การเพิ่มประสิทธิภาพการขุดถ่านหินเหมืองแม่เมาะด้วยระบบนำทางด้วยดาวเทียม
Increasing Efficiency of Coal Excavation for Mae Moh Mine with Global Navigation Satellite System

อัครวินท์ โหรา และ อรรถพล สมุทคุปติ์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

akrawinjack@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการขุดถ่านหินด้วยการประยุกต์ใช้ระบบนำทางด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite System : GNSS) เพื่อให้ได้คุณภาพถ่านหินที่มีความถูกต้องและพัฒนาระบบอัตโนมัติในการคำนวณคุณภาพถ่านหินที่ขุดได้ จากการใช้พิกัดตำแหน่งการขุดถ่านหินแบบ Real Time ที่ได้มาจากระบบ GNSS ที่ติดตั้งไว้กับรถขุดไฟฟ้า จากนั้นทำการเชื่อมโยงพิกัดกับข้อมูลคุณภาพทางธรณีของถ่านหินด้วยโปรแกรม My SQL ซึ่งจากการติดตั้งระบบ GNSS บนรถขุดไฟฟ้าหมายเลข 34-0037 หน้างานบ่อเหมืองแม่เมาะพื้นที่ C1 พิกัด N14-N16 W01-03 โดยศึกษาค่าความร้อนในถ่านหิน พบว่าค่าคุณภาพของถ่านหินที่ได้มีความแม่นยำเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพถ่านหินที่ได้จากการวางแผนการขุด โดยค่าความร้อนจากวิธีวิจัยมีค่าความเบี่ยงเบนน้อยกว่าวิธีปัจจุบันเท่ากับ 104.38 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม และ 113.17 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ตามลำดับ ทำให้ขุดถ่านหินได้คุณภาพใกล้เคียงกับที่ต้องการ ซึ่งสามารถลดความสูญเสียจากการขุดถ่านหินที่ให้พลังงานเบี่ยงเบนจากที่ต้องการได้ปีละ10,460,576 บาท จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่า การนำระบบ GNSS มาประยุกต์ใช้ในการขุดถ่านหินทำให้ได้ข้อมูลคุณภาพถ่านหินที่มีความถูกต้องมากขึ้น และเมื่อทำการเชื่อมโยงพิกัดกับข้อมูลคุณภาพทางธรณีของถ่านหินทำให้ได้ระบบอัตโนมัติในการทราบค่าคุณภาพถ่านหินที่ขุดได้ ซึ่งทำให้สามารถปรับเปลี่ยนการทำงานการขุดถ่านหินที่หน้างานได้ทันกาลเพื่อให้ได้คุณภาพถ่านหินตามต้องการ

คำสำคัญ: การขุดถ่านหิน ระบบนำทางด้วยดาวเทียม โปรแกรมมายเอสคิวแอล ระบบอัตโนมัติ คุณภาพถ่านหิน

Abstract

The purpose of this research was to develop automatic system for calculating coal quality and to increase efficiency of coal excavation in terms of getting more accurate coal quality by using Global Navigation Satellite System (GNSS). The GNSS was installed on the excavator to get the real time coordination, and then the coordination was linked to coal quality from the geology data by applying My SQL program . After installing GNSS on the excavator no.34-0037 and focusing on the amount of heating value at Mae Moh Mine area C1, N14-N16 W01-W03, the result showed that the amount of heating value obtained by this method was more accurate than the coal quality data of the planning. The standard deviation of this research was less than present method,104.38 Kcal/Kg and 133.17 Kcal/Kg respectively. Lose

from excavate (deviate from planning) heating value coal can be decreased and can be accounted for 10,460,576 baht/year. It can be concluded that applying GNSS for coal excavation can increase accuracy of the coal quality . In addition, connection real time coordination with coal quality from geology data can automatically obtained coal quality data, so that on site operation can be adjusted in time during excavation to get the target coal quality.

Keyword: Coal Excavation, GNSS, My SQL Program, Automatic System, Coal Quality

1. บทนำ

เหมืองแม่เมาะปัจจุบันผลิตถ่านหินปีละประมาณ 16 ล้านตัน เพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับส่งให้โรงไฟฟ้าแม่เมาะผลิตกระแสไฟฟ้า กำลังการผลิต 2,400 เมกะวัตต์ โดยมีการวางแผนการทำเหมืองให้ได้คุณภาพถ่านหินตามความต้องการของโรงไฟฟ้า ในทางปฏิบัติขั้นตอนการขุดถ่านหินยังได้คุณภาพถ่านหินคลาดเคลื่อนจากแผนที่วางไว้ ส่งผลกระทบกับโรงไฟฟ้า เช่น ทำให้ต้องลดกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าลง การเกิดตะกรัน (Slag) ที่ผนังเตาเผา (Boiler) ของโรงไฟฟ้าทำให้ขัดขวางการถ่ายเทความร้อนระหว่างเตาเผากับท่อไอน้ำ ซึ่งถ้าเป็นก้อนใหญ่ร่วงหล่นสู่ก้นเตา จะทำให้โรงไฟฟ้าหยุดการทำงาน (Shut Down) ดังนั้น ถ่านหินที่ส่งให้โรงไฟฟ้าแม่เมาะจึงมีความสำคัญที่ต้องควบคุมให้ได้คุณภาพตามที่วางแผนไว้ ซึ่งคุณภาพถ่านหินที่สำคัญ ได้แก่ ค่าความร้อน ปริมาณกำมะถัน และปริมาณแคลเซียมออกไซด์ ขั้นตอนการขุดถ่านหินวิธีการปัจจุบันคือบุคลากรเดินทางลงไปยังหน้างานบ่อเหมืองช่วงต้นกะปฏิบัติการ เพื่อนำเครื่อง GNSS แบบ Handheld วัดพิกัดที่หน้างาน 1 ครั้งต่อ 1 กะปฏิบัติการ เพื่อตรวจสอบให้มีการขุดถ่านหินถูกต้องตรงตามพิกัดที่วางแผนให้ขุด จากนั้นนำพิกัดที่วัดได้มาเทียบเคียงกับพิกัดในตารางข้อมูลคุณภาพถ่านหินทางธรณี เพื่อให้ทราบคุณภาพถ่านหินที่ขุดได้ และใช้เป็นตัวแทนคุณภาพถ่านหินเฉลี่ยของกะปฏิบัติการนั้นในการนำไปใช้กำหนดอัตราส่วนผสมถ่านหินจากหลายหน้างาน ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ อีกทั้งในปี 2571 เหมืองแม่เมาะมีนโยบายลดบุคลากรลงและให้ความสำคัญในการพัฒนางานให้เป็นระบบอัตโนมัติ จึงเป็นที่มาของการประยุกต์นำระบบ GNSS มาติดตั้งที่รถขุดไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขุดถ่านหินให้ได้คุณภาพถ่านหินที่มีความถูกต้องมากขึ้น และพัฒนาระบบอัตโนมัติในการคำนวณคุณภาพถ่านหินที่ขุดได้จากการได้พิกัดตำแหน่งการขุดถ่านหินแบบ Real Time ที่ได้จากระบบ GNSS ที่ติดตั้งไว้กับรถขุดไฟฟ้า และเชื่อมโยงกับข้อมูลคุณภาพทางธรณีของถ่านหินด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

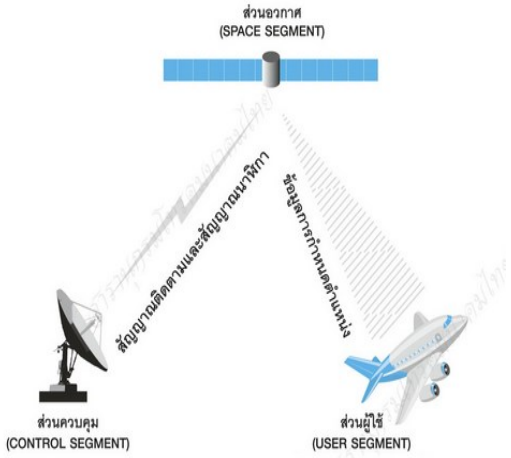
2.1 ระบบนำทางดาวเทียม

ระบบนำทางด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite System : GNSS) ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการหาพิกัดตำแหน่งบนพื้นผิวโลกที่มีความแม่นยำและถูกต้องสูง ซึ่งเป็นการรวบรวมระบบกำหนดตำแหน่งโลกด้วยดาวเทียม 1) Global Positioning System (GPS) 2) GLONASS ของรัสเซีย 3) Beidou ของจีน 4) Galileo ของยุโรป โดยระบบการทำงานของ GPS ประกอบด้วย 3 ส่วน คือส่วนอวกาศ (Space Segment) หมายถึงกลุ่มดาวเทียม (Satellite) ส่วนควบคุม (Control Segment) หมายถึงสถานีควบคุมดาวเทียมภาคพื้นดิน (Ground Stations) และส่วนผู้ใช้ (User Segment) หมายถึงผู้ใช้และเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม [1] ดังภาพที่ 1

การหาพิกัดตำแหน่งโดยใช้ระบบ GPS มีหลายแบบ เช่น แบบสถิตย์ (Static) แบบจลน์ในทันทีทันใด (Real Time Kinematic : RTK) เป็นต้น ซึ่งแบบจลน์ในทันทีทันใดมีหลักการทำงานคือต้องใช้เครื่องรับสัญญาณอย่างน้อย 2 เครื่อง โดยเครื่องที่หนึ่งถูกวางไว้บนหมุดที่ทราบพิกัดหรือสถานีฐาน อีกเครื่องหนึ่งนำไปวางรับสัญญาณตามจุดที่ต้องการทราบค่าพิกัด โดยจะต้องสามารถรับและส่งคลื่นวิทยุหรือโทรศัพท์มือถือ รวมถึงอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตได้ การหาค่าพิกัดของตำแหน่งจุดต่างๆด้วยวิธีนี้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมที่สถานีฐานและสถานีผู้ใช้งานต้องรับข้อมูล

 DOI:10.14416/c.fte.2017.11.036

จากกลุ่มดาวเทียมกลุ่มเดียวกันและช่วงเวลาเดียวกันอย่างน้อย 5 ดวง [2]



ภาพที่ 1 ส่วนต่างๆของระบบการหาพิกัดด้วยดาวเทียม GPS

2.2 กระบวนการควบคุมคุณภาพถ่านหิน

ประกอบด้วยขั้นตอนการวางแผน การปฏิบัติการขุดขน และการติดตามผล การวางแผนเริ่มจากกำหนดหน้างานขุดถ่านหินและหาค่าคุณภาพถ่านหินของหน้างานนั้นๆ โดยใช้ข้อมูลหลุมเจาะทางธรณีวิทยา และการตรวจสอบหน้างานจริงในสนาม จากนั้นจึงกำหนดอัตราส่วนผสมของถ่านหินจากหลายหน้างานและคำนวณคุณภาพของถ่านหินที่ผสมได้ หากไม่อยู่ในกรอบที่กำหนดไว้ก็จะเปลี่ยนอัตราส่วนผสมใหม่ ซึ่งค่าคุณภาพสำคัญที่ควบคุม ได้แก่ ค่าความร้อน กำมะถัน และแคลเซียมออกไซด์ เมื่อกำหนดอัตราส่วนได้แล้ว จะควบคุมอัตราส่วนจำนวนรถบรรทุกของแต่ละหน้างานก่อนเทลงเครื่องโม่ให้เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ และติดตามคุณภาพถ่านที่ผสมได้จากหลายหน้างานทุกครึ่งชั่วโมงของการทำงาน โดยคุณภาพถ่านหินที่ควบคุม [3] ดังตารางที่ 1

2.3 โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล

MySQL คือโปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่น เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่น ภาษา PHP หรือทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ เช่น ภาษาจาวา หรือภาษาซีชาร์ป เป็นต้น

ตารางที่ 1 แสดงค่าคุณภาพถ่านหินที่ควบคุม

คุณภาพถ่าน	โรงไฟฟ้าแม่เมาะ	
	Unit 4-7	**Unit 8-13**
ค่าความร้อน (Kcal/kg)	สูงกว่า 2,700	สูงกว่า ,2700
ค่ากำมะถัน (%)	ต่ำกว่า 3.8	ต่ำกว่า 3.3
ค่า SPH (Sulphur per Heat)	10.2-11.0	9.2-9.6
ค่า SO_2 (mg/Nm3)	ต่ำกว่า 15,000	ต่ำกว่า 12,500
ค่า % CaO (Free SO_3) ในขี้เถ้า	ต่ำกว่า 30	ต่ำกว่า 30
ความเหนียวของถ่าน	ขนส่งโดยระบบสายลำเลียงได้	

ภาษา Professional Homepage (PHP) มีรูปแบบภาษาคล้ายภาษาซี แต่ใช้งานได้ง่ายกว่าเพราะบอกจุดผิดพลาดเมื่อเขียนผิด และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ไม่ซับซ้อน ติดต่อกับฐานข้อมูลได้หลากหลาย ทำงานบนเครื่องให้บริการ (Server) และเมื่อผู้ใช้ร้องขอโปรแกรมที่ต้องการก็สามารถแสดงผลลัพธ์ที่ผ่านการประมวลผลแล้ว [4]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 อุปกรณ์ GNSS จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วยตัวรับสัญญาณดาวเทียม GNSS รุ่น Trimble R10 ตัวควบคุม (Controller) และแบตเตอรี่ของตัวรับสัญญาณ ดังภาพที่ 2

3.1.2 เครื่องมือและโปรแกรมที่ใช้ในการเชื่อมโยงฐานข้อมูลและสร้าง Web page ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์อินเตอร์เน็ต โปรแกรม xampp โปรแกรม phpMyAdmin โปรแกรม MySQL โปรแกรม Sublime Text3 และภาษา php

3.2 วิธีการวิจัย

3.2.1 ศึกษาการคำนวณคุณภาพถ่านหินที่ขุดได้วิธีปัจจุบัน โดยใช้บุคลากรเดินทางด้วยยานพาหนะลงบ่อเหมืองไปที่หน้างาน เพื่อทำการวัดพิกัดด้วย GNSS Handheld จากนั้นเดินทางจากบ่อเหมืองมายังสำนักงานเพื่อเทียบพิกัดที่วัดได้แบบ Manual กับตารางข้อมูลคุณภาพถ่านหินที่หน่วยงานธรณีจัดทำไว้ จากนั้นคัดลอกข้อมูลคุณภาพถ่านหินที่ตรงกับพิกัด

นั้นมาใส่ในใบงานที่ใช้จัดทำคุณภาพถ่านหิน เพื่อคำนวณคุณภาพของถ่านที่ขุดได้ด้วยโปรแกรม Excel โดยคุณภาพถ่านแต่ละชั้น (Seam) คำนวณโดยถ่วงน้ำหนักกับความหนาของชั้นถ่าน ได้เป็นคุณภาพชั้นถ่านรวม (Sum Seam) ซึ่งเป็นคุณภาพถ่านหินที่ได้ประจำกะปฏิบัติการนั้นๆ

ภาพที่ 2 แสดงอุปกรณ์ GNSS รุ่น Trimble R10

3.2.2 ติดตั้งอุปกรณ์ GNSS บนรถขุดไฟฟ้า 34-0037 โดยจัดทำ Rack สำหรับยึดอุปกรณ์ตัวรับสัญญาณ ตัวควบคุม (Controller) และแบตเตอรี่ของตัวรับสัญญาณ

3.2.3 ติดตั้ง Wifi บนรถขุดไฟฟ้า เพื่อใช้ส่งข้อมูลพิกัดที่ GNSS อ่านได้จากรถขุดไฟฟ้ามายังสำนักงาน โดยทำการติดตั้ง 3 จุด ได้แก่ 1) ตัวส่งสัญญาณระยะไกล (point to point) ที่เสาสถานีทวนสัญญาณ 100 เมตร บริเวณขอบบ่อด้านบนบ่อเหมืองแม่เมาะ 2) ตัวรับสัญญาณระยะไกล (point to point) บริเวณใกล้เคียงพื้นที่ทำงานรถขุดไฟฟ้า 3) ตัวรับสัญญาณบนรถขุดไฟฟ้า 34-0037

3.2.4 ติดตั้ง Notebook บนรถขุดไฟฟ้า สำหรับใช้แสดงข้อมูลพิกัดที่ GNSS อ่านได้ โดยการเชื่อมต่อ Wifi กับ Controller GNSS เพื่อให้ Notebook รับข้อมูลพิกัดและแสดงข้อมูลพิกัดได้ แล้วเชื่อมต่อสาย Lan ให้ส่งข้อมูลพิกัดผ่านระบบอินเตอร์เน็ตมายัง Notebook บนสำนักงาน เพื่อให้สามารถเห็นข้อมูลพิกัดที่ GNSS บนรถขุดไฟฟ้าอ่านได้

3.2.5 สร้างการเชื่อมโยงข้อมูลคุณภาพถ่านหินกับพิกัดที่ GNSS อ่านได้จากรถขุดไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรมภาษา PHP และ MySQL ด้วยการสร้าง Table ข้อมูลพิกัด GNSS และข้อมูลคุณภาพถ่านหิน ซึ่ง Table ข้อมูลพิกัด GNSS ประกอบด้วยพิกัด N (พิกัดแนวดิ่ง) พิกัด W (พิกัดแนวราบ) และระดับความสูง (Elevation) ส่วน Table ข้อมูลคุณภาพถ่านหิน ประกอบด้วยค่าความร้อน กำมะถัน แคลเซียมออกไซด์ ขี้เถ้า ความถ่วงจำเพาะ ความหนาของชั้นถ่านหิน ซึ่งได้มาจากการจัดทำข้อมูลคุณภาพถ่านหินประจำเดือนจากหน่วยงานธรณีวิทยา

3.2.6 ขุดถ่านหินด้วยรถขุดไฟฟ้า 34-0037 โดยทำการขุดถ่านหินที่หน้างานพื้นที่ C1 เครื่อง GNSS ที่ติดตั้งไว้จะทำการวัดพิกัดแบบ Real Time และแสดงพิกัดภูมิศาสตร์ (Lad/Long) มายัง Notebook ที่สำนักงาน ทำการบันทึกข้อมูลพิกัดทุก 2 ชั่วโมง

3.2.7 การแสดงผลคุณภาพถ่านหิน โดยทำการ Input พิกัด Lad/Long และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น Seam ถ่าน ปริมาณถ่านที่ขุดได้ วันที่ทำการขุด จากนั้นโปรแกรมการเชื่อมโยงที่สร้างไว้จะทำการแปลงจากพิกัดภูมิศาสตร์ (Lad/Long) เป็นพิกัด Mine Grid (N,W) และดึงข้อมูลคุณภาพถ่านหินตามพิกัดที่เทียบเคียงทำให้ได้คุณภาพถ่านหินที่รถขุดไฟฟ้าขุดได้อย่างอัตโนมัติ

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ข้อมูลคุณภาพถ่านหินวิธีปัจจุบัน วิธีวิจัย และวิธี Geological Model

ดำเนินการทดลองเก็บข้อมูลการขุดถ่านหินของรถขุดไฟฟ้า 34-0037 วิธีปัจจุบัน (V0) และวิธีวิจัย (V1) ในแต่ละวัน โดยเก็บข้อมูลพิกัดทุก 2 ชั่วโมง ได้แก่ เวลา 9.00 น. 11.00 น. 13.00 น. และ 15.00 น. รวมจำนวน 9 วัน ได้คุณภาพถ่านหินดังตารางที่ 2

เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของคุณภาพถ่านหินที่ขุดได้จากวิธีปัจจุบัน (V0) กับวิธีวิจัย (V1) จึงได้มีการจัดทำข้อมูลคุณภาพถ่านหินสำหรับใช้อ้างอิง (V2) โดยกระบวนการทางธรณีวิทยา ด้วยวิธีการ Geological Model ซึ่งเป็นข้อมูลคุณภาพถ่านหินอ้างอิงที่มีความถูกต้อง แล้วนำข้อมูลชุดนี้ไปจัดทำการเชื่อมโยงกับพิกัดที่ GNSS อ่านได้จากรถขุด

ไฟฟ้า โดยคุณภาพถ่านหินที่ได้จากวิธี Geological Model (V2) มีคุณภาพดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงคุณภาพถ่านหินที่ขุดได้จากวิธีปัจจุบัน (V0) วิธีวิจัย (V1) และวิธี Geological Model (V2)

Day	Heating Value (Kcal/Kg)		
	วิธีปัจจุบัน (V0)	วิธีวิจัย (V1)	วิธี Geological Model (V2)
1	3,513	3,531	3,486
2	3,513	3,519	3,520
3	3,439	3,458	3,466
4	3,439	3,458	3,677
5	3,353	3,487	3,678
6	3,513	3,499	3,498
7	3,687	3,653	3,664
8	3,614	3,693	3,809
9	3,657	3,751	3,670

4.2 การเปรียบเทียบข้อมูลคุณภาพถ่านหินที่ได้จากวิธีปัจจุบัน (V0) กับวิธีวิจัย (V1)

โดยนำทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบกับคุณภาพถ่านหินวิธี Geological Model (V2) ดังนี้

4.2.1 เปรียบเทียบข้อมูลคุณภาพถ่านหินที่ได้จากวิธีปัจจุบัน (V0) กับวิธี Geological Model (V2) ดังตารางที่ 3

4.2.2 เปรียบเทียบข้อมูลคุณภาพถ่านหินที่ได้จากวิธีวิจัย (V1) กับวิธี Geological Model (V2) ดังตารางที่ 4

จากข้อมูลคุณภาพถ่านหินที่เปรียบเทียบวิธีวิจัย (V1) กับถ่านหินวิธี Geological Model (V2) พบว่าค่าความเบี่ยงเบน (SD) เท่ากับ 104.38 Kcal/Kg ซึ่งน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบวิธีปัจจุบัน (V0) กับถ่านหินวิธี Geological Model (V2) ที่มีค่าความเบี่ยงเบน (SD) เท่ากับ 133.17 Kcal/Kg

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลคุณภาพถ่านหินที่ได้จากวิธีปัจจุบัน (V0) กับวิธี Geological Model (V2)

Day	Compare	Heating Value (Kcal/Kg.)	ค่าพลังงาน (MMBTU)	ต้นทุนค่าพลังงาน (บาท)
1	VO-V2	27	217.50	14068
2	VO-V2	-7	-77.78	-5031
3	VO-V2	-27	-502.51	-32502
4	VO-V2	-238	-925.57	-59866
5	VO-V2	-325	-4062.55	-262766
6	VO-V2	15	75.00	4851
7	VO-V2	23	357.78	23141
8	VO-V2	-195	-3033.37	-196198
9	VO-V2	-13	-144.45	-9343
		รวม	-8095.93	-523645
	Min	-325	-4062.55	-262766
	Max	27	357.7819	23141
	Average	-82.22	-899.55	-58183
	SD	133.17	1570.83	101601

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลคุณภาพถ่านหินที่ได้จากวิธีวิจัย (V1) กับวิธี Geological Model (V2)

Day	Compare	Heating Value (Kcal/Kg)	ค่าพลังงาน (MMBTU)	ต้นทุนค่าพลังงาน (บาท)
1	V1-V2	45	362.50	23447
2	V1-V2	-1	-11.78	-762
3	V1-V2	-8	-149.82	-9690
4	V1-V2	-219	-851.87	-55099
5	V1-V2	-191	-2391.78	-154700
6	V1-V2	1	2.95	191
7	V1-V2	-11	-167.54	-10836
8	V1-V2	-116	-1803.69	-116663
9	V1-V2	81	902.90	58400
		รวม	-4108.12	-265713
	Min	-219	-2391.78	-154700
	Max	81	902.90	58400
	Average	-46.56	-456.46	-29524
	SD	104.38	1050.10	67921

5. บทสรุป

จากการประยุกต์นำระบบ GNSS มาติดตั้งที่รถขุดไฟฟ้า 34-0037 และเชื่อมโยงกับข้อมูลคุณภาพทางธรณีของถ่านหินด้วยโปรแกรม MySQL สรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

5.1 ได้ระบบอัตโนมัติในการคำนวณคุณภาพถ่านหินที่ขุดได้ จากการบันทึกพิกัดการขุดถ่านหินแบบ Real Time และนำไปเชื่อมโยงกับคุณภาพทางธรณีของถ่านหิน โดยแสดงผลลัพธ์คุณภาพถ่านหินแบบอัตโนมัติได้

5.2 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการขุดถ่านหินทำให้ได้ค่าคุณภาพถ่านหินที่มีความถูกต้องมากขึ้น โดยเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลคุณภาพถ่านหินที่ได้จากวิธีวิจัย (V1) กับวิธี Geological Model (V2) พบว่ามีค่าความเบี่ยงเบน (SD) น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลคุณภาพถ่านหินที่ได้จากวิธีปัจจุบัน (V0) กับวิธี Geological Model (V2) โดยมีค่าความเบี่ยงเบน เท่ากับ 104.38 Kcal/Kg และ 133.17 Kcal/Kg ตามลำดับ

5.3 สามารถลดความสูญเสียจากการขุดถ่านหินที่ให้พลังงานเบี่ยงเบนจากที่ต้องการ โดยเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าพลังงานของวิธีวิจัย (V1) กับวิธี Geological Model (V2) พบว่ามีความแตกต่างของต้นทุนค่าพลังงานน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าพลังงานของวิธีปัจจุบัน (V0) กับวิธี Geological Model (V2) โดยมีต้นทุนค่าพลังงานปีละ 10,776,138 บาท และ

 DOI:10.14416/c.fte.2017.11.036

21,236,714 บาท ตามลำดับ กล่าวได้ว่าการขุดถ่านด้วยวิธีวิจัยสามารถขุดถ่านหินได้คุณภาพค่าความร้อนใกล้เคียงกับที่ต้องการมากกว่า ทำให้ลดความสูญเสียจากการขุดถ่านหินที่ให้พลังงานเบี่ยงเบนจากที่ต้องการคิดเป็นมูลค่าปีละ 10,460,576 บาท

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สภาวิศวกร. มาตรฐานการสำรวจรังวัดด้วยดาวเทียมจีพีเอส .[ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.coe.or.th/ (สืบค้น: มีนาคม 2559)

[2] สมภพ ภูริวิกรัยพงศ์. (2552). GNSS และการประยุกต์ใช้งาน. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.space.mict.go.th/knowledge. php?id=gnss1 (สืบค้น: พฤศจิกายน 2559)

[3] สุชาติ ตุ่นแก้ว (2559). เอกสารทางวิชาการการควบคุมคุณภาพถ่านหินของเหมืองแม่เมาะ, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ลำปาง

[4] Shikima . (2012). การติดต่อฐานข้อมูล MySQL. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา: http://www.cmdevhub.com/ (สืบค้น: พฤศจิกายน 2559)

 DOI:10.14416/c.fte.2017.11.036