - จำนวนที่ตั้งอาคารประเภท ก (ตลาด , ที่ดินจัดสรร , โรงพยาบาล , โรงแรม) - ความหนาแน่นประชากร	จำนวนมากที่สุด จำนวนมาก จำนวนปานกลาง จำนวนน้อย จำนวนน้อยที่สุด
2.3 อุตสาหกรรม	1) แหล่งกำเนิดมลพิษ - จำนวนที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม	จำนวนมากที่สุด จำนวนมาก จำนวนปานกลาง จำนวนน้อย จำนวนน้อยที่สุด

ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อม ภาค 1-4

ปัจจัยทั้งหมดจากตารางถูกนำมาให้ค่าคะแนน และเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการซ้อนทับ (Overlay) ผลการวิเคราะห์ทำให้สามารถคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดมลพิษทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ โดยแบ่งระดับความเสี่ยงเป็น 4 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยงระดับมาก พื้นที่เสี่ยงระดับปานกลาง พื้นที่เสี่ยงระดับน้อย และพื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดมลพิษทางน้ำ พื้นที่ความเสี่ยงดังกล่าวจะถูกนำไปซ้อนทับกับแหล่งน้ำที่อยู่ในพื้นที่ เพื่อทราบแหล่งน้ำที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดมลพิษทางน้ำที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงดังกล่าว

2.3 ข้อมูลคุณภาพน้ำทั่วไปในภาพรวม

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในภาพรวมของประเทศไทย พบว่า จุดที่มลพิษสะสมมากที่สุด คือ จุดระบายออกของลุ่มน้ำย่อย (ดุสิต วงษ์ล้วนงาม : บทคัดย่อ) และจากการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำถึงความเป็นกรดเป็นด่าง ความเป็นด่าง ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟต คลอไรด์ และ บีโอดีในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ในขณะที่ปริมาณออกซิเจนละลายและแอมโมเนียในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำมากและอาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ (วิรงรอง ทิมดี: บทคัดย่อ) ลักษณะของการใช้พื้นที่ดินก็มีผลต่อคุณภาพของน้ำเช่นกัน เช่น พื้นที่นาข้าวมีการเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นที่สวนไม้ผลและพืชสวน พื้นที่ที่อยู่อาศัย พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่ป่า พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ จากภัยธรรมชาติซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลต่อคุณภาพน้ำโดยการทดสอบผ่านดัชนีคุณภาพน้ำ (Water Quality Index : WQI) ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าแนวโน้มคุณภาพน้ำ มีระดับคุณภาพน้ำที่ต่ำลง มีการปนเปื้อนของ Total Coliform Bacteria (TCB) ที่สูงมาก รวมทั้งโลหะหนักต่างๆ คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก เทียบได้กับมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5 ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (2535) สาเหตุที่ทำให้น้ำมีคุณภาพต่ำถึงต่ำมากอาจเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่ออุตสาหกรรม และที่อยู่อาศัย (มัลลิกา ใจเกื้อ: บทคัดย่อ)

จะเห็นว่าคุณภาพน้ำโดยรวมในประเทศไทยกำลังประสบปัญหา โดยเฉพาะปัญหาคุณภาพน้ำที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จักรกฤษณ์ ไสยโชติ (2544) ได้ศึกษาการพัฒนารูปจำลองคณิตศาสตร์คุณภาพน้ำเพื่อใช้พยากรณ์การแพร่กระจายดัชนีคุณภาพน้ำ ในทะเลสาบสงขลา พบว่าการพัฒนาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ รูปจำลองการไหล ซึ่งพัฒนา จากสมการโมเมนตัมและสมการความต่อเนื่อง และรูปจำลองคุณภาพน้ำซึ่งพัฒนามาจากสมการอนุรักษ์ มวลสาร โดยรูปจำลองชลศาสตร์แก่สมการควบคุมปรากฏการณ์ ได้ใช้วิธีเชิงตัวเลขด้วยวิธี ผลต่างสืบเนื่องแบบ ADI ด้วย Abbot Scheme ส่วนรูปจำลองคุณภาพน้ำ จะแก้สมการโดย ใช้วิธีผลต่างสืบเนื่องด้วยวิธี QUICKEST Scheme ร่วมกับเทคนิควิธี Rungkutta 4(th) Order เพื่อแก้สมการเชิงเคมีของดัชนีคุณภาพน้ำทั้ง 11 ตัว ดังนี้คือ ความเค็ม อุณหภูมิ น้ำ แพลงตอนพืช อินทรีย์สารฟอสฟอรัส ฟอสเฟต อินทรีย์สารไนโตรเจน แอมโมเนีย ไนเตรต ออกซิเจนละลาย บีโอดี และสารมลพิษอื่นที่ผู้กำหนด รูปจำลองทั้งสองใช้ภาษาฟอร์แทรน ใน

การสร้างชุดคำสั่งและทำงานบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้ อีกทั้งยังสามารถแสดงผลการคำนวณ เป็นรูปแบบรูปภาพ แสดงเวกเตอร์ความเร็ว คอนทัวร์ของสารคุณภาพน้ำ และพล็อตผลการคำนวณ แต่ละจุดเทียบค่าที่ตรวจวัดได้ จากผลการเทียบปรับและพิสูจน์ และการพยากรณ์ของรูปจำลองทั้งสอง กับข้อมูลของ ทะเลสาบสงขลาที่มีการบันทึกไว้ แสดงให้เห็นว่ารูปจำลองสามารถให้ผลความถูกต้อง ของ การพยากรณ์อยู่ในเกณฑ์ดี โดยเฉพาะการคำนวณการกระจายตัวของตัวแปรคุณภาพน้ำหลัก คือ ปริมาณ DO และ BOD ส่วนตัวแปรคุณภาพน้ำตัวอื่นๆ ก็ให้ผลการพยากรณ์เป็นที่ยอมรับได้ สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาผลกระทบในงานพัฒนาแหล่งน้ำ และวางแผน การจัดการ สิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศในแหล่งน้ำ ที่มีความกว้างและต้นแห่งอื่น เช่น บริเวณชายฝั่งทะเล ได้อย่างมั่นใจ

ดุสิต วงษ์ล้วนงาม (2545) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนด ตำแหน่งจุดตรวจสอบคุณภาพน้ำใน ลุ่มน้ำแควน้อย พบว่า จากการนำข้อมูล DEM ที่สร้างขึ้นนำเข้าสู่ โปรแกรม ArcView จำลองการเติมน้ำ (Filled Sink) เพื่อให้มีการไหลของน้ำตามระดับความสูง ทิศทางการไหล (Flow Direction) การสะสม ของน้ำ (Flow Accumulation) และแบ่งลุ่มน้ำย่อย (Basin Delincation) ตามลำดับ โดยใช้โปรแกรมส่วนขยาย Hydrologic Modeling ซึ่งขนาดของลุ่มน้ำย่อยสามารถกำหนดได้ จากจำนวนกริดที่น้อยที่สุดในแต่ละลุ่มน้ำย่อยที่ต้องการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ของงานวิจัยและข้อมูลที่สนับสนุน โดยในงานวิจัยนี้ได้กำหนดขนาดลุ่มน้ำย่อยขนาดเล็กที่สุด 500 กริดเซลซึ่งมีพื้นที่ 25 ตารางกิโลเมตร ทำให้ได้จำนวนลุ่มน้ำย่อยทั้งสิ้น 57 ลุ่มน้ำย่อย ที่เหมาะสมกับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และจากหลักที่ว่ามลพิษจาก แหล่งกำเนิดจะถูกชะล้างลงสู่ แม่น้ำ และจุดที่มลพิษสะสมมากที่สุดคือจุดระบายออกของ ลุ่มน้ำย่อย แต่เนื่องจากแหล่งกำเนิดมลพิษมีการกระจายอยู่ทั่วลุ่มน้ำและมีการไหลตาม ทิศทางการไหลของน้ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดกลุ่มลุ่มน้ำย่อยโดยใช้เส้นทางน้ำ (Stream) แสงและเงา (Hillshade) เพื่อให้เห็นลักษณะภูมิประเทศใน 3 มิติ เข้ามาประกอบในการจัดกลุ่มลุ่มน้ำย่อย ซึ่งสามารถจัดกลุ่มลุ่มน้ำย่อยได้ 11 กลุ่มลุ่มน้ำย่อย และกำหนดจุดตรวจสอบคุณภาพน้ำด้านใต้ของจุดระบายออกของลุ่มน้ำ และผู้วิจัยได้สอบถามหลักเกณฑ์ ในการกำหนดจุดตรวจสอบคุณภาพน้ำจากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการคุณภาพน้ำนำมาประมวลกับ ผลการศึกษาจากการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวสามารถกำหนด จุดตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำแควน้อยได้จำนวน 5 จุดตรวจสอบ ในจังหวัดกาญจนบุรีบริเวณ อำเภอ ทองผาภูมิ 1 จุด อำเภอไทรโยค 2 จุด กิ่งอำเภอด่านมะขามเตี้ย 1 จุด และใน จังหวัดราชบุรีบริเวณ อำเภอสวนผึ้ง 1 จุด

มัลลิกา ใจแก้ว (2545) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ ที่ดินและคุณภาพน้ำ บริเวณเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จากการประยุกต์ใช้ข้อมูลสำรวจระยะไกลร่วมกับระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลหลักที่นำมาใช้ในการศึกษา คือ ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งได้จากภาพถ่ายทางอากาศ และข้อมูลจากดาวเทียม IRS - 1C ข้อมูล แผนที่ต่างๆ และข้อมูลจากการสำรวจพื้นที่จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2510 - 2544 โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล ด้วยวิธี Matrix Analysis

โดยโปรแกรม SPANS Version 7.1 พบว่าในช่วง 34 ปี พื้นที่นาข้าวมีการเปลี่ยนแปลงในทางลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยพื้นที่นาข้าว ทั้งหมดร้อยละ 54.1 ของพื้นที่เขตบางขุนเทียนถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่อื่นๆ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นที่สวนไม้ผลและพืชสวน พื้นที่ที่อยู่อาศัย พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่ป่าจาก คิดเป็นร้อยละ 37.1 34.4 15.0 11.4 1.7 และ 0.4 ของพื้นที่นาข้าวในปี พ.ศ. 2510 ตามลำดับ ในขณะที่การใช้ประโยชน์ ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงในทางเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดคือ พื้นที่โรงงาน อุตสาหกรรม กล่าวคือในปี พ.ศ. 2510 ไม่มีพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมเลยแต่ในปี พ.ศ. 2530 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 100 และในปี พ.ศ. 2544 พื้นที่โรงงาน อุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 247.0 ของพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2530 คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 2.4 ของพื้นที่เขตบางขุนเทียนทั้งหมด โดยมีการเปลี่ยนแปลง มาจากพื้นที่นาข้าว พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นที่ที่อยู่อาศัย พื้นที่อื่นๆ พื้นที่สวนไม้ผลและพืชสวน และพื้นที่ป่าจาก คิดเป็นร้อยละ 37.5 30.9 9.7 9.0 7.3 และ 5.6 ของพื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด ตามลำดับ สำหรับการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนในช่วง 34 ปีมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ คิดเป็นร้อยละ 60.7 ของพื้นที่ป่าชายเลนในปี พ.ศ. 2510 หรือร้อยละ 1.8 ต่อปี ทั้งนี้อาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ โดยถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่เพาะเลี้ยง สัตว์น้ำร้อยละ 86.4 ของพื้นที่ป่าชายเลนที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด และจากภัยธรรมชาติทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่ชายฝั่ง (ทะเล) ร้อยละ 13.6 ของพื้นที่ป่าชายเลนที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด จากการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ ดัชนีคุณภาพน้ำ (Water Quality Index ; WQI) ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าแนวโน้มคุณภาพน้ำตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 - 2544 มีระดับคุณภาพน้ำที่ต่ำลง มี การปนเปื้อนของ Total Coliform Bacteria (TCB) ที่สูงมาก รวมทั้งโลหะหนักต่างๆ โดยปี พ.ศ. 2544 คุณภาพน้ำบริเวณตั้งแต่คลองยายเพียร และคลองบางกระดี่ เรื่อยลงไปจนถึงคลองเชิงตาแพ มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก เทียบได้กับ มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 5 ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม (2535) สาเหตุที่ทำให้น้ำในเขตบางขุนเทียนมีคุณภาพต่ำถึงต่ำมาก อาจเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่ออุตสาหกรรม และที่อยู่อาศัย

การศึกษาเรื่องการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอยและแม่แอ้อยู่โดยใช้ข้อมูลระยะไกล (เมธี เอกะสิงห์ และคณะ, 2544) กล่าวว่า การติดตามสถานภาพของการใช้ทรัพยากรธรรมชาติรอบชุมชนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาความเป็นอยู่ของประชากรในชุมชนในระยะยาว เพื่อเป็นหลักประกันความยั่งยืนของระบบการเกษตร และเป็นการสร้างระบบเตือนภัยอันเกิดจากผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมทั้งต่อชุมชนนั้นๆ และต่อชุมชนอื่น ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าข้อมูลภาพ IKONOS สามารถนำมาใช้ร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ดี ทำให้เห็นว่ามี ความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินและกลยุทธ์ในการใช้ประโยชน์ที่ดินในสภาพภูมิประเทศที่มีความลาดชันต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเกิดขึ้นโดยธรรมชาติ หรือการร่วมมือทำงานระหว่างเจ้าหน้าที่และชุมชนที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ศึกษา

ในทศวรรษที่ผ่านมาได้มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศโดยเฉพาะการวิเคราะห์ข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) เพื่อติดตามการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตร่วมกับแบบจำลองสถานการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินที่กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนาโดยนักวิจัยหลายกลุ่ม กรอบแนวคิด หลักการ ผลลัพธ์ รวมทั้งจุดอ่อนจุดแข็งของแบบจำลองเหล่านี้ได้รับการทบทวนอย่างละเอียดโดย Lambin et al.(2000) (อ้างจาก เมธี เอกะสิงห์ และคณะ, 2544)

วิรงรอง ทิมดี (2547) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีนตอนล่างและเปรียบเทียบผล การศึกษากับมาตรฐานคุณภาพน้ำโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์พบว่าแผนที่เชิงดิจิทัลแสดง คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนล่างที่ผลิตโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทำให้สามารถเปรียบเทียบ ความแตกต่างของคุณภาพน้ำระหว่างฤดูกาลและแสดงบริเวณที่ควรเฝ้าระวังได้อย่างชัดเจน ทำให้เป็น ประโยชน์ต่อการบริหารจัดการทรัพยากรประมงและแหล่งน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

นพพร ศรีสมโภชน์ (2544) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบสารสนเทศข้อมูลแหล่งน้ำผิวดินใน ประเทศไทยผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้แก้ปัญหาในเรื่องขั้นตอนและวิธีการได้มาซึ่งข้อมูล แหล่งน้ำผิวดิน จากหน่วยงานสนามต่างๆ ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคในปัจจุบัน โดยนำเทคโนโลยี ทางด้านอินเทอร์เน็ตเข้ามาช่วยในการพัฒนาระบบ จากการทดลองใช้งานระบบกับหน่วยงาน ต้นแบบของกรมชลประทาน เห็นได้ว่าระบบสารสนเทศที่พัฒนานี้สามารถเพิ่มความสะดวกในการ รวบรวมข้อมูล จากการบันทึกข้อมูลแหล่งน้ำผิวดินของเจ้าหน้าที่ประจำหน่วยงานสนามต่างๆ อีกทั้ง ยังลดการสูญเสียทรัพยากรต่างๆ ประหยัดเวลา ตลอดจนสามารถเก็บข้อมูลดังกล่าวเพื่อใช้ ประโยชน์ในทางสถิติต่อไป รวมทั้งระบบสารสนเทศดังกล่าวมีความเหมาะสมมากในทุกๆด้าน โดยมีค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.40