วิธีแก้ปัญหาการเลือกเตาเผาขยะติดเชื้อสำหรับโรงพยาบาลชุมชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย

อนุชา ศรีบุรัมย์[*3]
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ 62/1 ถนนเกษตรสมบูรณ์ ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000
และสมบัติ สินธุเชาวน์[4]
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 85 ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการเลือกขนาดและตำแหน่งที่ตั้งของเตาเผาขยะติดเชื้อ สำหรับโรงพยาบาลชุมชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย ประกอบไปด้วยจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม สกลนคร อุดรธานี หนองคาย หนองบัวลำภู และ เลย จำนวนทั้งหมด 107 แห่ง มาสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อเลือกขนาดและตำแหน่งที่ตั้งของเตาเผาขยะติดเชื้อ โดยให้มีต้นทุนรวมต่ำที่สุด ซึ่งประกอบไปด้วยต้นทุนการขนส่ง และค่าดำเนินการ ความจุของเตาเผาขยะติดเชื้อที่พิจารณามี 3 ขนาด คือ ความจุตั้งแต่ 400 800 และ1,200 กิโลกรัม/เตา/วัน และค่าดำเนินการตั้งแต่ 3,569 4,579 และ 5,543 บาท/วัน ตามลำดับ จากการหาคำตอบด้วยโปรแกรม Lingo พบว่าผลคำตอบที่ดีที่สุดมีต้นทุนรวมต่ำสุดเท่ากับ 29,821 บาท/วัน โดยมีการเลือกที่ตั้งของเตาเผาขยะติดเชื้อ 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งแรกอยู่ที่โรงพยาบาลเชียงยืนเลือกเตาเผาขยะติดเชื้อที่มีความจุ 800 กิโลกรัม/เตา/วัน ตำแหน่งที่สอง คือโรงพยาบาลสว่างแดนดิน โดยมีเตาเผาขนาดความจุ 800 กิโลกรัม/เตา/วัน และตำแหน่งสุดท้ายที่โรงพยาบาลเอราวัณ เลือกเตาเผาขนาดความจุ 400 กิโลกรัม/เตา/วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ: ตำแหน่งที่ตั้ง,เตาเผาขยะติดเชื้อ,โรงพยาบาลชุมชน

* Corresponding author. E-mail: anuchasri_oh@hotmail.com
[3] อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
[4] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Solving the problem of the selection of the size and location of Infectious Waste Incinerators for community hospitals in the upper part of Northeast Thailand

Anucha Sriburum [*1]
Rajamangala University of Technology Isan Kalasin Campus,
62/1 Kasetsomboon Rd., Muang District, Kalasin 46000, Thailand
and Sombat Sindhuchao [2]
Ubon Ratchathani University,
85 Sathonlamark Rd., Warin Chamrap, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

Abstract

This research aimed to select the size and location of infectious waste incinerators for community hospitals in the upper part of northeast Thailand, comprising Khonkaen, Kalasin, Mahasarakham, SakonNakhon, UdonThani, NongKhai, NongbuaLamphu, and Loei, by considering only community hospitals. There were 107 hospitals considered in total. The objective function of the mathematical model was developed by selecting the size and location of the infectious waste incinerators with the lowest total cost that comprising transportation and operating costs. The capacity of the infectious waste incinerators was considered by three sizes selected 400, 800, with 1,200 kg/incinerator/day with represent as operating costs by 3,569 4,579 and 5,543 Bath/day respectively. The computational results from lingo showed the lowest total cost of 29,821 Baht/day by the three capacity of infectious waste incinerators selected. The first represented as 800 kg/incinerator/day at the Chiang Yun Hospital, the second was 800 kg/incinerator/day at the Sawang Daen Din Hospital and the last was 400 kg/incinerator/day at the Erawan Hospital.

Keywords: Location, Infectious waste incinerators, Community hospital

* Corresponding author. E-mail: Anuchasri_oh@hotmail.com
[1] Lecturer in Faculty of Agro-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Isan Kalasin Campus
[2] Assistant Professor in Faculty of engineering , Ubon Ratchathani University

1. บทนำ

ประเทศไทยมีประชากรเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี แม้ว่าความเจริญก้าวหน้าทางการแพทย์จะมีมากขึ้นแต่ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลกลับมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณของประชากร การรักษาผู้ป่วยจากเจ้าหน้าที่และแพทย์ในโรงพยาบาลซึ่งต้องใช้วัสดุสำหรับการรักษาผู้ป่วยที่ติดเชื้อเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้มีขยะของเสียเกิดขึ้นจากโรงพยาบาลที่เรียกว่า ขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาล (Hospital waste) ซึ่งจัดเป็นขยะอันตราย (Hazardous waste) ประเภทหนึ่ง เนื่องจากขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลมีการปนเปื้อนของเชื้อโรค ซึ่งก่อให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคสู่สิ่งแวดล้อมได้หากไม่มีวิธีการจัดการที่เหมาะสม

ประเทศไทยมีสถานพยาบาล ทั้งที่เป็นของรัฐและเอกชนจำนวนมากกว่า 37,000 แห่ง ซึ่งมีจำนวนเตียงประมาณ 140,000 เตียง มีปริมาณขยะมูลฝอย ประมาณ 23,725 ตันหรือวันละ 65 ตัน อัตราการเกิดขยะมูลฝอยเฉลี่ย 0.54 กิโลกรัมต่อเตียงต่อวัน ปริมาณขยะมูลฝอยดังกล่าวคาดว่าจะมีอัตราเพิ่มขึ้นปีละประมาณร้อยละ 5.5 ซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงกับประชากรเพิ่มขึ้น จึงทำให้หน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องได้เสนอให้มีพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535 โดยกำหนดให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีอำนาจหน้าที่ในการกำจัดสิ่งปฏิกูลและขยะที่เกิดในเขตท้องถิ่น ครอบคลุมถึงขยะติดเชื้อด้วย ประกอบกับกระทรวงสาธารณสุขได้ออกกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดขยะติดเชื้อ พ.ศ. 2545 กำหนดห้ามถ่ายเททิ้งขยะติดเชื้อในที่สาธารณะ โดยให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควบคุมดูแลและบริหารจัดการให้สถานบริการสาธารณสุขจัดการขยะติดเชื้อที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมอย่างถูกต้อง [1]

การบริหารจัดการกับขยะติดเชื้อในพื้นที่สาธารณสุขเขต 6 ซึ่งประกอบด้วย 8จังหวัด คือ ขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม สกลนคร อุดรธานี หนองคาย หนองบัวลำภู และเลย มีจำนวนโรงพยาบาลชุมชนทั้งสิ้น 107 แห่ง โรงพยาบาลทุกแห่งจะมีการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยการเผาในเตาเผา โดยที่เตาเผาที่ใช้จะมีการซ่อมแซมบำรุงรักษาน้อยมากเนื่องจากงบประมาณในการซ่อมแซมน้อย ไม่มีอะไหล่สำรองโดยเฉพาะอุปกรณ์หัวเผามี จำนวนที่ชำรุดมากที่สุด ทำให้โรงพยาบาลหลายแห่งใช้วิธีเผาลงพื้นและเผากลางแจ้ง ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล จากการสำรวจพบว่าโรงพยาบาลมีเตาเผาหลากหลายขนาด ทั้งที่สภาพดีและชำรุด โดยเตาเผาขยะติดเชื้อในปัจจุบันที่มีสภาพดีมีเพียงร้อยละ 22.09 และพบว่ามีการชำรุดถึงร้อยละ 77.91 โดยขั้นตอนการกำจัดขยะติดเชื้อเริ่มจากการคัดแยกขยะติดเชื้อออกจากขยะทั่วไปก่อนจากนั้นนำไปทำลายต่อไป โดยโรงพยาบาลชุมชนมีปริมาณขยะติดเชื้อ 10 – 20 กิโลกรัม/วัน โรงพยาบาลส่วนใหญ่ได้ส่งขยะติดเชื้อให้เอกชนนำไปกำจัดแทนการกำจัดเองภายในโรงพยาบาล เนื่องจากเตาเผาชำรุดและขาดงบประมาณในการซ่อมแซมอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งต้องการงบประมาณค่อนข้างสูง

จากปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยได้ สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อเลือกเตาเผาขยะติดเชื้อและที่ตั้ง เพื่อแก้ไขปัญหาการกำจัดขยะติดเชื้อ แทนการมีเตาเผาที่ชำรุดและใช้งานไม่ได้ ที่มีในโรงพยาบาลหลายแห่ง เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการจ้างให้เอกชนนำไปกำจัดและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และการบริหารจัดการ เพื่อให้เกิดการประหยัดสุดต้นทุนต่ำสุด ให้กับโรงพยาบาลชุมชนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเลือกจำนวนและสถานที่ตั้งในการจัดตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม พิจารณาจากผลกระทบของต้นทุนดำเนินการ ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนสินค้าคงคลัง เนื่องจากต้นทุนดังกล่าวเป็นเครื่องมือชี้วัดถึงประสิทธิภาพการดำเนินงานว่าจะสามารถเข้าแข่งขันและสามารถอยู่รอดได้หรือไม่ ดังนั้นจำเป็นจะต้องทำการวิเคราะห์หาจำนวนและสถานที่ ตั้งว่าควรมีจำนวนเท่าใดและตั้งอยู่ที่ไหนบ้าง

จึงจะครอบคลุมลูกค้าทุกกลุ่มและใช้ต้นทุนให้เกิดประสิทธิภาพ [2] สำหรับปัญหาสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าและการจัดเส้นทางการขนส่ง ตามโครงสร้างสามารถแบ่งออกเป็น 2 ปัญหา คือ ปัญหาสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าและการจัดเส้นทางการขนส่ง การที่จะค้นหาคำ ตอบจากปัญหานี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพควรแก้ปัญหานี้ไปพร้อมๆกัน โดยที่ไม่แยกปัญหาออกจากกัน เนื่องจากว่าปัญหานี้มีความสัมพันธ์ต่อกันและมีผลโดยตรงต่อคำตอบสุดท้าย จำเป็นต้องบูรณาการวิธีการหาคำตอบเข้าด้วยกัน [3] มีงานวิจัยที่ได้ทำการนำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การบูรณาการ การวิเคราะห์หาสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าและการขนส่ง กรณีศึกษาโรงงานไส้กรอกปลากาฬสินธุ์ โดยทำการวิเคราะห์จุดที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าหรือตัวแทนฝ่ายขาย จัดสรรปริมาณสินค้าให้กับตัวแทนฝ่ายขายให้เกิดความประหยัดของต้นทุนสูงสุด ซึ่งใช้โปรแกรม LINGO เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ หาคำตอบ สำหรับปัญหาการตัดสินใจเลือกสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าจำนวนในการจัดตั้ง และการจัดสรรลูกค้าให้กับศูนย์กระจายสินค้า การตัดสินใจเลือกสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า (Facility location) เป็นประเด็นสำคัญในการดำเนินงานภาคธุรกิจการขนส่งและโลจิสติกส์มุ่งก่อให้เกิดกำไรสูงสุดและต้นทุนต่ำที่สุด [4-5]

3. วิธีการวิจัย

3.1 ศึกษารูปแบบปัญหา

พื้นที่สาธารณสุขเขต 6 ประกอบไปด้วย 8 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น กาฬสินธุ์ อุดร หนองคาย เลย หนองบัวลำภู สกลนคร และ มหาสารคาม ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยในพื้นที่สาธารณสุขเขต 6 มีโรงพยาบาลระดับชุมชนที่มีขนาดเตียงไม่เกิน 120 เตียง จำนวนทั้งหมด 107 แห่ง ในส่วนของข้อมูลระยะทางระหว่างโรงพยาบาลแต่ละแห่งแสดงในตารางที่ 1 จากการสำรวจปริมาณขยะติดเชื้อที่เกิดขึ้นในแต่ละโรงพยาบาลพบว่ามีปริมาณที่แตกต่างกันมีปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั้งหมดรวมกัน 1,931 กิโลกรัม/วัน ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18 กิโลกรัม/วัน โรงพยาบาลทุกแห่งส่งขยะติดเชื้อไปกำจัดในเตาเผาขยะติดเชื้อของเอกชนซึ่งมีที่ตั้งอยู่ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยปัจจุบันทางบริษัทเอกชนที่รับกำจัดขยะติดเชื้อจะคิดค่าบริการตามปริมาณขยะและระยะทางการขนส่ง เท่ากับ 2 บาท/กิโลเมตร/กิโลกรัม ซึ่งปัญหาที่พบปัจจุบันทางบริษัทมีต้นทุนในการขนส่งสูงและไม่สามารถให้บริการรับขยะติดเชื้อได้ทุกวันซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานการกำจัดขยะติดเชื้อซึ่งต้องกำจัดโดยเร็วเพราะเป็นขยะอันตรายที่สามารถกระจายเชื้อโรคสู่สิ่งแวดล้อมได้

รูปที่ 1 พื้นที่ 8 จังหวัดบนแผนที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาต้นทุนดังกล่าวผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาโดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) เพื่อเลือกเตาเผาขยะติดเชื้อและที่ตั้งที่มีต้นทุนต่ำที่สุด

ตารางที่ 1 ตัวอย่างเมทริกซ์ระยะทางของโรงพยาบาลในระดับชุมชน 107 แห่ง กรณีศึกษา

รหัสโรงพยาบาล	H1	H2	H3	H4	..	H107
H1	0	164	74	131	..	100
H2	164	0	169	176	..	190
H3	74	169	0	76	..	29
H4	131	176	76	0	..	106
:	:	:	:	:	0	:
H107	100	190	29	106	..	0

ตารางที่ 2 ข้อมูลปริมาณขยะติดเชื้อที่เกิดขึ้นของโรงพยาบาลในระดับชุมชน 107 แห่ง

รหัสโรงพยาบาล	H1	H2	H3	H4	..	H107
ปริมาณขยะ (กก./วัน)	21	20	19	17	..	20

3.2 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อเลือกขนาดเตาและที่ตั้งเตาเผาขยะติดเชื้อ

ปัญหาการเลือกเตาเผาขยะติดเชื้อและที่ตั้งของซึ่งมีจำนวน P แห่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมต่ำสุด ซึ่งค่าใช้จ่ายโดยรวมประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

สำหรับตำแหน่งเตาเผาขยะติดเชื้อที่ถูกเลือกจะต้องตั้งอยู่ภายในโรงพยาบาลเท่านั้น โรงพยาบาลที่ถูกเลือกทุกแห่งมีพื้นที่และงบประมาณตลอดจนบุคลากรเพียงพอและพร้อมที่จะตั้งเตาเผาขยะได้ และค่าใช้จ่ายในการขนส่งคงที่ทั่วทั้งภูมิภาค ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

การกำหนดตัวแปร พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

ดัชนี (Indices)

i แทน ลำดับตำแหน่งของโรงพยาบาลชุมชน i= 1, 2, 3, ..., 107

j แทน ลำดับตำแหน่งของการเปิดเตาเผาขยะติดเชื้อ j= 1, 2, 3, ..., 107

k แทน เตาขนาดแบบต่างๆ k= 1, 2, และ3

ตัวแปรกำหนดค่า (Parameters)

C_{ij} ระยะทางการขนส่งภายใน 1 วันจากโรงพยาบาลชุมชน i ไปยังลำดับตำแหน่งเตาเผาขยะติดเชื้อ j (กม./วัน)

F_k ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของเตาเผาขยะติดเชื้อเตาเผาแบบที่ k (บาท/วัน)

S_k ความจุของเตาเผาขยะติดเชื้อเตาเผาแบบ k (กก./เตา/วัน)

D_i ปริมาณของขยะติดเชื้อที่เกิดขึ้นในแต่ละโรงพยาบาลชุมชน i (กก.)

A ต้นทุนค่าขนส่ง 2 บาท/กม. จากโรงพยาบาลชุมชน i ส่งขยะติดเชื้อไปยังตำแหน่งเตา j

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables)

$X_{ij} \in \{0,1\}$ ถ้าเท่ากับ 1 ขยะติดเชื้อของโรงพยาบาลชุมชนที่ i ถูกส่งไปเตาเผาที่ตำแหน่ง j ถ้าเท่ากับ 0 ในกรณีอื่นๆ

$Y_j \in \{0,1\}$ ถ้าเท่ากับ 1 เปิดเตาเผาขยะติดเชื้อที่ตำแหน่ง j ถ้าเท่ากับ 0 ในกรณีอื่นๆ

$Z_{kj} \in \{0,1\}$ ถ้าเท่ากับ 1 เลือกใช้เตาเผาขยะติดเชื้อแบบที่ k ที่ตำแหน่งเตาเผาขยะติดเชื้อ ถ้าเท่ากับ 0 ในกรณีอื่นๆ

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function)

$$Min\ z = \sum_{i=1}^{107}\sum_{j=1}^{107} AC_{ij} X_{ij} + \sum_{j=1}^{107}\sum_{k=1}^{3} F_k Z_{kj} \quad (1)$$

สมการขอบข่าย (Subject to)

$$\sum_{j=1}^{107} X_{ij} = 1 \qquad \forall\ i \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^{3} Z_{kj} = Y_j \qquad \forall\ j \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{107} D_i X_{ij} \le \sum_{k=1}^{3} S_k Z_{kj} \qquad \forall\ j \quad (4)$$

$$X_{ij} \le Y_j \qquad \forall\ i, j \quad (5)$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad (6)$$

$$Y_j \in \{0,1\} \quad (7)$$

$$Z_{kj} \in \{0,1\} \quad (8)$$

สมการที่ (1) สมการเป้าหมายต้นทุนต่ำสุด เป็นผลรวมของต้นทุนผันแปรหรือต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการดำเนินการ สมการที่ (2) เป็นสมการเงื่อนไขบังคับให้โรงพยาบาลชุมชน i สามารถส่งขยะติดเชื้อไปยังเตา j โดยใช้บริการจากเตาเผาเพียงแห่งเดียวและแบบเดียวเท่านั้น สมการที่ (3) โรงพยาบาลที่ได้รับเลือกเปิดเตาเผาจะต้องใช้เตาเผาแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น สมการที่ (4) ปริมาณขยะติดเชื้อของโรงพยาบาลชุมชน i ที่ได้รับบริการจากเตา j จะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับกำลังการเผาของเตาแบบ k ที่เปิดสมการที่ (5) โรงพยาบาลทุกแห่ง i ไม่สามารถนำขยะไปเผาที่เตา j ได้ ถ้าเตา j ยังไม่เปิด สมการที่ (6) ตัวแปร X เป็นตัวแปรตัดสินใจว่าขยะติดเชื้อของโรงพยาบาลชุมชนที่ i ถูกส่งไปเตาเผาที่ตำแหน่ง j หรือไม่ สมการที่ (7) ตัวแปร Y เป็นตัว แปรตัดสินใจว่าเปิดเตาเผาขยะติดเชื้อที่ตำแหน่ง j หรือไม่ สมการที่ (8) ตัวแปร Z เป็นตัวแปรตัดสินใจว่าเลือกใช้เตาเผาขยะติดเชื้อแบบที่ k ที่ตำแหน่งเตาเผาขยะติดเชื้อ j หรือไม่

ต้นทุนผันแปรหรือต้นทุนค่าขนส่ง (Transportation cost; A) เท่ากับ 2 บาท/กม. และต้นทุนค่าดำเนินการ (Operating cost) เป็นต้นทุนคงที่และลดได้ยาก เช่น ค่าลงทุน ค่าจ้างต่างๆ ค่าสาธารณูปโภค รวมถึงค่าเสื่อมราคาของครุภัณฑ์ หรือสิ่งก่อสร้าง เป็นต้น

ตารางที่ 3 และตารางที่ 4 แสดงลักษณะของเตาเผาขยะติดเชื้อแต่ละแบบ ซึ่งมีอัตราการการกำจัด ราคา ค่าเสื่อมราคาต่างกัน ตามลักษณะของเตา ในส่วนของอายุการใช้งานมีค่าเท่ากันคือ 3,650 วัน ต้นทุนการดำเนินการของเตาเผาขยะติดเชื้อทั้ง 3 แบบซึ่งประกอบด้วยค่าจ้างพนักงาน ค่าดำเนินการเผา ค่าบำรุงเตา ค่าสาธารณูปโภค ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าเสื่อมราคา มีค่าเท่ากับ 3,569 4,579 และ 5,543 บาท/วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 3 รายละเอียดลักษณะของเตาเผาขยะติดเชื้อ

ลักษณะเตาเผาขยะติดเชื้อ	เตาแบบที่ 1	เตาแบบที่ 2	เตาแบบที่ 3
ความจุ (กก./วัน)	400	800	1,200
ราคา(บาท)	1,200,000	1,800,000	2,200,000
อายุการใช้งาน(วัน)	3,650	3,650	3,650

ตารางที่ 4 ค่าใช้จ่ายของเตาเผาขยะติดเชื้อแต่ละแบบ

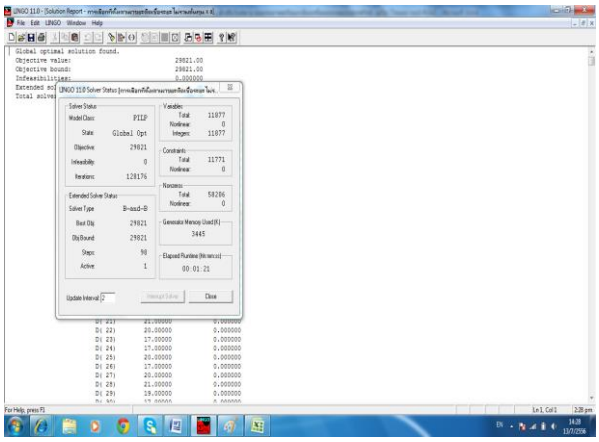
ค่าใช้จ่ายของเตาเผาขยะติดเชื้อ	เตาแบบที่ 1	เตาแบบที่ 2	เตาแบบที่ 3
ค่าเสื่อมราคา (บาท/วัน)	329	439	603
ค่าจ้างพนักงาน (บาท)	700	700	700
ค่าดำเนินการเผา (บาท/วัน)	800	860	920
ค่าบำรุงเตา (บาท/วัน)	280	350	420
ค่าสาธารณูปโภค (บาท/วัน)	660	730	800
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง(บาท/วัน)	800	1,500	2,100
รวม(บาท/วัน)	3,569	4,579	5,543

*หมายเหตุ
-ค่าเสื่อมราคาคิดจาก ราคาเตา (บาท)/อายุการใช้งาน(วัน) -
-ค่าจ้างพนักงานคิดจากค่าแรง 350 บาท/วัน/คน *
พนักงาน 2 คน

3.3 วิเคราะห์ผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำวิธีการเลือกเตาเผาขยะติดเชื้อและที่ตั้งสำหรับโรงพยาบาลชุมชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทยขั้นตอนเริ่มจากการสร้างเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นและประมวลผลคำตอบด้วยโปรแกรม Lingo 11 ทดสอบ กับคอมพิวเตอร์ Note Book รุ่น Intel Core i3 CPU Processer 2.3 GHz, 8 GB Ram

จากการหาคำตอบด้วยโปรแกรม Lingo พบว่าผลคำตอบที่ได้แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ผลจากการหาคำตอบด้วยโปรแกรม Lingo 11

ตารางที่ 5 ผลคำตอบการแบ่งกลุ่มโรงพยาบาลชุมชนที่ส่งขยะติดเชื้อให้ตำแหน่งเตาเผา โดยโปรแกรม Lingo 11

ตำแหน่งโรงพยาบาลที่เปิดเตาเผา	เลือกใช้เตาเผาขนาด (กก./วัน)	โรงพยาบาลที่ส่งขยะติดเชื้อให้เตาเผา แทนโรงพยาบาล (H) ต่างๆ
H58	800	4,7,8,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,27,55,56,57,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,74,75,76,95,97,101,102,103,104,105
H93	800	2,23,24,25,26,28,29,30,31,32,33,44,45,46,47,50,51,52,54,72,73,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91,92,94,96,98,100
H107	400	1,3,5,6,9,22,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,48,49,53,99,106

ตารางที่ 5 แสดงผลที่ได้จากคำตอบโดยมีการเลือกที่ตั้งของเตาเผาขยะติดเชื้อ 3 แห่ง เวลาที่ใช้ในการประมวลผล 1 นาที 21 วินาที รายละเอียดดังนี้

ตำแหน่งแรกอยู่ที่โรงพยาบาลเชียงยืนเลือกเตาเผาขยะติดเชื้อที่มีความจุ 800 กิโลกรัม/เตา/วัน มีโรงพยาบาล ที่ส่งขยะติดเชื้อให้เตาเผาจำนวน 42 แห่ง ปริมาณขยะติดเชื้อรวม 799 กิโลกรัม/เตา/วัน ตำแหน่งที่สอง คือโรงพยาบาลสว่างแดนดิน เลือกเตาเผาขยะติดเชื้อที่มีความจุ 800 กิโลกรัม/เตา/วัน มีโรงพยาบาลที่ส่งขยะติดเชื้อให้เตาเผาจำนวน 41 แห่ง ปริมาณขยะติดเชื้อรวม 751 กิโลกรัม/เตา/วัน และตำแหน่งสุดท้ายที่โรงพยาบาลเอราวัณ เลือกเตาเผาขยะติดเชื้อที่มีความจุ 400 กิโลกรัม/เตา/วัน มีโรงพยาบาลที่ส่งขยะติดเชื้อให้เตาเผาจำนวน 21 แห่ง ปริมาณขยะติดเชื้อรวม 381 กิโลกรัม/เตา/วัน ตามลำดับ โดยไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไขที่ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทุกโรงพยาบาล 107 แห่งรวมกัน กับตำแหน่งที่ตั้งที่เกิดขึ้น เท่ากับ 1,931 กิโลกรัม/เตา/วัน

4. สรุป

การเลือกเตาเผาขยะติดเชื้อและตำแหน่งที่ตั้ง จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจากการหาคำตอบด้วยโปรแกรม Lingo พบว่าผลคำตอบที่ดีที่สุด สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ตำแหน่งแรกตั้งอยู่ที่โรงพยาบาลเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม เลือกเตาเผาขยะติดเชื้อที่มีความจุ 800 กิโลกรัม

2) ตำแหน่งที่สองตั้งอยู่ที่โรงพยาบาลสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร โดยมีเตาเผาขนาดความจุ 800 กิโลกรัม

3) ตำแหน่งที่สามตั้งอยู่ที่โรงพยาบาลเอราวัณ เลือกเตาเผาขนาดความจุ 400 กิโลกรัม โดยมีค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดเท่ากับ 29,821 บาทต่อวัน

สำหรับต้นทุนที่ผู้วิจัยใช้ประกอบการวิเคราะห์เป็นเพียงข้อมูลและต้นทุนส่วนหนึ่งเท่านั้น ในการวิเคราะห์ ยังไม่รวมข้อมูลเชิงคุณภาพมาพิจารณาประกอบคู่กัน จากผลที่ได้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงและงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาอื่นๆได้

5. เอกสารอ้างอิง

[1] ชาตรี ไชยวงศ์, “การป้องกันและระงับการแพร่เชื้อหรืออันตรายที่อาจเกิดจากขยะติดเชื้อ,” *การอบรมหลักสูตรการฝึกอบรมการป้องกันและระงับการแพร่เชื้อหรืออันตรายที่อาจเกิดจากขยะติดเชื้อ*. 8 – 9 ธันวาคม. โรงแรมเรือนแพ รอยัลปาร์ค, พิษณุโลก, หน้า 16-18, 2553.

[2] A. Balakrishnan, J. E. Ward and R. T. Wong, “Integrated facility location and vehicle Routing models: recent work and future prospects,” *American Journal of Mathematical and Management Sciences.*, Vol.7, pp. 35–61, 1987.

[3] สุพรรณ สุดสนธิ์ และ อภิชาต โสภาแดง, “การพัฒนาตัวแบบเครือข่ายโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งขาออกในวิสาหกิจอาหารแช่แข็งขนาดย่อม,”*การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ*, 21–22 ตุลาคม, พิษณุโลก, 2546, หน้า 2-3.

[4] จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน, “การเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการด้วยวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด,” *วารสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน*, ปีที่ 12(1) , 107-114, 2554.

[5] กษิดิ์เดช สิบศิริ, “*การสำรวจการจัดการเตาเผาขยะติดเชื้อในโรงพยาบาลชุมชนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน*,” วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, 2554.