

**การออกแบบก่อสร้าง ระบบกำจัดมูลฝอย แบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2
ของจังหวัดอุทัยธานี**
**Construction Design for Solid Waste Management System, Phase 2,
Uthai Thani Province**

บุญรักษ์ แวนบอเซอร์^{1*}, ชีวพัฒน์ แวนบอเซอร์² และ ดลเดช ตั้งตระการพงษ์³
Boonruk Vanborsel^{1*}, Chevapatra Vanborsel² and Dondej Tungtakanpong³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

²แอ็ดวานซ์ ทรานสปอร์ต จำกัด อาคาร ซี.พี. ทาวเวอร์ 2 ถนนรัชดาภิเษก แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพมหานคร

³สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการ ด้านนวัตกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อมและคมนาคมแห่งอนาคต มหาวิทยาลัยนเรศวร

¹Division of Engineering Construction, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

²Advance Transport Co., Part. CP Tower 2 Ratchadaphisek Rd., Khwaeng Din Daeng, Khet Din Daeng, Bangkok

³Centre of Excellence on Innovation of Environmental and Future Mobility, Naresuan University

* E-mail: boonruk_va@mutto.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบก่อสร้าง ระบบกำจัดมูลฝอย แบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้ 1) ทบทวนรายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาวิจัยและออกแบบการจัดการขยะแบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี 2) สำนวสภาพภูมิประเทศและจัดทำแผนที่ ตามสภาพปัจจุบัน 3) สำนวจาอาคารสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่โครงการ 4) จัดทำแบบรายละเอียดสำหรับโครงการ 5) ประมาณราคาก่อสร้างตามแบบรายละเอียด และ 6) จัดทำเอกสารประกอบการออกแบบ ผลการศึกษาพบว่า ระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมกับเทศบาลเมืองอุทัยธานี คือ ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล อย่างไรก็ตาม การนำขยะสดไปฝังกลบโดยตรงจะทำให้บ่อฝังกลบต้องใช้พื้นที่มาก และเต็มอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงควรมีการบำบัดขยะมูลฝอยโดยวิธีเชิงกล-ชีวภาพ (MBT) ก่อนนำไปฝังกลบ และนำขยะที่ผ่านการบำบัดเบื้องต้นไปผลิต RDF เพื่อเพิ่มมูลค่า ซึ่งจะทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะฝังกลบลดลง และยืดอายุการใช้งานของพื้นที่บ่อฝังกลบขยะ สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียและอาคารสิ่งปลูกสร้างเดิมในพื้นที่โครงการ สามารถปรับปรุงซ่อมแซม เพื่อให้กลับมาใช้ประโยชน์ได้ตามวัตถุประสงค์ พร้อมกันนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำแบบรายละเอียด องค์ประกอบของระบบการจัดการขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองอุทัยธานี ซึ่งประกอบด้วย 1) แบบก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย 2) แบบก่อสร้างถนน และรางระบายน้ำรอบบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย 3) แบบก่อสร้างอาคาร MBT-RDF 4) แบบก่อสร้างอาคารเก็บวัสดุ และ 5) แบบรายละเอียดการกำจัดขยะเกาออกจากพื้นที่ และถมดินปิดระยะที่ 1 และจัดทำประมาณราคาก่อสร้างและเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ (อ้างอิงบทบัญญัติของกฎหมาย หลักปฏิบัติ เกณฑ์

มาตรฐาน หรือ รายละเอียดข้อกำหนดตามระเบียบของทางราชการ รวมถึงหลักวิชาการ) เพื่อให้จังหวัดอุทัยธานี นำไปใช้ประกอบการทำแผนการจ้างก่อสร้าง ในการขอรับการจัดสรรงบประมาณ

คำสำคัญ: แบบรายละเอียด ราคาากลาง บ่อฝังกลบขยะมูลฝอย

Abstract

This research aims to design the construction of the solid waste management system, phase 2, Uthai Thani Province. The research methods are as follows: 1) review the complete report of the research study and design of the solid waste management system, phase 2, Uthai Thani Province, 2) survey the topography and create a map according to the current conditions, 3) survey all existing buildings in the project area, 4) create detailed engineering details for the project, 5) estimate construction costs according to the detailed engineering details and 6) prepare the design documents. The results show that the appropriate waste disposal system for Uthai Thani Municipality is a sanitary landfill system. However, directly burying fresh waste will require a lot of space and fill up quickly. Therefore, waste should be treated by mechanical-biological treatment (MBT) before being landfilled, and waste that has undergone preliminary treatment should be used to produce RDF to increase its value, which will reduce the amount of waste to be landfilled and extend the lifespan of the landfill area and the wastewater treatment system and existing buildings in the project area can be renovated and repaired to be able to be reused for their intended purposes. In addition, the researcher has created detailed engineering design of the components of the solid waste management system of Uthai Thani Municipality, consisting of 1) sanitary landfill construction drawings, 2) road and drainage around the landfill construction drawings, 3) construction drawings for MBT-RDF building, 4) construction drawings for material storage building and 5) detailed engineering design for the disposal of old waste from the area and filling in phase 1, and preparing construction cost estimates and other documents related to the project (referring to the provisions of the law, practices, criteria, standards or details of government regulations, including academic principles) for Uthai Thani Province to use in preparing the construction contract plan to request budget allocation.

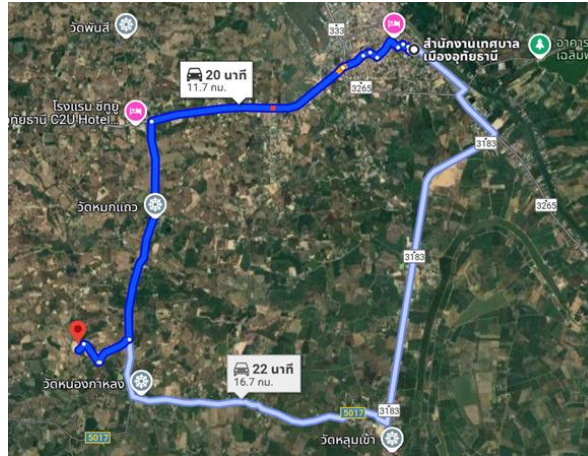
Keywords: detailed engineering design, focal price, sanitary landfill

1. บทนำ

ปัญหาขยะมูลฝอยเป็นประเด็นสำคัญระดับประเทศที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชาชนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การขยายตัวของเมือง และพฤติกรรมการใช้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกพื้นที่ของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยที่ปลายทาง ซึ่งส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการกำจัดโดยการฝังกลบ และบ่อฝังกลบหลายแห่งยังขาดการจัดการที่ถูกสุขลักษณะและไม่เป็นไปตามมาตรฐานทางวิศวกรรม ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เมื่อปี พ.ศ. 2540-2543 กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ได้จัดสรรงบประมาณการออกแบบและก่อสร้างให้เทศบาลเมือง

อุทัยธานี จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 52,055,500 บาท สำหรับดำเนินการก่อสร้างศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยรวมแห่งแรกของ จังหวัดอุทัยธานี ซึ่งมีพื้นที่ 107 ไร่ 2 งาน 32 ตารางวา (ดังแสดงในรูปที่ 1) มีระยะห่างจากสำนักงานเทศบาลฯ ประมาณ 12 กิโลเมตร พื้นที่ใกล้เคียงเป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีขยะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบเฉลี่ย 70 ตันต่อวัน และมีองค์กรปกครองส่วน ท้องถิ่น (อปท.) ที่มีการทำข้อตกลงร่วมกัน เพื่อให้สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองอุทัยธานี จำนวน 20 แห่ง และศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงาน จังหวัดอุทัยธานี ดังแสดงในตารางที่ 1 “สำหรับ อปท. อื่น ๆ เทศบาลอุทัยธานี ได้กำหนด อัตราค่าธรรมเนียมในการกำจัดขยะ 300 บาทต่อตัน และมีการจัดเก็บค่าบริการเก็บขนขยะ 10 บาทต่อเดือนต่อครัวเรือน ภายในเขตเทศบาลอุทัยธานี” (กรมควบคุมมลพิษ, 2567)

อนึ่งจังหวัดอุทัยธานีก็เป็นอีกหนึ่งจังหวัดที่กำลังเผชิญกับปัญหาการจัดการขยะข้างต้นเช่นกัน โดยบ่อฝังกลบขยะ มูลฝอยของเทศบาลเมืองอุทัยธานี ซึ่งตั้งอยู่ที่ตำบลหนองฉาง อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี ซึ่งได้ดำเนินการจัดการ ขยะมูลฝอยโดยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2544 จนถึงปัจจุบันบ่อฝัง กลบขยะมูลฝอย แบบศูนย์รวมกำจัดขยะมูลฝอยระยะที่ 1 ซึ่งได้ดำเนินการ มาเป็นระยะเวลากว่า 20 ปี มีปริมาณขยะมูล ฝอยเป็นจำนวนมากกองทับถมจนเต็มพื้นที่ และมีขยะมูลฝอยบางส่วนลักลอบออกมานอกบ่อฝังกลบฯ ก่อให้เกิดปัญหาด้าน สิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยในชุมชนใกล้เคียง แม้ว่าปริมาณขยะมูลฝอยของจังหวัดอุทัยธานีจะอยู่ที่ประมาณ 70 ตันต่อวัน ซึ่งอาจไม่สูงเท่าจังหวัดรอบข้าง เช่น จังหวัดนครสวรรค์ (ประมาณ 200-300 ตันต่อวัน) หรือจังหวัดพิษณุโลก (ประมาณ 150-250 ตันต่อวัน) แต่ด้วยลักษณะทางกายภาพของบ่อฝังกลบเดิมที่ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการจัดการอย่างเป็น ระบบในระยะยาว ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ที่ต้องการการแก้ไขอย่างเร่งด่วน การศึกษาและออกแบบบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย ระยะที่ 2 ที่มีมาตรฐานและถูกสุขลักษณะ จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อเป็นการเตรียมการรองรับปริมาณขยะมูลฝอยที่จะ เกิดขึ้นในอนาคต และเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนในระยะยาว เทศบาลเมืองอุทัยธานี จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการจัดจ้างศึกษาออกแบบรายละเอียด องค์ประกอบของระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบศูนย์รวม กำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี ตามรูปแบบ วิธีการ แนวทาง การกำจัดขยะมูลฝอย โดยให้สอดคล้องกับสภาพ พื้นที่ ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น และรายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการศึกษาวิจัยและออกแบบการจัดการขยะแบบศูนย์ รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี ที่มีข้อสรุปเกี่ยวกับ รูปแบบที่เหมาะสมในการบริหารจัดการและกำจัดขยะ มูลฝอย แบบศูนย์รวมกำจัดขยะมูลฝอย และได้ดำเนินการออกแบบเบื้องต้น (Conceptual design) สำหรับการจัดขยะ มูลฝอยแบบศูนย์รวมกำจัดขยะมูลฝอย ของจังหวัดอุทัยธานี ในพื้นที่ของเทศบาลเมืองอุทัยธานี เอาไว้ (มหาวิทยาลัย นเรศวร, 2563) ทั้งนี้เพื่อดำเนินการจัดหาหรือจัดสรรงบประมาณ สำหรับการจัดสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบศูนย์ รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ให้เป็นสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยจากภายในเขตเทศบาลเมืองอุทัยธานี และจาก 20 องค์การ บริหารส่วนท้องถิ่นใกล้เคียง และศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงาน จังหวัดอุทัยธานี ตามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือฯ (MOU) ที่ สามารถดำเนินการกำจัดขยะมูลฝอยได้อย่างถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล สามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยในการดำเนินการ ฝังกลบ เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ลดและแก้ไขปัญหาขยะมูลฝอยตกค้างในสถานที่กำจัดขยะ ป้องกันปัญหามลภาวะและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมจากขยะมูลฝอยที่ไม่ได้รับการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล และให้ สอดคล้องกับนโยบายรัฐบาลในการจัดการขยะมูลฝอย (มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563)



รูปที่ 1 สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองอุทัยธานี

ตารางที่ 1 รายชื่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ใช้บริการกำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลเมืองอุทัยธานี

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่มีการทำข้อตกลงร่วมกัน	ปริมาณขยะต่อวัน (ตัน) เดือนมกราคม 2563
1. เทศบาลเมืองอุทัยธานี (เจ้าภาพ)	30
2. องค์การบริหารส่วนตำบลหนองฉาง	1.3
3. องค์การบริหารส่วนตำบลหลุมเข้า	1.5
4. องค์การบริหารส่วนตำบลหนองแก	2.1
5. องค์การบริหารส่วนตำบลน้ำซึม	2.4
6. เทศบาลตำบลหนองฉาง	5.7
7. เทศบาลตำบลทัพทัน	2.6
8. เทศบาลตำบลสว่างอารมณ์	1.6
9. เทศบาลตำบลลูกคู่	3
10. เทศบาลตำบลหนองขาหย่าง	1.4
11. เทศบาลตำบลเขาบางแก้ว	2.4
12. องค์การบริหารส่วนตำบลหนองยาง	1.8
13. องค์การบริหารส่วนตำบลสะแกกรัง	1
14. องค์การบริหารส่วนตำบลทุ่งโพ	2
15. องค์การบริหารส่วนตำบลหนองสรวง	1.8
16. องค์การบริหารส่วนตำบลเกาะเทโพ	2.4
17. เทศบาลตำบลหาดหนอง	1
18. องค์การบริหารส่วนตำบลท่าซุง	1.5
19. เทศบาลตำบลหนองสระ	1.3
20. เทศบาลตำบลเมืองการุ้ง	1.4
* ศูนย์พัฒนาฝีมือแรงงาน จ.อุทัยธานี	0.5
รวม	68.7 ตัน/วัน

กรมควบคุมมลพิษ (2563) ได้ให้แนวทางในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ไว้ว่า การออกแบบสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ควรดำเนินการดังต่อไปนี้ 1) การออกแบบสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาลให้เป็นไปตามหลักประมวล หลักปฏิบัติวิชาชีพของสภาวิศวกรหรือข้อกำหนดของหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง 2) มาตรฐานการก่อสร้างให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ มาตรฐาน หรือข้อกำหนดของหน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้อง หรือมาตรฐานอื่นที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ ให้ระบุและแนบมาตรฐานที่ใช้อ้างอิงประกอบด้วย 3) ระดับก้นบ่อฝังกลบให้อยู่สูงกว่าระดับน้ำใต้ดินสูงสุดไม่น้อยกว่า 1 เมตร ยกเว้นในกรณีที่มีการออกแบบพิเศษเพื่อควบคุมป้องกันแรงดันขึ้น (Uplift pressure) ของน้ำใต้ดินที่มีต่อชั้นขยะมูลฝอยในสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล 4) การควบคุมปัญหากลิ่นรบกวน ระบบระบายก๊าซชีวภาพ และมาตรการจัดการเศษของขยะมูลฝอยปลิวออกสู่พื้นที่ให้มีการจัดการให้เหมาะสม 5) องค์ประกอบต่าง ๆ ของสถานที่ประกอบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ให้ออกแบบตามความจำเป็นของการใช้งานและความเหมาะสมของขนาดพื้นที่ที่มีอยู่ เช่น ระบบถนนภายในและระบบการจราจร อาคารสำนักงาน โรงซ่อมบำรุง พื้นที่จอดรถ พื้นที่ล้างรถบรรทุก ประตูเข้า-ออก รั้ว ภูมิสถาปัตยกรรมของสถานที่ ระบบประปา ระบบไฟฟ้า ระบบสื่อสาร เป็นต้น และกำหนดให้มีห้องเวรยามที่จัดไว้เฉพาะในอาคารสำนักงานอย่างเหมาะสม และ 6) การออกแบบระบบป้องกันการปนเปื้อนของมลพิษ เป็นต้น

ประกาศคณะกรรมการราคากลางและขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง ฉบับที่ 5 (2565) ได้กำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างของทางราชการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการคำนวณราคากลางงานก่อสร้างของหน่วยงานของรัฐ โดยได้จำแนกงานก่อสร้างของทางราชการ ออกเป็น 4 กลุ่มงาน ได้แก่ กลุ่มงานก่อสร้างอาคาร กลุ่มงานก่อสร้างทาง กลุ่มงานก่อสร้างสะพานและท่อเหลี่ยม และกลุ่มงานก่อสร้างชลประทาน แต่เนื่องจาก กลุ่มงานก่อสร้างทางและกลุ่มงานก่อสร้างสะพานและท่อเหลี่ยมมีโครงสร้างทางวิศวกรรม ค่าก่อสร้าง และวิธีการก่อสร้างใกล้เคียงกัน จึงได้กำหนดรวมไว้เป็นหลักเกณฑ์เดียวกัน คือ หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลาง งานก่อสร้างทาง สะพาน และท่อเหลี่ยม ดังนั้น จากเอกสารหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง จำนวน 4 เล่ม ได้กำหนดหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง 3 หลักเกณฑ์ ได้แก่ หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างอาคาร หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างทาง สะพาน และท่อเหลี่ยม และหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างชลประทานมีสาระสำคัญของโครงสร้างและองค์ประกอบในการคำนวณราคากลาง สรุปได้เป็น 4 ส่วน ดังนี้

1) หลักเกณฑ์การคำนวณค่างานต้นทุน (Direct cost) เป็นหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติ ในการคำนวณค่างานต้นทุนหรือราคาทุนของงานก่อสร้าง (ไม่รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อสร้าง) ซึ่งกำหนดให้ใช้วิธีการถอดแบบก่อสร้างตามหลักสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมก่อสร้าง มีสาระสำคัญ แยกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ (1) หลักเกณฑ์และข้อกำหนดในการถอดแบบคำนวณราคากลาง (2) รายละเอียดประกอบการถอดแบบคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง และ (3) หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณค่างานต้นทุน

2) หลักเกณฑ์การคำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อสร้าง (Indirect cost) เป็นส่วนของค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายรายการต่าง ๆ รวมได้เป็น 4 หมวดใหญ่ “ค่า Factor F” ได้แก่ หมวดค่าอำนาจการ หมวดค่าดอกเบี้ย หมวดค่ากำไร และหมวดค่าภาษี โดยในส่วนของหมวด ค่าอำนาจการ ยังประกอบด้วยหมวดย่อย รวม 4 หมวด และในแต่ละหมวดย่อยจะประกอบด้วยรายการ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสำหรับของแต่ละหมวดย่อยนั้น เช่น ค่าน้ำประปา ค่าไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายสำนักงาน ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับบุคลากรสำนักงาน ค่าก่อสร้างที่พักคนงาน ค่าโรงเก็บวัสดุชั่วคราว เป็นต้น

3) หลักเกณฑ์การคำนวณค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนดและค่าใช้จ่ายอื่นที่จำเป็นต้องมี เป็นส่วนของหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น จากการดำเนินการตามข้อกำหนดและตามสัญญาจ้าง

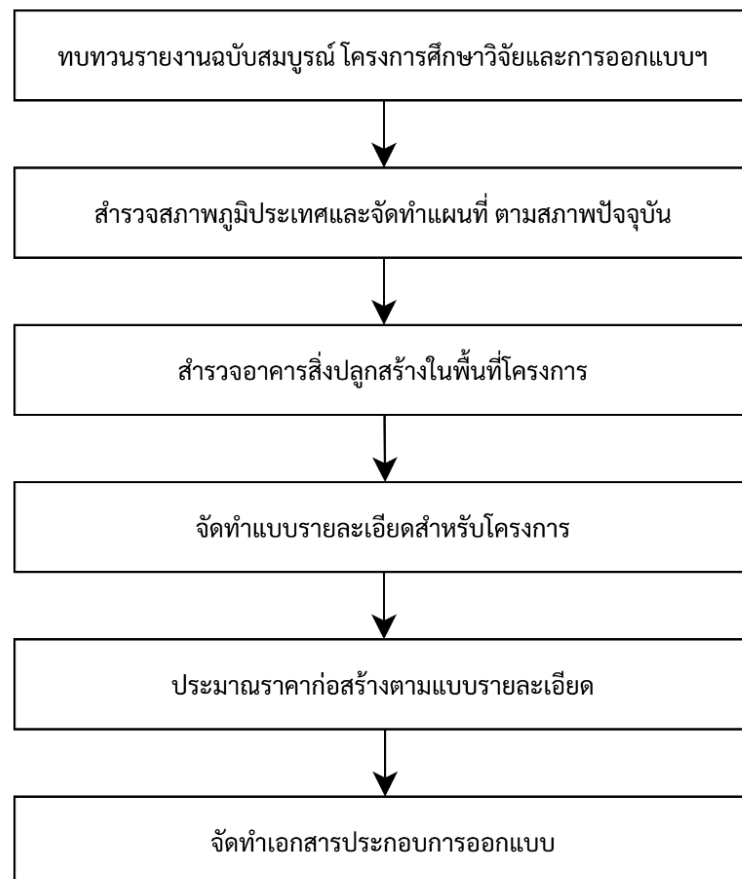
ก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่างานสนับสนุน (Construction general support) ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับกรรมวิธีเฉพาะหรืออุปกรณ์พิเศษสำหรับการก่อสร้าง และหมายความรวมถึงค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องมี

4) หลักเกณฑ์การสรุปค่าก่อสร้างเป็นราคากลางและการจัดทำรายงาน เป็นหลักเกณฑ์และวิธีการในการนำค่างานต้นทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อสร้าง และค่าใช้จ่ายพิเศษ ตามข้อกำหนดฯ มาคำนวณรวมกันตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดสำหรับแต่ละหลักเกณฑ์การคำนวณ ราคากลางงานก่อสร้าง ได้เป็นราคากลางทั้งโครงการงานก่อสร้างและรวมไปถึงแบบฟอร์มที่ใช้ในการถอดแบบ และจัดทำรายงานการคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง จำแนกเป็น การสรุปค่าก่อสร้างเป็นราคากลางและ การจัดทำรายงานหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างอาคาร การสรุปค่าก่อสร้างเป็นราคากลาง และการจัดทำรายงานหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างทาง สะพาน และท่อเหลี่ยม และการสรุปค่าก่อสร้างเป็นราคากลางและการจัดทำรายงานหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างชลประทาน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อออกแบบก่อสร้าง ระบบกำจัดมูลฝอย แบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี ให้สอดคล้องกับรายงานฉบับสมบูรณ์ของโครงการศึกษาวิจัยและออกแบบการจัดการขยะแบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี

2. วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการออกแบบก่อสร้าง ระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี มีแนวทางการดำเนินงานวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

2.1 ทบทวนรายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาวิจัยและออกแบบการจัดการขยะแบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี

วิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการศึกษาวิจัยและออกแบบฯ เพื่อใช้ในการออกแบบก่อสร้าง ระบบกำจัด
ขยะมูลฝอยแบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี

2.2 สำนักรวสภาพภูมิประเทศและจัดทำแผนที่ ตามสภาพปัจจุบัน

การสำนักรวสภาพภูมิประเทศและจัดทำแผนที่ (Topographic survey map) ตามสภาพปัจจุบัน เป็นการ
สำนักรวเพื่อกำหนดตำแหน่งทางราบและทางตั้ง เพื่อให้ได้รายละเอียดจากสิ่งมนุษย์สร้างและที่มีในธรรมชาติในบริเวณที่ต้อง
สำนักรว

แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic map) คือ การแสดงภาพสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏบนพื้นผิวของโลก ลงบนระนาบ
สองมิติ ด้วยขนาดย่อส่วนหรือมาตราส่วน ที่เหมาะสมโดยแทนสิ่งต่าง ๆ ด้วยลักษณะ ทั้งชนิดเส้น และเครื่องหมาย ต่าง ๆ
โดยอ้างอิงกับระบบพิกัดที่ใช้ในการรังวัด รายละเอียดทางตำแหน่ง เช่น ถนน อาคาร เสาไฟฟ้า ต้นไม้ สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ
เป็นต้น เหล่านี้ เรียกว่า “รายละเอียดทางราบ” รวมทั้งการแสดงความสูงต่ำของพื้นที่ด้วยเส้นชั้นความสูง (Contour line)
และจุดระดับความสูง เรียกว่า “รายละเอียดทางตั้ง” แผนที่เป็นสิ่งสำคัญ สำหรับงานโครงการทางสถาปัตยกรรมที่ใช้การ
ออกแบบภูมิทัศน์ และโครงการทางวิศวกรรมเพื่อใช้ในการออกแบบก่อสร้างทางด้านสาธารณูปโภค ต่าง ๆ

ขั้นตอนการดำเนินงานรังวัดแผนที่ภูมิประเทศประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ ดังนี้ 1) การสำรวจสังเขป 2) การ
สำรวจรังวัดหมุดควบคุม 3) การสำรวจรังวัดเก็บรายละเอียด 4) การเขียนแผนที่ ภูมิประเทศ และ 5) การตรวจสอบความ
ถูกต้องข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ

2.3 สำนักรวอาคารสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่โครงการ

การสำนักรวตรวจสอบอาคารสิ่งปลูกสร้างเพื่อปรับปรุงซ่อมแซมจะพิจารณา ตามหลักเกณฑ์หรือมาตรฐาน
ดังต่อไปนี้ (1) หลักเกณฑ์ตามที่ได้กำหนดไว้ในกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร หรือตามกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้องที่ใช้
บังคับอยู่ในขณะที่มีการก่อสร้างอาคารนั้นเช่น พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 กฎกระทรวงกำหนด
คุณสมบัติเฉพาะของผู้ตรวจสอบ หลักเกณฑ์การขอขึ้นทะเบียนและการเพิกถอนการขึ้นทะเบียนเป็นผู้ตรวจสอบ
หลักเกณฑ์การตรวจสอบอาคาร พ.ศ. 2548 และมาตรฐานความปลอดภัยของสถาบันของทางราชการ สภาวิศวกร หรือ
สภาสถาปนิก เป็นต้น

โดยทีมวิจัยได้แบ่งหมวดการสำนักรวอาคาร เพื่อประมาณราคาปรับปรุงซ่อมแซมสิ่งปลูกสร้างภายในโครงการ
เป็น 14 รายการ ดังนี้

- 1) ประตูทางเข้าโครงการ ประกอบด้วย งานรื้อถอน งานประตูทางเข้าโครงการ และงานอื่น ๆ
- 2) รั้วโครงการ ประกอบด้วย งานรื้อถอน งานรั้วโครงการ และงานอื่น ๆ
- 3) ป้ายชื่อโครงการ ประกอบด้วย งานรื้อถอน งานป้ายชื่อโครงการ และงานอื่น ๆ
- 4) อาคารป้อมยาม ประกอบด้วย งานรื้อถอน งานหลังคางานผนังและตกแต่งผิวผนัง งานฝ้าเพดาน งานพื้น
และตกแต่งผิวพื้น งานประตู+หน้าต่าง พร้อมวงกบและอุปกรณ์ งานระบบไฟฟ้า งานทาสี และงานอื่น ๆ
- 5) ป้ายทางเข้าโครงการ ประกอบด้วย งานรื้อถอน งานป้ายทางเข้าโครงการ และงานอื่น ๆ
- 6) อาคารสำนักงาน ประกอบด้วย งานรื้อถอน งานหลังคา งานโครงเหล็กหลังคา งานผนังและตกแต่งผิวผนัง
งานฝ้าเพดาน งานพื้นและตกแต่งผิวพื้น งานประตู+หน้าต่าง พร้อมวงกบและอุปกรณ์ งานบันได/ราวบันได/ราวกันตก
งานสุขภัณฑ์ งานระบบสุขาภิบาล งานระบบไฟฟ้างานทาสี และงานอื่น ๆ
- 7) อาคารโรงจอดรถยนต์ ประกอบด้วย งานรื้อถอน งานหลังคา งานโครงเหล็กหลังคา งานพื้นและตกแต่งผิว
พื้น งานทาสี และงานอื่น ๆ

8) อาคารโรงจอดรถเก็บขยะมูลฝอยและเครื่องจักรกล ประกอบด้วย งานรื้อถอน งานหลังคา งานโครงเหล็กหลังคา งานพื้นและตกแต่งผิวพื้น งานระบบไฟฟ้า งานทาสี และงานอื่น ๆ

9) อาคารซ่อมบำรุง ประกอบด้วย งานรื้อถอน งานหลังคา งานโครงเหล็กหลังคา งานผนังและตกแต่งผิวผนัง งานฝ้าเพดาน งานพื้นและตกแต่งผิวพื้น งานประตู+หน้าต่าง พร้อมวงกบและอุปกรณ์ งานสุขภัณฑ์ งานระบบสุขาภิบาล งานระบบไฟฟ้า งานทาสี และงานอื่น ๆ

10) อาคารเครื่องชั่ง ประกอบด้วย งานรื้อถอน งานหลังคา งานโครงเหล็กหลังคา งานผนังและตกแต่งผิวผนัง งานฝ้าเพดาน งานพื้นและตกแต่งผิวพื้น งานประตู+หน้าต่าง พร้อมวงกบและอุปกรณ์ งานสุขภัณฑ์ งานระบบสุขาภิบาล งานระบบไฟฟ้า งานทาสี และงานอื่น ๆ

11) อาคารบ้านพักพนักงาน ประกอบด้วย งานรื้อถอน งานหลังคา งานโครงเหล็กหลังคา งานผนังและตกแต่งผิวผนัง งานฝ้าเพดาน งานพื้นและตกแต่งผิวพื้น งานประตู+หน้าต่าง พร้อมวงกบและอุปกรณ์ งานบันได/ราวบันได/ราวกันตก งานสุขภัณฑ์ งานระบบสุขาภิบาล งานระบบไฟฟ้า งานทาสี และงานอื่น ๆ

12) ลานล้างรถ ประกอบด้วย งานรื้อถอน งานพื้นและตกแต่งผิวพื้น และงานอื่น ๆ

13) ระบบประปาบาดาล ประกอบด้วย งานเครื่องสูบน้ำขึ้นถึงสูงพร้อมอุปกรณ์ และงานอื่น ๆ

14) ไฟฟ้าฝังบริเวณ ประกอบด้วย โคมไฟถนน

2.4 จัดทำแบบรายละเอียดสำหรับโครงการ

2.4.1 ข้อกำหนดในการออกแบบ

เกณฑ์การออกแบบรายละเอียดหลุมฝังกลบมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary landfill) มีจุดมุ่งหมายหลักคือ ลดปัญหาการเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางน้ำ ทางอากาศ ไม่ให้มีการแพร่กระจายของเชื้อโรค และกลิ่นรบกวน สามารถฝังกลบมูลฝอยได้ทุกวัน และมีการใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่า โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ เช่น เกณฑ์ มาตรฐาน และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) แนวทางในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่ ฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล กรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) เป็นต้น สำหรับรายละเอียดของ (1) ถึง (4)

จากจุดมุ่งหมายข้างต้น สามารถกำหนดเกณฑ์การออกแบบรายละเอียดของหลุมฝังกลบมูลฝอยได้ดังนี้

(1) ความลาดเทของหลุม (Base grade slope)

ความลาดเทของกันหลุมควรมีความลาดเทตั้งแต่ 1:50 จนถึง 1:1000 แล้วแต่ความเหมาะสมของพื้นที่ ถ้าขนาดของหลุมฝังกลบเป็นแปลงใหญ่ ความลาดเทจะต้องให้ตั้งแต่ 1:500-1:1000 หากเป็นแปลงขนาดเล็กอาจใช้ความลาดเทตั้งแต่ 1:100-1:300 โดยต้องคำนึงถึงความเสี่ยงของปลายท่อนระบายน้ำขยะมูลฝอยที่ออกจากหลุมฝังกลบมูลฝอย และความลาดเทรองในแต่ละเขตควรอยู่ที่ 1:10-1:50 สำหรับโครงการนี้ใช้ความลาดเท 1:200

(2) ออกแบบระบบกันซึม

ชั้นดินที่มีอัตราการซึมผ่านของน้ำได้ต่ำ (Low permeability 1×10^{-7} เซนติเมตร/วินาที) กำหนดให้ปูกันซึมด้วยดินเหนียวที่มีความหนา 100 เซนติเมตร โดยปูทับด้วยแผ่นพลาสติก (High density polyethylene: HDPE) หนา 1.5 มิลลิเมตร แล้วปูแผ่น Geotextile ทับบนแผ่น HDPE เพื่อป้องกันการฉีกขาดของแผ่น HDPE ในขณะที่ทำการฝังมูลฝอย

(3) ความลาดเทของคันดิน ความลาดเทที่เหมาะสมกับดินประเภทต่าง ๆ มีดังนี้

- ดินเหนียว ความลาดเทคันดินตั้งแต่ 1:2 ขึ้นไป
- ดินร่วนปนเหนียว (ดินลูกรัง) ความลาดเทคันดินตั้งแต่ 1:2.5 ขึ้นไป
- ดินร่วนปนทราย ความลาดเทคันดินตั้งแต่ 1:3 ขึ้นไป

(4) ขนาดของถนน

ออกแบบให้เป็นการเดินรถ 2 ทางสวนกันไปมา ถนนต้องกว้างพอสำหรับรถยนต์ 2 คัน สวนกันไปมาอย่างปลอดภัย โดยความกว้างของถนนจะเริ่มตั้งแต่ 2.5 เมตรต่อช่องจราจรและต้องให้มีไหล่ทางไว้ข้างละ 1.0-1.5 เมตร

(5) อาคารสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่โครงการ ใช้ตามหลักเกณฑ์ตามที่ได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

2.4.2 แบบรายละเอียดสำหรับโครงการ ประกอบด้วย

1) งานออกแบบสถาปัตยกรรม 2) งานออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม 3) งานออกแบบทางวิศวกรรม และ 4) งานออกแบบระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ

2.5 ประมาณราคาก่อสร้างตามแบบรายละเอียด

การประมาณราคาก่อสร้าง เป็นกระบวนการ หรือวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งราคาค่าก่อสร้างที่ใกล้เคียงกับค่าก่อสร้างที่เป็นจริงมากที่สุด ดังนั้น ประมาณการราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากการประมาณราคานั้น จึงไม่ใช่ราคาค่าก่อสร้างที่แท้จริง แต่เป็นเพียงราคาโดยประมาณซึ่งใกล้เคียงกับราคาค่าก่อสร้างจริงเท่านั้น เพราะเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จก็ไม่มีใครรู้ว่าค่าก่อสร้างจริงตรงกับราคา ที่ได้ประมาณการไว้ ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยหลายประการเข้ามาเกี่ยวข้อง ที่สำคัญได้แก่ 1) ปริมาณวัสดุที่ได้ประมาณการโดยเผื่อ การเสียหายไว้แล้วนั้นไม่ตรงกับที่ใช้ในการก่อสร้างจริง 2) ราคาวัสดุก่อสร้างที่ใช้ประมาณการราคาไม่ตรงกับที่จัดหาเมื่อทำการก่อสร้างจริง 3) ค่าแรงงานที่ใช้ประมาณการราคาไม่ตรงกับที่จ้างเมื่อทำการก่อสร้างจริง 4) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อสร้างต่าง ๆ ตามที่ได้ประมาณการไว้นั้นไม่ตรงกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงเมื่อทำการก่อสร้าง และ 5) เทคนิคและการบริหารจัดการของผู้ดำเนินการก่อสร้างสามารถลดต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างลงได้ เป็นต้น

รายละเอียดการประมาณราคาก่อสร้าง โครงการออกแบบก่อสร้าง ระบบกำจัดมูลฝอย แบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี มีดังนี้

- 1) ประมาณราคางานปรับปรุงซ่อมแซมอาคารสิ่งปลูกสร้าง อุปกรณ์และครุภัณฑ์ ในพื้นที่โครงการ
- 2) ประมาณราคางานสถาปัตยกรรม งานภูมิสถาปัตยกรรม งานทางวิศวกรรม และงานระบบสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ตามแบบรายละเอียดสำหรับโครงการ
- 3) บัญชีแสดงปริมาณงานและราคาค่าก่อสร้าง โดยแบ่งส่วนประกอบของค่าใช้จ่าย ได้แก่ ค่างานต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายทางตรง (Direct Cost) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อสร้างหรือค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Indirect cost) ค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนดและค่าใช้จ่ายอื่นที่จำเป็นต้องมี และสรุปค่าก่อสร้างเป็นราคากลางและการจัดทำรายงาน
- 4) เอกสารอ้างอิงประกอบการคำนวณราคา ได้แก่ เอกสารราคามาตรฐานของทางราชการ เอกสารราคาประมาณของกระทรวงพาณิชย์ ใบเสนอราคา รายชื่อผู้ผลิตหรือจัดหาสินค้าหรือบริการให้กับลูกค้า เอกสารประกอบการประมาณราคา (Back up sheet)

2.6 จัดทำเอกสารประกอบการออกแบบ มีรายละเอียดดังนี้

- 1) รายการข้อกำหนดเฉพาะของงาน (Specification)
- 2) บัญชีแสดงปริมาณงานและราคาค่าก่อสร้าง (Bill of quantities) และเอกสารประกอบ
- 3) มาตรฐานการก่อสร้าง สำหรับการก่อสร้าง องค์ประกอบของระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี ทั้งระบบ โดยคำนึงถึงบทบัญญัติของกฎหมาย หลักปฏิบัติ เกณฑ์ มาตรฐาน หรือรายละเอียดข้อกำหนดตามระเบียบของทางราชการ

4) เอกสารประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง (พระราชบัญญัติจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560, 2560) (ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560, 2560)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

3.1 การทบทวนรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาวิจัยและออกแบบการจัดการขยะแบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี

จังหวัดอุทัยธานี ได้ดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยโดยวิธีการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) ในที่ดินของเทศบาลเมืองอุทัยธานี โดยเริ่มดำเนินการฝังกลบขยะมูลฝอย ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2544 ปัจจุบัน บ่อฝังกลบขยะมูลฝอย ระยะที่ 1 แบบศูนย์รวมกำจัดขยะมูลฝอยของจังหวัดอุทัยธานี ซึ่งได้ดำเนินการ มาเป็นระยะเวลา กว่า 20 ปี มีปริมาณขยะมูลฝอยเป็นจำนวนมากจนเต็มพื้นที่ และมีขยะมูลฝอย บางส่วนล้นออกมานอกบ่อฝังกลบฯ จากการศึกษาคะแนนความเหมาะสมของเทคโนโลยีการกำจัดขยะมูลฝอย พบว่า ระบบกำจัดขยะมูลฝอยที่เหมาะสมกับเทศบาลเมืองอุทัยธานี คือ ระบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล อย่างไรก็ตาม การนำขยะสดไปฝังกลบโดยตรง จะทำให้บ่อฝังกลบต้องใช้พื้นที่มาก และเต็มอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงควรมีการบำบัดขยะมูลฝอยโดยวิธีเชิงกล-ชีวภาพ (MBT) ก่อนนำไปฝังกลบ และนำขยะที่ผ่านการบำบัดเบื้องต้นไปผลิต RDF เพื่อเพิ่มมูลค่า ซึ่งจะช่วยให้ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะฝังกลบลดลง และยืดอายุการใช้งานของพื้นที่บ่อฝังกลบขยะ

3.2 การสำรวจสภาพภูมิประเทศและจัดทำแผนที่ ตามสภาพปัจจุบัน

พบว่า บริเวณพื้นที่โครงการฝังขยะมีขยะมูลฝอยกองอยู่เป็นจำนวนมาก และมีการขุดดินขึ้นมาสำหรับการปิดทับชั้นขยะมูลฝอยของพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยระยะที่ 1 ส่วนฝั่งขวามีขยะมูลฝอยกองอยู่บางส่วน และมีน้ำขังปริมาณมาก ทำให้ไม่สามารถรื้อพื้นที่ดังกล่าวได้ ผู้วิจัยจึงได้อ้างอิงข้อมูลการสำรวจพื้นที่เดิมในโครงการมาร่วมพิจารณาในการออกแบบก่อสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 3 และจากการสำรวจบ่อบำบัดน้ำเสียพบว่า สามารถปรับปรุงซ่อมแซม เพื่อให้กลับมาใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์



รูปที่ 3 สภาพพื้นที่โครงการ

3.3 การสำรวจอาคารสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่โครงการ

ผลจากการสำรวจ และการตรวจสอบสภาพอาคาร พบว่าสภาพอาคารสิ่งปลูกสร้าง อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ ในพื้นที่โครงการ ยังคงมีความมั่นคงแข็งแรง และ ระบบและอุปกรณ์ประกอบของอาคาร สามารถปรับปรุงซ่อมแซมเพื่อให้กลับมาใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความคุ้มค่า และเป็นการประหยัดงบประมาณแผ่นดิน

3.4 การจัดทำแบบรายละเอียดสำหรับโครงการ

การศึกษานี้ เป็นการสังเคราะห์ข้อมูลจากทีมนักวิจัย โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม นักวิจัยและผู้ช่วยนักวิจัยของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร รวมถึงข้าพเจ้าซึ่งได้ร่วมงานในฐานะผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธาและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ที่ได้ลงสำรวจในพื้นที่ก่อสร้างจริง พร้อมทั้งได้ศึกษาเอกสาร รายงานที่เกี่ยวข้อง และรวบรวมข้อมูลจากการปรึกษาหารือกับผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมการจัดการขยะ เจ้าหน้าที่เทศบาลเมืองอุทัยธานี ผู้มีประสบการณ์ด้านการจัดการขยะโดยตรง รวมถึงได้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เคยมีส่วนร่วมในโครงการศึกษาระยะที่ 1 ผลการออกแบบก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย และบ่อบำบัดน้ำเสีย (น้ำชะขยะ) มีรายละเอียดดังนี้

- 1) จำนวนชั้นขยะมูลฝอย เท่ากับ 5 ชั้น
- 2) ความสูงของชั้นมูลฝอย (Lift height) ชั้นละ 3.00 เมตร
- 3) ความหนาแน่นของมูลฝอยหลังจากบดอัดแน่นแล้ว (Compacted density) ประมาณ 0.70 ตัน/ลูกบาศก์เมตร
- 4) ขนาด Cell ฝังกลบขยะมูลฝอยเป็นไปตามปริมาณมูลฝอยรายวัน
- 5) ความหนาของดินกลบชั้นสุดท้าย (Final cover) 0.60 เมตร มีความลาดชัน 5%
- 6) คันดิน (Embankment) มีความกว้างผิวบน 4.0 เมตร มีความลาดเอียง 1:1.5
- 7) HDPE (High Density Polyethylene) หนา 1.50 มิลลิเมตร
- 8) แผ่น Geotextile
- 9) หินคละมีค่า $k = 10^{-1}$ เซนติเมตร/วินาที
- 10) ทรายมีค่า $k = 10^{-3}$ เซนติเมตร/วินาที หนา 0.60 เมตร

3.4.1 การดำเนินการในระบบฝังกลบขยะมูลฝอย

รูปแบบหลุมฝังกลบมูลฝอย ประกอบด้วยการเตรียมพื้นที่สำหรับการฝังกลบขยะมูลฝอย โดยมีการบดอัดดินให้แน่นจนมีค่า $k = 10^{-5}$ เซนติเมตร/วินาที และมีความหนา 1.00 เมตร จากนั้นขุดร่องรวบรวมน้ำเสียแบบคางหมูนอนชั้นดินบดอัดแน่น ก้นร่องกว้าง 0.30 เมตร ความลึก 0.15 เมตร และความลาดชันด้านข้าง 1:2 เป็นร่องสำหรับวางท่อรวบรวมน้ำเสียทุกระยะห่าง 25 เมตร ตลอดความยาวหลุมฝังกลบแล้วปูชั้นดินบดอัดแน่นด้วยแผ่น HDPE หนา 1.50 มิลลิเมตร แล้วก่อสร้างชั้นรวบรวมน้ำเสีย (sub drain) โดยวางท่อรวบรวมน้ำเสีย PVC ϕ 200 มิลลิเมตร เจาะรูขนาด ϕ 10 มิลลิเมตร ด้านล่างท่อ ให้มีความลาดชันของท่อ 1:100 และหุ้มทับท่อนด้วยหินคละขนาดมีค่า $k = 10^{-1}$ เซนติเมตร/วินาที แล้วปิดทับด้วยทรายมีค่า $k = 10^{-3}$ เซนติเมตร/วินาที หนา 0.60 เมตร แล้วจึงนำมูลฝอยลงไปฝังกลบ โดยมีรายละเอียดของพื้นที่หลุมฝังกลบ และขั้นตอนการฝังกลบ แสดงในรูปที่ 4

การเทมูลฝอยลงในพื้นที่ฝังกลบ: แนวทางปฏิบัติในการเทมูลฝอย การเกลี่ย และการบดอัดเป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพและความมั่นคงของบ่อฝังกลบ โดยข้อมูลที่นำเสนอเป็นแนวทางปฏิบัติมาตรฐานที่อ้างอิงจาก "แนวทางในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล" ของกรมควบคุมมลพิษ (พ.ศ. 2563) และ และรายงานวิจัยของมหาวิทยาลัยนเรศวร (2563) ซึ่งระบุว่าให้เกลี่ยมูลฝอยให้กระจายโดยสม่ำเสมอโดยกองมูลฝอยสูงไม่เกิน 0.3 เมตร ใช้รถดทับกองมูลฝอยประมาณ 2-3 เที่ยวให้แน่น จนกระทั่งรถเก็บมูลฝอยคันสุดท้ายของวันมาเท ใช้ดินกลบมูลฝอยให้ทั่วแล้วบดทับเป็นการเสร็จสิ้นในแต่ละวัน เมื่อชั้นมูลฝอยสูงประมาณ 3.00 เมตร ใช้ดินกลบกองมูลฝอยหนา 0.3 เมตร ระหว่างชั้นบดทับให้แน่นเป็นการปกคลุมมูลฝอยระหว่างชั้น ในการปิดทับครั้งสุดท้ายทำการปูทับชั้นดินที่บดอัดแน่นด้วยแผ่น HDPE หนามากกว่า 0.50 มิลลิเมตร แล้วจากนั้นจึงบดทับไว้โดยใช้ดินกลบทับให้แน่น ความหนาดิน 0.6 เมตร ซึ่งขั้นนี้ใช้สำหรับปลูกพืชคลุมดิน แสดงในรูปที่ 5

รายการคำนวณขนาดหลุมฝังกลบ

ปริมาณมูลฝอย 20 ปี = 660,738.14 ตัน

ปริมาณมูลฝอย 20 ปี = 231,258.35 ตัน (ผ่าน MBT)

ความหนาแน่นของขยะในหลุมฝังกลบ 700 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ปริมาณมูลฝอย = 330,369.07 ลูกบาศก์เมตร

กำหนดให้

ระดับดินเดิม +29 เมตร ระดับถนนรอบโครงการ +32 เมตร

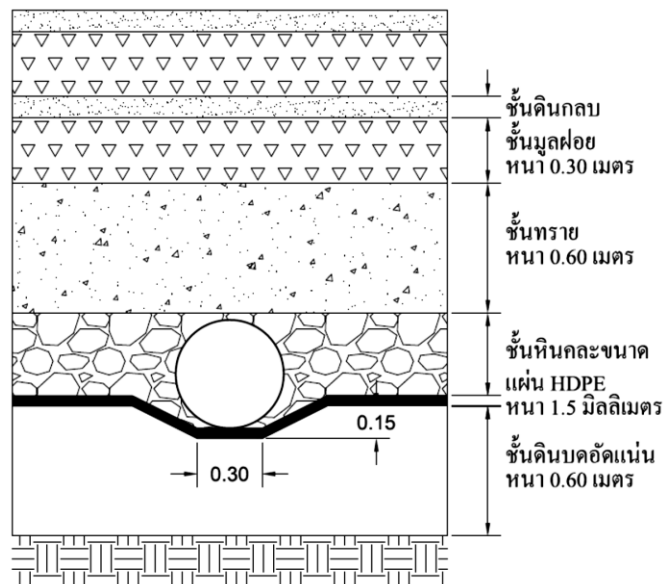
ความหนาของบ่อขยะสุทธิ 17.4 เมตร (ระดับขยะล่างสุด +23.50 เมตร บนสุด + 40.90 เมตร)

ชั้นดินกลบสำหรับปลูกพืช 0.80 เมตร (ระดับบนสุดชั้นพืชปกคลุมดิน = +41.70 เมตร)

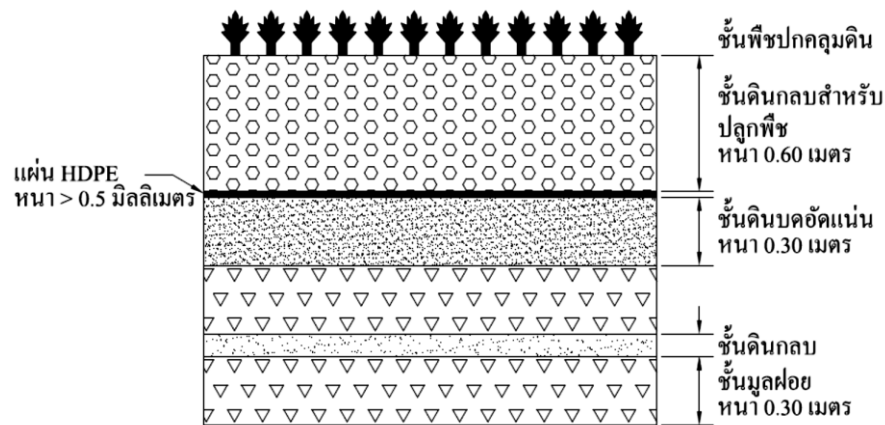
พื้นที่บ่อ = 18,986.73 ตารางเมตร

= 11.87 ไร่ (ใช้ 15 ไร่)

หมายเหตุ: การกำหนดระยะเวลาการคำนวณปริมาณมูลฝอย 20 ปี สำหรับการออกแบบขนาดหลุมฝังกลบอย่างถูกต้องลักษณะ เป็นแนวทางปฏิบัติมาตรฐานที่แนะนำโดยหน่วยงานราชการหลายแห่ง อาทิ กรมควบคุมมลพิษ เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ลดความถี่ในการก่อสร้างบ่อฝังกลบใหม่ และสอดคล้องกับการวางแผนด้านงบประมาณและพื้นที่ใช้งานในระยะยาวของเทศบาลเมืองอุทัยธานี อย่างไรก็ตาม หากมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมคัดแยกขยะ หรือมีเทคโนโลยีใหม่ อาจนำไปสู่การทบทวนระยะเวลาใหม่นี้ได้



รูปที่ 4 รายละเอียดของพื้นหลุมฝังกลบ และชั้นของการฝังกลบ



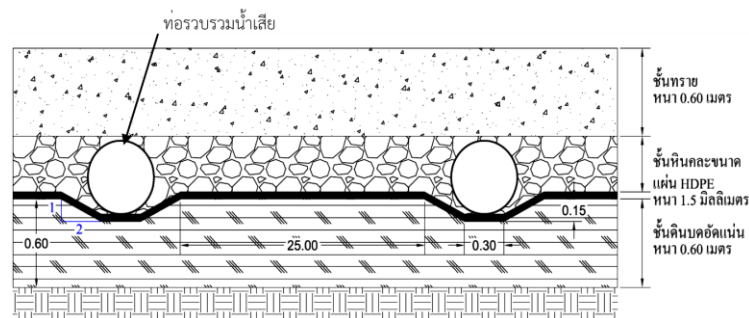
รูปที่ 5 การปิดทับครั้งสุดท้ายของพื้นที่ฝังกลบ

3.4.2 ระบบรวบรวมน้ำชะมูลฝอย (Leachate collection system)

น้ำที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอยจะถูกรวบรวมโดย ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร เจาะรูโดยรอบวางใต้พื้นที่ฝังกลบ แล้วส่งไปยังบ่อเก็บกักน้ำชะมูลฝอย โดยจะมี 1 บ่อ มีการปูวัสดุสังเคราะห์ เพื่อป้องกันการซึมของน้ำชะมูลฝอยลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน

1) HDPE (High Density Polyethylene) หนา 1.5 มิลลิเมตร 2) แผ่น Geotextile 3) ดินเหนียวบดอัด และ 4) ท่อ PVC ขนาด 0.20 เมตร

การวางระบบรวบรวมน้ำชะขยะในพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย แสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 การวางระบบรวบรวมน้ำเสียในพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย

3.4.3 การดำเนินการในระบบรวบรวมน้ำชะมูลฝอย

1) มีการป้องกันการซึมของน้ำชะมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบสู่แหล่งน้ำใต้ดิน โดยปูรองพื้นด้วยแผ่นพลาสติกชนิด HDPE (High Density Polyethylene) หนา 1.5 มิลลิเมตร ปูทับด้วยแผ่น Geotextile และชั้นดินเหนียวบดอัดแน่น 0.30 เมตร เพื่อป้องกันการสัมผัสกับลึกรกเก็บขนมูลฝอยและเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่ใช้ฝังกลบมูลฝอยโดยตรง เพราะจะทำให้แผ่นพลาสติกเสียหายได้ ชั้นดินเหนียวบดอัดแน่นจะอยู่ที่ก้นบ่อชั้นล่าง และมีแผ่น Geotextile และแผ่น HDPE ปูรองพื้นชั้นดินเหนียวนี้ตามลำดับอีกชั้นหนึ่ง ชั้นดินเหนียวนี้เป็น ชั้นดินเหนียวบดอัดแน่น มีความลาด 2 : 100 น้ำชะมูลฝอยจะไหลตามความลาดลงไปสู่บ่อรับน้ำชะมูลฝอย

2) ก้นบ่อฝังกลบมีความลาดเอียงลงสู่ท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอย 2%

3) ระบบรวบรวมน้ำชะมูลฝอยจะใช้หลักการไหลของน้ำชะมูลฝอย โดยวิธีแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity force) และใช้เครื่องสูบน้ำยกระดับร่วมกัน โดยน้ำในท่อในบ่อฝังกลบ และท่อหลักจะไหลโดยแรงโน้มถ่วงของโลกจนถึงบ่อสูบน้ำเสีย จึงจะใช้ระบบเครื่องสูบน้ำยกระดับน้ำขึ้นไปยังบ่อเก็บกักน้ำชะมูลฝอย เพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ในพื้นที่โครงการต่อไป เช่น นำมาลดอุณหภูมิของหมักขยะมูลฝอย ในกรณีที่อุณหภูมิสูงในฤดูแล้ง

3.4.4 บ่อบำบัดน้ำเสีย

ในการคิดปริมาณน้ำชะมูลฝอยสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 20 ของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ (อัตราการระเหย 80%) โดยอ้างอิงจากเกณฑ์ มาตรฐาน และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) และใช้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของจังหวัดอุทัยธานี ในคาบ 15 ปี จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาและรายงานการศึกษาของมหาวิทยาลัยนเรศวร (2563) เท่ากับ 1,200 มม./ปี ได้แล้วคูณกับพื้นที่รองรับน้ำฝนจะได้เป็นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุด อัตราการระเหยของน้ำในภูมิอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2566) เพื่อนำไปประเมินปริมาณน้ำชะมูลฝอยต่อไป ในการออกแบบครั้งนี้ได้ทำการออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสีย ทำหน้าที่เก็บกักน้ำชะขยะมูลฝอยที่เกิดจากปริมาณน้ำฝนภายในโครงการ โดยใช้ปั๊มเคลื่อนที่สูบน้ำเข้าสู่รถบรรทุกน้ำ นำไปรดกองบำบัดขยะมูลฝอย เพื่อลดอุณหภูมิในกองหมักในฤดูแล้ง โดยได้ผลการออกแบบดังนี้

1) ปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 1,200 มิลลิเมตร/ปี 2) พื้นที่บ่อฝังกลบ 22,400 ตารางเมตร 3) ปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 26,880 ลูกบาศก์เมตร 4) ปริมาณน้ำชะขยะเท่ากับ 5,376 ลูกบาศก์เมตร/ปี 5) ความลึกของบ่อ 2 เมตร และ 6) พื้นที่ของบ่อบำบัดน้ำเสีย 2,688 ตารางเมตร

เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณสามารถใช้อบ่อบำบัดน้ำเสียเดิมที่มีอยู่ในโครงการ

3.4.5 องค์ประกอบอื่น ๆ

1) อาคารประกอบที่จำเป็นในสถานีฝังกลบมูลฝอย ได้แก่ (1) อาคาร MBT-RDF ขนาด 1,200 ตารางเมตร (2) อาคารเก็บวัสดุ ขนาด 600 ตารางเมตร และ (3) ลานกองขยะนอกอาคาร ขนาด 600 ตารางเมตร

2) ถนนภายในโครงการ ได้แก่ ถนน และรางระบายน้ำรอบบ่อกว้าง 4-6 เมตร พื้นที่ประมาณ 3,000 ตารางเมตร

ตัวอย่างแบบรายละเอียดสำหรับโครงการ แสดงใน รูปที่ 7

[illegible]

รูปที่ 7 ตัวอย่างแบบรายละเอียด

3.5 การประมาณราคาก่อสร้างตามแบบรายละเอียด

ผู้วิจัยได้แบ่งหมวดหมู่ การประมาณราคางานก่อสร้าง ระบบกำจัดขยะมูลฝอย แบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี โดยใช้หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างอาคาร สำหรับ (1) ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย (2) ค่าปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย และอาคารสิ่งปลูกสร้างเดิมในพื้นที่โครงการ) 3) ค่าก่อสร้างอาคาร MBT RDF (4) ค่าก่อสร้างอาคารเก็บวัสดุ (5) ค่าติดตั้งเครื่องจักร และอุปกรณ์สำหรับบ่อฝังกลบขยะมูลฝอยและอาคาร MBT-RDF และ (6) ค่างานกำจัดขยะเกาออกจากพื้นที่ และถมดินปิดเฟส 1และใช้หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างทาง สะพาน ท่อเหลี่ยม สำหรับ (7) ค่าก่อสร้างถนน และรางระบายน้ำรอบบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นไปตามประกาศคณะกรรมการราคากลางและขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง ฉบับที่ 5 สำหรับตัวอย่างประมาณราคาก่อสร้างตามแบบรายละเอียด แสดงใน รูปที่ 8

3.6 การจัดทำเอกสารประกอบการออกแบบ

ผู้วิจัยได้จัดทำเอกสารประกวดราคาจ้างก่อสร้าง และเอกสารประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องของโครงการ ตัวอย่างเอกสารประกอบการออกแบบ แสดงในรูปที่ 9

4. สรุปผล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำบทบัญญัติของกฎหมาย หลักปฏิบัติ เกณฑ์ มาตรฐาน หรือ รายละเอียดข้อกำหนดตามระเบียบของทางราชการ รวมถึงหลักวิชาการ มาเป็นหลักเกณฑ์ และใช้อ้างอิง ในการออกแบบก่อสร้าง ระบบกำจัดมูลฝอย แบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี สรุปภาพรวมผลที่ได้จากการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1) ระบบบำบัดน้ำเสีย และอาคารสิ่งปลูกสร้างเดิมในพื้นที่โครงการ สามารถปรับปรุงซ่อมแซม เพื่อให้กลับมาใช้ประโยชน์ได้ตามวัตถุประสงค์

2) แบบรายละเอียดสำหรับโครงการ ประกอบด้วย (1) แบบบ่อฝังบ่กลบขยะมูลฝอย (2) แบบก่อสร้างถนน และ
รางระบายน้ำรอบบ่อฝังบ่กลบขยะมูลฝอย (3) แบบก่อสร้างอาคาร MBT-RDF (4) แบบก่อสร้างอาคารเก็บวัสดุ และ (5)
แบบรายละเอียดการกำจัดขยะเกาออกจากพื้นที่ และถมดินปิดเฟส 1

3) ประมาณราคาก่อสร้างตามแบบรายละเอียด ประกอบด้วย (1) ค่าก่อสร้างบ่อฝังบ่กลบขยะมูลฝอย (ขนาดพื้นที่
ไม่น้อยกว่า 24,000 ตารางเมตร) (2) ค่าปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย ขนาดพื้นที่ 2,688 ตารางเมตร และอาคารสิ่งปลูก
สร้างเดิมในพื้นที่โครงการ จำนวน 14 รายการ (3) ค่าก่อสร้างถนน และรางระบายน้ำรอบบ่อฝังบ่กลบขยะมูลฝอย (ขนาด
พื้นที่ไม่น้อยกว่า 3,000 ตารางเมตร) (4) ค่าก่อสร้างอาคาร MBT RDF จำนวน 1 หลัง (ขนาดกว้าง 30 เมตร ยาว 40 เมตร)
(5) ค่าก่อสร้างอาคารเก็บวัสดุ จำนวน 1 หลัง (ขนาดกว้าง 20 เมตร ยาว 30 เมตร) (6) ค่าติดตั้งเครื่องจักร และอุปกรณ์
สำหรับบ่อฝังบ่กลบขยะมูลฝอยและอาคาร MBT-RDF และ (7) ค่างานกำจัดขยะเกาออกจากพื้นที่ และถมดินปิดระยะที่ 1
(ขยะที่ต้องกำจัดออกจากพื้นที่ก่อสร้าง 36,456 ตัน และดินถมสำหรับปิดระยะที่ 1 (พื้นที่ไม่น้อยกว่า 32,000 ตารางเมตร
จำนวนประมาณ 25,600 ลูกบาศก์เมตร)

4) เอกสารประกอบการออกแบบ และเอกสารประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องของโครงการ ประกอบด้วย (1) รายการ
ข้อกำหนดเฉพาะของงาน (Specification) (2) บัญชีแสดงปริมาณงานและราคาค่าก่อสร้าง (Bill of quantities) และ
เอกสารประกอบ (3) มาตรฐานการก่อสร้าง สำหรับการก่อสร้าง องค์ประกอบของระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบศูนย์รวม
กำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี ทั้งระบบ และ (4) เอกสารประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ประมาณราคาก่อสร้าง : โครงการออกแบบก่อสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอย แบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี								แผ่นที่	
สถานที่ก่อสร้าง :บ้านหนองกาหลง หมู่ที่ 4 ตำบลหลุมเป้า อำเภอหนองขาหย่าง จังหวัดอุทัยธานี				แบบเลขที่				รายการเลขที่	
ฝ่ายประมาณราคา									
ประมาณราคาโดย :									
ค่าก่อสร้างบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย ระบบบำบัดน้ำเสีย ถนนและรางระบายน้ำรอบบ่อฝังกลบ									
ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		ค่าวัสดุและค่าแรง	หมายเหตุ
				หน่วยละ	รวม	หน่วยละ	รวม		
A	บ่อฝังกลบ (ขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 24,000 ตารางเมตร)							24,676,406.00	
B	ระบบบำบัดน้ำเสีย (ปรับปรุงระบบเดิมที่มีอยู่ในโครงการ)							962,500.00	
C	ถนน และรางระบายน้ำรอบบ่อฝังกลบ (ขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 3,000 ตารางเมตร)							1,691,848.00	
	หมายเหตุ								
	กำหนดให้ ระดับดินเดิม +29 ม., ระดับถนนรอบโครงการ +32 ม.								
	รวมค่าวัสดุ และค่าแรง							27,330,754.00	
	Factor F						1.2209	6,036,935.38	
	รวมค่าก่อสร้างเป็นเงินทั้งสิ้น							33,367,689.38	

รูปที่ 8 ตัวอย่างการประมาณราคาก่อสร้าง

สารบัญ

หมวดที่ 1	ข้อกำหนดและขอบเขตทั่วไป.....	1
1.1	ข้อกำหนดทั่วไปและเงื่อนไขเบื้องต้น.....	1
1.1.1	คำนิยาม.....	1
1.1.2	การตรวจสอบแบบก่อสร้างและรายการประกอบแบบ.....	2
1.1.3	การขัดแย้งและคลาดเคลื่อน	2
1.1.4	พิกัด ระยะ และมาตราส่วนต่าง ๆ	2
1.1.5	การตรวจสอบสถานที่ก่อสร้าง	2
1.1.6	ความปลอดภัย.....	3
1.1.7	การเตรียมบุคคลากร	4
1.1.8	การจัดแผนปฏิบัติงาน.....	4
1.1.9	โรงเก็บวัสดุ สำนักงาน และอื่น ๆ.....	5
1.1.10	ห้องน้ำ-ห้องส้วม	5
1.1.11	น้ำใช้และไฟฟ้าชั่วคราวที่ใช้ในระหว่างก่อสร้าง	6
1.1.12	รั้วและป้อมยาม	6
1.1.13	เครื่องจักร อุปกรณ์ และอื่น ๆ.....	6
1.1.14	ป้ายโฆษณา	7
1.1.15	การเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์	7
1.1.16	คุณภาพของวัสดุ และอุปกรณ์	7
1.1.17	การป้องกันความเสียหาย	7
1.1.18	การขอยานนอกเวลารอกเหนือจากเวลาทำงานตามปกติ	8
1.1.19	การประชุมประจำโครงการ	8
1.1.20	การจัดทำรายงาน	8
1.1.21	กรณีค้นพบวัตถุโบราณหรือทรัพย์สินอื่นใด.....	9
1.2	สรุปงานในสัญญา.....	9
1.2.1	วัตถุประสงค์.....	9
1.2.2	ระดับ.....	9
1.3	วัสดุอุปกรณ์ตัวอย่าง แบบใช้งานและแบบก่อสร้างจริง.....	10
1.3.1	การเสนอรูปแบบตัวอย่างและวัสดุอุปกรณ์ตัวอย่าง	10

รูปที่ 9 ตัวอย่างเอกสารประกอบการออกแบบ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของคณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อนร่วมงาน และทุกท่าน ที่มีส่วนร่วม จนทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522. (2535, 27 พฤศจิกายน). **ราชกิจจานุเบกษา**. เล่ม 109 ตอนที่ 113.
- กฎกระทรวงกำหนดคุณสมบัติเฉพาะของผู้ตรวจสอบ หลักเกณฑ์การขอขึ้นทะเบียนและการเพิกถอนการขึ้นทะเบียนเป็นผู้ตรวจสอบ หลักเกณฑ์การตรวจสอบอาคาร พ.ศ. 2548. (2548, 29 ธันวาคม). **ราชกิจจานุเบกษา**. เล่ม 122 ตอนที่ 126 ก.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2547). **เกณฑ์ มาตรฐาน และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน**.
https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2020/05/pcdnew-2020-05-20_08-23-05_082817.pdf
- กรมควบคุมมลพิษ. (2563). **แนวทางในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ การออกแบบก่อสร้าง และการจัดการสถานที่ ฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล**. <https://www.pcd.go.th/publication/5065/>
- กรมควบคุมมลพิษ. (2567). **ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย เทศบาลเมืองอุทัยธานี จังหวัดอุทัยธานี**. <https://thaimsw.pcd.go.th/service/uploads/report-waste-file/842e4da6-444a-46fd-b166-6d9b3b10c509.pdf>
- ประกาศคณะกรรมการราคากลางและขึ้นทะเบียนผู้ประกอบการ เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการกำหนดราคากลางงานก่อสร้างฉบับที่ 5. (2565, 1 สิงหาคม). **ราชกิจจานุเบกษา**. เล่ม 139 ตอนพิเศษ 177 ง. หน้า 8.
- พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560. (2560, 24 กุมภาพันธ์). **ราชกิจจานุเบกษา**. เล่ม 134 ตอนที่ 24 ก. หน้า 13-54.
- พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522. (2522, 10 พฤศจิกายน). **ราชกิจจานุเบกษา**. เล่ม 96 ตอนที่ 192 พิเศษ.
- มหาวิทยาลัยนเรศวร. (2563). **โครงการศึกษาวิจัยและออกแบบการจัดการขยะแบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี**. [รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final report)]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มหาวิทยาลัยนเรศวร. (2563). **โครงการออกแบบก่อสร้างระบบกำจัดขยะมูลฝอยแบบศูนย์รวมกำจัดขยะ ระยะที่ 2 ของจังหวัดอุทัยธานี**. [รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final report)]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- โยธาไทย. (2567). **รวมหนังสือหลักเกณฑ์และวิธีการกำหนดราคากลางงานก่อสร้าง Update ล่าสุด**.
<https://www.yotathai.com > rakaklang-update-2565>
- ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560. (2560, 23 สิงหาคม). **ราชกิจจานุเบกษา**. เล่ม 134 ตอนพิเศษ 210 ง. หน้า 1-71.
- สิทธิชัย กฤษวิวรรธน์. (2568). **การบริหารจัดการขยะ: รูปแบบการคัดแยกขยะอย่างมีประสิทธิภาพ**. **วารสาร มจร ปรัชญาปริทรรศน์**, 8(1), 418-428. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jmpr/article/view/280654/188405>