บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง "ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดทำเลที่ตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย กรณีศึกษาเทศบาลตำบลสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา" ผู้วิจัยได้มีการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สำคัญ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยลำดับเนื้อหาเป็นดังนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการวิเคราะห์พื้นที่

2.3 แนวคิดวิธีการทางสถิติ

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

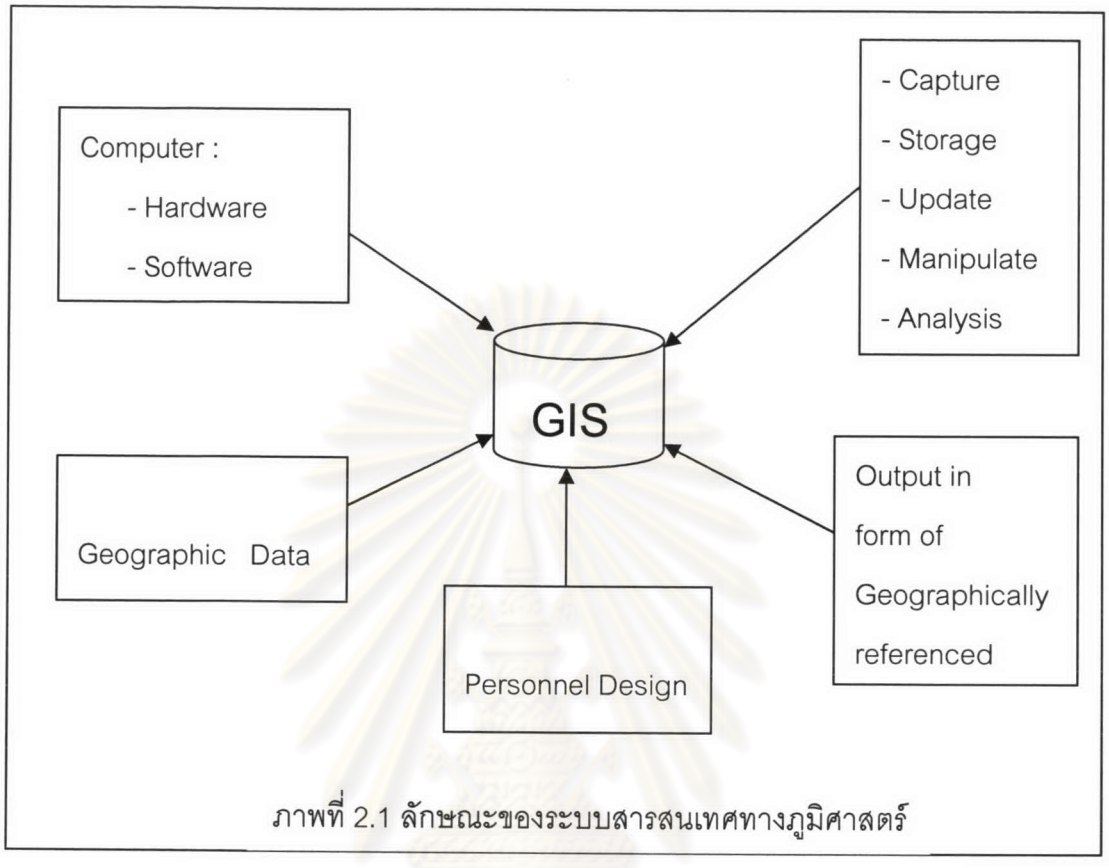
ได้มีผู้ที่ให้ความหมายหรือคำจำกัดความของคำว่า ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ไว้ต่างๆ กันดังนี้

เบอโร (Burrough, 1986) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ คือ ชุดของเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล เก็บข้อมูล และค้นคืนออกมาใช้ มีการแปลงข้อมูลและแสดงข้อมูลในเชิงพื้นที่จากโลกของความจริงให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้

สุระ พัฒนเกียรติ (2533) กล่าวถึง ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ว่า หมายถึง ขบวนการของการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบ(Personnel Design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูลและให้สามารถแสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ หรือหมายถึง การใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ ในการจัดเก็บ และใช้ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพต่างๆ บนพื้นผิวโลก โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์ เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ นั้นเอง (ภาพ 2.1)

จากคำจำกัดความข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ คือ ระบบการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยคอมพิวเตอร์ในลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลตามลักษณะ (Attribute Data) ซึ่งช่วยในการจัดการด้านฐานข้อมูลที่มีความซ้ำซ้อนและปริมาณมาก โดยสามารถเสริมสร้างประสิทธิภาพในการจัดเก็บ และรวบรวมข้อมูลต่างๆ การ

ปรับปรุงแก้ไขข้อมูล การเรียกค้นคืนข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างแบบจำลอง ตลอดจนการแสดงผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้



ภาพที่ 2.1 ลักษณะของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2.1.1 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Component of Geographic Information Systems)

ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1) ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

2) ซอฟต์แวร์ (Software)

3) องค์กรในการดำเนินงาน (Proper organizational Context)

1) ฮาร์ดแวร์ คือ ส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มองเห็นและสัมผัสได้ เช่น แผงแป้นอักขระ ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ จอภาพ และเมาส์ โดยสามารถแบ่งตามหน้าที่การใช้งานได้ดังนี้

- หน่วยรับข้อมูล (Input Unit) คือ อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เช่น แผงแป้นอักขระ เมาส์ และเครื่องอ่านพิกัด (Digitizer) เป็นส่วนในการเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลจากแผนที่ให้อยู่ในรูปของดิจิทัล จัดส่งไปยังหน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยจัดเก็บข้อมูล

- หน่วยประมวลผลกลาง (Output Unit) คือ อุปกรณ์ ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล ในระบบคอมพิวเตอร์ หรือทำหน้าที่เป็นสมองของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมีหน่วยควบคุม (Control Unit หรือ CU) ในการจัดลำดับการทำงานของระบบ และหน่วยคำนวณเปรียบเทียบข้อมูล (Arithmetic – Logic Unit หรือ ALU) โดยใช้หลักคณิตศาสตร์ และตรรกศาสตร์

- หน่วยแสดงผล (Output Units) คือ อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์ที่เกิดจากการประมวลผลออกมา เช่น จอภาพ เครื่องวาด (Plotter) และเครื่องพิมพ์ (Printer) สำหรับแสดงผลโดยพิมพ์ข้อมูล ที่เป็นลายเส้น และข้อความต่างๆ

- หน่วยความจำสำรอง (Secondary Storage Units) คือ อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เก็บบันทึกข้อมูลไว้เพื่อใช้ในการประมวลผลครั้งต่อไป เช่น ฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk Drive) แผ่นบันทึก (Floppy Disk) ซีดีไรเตอร์ (CD-Rewritable Drive) ถึงแม้จะปิดเครื่องแล้ว ข้อมูลต่างๆ ก็ยังคงอยู่ในหน่วยความจำสำรองนี้

- หน่วยติดต่อสื่อสาร (Communication Units) คือ อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่สื่อสารข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังเครื่องอื่น เช่น แผ่นวงจรข่าย (Network Card) โมเด็ม (Modem)

2) ซอฟต์แวร์ (Software)

ซอฟต์แวร์ หรือ โปรแกรม (Program) คือ ชุดคำสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ต้องการ ซอฟต์แวร์จะทำหน้าที่จัดการ ควบคุมการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ตั้งแต่เปิดเครื่องจนปิดเครื่อง ดังนั้นการเลือกใช้โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 5 ประการ เพื่อการใช้ในระบบอย่างสมบูรณ์ คือ

- การป้อนข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูล (Data Input and Verification) โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ดีนั้นควรมีระบบการป้อนข้อมูลที่ดี และมีประสิทธิภาพ โดยการนำเข้าข้อมูลนั้นอาจเป็นการเปลี่ยนข้อมูลจากแผนที่ต้นฉบับ ข้อมูลดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ ให้อยู่ในรูปของดิจิทัล โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการนี้ เช่น เครื่องอ่านพิกัด (Digitizer) และเครื่องกราดภาพ (Scanner) ซึ่งจะนำเข้าข้อมูลทั้ง Spatial Data และ Non-Spatial Data นั้นจะมีระบบของโปรแกรม ควรมีส่วนช่วยเหลือให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเพื่อลดความผิดพลาดของการนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์

- การจัดเก็บข้อมูลและการจัดการฐานข้อมูล (Data Storage and Database management) โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ดี ควรมีระบบการจัดเก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์ เกี่ยวกับรูปแบบข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ (Feature) ประเภทต่างๆ คือ จุด (Point) เส้น (Line) หรือพื้นที่ (Polygon) ให้มีโครงสร้างที่สามารถจัดเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ และผู้ใช้สามารถเรียกมาใช้ได้ โดยสะดวก ซึ่งจะมีโครงการหรือรูปแบบในการจัดเก็บข้อมูลต่างกันในแต่ละโปรแกรมตามคุณลักษณะของโปรแกรม อาจจะจัดเก็บในรูปแบบของเวกเตอร์ หรือแรสเตอร์

- การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Manipulation And Analysis) โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ดี ควรมีรูปแบบ การคำนวณและวิเคราะห์ผลข้อมูลหลายรูปแบบ และจะปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูล ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า "Data Transformation" เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูลนั้นๆ โปรแกรมสามารถนำข้อมูลทั้ง Spatial และ Non-Spatial Data มาใช้ในการวิเคราะห์ โดยผลที่จะได้อยู่ในรูปของแผนที่ ตาราง กราฟ ฯลฯ อ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ และอาจจะพิมพ์รายงานผลได้โดยใช้เครื่องวาด หรือเครื่องพิมพ์ หรืออาจจะเชื่อมโยงกับโปรแกรมอื่นๆ ในการรายงานผลได้อย่างสมบูรณ์

- ความสัมพันธ์กับผู้ใช้ (Interaction with the User) โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ดีนั้น จะต้องอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี โดยมีการสร้างรายการ (Menu) ต่างๆ ที่ไม่ยุ่งยาก ในลักษณะของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphic User Interface –GUI) ซึ่งสื่อความหมายของคำสั่งทำให้ผู้ใช้โปรแกรมเข้าใจได้ง่าย และมีขั้นตอนที่ต่อเนื่องสมบูรณ์ หรืออนุญาตให้ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถสร้างหน้าต่างหรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับประเภทของตนเองได้ และสามารถนำไปใช้งานได้

3) องค์กรในการดำเนินงาน (Proper Organization Context)

การนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้ในงานด้านต่างๆ นั้น จำเป็นจะต้องดำเนินการฝึกอบรมบุคคลากรให้มีความรู้ความเข้าใจ และมีศักยภาพในการใช้คอมพิวเตอร์ทั้งฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ได้เป็นอย่างดี เพื่อให้มีความพร้อมในการที่จะรองรับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โดยมีองค์กรที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการฝึกอบรมดังกล่าว นอกจากนี้ยังต้องรับผิดชอบในการพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ให้สามารถรองรับ และตอบสนองต่อการวางแผนและการจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.2 ลักษณะโครงสร้างในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS Structure)

ลักษณะโครงสร้างของข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นั้นแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) ลักษณะโครงสร้างแบบเวกเตอร์ (Vector Structure) ตัวแทนของเวกเตอร์นี้อาจแสดงด้วยข้อมูลประเภทจุด เส้น หรือพื้นที่รูปปิด ซึ่งอาศัยจุดพิกัดในการบ่งบอกถึงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ได้ ทำให้ข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถที่จะสืบค้นตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ได้ในระบบเวกเตอร์นั้น จะใช้ลักษณะของจุดและเส้น ในการแสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์โดยจุดที่เชื่อมโยงต่อกันด้วยเส้นตรงที่เรียกว่า "ส่วนโค้ง" (Arc) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูลรูปแบบเส้น (Linear Feature) บางครั้งอาจจะเรียกว่า Line เช่น ถนน แม่น้ำ เป็นต้น ปลายของส่วนโค้งหลายๆ ส่วนโค้งที่ต่อกันจนเกิดเป็นขอบเขตนั้น เรียกว่า "รูปหลายเหลี่ยม" (Polygon) ขบวนการของข้อมูลแบบเวกเตอร์นี้จะใช้คู่ของพิกัด X และY เป็นตัวชี้ตำแหน่ง และลักษณะของสิ่งต่างๆ และนำเข้าตามมาตรส่วนของแผนที่ที่เป็นต้นฉบับ จะทำให้ได้รูปร่างลักษณะ มาตราส่วนและรายละเอียดตามต้องการ

2) ลักษณะโครงสร้างแบบแรสเตอร์ (Raster Structure) เป็นวิธีการเก็บข้อมูลที่แปลงข้อมูลจากแผนที่ไปอยู่ในรูปโครงสร้าง เซลล์คล้ายกริด (Grid-like Cell) โดย Raster or Grid representation คือ จุดของเซลล์ ที่อยู่ในแต่ละช่องสี่เหลี่ยม (Grid) โครงสร้างของแรสเตอร์ประกอบด้วยชุดของ Grid cell หรือ pixel picture element cell ข้อมูลแบบแรสเตอร์ เป็นข้อมูลที่อยู่บนพิกัดรูปตารางแถวนอนและแถวตั้ง แต่ละเซลล์ อ้างอิงโดยแถวและสดมภ์ภายใน grid cell จะมีตัวเลขหรือภาพข้อมูลแรสเตอร์ ทั้งนี้ความสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลแรสเตอร์ขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ ณ จุดพิกัดที่ประกอบขึ้นเป็นฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งชุดนั้น ซึ่งข้อมูลประเภท แรสเตอร์ มีข้อได้เปรียบในการใช้ทรัพยากรระบบคอมพิวเตอร์ ที่มีประสิทธิภาพดีกว่า ช่วยให้สามารถทำการวิเคราะห์ได้รวดเร็ว ข้อมูลแรสเตอร์อาจแปรรูปมาจากข้อมูลเวกเตอร์ หรือแปลงจากแรสเตอร์ไปเป็นเวกเตอร์ แต่เห็นได้ว่าจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นระหว่างการแปรรูปข้อมูล

2.1.3 ลักษณะของข้อมูลและการจัดเก็บข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ลักษณะข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1) ลักษณะข้อมูลตามลักษณะ (Attribute Characteristics) ลักษณะข้อมูลตามลักษณะ หมายถึง ลักษณะประจำตัวหรือลักษณะที่มีความแปรผันในการชี้วัดปรากฏการณ์ต่างๆ ตามธรรมชาติ โดยจะระบุถึงสถานที่ที่ทำการศึกษา ในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ ลักษณะข้อมูลตาม

ลักษณะ (Attribute) อาจมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นระดับความสูง (Terrain Elevation) หรือเป็นลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น จำนวนพลเมือง (Number of Inhabitants) และชนิดของสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Type) ค่าความแปรผันของลักษณะข้อมูลตามลักษณะนี้ จะทำการชี้วัดออกมาในรูปของตัวเลข (Numeric) โดยกำหนดเกณฑ์การวัดออกเป็น 3 ระดับ คือ

- Nominal Level เป็นระดับที่มีการวัดข้อมูลอย่างหยาบๆ โดยจะกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ เพื่อจำแนกลักษณะของสิ่งต่างๆ เท่านั้น เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นหนึ่งจำแนกได้เป็น ป่าไม้ แหล่งน้ำ ทุ่งหญ้า ฯลฯ ลักษณะเหล่านี้อาจจะแทนค่าโดยตัวเลข เช่น 1 = ป่าไม้ 2 = ทุ่งหญ้า และ 3 = แหล่งน้ำ ซึ่งค่าเหล่านี้ไม่สามารถทำการเปรียบเทียบกันได้ว่า 1 มากกว่า 2 หรือมากกว่า 3 ในแง่ของค่าตัวเลข

- Ordinal Level หรือRanking Level เป็นการเปรียบเทียบลักษณะในแต่ละปัจจัยว่ามีขนาดเล็กกว่า เท่ากัน หรือใหญ่กว่า เช่น พื้นที่ป่าไม้มีขนาดใหญ่กว่า พื้นที่ทุ่งหญ้า หรือ 1 > 2 หรือการให้สัญลักษณ์แทนลักษณะของถนน เช่น ถนนสายเอเชีย = 1 ถนน 2 เลน = 2 และถนนลูกรัง = 3 อาจจะบ่งบอกถึงความสำคัญว่า 1 สำคัญ กว่า 2 แต่บอกไม่ได้ว่าสำคัญกว่าเป็นปริมาณเท่าใด

- Interval – Ratio Level เป็นการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ในระหว่างแต่ละปัจจัยของ Ordinal Level ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด เช่น พื้นที่ป่าไม้มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทุ่งหญ้า 2 เท่า หรือเส้นชั้นความสูงที่ระดับ 500 เมตร สูงกว่าที่ระดับ 400 เมตร อยู่ 100 เมตร

2) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo-referenced) ทางภาคพื้นดิน โดยข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ (Features) คือ

- จุด (Point) แทนตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุ ที่ตั้งหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จุดตัดของถนน บ่อน้ำ โรงเรียน เป็นต้น

- เส้น (Line) แทนลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีระยะทาง ได้แก่ ถนน แม่น้ำ ลำคลอง เป็นต้น

- พื้นที่หรือรูปหลายเหลี่ยม (Area or Polygon) แทนขอบเขตของพื้นที่ต่างๆ เช่น ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตจังหวัด ประเภทการใช้ที่ดิน

2.1.4 ระบบฐานข้อมูล

ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จะมีทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลตามลักษณะ ซึ่งจะต้องจัดเก็บในฐานข้อมูล

1) ความหมายของระบบฐานข้อมูล

ข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ถูกจัดเก็บรวบรวมไว้ในคอมพิวเตอร์จะอยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลและฐานข้อมูล ดังนี้

แฟ้มข้อมูล หรือไฟล์ (File) เป็นที่รวบรวมข้อมูลประเภทเดียวกันไว้ด้วยกัน เพื่อสะดวกในการจัดเก็บและค้นหาข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

ฐานข้อมูล (Database) หมายถึง กลุ่มของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ โดยมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และไม่ได้บังคับว่าข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องเก็บไว้ ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันหรือแยกกันหลายๆ แฟ้มข้อมูล

ดวงแก้ว สวามิภักดิ์ (2534) ได้อธิบายคุณลักษณะของข้อมูลที่ดี ต้องมีลักษณะดังนี้

(1) มีความสำคัญนำไปใช้ประโยชน์ได้ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตรงกับความต้องการและมีผลต่อการตัดสินใจ หรือที่เรียกว่า ความตรงกรณี (Relevance)

(2) สามารถทวนสอบแหล่งที่มีของข้อมูลได้ (Verifiability)

(3) มีความถูกต้อง ความแม่นยำ ความเที่ยงตรงสูง และไวต่อการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเกิดจากผู้เชื่อถือให้ข้อมูลต่างบุคคลหรือต่างเวลา

(4) มีความครบถ้วน ความแม่นยำ สมบูรณ์ และทันเวลาที่เรียกใช้ ซึ่งมองใน 2 กรณี คือ สามารถนำไปใช้ในการเตรียมวางแผนการทำงาน หรือสามารถนำไปใช้ในการเตรียมวางแผนการล่วงหน้า หรือสามารถเรียกใช้ได้ทันทีเมื่อเกิดปัญหา

(5) เข้าใจง่าย ไม่ยุ่งยากในการรวบรวมข้อมูล ที่จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการเก็บข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) ความสำคัญของระบบฐานข้อมูล

การจัดข้อมูลให้เป็นระบบฐานข้อมูล ทำให้ข้อมูลมีส่วนดีกว่าการเก็บข้อมูลในรูปของแฟ้มข้อมูล เพราะการจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูล จะมีส่วนที่สำคัญกว่าการจัดเก็บข้อมูลในรูปของแฟ้มข้อมูล ดังนี้

(1) ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (Reduction in data redundancy) ข้อมูลบางชุดที่อยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลอาจมีปรากฏอยู่หลายๆ แห่ง เพราะมีผู้ใช้ข้อมูลชุดนี้หลายคน เมื่อใช้ระบบฐานข้อมูลแล้วจะช่วยให้ความซ้ำซ้อนของข้อมูลลดน้อยลง เช่น ข้อมูลอยู่ในแฟ้มข้อมูลของผู้ใช้หลายคน ผู้ใช้แต่ละคนจะมีแฟ้มข้อมูลเป็นของตนเอง ระบบฐานข้อมูลจะลดการซ้ำซ้อนของข้อมูลเหล่านี้ให้มากที่สุด โดยจัดเก็บในฐานข้อมูลไว้ที่เดียวกัน ผู้ใช้ทุกคนที่ต้องการใช้ข้อมูลชุดนี้ จะใช้ผ่านระบบฐานข้อมูล ทำให้ไม่เปลืองเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลและลดความซ้ำซ้อนลงได้

(2) รักษาความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากฐานข้อมูลมีเพียงฐานข้อมูลเดียว ในกรณีที่มีข้อมูลชุดเดียวกันปรากฏอยู่หลายแห่งในฐานข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้จะต้องตรงกัน ถ้ามีการแก้ไขข้อมูลนี้ทุกๆ แห่งที่ข้อมูลปรากฏอยู่จะแก้ไขให้ถูกต้องตามกันหมดโดยอัตโนมัติด้วยระบบการจัดการฐานข้อมูล

(3) การป้องกันและรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลทำได้อย่างสะดวก การป้องกันและรักษาความปลอดภัยกับข้อมูลระบบฐานข้อมูล จะให้เฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องนั้นจึงจะมีสิทธิ์เข้าไปใช้ฐานข้อมูลได้เรียกว่ามีสิทธิส่วนบุคคล (privacy) ซึ่งก่อให้เกิดความปลอดภัย (security) ของข้อมูลด้วย ฉะนั้นผู้ใดจะมีสิทธิ์ที่จะเข้าถึงข้อมูลได้จะต้องมีการกำหนดสิทธิ์กันไว้ก่อนและเมื่อเข้าไปใช้ข้อมูลนั้นๆ ผู้ใช้จะเห็นข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลในรูปแบบที่ผู้ใช้ออกแบบไว้

(4) สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้ (The data can be shared) เนื่องจากในระบบฐานข้อมูลจะเป็นที่เก็บรวบรวมข้อมูลทุกอย่างไว้ ผู้ใช้แต่ละคนจึงสามารถที่จะใช้ข้อมูลในระบบได้ทุกข้อมูล ซึ่งถ้าข้อมูลไม่ได้ถูกจัดให้เป็นระบบฐานข้อมูลแล้ว ผู้ใช้ก็จะใช้ได้เพียงข้อมูลของตนเองเท่านั้น

(5) มีความอิสระของข้อมูล เมื่อผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือนำข้อมูลประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับโปรแกรมที่เขียนขึ้นมา จะสามารถสร้างข้อมูลนั้นขึ้นมาใช้ใหม่ได้โดยไม่มีผลกระทบต่อระบบฐานข้อมูล เพราะข้อมูลที่ผู้ใช้นำมาประยุกต์ใช้ใหม่ นั้นจะไม่กระทบต่อโครงสร้างที่แท้จริงของการจัดเก็บข้อมูล นั่นคือ การใช้ระบบฐานข้อมูลจะทำให้เกิดความเป็นอิสระระหว่างการจัดเก็บข้อมูลและการประยุกต์ใช้

(6) สามารถขยายงานได้ง่าย เมื่อต้องการจัดเพิ่มเติมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจะสามารถเพิ่มได้อย่างง่ายไม่ซับซ้อน เนื่องจากมีความเป็นอิสระของข้อมูล จึงไม่มีผลกระทบต่อข้อมูลเดิมที่มีอยู่

(7) ทำให้ข้อมูลบูรณะกลับสู่สภาพปกติได้เร็วและมีมาตรฐาน เนื่องจากการจัดพิมพ์ข้อมูลในระบบที่ไม่ได้ใช้ฐานข้อมูล ผู้เขียนโปรแกรมแต่ละคนมีแฟ้มข้อมูลของตนเองเฉพาะ ฉะนั้น แต่ละคนจึงต่างก็สร้างระบบการบูรณะข้อมูลให้กลับสู่สภาพปกติ ในกรณีที่ข้อมูลเสียหายด้วยตนเองและด้วยวิธีการของตนเอง จึงขาดประสิทธิภาพและมาตรฐาน แต่เมื่อมาเป็นระบบฐานข้อมูลแล้ว การบูรณะข้อมูลให้กลับคืนสู่สภาพปกติจะมีโปรแกรมชุดเดียวและมีผู้ดูแลเพียงคนเดียวที่ดูแลทั้งระบบ ซึ่งย่อมต้องมีประสิทธิภาพและเป็นมาตรฐานเดียวกันแน่นอน (ศิรินุช เทียนรุ่งโรจน์, 2548)

แต่ฐานข้อมูลก็ยังมีข้อด้อย เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดเก็บในรูปแบบของแฟ้มข้อมูล ดังนี้

(1) การใช้งานฐานข้อมูลจะเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง เนื่องจากซอฟต์แวร์ของฐานข้อมูลมีราคาค่อนข้างแพง นอกจากนี้ การใช้ฐานข้อมูลจะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง และหน่วยเก็บข้อมูลสำรองความจุสูง

(2) การสูญเสียข้อมูลที่อาจจะเกิดขึ้นได้ เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลต่างๆ ไว้ในฐานข้อมูลซึ่งจะถูกรวบรวมอยู่ไว้ที่เดียว จึงมีความเสี่ยงสูงมากต่อการสูญหายของข้อมูล วิธีป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจะต้องมีระบบการสำรองข้อมูล และการกู้ข้อมูลไว้พร้อม

(3) ความซับซ้อน ฐานข้อมูลจะมีการจัดเก็บข้อมูลซับซ้อนกว่าในรูปแบบแฟ้มข้อมูล ยิ่งระบบมีความซับซ้อนมากเท่าใด โอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดของข้อมูลก็มีมากขึ้นเท่านั้น

3) ความสัมพันธ์ในฐานข้อมูล

ในการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล จะจัดเก็บในรูปแบบตารางที่มีความสัมพันธ์กัน ในฐานข้อมูลสามารถสร้างความสัมพันธ์ของตารางได้โดยกำหนดตารางที่มีคุณลักษณะเหมือนกันมาสร้างความสัมพันธ์กัน ปกติในแฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บจะต้องประกอบด้วยชื่อแฟ้มข้อมูล (Entity) และคุณลักษณะ (Attribute) โดยในฐานข้อมูลจะมีความสัมพันธ์อยู่ 3 ชนิด (สุเพชร จิระขจรกุล, 2545) ได้แก่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(1) ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (A one to one relationship) เป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีระเบียนเพียง 1 ระเบียนในแฟ้มข้อมูล A มีความสัมพันธ์กับระเบียนเพียง 1 ระเบียนในแฟ้มข้อมูล B และในทางกลับกัน ระเบียนเพียง 1 ระเบียนในแฟ้มข้อมูล B ก็จะมีความสัมพันธ์กับระเบียนเพียง 1 ระเบียนในแฟ้มข้อมูล A เช่น ข้อมูลแผนที่ขอบเขตการปกครองระดับอำเภอ ของจังหวัดหนึ่ง มีตารางประกอบแผนที่ แสดง 7 อำเภอ แต่ละอำเภอมีรหัสประจำอำเภอ 1 ตัว จะเชื่อมโยงไปยังตารางอธิบายรหัสอำเภอได้เพียง 1 รหัสเท่านั้น

(2) ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (A one to many relationship) เป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีระเบียนเพียง 1 ระเบียนในแฟ้มข้อมูล A มีความสัมพันธ์กับระเบียนหลายระเบียนในแฟ้มข้อมูล B และทางกลับกันหลายระเบียนในแฟ้มข้อมูล B จะมีความสัมพันธ์กับระเบียนเพียง 1 ระเบียนในแฟ้มข้อมูล A เช่น ข้อมูลแผนที่ขอบเขตชุดดิน ของจังหวัดหนึ่ง มีตารางประกอบแผนที่ขอบเขตชุดดินที่มีในจังหวัด ซึ่งบางชุดดินจะมีหลายๆ แห่ง ในจังหวัดจะเชื่อมโยงไปยังตารางอธิบายรหัสชุดดินได้เพียง 1 รหัสเท่านั้น

(3) ความสัมพันธ์แบบกลุ่มต่อกลุ่ม (A many to many relationship) เป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่แต่ละระเบียนในแฟ้มข้อมูล A มีความสัมพันธ์กับหลายระเบียนในแฟ้มข้อมูล B และในทางกลับกัน แต่ละระเบียนในแฟ้ม B จะมีความสัมพันธ์กับระเบียนหลายระเบียนในแฟ้มข้อมูล A เช่น ข้อมูลแผนที่ขอบเขตการปกครองระดับอำเภอ ของจังหวัดหนึ่ง มีตารางประกอบแผนที่ซึ่งแสดงถึงรหัสจังหวัด และรหัสอำเภอ ซึ่งทุกอำเภอจะมีรหัสจังหวัดหมายเลขเดียวกัน ในฐานข้อมูลตารางอธิบายรหัสตำบลก็มีรหัสอำเภอที่ซ้ำกัน และรหัสจังหวัดที่ซ้ำกันด้วยเช่นกัน

4) ระบบจัดการฐานข้อมูล

ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Manage System, DBMS) จะทำหน้าที่ควบคุมดูแล และเรียกใช้ฐานข้อมูลโดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทราบรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างฐานข้อมูล หรือจะกล่าวว่าระบบจัดการฐานข้อมูลเปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมต่างๆ ที่ประยุกต์เพื่อใช้งานกับฐานข้อมูล (สรรค์ใจ กลิ่นดาว, 2542)

หรือจะกล่าวว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล เป็นระบบจัดเก็บบันทึกข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้ที่เลือกใช้ระบบมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการบันทึกและรักษาข้อมูล (Information) ฐานข้อมูลมีทั้งรูปแบบการใช้ร่วมกัน (Integrated) หรือแบ่งข้อมูลให้ใช้ (Shared) ฐานข้อมูลที่หลายๆ หน่วยงานนำมารวมกัน หรือเป็นแฟ้มข้อมูลที่แตกต่างกัน คือ ไม่มีการซ้ำซ้อนของข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลทั้งหมด แต่จะลดการซ้ำซ้อนของข้อมูลที่มีอยู่ทำให้ไม่เปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บ และนอกจากนี้ ระบบจัดการฐานข้อมูล จะช่วยในการสร้าง เรียกค้น และปรับปรุง

ฐานข้อมูล โดยการทำงานนี้จะต้องผ่าน ระบบจัดการฐานข้อมูล ทำให้การสร้างฐานข้อมูลหรือปรับปรุงข้อมูลนั้นมีความสะดวกมากขึ้น โดยผู้ป้อนข้อมูลหรือสร้างฐานข้อมูลนั้นไม่ต้องสนใจรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลทางกายภาพ ผู้ป้อนข้อมูลสามารถใช้ผ่านระบบจัดการฐานข้อมูล ในการบริหารและจัดการป้อนข้อมูลได้โดยตรง เช่น การเพิ่ม การลบ การเปลี่ยนแปลงข้อมูลเหล่านั้น

5) ฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ (Relational Database)

ฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์เป็นฐานข้อมูลที่มีความนิยมใช้มากในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยข้อมูลจะถูกเก็บอยู่ในรูปแบบของตาราง (Table) มี 2 มิติ (Two dimensional table) ซึ่งภายในตารางก็จะแบ่งออกเป็นแถว (Row) และสดมภ์ (Column) แต่ละตารางจะมีจำนวนแถวได้หลายแถวและจำนวนสดมภ์ ได้หลายสดมภ์ แต่ละแถวสามารถเรียกได้อีกอย่างว่า ระเบียน หรือเรคครอ์ด (Record) สดมภ์ ในแต่ละสดมภ์ สามารถเรียกได้ว่า เขตข้อมูล หรือฟิลด์ (Field)

คุณสมบัติการสร้างตารางข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ มีดังนี้

(1) แต่ละสดมภ์จะมีค่าได้เพียงค่าเดียว เช่น ในสดมภ์ของคำว่าชื่อ จะไม่สามารถมี 2 ชื่ออยู่ในสดมภ์เดียวกันได้

(2) ข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในสดมภ์ต้องเป็นข้อมูลประเภทเดียวกันหมายถึง ประเภทข้อมูล ที่ใช้ในแต่ละสดมภ์ในตารางข้อมูลต้องเป็นประเภทเดียวกันหมดทุกแถว จะใช้ข้อมูลต่างประเภทมาผสมปะปนกันไม่ได้ เช่น ในสดมภ์รหัสถนน (ROAD_ID) มีประเภทข้อมูลเป็นตัวเลข ในแถว (Row) หนึ่งแล้ว อีกแถวหนึ่งจะมีประเภทข้อมูลเป็นตัวหนังสือไม่ได้

(3) ทุกแถวในตารางต้องมีข้อมูลที่ไม่ซ้ำกัน หมายถึง ในแต่ละแถวของข้อมูลต้องมีอย่างน้อย 1 สดมภ์ที่มีค่าที่แตกต่างกันทั้งตารางข้อมูล เพื่อใช้ในการอ้างถึงหรือแยกแนวแถวของข้อมูลออกจากกัน

(4) ลำดับของสดมภ์ (จากซ้ายไปขวา) ต้องไม่มีความสำคัญ หมายถึง ตำแหน่งการเรียงลำดับของสดมภ์ที่ผู้ใช้สามารถใช้งานในตารางข้อมูล สามารถมีได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลำดับของสดมภ์ที่ปรากฏในคำสั่งที่ใช้ในการเรียกข้อมูลจากตารางข้อมูล

(5) ลำดับจากแถว (จากบนลงล่าง) ต้องไม่มีความสำคัญ หมายถึง ผู้ใช้หลายคนสามารถใช้ประโยชน์จากการเรียกข้อมูลในลำดับของแถวที่แตกต่างกันได้ ขึ้นอยู่กับมุมมองของผู้ใช้แต่ละคน

(6) แต่ละสดมภ์มีชื่อสดมภ์ที่ซ้ำกันไม่ได้ นั่นคือ ทุกสดมภ์ที่อยู่ในตารางข้อมูลเดียวกันจะมีชื่อซ้ำกันไม่ได้ แต่ในฐานข้อมูลเดียวกันสามารถมีชื่อสดมภ์ซ้ำกันได้ แต่ต้องแยกคนละตาราง

ลักษณะเด่นข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ คือ ฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์สามารถค้นคืนข้อมูลไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับชนิดของการสอบถาม (Query) ซึ่งสามารถทำได้ทุกกรณี ตราบเท่าที่มีคุณลักษณะหรือเขตข้อมูลร่วมกันอยู่

ในปัจจุบันระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ได้เข้ามีส่วนในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม (Environmental Planning and Management) ได้แก่ การจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management) จะกระทำเมื่อมีกิจกรรมที่เกิดขึ้น ณ สถานที่ๆ กำหนด โดยการควบคุม การจัดการ การปรับปรุง เพื่อให้มีการจัดการสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น เช่น การจัดการป่าไม้ การจัดการโรงงาน หรือเหมือง การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment) จะกระทำเมื่อมีการเสนอโครงการในพื้นที่/ภูมิภาคที่กำหนด ผู้บริหารต้องการที่จะรู้ผลกระทบเชิงบวกและลบของโครงการแนวทางความเป็นไปได้ ในการปรับแก้ผลกระทบเชิงลบ หรือต้องการมาตรการในการติดตาม และควบคุมในระยะยาวให้ชัดเจนก่อนที่จะมีการอนุมัติ ปฏิเสธ หรือปรับแก้ โครงการนั้นๆ เช่น การตั้งโรงงานใหม่ การจัดทำรีสอร์ต เพื่อการท่องเที่ยว หรือการเปิดสัมปทานป่าไม้

นอกจากนี้ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือ ในการคัดเลือกเส้นทาง (Site/Route Selection) จะกระทำเมื่อหาเส้นทาง หรือทำเลในบริเวณที่กำหนดสำหรับกิจกรรมใดๆ ผู้บริการต้องการที่จะรู้ เส้นทางหรือทำเลที่เป็นไปได้ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางที่ดีที่สุด ตัวอย่างเช่น พื้นที่ทิ้งขยะ พื้นที่ที่จะสร้างสนามบินแห่งใหม่ แนวเส้นสายส่งแรงสูง เป็นต้น และการวางแผนขั้นละเอียด (Comprehensive planning) โดยการวางแผนการใช้พื้นที่บริเวณใดๆ ในอนาคต จำเป็นต้องมีการวางแผนโดยละเอียด โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม และผลกระทบและความสัมพันธ์ต่างๆ ของกิจกรรมที่อาจจะเกิด ผู้บริหารต้องการที่จะรู้แนวทาง ทางเลือกอื่นๆ และผลการประเมินทางเลือกเหล่านี้ เช่น โครงการพัฒนาที่ดิน การวางแผนการใช้ที่ดิน ป่าไม้ หรือ การวางแผนอนุรักษ์ยุทธศาสตร์ระดับภูมิภาค

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับเทคนิคการวิเคราะห์พื้นที่

การวิเคราะห์ศักย์เชิงพื้นที่ (Potential Surface analysis หรือ PSA) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ศักยภาพการพัฒนาของพื้นที่ โดยการคำนวณพื้นที่เพื่อที่จะให้ทราบว่าจุดใดของพื้นที่ที่มีศักยภาพแห่งการพัฒนา (Development Potential) เพื่อกิจกรรมใดและอย่างไร นอกจากนี้ เพื่อจะได้ทราบว่าจุดใดของเมืองสมควรจะได้รับการพัฒนาเป็นอันดับแรก และรองๆ ลงไป โดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ (factors) ที่เป็นตัวกำหนดศักยภาพของพื้นที่ และยังถูกนำมาใช้ใน

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปรียบเทียบผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในพื้นที่ สำหรับสมมติฐานการพัฒนาแบบต่างๆ เทคนิคนี้ได้รับการพัฒนามาจาก ประเทศอังกฤษ เมื่อประมาณ ค.ศ. 1969 โดยคณะการศึกษาอนุภาค (Subregional Studies) ที่ น๊อตติงแฮมเชียร์ (Nottinghamshire) และ เดอร์บีเชียร์ (Derbyshire) แต่จุดใหญ่ในการวิเคราะห์ได้ใช้ปัจจัยด้านเศรษฐกิจเท่านั้น ต่อมาใน ค.ศ. 1971 มีการศึกษาที่ The Coventry – Solihull – Warwickshire Sub-regional Study โดย PSA ถูกนำมาใช้ในการกำหนดและจัดทำยุทธวิธีการพัฒนา (Alternative Strategies) โดยได้ใช้ปัจจัยด้านกายภาพเข้ามาประกอบกับปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคมด้วย

1) หลักเบื้องต้นของ PSA

ประกอบด้วย การกำหนดปัจจัยต่างๆ ที่จะเป็นตัวกำหนดแหล่งที่ตั้ง ของกิจกรรมประเภทต่างๆ การวัดค่าของปัจจัยเหล่านี้เป็นตัวเลข และการแสดงค่าของปัจจัยลงบนแผนที่ โดยตัวเลขที่แสดงบนแผนที่จะมีค่าสูงๆ ต่ำๆ ตามที่วัดได้ ทำให้ทราบว่าบริเวณใดบนพื้นที่มีศักยภาพสูงต่ำอย่างไรบ้าง เมื่อทราบระดับศักยภาพตามบริเวณต่างๆ แล้ว ทำให้สามารถมุ่งความสนใจและศึกษาในรายละเอียดเพื่อพัฒนาตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ได้อย่างถูกจุด PSA จะแสดงศักยภาพแห่งการพัฒนาทุกๆ บริเวณบนแผนที่เป็นลำดับจากต่ำสุด ถึงจุดสูงสุด ซึ่งอาจจะแสดงในรูปแบบเส้นชั้นความสูง ก็ได้ นอกจากนี้ PSA ยังเป็นวิธีการที่สามารถใช้วิเคราะห์กับพื้นที่ได้ทุกขนาด เช่น ระดับภาค ระดับจังหวัด และระดับเมือง

ในประเทศไทย มักจะใช้เทคนิคนี้ ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนา โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้ (วรรณศิลป์ พีรพันธ์, 2545)

(1) กำหนดปัจจัยที่เป็นตัวแทนของ Discriminatory Objectives และค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยซึ่งอาจเป็นชุดเดียวหรือหลายชุดก็ได้

(2) แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นบล็อกย่อยโดยใช้ตารางกริด ขนาดของบล็อกหรือช่องกริดควรพิจารณา ให้เหมาะสมกับขนาดของพื้นที่ศึกษา โปรแกรมการใช้พื้นที่ในอนาคต และรายละเอียดของระดับพื้นที่ย่อยที่แต่ละปัจจัยจะแสดงในแผนที่ได้

(3) ป้อนข้อมูลหรือคะแนนดิบของแต่ละปัจจัยลงในแต่ละบล็อกจนครบทุกบล็อกและทุกปัจจัย โดยแยกคะแนนของแต่ละปัจจัยออกจากกันเป็นคนละตารางหรือคนละแผ่นข้อมูล (Coverage)

(4) แปลงคะแนนดิบของแต่ละปัจจัยให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน โดยใช้สูตร

$$\hat{X}_i = ((X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})) * K \text{..... (1)}$$

โดยที่ $\hat{X}_i$ = ค่าคะแนนในบล็อกที่ i ปรับเป็นมาตรฐานแล้ว

X_i = ค่าคะแนนดิบของตัวแปรในบล็อกที่จะปรับค่า

$X_{\min}$ = ค่าคะแนนดิบในบล็อกที่มีค่าต่ำสุด

$X_{\max}$ = ค่าคะแนนดิบในบล็อกที่มีค่าสูงสุด

K = ตัวเลขที่ใช้เป็นมาตรฐาน โดยทั้งนี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 10 และ $\hat{X}_i$ จะอยู่ระหว่าง 0 -10

(5) คูณค่าน้ำหนักของปัจจัยเข้ากับคะแนนที่ปรับมาตรฐานแล้วของแต่ละบล็อก

(6) รวมคะแนนปรับมาตรฐานถ่วงน้ำหนักของแต่ละบล็อกในทุกปัจจัยเข้าด้วยกัน

(7) นำคะแนนรวมปรับมาตรฐานถ่วงน้ำหนักที่ได้มาแจกแจงและแบ่งกลุ่มเพื่อหาพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาในระดับต่างๆ (Development Potential Surface)

อนึ่ง ในสมการข้างต้น (1) นั้น เป็นการปรับคะแนนโดยตรง คือ ปรับให้ค่าคะแนนดิบที่มากที่สุดของแต่ละปัจจัย = K และค่าคะแนนดิบที่น้อยที่สุด = 0 แต่ในบางครั้งเราไม่อาจใช้การปรับคะแนนโดยตรงกับข้อมูลหรือคะแนนดิบที่มีอยู่ได้ จำเป็นต้องปรับในทางตรงกันข้าม เช่น ปัจจัยการเข้าถึงแหล่งงาน ถ้าเราใช้ระยะห่างจากแหล่งงานมาพิจารณา จะพบว่า ยิ่งห่างจากแหล่งงานเท่าใด ศักยภาพในการพัฒนาก็จะยิ่งลดน้อยลง เมื่อใช้สมการโดยตรงจะทำให้คะแนนปรับมาตรฐานของบล็อกที่อยู่ห่างจากแหล่งงานมากที่สุดมีค่าสูงสุด ซึ่งตรงกันข้ามกับความเป็นจริงที่บล็อกที่อยู่ห่างที่สุดควรมีศักยภาพในการพัฒนาต่ำสุด ดังนั้นเราจึงต้องมีการปรับแก้สมการสำหรับปัจจัยที่ค่าคะแนนดิบตรงกันข้ามกับศักยภาพการพัฒนา ดังนี้

$$\hat{X}_i = K - (K ((X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}))) \text{.....(2)}$$

จากนั้นจึงนำคะแนนปรับมาตรฐานที่ได้ไปคูณกับค่าน้ำหนักของปัจจัย และนำไปรวมกับคะแนนปรับมาตรฐานถ่วงน้ำหนักของปัจจัยอื่นๆ ตามปกติ

โดยสรุปแล้ว หลักการของ PSA อยู่ที่การให้น้ำหนักแก่ปัจจัยต่างๆ การให้ค่าน้ำหนักนี้จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสำคัญของวัตถุประสงค์และแบบให้เลือกต่างๆ (Alternatives) ทำให้ทราบได้ว่า เมื่อวัตถุประสงค์ใดได้รับความสำคัญมากแล้ว ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไรบ้าง

2) ข้อดีและข้อเสียของ PSA

ข้อดี ของ PSA ได้แก่

(1)ใช้แสดงศักยภาพในทางบวก เพื่อที่จะให้คะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ต่างๆ ที่จะใช้ในการพัฒนา ซึ่งจะทำให้เห็นถึงลำดับความสำคัญของพื้นที่ที่จะพัฒนา

(2) เป็นวิธีที่ทำให้สามารถแยกสมมติฐานของนโยบายออกจากการพิจารณาทางด้านเทคนิค และสามารถกำหนดประเภทการพัฒนาแต่ละประเภทได้

(3) สามารถนำไปปรับใช้ได้ในกรณีที่ค่าการวัดปัจจัยต่างๆ หรือวัตถุประสงค์ต่างๆ ได้เปลี่ยนไปเนื่องจากนโยบายเปลี่ยน ด้วยความสามารถที่นำไปปรับใช้ได้นี้ทำให้สามารถคำนวณค่าสมมติฐานและค่าที่เปลี่ยนไปได้ จากการทดสอบด้วยวิธีง่ายๆ

(4) เทคนิคดังกล่าวมีความสามารถรอบตัว จึงสามารถจะนำไปใช้ในการควบคุมความเปลี่ยนแปลง และคาดประมาณสถานการณ์ได้อย่างประหยัด เพราะเทคนิคดังกล่าวตั้งอยู่บนสมมติฐาน และการพยากรณ์ปัจจัยต่างๆ ที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่

(5) เป็นเทคนิคที่ยอมให้ผลกระทบจากนโยบายการวางผังมีส่วนร่วมมือตั้งแต่ขั้นต้นของการวางผังโดยการสร้างรูปแบบการให้น้ำหนักวัตถุประสงค์

(6) เป็นเทคนิคที่กำหนดพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาด้วยวิธีการประเมินค่าที่แน่นอนและเชื่อถือได้

(7) สามารถนำมาใช้ในมาตราส่วน (Scale) ที่แตกต่างกันสำหรับพื้นที่เดียวกัน

(8) สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของการวางผัง คือ ทั้งในขณะที่จัดทำผังหรือในขั้นตอนการประเมินผล

(9) กระบวนการทั้งหมดของเทคนิคนี้เป็นกระบวนการกำหนดเป้าหมาย ดังนั้น จึงทำให้มีความยืดหยุ่นในการจัดลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์

ข้อจำกัดของ PSA

ขวัญฤทัย ทองอินทร์ (2533) ได้อธิบายไว้ดังนี้

(1) การกำหนดช่องตารางกริดต้องพิจารณาองค์ประกอบทั้งขนาดพื้นที่ศึกษา ข้อจำกัดด้านเวลา งบประมาณ บุคลากร และเครื่องมือ หากกำหนดขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไป จะทำให้ผลที่ได้รับหยาบเกินไปหรือละเอียดเกินความจำเป็น และเสียเวลาเกินควร เป็นต้น

(2) การกำหนดปัจจัย และการวัดค่าปัจจัย จะมีความเหมาะสมหรือละเอียดมากน้อยเพียงไรนั้น ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของข้อมูล

(3) การกำหนดค่าช่วงศักยภาพของพื้นที่โดยใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์แบ่งค่า แม้จะใช้เวลาน้อย แต่ผลที่ได้รับบางครั้งไม่เหมาะสม หากใช้วิธีช่วงพิสัย (Range method) เพื่อระบุว่าค่าคะแนนของแต่ละช่องกริดอยู่ในช่วงศักยภาพใดก็ต้องใช้เวลามาก

(4) เป็นเทคนิคที่วิเคราะห์ศักยภาพในการพัฒนาการใช้ที่ดินของกิจกรรมหนึ่งๆ ในแต่ละครั้งเท่านั้น ไม่สามารถแสดงศักยภาพสำหรับทุกกิจกรรมได้พร้อมกัน

ในการศึกษาวิจัยนี้ ใช้เทคนิคด้านแบบจำลองดัชนี ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดศักยภาพการใช้ที่ดิน โดย Weight เป็นการให้ค่าในเชิงปริมาณแก่ปัจจัยที่มีความสำคัญในการกำหนดแนวทางการใช้ที่ดินสำหรับ Rating เป็นการให้ค่าในเชิงปริมาณตามลำดับความสำคัญของคุณสมบัติในปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ค่า Rating ที่ได้จะนำไปเป็นตัวคูณกับค่า Weight ในปัจจัยนั้นๆ โดยที่ค่า Weight และ Rating จะมีการให้คะแนนจากการสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิ

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับทางสถิติ

การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางพื้นที่ จะใช้เทคนิคด้านแบบจำลองดัชนี (Index model) โดยมีรูปแบบสมการดังนี้

$$S = W_1R_1 + W_2R_2 + \ldots\ldots\ldots + W_nR_n$$

โดยที่ S เป็นคะแนนรวมของปัจจัยที่ทำให้สามารถกำหนดพื้นที่เหมาะสม

W_1 ถึง W_n เป็นค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัย

R_1 ถึง R_n เป็นค่าความเหมาะสมของแต่ละปัจจัย

ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้หลักของแบบจำลองดัชนีเช่น ปิยะกาญจน์ เที้ยธิทรัพย์ (2537) ทำการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศในการวางแผนการจัดการอุทยานแห่งชาติผาแต้ม จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้ซอฟต์แวร์ Arc/Info และ SPANS ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา 9 ปัจจัยดังนี้ ความสูงของพื้นที่ สภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะทางปฐพีวิทยา ลักษณะทางอุทกวิทยา การเข้าถึงพื้นที่ พืชพรรณธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน คุณค่าทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม และคุณค่าและความงดงามทางการท่องเที่ยว การวิเคราะห์พื้นที่จะให้ค่าเชิงปริมาณตามความเหมาะสมของแต่ละปัจจัย

(คะแนนได้จากการสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิ) โดยจะให้ค่าคะแนนความเหมาะสมแต่ละปัจจัยเป็น 3 ระดับ คือ ระดับความเหมาะสมมาก 3 คะแนน ระดับความเหมาะสมปานกลาง 2 คะแนน และระดับความเหมาะสมน้อย 1 คะแนน หลังจากนั้นจะทำการให้ค่าความสำคัญของปัจจัยในเชิงปริมาณโดยใช้หลักการทาง Logical combination โดยพิจารณาว่า ปัจจัยใดเป็นตัวที่วิกฤตมากก็จะให้ค่าความสำคัญมาก ปัจจัยใดเป็นตัวที่วิกฤตน้อยกว่าก็จะให้ค่าความสำคัญรองลงมา หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่โดยใช้หลักของ สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) หลังจากได้คะแนนรวมแล้วจะนำคะแนนมากแบ่งชั้นความเหมาะสมสำหรับการจำแนกในแต่ละเขตการจัดการซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง และเหมาะสมน้อย

กรมทรัพยากรธรณี (2538) จัดทำโครงการแผนแม่บททางด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาแหล่งหินปูนในเขตจังหวัดสระบุรี-ลพบุรี การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซอฟต์แวร์ Arc/Info มีปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา 8 ปัจจัย ดังนี้ ข้อมูลทางธรณีวิทยาเกี่ยวกับศักยภาพของหินปูนในพื้นที่ ข้อมูลแหล่งธรรมชาติ ประวัติศาสตร์ ที่ประกาศตามกฎหมาย หรือมีมติคณะรัฐมนตรีรับรองแล้วได้แก่ อุทยานแห่งชาติ สวนพฤษศาสตร์ สวนรุกชาติ วนอุทยาน เขตป่าเพื่อการอนุรักษ์ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ แหล่งธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ตามมติคณะรัฐมนตรี แหล่งโบราณสถานแนบท้ายมาตรา 9 แห่ง ประมวลกฎหมายที่ดิน ข้อมูลแหล่งธรรมชาติ โบราณสถาน และแหล่งท่องเที่ยวที่ยังไม่ได้ประกาศตามกฎหมายหรือมีมติคณะรัฐมนตรีรับรอง ได้แก่ แหล่งธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ตามทะเบียนของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ แหล่งโบราณคดีของกรมศิลปากร แหล่งท่องเที่ยวข้อมูลน้ำผิวดิน ข้อมูลเส้นทางการคมนาคม ข้อมูลแหล่งชุมชน ข้อมูลการใช้ที่ดิน และข้อมูลการถือครองที่ดิน การวิเคราะห์พื้นที่จะให้ค่าเชิงปริมาณตามความเหมาะสมของแต่ละปัจจัย (คะแนนได้จากการสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิ) และให้ค่าความสำคัญของปัจจัยในเชิงปริมาณโดยใช้การหลักการทาง Logical combination หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่โดยใช้หลักของสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ผลการศึกษาที่ได้จะอยู่ในรูปของแผนที่แสดงพื้นที่ศักยภาพแหล่งหินปูน 4 ประเภท คือ พื้นที่ศักยภาพอันดับ 1 พื้นที่ศักยภาพอันดับ 2 พื้นที่ศักยภาพอันดับ 3 และพื้นที่สงวน อนุรักษ์ และพื้นที่ไม่มีศักยภาพ โดยแสดงแผนที่ทรัพยากรหินปูนที่เป็นแหล่งหินอ่อน แหล่งหินเพื่อซีเมนต์ แหล่งหินเพื่อเคมี แหล่งหินก่อสร้าง ในพื้นที่ศักยภาพอันดับ 1 อันดับ 2 และอันดับ 3

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย

2.4.1 ความหมายของมลพิษทางน้ำและน้ำเสีย

เพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ถูกต้องตรงกันจึงขอนำนิยามศัพท์ที่มีความจำเป็นต้องเรียนรู้ในเรื่องการบำบัดและกำจัดน้ำเสียมากล่าวดังนี้

น้ำเสีย (Wastewater) ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 หมายความว่า ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลว รวมทั้งมวลสารที่ปะปนและปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2545) ได้ให้ความหมายของน้ำเสียไว้ว่า หมายถึง น้ำที่มีสิ่งเจือปนต่างๆ ในปริมาณสูง จนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการและเป็นที่น่ารังเกียจของคนทั่วไป น้ำเสียก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ แก่ลำน้ำซึ่งเป็นที่รองรับ เช่น ทำให้เกิดการเน่าเหม็นหรือเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งเจือปนต่างๆ ที่ทำให้กลายเป็นน้ำเสีย ได้แก่ สารอินทรีย์ต่างๆ กรด ด่าง ของแข็งหรือสารแขวนลอย และสิ่งที่ลอยปนอยู่ในน้ำเช่น น้ำมัน ไขมัน เกลือและแร่ธาตุ ที่เป็นพิษ เช่น โลหะหนัก สารที่ทำให้เกิดฟอง ความร้อน สารพิษ เช่น ยาฆ่าแมลง สี กลิ่น และสารกัมมันตภาพรังสี

ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ ได้กล่าวถึงภาวะมลพิษทางน้ำ (Water Pollution) ไว้ว่า หมายถึง การที่สารแปลกปลอม ได้แก่ สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ กัมมันตรังสี หรือสิ่งมีชีวิตต่างๆ สิ่งเหล่านี้เมื่ออยู่ในน้ำทำให้คุณภาพของน้ำเลวลงจะเกิดอันตรายหรือบั่นทอนประโยชน์ของการใช้น้ำดังกล่าว และได้ให้ความหมายของ ระบบบำบัดน้ำเสีย คือ กระบวนการทำหรือปรับปรุงน้ำเสียให้คุณภาพเป็นน้ำทิ้ง ที่มีคุณภาพเหมาะสมตามมาตรฐานที่กำหนดให้ระบายลงแหล่งระบายน้ำได้

2.4.2 แหล่งและประเภทของน้ำเสีย

น้ำเสียที่ถูกระบายออกมาสู่ทางน้ำสาธารณะ เป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำแก่แม่น้ำ และคูคลองทั่วไป ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ จนแหล่งน้ำต่างๆ ไม่สามารถปรับตัวเองได้ทัน เพื่อรักษาสมดุลตามวัฏจักรทางชีววิทยา ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติได้ น้ำเสียมีหลายประเภท และมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป ซึ่งอาจแยกประเภทน้ำเสียตามแหล่งกำเนิดได้ ดังนี้

1) น้ำเสียจากการเกษตรกรรม (Agricultural Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร ครอบคลุมถึงการเพาะปลูกและการเลี้ยงสัตว์ ลักษณะของน้ำเสีย

ประเภทนี้จะมีสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ ทั้งในรูปของสารอินทรีย์ (Organic Matters) และสารอนินทรีย์ (Inorganic Matters) ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ การใช้ปุ๋ย และสารเคมีต่างๆ ถ้าหากเป็นน้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูก จะพบสารอาหารจำพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปรแตสเซียมและสารพิษต่างๆ ในปริมาณสูง แต่ถ้าเป็นน้ำเสียจากกิจการเลี้ยงสัตว์ จะพบสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนมาก

2) น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการอุตสาหกรรมทุกขั้นตอนตั้งแต่การล้างวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การล้างวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักรกล ตลอดจนการทำความสะอาดโรงงาน ลักษณะของน้ำเสียประเภทนี้จะแตกต่างกันไปตามประเภทของวัตถุดิบ กระบวนการผลิต รวมทั้งระบบควบคุมและบำรุงรักษา องค์ประกอบของน้ำเสียประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ (Organic Matters) สารอนินทรีย์ (Inorganic Matters) อาทิ สารเคมี โลหะหนัก เป็นต้น

3) น้ำเสียจากแหล่งชุมชน (Domestic Wastewater) น้ำเสีย หรือน้ำทิ้งส่วนนี้เป็นน้ำซึ่งถูกระบายออกจากชุมชน เช่น อาคารบ้านเรือน ที่พักอาศัย ตลาด โรงแรม ภัตตาคาร สถานบริการ และ กิจกรรมอื่นๆ ในชุมชน น้ำเสียที่ระบายจากที่ต่างๆ เหล่านี้ ได้ผ่านการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิต ประกอบอาชีพ ในกิจวัตรประจำวัน เช่น การใช้น้ำอาบ การประกอบอาหาร การซักล้างเสื้อผ้า การขับถ่าย ฯลฯ ลักษณะน้ำเสียจากชุมชนส่วนใหญ่จะประกอบด้วย สารอินทรีย์ (Organic Matter) ซึ่งเป็นส่วนเหลือจากเศษอาหารและไขมัน อุจจาระ ปัสสาวะ หรือเป็นสารอนินทรีย์ (Inorganic Matter) ซึ่งเกิดจากสบู่ ผงซักฟอก น้ำยาทำความสะอาดห้องน้ำเป็นต้น

4) น้ำเสียที่ไม่ทราบแหล่งกำเนิด (Nonpoint Source Wastewater) ได้แก่ น้ำฝนและน้ำหลากที่ไหลผ่านและชะล้างความสกปรกต่างๆ อาทิ กองขยะมูลฝอย แหล่งเก็บสารเคมีฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และคลองระบายน้ำเสียต่างๆ แม้ว่าน้ำเสียประเภทนี้จะมีความเข้มข้นของสารปนเปื้อนไม่สูงเหมือนกับน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดอื่นๆ ข้างต้น แต่มักจะเกิดขึ้นพร้อมกันในปริมาณครั้งละมากๆ โดยเฉพาะประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ในแถบศูนย์สูตร (Tropical Country) ซึ่งมีปริมาณฝนตกชุก ลักษณะของน้ำเสียขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ไหลผ่าน ซึ่งนอกจากจะมีผลต่อการปรับสภาพธรรมชาติของแหล่งน้ำแล้ว ยังอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้ ปัจจุบันน้ำเสียประเภทนี้ยังไม่ได้รับความสนใจและการจัดการเท่าที่ควร ดังนั้นจึงควรมีมาตรการจัดการที่เหมาะสม และถูกต้องตามหลักวิชาการต่อไป

2.4.3 ลักษณะของน้ำเสีย

ลักษณะของน้ำเสียมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1) สารอินทรีย์ หมายถึง สารซึ่งมาจากสิ่งมีชีวิต ทั้งสัตว์และพืช มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และอาจมีธาตุไฮโดรเจน สารอนุพันธ์ของไฮโดรเจนคาร์บอน เป็นองค์ประกอบร่วมอยู่ด้วย ตัวอย่างของสารอินทรีย์ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำ นิยมวัดด้วยค่าความต้องการออกซิเจนเชิงชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand-BOD)

BOD หมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอนินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน โดยจุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อการเจริญเติบโต หากมีค่า BOD สูง แสดงว่าปริมาณออกซิเจนจะถูกใช้ไปมาก และแสดงว่ามีปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำมากด้วย น้ำจึงมีความสกปรกสูง ดังนั้น การตรวจวัดค่า BOD จึงต้องกระทำภายใต้สภาวะที่เหมือนกับเกิดขึ้นในธรรมชาติมากที่สุด นั่นคือ ต้องทำการอบ (Incubate) ที่อุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับน้ำทั่วไป และใช้เวลาในการอบ 5 วัน เนื่องจากเป็นระยะที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายของแบคทีเรีย หากใช้เวลาน้อยกว่านี้จะมีการใช้ออกซิเจนน้อย แต่ถ้าให้ระยะเวลานานเกินไปปฏิกิริยาย่อยสลายจะเกิดในทิศทางย้อนกลับทำให้ไม่ได้ค่าที่แท้จริง ดังนั้น จึงเรียกค่า BOD มาตรฐานนี้ว่า BOD_5

2) สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจจะไม่ทำให้น้ำเน่าเหม็น แต่อาจจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต สารอนินทรีย์ที่จำเป็นต้องได้รับการบำบัดในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ซัลไฟด์ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เป็นต้น

ซัลไฟด์ (Sulfide) เกิดจากปฏิกิริยา Reduction ของซัลเฟต ซึ่งพบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำเสียต่างๆ นอกจากจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นแล้ว ยังก่อให้เกิดปัญหาการกัดกร่อนของท่อน้ำส่วนบนที่เรียกว่า Crown Corrosion แต่หากผนังท่อแห้งและมีการระบายอากาศที่ดีความเสียหายดังกล่าวก็จะไม่เกิดขึ้น

ไนโตรเจน (Nitrogen) มีความเกี่ยวข้องกับน้ำเสียเพราะไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญในวงจรชีวิตของพืชและสัตว์ เพราะเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ดังนั้น หากมีการปล่อยน้ำเสียที่มีปริมาณไนโตรเจนมากเกินไปลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จะทำให้พืชน้ำในแหล่งน้ำนั้นเจริญเติบโตจนเสียภาวะสมดุลทางธรรมชาติ และในที่สุดก็จะตายทับถมกัน ทำให้แหล่งน้ำนั้นเสื่อมคุณภาพลง อันจะมีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) ระบบนิเวศ (Ecological system) และสัตว์น้ำที่อยู่ในห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ของไนโตรเจนค่อนข้างจะยุ่งยาก เนื่องจากสามารถอยู่ในสารประกอบต่างๆ ได้ถึง 7 รูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะที่มีออกซิเจนหรือไม่มี และขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ เป็นอย่างไร

3) โลหะหนักและสารพิษอื่นๆ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหาร จนเกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท โครเมียม ทองแดง ปกติจะอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร สำหรับในเขตชุมชนอาจมีสารพิษ มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภท เช่น ร้านซุบโลหะ อู่ซ่อมรถ

4) ไข (ของเสีย) น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease) สารประกอบนี้เกิดจากการใช้ไข (ของเสีย) น้ำมันและไขมัน จนกระทั่งถึงน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งยังไม่มีกรรมวิธีการเก็บรวบรวมน้ำมันหล่อลื่นเหล่านี้สำหรับการขนส่งและการกำจัดอย่างถูกวิธี ส่วนน้ำมันและไขมันที่เกิดจากบ้านเรือน ร้านอาหาร และภัตตาคารต่างๆ จำเป็นต้องมีการสร้างบ่อดักไขมันเพื่อกำจัดไขมันในเบื้องต้นก่อน สารประกอบเหล่านี้เมื่อ ปนเปื้อนกับน้ำจะลอยอยู่ตามผิวน้ำ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ พร้อมทั้งกีดขวาง การถ่ายเทของออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงในที่สุด

5) ความร้อน ทำให้เกิดการแบ่งชั้น (Stratification) ของน้ำ เร่งปฏิกิริยา การใช้ออกซิเจนของจุลินทรีย์ และลดระดับการละลายของออกซิเจนในน้ำ ทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็นขึ้นได้ อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสม สำหรับในกระบวนการบำบัดน้ำเสียควรอยู่ประมาณ 25 - 35 องศาเซลเซียส ความร้อนของน้ำเสียทำให้จุลินทรีย์บางชนิดในถังย่อยสลายตายหรือเจริญเติบโตช้าลง และมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียได้ ความร้อนของ น้ำเสียเกิดจากหม้อไอน้ำควบแน่น (Condenser Boiler) และขบวนการทำความร้อนอื่นๆ ดังนั้นจึงควรปรับปรุงอุณหภูมิของน้ำเสียให้เหมาะสมก่อนปล่อยสู่ระบบบำบัด

6) ของแข็ง (Solids) หมายถึง สารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนภายหลังจากที่ผ่านการระเหยด้วยไอน้ำ และทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ตะกอนที่เกิดขึ้นมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ การตรวจวัดหาค่าของแข็งนี้ทำทั้งในน้ำดิบที่นำมาทำน้ำประปา น้ำทิ้งจากบ้านเรือน และจากแหล่งอื่นๆ ดังนั้น การตรวจวัดค่าของแข็งจึงมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ สำหรับน้ำเสียจากแหล่งน้ำต่างๆ นั้น มักจะหาค่าของแข็งดังนี้

(1) ของแข็งตกตะกอน (Settleable Solids) หมายถึง ของแข็งซึ่งจะนอนก้นเนื่องจากแรงโน้มถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำเท่านั้น ค่าของแข็งตกตะกอนนี้นอกจากจะบอกค่าความสกปรกของน้ำแล้ว ยังใช้ประโยชน์ในการออกแบบถังตกตะกอน (sedimentation Tank) ในระบบบำบัดน้ำเสียอีกด้วย

(2) ของแข็งทั้งหมด (Total Solids) สำหรับการวิเคราะห์น้ำเสียประเภทต่างๆ นั้นค่าของแข็ง ทั้งหมดมีความสำคัญน้อยมากเพราะยากที่จะแปรผลให้ได้ค่าที่แน่นอน ดังนั้นจึงนิยมบอกค่าความสกปรกของ น้ำเสียด้วยค่า BOD และความต้องการออกซิเจนเชิงเคมี (Chemical Oxygen Demand-COD) อย่างไรก็ตาม ค่าของแข็งทั้งหมดสามารถใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียที่มีผลต่อการตกตะกอนได้

(3) ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) หมายถึง สารแขวนลอยในของเหลวซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับวิเคราะห์น้ำเสีย และเป็นค่าหนึ่งที่บอกถึงค่าความสกปรกของน้ำเสียนั้น ตลอดจนบอกถึงประสิทธิภาพของขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียต่างๆ การหาค่าของแข็งแขวนลอยจึงมีความสำคัญเท่ากับค่า BOD

7) สีและความขุ่น เกิดจากอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอ กระดาษ ฟอกหนัง และโรงฆ่าสัตว์ สีและความขุ่นจะขัดขวางกระบวนการสังเคราะห์แสงในน้ำ

ความขุ่น (Turbidity) เกิดจากสิ่งแขวนลอยในน้ำ เช่น ตะกอนแขวนลอย แพลงค์ตอน (Plankton) และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ สารพวกนี้จะทำให้เกิดการกระจัดกระจายและดูดซึมของแสงแทนที่จะปล่อยให้แสงทะลุผ่าน ทำให้มีผลต่อขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ นอกจากนี้สารเคมีบางอย่างก็เป็นบ่อเกิดของความขุ่นได้เช่นกันเมื่อสัมผัสกับอากาศ เช่น เหล็ก และแมงกานีส หรืออาจจะเป็นแหล่งเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิด

สี (Color) สีของน้ำตามธรรมชาติเกิดจากสารอินทรีย์ต่างๆ เช่น ใบไม้ ใบหญ้า และซากสัตว์ ซึ่งมีลิกนินเป็นองค์ประกอบ ส่วนสีของน้ำเสียจะใช้วัดระยะเวลาของน้ำเสียที่อยู่ในบ่อบำบัด (อายุของน้ำเสีย) โดยน้ำเสียที่เกิดขึ้นใหม่ๆ ส่วนใหญ่จะมีสีเทาปนน้ำตาลอ่อน (Light Brownish Gray) แล้วจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีเทาแก่ และสีดำในที่สุด แต่บางอุตสาหกรรมมีการเติมสีลงในน้ำเสีย กรณีนี้สีของน้ำเสียจะขึ้นอยู่กับซัลไฟด์ของโลหะหนักที่มีอยู่ในสีเหล่านั้น

8) กรดและด่าง (pH) การอ่านค่าความเป็นกรด-ด่างมีช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 14 โดยสารละลายที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 เรียกว่า สารละลายเป็นกรด เท่ากับ 7 เรียกว่า สารละลายเป็นกลาง (Neutral Solution) สูงกว่า 7 เรียกว่า สารละลายเป็นด่าง น้ำที่มีคุณภาพที่ดีจะต้องมีค่า pH ใกล้เคียง หรือเท่ากับ 7 แต่ในทางปฏิบัติได้กำหนดมาตรฐานค่า pH ของน้ำทิ้งอยู่ในช่วง 5-9

9) จุลินทรีย์ (Microorganism) โดยทั่วไปสามารถแบ่งจุลินทรีย์ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ Eucaryotes, Eubacteria และArchaebacteria โดยสองกลุ่มหลังนี้ มักจะเรียกรวมกันว่ากลุ่ม Procaryotic ซึ่งมีแบคทีเรียเป็นองค์ประกอบและมีบทบาทสำคัญต่อการบำบัดน้ำเสีย ส่วนจุลินทรีย์เหล่านี้ในด้านต่างๆ ดังนี้

(1) พวกที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย

(2) พวกที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย

(3) พวกที่ทำหน้าที่เป็นดัชนีชี้วัดต่างๆ

(4) วิธีการตรวจวัดหาปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์เหล่านี้

(5) วิธีตรวจวัดหาความเป็นพิษ (Toxicity) ของจุลินทรีย์บางชนิด

จะเห็นได้ว่า มีจุลินทรีย์มากมายหลายชนิดที่อาจปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสีย ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดจุลินทรีย์บางชนิดเป็นดัชนี (Indicator Organisms) ของจุลินทรีย์ทั้งหมด เพื่อแสดงว่าแหล่งน้ำนั้นได้รับการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหาร (Waterborne Disease) อันเนื่องมาจากอุจจาระของมนุษย์ หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนีประกอบด้วย

- จะต้องเป็นจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ เพราะจะทำให้ปลอดภัยต่อการเพาะเชื้อในห้องปฏิบัติการ

- จะต้องตรวจพบได้ในน้ำเมื่อแหล่งน้ำได้รับการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้เกิดโรค

- ปริมาณของจุลินทรีย์ที่เป็นดัชนี จะต้องมีความสัมพันธ์ทางตรงกับปริมาณของจุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้เกิดโรค นั่นคือ เมื่อชนิดหนึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้น อีกชนิดหนึ่งจะต้องมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย โดยจุลินทรีย์เป็นดัชนีควรมีปริมาณมากกว่าจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

- จะต้องง่ายต่อการวิเคราะห์ภายในห้องปฏิบัติการธรรมดาทั่วไป และสิ้นเปลืองระยะเวลาน้อย

- จะต้องง่ายต่อการนับจำนวน

- จะต้องไม่มีการเพิ่มจำนวนขึ้นเมื่ออยู่สภาวะการณ์เดียวกับที่จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้

- จะต้องทนต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคไม่สามารถอยู่รอดได้ อันแสดงถึงสภาวะปลอดเชื้อที่ทำให้เกิดโรค

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น นักวิทยาศาสตร์พบว่า เชื้อแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (Coliform Bacteria) เข้าข่ายในหลักเกณฑ์ดังกล่าวมากกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น แต่ยังมีข้อจำกัดบางอย่าง อาทิ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย สามารถแบ่งตัวเพื่อเพิ่มปริมาณในน้ำมากขึ้นได้ ดังนั้นปริมาณที่นับได้จากการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ จึงอาจจะไม่ใช่ปริมาณที่แท้จริงที่มีความสัมพันธ์ทางตรงกับจุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้เกิดโรคซึ่งไม่ค่อยจะแบ่งตัวเพื่อเพิ่มจำนวนในสภาวะที่คล้ายกัน นอกจากนี้ยังสามารถตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอุจจาระของสัตว์ด้วย จึงทำให้ไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าเชื้อที่ตรวจพบมาจากอุจจาระของมนุษย์หรือสัตว์กันแน่

อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ยังคงใช้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform) เป็นดัชนีสำหรับน้ำดื่ม โดยมีหน่วยวัดเป็น เอ็มพีเอ็น (Most Probable Number-MPN) นั่นคือ ปริมาณที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด หรือใกล้เคียงกับค่าความเป็นจริงมากที่สุด สำหรับมาตรฐานน้ำดื่มที่บังคับใช้ในประเทศไทยจะต้องมีจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform) ไม่เกิน 2.2 MPN ต่อปริมาณน้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนคุณภาพของน้ำทิ้งจากโรงบำบัดน้ำเสียและคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำทั่วไปจะใช้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียชนิดที่พบได้ในอุจจาระของมนุษย์เท่านั้น ได้แก่ ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Coliform) เป็นดัชนี ซึ่งจะต้องมีจำนวนไม่เกิน 1,000 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ซึ่งใช้ประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ และมีจำนวนไม่เกิน 4,000 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ซึ่งใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรม

10) สารกัมมันตรังสี (Radioactive Waste) หมายถึง สารใดๆ ที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ต่อไปได้และปนเปื้อนด้วยกัมมันตรังสีในระดับที่มีความเสี่ยงต่ออันตรายของสุขภาพและสิ่งแวดล้อม สารกัมมันตรังสีนอกจากมีอันตรายสูงแล้ว บางชนิดยังคงสภาพได้ในระยะเวลายาวนานนับพันปี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวิธีการกักเก็บที่ปลอดภัย และแน่ใจว่าจะไม่รั่วไหลออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกจนกว่าจะหมดสภาพไปเอง โดยทั่วไปมีการแบ่งสารกัมมันตรังสีแบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ได้แก่ High-Level Waste (HLW) Transuranic Waste และLow-Level Waste (LLW) ตัวอย่างสารกัมมันตรังสีที่สำคัญได้แก่ ยูเรเนียม พลูโตเนียม และทอเรียม เป็นต้น

แหล่งกำเนิดสารกัมมันตรังสีที่สำคัญในปัจจุบัน ได้แก่ แหล่งผลิตอาวุธนิวเคลียร์ โรงงานผลิตไฟฟ้า นิวเคลียร์ เหมืองแร่ยูเรเนียม และกากกัมมันตรังสี ที่เกิดจากกิจกรรมอื่นๆ อาทิ การแพทย์ การวิจัย และการถนอมอาหาร เป็นต้น

11) ธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เมื่อมีปริมาณสูงจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชน้ำมากผิดปกติ ที่เรียกว่า Eutrophication เป็นผลให้ระดับของออกซิเจนใน

น้ำลดลงช่วงกลางคืน ทำให้เกิดการเจริญเติบโตของวัชพืชน้ำ อันอาจจะก่อให้เกิดปัญหาด้านการสัญจรทางน้ำ และการนำน้ำไปใช้ประโยชน์

12) กลิ่น โดยกลิ่นเหม็นของระบบบำบัดน้ำเสียเกิดจากการที่สารอินทรีย์สารประกอบซัลเฟอร์ และไนโตรเจน ถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ในสภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจน เป็นผลให้เกิดก๊าซซึ่งมีกลิ่นเหม็น ที่สำคัญ ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และแอมโมเนีย การตรวจวัดปริมาณก๊าซที่ทำให้เกิดกลิ่นที่ให้ผลอย่างแน่นอน ในปัจจุบันใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศแล้วตรวจวัดด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC) Mass Spectrometry (MS) หรือ GC-MS เป็นต้น กลิ่นเป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งของการบำบัดน้ำเสีย หากไม่มีการควบคุมให้ดีอาจจะก่อให้เกิดกรณีร้องเรียนหรือการต่อต้านจากประชาชนได้

2.4.4 ความจำเป็นที่จะต้องมีการบำบัดน้ำเสีย

ในปัจจุบันนี้ได้เกิดปัญหาการขาดแคลนแหล่งน้ำธรรมชาติที่จะนำมาใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค และแหล่งน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด ในปัจจุบันนี้ได้เกิดปัญหามลพิษต่างๆ ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อให้มีความสะอาดพอที่จะนำมาบริโภคอุปโภคได้อย่างปลอดภัย ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงและมีความยุ่งยากในการหากรรมวิธีที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงในการกำจัดสิ่งสกปรกต่างๆ ในน้ำ วัตถุประสงค์ของการที่จะต้องทำการบำบัดและกำจัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติก็เพราะสาเหตุดังต่อไปนี้

1) เพื่อทำลายตัวการที่ทำให้เกิดโรค ตัวการที่ทำให้เกิดโรคโดยอาศัยน้ำเป็นตัวนำไม่ว่าจะเป็นเชื้อโรคหรือสารพิษจะต้องถูกกำจัดหรือทำลายในระดับที่ปลอดภัยก่อนที่จะถูกปล่อยลงไปสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

2) เพื่อเปลี่ยนสภาพของเสียในน้ำเสียให้อยู่ในรูปที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ ของเสียที่มีอยู่ในน้ำเสียถึงแม้จะมีปริมาณน้ำมาก เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำบริสุทธิ์ที่ถูกปนเปื้อนอยู่ โดยเทียบเป็นหน่วยส่วนหนึ่งล้านส่วน (ppm = parts per million) หรืออาจต้องเทียบหน่วยส่วนในพันล้านส่วน (ppb = parts per billion) แต่ปริมาณเพียงเล็กน้อยของของเสียนี้ก็ทำให้เราไม่สามารถนำน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ในการอุปโภคบริโภคน้ำเสียได้ ถ้าไม่ทำการบำบัดและกำจัดเสียก่อน ของเสียบางอย่างในน้ำเสียนั้นเมื่อทำการบำบัดและกำจัดแล้วอาจเกิดประโยชน์ได้ เช่น การย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย อาจได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืช หรือ ก๊าซมีเทนใช้เป็นเชื้อเพลิง ฯลฯ

3) เพื่อไม่ก่อให้เกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ ของเสียในน้ำเสียอาจมีคุณลักษณะทางกายภาพที่ไม่เหมาะสม อาจมีพวกสารแขวนลอยต่างๆ เช่น น้ำมัน มูลฝอย สิ่งปฏิกูล ฯลฯ มีกลิ่นหรือสีที่เป็นที่น่ารังเกียจ นอกจากนี้การที่น้ำเสียมีปริมาณอินทรีย์ สารละลาย หรือสารแขวนลอยอยู่มาก จะทำให้เกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์โดยการใช้ออกซิเจน ซึ่งละลายอยู่ในน้ำ จึงอาจทำให้แหล่งน้ำขาดออกซิเจน และเมื่ออยู่ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำ การย่อยสลายสารอินทรีย์ก็ทำให้เกิดก๊าซ มีกลิ่นเหม็นโดยเฉพาะพวกซัลไฟด์ เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ฯลฯ

4) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะมลพิษ ของเสียในน้ำเสียจะไปทำให้แหล่งน้ำเกิดภาวะมลพิษ เพราะจะทำให้เกิดปัญหาต่อการที่จะนำน้ำในแหล่งน้ำไปใช้ประโยชน์ เพื่อการอุปโภคบริโภคในบ้านพักอาศัยหรืออาคารสำนักงานต่างๆ การอุตสาหกรรม หรือเกษตรกรรม และอาจทำลายสิ่งมีชีวิตในน้ำไม่ว่าจะเป็นพืชน้ำหรือสัตว์น้ำ และในที่สุดอาจทำลายระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำธรรมชาติ

2.4.5 ปัจจัยในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

โดยกรมควบคุมมลพิษ (2546) ฝ่ายน้ำทิ้งชุมชนได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย ไว้ว่า

ในการก่อสร้างหรือเลือกระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่นั้นจะมีความแตกต่างกันแล้วแต่ปัจจัยเหล่านี้ 1) งบประมาณที่มี 2) ขนาดพื้นที่ก่อสร้างระบบที่ท้องถิ่นสามารถจัดหาได้ 3) ลักษณะของน้ำเสีย ถ้าเทศบาลมีพื้นที่มากและราคาที่ดินถูกก็ควรก่อสร้างเป็นระบบบ่อผึ่ง เนื่องจากราคาถูกการดูแลรักษาไม่ซับซ้อน ใช้เครื่องจักรอุปกรณ์น้อยไม่เปลืองค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรและที่สำคัญไม่ต้องใช้ไฟฟ้ามากดังนั้นการที่จะพิจารณาว่า ระบบใดดีที่สุดนั้นก็ต้องพิจารณาหลายปัจจัยแล้วแต่พื้นที่ดังกล่าวข้างต้น เพราะแต่ละระบบมีทั้งข้อดีข้อเสีย และในประเด็นที่เกี่ยวกับระบบบ่อรวบรวมน้ำเสียส่วนใหญ่ จะใช้ระบบท่อแบบรวบรวมน้ำเสียและน้ำฝนเพื่อแก้ปัญหาการต่อเชื่อมท่อไม่ถูกต้อง (ทั้งที่เจตนาและไม่เจตนา) แต่ถ้าสามารถใช้ระบบท่อแยกได้ก็จะเป็นการประหยัดงบประมาณในส่วนการก่อสร้างได้ แต่ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาลักษณะของชุมชนด้วยกรณีที่ชุมชนมีความหนาแน่นมากก็อาจจะมีความไม่เหมาะสมและไม่คุ้มก็ได้

2.4.6 วิธีเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย

หลักเกณฑ์สำคัญในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย อาจแบ่งได้ดังนี้

1) สภาพท้องถิ่น

2) ตำแหน่งและราคาของที่ดินสำหรับสร้างระบบ

3) ประสิทธิภาพและความยากง่ายของระบบบำบัดน้ำเสีย

4) ความสามารถของผู้ควบคุมระบบที่มีในท้องถิ่น

5) งบประมาณในการก่อสร้างและการดูแลรักษา

6) การวางแผนเพื่อแก้ปัญหาระยะสั้นและระยะยาว

1) สภาพท้องถิ่น เป็นประเด็นสำคัญในการเลือกระบบ

- ในท้องถิ่นที่มีชุมชนหนาแน่นและมีที่ดินราคาแพง ระบบที่เลือกจะต้องใช้ที่ดินน้อยซึ่งหมายถึงระบบที่ซับซ้อน ต้องใช้ผู้ควบคุมที่มีความรู้ความเข้าใจคอยดูแล เช่น ระบบเอเอส ระบบอาร์บีซี ระบบโปรยกรอง

- ในท้องที่ที่มีแต่การทำเกษตรกรรมและมีที่ดินราคาไม่แพง ระบบที่เลือกอาจเป็นระบบที่ง่ายที่ใช้ที่ดินมาก และหมายถึงระบบที่ไม่ต้องการการดูแลใกล้ชิดจากผู้ควบคุมที่มีความรู้ ไม่ต้องใช้ผู้ควบคุมประจำ เช่น ระบบสระเติมอากาศ ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond)

- ในท้องที่ที่มีกฎหมายกำหนดให้มีน้ำทิ้งที่มีคุณภาพสูง เพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรทางน้ำ ต้องเลือกระบบที่มีประสิทธิภาพสูง อาจเป็นระบบบำบัดขั้นสูง ซึ่งมีการดำเนินการที่ซับซ้อน ต้องใช้ผู้ควบคุมประจำที่มีความเข้าใจระบบเป็นอย่างดี เช่น ระบบกำจัดฟอสฟอรัส และ/หรือระบบกำจัดไนโตรเจน

2) ตำแหน่งและราคาที่ดิน สำหรับสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวม

<u>ตำแหน่งที่ดิน</u>

(1) ตำแหน่งที่ตั้งระบบควรอยู่ในภูมิประเทศที่มีระบบต่ำกว่าที่ตั้งของชุมชน เพื่อที่จะสามารถส่งน้ำเสียไปถึงได้โดยแรงถ่วงตามธรรมชาติ และไม่ต้องสูบ

(2) หากพื้นที่ดินอยู่ใกล้ลำน้ำหรือแหล่งรับน้ำ ควรจะพิจารณาเลือกที่ตั้งของพื้นที่ดินให้อยู่ทางด้านท้ายของลำน้ำหรืออยู่ใต้โรงสูบน้ำประปา เพื่อมิให้เกิดผลกระทบต่อผู้ใช้น้ำในลำน้ำนั้นๆ

(3) ตำแหน่งที่ดินจะตั้งอยู่ภายในเขตหรือนอกเขตชุมชนก็ได้ หากอยู่ภายนอกเขตไม่ควรจะอยู่ห่างจากเขตชุมชนมากนัก เพื่อที่ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างท่อส่งน้ำและค่าไฟฟ้า ในการสูบส่งจะไม่แพงมากจนเกินไปอาจเกิดความไม่เหมาะสม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(4) พื้นที่ดิน ซึ่งไม่ได้ใช้ประโยชน์ใดๆ จากประชาชน เห็นควรพิจารณาสงวนไว้เพื่อการบำบัดน้ำเสียได้

(5) การจัดหาที่ดินควรคำนึงถึงผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียงด้วย ถนนทางเข้าควรมีขนาดความกว้างไม่ต่ำกว่า 4 เมตร

(6) ขนาดพื้นที่ดินซึ่งจะต้องจัดหาควรให้มีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะบำบัดน้ำเสียที่จะเกิดขึ้นในอนาคตข้างหน้าด้วย (ประมาณ 20ปี) และเพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายทั้งด้านการก่อสร้างและการดูแลรักษา ควรเลือกจัดหาที่ดินให้มีขนาดที่สามารถจะใช้ระบบต่างๆ ตามขนาด หรือใช้ข้อมูลจากกรมโยธาธิการและผังเมือง ดังนี้

- ระบบบ่อปรับเสถียร	ใช้ที่ดินมากที่สุด	3	ตร.ม./คน
- ระบบสระเติมอากาศ	ใช้ที่ดิน	1	ตร.ม./คน
- ระบบเอเอส	ใช้ที่ดินน้อยที่สุด	0.3	ตร.ม./คน

ขนาดที่ดินเหล่านี้รวมกระบวนการบำบัดน้ำเสียถึงขั้นที่สอง และระบบกำจัดสลัดจ์ด้วยแล้ว

(1) ในกรณีที่ไม่สามารถหาที่ดินว่างที่เหมาะสมได้ทั้งในของภาครัฐและเอกชนให้ดำเนินการเวนคืนตามกฎหมายว่าด้วยการเวนคืนอสังหาริมทรัพย์

(2) ถ้าสามารถทำได้ควรจัดหาซื้อที่ดินนอกแหล่งชุมชน ที่ยังราคาถูกไว้เป็นพื้นที่สำรองสำหรับการใช้เป็นระบบบ่อปรับเสถียรซึ่งใช้ที่ดินมากที่สุด ในอนาคตเมื่อประชากรเพิ่มมากขึ้นอาจเปลี่ยนเป็นระบบเอเอส ซึ่งใช้ที่ดินน้อยลง ที่ดินที่เหลืออาจนำมาขายหรือให้เช่าเพื่อเป็นการหารายได้เพิ่มด้วย เมื่อราคาที่ดินแพงขึ้น

<u>แง่พิจารณาเกี่ยวกับราคาที่ดิน</u>

- ในกรณีที่มีที่ของทางราชการที่เหมาะสมอยู่แล้วรวมถึงที่ราชพัสดุ หรือที่ของทางราชการส่วนอื่น ที่สามารถนำมาใช้ได้ จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้วยระเบียบราชการที่ซับซ้อน จะสามารถย่นระยะเวลาการดำเนินโครงการบำบัดน้ำเสียได้อย่างมาก

- ในกรณีที่ที่ดินราคาแพงและอยู่ในเขตที่อยู่อาศัย ควรคิดเปรียบเทียบราคาการสูบส่งน้ำเสียออกไปยังโรงบำบัดน้ำเสียที่อยู่ไกลออกไปในเขตที่ดินราคาถูก หรือการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

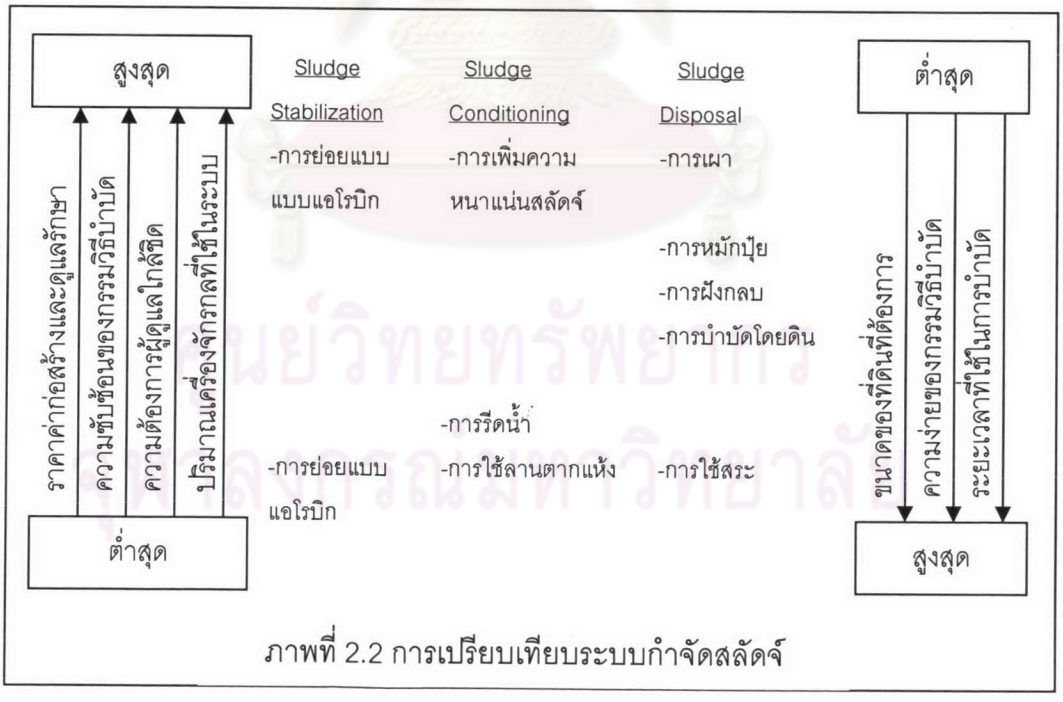
รวบรวมน้ำเสียจากเขตหรือจังหวัดต่างๆ เพื่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียให้ใหญ่ขึ้นในจุดที่ห่างไกลออกไปเพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย (economy of scale)

- อาจแบ่งโรงบำบัดน้ำเสียออกจากโรงกำจัดของแข็งซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการบำบัดโดยวิธีการทางเคมีและตกตะกอน (หรือเรียกว่า สลัดจ์) โดยใช้ที่ดินน้อยลงเพื่อสร้างโรงบำบัดน้ำเสียในเขตชุมชน และขนส่งสลัดจ์ไปยังโรงกำจัดสลัดจ์ที่อยู่ไกลออกไป ซึ่งอาจเป็นโรงกำจัดสลัดจ์ร่วมกับจังหวัดอื่น เพราะระบบกำจัดสลัดจ์มีปัญหากลิ่นมาก

- เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อที่ดินราคาแพง อาจพิจารณาขอเช่าที่จากเอกชนในระยะยาว เช่น 10 ปีขึ้นไป

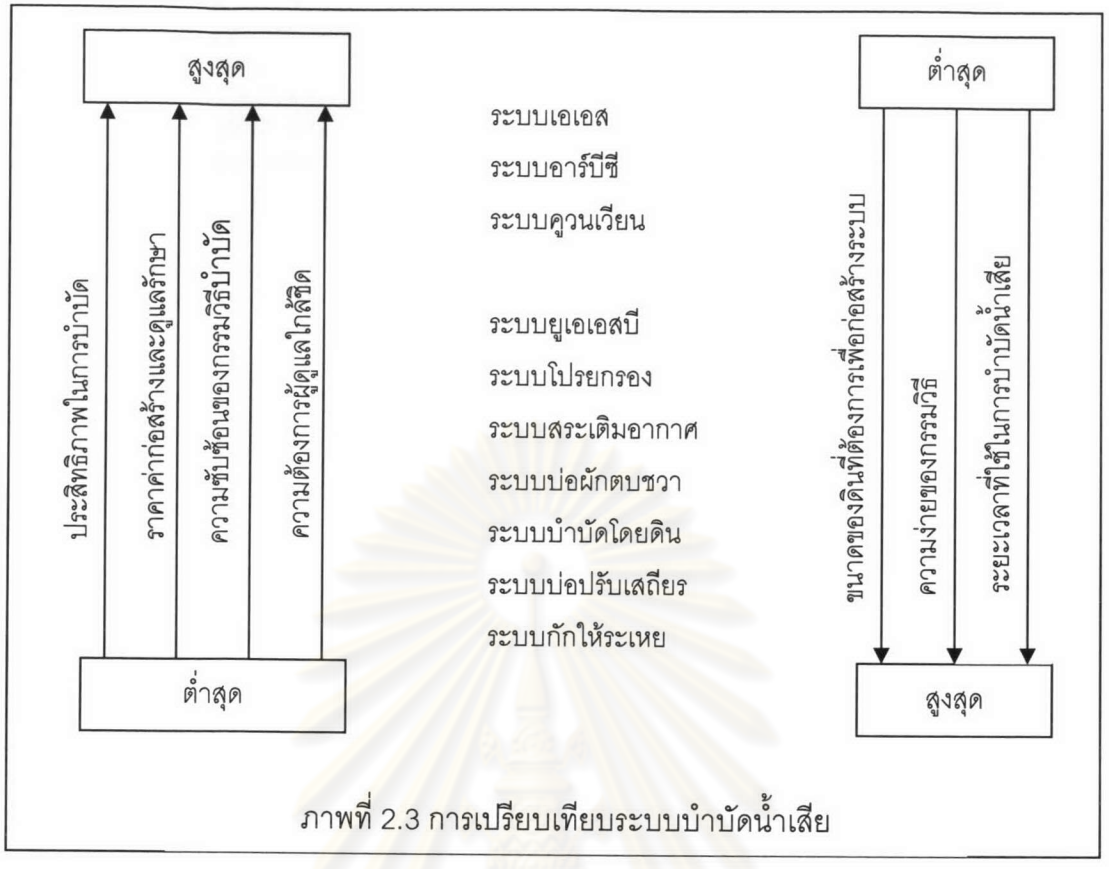
3) ประสิทธิภาพและความยากง่ายของระบบบำบัดน้ำเสียและกำจัดสลัดจ์

ภาพที่ 2.2 และภาพที่ 2.3 แสดงให้เห็นว่าระบบที่ใช้เครื่องจักรกลมาก มักมีราคาแพง มีกรรมวิธีซับซ้อนแต่ใช้ที่ดินน้อย เพราะมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง ในทางตรงกันข้ามระบบที่ราคาถูกจะใช้วิธีธรรมชาติมากที่สุด ต้องการที่ดินมาก และมีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำ



ภาพที่ 2.2 การเปรียบเทียบระบบกำจัดสลัดจ์

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2546)



ภาพที่ 2.3 การเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสีย

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2546)

4) ความสามารถของผู้ควบคุมระบบที่มีในท้องถิ่น

เป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากประเทศไทยยังขาดผู้ควบคุมระบบที่มีความรู้ความเข้าใจระบบบำบัดที่ซับซ้อน การลงทุนสร้างระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพสูงในท้องที่ห่างไกลจากเมืองใหญ่ อาจทำให้มีปัญหาในการหาบุคลากรที่เหมาะสม เมื่อระบบบำบัดน้ำเสียขาดผู้ดูแลก็จะทำให้การบำบัดไร้ประสิทธิภาพ และเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า อย่างไรก็ดีอาจว่าจ้างเอกชนผู้ได้รับใบอนุญาตรับจ้างให้บริการบำบัดน้ำเสียเป็นผู้ดำเนินงานและควบคุมก็ได้

5) งบประมาณในการก่อสร้างและดูแลรักษา

ขึ้นอยู่กับความสำคัญในการบำบัดน้ำเสียของท้องที่และการจัดสรรงบประมาณจากส่วนกลาง ทั้งนี้ทางท้องถิ่นอาจขอกู้ยืมจากกองทุนสิ่งแวดล้อมเพื่อดำเนินการก่อสร้างเมื่อได้มีการจัดเก็บค่าบริการบำบัดน้ำเสียจากประชาชนแล้ว ก็สามารถนำเงินนั้นมาใช้คืนเงินกู้และใช้ในการประกอบการและดูแลรักษาระบบบำบัดน้ำเสียได้ตามกฎหมายนอกจากนี้ยังอาจออก

ใบอนุญาตให้เอกชนเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างและประกอบการบำบัดน้ำเสียรวมทั้งจัดเก็บค่าบริการแทนทางราชการได้ตามกฎหมายด้วย

(1) การเก็บค่าบริการ ควรคำนึงถึงปริมาณของน้ำเสียจากชุมชนตามชนิดแหล่งกำเนิดโดยคิดเป็นร้อยละ 70-80 ของปริมาณน้ำที่ใช้ ในกรณีที่เป็นบ้านพักอาศัยอาจใช้เป็นราคาต่อลิตร แต่ในกรณีที่เป็นแหล่งการค้าหรืออุตสาหกรรมควรคิดเป็นราคาต่อกรัมของบีโอดีด้วย เพราะแหล่งกำเนิดเหล่านี้เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดน้ำเสียเข้มข้นกว่าจากบ้านพักอาศัย

(2) การเก็บค่าบริการอาจมีหลักการต่างกัน คือ

- เก็บเพื่อคุ้มทุน โดยคำนึงถึงทุนในการก่อสร้างและดูแลรักษา โดยไม่หวังกำไร

- เก็บเพื่อหวังกำไร นอกเหนือจากให้คุ้มทุนแล้ว ยังต้องการเก็บกำไรไว้เพื่อขยายบริการหรือปรับปรุงระบบในอนาคตด้วย

- การคำนวณค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและดูแลรักษา

6) การวางแผนระยะสั้นและระยะยาว

- <u>การวางแผนระยะสั้น</u> เมื่อท้องถิ่นนั้นมีปัญหาเรื่องน้ำเสียและจำต้องแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในระยะ 1-5 ปี เพื่อรอให้การก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียรวมเสร็จเรียบร้อย อาจทำได้โดยใช้ระบบติดกับที่ (on-site system) สำหรับแหล่งกำเนิดน้ำทิ้งไปก่อนหรืออนุญาตให้เอกชนผู้ได้รับใบอนุญาตรับจ้างให้บริการบำบัดน้ำเสียเข้ามารับน้ำเสียไปบำบัดยังโรงงานบำบัดน้ำเสียเอกชน

- <u>การวางแผนระยะยาว</u> คือ ระยะ 20 ปี ประกอบด้วยการพยากรณ์การเติบโตของท้องที่และชนิดของแหล่งกำเนิดน้ำทิ้งต่างๆ ควบคู่ไปกับการเติบโตทางเศรษฐกิจ รวมทั้งการจัดหาที่ดินเตรียมไว้เพื่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียและระบบจัดเก็บน้ำเสีย ให้สอดคล้องกับการใช้ที่ดิน (Landuse) และระบบคมนาคม

2.4.7 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

บ่อบำบัดน้ำเสียโดยวิธีธรรมชาติ บ่อบำบัดน้ำเสียชนิดนี้ มีลักษณะเป็นบ่อหรือถังขนาดใหญ่ ซึ่งใช้บำบัดน้ำเสียโดยอาศัยกระบวนการทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติล้วนๆ โดยวิศวกรเพียงแต่ออกแบบและควบคุมสภาพแวดล้อมในบ่อให้เหมาะสมเท่านั้น

ธีระ เกรอต (2539) ได้ให้คำจำกัดความของ บ่อปรับเสถียร ไว้ว่าเป็นบ่อกักน้ำทิ้ง ความลึกของบ่อไม่มากนัก อาจเป็นบ่อดิน รูปร่างและความลึกของบ่อขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการบำบัดน้ำทิ้ง ซึ่งบางทีก็เรียกได้อีกชื่อว่า บ่ออ๊อกซิเดชัน (Oxidation Ponds)

บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ บ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic Pond) บ่อแฟกคัลเททีฟ (Facultative Pond) บ่อแอโรบิก (Aerobic Pond) และหากมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม บ่อปรับเสถียรสามารถบำบัดน้ำเสียจากชุมชน หรือโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร โรงฆ่าสัตว์ และเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ วิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซ้ำซ้อน ผู้ควบคุมระบบไม่ต้องมีความรู้สูง แต่ต้องใช้พื้นที่ก่อสร้างมากจึงเป็นระบบที่เหมาะกับชุมชนที่มีพื้นที่เพียงพอและราคาไม่แพง ซึ่งโดยปกติระบบบ่อปรับเสถียรจะมีการต่อกันแบบอนุกรม อย่างน้อย 3 บ่อ ดังแสดงในภาพที่ 2.4

1) บ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic Pond)

บ่อแอนแอโรบิกเป็นระบบที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงโดยไม่ต้องการออกซิเจน บ่อนี้จะถูกออกแบบให้มีอัตรารับสารอินทรีย์สูงมาก จนสาหร่ายและการเติมออกซิเจนที่ผิวหน้าไม่สามารถผลิตและป้อนออกซิเจนได้ทัน ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อ จึงเหมาะกับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และปริมาณของแข็งสูง เนื่องจากของแข็งจะตกลงสู่ก้นบ่อและถูกย่อยสลายแบบแอนแอโรบิก น้ำเสียส่วนที่ผ่านการบำบัดจากบ่อนี้จะระบายต่อไปยังบ่อแฟกคัลเททีฟ (Facultative Pond) เพื่อบำบัดต่อไป

การทำงานของบ่อแบบนี้ จะขึ้นอยู่กับสมดุลระหว่างแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกรดและแบคทีเรียที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน ดังนั้นอุณหภูมิของบ่อควรมากกว่า 15 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) มากกว่า 6

2) บ่อแฟกคัลเททีฟ (Facultative Pond)

บ่อแฟกคัลเททีฟหรือบ่อแอโรบิก – แอนโรบิก หรือบ่อกึ่งแอโรบิกเป็นบ่อที่นิยมใช้กันมากที่สุด ภายในบ่อมีลักษณะการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบนของบ่อเป็นแบบแอโรบิก ได้รับออกซิเจนจากการถ่ายเทอากาศที่บริเวณผิวน้ำและจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และส่วนล่างของบ่ออยู่ในสภาพแอนแอโรบิก บ่อแฟกคัลเททีฟนี้โดยปกติแล้วจะรับน้ำเสียจากที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมาก่อน แต่อย่างไรก็ตามการใช้บ่อแบบนี้บำบัดน้ำทิ้งที่ผ่านการตกตะกอนจากถังหมักและบ่อหมักก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

กระบวนการบำบัดที่เกิดขึ้นในบ่อแฟกคัลเททีฟ เรียกว่า การทำความสะอาดตัวเอง (Self-Purification) สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ประเภทที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เพื่อเป็นอาหารและสำหรับการสร้างเซลล์ใหม่และเป็นพลังงาน โดยใช้ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่อยู่ในบ่อส่วนบน สำหรับบ่อส่วนล่างจนถึงก้นบ่อซึ่งแสงแดดส่องไม่ถึง จะมีปริมาณออกซิเจนต่ำ จนเกิดสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Condition) และมีจุลินทรีย์ประเภทไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และแปรสภาพเป็นก๊าซเช่นเดียวกับบ่อแอนแอโรบิก แต่ก๊าซที่ลอยขึ้นมาจะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนที่อยู่ช่วงบนของบ่อทำให้ไม่เกิดกลิ่นเหม็น ซึ่งจะแสดงลักษณะการทำงานของจุลินทรีย์ในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบแฟกคัลเททีฟ ในภาพที่ 2.5

อย่างไรก็ตาม ถ้าหากปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าระบบสูงเกินไป จนออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอ เมื่อถึงเวลากลางคืนสาหร่ายจะหายใจเอาออกซิเจนและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดต่ำลง และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำลงจนอาจเกิดสภาวะขาดออกซิเจน และเกิดปัญหากลิ่นเหม็นขึ้นได้ โดยทั่วไปแล้วบ่อนี้จะมีความลึกประมาณ 1 ถึง 2 เมตร น้ำทิ้งจะถูกกักเป็นเวลาหลายวัน เพื่อให้คงตัวและไม่น่ารังเกียจเมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ

3) บ่อแอโรบิก (Aerobic Pond)

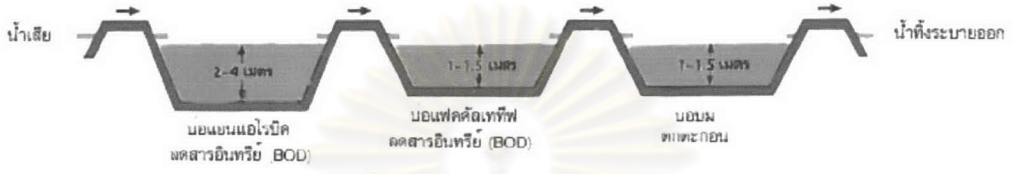
บ่อแอโรบิกเป็นบ่อที่มีแบคทีเรียและสาหร่ายแขวนลอยอยู่ เป็นบ่อที่มีความลึกไม่มากนักเพื่อให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งบ่อและมีสภาพเป็นแอโรบิกตลอดความลึก โดยอาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และการเติมอากาศที่ผิวหน้า และยังสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ส่วนหนึ่งโดยอาศัยแสงแดดอีกด้วย บ่อแอโรบิกนี้แบ่งออกเป็น 2 แบบตามวัตถุประสงค์การทำงาน (ภาพที่ 2.6) คือ

- บ่อแอโรบิกแบบผลิตออกซิเจนให้มากที่สุด บ่อแบบนี้มีความลึกได้ถึงประมาณ 1 – 1.5 เมตร อาจมีการกวนเป็นระยะๆ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพดีที่สุด โดยใช้เครื่องสูบน้ำหรือเครื่องเติมอากาศแบบผิวหน้า

- บ่อแอโรบิกแบบผลิตสาหร่ายให้ได้มากที่สุด บ่อแอโรบิกแบบผลิตสาหร่ายให้ได้มากที่สุด หรือบ่อที่มีอัตราทำงานสูงสุด (High Rate Ponds) ใช้สาหร่ายเปลี่ยนน้ำทิ้งให้เป็นสาหร่ายมากที่สุด แล้วเก็บเกี่ยวเพื่อนำโปรตีนไปใช้ ผิดกับการบำบัดน้ำทิ้งทั่วๆ ไป รูปร่างของบ่อแบบนี้จะมีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ต่อปริมาตรสูง ความลึกของบ่อประมาณ 0.2 ถึง 0.6 เมตร สิ่งที่อยู่ในบ่อจะต้องได้รับการกวนอีกครั้งหนึ่งหรือสองครั้งในวันหนึ่งๆ เพื่อให้ตะกอนที่ตกอยู่ลอยขึ้นมา และจำเป็นต้องแยกสาหร่ายออกจากน้ำทิ้งออกขั้นสุดท้าย บ่ออัตราทำงานสูงนี้เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพสูงแบบหนึ่ง

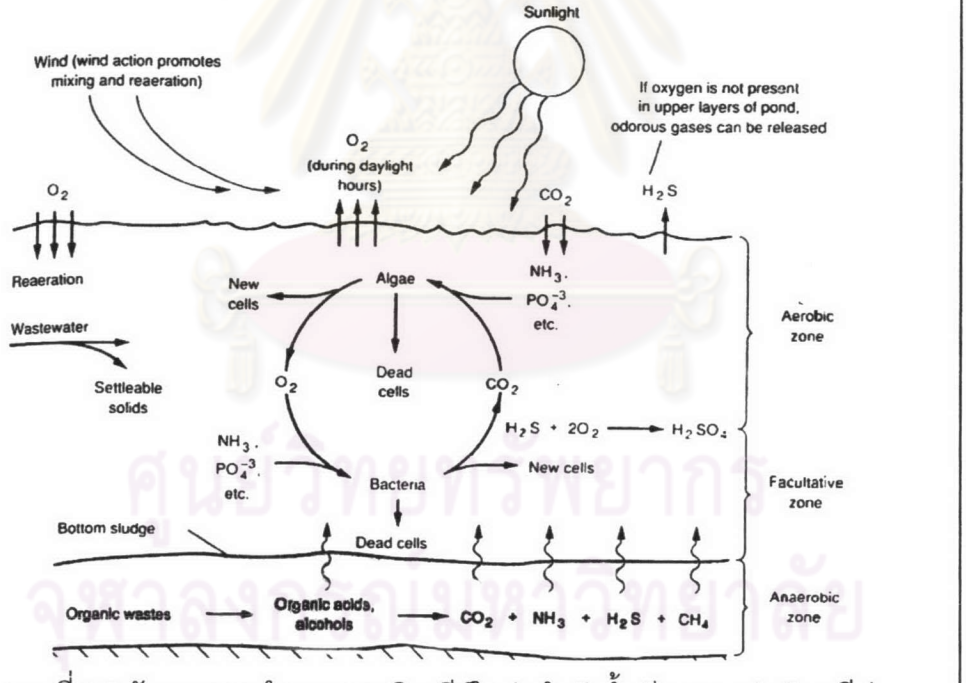
4) บ่อบ่ม (Maturation pond)

บ่อบ่มมีสภาพเป็นแอโรบิกตลอดทั้งบ่อ จึงมีความลึกไม่มากโดยปกติทั่วไปแล้วความลึกจะเท่ากับบ่อแฟกคัลเททีฟ คือ 1 ถึง 1.5 เมตร และแสงแดดส่องถึงก้นบ่อ ทำให้การทำลายไวรัสของบ่อตื้นจะดีกว่าบ่อลึก จึงมีประสิทธิภาพในการกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ใช้รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อฟอกน้ำทิ้งให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น และอาศัยแสงแดดทำลายเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 2.4 การวางบ่อระบบปรับเสถียร

ที่มา : http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html



ภาพที่ 2.5 ลักษณะการทำงานของจุลินทรีย์ในบ่อบำบัดน้ำเสียแบบแฟกคัลเททีฟ

ที่มา : Metcalf and Eddy (1991)

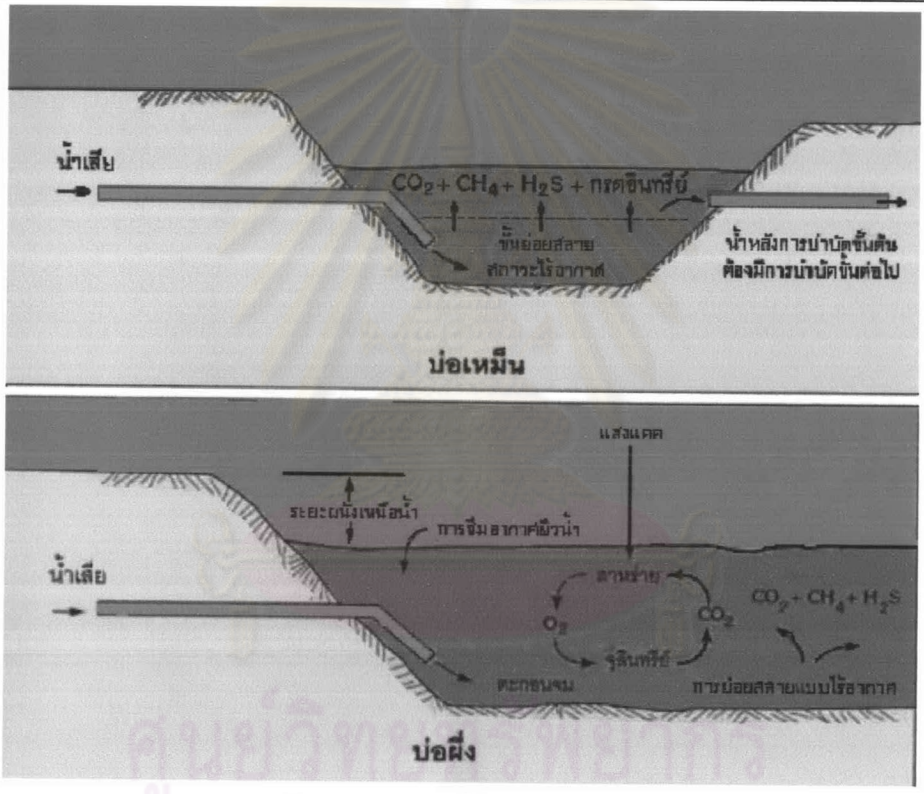
ระบบบ่อปรับเสถียรที่นิยมใช้กันประกอบด้วยหน่วยบำบัด ดังนี้

- บ่อแอนแอโรบิก (ส่วนใหญ่จะใช้ในกรณีที่น้ำเสียมีค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงๆ เช่น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม)

- บ่อแฟกคัลเททีฟ

- บ่อแอโรบิก

- บ่อบ่ม



ภาพที่ 2.6 บ่อบำบัดน้ำเสียแบบแอโรบิก

ที่มา : http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แหล่งชุมชนระดับเทศบาลหลายแห่งใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร

อาทิ - เทศบาลนครปฐม (ภาพที่ 2.7)

ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 60,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน

- เทศบาลนครหาดใหญ่

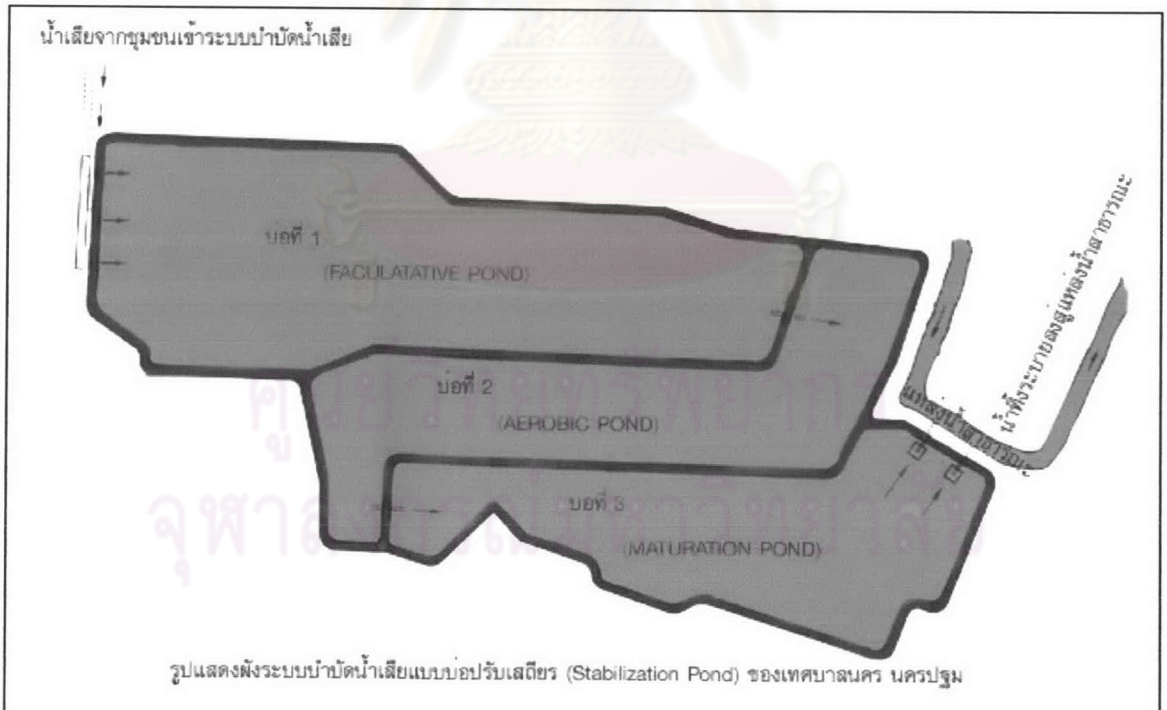
ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 138,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างประมาณ 2,040 ไร่ (รวมพื้นที่บ่อปรับเสถียรและบึงประดิษฐ์)

- เทศบาลเมืองพิจิตร

ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 60,000 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ในการก่อสร้าง 285 ไร่

- เทศบาลเมืองอ่างทอง

ขนาดของระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ 1,650 ลูกบาศก์เมตร/วัน ใช้พื้นที่ ในการก่อสร้าง 40 ไร่



ภาพที่ 2.7 รูปแสดงผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร ของเทศบาลนครปฐม

ที่มา : http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.html

ข้อดีและข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร

ฉัตรไชย รัตนไชย (2539) ได้อธิบายข้อดีของระบบบำบัดน้ำเสีย ไว้ดังนี้

(1) เป็นระบบที่ราคาถูกกว่าระบบอื่นๆ เพราะไม่ต้องการเครื่องจักรที่สลับซับซ้อน อีกทั้งไม่ต้องการการบำรุงรักษาโดยช่างฝีมือระดับสูงนัก

(2) มีประสิทธิภาพสูง ไม่แพ้ระบบอื่นๆ โดยเฉพาะสามารถลดปริมาณแบคทีเรียฟีคาลได้ดีกว่าระบบอื่น

(3) สามารถรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น และ/หรือ อัตราเร็วสูงขึ้นอย่างกะทันหัน (Organic and / or hydraulic shock load) เนื่องจากมีระยะเวลาบำบัดที่นานพอ จึงสามารถกระจายและบรรเทาความรุนแรงลงได้

(4) สามารถใช้กับน้ำเสียได้หลายประเภททั้งจากชุมชน จากการเกษตรและจากโรงงานอุตสาหกรรม ไม่ว่ามีความเข้มข้นเพียงใด ขอเพียงให้เป็นน้ำเสียที่ย่อยสลายได้โดยกระบวนการทางชีววิทยา (Biodegradable) มีความเป็นด่างสูง (pH สูง) ทำให้โลหะหนักตกตะกอนเป็นไฮดรอกไซด์ อย่างไรก็ดี ปริมาณเจือปนของโลหะหนักจะต้องไม่มากเกินไป จากการทดลองพบว่ามีแคดเมียม โครเมียม ทองแดง นิเกิลและสังกะสี อย่างละ 12 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเริ่มสร้างปัญหาให้แก่ปฏิกิริยาในบ่อ (Mara, 1976)

(6) เป็นระบบที่สามารถออกแบบให้มีลักษณะยืดหยุ่น คือสามารถเปลี่ยนแปลงระดับการบำบัดได้โดยง่าย เพียงออกแบบให้สามารถปรับระดับผิวน้ำของบ่อได้ก็สามารถเปลี่ยนระยะเวลาบำบัดซึ่งหมายถึงระดับของการบำบัดนั่นเอง วิธีนี้เหมาะสำหรับน้ำเสียที่เปลี่ยนแปลงลักษณะตามฤดูกาล เช่น น้ำเสียจากอุตสาหกรรมอาหาร

(7) เป็นระบบที่สามารถเปลี่ยนแปลง รื้อ ยุบ ทำลายได้ง่าย หากต้องการใช้ที่ดินทำกิจกรรมอย่างอื่นในภายหลัง

(8) สาหร่ายที่เกิดขึ้นในบ่อบำบัด โดยเฉพาะแบบแอโรบิกชนิดอัตราไหลเร็ว ให้โปรตีนสูง สามารถนำไปเลี้ยงสัตว์ได้

(9) ไม่ต้องการสารเคมี เมื่อเทียบกับระบบอื่นๆ

(10) เหมาะกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ซึ่งอุณหภูมิสูงและมีแสงแดดส่องตลอดปี นอกจากนี้ ยังสามารถเลี้ยงสัตว์ได้ในบ่อบ่ม เช่น ปลา เป็ด จึงเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการระบบบำบัดได้อีกทางหนึ่ง

ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการบำรุงรักษา (ซึ่งมีไม่บ่อยนัก) อาจแบ่งบ่อเป็นหลายๆ บ่อต่อกันแบบขนาน จำนวนรูปร่างของแต่ละบ่อก็ขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่ พื้นบ่อควรจะเป็นชั้นดินที่ซึมไม่ได้ หาก

จำเป็นก็อาจต้องบุพื้นด้วยดินเหนียว หรือคอนกรีต แล้วแต่จะเห็นเหมาะสม เพื่อป้องกันการสึกกร่อนของผนังบ่อโดยคลื่นในบ่อ ควรวางแผ่นคอนกรีตที่ขอบบ่อตรงระดับผิวน้ำ ให้ยื่นลงไปในบ่อ แผ่นคอนกรีตนี้ยังช่วยป้องกันการลุกลามของพืชริมฝั่ง เป็นการช่วยป้องกันไม่ให้บ่อเป็นแหล่งเพาะยุงด้วย

ธีระ เกรอต ได้กล่าวถึงข้อเสีย ไว้ดังนี้

(1) ต้องการพื้นที่มาก ซึ่งเป็นข้อเสียที่สำคัญของบ่อ คือ ต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างมาก และไม่เหมาะที่จะสร้างในเขตที่ที่ดินมีราคาสูง

(2) ในกรณีที่ใช้บ่อแอนแอโรบิกอาจเกิดกลิ่นเหม็นได้ หากการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพอ เพราะบ่อหมักจะปล่อยกลิ่นที่น่ารังเกียจเมื่ออัตรารับ BOD_5 ต่อปริมาตรของบ่อมากกว่า 0.40 กก. BOD_5 /ม.^{3} –วัน ดังนั้น เมื่อใช้เวลากัก 5 วัน ปัญหาเกี่ยวกับกลิ่นไม่น่าจะเกิดขึ้น แม้น้ำทิ้งจะมี BOD_5 เข้มข้นถึงประมาณ 1000 ก./ม.^{3} น้ำทิ้งที่เกิดจากกิจการอุตสาหกรรม และการเกษตร อาจมีปัญหาเกี่ยวกับกลิ่น โดยเฉพาะพวกที่มีซัลเฟตสูงๆ (มากกว่าประมาณ 100 ก./ม.^{3}) ในกรณี เช่นนี้ การควบคุมกลิ่นก็เป็นสิ่งจำเป็น อาจทำได้โดย เพิ่ม pH ของบ่อให้เป็นประมาณ 8 ซึ่งจะทำให้ไม่มีการปล่อยก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่มีกลิ่นเหม็น หรือ ใช้การเวียนกลับน้ำทิ้งออกจากบ่อแฟกคัลเททีฟหรือบ่อบ่มไปยังทางเข้าบ่อหมักในอัตราส่วน 1 ต่อ 6 (น้ำทิ้งออก 1 ปริมาตรต่อน้ำทิ้งดิบจากที่อยู่อาศัย 6 ปริมาตร)

(3) นอกจากนี้น้ำทิ้งอาจมีปัญหาสาหร่ายปะปนอยู่มาก โดยเฉพาะจากบ่อแอโรบิก ซึ่งถ้ามีจำนวนมากอาจทำให้เกิดปัญหาในแหล่งรับน้ำได้จำเป็นต้องมีการป้องกัน และการแยกสาหร่ายที่มีประสิทธิภาพ

(4) การทำงานขึ้นอยู่กับธรรมชาติ

(5) ต้องกำจัดหญ้า วัชพืช และต้นไม้

(6) เป็นแหล่งเพาะยุง

(7) อาจทำให้เกิดมลพิษกับน้ำใต้ดินได้

โดยสรุปแล้วระบบบ่อผึ่ง (Oxidation Pond) หรือบ่อปรับเสถียร เป็นบ่อดินที่มีการออกแบบให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำเสียโดยวิธีการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนเป็นหลัก โดยมีแสงแดดและสาหร่ายเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเพิ่มปริมาณของออกซิเจนในบ่อ เพื่อให้จุลินทรีย์สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังนั้น ความลึกของบ่อจึงอยู่ในระดับที่แสงแดดสามารถส่องได้อย่างทั่วถึง โดยทั่วไปมีความลึกไม่เกิน 1.5 เมตร ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่

สำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบนี้ ได้แก่ ปริมาณสาหร่าย ความเข้มข้นของน้ำเสีย และระยะเวลาในการเก็บกักน้ำเสีย เพื่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ เป็นต้น โดยทั่วไปบ่อผึ่งจะสามารถลดค่า BOD ลงได้ร้อยละ 60 - 80 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการใช้บ่อผึ่งนี้ จะต้องใช้พื้นที่ในการก่อสร้างมากจึงเหมาะสำหรับชุมชนที่มีราคาที่ดินต่ำ ดูแลและควบคุมได้ง่าย รวมทั้งน้ำเสียจะต้องมีความสกปรกไม่มากจนเกินไป

ปัญหาที่พบได้โดยทั่วไปของบ่อผึ่ง ได้แก่ ปัญหาเรื่องกลิ่น ซึ่งอาจจะเกิดจากความสกปรกของน้ำเสียสูงเกินกว่าที่ระบบสามารถรองรับได้ ทำให้เกิดภาวะมีออกซิเจนละลายน้ำไม่เพียงพอ นอกจากนี้ยังอาจมีสาเหตุมาจากการขาดแคลนปริมาณสาหร่ายหรือ พืชน้ำที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเพิ่มปริมาณออกซิเจน จากขบวนการสังเคราะห์แสง รวมทั้งขบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน บริเวณส่วนล่างของบ่อ จะทำให้เกิดก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น อาทิ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ และก๊าซมีเทนเป็นต้น การเพิ่มประสิทธิภาพของบ่อผึ่งให้เหมาะสมกับความสกปรกของน้ำเสียจึงเป็นมาตรการที่สำคัญต่อการแก้ไขปัญหานี้ ซึ่งอาจจะทำได้โดยการใช้เครื่องจักรกลเข้ามาช่วย เช่น การติดตั้งเครื่องเติมอากาศ รวมทั้งการก่อสร้างบ่อให้เพียงพอ ส่วนทำเลที่ตั้งของระบบนี้จะต้องอยู่ห่างไกลจากชุมชน และควรปลูกต้นไม้เป็นรั้วธรรมชาติเพื่อลดการฟุ้งกระจายของกลิ่นสู่ภายนอก

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กมลพร เกิดพุฒ (2542) ได้ทำการศึกษาเรื่องการเลือกพื้นที่เป็นศักยภาพเพื่อเป็นแหล่งกำจัดขยะมูลฝอยในจังหวัดปทุมธานี โดยการนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้หาพื้นที่ศักยภาพเพื่อเป็นแหล่งกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะให้กับจังหวัดปทุมธานี โดยการนำปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบางประการที่สัมพันธ์กับการหาพื้นที่ฝังกลบขยะ ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ น้ำผิวดิน ปริมาณน้ำใต้ดิน ความเหมาะสมของดิน ธรณีวิทยา การใช้ประโยชน์ที่ดิน เส้นทางคมนาคม ขอบเขตการปกครอง และสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม มาประกอบการพิจารณาด้วยการใช้เทคนิคการวางซ้อนของข้อมูลแผนที่ ระบบการให้ค่าน้ำหนักของปัจจัย ภายใต้โปรแกรม Arc/Info และ Arc/view ผลการศึกษาที่ได้จะมีการแบ่งพื้นที่ศักยภาพในการเป็นแหล่งกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะ เป็น 5 ระดับความเหมาะสม คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และไม่เหมาะสม

นันทิยา อักษรกิตติ์ และคณะ (2537) ทำการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวที่เหมาะสม กรณีศึกษา : อำเภอเมืองและอำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงาโดยใช้ซอฟต์แวร์ ARC/INFO และเทคนิค PSA ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ในการศึกษาครั้งนี้จะแบ่งประเภทแหล่งท่องเที่ยวออกเป็น 3 ประเภท คือ แหล่ง

ท่องเที่ยวประเภทศิลปวัฒนธรรม แหล่งท่องเที่ยวประเภทมีความเป็นธรรมชาติ และแหล่งท่องเที่ยวประเภทสนุกสนานบันเทิง โดยมีปัจจัยการเลือกพื้นที่สำหรับการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวแต่ละประเภทดังนี้ แหล่งท่องเที่ยวประเภทศิลปวัฒนธรรมมี 4 ปัจจัย ได้แก่ อยู่ในเส้นทางการท่องเที่ยวเป็นกลุ่ม มีประวัติศาสตร์หรือตำนานการก่อสร้างที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ อยู่ห่างจากเส้นทางการคมนาคมทางบกไม่เกิน 500 เมตร และเป็นแหล่งหรือสถานที่ที่มีความงามและคุณค่าทางสถาปัตยกรรมและมีอายุมากกว่า 100 ปี แหล่งท่องเที่ยวประเภทมีความเป็นธรรมชาติมี 6 ปัจจัย ได้แก่ พื้นที่ป่าบก พื้นที่ป่าชายเลน พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น 1 บี พื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 0 - 1,000 เมตร แหล่งน้ำผิวดิน และไม่เป็นพื้นที่เหมืองแร่ แหล่งท่องเที่ยวประเภทสนุกสนานบันเทิง มี 87 ปัจจัย ได้แก่ เส้นทางคมนาคมที่เข้าถึง แหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค ราคาที่ดิน ดินไม่เหมาะสำหรับการทำเกษตร การเข้าถึงของไฟฟ้า การเข้าถึงของโทรศัพท์ และพื้นที่ที่กันออก พื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1 เอ (พื้นที่ป่าอนุรักษ์ และพื้นที่อุทยานแห่งชาติ) มาตราส่วนแผนที่ที่ใช้ มี 3 มาตราส่วน คือ 1:10,000 1:50,000 และ1:250,000 ผลการศึกษาจะอยู่ในรูปของแผนที่ที่แสดงพื้นที่และแหล่งที่เหมาะสมมากในการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวประเภทต่างๆ ในอำเภอเมืองและอำเภอท้ายเหมือง

สุรศักดิ์ บุญลือ (2541) ทำการศึกษาเรื่องการเลือกพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย : กรณีศึกษาสุขาภิบาลในเขตอำเภอแม่สาย แม่จัน และเชียงแสน โดยหาพื้นที่เหมาะสมเป็นแหล่งฝังกลบขยะมูลฝอยรวมอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ของสุขาภิบาล 7 แห่ง โดยใช้เกณฑ์การเลือกพื้นที่ของสถาบันภายในและต่างประเทศ ทำการจัดเก็บข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ ไว้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยใช้เทคนิคการวางซ้อนข้อมูล และนำพื้นที่ที่คัดเลือกไว้มาทำการ Weight-Rating เพื่อจัดลำดับพื้นที่ศักยภาพ

ศุภศรี คุปตระกูล (2543) ศึกษาศักยภาพของพื้นที่ในการรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมของการพัฒนาอุตสาหกรรมของอำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี โดยศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมทั้งสภาพกายภาพ เศรษฐกิจและสังคม และใช้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค PSA เพื่อให้ได้พื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาอุตสาหกรรม 5 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีศักยภาพมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ทั้งนี้พื้นที่ที่มีศักยภาพน้อยที่สุดครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 60 ของพื้นที่ ทั้งอำเภอกบินทร์บุรี

เอกชัย มาศภากร (2537) ได้ศึกษาแนวทางการใช้ที่ดินชุมชนเทศบาลตำบลอ้อมน้อย จังหวัดสมุทรสาคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบันและอนาคต สภาพปัญหา รวมถึงการเสนอแนวทางการใช้ที่ดินด้วยเทคนิค PSA จากการวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ดังกล่าวพบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเมืองมี 3 กลุ่ม คือ พื้นที่ที่มีศักยภาพสูง

ได้แก่บริเวณริมถนนสายประธาน พื้นที่ที่มีศักยภาพปานกลาง ได้แก่ ริมถนนสายหลัก และพื้นที่ที่มีศักยภาพต่ำ ได้แก่ บริเวณห่างจากถนน โดยเฉพาะบริเวณทางทิศตะวันออกของเทศบาล

อุธณาวรรณ บุญเรือง (2544) ทำการศึกษาเรื่องการประเมินทางธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อคัดเลือก พื้นที่ฝังกลบขยะในจังหวัดฉะเชิงเทรา การศึกษานี้ได้นำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ มาเป็นเครื่องมือในการคัดเลือก พื้นที่ฝังกลบขยะโดยพิจารณาปัจจัยทางกายภาพ ซึ่งได้แก่ความลาดชัน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน ลักษณะทางธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน ความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม หน่วยดิน ป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน แหล่งชุมชน แหล่งท่องเที่ยว โบราณสถาน พื้นที่ที่มีขนาดรองรับปริมาณขยะ ได้ไม่น้อยกว่า 20 ปี จากนั้นมีการให้ค่าคะแนนแต่ละปัจจัย โดยค่าคะแนนแบ่งเป็น 5 ค่า คือ 1ถึง 5 โดยผลรวมของคะแนนทั้งหมดพื้นที่มีคะแนนสูงสุด จะเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงสุด จากการจัดลำดับศักยภาพพบว่า บริเวณลาดกระทิง 2 และคู้ยายหมี 1 มีคะแนนสูงสุดเท่ากัน และเมื่อออกสนามเพื่อประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ ในเบื้องต้นพบว่าบริเวณท่าตะเกียบ 1 ท่าตะเกียบ 2 ลาดกระทิง 1และลาดกระทิง 2 มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพื้นที่ฝังกลบขยะได้

มณฑิรา ยุติธรรม (2544) ทำการศึกษาเรื่องการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมต่อการตั้งระบบบำบัดน้ำเสียรวมเพื่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากของเสียจากฟาร์มสุกรและน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม อาหารขนาดกลางและเล็กในจังหวัดนครปฐม โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาร่วมกับระบบการตัดสินใจและเทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย (Multi Criteria Evaluation; MCE) การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่ 1 เป็นการประเมินพื้นที่จากความเหมาะสมทางด้าน สิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ-สังคม ต่อการตั้งโรงงานบำบัดน้ำเสียรวม ซึ่งปัจจัยหลักได้แก่ เส้นทางคมนาคม แม่น้ำ ที่ตั้งสาธารณสถาน ที่อยู่อาศัย/สิ่งก่อสร้าง การใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่ตั้งฟาร์มสุกรในระดับหมู่บ้านและโรงงานอุตสาหกรรมอาหารในกลุ่มเป้าหมาย ปัจจัยรองได้แก่ ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ระยะห่างจากแม่น้ำ ระยะห่างจากที่ตั้งสาธารณสถาน ระยะห่างจากที่อยู่อาศัย/สิ่งก่อสร้าง ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะห่างจากที่ตั้งฟาร์มสุกรและโรงงานอุตสาหกรรมในกลุ่มเป้าหมาย โดยค่าคะแนนความสำคัญและระดับความเหมาะสมของปัจจัยหลักและปัจจัยรองได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ และคำนวณหาค่าคะแนนของพื้นที่ที่เหมาะสมโดยใช้สมการ Linear Combination Method ส่วนที่ 2 เป็นการประเมินหาพื้นที่ที่เหมาะสมทางด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ-สังคม แหล่งกำเนิดของเสียและขนาดพื้นที่ที่เพียงพอรองรับระบบ ปัจจัยรองได้แก่ ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดของเสีย ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยรองได้จากการกำหนดค่าคะแนนเป็นช่วงคะแนนที่เท่ากัน ตามระยะห่างต่างๆ จากแหล่งกำเนิดของเสีย ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีความเหมาะสมทางด้านสิ่งแวดล้อมและทางเศรษฐกิจ-สังคม ในระดับน้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุดต่อการตั้งโรงงาน

บำบัดน้ำเสียรวม คิดเป็นพื้นที่ 5,649 ไร่ (ร้อยละ 0.42 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด) 117,493 ไร่ (ร้อยละ 18.83 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด) 485,276 ไร่ (ร้อยละ 36.46 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด) และ 201,639 ไร่ (ร้อยละ 15.15 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด) ตามลำดับ

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ โดยสรุปแล้วดังนี้

1) ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีอย่างหนึ่ง สามารถทำการคัดเลือกพื้นที่ ในการวางแผนการพัฒนาใช้พื้นที่บริเวณใดบริเวณหนึ่ง ตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนา โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม และผลกระทบและความสัมพันธ์ต่างๆ ของกิจกรรมที่อาจจะเกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่นั้นๆ และแสดงผลเป็นแผนที่ที่มีส่วนประกอบทั้งข้อมูลกราฟิก และข้อมูลตามลักษณะ ให้สะดวกต่อการนำไปใช้งานต่อไป

2) ฐานข้อมูลแบบเชิงสัมพันธ์ เป็นฐานข้อมูลที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการจัดทำฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เนื่องจากสามารถอธิบายโครงสร้างได้ดีและครบถ้วน มีรูปร่างง่ายต่อการเข้าใจ มีลักษณะเป็นหน่วยที่เล็กที่สุด ไม่สามารถแบ่งย่อยหรือตีความเป็นอื่นได้ และมีรูปแบบเป็นมาตรฐาน ไม่มีการซ้ำซ้อนของข้อมูล ทำให้ประหยัดเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลมีความปลอดภัย การนำข้อมูลไปวิเคราะห์จึงมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3) การวิเคราะห์ศักย์เชิงพื้นที่ เป็นวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ศักยภาพการพัฒนาของพื้นที่เพื่อให้ทราบว่าจุดใดของพื้นที่ที่มีศักยภาพสมควรที่จะได้รับการพัฒนาเป็นอันดับแรกตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนา อันเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ได้ถูกนำมาใช้เพื่อการพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมอย่างแพร่หลาย และเมื่อนำมาใช้วิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ในการให้ค่าคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ภายใต้โปรแกรม ArcView และ Arc/Info อันจะทำให้การวิเคราะห์นั้นได้พื้นที่ที่มีศักยภาพเพื่อการพัฒนา และสามารถแสดงผลออกมาเป็นแผนที่ที่ง่ายต่อการใช้งาน หรือได้ฐานข้อมูลที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆ เช่น การจัดการด้านอุตสาหกรรม การจัดการด้านที่อยู่อาศัย

4) เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไปในประเทศไทยจะนิยมใช้แบบระบบบ่อปรับเสถียรสำหรับพื้นที่ที่มีราคาที่ดินไม่แพง เนื่องจากเป็นระบบที่ไม่ต้องการการดูแลบำรุงรักษาระบบเพราะวิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซ้ำซ้อน อีกทั้งในด้านบุคลากรที่ไม่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญในการควบคุมระบบมากนัก และมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับระบบอื่นๆ แต่มีข้อเสียเนื่องจากความต้องการพื้นที่ของระบบเพื่อดำเนินการมีขนาดใหญ่ แต่ทั้งนี้ในความต้องการพื้นที่ขนาดใหญ่ยังมีส่วนให้สามารถลดขนาดพื้นที่ของระบบโดยแทนที่ด้วยเครื่องจักรกล เมื่อเวลาผ่านไปและความ

ต้องการพื้นที่เพื่อการพัฒนาด้านอื่นๆ สูงขึ้น เช่น การพัฒนาด้านที่อยู่อาศัย หรือการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมที่จะเติบโตขึ้นในอนาคต

5) หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม สำหรับก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย ในปัจจุบันยังไม่มีการระบุถึงหลักเกณฑ์ที่แน่ชัด เนื่องจากความแตกต่างของปัจจัยในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นจึงต้องอาศัยเกณฑ์จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นหลัก ได้แก่ ความลาดของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะทางปฐพีวิทยา ความสะดวกในการเข้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย