บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

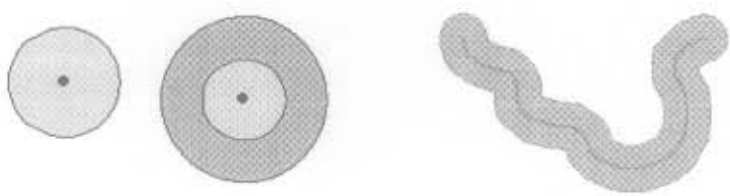
1. ทฤษฎีและความหมาย

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีความสามารถในการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่หลายๆ ชั้นข้อมูลมาซ้อนทับกัน เพื่อทำการวิเคราะห์และกำหนดเงื่อนไขต่างๆ โดยใช้คอมพิวเตอร์ตามวัตถุประสงค์ หรือตามแบบจำลอง ซึ่งอาจเป็นการเรียกค้นข้อมูลอย่างง่าย หรือซับซ้อน เช่น โมเดลทางสถิติหรือโมเดลทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากชั้นข้อมูลต่างๆ ถูกจัดเก็บโดยอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ มีการจัดเก็บอย่างมีระบบและประมวลผลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ผลที่ได้รับจากการวิเคราะห์จะเป็นอีกชั้นข้อมูลหนึ่งที่มีลักษณะแตกต่างไปจากชั้นข้อมูลเดิม ที่ใช้ในการศึกษา กระบวนการมีดังต่อไปนี้

1.1 การวิเคราะห์แบบซ้อนทับ (Overlay analysis)

1.1.1 พื้นที่กันชน(Buffer)

การสร้างแนวพื้นที่รอบสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นระยะทางตามที่กำหนด เรียกว่า การสร้างพื้นที่กันชน สำหรับข้อมูลแบบเวคเตอร์ สามารถสร้างพื้นที่กันชนรอบจุด เส้น และพื้นที่ ได้ ส่วนข้อมูลราสเตอร์ก็สามารถสร้างพื้นที่กันชนได้เช่นกัน แต่ด้วยลักษณะโครงสร้างข้อมูลซึ่งเป็นกริดเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ากริดเซลล์มีขนาดใหญ่ การสร้างพื้นที่กันชนก็จะยิ่งมีความคลาดเคลื่อนเชิงระยะทาง ดังนั้นการสร้างพื้นที่กันชนจึงมักจะใช้สำหรับข้อมูลแบบเวคเตอร์ สำหรับข้อมูลประเภทหนึ่งๆ สามารถสร้างพื้นที่กันชนได้หลายช่วง (Ring) ตามระยะทางที่กำหนด โดยพื้นที่กันชน 1 ชั้นและ 2 ชั้นของข้อมูลประเภทจุด และพื้นที่กันชนของเส้นได้แสดงในภาพที่ 2.1 ตามลำดับ



ภาพที่ 2.1 พื้นที่กันชนของข้อมูลประเภทจุดและเส้น

1.1.2 การซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่

การซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลหลายชั้นข้อมูลร่วมกัน โดยข้อมูลเหล่านั้นต้องอยู่ในบริเวณเดียวกันและมีคุณลักษณะต่างกัน ผลจากการวิเคราะห์จะทำให้ได้ชั้นข้อมูลใหม่ เช่น การวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต A โดยชั้นข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ร่วมกันประกอบด้วย การกระจายของสิ่งมีชีวิตชนิด X, Y และ Z ซึ่งมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต A ชั้นข้อมูลภูมิประเทศ ชั้นข้อมูลการใช้

ประโยชน์ที่ดิน ชั้นข้อมูลการถือครองกรรมสิทธิ์ที่ดิน และชั้นข้อมูลพื้นที่อนุรักษ์ แผนผังการวิเคราะห์ข้อมูลได้แสดงในภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการซ้อนทับข้อมูลเชิงพื้นที่

1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยความสัมพันธ์ของปัจจัยหลายปัจจัย (Multi Criteria Analysis: MCA)

คือ การวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกันอยู่ในรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ และประยุกต์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้โดยสามารถนำมาพัฒนาในโปรแกรม Arc View GIS 3.2a ที่มีชื่อว่า Multi Criteria Evaluator ซึ่งมีสมการในการคำนวณคือ

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} (f_{ji} w_j)$$

S_i = ผลคะแนนรวมทั้งหมดของทุกปัจจัย

f_{ji} = ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภทของชั้นข้อมูล i ของปัจจัย j

w_i = ค่าความสำคัญของปัจจัย j

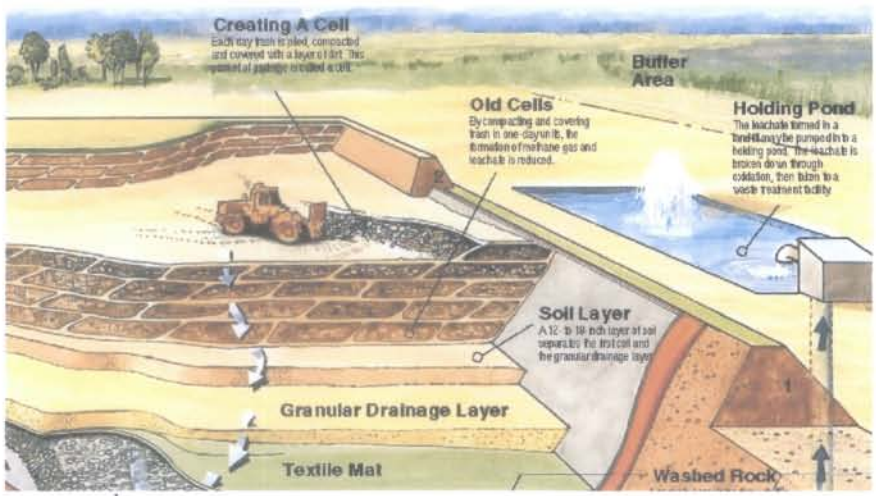
i = ประเภทของชั้นข้อมูลในแต่ละปัจจัย

j = ปัจจัยแต่ละประเภท

1.3 ระบบกำจัดมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

เป็นการกำจัดขยะมูลฝอยโดยการนำไปฝังกลบในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับการคัดเลือกตามหลักวิชาการทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม วิศวกรรม สถาปัตยกรรม และการยินยอมจากประชาชน จากนั้นจึงทำการออกแบบและก่อสร้าง โดยมีการวางมาตรการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น เช่น การปนเปื้อนของน้ำเสียจากกองขยะมูลฝอย ซึ่งถือว่าเป็นน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกสูงไหลซึมปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ทำให้คุณภาพน้ำใต้ดินเสื่อมสภาพลงจนส่งผลกระทบต่อประชาชนที่ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค นอกจากนี้ยังต้องมีมาตรการป้องกันน้ำท่วม กลิ่นเหม็น และผลกระทบต่อสภาพภูมิทัศน์ รูปแบบการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล อาจใช้วิธีขุดให้ลึกลงไปในชั้นดินหรือการถมให้สูงขึ้นจากระดับพื้นดิน หรืออาจจะใช้ผสมสองวิธี ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศซึ่งมีการออกแบบระบบส่วนมากใช้วิธีการแบบฝังกลบบนพื้นที่ (Area Method) เป็นวิธีการฝังกลบที่เริ่มจากระดับดินเดิมโดยไม่มีการขุดในการฝังกลบ ดังนั้นการฝังกลบขยะมูลฝอย

โดยวิธีนี้จำเป็นต้องทำคันดิน (Embankment or Berm) ตามแนวขอบพื้นที่จำกัด เพื่อทำหน้าที่เป็นผนังหรือขอบยันการบดอัดมูลฝอย และทำหน้าที่ป้องกันน้ำเสียที่เกิดจากการย่อยสลายของขยะมูลฝอยที่บดอัดและฝังกลบแล้วไม่ให้ซึมออกด้านนอก เพราะจะทำให้เกิดสภาพไม่น่าดูและเกิดมลพิษทางน้ำได้ ซึ่งในการฝังกลบจะทำการบดอัดมูลฝอยตามแนวราบก่อนแล้วค่อยบดอัดทับในชั้นถัดไปสูงขึ้นเรื่อยๆ จนได้ระดับตามที่กำหนดลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ ที่จำเป็นต้องใช้วิธีนี้คือ ที่ราบลุ่มหรือพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าผิวดินเล็กน้อย (ไม่เกิน 1 เมตร) ทำให้ไม่สามารถขุดดินเพื่อกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบแบบขุดร่องได้เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำเสียจากขยะมูลฝอย ต่อน้ำใต้ดินได้ การกำจัดด้วยวิธีนี้จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง เนื่องจากจำเป็นต้องจัดหาดินมาจากที่อื่นเพื่อมาทำคันดินและใช้ในการกลบทับขยะมูลฝอยในแต่ละวันด้วย นอกจากนี้ในการฝังกลบขยะมูลฝอยหากมีความสูงมากเกินไปจะทำให้ทัศนียภาพของบริเวณดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นจึงไม่ควรถมสูงเกินระดับของไม้ยืนต้นที่ใช้เป็นแนวพื้นที่กันชน ดังภาพที่ 2.3 และ ภาพที่ 2.4 (ธวัชชัย เนียรวิฑูรย์, 2534)



ภาพที่ 2.3 แบบจำลองระบบกำจัดมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

ภาพที่ 2.4 สภาพพื้นที่จริงของระบบกำจัดมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะของที่ดินสำหรับพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย มีการศึกษาอย่างกว้างขวางในเรื่องการคัดเลือกพื้นที่และการประเมินพื้นที่ที่เหมาะสม โดย Balzer D, MaurerU. (1998) ได้ศึกษาวิธีการคัดเลือกพื้นที่และการประเมินพื้นที่ด้วยกระบวนการ GIS-base sensitivity analysis ในประเทศเยอรมัน ซึ่งทำการรวบรวมข้อมูล Spatial data และ non- Spatial data จัดการฐานข้อมูลดังกล่าวด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Arc/Info 7.2.1 ArcGis 8.2 ArcView GIS 3.2 และ Access 2000 ซึ่งปัจจัยดังกล่าวได้แก่ ระยะทาง (Distance) ข้อมูลที่เกี่ยวกับแผ่นดินไหว ลักษณะของภูเขาไฟ(Future potential volcanic activity) การเคลื่อนตัวของเปลือกโลกในปัจจุบัน (Recent vertical crustal movements) แหล่งน้ำ(Water reservoir) และเขตพื้นที่สงวน (Protected areas) แล้วทำการจัดการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ขั้นตอนคือ พิจารณาการคัดเลือกพื้นที่มีปัจจัยที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม สร้างแผนที่ของพื้นที่ และหาความเหมาะสมของพื้นที่ โดยการให้ค่า Rank ของปัจจัยแต่ละปัจจัยมีค่า 1-10 และช่วงคะแนนแต่ละ Rank มีค่า 0-9 % นำปัจจัยที่ได้กำหนดค่าน้ำหนักให้แก่ปัจจัยแล้วคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป PCS ซึ่งใช้สมการคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล สุดท้ายเมื่อได้ค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยออกมาแล้วทำการกำหนดระดับความเหมาะสมแล้วจึงสร้างแผนที่

Herzog MT. (1999) ได้อาศัยกระบวนการ Engineering Decision support System, DDS อาศัยการพิจารณาปัญหาในลักษณะข้อมูลที่รวบรวมได้ในการศึกษาครั้งหนึ่งๆ ซึ่งขาดการพิจารณาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงอย่างเหมาะสม ทำให้ต้องใช้กระบวนการทาง GIS มาร่วมด้วยผ่านทางการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปซึ่งใช้ Avenue ใน ArcView GIS ในการพัฒนาโปรแกรม วัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบ ซึ่งมีปัจจัยนำเข้าทางกายภาพที่สำคัญคือระยะห่างจากสนามบิน แหล่งน้ำ ชุมชน เขตสงวนหรือพื้นที่เสี่ยงต่อผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ความเหมาะสมของดิน การจัดการพื้นที่ (Zoning) ความเป็นไปได้ของพื้นที่ เช่นความลาดชัน การประเมินพื้นที่ งบประมาณ ทำการสร้างปรับปรุงให้ข้อมูลที่ได้มาเข้าในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่แล้วใช้กระบวนการ Buffer และ Calulate distance และ Overlay ปัจจัยเข้าด้วยกัน จากนั้นใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นทำการจัดลำดับของปัญหา (Ranking) ร่วมกับ Multi-criteria decision analysis Model

Basnet BB. et al. (2001) ได้ทำการศึกษาการเลือกพื้นที่สำหรับกำจัดสิ่งปฏิกูลจากการเลี้ยงสัตว์ ที่ Southeast Queenland ,Australia ซึ่งปัจจัยนำเข้ามีดังนี้ ข้อมูลประเภทของดิน (Soil type) ได้แก่ การซึมซาบของดิน (Permeability) เนื้อดิน (Texture) ความลึกของดิน (Depth) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (Ph) ข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน(Land cover) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) ความลาดชันของพื้นที่ (Slope) และ ระยะทางที่ห่างจากชุมชน (Distance) โดยนำเข้าข้อมูลที่รวบรวมมาซึ่งมีหลายรูปแบบ การประมวลผลขั้นต้น (Preprocessing) แปลงให้ข้อมูลเหล่านั้นอยู่ในรูปแบบ Arc/Info format ปรับแก้ด้วยกระบวนการ Edge matching ,Editing and/or Correcting ,Projection to UTM coordinates ,Cleaning, topology Building โดยใช้โปรแกรม Arc/Info จากนั้นเข้าสู่กระบวนการ Processing to Grid โดยใช้ข้อมูล Contour ,Drainage ,Digital Elevation Model :DEM สุดท้ายจะได้ข้อมูลในรูปแบบ Grid data เพื่อนำมาใช้ในการ Classification และ ถ่วงน้ำหนัก Weight ให้แต่ละปัจจัยในแต่ละข้อมูล ปัจจัยต่างๆที่ได้ถ่วงน้ำหนักแล้วนำมาวิเคราะห์ตามลำดับขั้นด้วยกระบวนการ Analytical Hierachy Process (AHP) ในการตัดสินใจเลือกพื้นที่โดยอาศัยตารางการเปรียบเทียบ pairwise comparison matrix ซึ่งผล

จากการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้นั้นได้พื้นที่เหมาะสมร้อยละ 16 ของพื้นที่ศึกษาและสามารถจัดระดับความเหมาะสมได้เป็นพื้นที่มีความเหมาะสมระดับต่ำ ปานกลางและมาก

Starrette S. et al. (2001) ทำการศึกษาระบบการจัดขยะมูลฝอยการใช้เทคโนโลยี GIS เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของน้ำเสียจากขยะ(Leachate)ลงสู่น้ำใต้ดินและผิวดิน โดยการกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่เขตชุมชนที่อยู่อาศัย เขตพื้นที่เพาะปลูก ทุ่งหญ้า ป่าไม้ แหล่งน้ำผิวดิน แม่น้ำ ทะเลสาบ โดยรวมชั้นข้อมูลต่างๆเข้าด้วยกันด้วยโปรแกรม ArcView GIS, SURFERและ AUTOCAD ใช้ในการ Digitizing ข้อมูลแล้วส่งออกไปยัง โปรแกรม ArcView GIS เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลต่อ แล้วนำเอาปัจจัยที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของน้ำใต้ดินได้แก่ ลักษณะทางธรณีวิทยา (Geology) การเปลี่ยนแปลงของผิวโลกเนื่องจากภูเขาไฟ แผ่นดินไหว (Tectonic) อุทกวิทยา (Hydrogeology) ลักษณะการเกิดแผ่นดินไหว (Earthquake epicenters) ความหนาแน่นของประชากร (Population density) เขตพื้นที่สงวน (Protected areas) และขนาดของพื้นที่ (Mining areas) แล้วซ้อนทับข้อมูลเพื่อให้ได้บริเวณที่เหมาะสมแสดงและเป็นแผนที่

Leao S. et al. (2001) ซึ่งศึกษาการประเมินความต้องการของการกำจัดขยะมูลฝอยในเขตชุมชนเมือง Porto Alegre ,Brazil ได้ศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างขนาดของพื้นที่ที่มีอยู่กับพื้นที่ที่ต้องการในการกำจัดขยะ โดยเมื่อเวลาผ่านไปช่วงหนึ่งแล้วนั้นปริมาณความต้องการพื้นที่จะเพิ่มขึ้น แต่พื้นที่ที่มีอยู่จะลดลงเรื่อยๆ แม้จะอาศัยระบบกำจัดขยะหลายๆ รูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการฝังกลบ การใช้เตาเผา การหมักทำปุ๋ย และการรีไซเคิล ดังนั้นในการเลือกพื้นที่กำจัดขยะจำเป็นต้องพิจารณาการเพิ่มของประชากรซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณขยะที่เกิดขึ้น การขยายตัวของเมืองซึ่งจำเป็นจะต้องพิจารณาในการหาพื้นที่ และวิธีการกำจัดขยะที่เหมาะสม ซึ่งอาศัยการบูรณาการปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย Multi-Criteria method และ Multi-Objective method อาศัย การพัฒนา Avenue ใน ArcView GIS ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ข้อมูลเป็นสองส่วนโดยที่ส่วนแรกคือ ข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงได้แก่ข้อมูลที่เกี่ยวกับปัจจัยทางกายภาพ เช่น แหล่งน้ำ ลักษณะดิน ความลาดชัน พื้นที่สงวน (สวนสาธารณะ) และส่วนที่สองข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น ระยะทางจากชุมชนถึงสถานที่กำจัดขยะ ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ขนาดของพื้นที่ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาทำการเปรียบเทียบระหว่างขนาดของพื้นที่และช่วงเวลา(ปี) โดยแสดงผลเป็นแผนที่ของพื้นที่เหมาะสมที่มีความสัมพันธ์กับเวลา(ปี)

Vatalis K, Macliadis O.(2002) ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ A Two-level multicriteria เพื่อหาพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย โดยมีขั้นตอนศึกษา 2 ขั้นตอนคือนำข้อมูล การใช้ประโยชน์ที่ดิน เขตชุมชน ผังเมือง ทุ่งหญ้า พื้นที่เพาะปลูก พื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ เส้นชั้นความสูง ในโปรแกรม ArcView GIS 3.2 ขั้นตอนที่ 2 ทำการคัดเลือกพื้นที่จากการกำหนดค่าน้ำหนักให้แต่ละปัจจัยแต่ละด้านไว้คือ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและปัจจัยด้านเทคนิค แล้วทำการจัดช่วงคะแนนสร้างแผนที่ความเหมาะสมของที่ดิน

Patil MP et al. (2002) ได้ทำการศึกษาผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นของพื้นที่ทิ้งขยะอันตรายโดยอาศัยกระบวนการหลายขั้นตอนซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกใช้ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลจาก Satellite: IRS-1 B ,Sensor: LISS-II เพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมดิน ขั้นตอนที่สองนำข้อมูลแผนที่ลักษณะภูมิประเทศมาจำแนกบริเวณที่ใช้พิจารณาเป็นที่ตั้งของสถานที่กำจัดขยะ ขั้นตอนที่สามพิจารณาผลกระทบของแหล่งน้ำใต้ดินดัชนีศักยภาพการปนเปื้อนของน้ำใต้ดิน และขั้นตอนสุดท้ายการจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ โดยมีวิธีการศึกษาโดยใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องนำมาถ่วงน้ำหนักให้คะแนนแล้วแปลผลการจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ ซึ่งปัจจัย

ดังกล่าวได้แก่ ความลึกของระดับน้ำใต้ดิน การนำดินกลับมาใช้อีกครั้ง ชั้นน้ำใต้ดิน ประเภทของดิน สภาพภูมิประเทศ องค์ประกอบที่ส่งผลกระทบ การแบ่งเขตพื้นที่คุณสมบัติการไหลของน้ำ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้แสดงพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างสถานที่ฝังกลบขยะ ส่วนพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมหากจะมีความจำเป็นจะสร้างสถานที่ฝังกลบขยะต้องอาศัยกระบวนการทางวิศกรรมในการออกแบบปรับปรุงพื้นที่และผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ น้ำและดิน มาพิจารณาร่วมด้วย

Guam Environmental Protection Agency (2004) เป็นรายงานเบื้องต้นของการเลือกพื้นที่เหมาะสมสำหรับฝังกลบขยะโดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจชั้นต้นถึงศักยภาพของพื้นที่ของเกาะกวม โดยมีการศึกษาถึงองค์ประกอบของพื้นที่ที่ต้องการไว้ดังนี้ ระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ มีการออกแบบก่อสร้างในพื้นที่น้อยที่สุด ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงพื้นที่ การเกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ระบบฝังกลบที่มีอยู่เดิม การป้องกันไฟไหม้ที่อาจจะเกิดในระบบ การป้องกันกลิ่นเหม็นจากการย่อยสลายของขยะในระบบ การใช้ประโยชน์ที่ดิน การเข้าถึงพื้นที่ (Site Access) และจะต้องคาดการณ์การใช้งานในพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยไปถึง 20 ปี จึงจำเป็นต้องศึกษาว่าจะนำมูลฝอยเข้าพื้นที่อย่างไร มีถนนสายใดใกล้เคียง และจะต้องปรับปรุงถนนเป็นคอนครีตหรือลาดยางและเจ้าของที่ดินที่ต้องการนำมาพัฒนาเป็นระบบฝังกลบ จากนั้นนำปัจจัยต่างๆที่ได้มาจัดกลุ่มเพื่อให้ค่าคะแนนความเหมาะสมโดยมีค่าคะแนนตั้งแต่ 0 ถึง 4 จากนั้นนำปัจจัยที่ได้มาถ่วงน้ำหนักแล้วนำมาคำนวณกับค่าคะแนนความเหมาะสม เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสินใจเลือกพื้นที่ โดยพื้นที่ที่ได้เรียงคะแนนตามค่าเฉลี่ยที่ได้จากการตารางคำนวณ

Drake M, Pereira G. (2004) ทำการศึกษาในรัฐอิลินอย สหรัฐอเมริกาโดยการใช้ฐานข้อมูล GIS ในการหาพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งมีการกำหนดปัจจัยหลายปัจจัยได้แก่ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับแหล่งน้ำ ที่ลุ่ม แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ บ่อน้ำบาดาล ปัจจัยทางด้านสังคมเกี่ยงกับแหล่งชุมชนและที่อยู่อาศัย พื้นที่สาธารณะ ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจเกี่ยวกับการคมนาคม บริเวณที่มีการเกษตรกรรมและเพาะปลูกพืชเพื่อการบริโภค ปัจจัยทางด้านกฎหมาย

Public Works Department (2004) เป็นหน่วยงานในประเทศสหรัฐอเมริกาทำการศึกษาได้ทำการศึกษารายละเอียดของเกณฑ์การประเมินที่ตั้งของสถานที่กำจัดขยะแห่งใหม่ของเมือง Cheyenne ซึ่งตั้งอยู่ที่ รัฐไวโอมิง โดยการกำหนดหลักเกณฑ์ในการประเมินเพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานให้กับพื้นที่อื่นๆ ในการหาที่ทิ้งขยะแห่งใหม่ โดยการพัฒนาหลักเกณฑ์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและให้ค่าคะแนนแต่ละปัจจัย มีค่าคะแนน 1-5 คะแนน โดยที่มีความหมายของคะแนนดังนี้ 1 หมายความว่า เป็นปัจจัยที่ไม่เหมาะสมที่สุด 2 เหมาะสมปานกลาง 3 เหมาะสม 4 เหมาะสมมาก 5 เหมาะสมที่สุด ซึ่งการศึกษาครั้งนี้มีปัจจัยที่ใช้คือ ธรณีวิทยาของน้ำใต้ดิน ผลกระทบเรื่องกลิ่น ผลกระทบเรื่องระบบการจราจร แหล่งน้ำอุปโภคและบริโภค ลักษณะทางธรณีวิทยา จำนวนของเจ้าของที่ ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงหรือสร้างถนนใหม่ ค่าใช้จ่ายในการจัดหาดินมาเพื่อกลบขยะ ค่าใช้จ่ายในการจัดหาระบบไฟฟ้าในที่ตั้ง ค่าใช้จ่ายในจัดหาที่ดิน ผลกระทบต่อพื้นที่บริเวณข้างเคียง ผลกระทบต่อใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลกระทบต่อสภาพภูมิทัศน์ ผลกระทบต่อแหล่งน้ำผิวดิน ขนาดของพื้นที่ แหล่งน้ำดื่ม

Leton TG, Olujide O. et al. (2004) ศึกษาการดำเนินการเกี่ยวกับระบบฝังกลบขยะในเมือง Port Harcourt เขต Niger ของประเทศไนจีเรีย ทางด้านธรณีวิทยาและด้านอุทกวิทยา และนำข้อมูลมาประกอบการเลือกที่ตั้งของสถานที่ฝังกลบ โดยสนใจในประเด็น การก่อสร้าง การคำนวณ และการติดตามผลการดำเนินการใน

อนาคต ถึงความปลอดภัยของน้ำใต้ดิน โดยมีความต้องการเบื้องต้นในการหาที่ตั้งที่เหมาะสมคือ ระดับความลึกของชั้นดินหรือชั้นหิน เพื่อหาวัสดุป้องกันน้ำเสียจากสถานที่ฝังกลบปนเปื้อนสู่น้ำใต้ดิน ซึ่งชนิดของดินที่เหมาะสมพบว่าเป็นชั้นของดินเหนียว ระดับของน้ำใต้ดินควรอยู่ลึกไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร แหล่งน้ำอื่นๆ จุดกำเนิดของขยะมูลฝอย และแหล่งขยะมูลฝอยห่างจากแห่งที่อยู่อาศัยไม่น้อยกว่า 280 เมตร มีความเหมาะสมในการรวบรวมและบำบัดน้ำเสียจากสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย เพื่อใช้ข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการสร้างสถานที่ฝังกลบขยะสำหรับพื้นที่แห่งอื่น

2.2 ปัจจัยที่เกี่ยวของในการพิจารณาความเหมาะของที่ดินสำหรับพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย

นอกเหนือจากการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการหาพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยแล้วปัจจัยทางกายภาพที่จำเป็นและสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลได้มีผลการศึกษาของ พัชรี หอวิจิตร (2538) เกี่ยวกับปัจจัยที่สำคัญในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย พบว่าระยะห่างของพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยกับแหล่งน้ำใต้ดิน นับเป็นปัจจัยที่สำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่ประชาชนได้ใช้แหล่งน้ำใต้ดินเพื่อการอุปโภคบริโภค เนื่องจากข้อมูลนี้สามารถใช้ประเมินความเป็นไปได้ของภาวะการปนเปื้อนที่จะเกิดขึ้น เช่น ใช้ในการประเมินว่าในการขุดดิน เพื่อทำการฝังกลบมูลฝอยแบบร่องว่าจะสามารถทำได้ลึกมากน้อยเพียงใด โดยที่จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อน สำหรับดินที่ใช้ปิดทับมูลฝอยพบว่า ดินที่มีเนื้อละเอียดถึงเนื้อปานกลาง จะสามารถป้องกันในปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดี ซึ่งประเภทเนื้อดินที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ ดินเหนียว (Clay-C) ดินเหนียวแป้ง (Silty clay-Sic) ดินเหนียวปนทราย (Sandy clay-SC) ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay loam-Sic) ดินร่วนเหนียว (Clay loam-CL) ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam-SCL) ดินทรายแป้ง (Silt-SI) ดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt loam-SiL) และดินร่วน(Loam-L)

ธเรศ ศรีสถิตย์ (2538) อธิบายถึงการเลือกพื้นที่สำหรับกำจัดมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลจะต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ ดังนี้ 1) การเลือกสถานที่กำจัด (Location) สถานที่กำจัดมูลฝอยควรเป็นที่ห่างไกลจากชุมชน เป็นที่รกร้างว่างเปล่า ที่ดินใช้ประโยชน์ทางการเกษตรกรรมไม่ได้ เช่น ดินเปรี้ยว ดินเค็ม เป็นต้น หรือเป็นหลุมดินที่มีการขุดดินลูกรังหรือดินไปขาย ตลอดจนเหมืองร้าง เป็นต้น นอกจากนี้ควรคำนึงถึงทิศทางลมที่อาจจะพัดผ่านหลุมฝังกลบไปสู่ชุมชนได้ 2) การออกแบบ (Design) การออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงการป้องกันการปนเปื้อนสู่น้ำใต้ดินมากที่สุด โดยเฉพาะการออกแบบก้นหลุมฝังกลบจะต้องมีการปูวัสดุกันซึม ทั้งนี้เป็นดินเหนียว (Clay) หรือแผ่นพลาสติกสังเคราะห์ (HDPE) เป็นต้น เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าน้ำเสียที่เกิดจากหลุมฝังกลบไม่ได้ไหลซึมผ่านดินไปสู่แหล่งน้ำใต้ดิน นอกจากนั้นน้ำเสียที่รวบรวมได้จะต้องนำไปบำบัดให้มีคุณภาพเหมาะสมก่อนปล่อยระบายสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ อย่างไรก็ตามควรนำน้ำเหล่านี้กลับมาใช้ใหม่ในพื้นที่ฝังกลบโดยนำไปรดน้ำต้นไม้หรือนำไปฉีดในหลุมฝังกลบมูลฝอยอยู่ตลอดเวลา ป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นดิน เป็นต้น 3) การดำเนินการฝังกลบ (Operation) ขั้นตอนในการดำเนินการฝังกลบ จำเป็นต้องดำเนินการอย่างเหมาะสมและเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยมีประเด็นที่คำนึงถึงดังนี้ ไม่นำมูลฝอยอันตรายมาฝังกลบร่วมกับมูลฝอยชุมชนมูลฝอยอันตราย ซึ่งขยะเหล่านี้ควรนำไปฝังกลบพื้นที่เฉพาะที่ได้เตรียมไว้ และควรกลบทับมูลฝอยด้วยดินในแต่ละวัน เพื่อลดการก่อเหตุรำคาญด้านกลิ่น แมลงพาหนะนำโรคชนิดต่างๆ โดยที่ขณะดำเนินการจะต้องมีการระบายแก๊สมีเทนที่เกิดขึ้นในหลุมมูลฝอยอย่างถูกวิธี มีระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ฝังกลบ และการระบายน้ำที่

เหมาะสมกับปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ ตลอดจนมีการรวบรวมน้ำชะมูลฝอยไปบำบัดให้ได้คุณภาพตามข้อกำหนดก่อนระบายสู่ลำน้ำสาธารณะ 4) การติดตามและตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน ทั้งที่เป็นบ่อตื้นและบ่อลึกทุกๆ 6 เดือน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของน้ำชะมูลฝอยต่อน้ำใต้ดินในบริเวณใกล้เคียง

กรมควบคุมมลพิษ (2541) ได้ระบุว่า พื้นที่ฝังกลบที่อยู่ห่างจากชุมชนจะมีความปลอดภัยทางด้านของสุขภาพและอนามัย จากผลกระทบของการดำเนินงานการฝังกลบ และพื้นที่ที่อยู่ห่างจากชุมชนในระยะน้อยกว่า 300 เมตร จะเป็นพื้นที่มีความเสี่ยงสูงต่อการได้รับผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเสียงรบกวน กลิ่นเหม็น ฝุ่นละออง และแมลงพาหะนำโรคต่างๆ ที่เกิดขึ้น พื้นที่ฝังกลบควรตั้งอยู่ห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นไม่น้อยกว่า 300 เมตร ในการดำเนินงานฝังกลบมูลฝอยจำเป็นต้องใช้ดินเป็นวัสดุปิดทับสำหรับปิดทับมูลฝอย โดยมีการปิดทับมูลฝอยประจำวันหนาประมาณ 15 เซนติเมตร และปิดทับระหว่างชั้นมูลฝอยแต่ละชั้นอีกประมาณ 30 เซนติเมตร นอกจากนี้ในขั้นตอนสุดท้ายเมื่อทำการฝังกลบมูลฝอยจนได้ความสูงตามที่ต้องการแล้วยังต้องใช้ดินในการปิดมูลฝอยในขั้นตอนสุดท้าย (Final Cover) อีกประมาณ 60 เซนติเมตร และเกณฑ์เปรียบเทียบขนาดของพื้นที่กับปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวันไว้เป็นดังนี้ ปริมาณมูลฝอย 10-50 ตัน/วัน ใช้พื้นที่ 15-70 ไร่ ปริมาณมูลฝอย 50-100 ตัน/วัน ใช้พื้นที่ 70-130 ไร่ ปริมาณมูลฝอย 100-300 ตัน/วัน ใช้พื้นที่ 130-380 ไร่ ปริมาณมูลฝอย 300-500 ตัน/วัน ใช้พื้นที่ 380-620 ไร่

กรมควบคุมมลพิษ (2548) ได้จัดทำโครงการ การแบ่งกลุ่มพื้นที่ (Clustering) เพื่อรองรับการจัดตั้งศูนย์จัดการขยะมูลฝอยเพื่อให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นระดับต่างๆ ได้แก่ เทศบาลนคร เทศบาลเมือง เทศบาลตำบล และองค์การบริหารส่วนตำบล โดยพิจารณาจากหลักเกณฑ์หลักๆ 2 หลักเกณฑ์ ด้วยกัน ได้แก่ 1) ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละตำบล ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นได้จากการประเมินจากจำนวนประชากรและค่าปัจจัยการผลิตขยะของกรมควบคุมมลพิษซึ่งมีปัจจัยที่นำมาใช้ดังนี้ ค่าปัจจัยสำหรับประชากรอาศัยเทศบาลเป็น 0.8 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ดังนี้ ค่าปัจจัยสำหรับประชากรอาศัยนอกเทศบาลหรือนอกเมืองเป็น 0.6 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ดังนั้นสามารถทราบถึงปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละตำบลซึ่งเป็นหน่วยย่อยที่สุดของการศึกษานี้ที่อยู่ในหน่วย ตันต่อวัน ของตำบลนั้นๆ 2) ระยะทางในการเดินทางจากศูนย์กำจัดขยะมูลฝอย ระยะในทางในการเดินจากจากจุดใดๆบนตำบลเดินทางออกไปเป็นสองค่าคงที่คือ 30 กิโลเมตรสำหรับศูนย์กำจัดขยะขนาดกลางและเล็ก และ 50 กิโลเมตรสำหรับศูนย์กำจัดขยะขนาดใหญ่ แต่ในทางปฏิบัตินั้นมีความเป็นไปที่ระยะทางอาจจะอยู่ในค่าใดก็ได้ระหว่าง 10 – 50 กิโลเมตร 3) การแบ่งกลุ่มของขอบเขตพื้นที่ให้บริการของศูนย์กำจัดมูลฝอย (Cluster) การแบ่งกลุ่มสามารถแบ่ง หรือจัดกลุ่มของตำบลทั้งหมดในประเทศไทยให้อยู่ในรูปแบบของกลุ่มของข้อมูลที่อาศัยหลักการการรวมกันของข้อมูลจนกระทั่งถึงระดับความสามารถของระบบในการรองรับ ซึ่งการแบ่งกลุ่มนั้นได้กำหนดโดยแบ่งออกเป็น สามประเภทหลักดังนี้คือ

- ศูนย์ที่สามารถรับขยะได้ มากกว่า 500 ตัน/วัน เป็นศูนย์ขนาดใหญ่ พื้นที่ให้บริการสูงสุดระยะทาง 50 กิโลเมตร
- ศูนย์ที่สามารถรับขยะได้ ระหว่าง 100 - 500 ตัน/วัน เป็นศูนย์ขนาดกลาง พื้นที่ให้บริการสูงสุดระยะทาง 30 กิโลเมตร

- ศูนย์ที่สามารถรับขยะได้ ระหว่างน้อยกว่า 50 ตัน/วัน เป็นศูนย์ขนาดเล็ก พื้นที่ให้บริการสูงสุด ระยะทาง 30 กิโลเมตร

ในส่วนของการดำเนินงาน สามารถแบ่งการดำเนินงานได้เป็น 2 ส่วนหลักๆ ด้วยกัน คือ การศึกษาศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยที่มีอยู่แล้ว และ ส่วนศึกษาพื้นที่ที่อยู่นอกพื้นที่บริการของศูนย์ที่มีอยู่แล้วโดย

1. การหาขอบเขตพื้นที่ให้บริการ 106 ศูนย์บริการกำจัดขยะมูลฝอยทั่วประเทศ

เลือกทุกศูนย์นำมาหาปริมาณการรองรับขยะของพื้นที่ทุกๆ โดยเริ่มคำนวณความสามารถในการรองรับที่ขยะของพื้นที่ระยะทาง 10 กิโลเมตร จากศูนย์กำจัดขยะถ้าศูนย์ยังสามารถรองรับขยะได้เพิ่มแต่ไม่เกิน 500 ตันต่อวันให้ขยายความสามารถไปทุก 10 กิโลเมตรจนกระทั่งถึงพื้นที่ระยะทาง 50 กิโลเมตร

เมื่อพื้นที่บริการที่ระยะทาง 50 กิโลเมตรและคำนวณปริมาณขยะมูลฝอยยังมีปริมาณที่น้อยกว่า 500 ตันต่อวัน จะกำหนดให้กลับมาคำนวณในพื้นที่บริการที่ 30 กิโลเมตร และกำหนดขนาดของพื้นที่บริการตามปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น

2. การหาขอบเขตพื้นที่ให้บริการนอกพื้นที่ 106 ศูนย์บริการกำจัดขยะมูลฝอย

กำหนดจุดอ้างอิงโดยสร้างจากจุดกึ่งกลางของขอบเขตการปกครอง เพื่อใช้เป็นตัวแทนของผลิตขยะของแต่ละชุมชนแบ่งเกณฑ์ขนาดของการผลิตขยะออกเป็น 5 ช่วง ของกลุ่ม คือ

- กลุ่มที่ 1 ชุมชนมีการผลิตขยะมากกว่า 25.5 ตัน/วัน
- กลุ่มที่ 2 ชุมชนมีการผลิตขยะมากกว่า 17.0 - 25.5 ตัน/วัน
- กลุ่มที่ 3 ชุมชนมีการผลิตขยะมากกว่า 9.5 – 16.9 ตัน/วัน
- กลุ่มที่ 4 ชุมชนมีการผลิตขยะมากกว่า 1.0 – 9.4 ตัน/วัน
- กลุ่มที่ 5 ชุมชนมีการผลิตขยะมากกว่า 0.9 ตัน/วัน

หลักการหาขอบเขตพื้นที่บริการคือ เลือกกลุ่มข้อมูลที่ 1 ซึ่งมีอัตราการผลิตขยะขนาดใหญ่มาหาพื้นที่ให้บริการ โดยเริ่มคำนวณความสามารถในการรองรับที่ขยะของพื้นที่ระยะทาง 10 กิโลเมตร จากจุดกลุ่มข้อมูลที่ 1 ถ้ากลุ่มที่อยู่ในพื้นที่ยังสามารถรองรับขยะได้เพิ่มให้ขยายความสามารถออกไปทุก 5 กิโลเมตร จนกว่าจะมีความสามารถในการรองรับที่มากกว่า 500 ตัน/วัน หรือถ้าถึงระยะ 50 กิโลเมตรแล้วความสามารถในการรองรับไม่ถึง ขณะที่เป็นแหล่งรองรับขยะขนาดใหญ่ให้ลดลงเป็นพื้นที่รองรับขยะขนาดกลางที่ 30 กิโลเมตร

เมื่อดำเนินการกับกลุ่มข้อมูลที่ 1 เรียบร้อย จะเริ่มหาพื้นที่ให้ในกลุ่มข้อมูลที่ 2 กลุ่มข้อมูลที่ 3 กลุ่มข้อมูลที่ 4 และกลุ่มข้อมูลที่ 5 จนเต็มพื้นที่บริการทั่วประเทศ