

การสร้างแบบจำลองระบบขนส่ง(รถขุดไฟฟ้า HITACHI EX2500e)

ที่เหมืองลิกไนต์แม่เมาะ จ.ลำปาง

Simulation model of haulage system (Electric Hydraulic Shovel HITACHI EX2500e)

At MaeMoh Lignite Mine Lampang Province

ศิวรินทร์ คันธิก¹ และ มนูญ มาศนิยม²

ภาควิชากรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112^{1,2}

E-mail: sine.siwarin@gmail.com¹ manoon.ma@psu.ac.th²

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการทำงานระบบขนส่ง โดยใช้รถขุดไฟฟ้า HITACHI EX 2500e ขนาดบั้งที่ 16 ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) และรถบรรทุกขนาดบรรทุก 100 ตัน ในพื้นที่การทำงานบ่อด้านตะวันออกเฉียงใต้ (South -East Pit) ของเหมืองลิกไนต์แม่เมาะ เป็นเวลา 1 ปี โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลวงจรรอบระบบขนส่ง (Cycle time) นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) แล้วนำค่าที่ได้ไปสร้างแบบจำลองระบบขนส่ง เพื่อหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมในแต่ละระยะขนส่งเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงาน ลดเวลาในการรอคอยและลดค่าใช้จ่ายในการทำงานพบว่าจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมสำหรับทำงานร่วมกับรถขุดไฟฟ้า HITACHI EX 2500e ที่ระยะขนส่งต่างๆ ได้แก่ จำนวนรถบรรทุก 3 คันเหมาะสมกับระยะขนส่ง 200 เมตร, จำนวนรถบรรทุก 4 คันเหมาะสมกับระยะขนส่ง 400-800 เมตร, จำนวนรถบรรทุก 5 คันเหมาะสมกับระยะขนส่ง 1,000-1,300 เมตร และจำนวนรถบรรทุก 6 คันเหมาะสมกับระยะขนส่ง 1,600 เมตร

Abstract

This research is aimed to study the Mae Moh Lignite open pit mine truck- shovel haulage systems (shovel HITACHI EX 2500e) using computer simulation approach. Haulage system data gathered from South – East Pit of Mae Moh's Lignite mine. The data that we apply for created the model have to reference the statistic data from real working area for improve efficiency, reduce waiting times and reduce operation costs. The data is set of shovel and truck from the activities collected at Mae Moh's Lignite mine for one year. The statistic data was analysis to find the mean and standard deviation (S.D.) for adapt to the model.

In case of, loading by Hitachi EX 2500e have to using 3 trucks for haulage distance is 200 meter, using 4 trucks for haulage distance 400 - 800 meter, using 5 trucks for haulage distance 1,000 - 1,300 meter and using 6 trucks for haulage distance 1,600 meter

1. บทนำ

เหมืองแม่เมาะ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง (รูปที่ 1) ดำเนินการโดย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ถ่านหินลิกไนต์จากเหมืองแม่เมาะจะถูกนำไปใช้เป็น เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ โดยแต่ละปี จะใช้ถ่านหินลิกไนต์ในการผลิต กระแสไฟฟ้า 15-17 ล้านตัน โรงไฟฟ้าแม่เมาะมีกำลัง การผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 2,625 เมกะวัตต์ [5]

ระบบขนส่งในเหมืองแม่เมาะส่วนใหญ่เป็น ระบบรถขุดและรถรับ (Shovel and Trucks) ควบคู่ไป กับระบบสายพานลำเลียง การสร้างแบบจำลองระบบ ขนส่งภายในบ่อเหมืองจึงสามารถบริหารจัดการ เครื่องจักรระบบขนส่งได้อย่างเหมาะสมและเกิด ประสิทธิภาพมากที่สุด

งานวิจัยฉบับนี้ได้สร้างแบบจำลองระบบ ขนส่งหน้าดิน เปรียบเทียบระหว่างดินทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ดินเหนียวแดง (Red bed) และ ดินเหนียวเทา (Grey claystone) (รูปที่ 2) โดยใช้รถขุดไฟฟ้า HITACHI EX 2500e ขนาดบั้งที่ 16 ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) และ รถบรรทุกขนาดบรรทุก 100 ตัน CATERPILLA 777D และ HITACHI EUCLID EH1700 (รูปที่ 3) ใน พื้นที่การทำงาน บ่อด้านตะวันออกเฉียงใต้ (South - East Pit) ของเหมืองแม่เมาะ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง



รูปที่ 1 แสดงที่ตั้งเหมืองแม่เมาะ



รูปที่ 2 แสดงดินเหนียวแดงและดินเหนียวเทา ในพื้นที่บ่อด้าน ตะวันออกเฉียงใต้ของเหมืองแม่เมาะ



รูปที่ 3 แสดงรถขุดไฟฟ้า HITACHI EX 2500e และรถบรรทุกขนาดบรรทุก 100 ตัน

1.1 คุณสมบัติของดินที่เหมืองแม่เมาะ

1.1.1 ความสามารถในการรับแรงแบกทาน (Bearing Capacity (Ton/ M²))

ความสามารถในการรับแรงแบกทานของดิน 2 ชนิด ได้แก่ ดินเหนียวแดงและดินเหนียวเทา โดยทำการทดสอบที่ความชื้นตามธรรมชาติ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงความสามารถในการรับแรงแบกทานของดินที่เหมืองแม่เมาะ [2]

ดินเหนียวแดง	25
ดินเหนียวเทา	>25

1.1.2 กำลังการรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด (Unconfined Compressive Strength : MPa)

กำลังการรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัดของดิน 2 ชนิด ได้แก่ ดินเหนียวสีแดงและดินเหนียวสีเทา ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงกำลังการรับแรงอัดแบบไม่ถูกจำกัด ของดินที่เหมืองแม่เมาะ [2]

ชนิดดิน	ดินเหนียวแดง	ดินเหนียวเทา
ค่าเฉลี่ย	0.448	2.74
ค่าน้อยสุด	0.06	0.06
ค่ามากที่สุด	1.88	14.50
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.36	2.27

1.1.3 ความหนาแน่น (Solid Density) [2]

ดินเหนียวแดงประมาณ 1.95 ตัน/ลบ.ม.

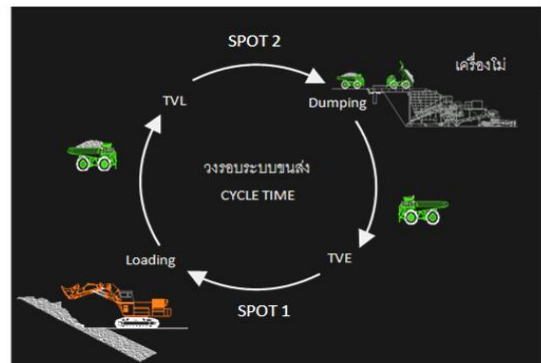
ดินเหนียวเทาประมาณ 2.25 ตัน/ลบ.ม.

2. วิธีการวิจัย

2.1 เก็บข้อมูล

โดย 1 วงรอบ (Cycle time) ซึ่งประกอบด้วย

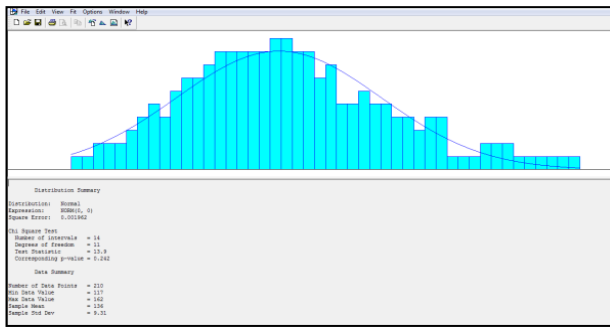
- เวลาที่รถรับถอยเพื่อรับเปลือกดิน (SPOT 1)
- เวลาที่รถขุดตักเปลือกดินใส่รถบรรทุก (Loading)
- เวลาที่รถบรรทุกใช้ขนส่งจากรถขุดไปยังเครื่องไม่ (Traveling loaded)
- เวลาที่รถบรรทุกรอบเครื่องไม่ (SPOT 2)
- เวลาที่รถบรรทุกเทเปลือกดินลงเครื่องไม่ (Dumping)
- เวลาที่รถบรรทุกใช้วิ่งกลับมายังรถขุด (Traveling empty) ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 วงรอบระบบขนส่ง (Cycle time)

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลการรับเข้า (Input Analyzer)

ในโปรแกรม ARENA Simulation เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation - S.D.) ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในโปรแกรม ARENA Simulation

มาตรฐาน ชุดข้อมูลของรถชุดใช้ในการตักดินเหนียวสีแดงมากกว่าดินเหนียวสีเทา ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงเวลาที่รถชุดตักหน้าดินใส่รถบรรทุก

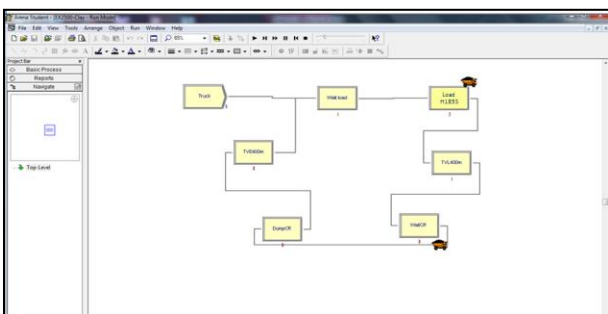
ชนิดดิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ดินเหนียวสีแดง	152 วินาที	13.8
ดินเหนียวสีเทา	136 วินาที	9.31

2.3 สร้างแบบจำลองระบบขนส่ง โดยใช้โปรแกรม ARENA Simulation

เพื่อหาจำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมในแต่ละระยะขนส่ง โดยพิจารณาที่ประสิทธิภาพการทำงานมากกว่า 90% ดังแสดงในรูปที่ 6

3.1.2 เวลาที่รถบรรทุกใช้ขนส่ง

เวลาที่รถบรรทุกใช้ขนส่งจากรถชุดไปยังเครื่องโม่ (Traveling loaded) และเวลาที่รถบรรทุกใช้วิ่งกลับจากเครื่องโม่มายังรถชุด (Traveling empty) ดังแสดงในตารางที่ 4



รูปที่ 6 แบบจำลองระบบขนส่ง โดยใช้โปรแกรม ARENA Simulation

ตารางที่ 4 แสดงเวลาที่รถบรรทุกใช้ขนส่งจากรถชุดไปยังเครื่องโม่และเวลาที่รถบรรทุกใช้วิ่งกลับมายังรถชุด

3. ผลการทดลองและการวิเคราะห์

3.1 ผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจากโปรแกรม

ARENA Simulation

3.1.1 เวลาที่รถชุดตักหน้าดินใส่รถบรรทุก (Loading)

รถชุดใช้เวลาในการตักดินเหนียวแดงมากกว่าดินเหนียวเทา 16 วินาทีต่อครั้ง คิดเป็น 11.76% และผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าพบว่าค่าเบี่ยงเบน

ระยะขนส่ง (เมตร.)	เวลาที่รถบรรทุกใช้ขนส่งจากรถชุดไปยังเครื่องโม่		เวลาที่รถบรรทุกใช้วิ่งกลับจากเครื่องโม่มายังรถชุด	
	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
200	47	6.43	43	4.95
400	110	3.07	63.5	6.98
600	119	6.53	89.9	13.1
800	145	10.7	121	8.81
1,000	163	7.15	144	6.28
1,300	244	9.73	175	9.97
1,600	270	9.87	216	7.83

3.1.3 เวลาที่รถบรรทุกเทหน้าดินลงเครื่องไม่ (Dumping)

ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงเวลาที่รถบรรทุกเทหน้าดินลงเครื่องไม่

ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
38.1 วินาที	6.02

3.2 ผลจากการประมวลผลจากแบบจำลอง (Simulation model)

3.2.1 ผลจากการประมวลผลจากแบบจำลองในระยะเวลาทำงาน 10 ชั่วโมง

ผลการรายงานจากแบบจำลองได้แก่จำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมในแต่ละระยะ, จำนวนเที่ยวของรถบรรทุก, % ที่เครื่องจักรทำงานแล้วมีผลงาน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลจากแบบจำลอง

ระยะขนส่ง (เมตร)	จำนวนรถบรรทุก (คัน)	ดินเหนียวแดง		ดินเหนียวเทา	
		จำนวนเที่ยวของรถบรรทุก	% ที่เครื่องจักรทำงานแล้วมีผลงาน	จำนวนเที่ยวของรถบรรทุก	% ที่เครื่องจักรทำงานแล้วมีผลงาน
200	3	238	99.14	259	97.14
400	4	238	99.92	266	99.86
600	4	239	99.87	263	97.42
800	4	234	98.20	249	93.45
1,000	5	239	99.92	266	99.76
1,300	5	235	97.73	246	92.24
1,600	6	239	99.92	263	98.34

4. สรุป

จากผลจากแบบจำลองระบบขนส่งด้วยรถขุดไฟฟ้า HITACHI EX 2500e ขนาดบั้งก็ 16 ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.) และ รถบรรทุกขนาดบรรทุก 100 ตันเปรียบเทียบการทำงานกับหน้าดิน 2 ชนิดได้แก่ ดินเหนียวสีแดง (Red bed) และ ดินเหนียวสีเทา (Grey claystone) สรุปได้คือ รถขุดไฟฟ้า HITACHI EX 2500e ใช้เวลาในการตัก ดินเหนียวสีแดง (Red bed) มากกว่าดินเหนียวสีเทา (Grey claystone) เฉลี่ย 16 วินาที ต่อ 1 เที่ยวรถบรรทุก คิดเป็น 11.76%

ระยะเวลาการทำงาน 10 ชั่วโมง รถขุดไฟฟ้า HITACHI EX 2500e สามารถตัก ดินเหนียวแดง (Red bed) ได้จำนวนมากที่สุด 239 เที่ยว และสามารถตัก ดินเหนียวเทา (Grey claystone) ได้มากที่สุด 266 เที่ยว โดยรถขุดไฟฟ้า HITACHI EX 2500e สามารถตักดินเหนียวสีแดง (Red bed) ได้น้อยกว่า ตักดินเหนียวสีเทา (Grey claystone) จำนวน 27 เที่ยว คิดเป็น 11.29%

จำนวนรถบรรทุกที่เหมาะสมสำหรับทำงานร่วมกับรถขุดไฟฟ้า HITACHI EX 2500e ที่ระยะขนส่งต่าง ๆ ได้แก่ จำนวนรถบรรทุก 3 คันเหมาะสมกับระยะขนส่ง 200 เมตร, จำนวนรถบรรทุก 4 คันเหมาะสมกับระยะขนส่ง 400-800 เมตร, จำนวนรถบรรทุก 5 คันเหมาะสมกับระยะขนส่ง 1,000-1,300 เมตร และจำนวนรถบรรทุก 6 คันเหมาะสมกับระยะขนส่ง 1,600 เมตร

เอกสารอ้างอิง

- [1] รุ่งรัตน์ ภิษฐ์เพ็ญ(2553). คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena(ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพมหานคร:ซีเอ็ดยูเคชั่น, 612 หน้า
- [2] เอกสารประกวดราคาด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ งานจ้างเหมา ขุด – ขนดินและถ่านหิน ที่เหมืองแม่เมาะ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(2550), 223 หน้า
- [3] Kanthik S. and Masniyom M. , “Simulation model of haulage system (Shovel and trucks) at Mae Moh Lignite mine Lampang, Thailand”. The 7thPSU-UNS International Conference on Engineering and Technology ICET-2015, June 19-20,2015.
- [4] Leelasukseree C. and Rujittawiwat W. , “Coal haulage simulation of Truba Indo Coal Mine”. The 10thInternational Conference on Mining, Materials and Petroleum Engineering PSU-IC 2012,May 9-11,2012.
- [5] <http://maemohmine.egat.co.th>