บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ โดยในช่วงแรกจะเป็นการทบทวนในเรื่องน้ำเสีย เริ่มตั้งแต่ความหมายของน้ำเสีย และประเภทน้ำเสีย การพิจารณาน้ำเสียในด้านคุณภาพและปริมาณ การจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียในประเทศไทยและต่างประเทศ ตลอดไปจนถึงค่าใช้จ่ายของระบบบำบัดและการกำหนดอัตราค่าบริการ หลังจากนั้นจะเป็นการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทั้งในด้านความหมาย องค์ประกอบ ลักษณะของข้อมูล และหน้าที่ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประเด็นสุดท้ายของบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงระบบฐานข้อมูลโดยเริ่มจากความหมาย ความสำคัญ หน้าที่ การบริหารฐานข้อมูล ตลอดไปจนถึงหน้าที่ของผู้บริหารฐานข้อมูล และระบบการจัดการฐานข้อมูล

2.1 น้ำเสีย

ปัญหาน้ำเสีย เป็นปัญหาสำคัญซึ่งรัฐบาลให้ความสำคัญมาเป็นระยะเวลานานแล้ว แต่ปัญหาน้ำเสียก็ยังคงเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมสำคัญที่ประชาชนยังประสบอยู่ เนื่องจากจากอุปสรรคในการแก้ไขหลายประการ เช่น การขาดแคลนทุนทรัพย์สำหรับสร้างระบบบำบัด การขาดจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อมของประชาชน การเพิ่มของประชากร ในการงานวิจัยเรื่องนี้ มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการทำความเข้าใจปัญหาน้ำเสียเสียก่อน โดยเริ่มจากความหมายของน้ำเสีย การจัดประเภทของน้ำเสีย การเปรียบเทียบน้ำเสียในด้านปริมาณและคุณภาพ การแบ่งประเภทของแหล่งกำเนิดน้ำเสีย การจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ไปจนถึงเรื่องต้นทุนการบำบัดน้ำเสีย และการกำหนดค่าบริการ

2.1.1 ความหมายของน้ำเสีย

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2541:2) ได้ให้ความหมายของน้ำเสียไว้ว่า หมายถึง น้ำที่เสื่อมคุณภาพหรือมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิมตามธรรมชาติ มักจะผ่านการใช้งานมาแล้วโดยมีมลสาร หรือสิ่งปฏิกูลที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำเจือปนอยู่ เช่น สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ สารเคมีที่เป็นพิษ สารทำให้เกิดฟอง กรด ด่างน้ำร้อน สารแขวนลอย สี และจุลินทรีย์ จนไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ดีเท่าที่ควร สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ เมื่อถูกทิ้งลงไปในน้ำ จะถูกจุลินทรีย์ในน้ำย่อยสลาย ในกระบวนการย่อยสลายจุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนที่อยู่ในน้ำ หากมี

สารอินทรีย์มากก็จะใช้ออกซิเจนมาก ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงไปเรื่อยๆ (น้ำสะอาดจะมีออกซิเจนอยู่ประมาณ 7-8 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้ามีมากกว่านี้ก็จะซึมออกไปในบรรยากาศ ถ้ามีน้อยกว่านี้ออกซิเจนในบรรยากาศก็จะซึมเข้าไปในน้ำ การที่ซึมเข้าไปได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับการกระเพื่อมของผิวน้ำ) เมื่อออกซิเจนลดลงจนเหลือน้อย อาจทำให้ปลาหรือสัตว์น้ำบางชนิดไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ เพราะขาดออกซิเจน ยิ่งเมื่อออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำหมดไป จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์จะเข้ามาทำหน้าที่ย่อยสลายแทน ซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซมีเทน ก๊าซไฮโดรเจน หรือก๊าซไข่เน่าที่มีกลิ่นเหม็น และทำให้น้ำดำสกปรก เรียกกันเท่าไปว่า "น้ำเน่า" อาจจะเป็นทั้งชนิดที่มีกากและไม่มีกาก

น้ำเสียมักเกิดจากน้ำที่ถูกใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์แล้วระบายทิ้งลงมา เช่น น้ำล้างจาน น้ำจากการประกอบอาหาร การขับถ่ายของเสีย น้ำจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม น้ำจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ มีสิ่งปะปน ซึ่งอาจเป็นสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ หรือสารมีพิษต่างๆ ทำให้น้ำนั้นไม่เหมาะสมสำหรับใช้อีกต่อไป หรือถ้าปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติก็จะทำให้คุณภาพน้ำนั้นเสียหายได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2538:8)

2.1.2 ประเภทของน้ำเสีย

โดยทั่วไปน้ำเสียแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ (เกษม จันทร์แก้ว, 2540:24-26) ตามแหล่งกำเนิดดังนี้

1) *น้ำเสียจากชุมชน (Domestic wastewater)* ได้แก่ น้ำเสียจากบ้านพักอาศัยขนาดต่างๆ อาคาร ร้านค้า ตลาด โรงมหรสพ โรงแรม สำนักงาน และสถานที่ทำงานนานาชนิด น้ำเสียประเภทนี้เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การชำระร่างกาย การซักเสื้อผ้า การประกอบอาหาร การขับถ่าย ฯลฯ สิ่งสกปรกในน้ำเสียประเภทนี้ส่วนมากเป็นสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหารจากการล้างจานและภาชนะ หรือจากการปรุงอาหาร รวมถึงสารต่างๆ ที่เกิดจากการล้างทำความสะอาดเสื้อผ้า รถ บ้านเรือน ฯลฯ รวมทั้งอุจจาระ ปัสสาวะ เป็นต้น
2) *น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial wastewater)* ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการต่างๆ ในกระบวนการอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักร การระบายความร้อน สิ่งสกปรกในน้ำเสียมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำและชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม

ส่วน นิรุติ คูณผล (2539 :2) ได้เพิ่มประเภทของน้ำเสียอีกประเภท ตามแหล่งกำเนิด คือ

3) *น้ำเสียเกษตรกรรม (Agricultural wastewater)* ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในทางการเกษตร ซึ่งรวมทั้งการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์ น้ำเสียประเภทนี้จะมีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้น้ำ การใช้ปุ๋ยและสารเคมีต่างๆ ถ้าหากเป็นน้ำเสียจากพื้นที่เพาะปลูก จะพบสารอาหารจำพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และสารพิษต่างๆ ในปริมาณสูง แต่ถ้าเป็นน้ำเสียจากกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์จะพบสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนมาก

2.1.3 คุณภาพและปริมาณของน้ำเสีย

น้ำเสียเป็นน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ต่างๆ มาแล้วซึ่งทำให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม กลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการและน่ารังเกียจของคนทั่วไป เนื่องจากมีสิ่งสกปรกต่างๆ ทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์เจือปนอยู่ในน้ำปริมาณมากน้อยแตกต่างกันตามแหล่งการใช้น้ำ การศึกษาลักษณะของน้ำเพื่อที่จะบอกว่าน้ำนั้นดีหรือเลว เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ที่ต้องการหรือไม่ จำเป็นต้องมีตัวกำหนดหรือดัชนีที่จะบอกลักษณะ ซึ่งเกณฑ์การวัดคุณภาพน้ำเสียตามกฎหมายได้กำหนดคุณภาพน้ำเสียมากมายหลายชนิด แต่ดัชนีที่สำคัญโดยทั่วไปสามารถสรุปดังนี้

ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO) เป็นดัชนีบ่งชี้บอกคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ ถ้าออกซิเจนมากก็เป็นน้ำที่มีคุณภาพดี ปลาและสัตว์น้ำสามารถอาศัยอยู่ในน้ำในภาวะปกติหรือน้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพน้ำดี ส่วนใหญ่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำประมาณ 5-7 มิลลิกรัม/ลิตร ถ้าค่า DO น้อยกว่า 3 มิลิกรัม/ลิตร แสดงว่าน้ำนั้นเน่าเสีย แต่ถ้าค่า DO น้อยกว่า 2 มิลลิกรัม/ลิตร สัตว์น้ำและพืชน้ำจะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้

ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมของออกซิเจนต่อน้ำ 1 ลิตร องค์การอนามัยโลกกำหนดมาตรฐานแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพดีควรมีค่า BOD ไม่เกิน 4 มิลลิกรัม/ลิตร กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนควรมีค่า BOD ไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตร

ความต้องการออกซิเจนเชิงเคมี (Chemical Oxygen Demand, COD) เป็นค่าปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำทั้งหมดโดยวิธีการใช้สารเคมีย่อยสลาย

สารอินทรีย์แทนจุลินทรีย์ ค่าCOD จึงมีค่าสูงกว่าค่า BOD เสมอ มักนิยมใช้กันมากทั้งนี้ กระบวนการวิเคราะห์หาค่า BODต้องใช้เวลานานถึง 5วัน แต่ของ COD ใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง คุณภาพน้ำของต้นน้ำธารเขตอนุรักษ์โดยทั่วไป (WHO) มีค่าน้อยกว่า 10 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่น้ำที่ใช้ทำน้ำประปาไม่ควรเกิน 25 มิลลิกรัม/ลิตร

ปริมาณของแข็ง (Solids) หมายถึงปริมาณของสารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ทั้งในลักษณะที่ไม่ละลายน้ำของแข็งบางชนิดมีน้ำหนักเบาและแขวนลอยอยู่ในน้ำ แต่บางชนิดมีน้ำหนักและจมลงเบื้องล่าง ของแข็งเหล่านี้หากปล่อยทิ้งไว้ในปริมาณมากจะทำให้ลำน้ำธรรมชาติตื้นเขินและบดบังแสงแดดที่ส่องลงสู่ท้องน้ำ กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต้องไม่มีสารแขวนลอยเจือปนเกินกว่า 30 มิลลิกรัม/ลิตร

พีเอช (pH) เป็นค่าที่บอกถึงความเป็นกรดด่างของน้ำเสีย โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตในน้ำหรือจุลินทรีย์จะดำรงชีพได้ดีในสภาวะที่เป็นกลาง ถ้ามี pHสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้ระบบนิเวศน์น้ำเสียหาย สัตว์และพืชน้ำไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ น้ำทิ้งควรมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6-9 เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและการนำน้ำไปใช้ประโยชน์

ไนโตรเจน (N) เป็นธาตุที่จำเป็นในการสร้างเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีนเมื่อสารประกอบอินทรีย์ย่อยสลายไนโตรเจนจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียม หากในน้ำมีออกซิเจนเพียงพอ แอมโมเนียมก็จะถูกย่อยสลายต่อไป มาตรฐานของน้ำดื่ม น้ำใช้โดยทั่วไป (การประปานครหลวง) มีไนเตรดไนโตรเจนไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร หรือมี แอมโมเนียมไนโตรเจนไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร (มงคล ตัะอุ่น, 2546)

น้ำเสียจากอาคารมีลักษณะเป็นกลาง มีค่า pH ไม่ต่างจาก 7 เท่าใดนัก สิ่งสกปรกในน้ำเสียมีทั้งอินทรีย์สารและอนินทรีย์สารที่เป็นของแข็งและสารละลาย นอกจากนี้ ยังมีเชื้อโรคและพยาธิปนอยู่ด้วย แต่สิ่งสกปรกที่สำคัญที่สุด ได้แก่ สารอินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์ย่อยสลายได้ นิยมวัดเป็นค่าบีโอดี (กระทรวงสาธารณสุข, 2548)

ปริมาณน้ำเสียที่แน่นอนของแต่ละแหล่งจะต้องได้มาจากการตรวจวัดจากแหล่งนั้นโดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ณ วันเวลาที่เป็นตัวแทนของปริมาณน้ำเสียปกติของแหล่งนั้น แต่โดยส่วนใหญ่แล้วมักมีอุปสรรคที่ทำให้ไม่สามารถตรวจวัดโดยตรงให้แม่นยำได้ โดยเฉพาะแหล่งที่ยังไม่มีระบบรวบรวมหรือระบบบำบัดน้ำเสีย ในกรณีเช่นนี้ นิยมใช้วิธีประเมินจากข้อมูลของแหล่งอื่นที่คาดว่าจะมีอัตราการไหลของน้ำเสียใกล้เคียงกัน หรืออีกวิธีหนึ่ง อาจประเมินจากข้อมูลการใช้น้ำประปา โดยปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากแหล่งชุมชน เช่น จากอาคาร บ้านเรือน มักมีค่าประมาณร้อยละ 70 – 90 ของปริมาณน้ำประปาที่ใช้ ปริมาณน้ำเสียของแต่ละชุมชนย่อม

แตกต่างกันไปตามขนาดของชุมชน สภาพความเป็นอยู่และวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน โดยในเขตชุมชนชนบทอาจมีการใช้น้ำระหว่าง 10-40 ลิตรต่อคนต่อวัน ในขณะที่อัตราการใช้น้ำในเขตเมืองสูงถึง 300 ลิตรต่อคนต่อวัน โดยเฉลี่ยพบว่า คนไทยใช้น้ำวันละ 50-500 ลิตรต่อคนต่อวัน (เปี่ยม ศักดิ์ เมนะเศวต, 2539)

การประเมินปริมาณน้ำเสียของชุมชนมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะเป็นน้ำเสียส่วนใหญ่ที่เข้าสู่ระบบน้ำเสียรวม ซึ่งถ้าประเมินผิดพลาดอาจจะส่งผลให้ระบบบำบัดมีขนาดเล็กหรือใหญ่เกินไปได้ ดังนั้น การประเมินในส่วนนี้จะใช้ข้อมูลทางสถิติของจำนวนประชากรในทะเบียนราษฎร์ ประกอบกับข้อมูลการใช้น้ำและภาระบีโอดี (BOD Loading) จากการศึกษาแผนแม่บทขององค์การจัดการน้ำเสีย (องค์การจัดการน้ำเสีย, 2545)

2.1.4 แหล่งปัญหาน้ำเสีย

แหล่งปัญหาน้ำเสีย อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่คือ

1) *แหล่งปัญหาหลักที่มีอัตราการใช้น้ำมาก* ได้แก่ โรงแรม ศูนย์การค้า และอาคารชุด ซึ่งมีปริมาณมากกว่าร้อยละ 50 ของน้ำเสียทั้งหมดที่ชุมชนผลิตออกมา (สุเทพ สิริวิทยาปกรณ์, 2531)
2) *แหล่งปัญหาน้ำเสียที่มีภาระบีโอดีสูง* ได้แก่ โรงพยาบาล ร้านอาหาร และศูนย์การค้า (ไชยยุทธ์ กลิ่นสุคนธ์, 2536) เนื่องจากแหล่งดังกล่าวมีการมีน้ำทิ้งการประกอบอาหาร และการชำระล้างอุปกรณ์ต่างๆ เป็นจำนวนมาก

2.1.5 การจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียในประเทศไทย

ค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย หมายถึง เงินที่เรียกเก็บเป็นค่าบริการในการรวบรวมและบำบัดน้ำเสียตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 มีบทบัญญัติให้อำนาจหน่วยราชการส่วนท้องถิ่น ซึ่งได้จัดให้มีการก่อสร้างและใช้งานระบบบำบัดน้ำเสียรวม ในการเรียกเก็บค่าธรรมเนียมได้ และผู้ก่อให้เกิดมลพิษที่อยู่ในเขตที่มีบริการจำต้องส่งน้ำเสียของตนมารับการบำบัดและจ่ายค่าบริการ ยกเว้นจะมีระบบบำบัดมลพิษของตนเอง (ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2537)

รัฐบาลจึงได้กำหนดนโยบายในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 โดยให้พิจารณาความเหมาะสมในการจัดเก็บค่าบริการบำบัดน้ำเสียเพื่อคืนทุนตามหลักการที่ว่า ผู้ใดก่อมลพิษ ผู้นั้นต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการบำบัดมลพิษนั้น (พลินี นิวัฒน์ภูมินทร์, 2544)

ในประเทศไทยมีการนำหลักการ Polluter Pays Principle มาจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียใน 3 พื้นที่ และกำลังจะจัดเก็บเพิ่มอีก 1 พื้นที่ ได้แก่

2.1.5.1 เขตการปกครองพิเศษเมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี ซึ่งใช้วิธีการจัดเก็บโดยการเหมาจ่าย โดยเทศบาลเมืองพัทยาเรียกเก็บค่าบำบัดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย 3.66 บาทต่อลูกบาศก์เมตรหรือประมาณ 600 – 800 บาทต่อหลังต่อปี เรียกเก็บจากอาคารชุด 360 บาทต่อห้องต่อปี จากโรงแรมหรือบังกะโล 672 บาทต่อห้องต่อปี ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้อาศัยในบ้านพักต้องเสียค่าบำบัดน้ำเสียตามปริมาณน้ำที่ใช้ ในขณะที่อาคารประเภทอื่นถูกเก็บค่าบำบัดน้ำเสียเป็นอัตราตายตัวไม่ว่าจะใช้น้ำเท่าใดก็ตาม

2.1.5.2 เทศบาลตำบลป่าตอง จังหวัดภูเก็ต ทำการจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียเป็นอัตราตายตัว คือ เรียกเก็บค่าบำบัดน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย 500 บาทต่อหลังต่อปี จากโรงแรมหรือบังกะโล 600 บาทต่อห้องต่อปี ไม่ว่าจะใช้น้ำเท่าใดก็ตาม

2.1.5.3 เทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียของบ้านเรือนทั่วไปในอัตรา 2 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนสถานประกอบการที่น้ำเสียมีค่าบีโอดี 20-200 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเก็บในอัตรา 3 บาทต่อลูกบาศก์เมตร และสถานประกอบการที่น้ำเสียมีค่าบีโอดีเกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเก็บในอัตรา 4.50 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

2.1.5.4 กรุงเทพมหานคร เริ่มมีแนวคิดที่จะจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสีย โดยขณะนี้ผู้บริหารกรุงเทพมหานครกำลังทบทวนโครงการดังกล่าวอยู่ อัตราการจัดเก็บที่สำนักการระบายน้ำกำหนดไว้ คือ บ้านเรือนทั่วไปได้รับการยกเว้นค่าบำบัดน้ำเสียสำหรับน้ำประปา 10 ลูกบาศก์เมตรแรก หลังจากนั้น ทางกรุงเทพมหานครจะจัดเก็บในอัตรา 2 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนสถานประกอบการจะถูกจัดเก็บในอัตรา 4-8 บาทต่อลูกบาศก์เมตรตามแต่ประเภท โดยทำการจัดเก็บครอบคลุมทั้งพื้นที่ใน 12 เขต ได้แก่ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตสัมพันธวงศ์ เขตบางรัก เขตพระนคร เขตยานนาวา เขตสาทร เขตบางคอแหลม เขตทุ่งครุ เขตราษฎร์บูรณะ เขตปทุมวัน เขตพญาไท และเขตจตุจักร และทำการจัดเก็บในบางส่วนของพื้นที่ 8 เขต คือ เขตดินแดง เขตดุสิต เขตราชเทวี เขตภาษีเจริญ เขตบางแค เขตหนองแขม เขตห้วยขวาง และเขตจอมทอง

การจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียดังที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ทางเทศบาลไม่สามารถจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียได้พียงพอต่อค่าใช้จ่าย เช่น ใน พ.ศ. 2543 เทศบาลเมืองพัทยาจ่ายค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี และค่าแรงงานในการบำบัดน้ำเสียประมาณ 30 ล้านบาท แต่เก็บค่าบำบัดได้เพียง 9 ล้านบาทเศษเท่านั้น ทำให้ทางเทศบาลต้องสิ้นเปลืองงบประมาณในการชดเชยการขาดทุนจากการบำบัดน้ำเสียถึง 21 ล้านบาท และการเหมาจ่ายยังเป็นการจัดเก็บที่ไม่ยุติธรรม เนื่องจากน้ำเสีย

จากแหล่งกำเนิดแต่ละแห่งมีคุณภาพและปริมาณน้ำแตกต่างกันไปตามแต่ประเภทกิจกรรมของแหล่งกำเนิดน้ำเสียนั้นๆ เช่น บ้านเรือนที่ทำกิจการซักรีดย่อมมีน้ำเสียมากกว่าบ้านเรือนที่ใช้เพื่อการอยู่อาศัยเท่านั้นทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ

2.1.6 การจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียในต่างประเทศ

การเก็บค่าบำบัดน้ำเสียในต่างประเทศมีใช้กันอย่างแพร่หลาย และมีวิธีจัดเก็บแตกต่างกันไป เช่น ประเทศออสเตรเลียมีการจัดเก็บตามปริมาณน้ำใช้และประเภทของผู้ใช้น้ำ ส่วนประเทศเบลเยี่ยม ฮังการี อิตาลีและเดนมาร์คจัดเก็บตามปริมาณน้ำใช้เท่านั้น สาธารณรัฐเช็คและประเทศญี่ปุ่นใช้วิธีวัดปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่ระบบระบายน้ำ ส่วนในนอร์เวย์ใช้วิธีการเก็บในอัตราตายตัวแปรผันตามขนาดของอาคาร (Managing the Environment : the Role of Economic Instrument, OECD.1994)

2.1.7 ค่าใช้จ่ายของระบบท่อรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย

ค่าใช้จ่ายของระบบท่อรวมและระบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายต่างๆ ดังนี้

2.1.7.1. ค่าลงทุน (Investment costs) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการลงทุนเพื่อสิ่งอำนวยความสะดวกหรือเพื่อใช้เป็นหลักฐานในการผลิตและการให้บริการ ประกอบด้วย

ค่าที่ดิน ซึ่งรวมถึงค่าซื้อที่ดินและค่าพัฒนาที่ดิน ได้แก่ ค่าถมที่ดิน ทำถนน ทางเท้า ค่าติดตั้งเสาไฟฟ้าและค่าวางท่อประปา

ค่าก่อสร้าง รวมทั้งค่าเดินสายและติดตั้งไฟฟ้า น้ำประปา โทรศัพท์ เฟอร์นิเจอร์ และเครื่องใช้สำนักงานต่างๆ

ค่าอุปกรณ์ เครื่องมือ และเครื่องจักรต่างๆ

2.1.7. 2 ค่าดำเนินการและบำรุงรักษา (Operation and maintenance costs) เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อให้โครงการสามารถดำเนินงานได้ตามปกติ ได้แก่ ค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี และค่าบำรุงรักษาให้สิ่งก่อสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ดีตลอดอายุโครงการ

2.1.8 การกำหนดอัตราค่าบริการ

เป็นที่ทราบกันดีว่าทรัพยากรต่างๆ มีอยู่จำกัด ตามหลักเศรษฐศาสตร์ จึงต้องใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้ได้ประโยชน์สูงสุดคุ้มค่ามากที่สุด วิธีการหนึ่งที่จะนำไปสู่การใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพได้ คือ การกำหนดราคาหรือค่าบริการ กล่าวคือ การบริการพื้นฐานทางเศรษฐกิจ

ต้องการใช้ทรัพยากรเป็นจำนวนมาก ดังนั้น จึงต้องมีการเก็บค่าบริการจากผู้ได้รับประโยชน์เพื่อสะท้อนถึงต้นทุนการใช้ทรัพยากรตามปกติ เช่น มีการจักเก็บค่าไฟฟ้า ค่าใช้ถนน ค่าบริการทางด่วน และค่าโทรคมนาคม ค่าบริการที่จัดเก็บนี้ ก็จะจัดเก็บในอัตราที่เหมาะสมที่จะทำให้การใช้ทรัพยากรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพโดยปราศจากการสูญเสียใดๆ ประเด็นสำคัญจึงเกิดขึ้นว่า จะกำหนดอัตราค่าบริการที่เหมาะสมนี้ได้อย่างไร

การกำหนดอัตราค่าบริการที่เหมาะสมนั้น โดยทั่วไปจะอิงอยู่กับแนวคิดที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1) *ประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ* หลักประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจจะเกี่ยวข้องกับแนวคิดที่ว่าการจัดเก็บค่าธรรมเนียมหรือค่าบริการจะต้องกำหนดให้อยู่ในระดับที่เท่ากับต้นทุนหน่วยสุดท้ายของการผลิตสินค้าหรือการบริการ โดยต้นทุนหน่วยสุดท้าย หมายถึง ต้นทุนรวมที่เกิดจากการผลิตสินค้าหรือการให้บริการที่เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งหน่วย ทั้งนี้ เพื่อก่อให้เกิดความมั่นใจได้ว่ามีการจัดสรรหรือการใช้ทรัพยากรไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจโดยส่วนรวม นอกจากนั้น แนวคิดนี้ยังก่อให้เกิดความเป็นธรรมในสังคมอีกด้วย เพราะผู้ใช้หรือผู้ได้รับประโยชน์จะเป็นผู้รับค่าใช้จ่าย ซึ่งเท่ากับต้นทุนของการใช้ทรัพยากรไปเพื่อจัดให้มีสินค้าหรือบริการนั้น ผู้ที่ไม่ได้รับประโยชน์หรือไม่ได้ใช้บริการไม่ว่าด้วยเหตุผลอะไรก็ตามก็ไม่ต้องรับภาระช่วยจ่ายแต่ประการใด
2) *การกระจายรายได้* ถ้ารัฐบาลมีนโยบายที่จะส่งเสริมเรื่องการกระจายรายได้ให้ความเสมอภาคกันมากยิ่งขึ้นแล้ว ค่าบริการตามหลักประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจในข้อ 1. ก็อาจจะไม่เหมาะสมและจะต้องมีการปรับปรุงทั้งนี้โดยพิจารณาความแตกต่างในระดับรายได้และความสามารถที่จะจ่ายของผู้ได้รับประโยชน์จากการให้บริการจากการบำบัดน้ำเสีย เช่น การยกเว้นหรือกำหนดอัตราค่าบริการในอัตราต่ำ สำหรับกลุ่มบุคคลบางประเภท เช่น ทหารผ่านศึก พระภิกษุสามเณร และผู้มีรายได้น้อย
3) *การสร้างรายได้* การกำหนดค่าบริการตามหลักต้นทุนหน่วยสุดท้ายเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปตามหลักเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้ เพื่อให้มีรายได้เพียงพอในการรักษาป้องกันภาวะมลพิษ หรือมีอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนที่เหมาะสมเพียงพอที่จะขยายงานและสมทบการลงทุนในอนาคตได้ด้วย
4) *ประสิทธิภาพของการบริหาร* การกำหนดอัตราค่าบริการที่เหมาะสมจะต้องคำนึงถึงความมีประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจก็ตาม แต่ในขณะขณะเดียวกันก็ควรคำนึงถึงหลักการกระจายรายได้การแสวงหารายได้และความสะดวกในการบริหารและดำเนินการด้วย

ราคาสินค้าหรือค่าบริการที่มีความเหมาะสมจะต้องผสมผสานทั้งสี่แนวคิดเข้าด้วยกัน ดังนั้น ราคาสินค้าหรือค่าบริการที่กำหนดขึ้น จึงอาจจะเท่ากับ มากกว่า หรือน้อยกว่าต้นทุนหน่วยสุดท้ายก็ได้ (สิทธิพร และเทิดศักดิ์,2534)

2.1.9 วิธีการกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย

วิธีการกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียเป็นการกำหนดโดยใช้แบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์คำนวณค่าบริการที่เก็บจากผู้ที่ปล่อยน้ำเสียออกมาทั้งจากบ้านเรือน สำนักงาน และโรงงานอุตสาหกรรม โดยพิจารณาตัวแปร 2 ค่า คือ *ปริมาณน้ำทิ้ง* ซึ่งสามารถคำนวณได้จากปริมาณการใช้น้ำประปา และ*ปริมาณภาระบีโอดี* ซึ่งสามารถประเมินได้โดยการตรวจวิเคราะห์ การแยกคิดคำนวณปริมาณน้ำเสียและปริมาณภาระบีโอดีออกจากกัน มีสาเหตุสำคัญ 2 ประการ คือ ปริมาณน้ำทิ้งจะมีผลโดยตรงต่อขนาดของระบบบำบัดหรือค่าเดินระบบ และอีกประการหนึ่ง คือ เป็นการป้องกันมิให้ผู้ก่อมลพิษเจือจางความเข้มข้นของน้ำเสียด้วยน้ำดีเพื่อลดจำนวนภาระบีโอดีในน้ำเสียของตนเองลง (นระ คมนามูล , 2530)

สูตรในการคำนวณอัตราการจัดเก็บค่าก่อมลพิษ สามารถคำนวณ ได้จาก

ค่าบริการ (บาท/เดือน) = สัมประสิทธิ์ในการลงทุนและการเดินระบบ x ปริมาณน้ำทิ้ง

เมื่อ *สัมประสิทธิ์ของการลงทุน (Investment Cost Coefficient)* คือ ผลรวมของต้นทุนค่าก่อสร้างระบบท่อ ราคาที่ดินและพื้นที่ที่บริการไปถึง

สัมประสิทธิ์ของการเดินระบบ (Operating Cost Coefficient) คือ ค่าการบำบัดต่อหนึ่งหน่วยภาระบีโอดี (BOD loading) ค่าสัมประสิทธิ์ของการเดินระบบ จะขึ้นกับประเภทของระบบบำบัดที่ใช้ (ประกิจ ตันเจริญ, 2530)

ในทางปฏิบัติแล้ว การจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียในนิคมอุตสาหกรรมต่างๆ ก็ใช้หลักการจัดเก็บโดยพิจารณาตัวแปร 2 ตัว ได้แก่ ปริมาณน้ำเสียและปริมาณภาระบีโอดีเช่นกัน เช่น นิคมอุสาหกรรมบางปู จัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสีย โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$TC = 168.74 + 8.0995\ Vi\ Si2/1000 + CP$$

เมื่อ TC คือ ค่าบริการบำบัดน้ำเสีย (บาทต่อเดือน)

Vi คือ ปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยออกมา (ลูกบาศก์เมตรต่อเดือน)

Si คือ ค่าบีโอดีของน้ำเสีย (มิลลิกรัม/ลิตร)

CP คือ ค่าบำบัดน้ำเสียกรณีที่น้ำเสียมีค่ามลภาวะเกินมาตรฐาน

2.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.2.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และวิธีที่ออกแบบมาเพื่อการจัดเก็บ การจัดการ การจัดทำ การวิเคราะห์ การทำแบบจำลอง และการแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อการแก้ปัญหาการวางแผนที่ซับซ้อน และปัญหาการจัดการ (GIS for Environment Management: GIS Concept, 2004)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ในการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูลสัณฐานของวัตถุทุกอย่างบนพื้นผิวโลก เกี่ยวกับระบบแผนที่ รูปถ่ายทางอากาศ (TYDAC Technology Inc.,1987) ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง ลองจิจูด ละติจูด ระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมาย ใช้งานได้ง่าย" (ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย, 2543)

2.2.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ส่วน สำคัญ คือ

1) ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ได้แก่ ระบบประมวลผลและอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ ระบบอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถช่วยให้การประมวลผลมีความรวดเร็วขึ้น

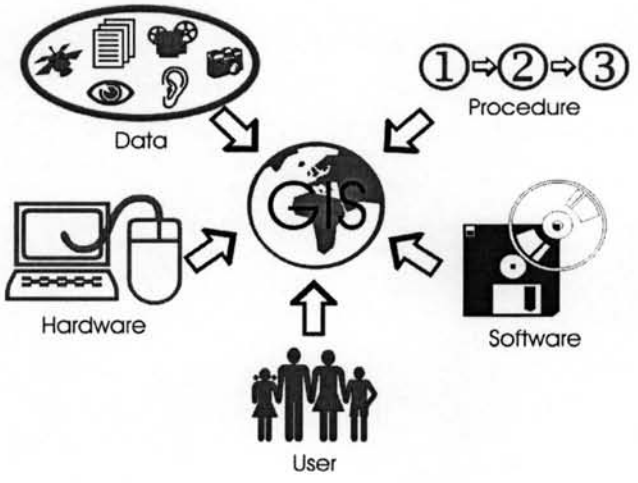
2) *ระบบโปรแกรมคำสั่งหรือซอฟต์แวร์ (Software)* เป็นระบบปฏิบัติหารฐานข้อมูล สถิติ การจัดการข้อมูลภาพ และอื่นๆ ซึ่งทำให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถปฏิบัติงานได้ตามที่ออกแบบไว้ ระบบโปรแกรมประกอบด้วยโปรแกรม 2 ประเภท คือ

- โปรแกรมหลักที่จำเป็น เช่น โปรแกรม Window, Unix ซึ่งทำให้ที่เป็นโปรแกรมพื้นฐานสำหรับการทำงานของโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
- โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น โปรแกรม ArcView, ArcGIS, Mapinfo ทำหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

3) *ข้อมูล(Data)* ข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สำคัญ คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ แผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม นอกจากนี้ ยังรวมถึงข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ และการสำรวจภาคสนามอีกด้วย ข้อมูลดังกล่าวต้องมีความถูกต้อง แม่นยำ เนื่องจากจะส่งผลโดยตรงต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

4) *บุคลากร (User)* คือ ผู้ที่ทำงานกับโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ตั้งแต่การเก็บข้อมูล สำรวจ สัมภาษณ์ นำเข้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล วางแผน เป็นต้น บุคลากรนับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เนื่องจากเป็นส่วนที่ควบคุมองค์ประกอบอื่นๆ ทั้งหมด

5) *กระบวนงาน (Procedure)* คือ กระบวนการวิเคราะห์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งต้องการการวางแผนที่ดี เนื่องจากการวางแผนที่ดีจะช่วยประหยัดเวลา ลดค่าใช้จ่าย และช่วยลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้



ภาพที่ 2.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

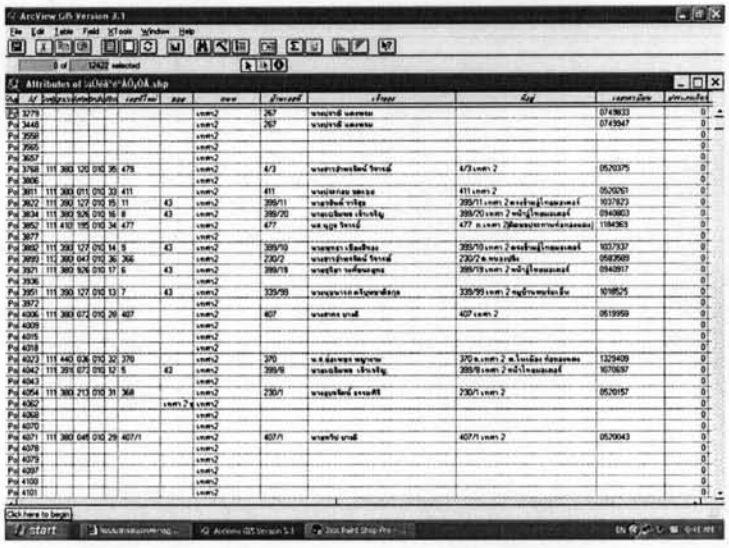
2.2.3 ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ข้อมูลทางภูมิศาสตร์มีส่วนประกอบหลัก 3 อย่าง คือ

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) เป็นข้อมูลซึ่งนำเสนอเกี่ยวกับ รูปทรง ขนาด ทิศทาง และตำแหน่งจากพื้นโลกจริง ซึ่งจะถูกนำเสนอในรูปแบบของ จุด (Point) เส้น (Line) และรูปหลายเหลี่ยม (Polygon)

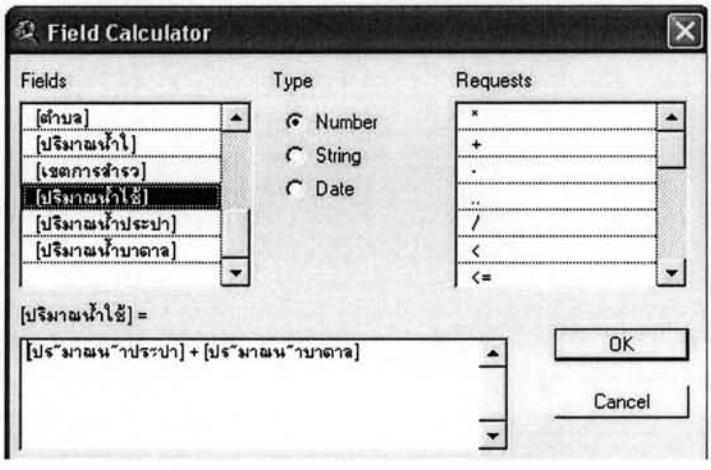
ภาพที่ 2.2 ข้อมูลเชิงพื้นที่

2. ข้อมูลตามลักษณะ (Attributes Data) เป็นข้อมูลที่บรรยายถึงคุณลักษณะของข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ซึ่งอยู่บนพื้นที่



ภาพที่ 2.3 ข้อมูลตามลักษณะ (Attributes Data)

3) ข้อมูลเชิงพฤติกรรม (Behavior Data) หมายถึง การกำหนดเงื่อนไขหรือลักษณะของข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนดตามสภาพแวดล้อมจริงของข้อมูลนั้น



ภาพที่ 2.4 การกำหนดเงื่อนไข

2.2.4 หน้าที่ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ภาระหน้าที่หลักของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ควรจะมีอยู่ด้วยกัน 5 อย่าง ดังนี้

1) การนำเข้าข้อมูล (Input) ก่อนที่ข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะถูกใช้งานได้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลจะต้องได้รับการแปลง ให้มาอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลข (digital format) เสียก่อน เช่น จากแผนที่กระดาษไปสู่ข้อมูลใน รูปแบบดิจิทัลหรือแฟ้มข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้าเช่น เครื่องอ่านพิกัด (Digitizer) เครื่องกราดภาพ (Scanner) และแผงแป้นอักขระ (Keyboard)

2) การจัดดำเนินการ (Manipulation) ข้อมูลที่ได้รับเข้าสู่ระบบบางอย่างจำเป็นต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมกับงาน เช่น ข้อมูลบางอย่างมีขนาดที่แตกต่างกัน หรือใช้ระบบพิกัดแผนที่ที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับให้อยู่ใน ระดับเดียวกันเสียก่อน

3) การบริหารข้อมูล (Management) ระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS จะถูกนำมาใช้ในการบริหารข้อมูลเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพในระบบ GIS DBMS ที่ได้รับการเชื่อถือและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดคือ DBMS แบบ Relational หรือระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS) ซึ่งมีหลักการทำงานพื้นฐานดังนี้คือ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บ ในรูปของตารางหลาย ตาราง

4. การสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูล (Query and Analysis) เมื่อ GIS มีความพร้อมในเรื่องของข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำข้อมูลเหล่านี่มาใช้ให้เกิดประโยชน์

5. การนำเสนอข้อมูล หรือการสร้างภาพนามธรรม (Visualization) จากการดำเนินการเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งยากต่อการ ตีความหมายหรือทำความเข้าใจ การนำเสนอข้อมูลที่ดี เช่น การแสดงชาร์ต (chart) แบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ รูปภาพจากสถานที่จริง ภาพเคลื่อนไหว แผนที่ หรือแม้กระทั้งระบบสื่อประเภทต่างๆ เหล่านี้จะทำให้ผู้ใช้เข้าใจความหมายและมองภาพของผลลัพธ์ที่กำลังนำเสนอได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้ฟังอีกด้วย

2.3 ฐานข้อมูล

2.3.1 ความหมายของระบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล (Database) หมายถึง กลุ่มของข้อมูลที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ โดยมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยไม่ได้บังคับว่า ข้อมูลทั้งหมดนี้จะต้องเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเดียวกันหรือแยกเก็บในหลายแฟ้มข้อมูล นั่นคือ การเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลนั้นอาจจะเก็บทั้งฐานข้อมูล

โดยใช้แฟ้มข้อมูลเพียงแฟ้มข้อมูลเดียวกันได้ หรือจะเก็บไว้ในหลายๆ แฟ้มข้อมูล ที่สำคัญคือจะต้องสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระเบียนและเรียกใช้ความสัมพันธ์นั้นได้ มีการกำจัดความซ้ำซ้อนของข้อมูลออกและเก็บแฟ้มข้อมูลเหล่านี้ไว้ที่ศูนย์กลาง เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ร่วมกัน ควบคุมดูแลรักษาเมื่อผู้ต้องการใช้งานและผู้มีสิทธิ์จะใช้ข้อมูลนั้นสามารถดึงข้อมูลที่ต้องการออกไปใช้ได้ ข้อมูลบางส่วนอาจใช้ร่วมกับผู้อื่นได้ แต่บางส่วนผู้มีสิทธิ์เท่านั้นจึงจะสามารถใช้ได้ โดยทั่วไป องค์กรต่างๆ จะสร้างฐานข้อมูลไว้ เพื่อเก็บข้อมูลต่างๆ ขององค์กร โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลในเชิงธุรกิจ เช่น ข้อมูลของลูกค้า ข้อมูลของสินค้า ข้อมูลของลูกจ้าง และการจ้างงาน เป็นต้น ในการควบคุมดูแลการใช้ฐานข้อมูลนั้น เป็นเรื่องที่ยุ่งยากกว่าการใช้แฟ้มข้อมูลมาก เพราะต้องตัดสินใจว่า โครงสร้างในการจัดเก็บข้อมูลควรจะเป็นเช่นไร การเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างและเรียกใช้ข้อมูลจากโครงสร้างเหล่านี้ ถ้าโปรแกรมเหล่านี้เกิดทำงานผิดพลาดขึ้นมา ก็จะเกิดความเสียหายต่อโครงสร้างของข้อมูลทั้งหมดได้ เพื่อเป็นการลดภาวะการทำงานของผู้ใช้ จึงได้มีส่วนของฮาร์ดแวร์และโปรแกรมต่างๆ ที่สามารถเข้าถึงและจัดการข้อมูลในฐานข้อมูลนั้น เรียกว่า **ระบบจัดการฐานข้อมูล** (Database management system, DBMS)

ระบบจัดการฐานข้อมูล คือ ซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล ซึ่งมีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายสะดวกและมีประสิทธิภาพ การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้อาจเป็นการสร้างฐานข้อมูล การแก้ไขฐานข้อมูล หรือการตั้งคำถามเพื่อให้ข้อมูลมา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล เปรียบเสมือนเป็นสื่อกลางระหว่างผู้ใช้และโปรแกรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล (โครงการเครือข่ายสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา ทบวงมหาวิทยาลัย:2544)

2.3.2 ความสำคัญของระบบฐานข้อมูล

การจัดข้อมูลให้เป็นระบบฐานข้อมูลทำให้ข้อมูลมีส่วนดีกว่าการเก็บข้อมูลในรูปของแฟ้มข้อมูล เพราะการจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูล จะมีส่วนที่สำคัญกว่าการจัดเก็บข้อมูลในรูปของแฟ้มข้อมูล ดังนี้

1) ลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน ระบบฐานข้อมูลสามารถลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลลงได้ โดยการรวบรวมข้อมูลไว้ที่ส่วนกลางแทนที่จะให้ผู้ใช้ทุกคนมีข้อมูลทั้งหมด ซึ่งจะช่วยลดเนื้อที่การจัดเก็บข้อมูลได้อย่างมาก

2) รักษาความถูกต้องของข้อมูล การเก็บฐานข้อมูลไว้ในที่เดียว ทำให้ผู้ใช้แต่ละคนได้รับข้อมูลที่ตรงกัน การแก้ไขข้อมูลทำได้ง่าย โดยการแก้ไขที่ส่วนกลางแห่งเดียว

3) *มีความสะดวกในการป้องกันและรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูล* โดยการกำหนดสิทธิของผู้ใช้แต่ละคน ว่าสามารถจัดการฐานข้อมูลได้ในระดับใด และเข้าสู่ส่วนใดได้บ้าง

4) การบูรณาการข้อมูล เนื่องจากในระบบฐานข้อมูลจะเป็นที่เก็บรวบรวมข้อมูลของผู้ใช้ทุกคนไว้รวมกัน ผู้ใช้แต่ละคนจึงสามารถที่จะใช้ข้อมูลที่ไม่ใช่ข้อมูลของตนเองด้วย ซึ่งเป็นการแบ่งปันข้อมูลระหว่างผู้ใช้ระบบฐานข้อมูลทั้งหมด

5) ความเป็นอิสระของข้อมูล ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับตนเอง จะสามารถสร้างข้อมูลนั้นขึ้นมาใช้ใหม่ได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อระบบฐานข้อมูล เพราะข้อมูลที่ผู้ใช้นำมาประยุกต์ใช้ใหม่นั้นจะไม่กระทบต่อโครงสร้างที่แท้จริงของการจัดเก็บข้อมูล เมื่อต้องการจัดเพิ่มเติมข้อมูลที่เกี่ยวข้องก็สามารถเพิ่มได้อย่างง่ายไม่ซับซ้อน เนื่องจากมีความเป็นอิสระของข้อมูล จึงไม่มีผลกระทบต่อข้อมูลเดิมที่มีอยู่

2.3.3 การบริหารฐานข้อมูล

ในระบบฐานข้อมูลนอกจากจะมีระบบการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นเพื่อจัดการกับข้อมูลให้เป็นระบบ จะได้นำไปเก็บรักษา เรียกใช้ หรือนำมาปรับปรุงให้ทันสมัยได้ง่ายแล้ว ในระบบฐานข้อมูลยังต้องประกอบด้วยบุคคลที่มีหน้าที่ควบคุมดูแลระบบฐานข้อมูล คือ ผู้บริหารฐานข้อมูล

เหตุผลสำหรับประการหนึ่งของการจัดทำระบบจัดการฐานข้อมูล คือ การมีศูนย์กลางควบคุมทั้งข้อมูลและโปรแกรมที่เข้าถึงข้อมูลเหล่านั้น บุคคลที่มีอำนาจหน้าที่ดูแลการควบคุมนี้เรียกว่า ผู้บริหารฐานข้อมูล หรือ DBA (Database Administor) คือ ผู้มีหน้าที่ควบคุมการบริหารงานของฐานข้อมูลทั้งหมด โครงการเครือข่ายสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา ทบวงมหาวิทยาลัย,2544)

2.3.4 หน้าที่ของผู้บริหารฐานข้อมูล

1) กำหนดโครงสร้างหรือรูปแบบของฐานข้อมูล โดยทำการวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกระบบที่จะรวมข้อมูล วิธีการจัดเก็บข้อมูล และเทคนิคในการเรียกใช้ข้อมูล

2) กำหนดโครงสร้างของอุปกรณ์เก็บข้อมูล และวิธีการเข้าถึงข้อมูล พร้อมทั้งกำหนดแผนการในการสร้างระบบข้อมูลสำรอง และการฟื้นสภาพ โดยการจัดเก็บข้อมูลสำรองไว้ทุกระยะ และจะต้องเตรียมการซ่อมแซมเมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้น

3) มอบหมายขอบเขตอำนาจหน้าที่ของการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ โดยการประสานงานกับผู้ใช้ ให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ใช้ และตรวจตราความต้องการของผู้ใช้ (โครงการเครือข่ายสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา ทบวงมหาวิทยาลัย, 2544)

2.3.5 ระบบการจัดการฐานข้อมูล

หน้าที่ของระบบการจัดการฐานข้อมูล มีดังนี้

1) ดูแลการใช้งานให้กับผู้ใช้ ในการติดต่อกับตัวจัดการระบบแฟ้มข้อมูลได้ ในระบบฐานข้อมูลนี้ข้อมูลจะมีขนาดใหญ่ ซึ่งจะถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรองเมื่อผู้ใช้ต้องการจะใช้ฐานข้อมูล ระบบการจัดการฐานข้อมูลจะทำหน้าที่ติดต่อกับระบบแฟ้มข้อมูลซึ่งเสมือนเป็นผู้จัดการแฟ้มข้อมูล (File manager) นำข้อมูลจากหน่วยความจำสำรองเข้าสู่หน่วยความจำหลักเฉพาะส่วนที่ต้องการใช้งาน และทำหน้าที่ประสานกับตัวจัดการระบบแฟ้มข้อมูลในการจัดเก็บเรียกใช้ และแก้ไขข้อมูล

2) ควบคุมระบบความปลอดภัยของข้อมูล โดยป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้ามาเรียกใช้หรือแก้ไขข้อมูลในส่วนป้องกันเอาไว้ พร้อมทั้งสร้างฟังก์ชันในการจัดทำข้อมูลสำรอง โดยเมื่อเกิดมีความขัดข้องของระบบแฟ้มข้อมูลหรือของเครื่องคอมพิวเตอร์เกิดการเสียหายนั้น ฟังก์ชันนี้จะสามารถทำการฟื้นสภาพของระบบข้อมูลกลับเข้าสู่สภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์ได้

3) ควบคุมการใช้ข้อมูลในสภาพที่มีผู้ใช้พร้อมกันหลายคน โดยจัดการเมื่อมีข้อผิดพลาดของข้อมูลเกิดขึ้น และจัดลำดับการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้แต่ละราย

สรุป

เมื่อบูรณาการองค์ความรู้ในเรื่องน้ำเสีย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และฐานข้อมูลแล้ว จะสามารถสร้างระบบจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพได้ โดยอาศัยความรู้ในเรื่องน้ำเสียในการพิจารณาต้นทุนและคำนวณค่าบำบัดน้ำเสียที่ต้องการเก็บ และใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการวางแผน สำรวจข้อมูลภาคสนาม ทำแผนที่ โดยนำข้อมูลที่ได้มาเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลในลำดับต่อไป

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พลินี นิวัฒน์ภูมินทร์ (2544) ได้ทำการศึกษา "แนวทางการจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียของกรุงเทพมหานคร" พบว่า กรุงเทพมหานครยังไม่สามารถออกข้อบัญญัติเกี่ยวกับการจัดเก็บ

ค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นผลจากการล่าช้าในการตีความข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายฉบับและซ้ำซ้อน และจากประสบการณ์ในการจัดเก็บค่าธรรมเนียมบำบัดน้ำเสียของเมืองพัทยาและเทศบาลป่าตอง จังหวัดภูเก็ต และการเก็บค่าธรรมเนียมเก็บขนขยะของกรุงเทพมหานคร พบว่า การจัดเก็บค่าธรรมเนียมอย่างมีประสิทธิผลจะขึ้นอยู่กับการมีรูปแบบการจัดเก็บที่เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วย ค่าธรรมเนียมที่เหมาะสม นั่นคือ สอดคล้องกับค่าใช้จ่ายและค่าบำรุงรักษา และการมีหน่วยงานจัดเก็บค่าธรรมเนียมที่มีประสิทธิภาพ นั่นคือ สามารถจัดเก็บได้ครอบคลุมครัวเรือนจำนวนมาก มีค่าใช้จ่ายในการบริหารต่ำ และสามารถจัดเก็บรายได้เพียงพออย่างน้อยเท่ากับค่าใช้จ่ายในการเดินระบบและการบำรุงรักษา

งานวิจัยนี้ทำให้ตระหนักถึงความสำคัญของการสำรวจภาคสนาม ซึ่งต้องทำอย่างครอบคลุมพื้นที่ศึกษาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ และทำให้เกิดแนวคิดเรื่องการจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียให้เพียงพอกับต้นทุนการบำบัดน้ำเสียของเทศบาล

จุฑารัตน์ บุญโท และคณะ (2547) ได้ทำการศึกษา "การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการจ่ายค่าธรรมเนียมการบำบัดน้ำเสียของประชาชนในเขตเทศบาลเมืองขอนแก่น" พบว่า ประชนชนส่วนใหญ่เห็นว่า ตนเองไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำให้น้ำเสีย แต่ยินดีจ่ายค่าธรรมเนียมในการบำบัดน้ำเสีย จำนวนเงินที่จะจ่ายมีความสัมพันธ์กับอายุ การศึกษา และรายได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ 0.05 และสามารถที่จะจ่ายและความเต็มใจที่จะจ่ายค่าธรรมเนียม มีความสัมพันธ์กับระดับการศึกษา รายได้ ทัศนคติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ 0.05 ประชาชนส่วนใหญ่ยังไม่ทราบว่า รัฐบาลได้ออกกฎหมายเก็บค่าบำบัดน้ำเสียแล้ว ดังนั้น ภาครัฐควรประชาสัมพันธ์ในความรู้แก่ประชาชนมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้ทำให้ทราบว่า ในทางปฏิบัติ การจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสีย น่าจะเป็นไปได้ เนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่มีความเต็มใจ และมีความสามารถที่จะจ่ายค่าบำบัดน้ำเสียได้

ยุพิน กาญจนประภาส (2536) ได้ทำการศึกษา "อัตราค่าบริการที่เหมาะสมของโครงการระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียจังหวัดเชียงใหม่" พบว่า ผลการศึกษาการกำหนดอัตราการใช้ค่าบำบัดน้ำเสียโดยใช้ หลักต้นทุนเฉลี่ยเพิ่ม และการกำหนดอัตราค่าบริการที่เหมาะสมโครงการระบบบำบัดน้ำเสียเมืองเชียงใหม่ โดยพิจารณาสัดส่วนในรายได้เฉลี่ยครัวเรือน สรุปได้ดังนี้

1) อัตราการจัดเก็บที่ครอบคลุมเฉพาะค่าลงทุนจะเท่ากับ 5.39 บาท/ลบ.ม. หรือ 176.25 บาท/เดือน/ครัวเรือน

2) อัตราการจัดเก็บที่ครอบคลุมเฉพาะค่าบริหารและดำเนินงาน จะเท่ากับ 0.22 บาท/ลบ.ม. หรือ 7.19 บาท/เดือน/ครัวเรือน

3) อัตราการจัดเก็บที่ครอบคลุมทั้งค่าลงทุนและค่าบริหารดำเนินงานจะเท่ากับ 5.61 บาท/ลบ.ม. หรือ 183.45 บาท/เดือน/ครัวเรือน

และยังเสนอว่า ระยะแรกควรจัดเก็บเพียงร้อย 0.3 ของรายได้เฉลี่ยครัวเรือน เพื่อให้ประชาชนไม่มีภาระมากเกินไป จนคิดหลีกเลี่ยงการจ่ายค่าบำบัดน้ำเสีย

งานวิจัยนี้ทำให้ตระหนักว่าการจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียสมควรที่จะมีความยืดหยุ่น ให้เทศบาลมีโอกาสที่จะพิจารณาเก็บค่าบำบัดน้ำเสียตามที่เห็นสมควร ส่งผลต่อการสร้างแบบจำลอง และการเขียนโปรแกรมประยุกต์ ว่าสมควรที่จะสามารถปรับเปลี่ยนมูลค่าค่าบำบัดน้ำเสียที่เทศบาลต้องการจัดเก็บได้ เพื่อให้การจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียมีความราบรื่น และไม่สร้างภาระให้กับประชาชน

สัญชัย สูติพันธ์วิหาร (2539) ทำการศึกษาเรื่อง "การมีส่วนร่วมของประชาชนต่อปัญหามลพิษทางน้ำของชุมชน กรณีศึกษา เทศบาลเมืองภูเก็ต" พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่มีความเห็นว่า โรงแรม ภัตตาคาร และร้านอาหาร เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ทำให้เกิดน้ำเน่าเสีย ส่วนแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด คือ ประชาชนทุกคนต้องร่วมมือป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น สถานประกอบการต้องทำการบำบัดน้ำก่อนปล่อยน้ำลงสู่แหล่งน้ำ รัฐบาลควรให้ความสำคัญต่อการให้ความรู้กับประชาชน และควรมีการสนับสนุนการจัดตั้งองค์กรเพื่อให้เกิดความร่วมมือระหว่างรัฐ เอกชน และประชาชน

งานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงประเภทของแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญ ซึ่งส่วนใหญ่มีภาระบีโอดีสูง สมควรที่จะนำค่าบีโอดีมาพิจาณาในการคำนวณค่าบำบัดน้ำเสีย

หดิรัตน์ หล่อเพ็ญศรี (2540) ทำการศึกษาเรื่อง "ความเป็นไปได้ในการจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสีย กรณีศึกษา โครงการบำบัดน้ำเสียสี่พระยา" พบว่า กลุ่มครัวเรือนที่อยู่อาศัยเต็มใจที่จะจ่ายค่าบำบัดน้ำเสีย 3.69 บาท/ลบ.ม. หรือ 173.43 บาท/เดือน กลุ่มสถานประกอบการขนาดเล็กมีความเต็มใจที่จะจ่ายค่าบำบัดน้ำเสีย 4.32 บาท/ลบ.ม. หรือ 520 บาท/เดือน กลุ่มสถานประกอบการขนาดใหญ่เต็มใจที่จะจ่ายค่าบำบัดน้ำเสีย 9.33 บาท/ลบ.ม. หรือ 1,966 บาท/เดือน

ส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการจัดเก็บค่าบริการตามปริมาณการใช้น้ำประปา และเห็นว่าควรประเมินหลายวิธีรวมกัน เช่น ค่าความสกปรก และจำนวนห้องพัก

งานวิจัยนี้ทำให้ตระหนักถึงความสำคัญของการพิจารณาจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียตามปริมาณการใช้น้ำ โดยต้องนำเข้ามาคำนวณในแบบจำลองการจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียร่วมกับค่าบีโอดี นอกจากนี้ยังให้แนวคิดที่ว่า การประเมินค่าบำบัดน้ำเสียอาจใช้หลายวิธีร่วมกันได้ ซึ่งภายหลังผู้เขียนวิทยานิพนธ์ได้จัดทำโปรแกรมประยุกต์ โดยเพิ่มค่าธรรมเนียมเข้าไปในวิธีการจัดเก็บร่วมกับการพิจารณาภาระบีโอดี

2.5 แนวทางในการดำเนินงานวิจัย

โดยสรุปแล้วเนื้อหางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำเสีย และการจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียในรูปแบบต่างๆ ซึ่งการจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียนั้นจำเป็นต้องพิจารณาทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของน้ำเสีย โดยต้องคำนึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ต้นทุนของเทศบาล และความเต็มใจของประชาชน ตลอดจนความสำคัญของแบบจำลองและโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งต้องมีความยืดหยุ่น เพื่อให้เทศบาลสามารถนำไปใช้ได้จริงต่อไป

ถึงแม้ว่าในประเทศไทยจะเริ่มมีผู้ที่เห็นความสำคัญของการนำค่าบีโอดีมาใช้ในการคำนวณค่าบำบัดน้ำเสียบ้างแล้ว แต่การคำนวณยังใช้การแบ่งแบบหยาบ คือ แบ่งประเภทของแหล่งกำเนิดน้ำเสียออกเป็น 2-3 ประเภทเท่านั้น ประกอบกับในการทบทวนวรรรกรรมของผู้วิจัยยังไม่พบการนำโปรแกรมประยุกต์มาช่วยให้เกิดความสะดวกในการคำนวณ ดังนั้นในงานวิจัยขั้นต่อไป ผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการนำค่าบีโอดีมีใช้ในแบบจำลอง โดยระบุค่าบีโอดีของแหล่งกำเนิดน้ำเสียต่างๆ ให้มีความละเอียดมากขึ้น เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการคำนวณค่าบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งควรมีการจัดทำโปรแกรมประยุกต์ เพื่อให้การจัดเก็บค่าบำบัดน้ำเสียมีความรวดเร็ว ถูกต้องสะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น