โครงงานที่ 1/2562 (วศบ.อุตสาหการ)

การออกแบบระบบการวัดสมรรถนะด้านโลจิสติกส์ของผู้รับเหมาอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหิน

นางสาวจิดาภา ชาญเจริญ รหัสนักศึกษา 590610262

นางสาวเฌอสินี หล้าเตจา รหัสนักศึกษา 590610269

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2562

หัวข้อโครงงาน	การออกแบบระบบการวัดสมรรถนะด้านโลจิสติกส์ของผู้รับเหมาอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหิน
โดย	นางสาวจิดาภา ชาญเจริญ รหัสนักศึกษา 590610262
	นางสาวเฌอสินี หล้าเตจา รหัสนักศึกษา 590610269
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.กรกฎ ใยบัวเทศ ทิพยาวงศ์
ปีการศึกษา	2562

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อนุมัติให้นับโครงการนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

กรรมการสอบโครงงาน

..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.กรกฎ ใยบัวเทศ ทิพยาวงศ์)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.คมกฤต เล็กสกุล)

..... กรรมการ
(ผศ.ดร.อรรถพล สมุทคุปติ์)

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงงานวิจัยเรื่อง การออกแบบระบบการวัดสมรรถนะด้านโลจิสติกส์ของผู้รับเหมาอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหิน สามารถดำเนินไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนจากหลายๆ ฝ่าย ซึ่งบุคคลเหล่านี้ที่ทำให้โครงงานวิจัยเหล่านี้จึงสำเร็จได้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.กรกฎ ใยบัวเทศ ทิพยาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับแนวทางและความรู้ในการทำโครงงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนบุคลากรทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณปิยวุฒิ ศรีจำนงค์ คุณเรืองรัตน์ สมานรัตนเสถียร คุณกนกกร สุขสบาย และคุณปัณฑ์ณัฐ ปมณฑ์พัณณัฐ ทีมงานจากหน่วยงาน Operational System ของบริษัท บ้านปู จำกัด (มหาชน) ที่สนับสนุนในการให้ข้อมูล ความช่วยเหลือและคำปรึกษาในการทำโครงงานวิจัย

สุดท้ายนี้ทางผู้จัดทำโครงงานวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงงานวิจัยเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ หากโครงงานวิจัยเล่มนี้บกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ทางผู้จัดทำต้องขออภัย และขอน้อมรับข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ทุกประการ

จิดาภา ชาญเจริญ

เฌอสินี หล้าเตจา

หัวข้อโครงงาน	การออกแบบระบบการวัดสมรรถนะด้านโลจิสติกส์ของผู้รับเหมาอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหิน
โดย	นางสาวจิดาภา ชาญเจริญ รหัสนักศึกษา 590610262
	นางสาวเฌอสินี หล้าเตจา รหัสนักศึกษา 590610269
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.กรกฎ ใยบัวเทศ ทิพยาวงศ์
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบการวัดสมรรถนะด้านโลจิสติกส์ของผู้รับเหมาอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหิน ของผู้รับเหมา 2 กระบวนการคือ ผู้รับเหมากระบวนการ Mine Operation และ ผู้รับเหมากระบวนการ Coal Hauling โดยวิธีการดำเนินดำเนินงานวิจัยประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนหลัก เริ่มจากขั้นตอนการสำรวจงานวิจัยเกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาเหมืองถ่านหิน ขั้นตอนการศึกษากระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมาจากรายงานคู่มือพื้นฐานการปฏิบัติงาน ขั้นตอนการวิเคราะห์กระบวนการทำงานโดยจัดทำเป็นแผนผังสายธารคุณค่า ขั้นตอนการออกแบบตัวชี้วัดสมรรถนะของแต่ละกระบวนการ และขั้นตอนตรวจสอบการออกแบบระบบวัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาโดยการอาศัยเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ อีกทั้งยังมีการทบทวนโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งประกอบได้ด้วย วิศวกรเหมืองแร่ และ บุคลากรจากแผนก Operation System

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยนี้คือ แนวคิดและขั้นตอนในการออกแบบตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา โดยตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาทั้ง 2 แผนกที่ได้นี้มีความเหมาะสมที่จะนำมาวัดผลการดำเนินงานของผู้รับเหมา เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดำเนินงานของผู้แต่ละราย นอกจากนี้จากผลการศึกษากระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมา พบปัญหาและอุปสรรคของแต่ละกระบวนการ จึงทำการเสนอแนะแนวทางในการดำเนินงานเพื่อใช้ในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมาให้เป็นมาตรฐานมากยิ่งขึ้น

Project Title	Design of Contractor’s Logistics Performance Measurement System of Coal Mining Industry		
Name	Jidapa	Chanjaroen	Code 590610262
	Chersinee	Lataja	Code 590610269
Department	Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University		
Project Advisor	Assistant Professor Korrakot Yaibuathet Tippayawong, D.Eng		
Academic Year	2019		

ABSTRACT

The objective of this research is to design of contractor logistics performance measurement system of coal mining industry from 2 processes: Mine Operation contractors and Coal Hauling contractors. The research procedure consists of five steps: surveying researches involves the competency indicators of coal mining contractors, studying of contractors operating process from the standard operating procedure (SOP), analysis of work processes by creating a value stream mapping (VSM), designing performance measurement indicators for each process and inspection of performance indicators by using the analytic hierarchy process (AHP) from the performance indicators reviewed by experts who have worked in the Operational System department and Mine Engineers.

The output of this research is a framework for designing of contractor performance measurements for each contractor’s process. For the contractor performance measurements used to compare the operational efficiency of each contractor. In addition, from the results of the study of the contractor's operating process found problems and obstacles in each process, therefore, make the operational recommendations for use in the improvement and development of the contractor's operational processes to be more standardized.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ค

บทคัดย่อภาษาไทย ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ

สารบัญตาราง ซ

สารบัญภาพ ฎ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวัดสมรรถนะ (Performance Measurement) 4

2.2 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์ของสถานประกอบการภาคอุตสาหกรรม (Industrial Logistics Performance Index: ILPI) 5

2.3 ความสามารถในการสะสมหรือโมเดลกรวยทราย (The Sand Cone Model) 6

2.4 เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process : AHP) 7

2.5 แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping : VSM) 12

2.6 ผลงานวิจัยในอดีต 14

2.7 การประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยในอดีต 16

บทที่ 3 ระเบียบวิธีการทำวิจัย

3.1 สำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และศึกษาระบบการวัดสมรรถนะการขนส่ง 18

3.2 ศึกษากระบวนการทำงานของผู้รับเหมาและรวบรวมข้อมูลการขนส่งถ่านหิน 18

3.3 วิเคราะห์กระบวนการทำงานโดยจัดทำเป็นแผนผังสายธารคุณค่า 25

3.4 ออกแบบระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหิน 25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 ตรวจสอบการออกแบบระบบวัดสมรรถนะ 26

3.6 นำระบบการวัดสมรรถนะที่ได้จากการออกแบบมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูล 27

3.7 สรุปผลและจัดทำรายงาน 27

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการออกแบบระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา 28

4.2 แผนผังสายธารคุณค่าการดำเนินงานของผู้รับเหมา 29

4.3 ผลการออกแบบระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา 34

4.4 ตรวจสอบการออกแบบระบบวัดสมรรถนะ 56

4.5 การนำระบบการวัดสมรรถนะที่ได้จากการออกแบบมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูล 76

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 บทสรุปผลการดำเนินงานวิจัย 81

5.2 สรุปผลตามวัตถุประสงค์การวิจัย 83

5.3 ข้อเสนอแนะ 83

บรรณานุกรม 84

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญ 87

ภาคผนวก ข ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา 111

ประวัติผู้เขียน 121

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2.1 ตารางเมตริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบรายคู่ 9

2.2 ความหมายของการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ 10

2.3 ค่าดัชนีความสอดคล้องตามขนาดเมตริกซ์ (Random Consistency Index) 11

3.1 แผนภูมิการไหลแสดงกระบวนการของ Mine Operation 19

3.2 แผนภูมิการไหลแสดงกระบวนการของ Coal Hauling 22

4.1 ค่าความสำคัญของกิจกรรมการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling 35

4.2 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมด้านการจัดการทรัพยากร 37

4.3 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมด้านการจัดสรรด้านความปลอดภัย 40

4.4 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านการวางแผนงาน 42

4.5 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านกระบวนการ 44

4.6 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านการควบคุมการผลิต 46

4.7 ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal 51

4.8 ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาเข้าสู่กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ 57

4.9 แสดงปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะ 59

4.10 ตัวอย่างการตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความสำคัญของปัจจัย 60

4.11 ผลการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย 60

4.12 การคำนวณหาค่า λ_{max} ของปัจจัย 61

4.13 ทางเลือกของตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation 62

4.14 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 63

4.15 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

4.16 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 64

4.17 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 64

4.18 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 65

4.19 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 65

4.20 สรุปค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 66

4.21 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 67

4.22 ทางเลือกของตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Coal Hauling 68

4.23 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 69

4.24 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 71

4.25 แสดงค่าความสำคัญของตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Mine Operation 72

4.26 แสดงค่าความสำคัญของตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Coal Hauling 73

4.27 สรุปผลตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation 74

4.28 สรุปผลตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Coal Hauling 75

4.29 การคิดคำนวณค่าสมรรถนะของตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานผู้รับเหมา 79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

ก-1 การให้น้ำหนักความสำคัญของกิจกรรมการดำเนินงานของผู้รับเหมาฝ่าย Mine Operation และ Coal Hauling 90

ก-2 การให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในการเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะ 92

ก-3 การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา 93

ก-4 การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา 98

ก-5 การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง 99

ก-6 การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (อัตราดินส่วนแร่) 104

ก-7 การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านปัจจัยความพร้อมของข้อมูล 105

ก-8 การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Coal Hauling ฝ่ายด้านปัจจัยความพร้อมของข้อมูล 110

ข-1 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 112

ข-2 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 112

ข-3 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 113

ข-4 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 113

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
ข-5	ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2	114
ข-6	การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2	114
ข-7	ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1	115
ข-8	การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1	115
ข-9	ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1	116
ข-10	การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1	116
ข-11	ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1	117
ข-12	การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1	117
ข-13	ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2	118
ข-14	การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2	118
ข-15	ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2	119

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
ข-16	การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2	119
ข-17	ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2	120
ข-18	การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1	120

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

2.1 แสดงแผนภูมิลำดับชั้น 8

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 17

3.2 แสดงแผนผังสายธารคุณค่าของกระบวนการทำงานขนส่งถ่านหิน 25

4.1 แผนผังสายธารคุณค่าของกระบวนการ Mine Operation และ Coal Hauling 29

4.2 แผนที่แสดงเส้นทางการขนส่งถ่านหิน 32

4.3 Box Plot ของระยะเวลาขั้นตอนการชั่งน้ำหนักถ่านหิน 32

4.4 โครงสร้างเชิงลำดับชั้นของการประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation 58

4.5 โครงสร้างเชิงลำดับชั้นของการประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling 58

4.6 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักการประเมินตัวชี้วัด Mine Operation โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่ม 1 66

4.7 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักการประเมินตัวชี้วัด Mine Operation โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่ม 2 67

4.8 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักการประเมินตัวชี้วัด Coal Hauling โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่ม 1 70

4.9 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักการประเมินตัวชี้วัด Coal Hauling โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่ม 2 71

4.10 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักคะแนนความสำคัญของตัวชี้วัดสมรรถนะโดยเฉลี่ย 74

บทที่ 1

บทนำ

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาและออกแบบตัวชี้วัดกระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมาในอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหินจึงกล่าวให้ทราบถึงที่มาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษา ประโยชน์ที่จะได้รับและเนื้อหาโดยย่อ ดังต่อไปนี้

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน

ปัจจุบันอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรทั่วโลกและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจโลกส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในทุกๆ ปีจึงส่งผลต่อทางด้านธุรกิจพลังงานที่ต้องการผลิตไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าอย่างไม่มีที่สิ้นสุด จากข้อมูลการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีแนวโน้มใช้การใช้เชื้อเพลิงจากถ่านหินจากปี 2560 เพิ่มมากขึ้น 6.65 เปอร์เซ็นต์ เนื่องด้วยถ่านหินยังคงเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญ ไม่เพียงแต่ใช้ในภาคของการผลิตไฟฟ้าเท่านั้น ยังมีความสำคัญกับภาคอุตสาหกรรมเช่นเดียวกัน ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำเข้าถ่านหินจากต่างประเทศ ในประเทศไทยมีแหล่งถ่านหินกระจายอยู่ทั่วทุกภาคมีปริมาณถ่านหินสำรองภายในประเทศมากกว่า 2000 ล้านตันแต่เนื่องจากถ่านหินมีคุณภาพไม่ดีนัก ในปี 2544 มีมูลค่ากว่าครึ่งหนึ่งของมูลค่าการนำเข้าถ่านหินทั้งหมด มีปริมาณนำเข้าถ่านหินจากประเทศอินโดนีเซียมากที่สุดประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีบริษัทที่นำเข้าถ่านหินจากเหมืองร่วมทุนและจากแหล่งอื่นในประเทศอินโดนีเซียมาจำหน่ายในประเทศไทย อีกทั้งมีบริษัทที่ประกอบธุรกิจการผลิตและจัดจำหน่ายถ่านหินเป็นธุรกิจหลักทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยมีฐานการผลิตและจัดจำหน่ายถ่านหินในประเทศอินโดนีเซีย

บริษัท บ้านปู จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทพลังงานแบบครบวงจร ที่ดำเนินธุรกิจถ่านหิน ธุรกิจไฟฟ้า และธุรกิจพลังงานที่เกี่ยวเนื่องอย่างครบวงจร บริษัทมีบทบาทในธุรกิจถ่านหินของประเทศ

อินโดนีเซียและเติบโตอย่างต่อเนื่องจนมีบริษัทย่อยซึ่งจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์อินโดนีเซียคือ บริษัท PT Indo Tambangraya Megah Tbk (ITM) ซึ่งในธุรกิจอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหินแบบเปิด ประกอบด้วย 5 แห่งดังต่อไปนี้ อินโดมินโค โจ-ร่ง คิทาดิน-เอ็มบาลุต ทรูบาอินโด และบารินโต ตั้งอยู่บริเวณบนเกาะกาลิมันตัน ซึ่งเป็นแหล่งถ่านหินที่มีคุณภาพดีประเภทบิทูมินัส และ สับบิทูมินัสซึ่งกระบวนการทำเหมืองถ่านหินแบบเปิด เริ่มตั้งแต่การสำรวจพื้นที่เพื่อดูความคุ้มทุนกับปริมาณแร่ธาตุที่มีในพื้นที่ก่อนทำการเปิดเหมือง จึงเริ่มทำการเปิดหน้าดินเพื่อนำดินไปกองบริเวณที่จัดไว้หรือในพื้นที่ฟื้นฟูสภาพเหมือง จากนั้นจึงขุดถ่านหินด้วยรถขุดและขนถ่านหินไปพักไว้ที่ลานกองถ่านหินดิบที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ (ROM Stockpile) ต่อมาถ่านหินดิบจะถูกขนย้ายไปยังโรงบด เพื่อเข้ากระบวนการบดถ่านหินดิบให้มีขนาดเล็กลง หลังจากนั้นเข้าสู่กระบวนการล้างถ่านหิน เมื่อถ่านหินผ่านกระบวนการแล้วถูกเรียกว่า Finished Coal (FC) นำไปกองเก็บไว้ที่ลานกองถ่านหินที่ผ่านกระบวนการแล้วในบริเวณเหมือง แล้วจึงจัดส่งถ่านหินด้วยรถบรรทุกไปยังกองถ่านหินที่ท่าเรือเพื่อเตรียมจัดส่งเข้าสู่ระบบสายพานไปยังเรือเดินสมุทรให้กับลูกค้า

ปัจจุบันบริษัทบ้านปูฯ ได้ทำการจัดจ้างผู้รับเหมารายย่อยมากถึง 35 ราย เข้ามามีบทบาทในกระบวนการขุดและขนส่งถ่านหิน จากการมีผู้รับเหมารายย่อยจำนวนมากจึงประสบปัญหา คือ กระบวนการทำงานของผู้รับเหมารายย่อยแต่ละราย มีรูปแบบการดำเนินงานที่แตกต่างกัน เนื่องจากไม่มีมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจน จึงส่งผลให้ยากลำบากต่อการควบคุมการดำเนินงานของผู้รับเหมา อีกทั้งไม่มีเกณฑ์และตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของผู้รับเหมาที่แน่ชัด จึงไม่มีตัวชี้วัดการทำงานที่จะนำมาใช้ในการคัดเลือกและเปรียบเทียบผู้รับเหมารายย่อยให้เหมาะสม จากปัญหาดังกล่าวจึงมีแนวคิดในการจัดการเพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ โดยการออกแบบระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา (Performance Measurement System) ร่วมกับการกำหนดตัวชี้วัดสมรรถนะให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ขององค์กร ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้องค์กรทราบถึงผลการดำเนินงานและความบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้น อีกทั้งยังสามารถแสดงถึงสาเหตุของความบกพร่องต่างๆ เพื่อใช้ในการปรับปรุงการทำงานของผู้รับเหมาให้มีมาตรฐานการทำงานมากเพิ่มมากขึ้นและพัฒนาอย่างต่อเนื่องในอนาคตสู่ความเป็นเลิศด้านการปฏิบัติงาน (Operational Excellence)

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อออกแบบระบบการวัดสมรรถนะกระบวนการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา

1.2.2 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมาให้เป็นมาตรฐานมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 สถานที่ศึกษา บริษัท บ้านปู จำกัด (มหาชน) โดยทำการศึกษากระบวนการและข้อมูลจากเหมืองถ่านหินทรูบาอินโด เกาะกาลิมันตัน ประเทศอินโดนีเซีย

1.3.2 ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานของผู้รับเหมาในกระบวนการขนส่งถ่านหินหินดิบที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ โดยศึกษาการขนย้ายถ่านหินดิบด้วยรถบรรทุกไปยังโรงบดถ่านหิน (Crushing Plant)

1.3.3 ทำการศึกษากระบวนการทำงานของผู้รับเหมาจากเอกสารคู่มือการปฏิบัติงาน และใช้ข้อมูลผลการดำเนินงานของผู้รับเหมามาวิเคราะห์ โดยอาศัยความรู้ทางวิศวกรรมอุตสาหการทางด้านโลจิสติกส์ การออกแบบระบบการวัดสมรรถนะ รวมถึงการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานของผู้รับเหมาในแต่ละขั้นตอนเพื่อพัฒนากระบวนการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาให้เป็นมาตรฐานมากยิ่งขึ้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบแนวคิดในการวัดสมรรถนะกระบวนการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา

1.4.2 ทราบถึงแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมา

1.5 เนื้อหาในโครงงานวิจัย

โดยเนื้อหาโครงงานวิจัยประกอบไปด้วย 5 บท โดยแต่ละบทมีเนื้อหาโดยย่อ ดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ ประกอบด้วย ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน วัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษา และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการทำโครงงานวิจัยนี้

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎี และผลงานวิจัยในอดีตที่จะนำมาประกอบเป็นแนวทางละการประยุกต์ใช้ให้แก่ผู้วิจัยในการทำโครงงานวิจัย

บทที่ 3 ระเบียบวิธีการทำวิจัย จะระบุขั้นตอนในการทำโครงงานวิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงเสร็จสมบูรณ์

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน แสดงถึงรายละเอียดถึงผลของการดำเนินงานเพื่อตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ อธิบายเกี่ยวกับสรุปผลการดำเนินงานและการข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำไปปรับใช้เพิ่มเติม

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อออกแบบระบบการวัดสมรรถนะกระบวนการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา ได้ทำการศึกษาและนำหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาประกอบในการทำโครงงานวิจัยนี้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การวัดสมรรถนะ (Performance Measurement)

2.1.1 ความหมายของสมรรถนะ

สมรรถนะ มักถูกนิยามให้คำจำกัดความและความหมายแตกต่างกันออกไปตามความเข้าใจของนักวิชาการที่ศึกษาแต่ละคน เช่น

สมรรถนะ หมายถึง บุคลิกลักษณะที่อยู่ภายในปัจเจกบุคคล ซึ่งสามารถผลักดันให้ปัจเจกบุคคลนั้น สามารถสร้างผลการปฏิบัติงานที่ดีหรือตามที่กำหนดในงานที่รับผิดชอบ

- สมรรถนะ หมายถึง กลุ่มของความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะ (Attributes) ที่มีความสัมพันธ์กับผลของการปฏิบัติงานในตำแหน่งงานนั้นๆ และสามารถวัดผลเทียบกับมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับและเป็นสิ่งที่สามารถเสริมสร้างขึ้นได้ โดยผ่านการฝึกอบรมและการพัฒนา

- สมรรถนะ เป็นคุณลักษณะที่บุคลากรในองค์การจำเป็นต้องมีในการปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่และภารกิจที่รับผิดชอบ ประกอบด้วย ความรู้ ทักษะและทัศนคติ ที่สามารถส่งผลต่อความสำเร็จในการปฏิบัติงานได้ (กรกช, 2548)

ดังนั้น สรุปได้ว่าสมรรถนะ (Competency) หมายถึง คุณลักษณะและพฤติกรรมของการบูรณการความรู้ ทักษะ รวมถึงคุณสมบัติของบุคคลที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารและการปฏิบัติงานกิจการได้ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้เป็นอย่างดีที่ได้จากการฝึกฝนและพัฒนาของบุคคล

2.1.2 ตัวชี้วัดสมรรถนะ (Performance Indicator)

ตัวชี้วัดสมรรถนะ (Performance Indicator) คือ ตัวแปรที่วัดจากผลการปฏิบัติงานที่เกิดขึ้น เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการประเมินผลเพื่อแสดงผลสำเร็จของตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ ตัวชี้วัด (Indicator) ได้ถูกนิยามว่าเป็นสนสารสนเทศที่ระบุและบ่งบอกสภาวะที่ผู้ทำการวัดผลสนใจหรือปริมาณในเชิงความสัมพันธ์ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งตัวชี้วัดไม่ได้มีการกำหนดสถานะภาพที่ชัดเจนเจาะจง แต่สะท้อนหรือบ่งบอกให้ทราบถึงวิธีการที่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น โดยอนาคตสามารถมีการเปลี่ยนแปลงได้ (Johnstone, 1981)

2.1.3 การวัดสมรรถนะ (Performance Measurement)

การวัดสมรรถนะ (Performance Measurement) เป็นกระบวนการรวบรวมผลการวิเคราะห์ หรือรายงานข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของบุคคล กลุ่มองค์กร ระบบ หรือส่วนประกอบ (Behn, 2003) อีกทั้งมีนิยามไว้ว่า กระบวนการประเมินว่าองค์กรมีการจัดการที่ดีเพียงใดและคุณค่าที่มอบให้กับลูกค้าและผู้มีส่วนได้เสียอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีคำนิยามว่า การวัดสมรรถนะประมาณการพารามิเตอร์ภายใต้โปรแกรม การลงทุน และสิ่งได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ตรงเป้าหมาย ดังนั้นการวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานโดยต้องรวบรวมตัวชี้วัดสมรรถนะ (Performance Indicator) เพื่อให้ครอบคลุมเป้าหมายและวัตถุประสงค์ขององค์กร โดยในการพัฒนาตัวชี้วัดสมรรถนะจะพิจารณาดังต่อไปนี้

1. ต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน โดยมุ่งประเด็นที่องค์กรทั้งหมด
2. ต้องมีการเชื่อมโยงส่วนต่างๆ ขององค์กรให้เข้ากับวัตถุประสงค์
3. มุ่งประเด็นที่ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความสำเร็จของแต่ละกระบวนการ
4. สามารถระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (Wireman, 1998)

2.2 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์ของสถานประกอบการภาคอุตสาหกรรม (Industrial Logistics Performance Index: ILPI)

เป็นแนวคิดเพื่อให้สถานประกอบการณ์ใช้เป็นเกณฑ์ประเมินประสิทธิภาพโลจิสติกส์ของตนเอง และพัฒนาให้เข้าสู่เกณฑ์มาตรฐาน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบ (Benchmark) ระหว่างกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกันรวมถึงกลุ่มอุตสาหกรรมอื่น ซึ่งสามารถตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลาและลดต้นทุนรวมด้านโลจิสติกส์ โดยการวัดประสิทธิภาพครอบคลุมกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ทั้ง 9 กิจกรรม ได้แก่

1. การวางแผนหรือการคาดการณ์ความต้องการของลูกค้า (Demand Forecasting and Planning)
2. การให้บริการแก่ลูกค้าและกิจกรรมสนับสนุน (Customer Service and Support)

3. การสื่อสารด้านโลจิสติกส์และการจัดการคำสั่งซื้อ (Logistics Communication and Order Processing)

4. การจัดซื้อจัดหา (Purchasing and Procurement)

5. การขนถ่ายวัสดุ และการบรรจุหีบห่อ (Materials Handling and Packaging)

6. การจัดการคลังสินค้า (Warehousing and Storage)

7. การบริหารสินค้าคงคลัง (Inventory Management)

8. การขนส่ง (Transportation)

9. โลจิสติกส์ย้อนกลับ (Reverse Logistics)

โดยที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของแต่ละกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ พิจารณา 3 มิติ ได้แก่

1. มิติด้านต้นทุน (Cost Dimension) แสดงถึงสัดส่วนต้นทุนของกิจกรรมโลจิสติกส์เปรียบเทียบกับยอดขายประจำปีของกิจการสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือควบคุมต้นทุนส่วนเกินที่ไม่จำเป็นได้โดยไม่ส่งผลเสียต่อคุณภาพสินค้าหรือการบริการ

2. มิติด้านเวลา (Time Dimension) ประกอบด้วยตัวชี้วัดที่ใช้ข้อมูลระยะเวลาของการเคลื่อนย้ายสินค้าที่อยู่นอกเหนือจากช่วงของกระบวนการผลิต และระยะเวลาการเคลื่อนย้ายของข้อมูลที่เริ่มตั้งแต่การรับข้อมูลและสิ้นสุดที่การส่งมอบข้อมูลให้แก่ลูกค้าหรือผู้ใช้สินค้าหรือบริการลำดับถัดไป

3. มิติด้านความน่าเชื่อถือ (Reliability Dimension) ประกอบด้วยตัวชี้วัดที่ใช้วัดความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับการส่งมอบสินค้าและข้อมูล โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ตัวชี้วัดด้านการส่งมอบตรงเวลา (On-time) และตัวชี้วัดด้านการส่งมอบครบจำนวน (In-full)

จะเห็นได้ว่า ILPI เสมือนเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและเปรียบเทียบ (Benchmarking Tools) ผลการดำเนินงานในมิติของการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีของการเรียนรู้เพื่อพัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดการดำเนินกิจกรรมโลจิสติกส์อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว เชื่อถือได้ และมีต้นทุนที่เหมาะสม (กองโลจิสติกส์, 2562)

2.3 ความสามารถในการสะสมหรือโมเดลกรวยทราย (The Sand Cone Model)

ความสามารถในการสะสมหรือโมเดลกรวยทราย (The Sand Cone Model) เป็นเรื่องของความสัมพันธ์ประสิทธิภาพการผลิตเป็นแบบสะสมและต่อเนื่องโดยมีประสิทธิภาพคุณภาพเป็นรากฐาน โดยมีผลกระทบทางอ้อมของ 5 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพในระบบ

ซึ่งเป็นแบบจำลองชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต 5 ปัจจัย ดังต่อไปนี้

2.3.1 คุณภาพ (Quality) เป็นฐานของกรวยทรายที่เป็นปัจจัยสำคัญ โดยการทำการผลิตสินค้าให้ตรงตามรูปแบบที่ตั้งไว้ (Specification) หากปรับปรุงด้านนี้ก่อน จะส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมมากที่สุด

2.3.2 ความไว้วางใจได้ (Dependability) คือ การส่งมอบได้ทันตามกำหนด (Delivery Promises)

2.3.3 ความเร็ว (Speed) คือ การปรับปรุงระยะเวลาการผลิตและขนส่งให้รวดเร็วยิ่งขึ้น

2.3.4 ความยืดหยุ่น (Flexibility) คือ การผลิตที่สามารถปรับเปลี่ยนเปลี่ยนได้เมื่อเจอเงื่อนไขต่างๆ

2.3.5 การบริหารต้นทุน (Cost) คือ การบริหารต้นทุนการผลิต (Ferdows & De Meyer, 1990)

2.4 เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process : AHP)

เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ถูกคิดค้นโดย Dr. Thomas Saaty (โทมัส สาตตี้) ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นวิธีในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยเป็นเทคนิคที่ใช้ในการตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขหลายเกณฑ์ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งเกณฑ์เชิงปริมาณและเกณฑ์เชิงคุณภาพ มีหลักการด้วยการแบ่งโครงสร้างปัญหาเป็น 4 ชั้น คือ การกำหนดเป้าหมาย(Goal) กำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจหลัก (Criteria) กำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจรอง (Subcriteria) และกำหนดทางเลือก (Alternatives) ตามลำดับ แล้วทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์ในการคัดเลือกทีละคู่ (Pairwise Comparisons) ด้วยการให้คะแนนตามความสำคัญ ถ้าการกำหนดความสำคัญสมเหตุสมผล จะสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดได้ ซึ่งเทคนิค AHP สามารถทำได้ทั้งระบบสนับสนุนการตัดสินใจหรือระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบกลุ่ม โดยกระบวนการที่ให้ค่าน้ำหนัก โดยใช้ตัวเลขแทนค่า มีอยู่ 5 ขั้นตอน ดังนี้

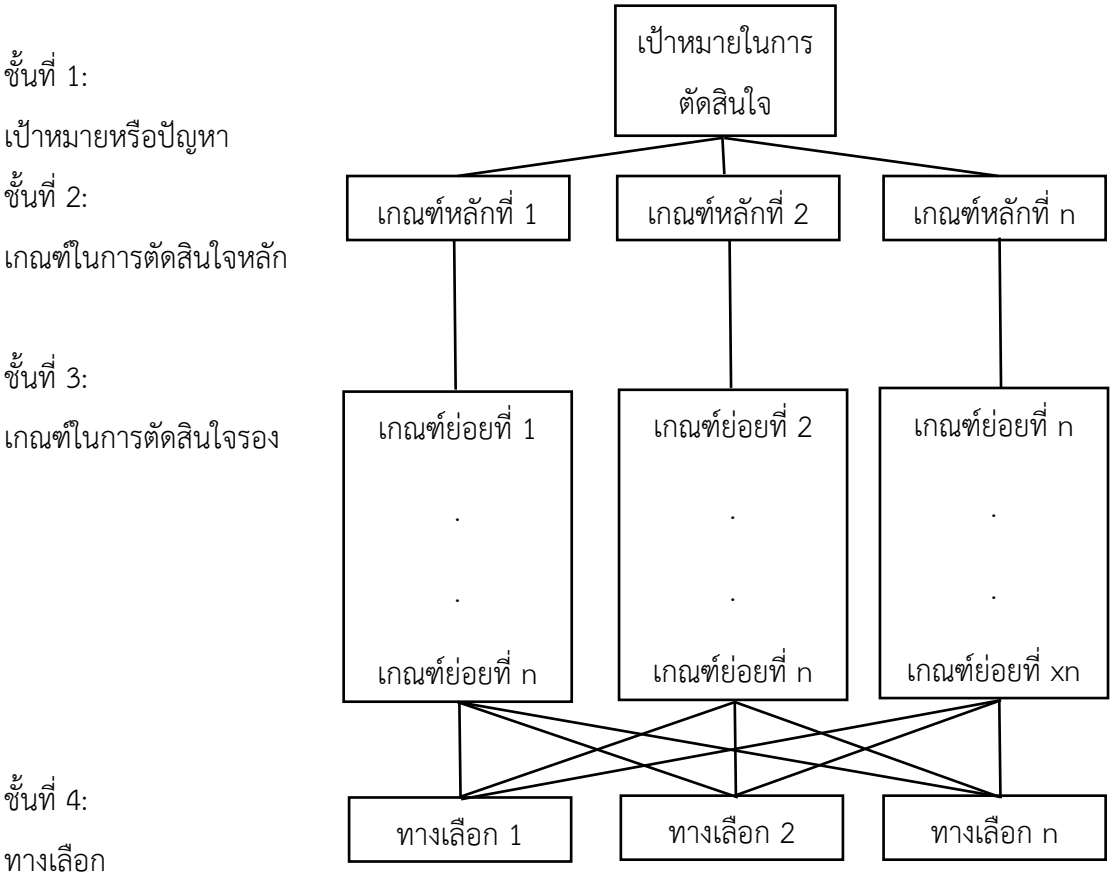
1. การจัดโครงสร้างลำดับขั้นของการตัดสินใจ ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นมีโครงสร้างกระบวนการเลียนแบบความคิดของมนุษย์ ดังภาพ 2.1 โดยแบ่งแผนภูมิแบ่งออกเป็นหลายขั้น ประกอบด้วยกลุ่มของเกณฑ์ต่างๆ ได้แก่

ระดับชั้นที่ 1 เป็นชั้นบนสุดเป็นปัญหาหรือเป้าหมายโดยรวม ซึ่งมีเพียงแค่ปัญหาหรือเป้าหมายเดียวเท่านั้น

ระดับชั้นที่ 2 เป็นระดับชั้นของเกณฑ์หลัก อาจมีหลายเกณฑ์ขึ้นอยู่กับว่าแผนภูมินั้นมีทั้งหมดกี่ระดับชั้น ถ้ามีมากกว่า 3 ระดับชั้นขึ้นไป จำนวนเกณฑ์ในระดับชั้นนี้ควรมีไม่เกิน 3 เกณฑ์ แต่ถ้ามีมากกว่า 3 ระดับชั้น จำนวนเกณฑ์อาจมีได้ถึง 9 เกณฑ์

ระดับชั้นที่ 3 เป็นระดับชั้นของเกณฑ์รอง สำหรับระดับชั้นชนิดนี้ จะมีจำนวนเกณฑ์เท่าไหร่ก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ศึกษาว่ามีข้อมูล ประสบการณ์ หรือความรู้ความชำนาญมากน้อยเพียงใด เพื่อใช้ในการกำหนดเกณฑ์ต่างๆ

ระดับชั้นที่ 4 เป็นชั้นของทางเลือก หรือหนทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ปัญหาหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในระดับชั้นที่ 1



ภาพ 2.1 แสดงแผนภูมิลำดับขั้น

2. การวินิจฉัยเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ในการตัดสินใจ เป็นการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบเพื่อกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญระหว่างเกณฑ์เป็นคู่ๆ โดยใช้ตัวเลขแทนค่าเพื่อนำไปสู่การคำนวณค่าคะแนนความสำคัญรวมของแต่ละทางเลือก เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ ได้แก่ การใช้ตารางเมตริกซ์

ดังตาราง 2.1 ที่สามารถใช้ในการอธิบายการเปรียบเทียบและใช้การทดสอบความสอดคล้องของเหตุผลและความอ่อนไหวของลำดับความสำคัญของทางเลือก ซึ่งมีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

กำหนดให้ C_i = เกณฑ์หลักในการตัดสินใจ โดยที่ i = 1, 2, 3, ..., n

A_j = เกณฑ์รองในลำดับชั้นที่จะทำการวินิจฉัย โดยที่ j = 1, 2, 3, ..., n

a_{ij} = ผลการเปรียบเทียบเกณฑ์ในการตัดสินใจแบบคู่

โดยที่ i =1, 2, 3, ..., n และ j = 1, 2, 3, ..., n การวินิจฉัยจะทำทีละคู่เกณฑ์ C_i กับ A_j

ดังนั้น การวินิจฉัยจำทำในรูปของตารางเมตริกซ์ขนาด nxn และจะได้นิยามเมตริกซ์

$A = [a_{ij}]$ โดยที่ i =1, 2, 3, ..., n และ j = 1, 2, 3, ..., n

โดยมีกฎการนำค่า a_j จากการเปรียบเทียบทีละคู่เกณฑ์ใส่ลงในตารางเมตริกซ์ มีกฎ 2 ข้อ ได้แก่

1. ถ้า $a_{ij} = \alpha$ จะทำให้ $a_{ij} = 1/\alpha$ โดยที่ $\alpha \neq 0$

2. ถ้าเกณฑ์ในการตัดสินใจ C_i มีความสำคัญเท่ากับเกณฑ์ในการตัดสินใจ C_j จะทำให้ $a_{ij} = a_j = 1$ เสมอ

ตาราง 2.1 ตารางเมตริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบรายคู่

เกณฑ์ (C) $C_1, C_2, C_3, ..., C_n$		**เกณฑ์**				
		A_1	A_2	A_3	...	A_n
เกณฑ์	A_1	1	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}
	A_2	$1/a_{12}$	1	a_{23}	...	a_{2n}
	A_3	$1/a_{13}$	$1/a_{32}$	1	...	a_{3n}
	:	:	:	:	...	:
	A_n	$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$	$1/a_{3n}$	...	1

สำหรับเทคนิคกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นนั้น Dr. Thomas Saaty ได้มีการคิดค้นและคำนวณค่าที่เหมาะสมสำหรับการใช้แทนค่าน้ำหนักในการเปรียบเทียบแต่เกณฑ์แต่ละคู่ ซึ่งตัวเลข 1–9 นั้นเหมาะสมกับเหตุผลและสะท้อนถึงระดับที่สามารถแยกแยะความสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์ได้ ดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 ความหมายของการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Saaty, 1980)

ระดับความเข้มข้นของความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 เกณฑ์ส่งผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่าๆ กัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในมากที่สุด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ผู้วินิจฉัยให้ความคิดเห็นว่าเกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งอยู่ในระดับสูงสุด
2, 4, 6, 8	อยู่ระหว่างระดับที่ได้อธิบายมาแล้วข้างต้น	อยู่ระหว่างระดับที่ได้อธิบายข้างต้น

3. การหาค่าน้ำหนักเกณฑ์ เมื่อได้ค่าน้ำหนักที่ผู้เชี่ยวชาญได้วินิจฉัยแล้ว โดยออกมาในรูปแบบของตัวเลข แล้วนำตัวเลขนั้นมาคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญในแต่ละชั้นจนครบ โดยสมการที่ใช้คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ในแต่ละชั้น ดังสมการ 2.1

$$Aw = \lambda_{max} w \qquad (2.1)$$

เมื่อ A คือ สแควร์เมตริกซ์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แสดงด้วยค่าตัวเลขซึ่งปรับค่าให้เป็น 1 แล้ว (Normalized)

W คือ Eigenvector แสดงน้ำหนักความสำคัญสัมพันธ์ซึ่งอยู่ในลำดับชั้นเดียวกันหรือกลุ่มของที่อยู่ภายใต้ของในลำดับชั้นสูงกว่า

λ_{max} คือ Maximum Eigenvalue

ในการคำนวณค่า Eigenvector ของเมตริกซ์ในแต่ละแถว โดยการหาค่าเฉลี่ยนความสำคัญในแต่ละแถว และการคำนวณหาลำดับความสำคัญของระดับชั้นถัดลงมา ทำได้โดยการคำนวณตั้งแต่ ขั้นตอนที่ 1 จนถึงขั้นตอนที่ 2 แล้วนำค่าที่คำนวณได้จากลำดับชั้นที่อยู่สูงกว่า 1 ระดับชั้น มาเป็นตัวคูณคู่ Normalized ของลำดับชั้นที่ 2 ที่ได้จากการคำนวณ จะได้ค่าลำดับความสำคัญชั้นรองลงมาตามเกณฑ์ในระดับชั้นนั้นๆ ทำเช่นนี้จนครบทุกเกณฑ์

4. การตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R) เป็นการตรวจสอบผลการเปรียบเทียบที่มีความสอดคล้องกันของเหตุผล โดยใช้การหาค่าดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล ดังนี้

4.1 คำนวณหาค่า λ_{max} เป็นค่าที่คำนวณได้จากการนำเอาผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละเกณฑ์ในแต่ละแถว มาคูณด้วยผลรวมค่าเฉลี่ยในแนวนอนแต่ละแถว แล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากับจำนวนเกณฑ์ทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบ ถ้าการวินิจฉัยในเกณฑ์นั้นมีความสอดคล้องกัน จะทำให้ค่า $\lambda_{max} = n$

4.2 คำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency Index: C.I.) หาได้ดังสมการ 2.2

$$C.I. = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \qquad (2.2)$$

4.3 เปิดตารางค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.) เป็นค่าที่ขึ้นกับขนาดของเมตริกซ์ตั้งแต่ 1 x 1 จนถึง 15 x 15

ตาราง 2.3 ค่าดัชนีความสอดคล้องตามขนาดเมตริกซ์ (Random Consistency Index) (วิฑูรย์, 2542)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

4.4 คำนวณค่าความสอดคล้องของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R.) เป็นการคำนวณจากอัตราส่วนของค่า ค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency Index: C.I.) และ ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.) ดังสมการ 2.3 นี้

$$C.R. = C.I./ R.I. \qquad (2.3)$$

5. การจัดลำดับทางเลือก เมื่อผู้เชี่ยวชาญให้น้ำหนักของทางเลือกภายใต้เกณฑ์แต่ละเกณฑ์ แล้วนำมาลงตารางเมตริกซ์เช่นเดียวกับข้อ 4

2.5 แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping : VSM)

เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญที่ใช้ในการเริ่มวิเคราะห์กระบวนการ ทำให้เข้าใจภาพรวมของกระบวนการ (Overall Process) จากมุมมองของลูกค้า โดยมีแนวทางในการปรับปรุงการไหลของทรัพยากรและสารสนเทศ โดยเครื่องมือ VSM ยังสามารถระบุกิจกรรมที่จำเป็นและขจัดความความสูญเปล่า จึงใช้จำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.5.1 กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า (Value Added: VA) เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือการสร้างมูลค่าเพิ่ม ให้กับวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ในกระบวนการ จนนำไปสู่ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

2.5.2 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าแต่จำเป็น (Necessary but Non-Value Added: NNVA) เป็นความสูญเปล่าแต่อาจจำเป็นต้องยอมให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

2.5.3 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่า (Non-Value Added: NVA) จำเป็นต้องกำจัดออกไป (สุขุม, 2559)

ขั้นตอนการจัดทำแผนผังสายธารคุณค่า มีดังต่อไปนี้

1. เข้าใจถึงความต้องการของลูกค้าอย่างแท้จริง ซึ่งความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement) ได้รับการตอบสนองความต้องการนั้นได้อย่างถูกต้องจนทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจ

2. เลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Family) ที่มีขั้นตอนผลิตที่เหมือนกัน

3. เขียนแผนภาพสถานการณ์ปัจจุบัน (Current State Drawing) เป็นการวาดแผนภาพกระบวนการผลิตที่แสดงทั้งการไหลของวัตถุดิบและการไหลของข้อมูล เพื่อทำให้มองเห็นถึงความสูญเปล่าต่างๆ ที่ซ่อนอยู่และหาทางกำจัดออกไป ซึ่งจะแบ่งเป็นการวาดภาพได้ดังนี้

3.1 การวาดแผนภาพภายนอก เป็นการวาดแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์กรกับผู้จัดส่ง และกับลูกค้า โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. วาดภาพสัญลักษณ์แทนโรงงาน (Factory) และกล่องใส่ข้อมูล (Data Box) ลงในมุมบนขวาของแผนภาพแทนการแสดงถึงลูกค้า (Customer) แล้วกรอกข้อมูลลงในกล่องใส่ข้อมูล เช่น จำนวนที่ต้องการต่อวัน ความถี่ของการจัดส่ง จำนวนที่ขนส่งแต่ละครั้ง หรือข้อมูลรายละเอียดอื่นๆ

2. วาดภาพสัญลักษณ์แทนโรงงาน และกล่องใส่ข้อมูลลงในมุมบนซ้ายของแผนภาพแทนการแสดงถึงผู้จัดส่งวัตถุดิบ (Supplier) แล้วกรอกข้อมูลลงในกล่องใส่ข้อมูล

3. การเชื่อมระหว่างลูกค้ากับผู้จัดส่งวัตถุดิบ โดยใช้สัญลักษณ์การไหลของข้อมูล (Information Flow) คือ ลูกศรหยักๆ นอกจากนี้ยังสามารถกรอกข้อมูลที่เกี่ยวกับการไหลของข้อมูล เช่น ความถี่การไหลของข้อมูลลงในกล่องใส่รายละเอียดใต้ลูกศร

3.2 การวาดแผนภาพภายใน เป็นการวาดแผนภาพที่แสดงถึงกิจกรรมในกระบวนการผลิตทั้งหมด โดยการวาดต้องเริ่มที่กระบวนการหลังสุดย้อนกลับไปข้างหน้า คือ จากฝ่ายขนส่ง (Shipping) ย้อนกลับไปจนถึงการรับวัตถุดิบจากผู้จัดส่งวัตถุดิบ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1.เริ่มที่แผนกขนส่ง โดยใช้สัญลักษณ์รถบรรทุก (Truck) และบันทึกข้อมูลความถี่การจัดส่งไว้ภายใน

2. ย้อนกลับไปในกระบวนการผลิตตั้งแต่ขั้นตอนสุดท้ายจนเริ่มต้น โดยใช้สัญลักษณ์กระบวนการผลิต (Manufacturing Process) แทนการผลิตในแต่ละขั้นและมีกล่องใส่ข้อมูลอยู่ภายใต้ ถ้าในระหว่างกระบวนการมีการเก็บรักษาของ ใช้สัญลักษณ์การคงคลังสินค้า (Inventory) แสดงไว้ในแผนภาพด้วย

3. กรอกข้อมูลลงในกล่องใส่ข้อมูลอย่างครบถ้วน

4. เติมสัญลักษณ์การไหลของวัตถุดิบจากกระบวนการหนึ่งไปอีกกระบวนการหนึ่งให้สมบูรณ์

5. วาดสัญลักษณ์ของบรรทุก (Truck) แสดงการขนส่งจากผู้จัดส่งวัตถุดิบมาที่กระบวนการผลิตขั้นแรก

6. เชื่อมระบบควบคุมการผลิต (Production Control System) เข้ากับกระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการ

7. เขียนเส้นแสดงเวลา (Time Line) ลงใต้กระบวนการและที่มีการคงคลังทุกแห่ง แล้วแสดงเวลานำ (Lead Time) และเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต

4. การวิเคราะห์แผนภาพ (Analysis Map) โดยใช้หลักการกำจัดความสูญเปล่าออกจากระบบ เพื่อให้ได้กระบวนการผลิตใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าเดิม ซึ่งความสูญเปล่าที่อยู่ภายในกระบวนการผลิตและการไหลนั้น แสดงให้เห็นได้ ดังนี้

4.1 การผลิตมากเกินไป (Overproduction) แสดงโดยสัญลักษณ์การเก็บสินค้าคงคลังในกระบวนการผลิตขั้นสุดท้าย เมื่อเทียบกับจำนวนความต้องการของลูกค้าจะทำให้ทราบจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเกิน

4.2 ของคงคลัง (Inventory) แสดงโดยสัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยมและมีเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา

4.3 การขนส่ง (Transportation) แสดงโดยรูปรถบรรทุก เกิดขึ้นในส่วนของพื้นที่เก็บรักษาของคงคลัง และในระหว่างกระบวนการผลิต

4.4 กระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม (Inappropriate Processing) สังเกตได้จากกระบวนการต่างๆ ในแผนภาพ เช่น ผังโรงงานไม่เหมาะสมทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายไป-มา

4.5 ของเสีย (Defect หรือ Rework) สังเกตข้อมูลในกล่องข้อมูลหรือการมีของคงคลังเนื่องจากรอซ่อม

4.6 การรอคอยและการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น (Waiting และ Motion) สังเกตจากเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการว่าใช้เวลามากจนผิดปกติหรือไม่

5. การเขียนแผนภาพสถานการณ์อนาคต (Future State Drawing) เป็นการวาดแผนภาพกระบวนการผลิตใหม่ที่ถูกปรับปรุง โดยการกำจัดความสูญเปล่าต่างๆ ออกไป

6. การนำไปใช้งาน (Implementation) เมื่อสังเกตได้ว่าค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต เช่น ค่าเวลานำ รอบเวลาการผลิต ที่ได้จากแผนภาพกระบวนการในสถานการณ์อนาคตมีค่าที่แสดงว่าประสิทธิภาพดีขึ้นจากกระบวนการเดิม ก็สามารถนำกระบวนการใหม่ไปใช้ในกระบวนการผลิตจริงได้ แต่ถ้าหากพบว่ายังสามารถกำจัดความสูญเปล่าในจุดใดได้อีก ก็สามารถทำให้แผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์อนาคตนั้นเปลี่ยนเป็นแผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์ปัจจุบัน แล้วดำเนินการซ้ำตามขั้นตอนที่ 4 ได้ต่อไป

2.6 ผลงานวิจัยในอดีต

2.6.1 การออกแบบระบบติดตามยานพาหนะสำหรับงานขนส่ง

ผลงานวิจัยของคุณภาสพงศ์ อารีรักษ์ ปี 2554 เรื่อง “Design of Vehicle Tracking System for Transportation” โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการออกแบบระบบติดตามยานพาหนะสำหรับการขนส่ง ภายใต้เทคโนโลยีติดตามยานพาหนะ 3 แบบคือ GPS on-line, GPS off-line และ Check-in โดยงานวิจัยนี้ทำการสำรวจงานขนส่ง 5 บริษัท ขั้นตอนการออกแบบการติดตามยานพาหนะ รวมไปถึงการออกแบบกระบวนการติดตามยานพาหนะ โดยเริ่มจากการแยกลักษณะงานขนส่งเพื่อเป็นแนวทางในการติดตามยานพาหนะของกระบวนการขนส่งที่เกิดขึ้นเป็นขั้นตอนย่อย ชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปที่เกิดขึ้น ดังนี้

1. ด้านฐานข้อมูล แสดงให้ถึงการไหลข้อมูลและการประมวลผลของข้อมูล

2. ด้านตัวชี้วัดสมรรถนะหลัก แสดงถึงตัวชี้วัดที่เกิดขึ้นแต่ละขั้นตอนในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการขนส่งได้อย่างถูกต้อง

3. ด้านกิจกรรม แสดงถึงกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้ใช้ระบบติดตามยานพาหนะเพื่อได้ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้อย่างครบถ้วน

ผลงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าในการเลือกอุปกรณ์ติดตามยานพาหนะให้เหมาะสมนั้น อาศัยหลายปัจจัยและวัตถุประสงค์ในการใช้งานที่ได้จากการวิเคราะห์ถึงคุณลักษณะเบื้องต้นของระบบติดตาม เพื่อให้ผู้ใช้สามารถประเมินประสิทธิภาพการทำงานขนส่งได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ รวมถึงการแยกลักษณะงานขนส่งเพื่อชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการออกแบบตัวชี้วัดสมรรถนะ

2.6.2 การวัดสมรรถนะการจัดการทางการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ผลงานวิจัยของของคุณ สมอนงค์ กันทรวิชัยวัฒน์ ปี 2545 เรื่อง “Performance Measurement of Production Management for Rubber-Wood Furniture Industry” โดยผลงานวิจัยนี้ออกแบบวิธีการวัดสมรรถนะระบบการจัดการทางการผลิต โดยการศึกษาบทความและแนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการทางการผลิต จากนั้นกำหนดหน้าที่ วัตถุประสงค์ และตัวชี้วัดสรรถนะ (Performance Indicators) ของกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของกิจกรรมที่กำหนดไว้ รวมถึงการออกแบบการวัดสมรรถนะระบบการจัดการทางการผลิต โดยอาศัยเทคนิคของเดลฟาย เป็นเทคนิคการสื่อสารระหว่างกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ความคิดเห็นที่สอดคล้องกันในทางเดียวกัน และเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เข้ามาช่วยในการตัดสินใจเลือกตัวชี้วัดที่ใช้การให้น้ำหนักความสำคัญของระบบซึ่งผลออกมาในเชิงตัวเลข

ผลงานวิจัยนี้ออกแบบการวิธีการวัดสมรรถนะระบบการจัดการการผลิต แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้ แนวทางในการวัดสมรรถนะระบบการจัดการการผลิต โครงสร้างกิจกรรมในระบบการจัดการการผลิต น้ำหนักความสำคัญของกิจกรรมในระบบการจัดการการผลิต และตัวชี้วัดสมรรถนะที่ออกแบบขึ้นไปประยุกต์ใช้กับโรงงานตัวอย่าง

2.6.3 การคัดเลือกดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของท่าเรือในความดูแลของกทท. ผลงานวิจัยของคุณจักรกฤษณ์ ดวงพัสตรา และคุณจิตติชัย รุจนกนกนาฏ เรื่อง “Selection of Key Performance Indices for Ports under the Port Authority of Thailand” โดยผลงานวิจัยนี้นำเสนอการทบทวนดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของท่าเรือทั้งไทยและต่างประเทศเพื่อพิจารณาหาชุดดัชนีวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานที่เหมาะสมของท่าเรือในความดูแลของการท่าเรือแห่งประเทศไทย (กทท.) ซึ่งจัดทำดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของท่าเรือกรุงเทพพิจารณาในการเก็บข้อมูลด้านเวลาในการใช้บริการท่าเรือ ประกอบด้วย ระยะเวลารวม ระยะเวลารอคอย

ระยะเวลาที่เรืออยู่ในเขตบังคับการเดินเรือ และแยกลักษณะการปฏิบัติการหน้าท่าของท่าเรือเป็นคู่เทียบเคียงผลประสิทธิภาพ เป็น 4 กลุ่ม

1. กลุ่มดัชนีชี้วัดเกี่ยวกับระยะเวลาการให้บริการ
2. กลุ่มดัชนีชี้วัดเกี่ยวกับความสามารถด้านการตลาด
3. กลุ่มดัชนีชี้วัดเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสินทรัพย์และบุคลากร
4. กลุ่มดัชนีชี้วัดเกี่ยวกับการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม

ผลงานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินของกทท.สามารถประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการพิจารณาการหาตัวชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานที่เหมาะสมที่นำไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานและเป็นแนวทางการดำเนินงานเพื่อการเก็บข้อมูลดัชนีตัวชี้วัดและการปรับปรุงการดำเนินงาน รวมถึงการให้ความสำคัญต่อตัวชี้วัด

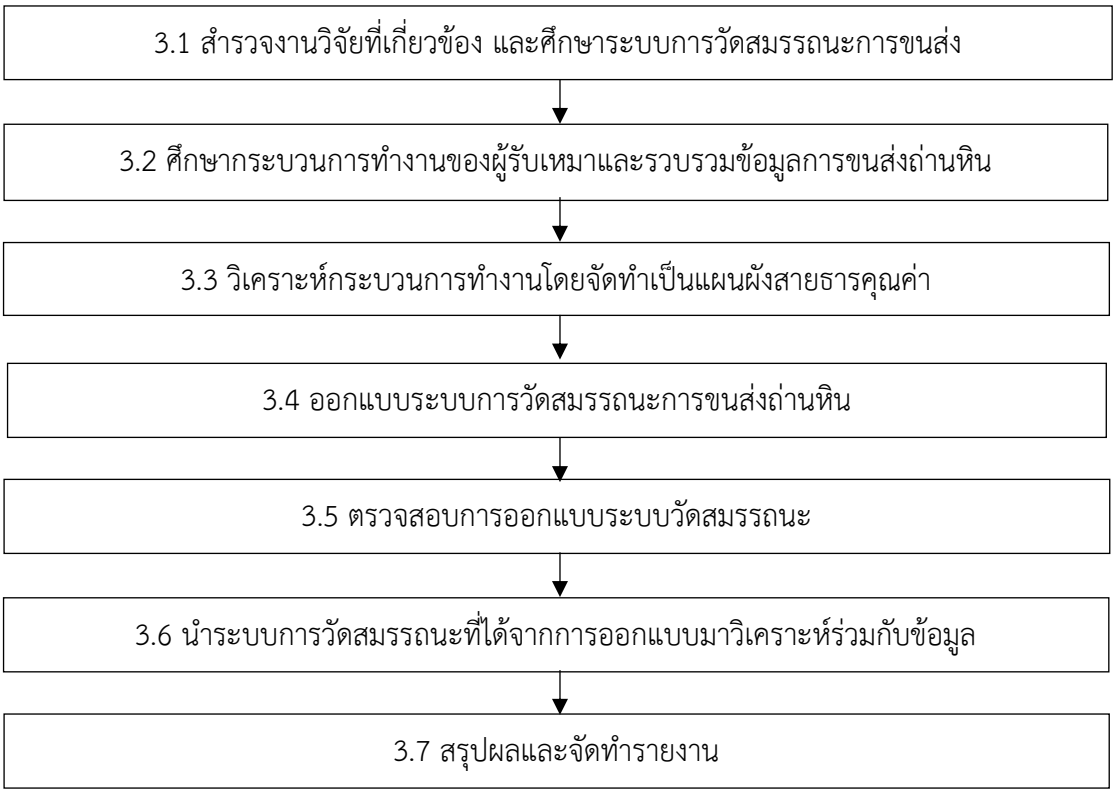
2.7 การประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยในอดีต

จากการศึกษางานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าแต่ละงานวิจัยสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบติดตามยานพาหนะสำหรับงานขนส่งและการคัดเลือกดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของท่าเรือในความดูแลของกทท. บ่งชี้ให้เห็นถึงลักษณะแต่ละประเภทการขนส่งและเทคโนโลยีที่ใช้ในการติดตามการขนส่งที่เหมาะสมกับแต่ละบริษัทและให้ความสำคัญทางด้านเวลาบริการ ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาของบริษัทบ้านปูฯ ที่นำเทคโนโลยี GPS มาใช้ในการติดตามยานพาหนะในการขนส่ง และอีก 2 งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบการวัดสมรรถนะของอุตสาหกรรมการผลิตและอุตสาหกรรมบริการโลจิสติกส์ โดยทั้ง 2 งานวิจัยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ และการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ตรวจสอบระบบการวัดที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้ทราบความสำคัญของแต่ละดัชนีชี้วัดและการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกัน จึงนำมาเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบวัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหิน

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการทำวิจัย

จากการศึกษากระบวนการทำงานของผู้รับเหมาและการขนส่งถ่านหิน ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงวิธีการดำเนินงานวิจัยเพื่อวิเคราะห์กระบวนการทำงานและการออกแบบระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งหินเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมา โดยมีขั้นตอนดังภาพ 3.1



ภาพ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 สำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และศึกษาระบบการวัดสมรรถนะการขนส่ง

3.1.1 บทความการคัดเลือกดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของท่าเรือในความดูแลของ กทท.

3.1.2 บทความงานวิจัยการออกแบบระบบติดตามยานพาหนะสำหรับงานขนส่งภายใต้เทคโนโลยีติดตามยานพาหนะ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าในการเลือกอุปกรณ์ติดตามยานพาหนะให้เหมาะสมนั้น อาศัยหลายปัจจัยและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน

3.1.3 บทความวิจัยการวัดสมรรถนะการจัดการทางการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา โดยอาศัยเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการตรวจสอบระบบวัดสมรรถนะช่วยกำหนดวัตถุประสงค์ และตัวชี้วัดสรรถนะ (Performance Indicators) ของกิจกรรมต่างๆ

3.2 ศึกษากระบวนการทำงานของผู้รับเหมาและรวบรวมข้อมูลการขนส่งถ่านหิน

จากการศึกษาจากข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้เป็นรายงานคู่มือพื้นฐานการปฏิบัติงาน (Standard Operation Procedures) ของผู้รับเหมาในกระบวนการขนถ่านหินแบ่งเป็น 2 ฝ่าย คือ Mine Operation และ Coal Hauling ซึ่งมีกระบวนการทำงานของแต่ละฝ่าย ดังนี้

3.2.1 Mine Operation คือ กระบวนการตั้งแต่เปิดหน้าดินและขุดถ่านหินและขนถ่านหินที่ถูกขุดไปที่ลานกองถ่านหินดิบยังไม่ผ่านกระบวนการ (ROM Stockpile) ดังตาราง 3.1

ผู้รับผิดชอบในกระบวนการ ดังนี้

1. วิศวกรเหมืองแร่และผู้วางแผนการทำเหมือง มีหน้าที่สนับสนุนด้านข้อมูลการดำเนินการและตำแหน่งการขุด

2. Contractor Management เป็นผู้ดูแลงานของผู้ขนส่งให้ตามที่ทำสัญญาไว้ตั้งแต่ขุดถ่านหินถึงการขนถ่านหินไปกองไว้ที่ลานกองถ่านหิน (ROM Stockpile) และการนำถ่านหินไปชั่งน้ำหนัก

3. Coal Management มีหน้าที่ดูแลเรื่องกิจกรรมการขนถ่านหินทั้งหมด

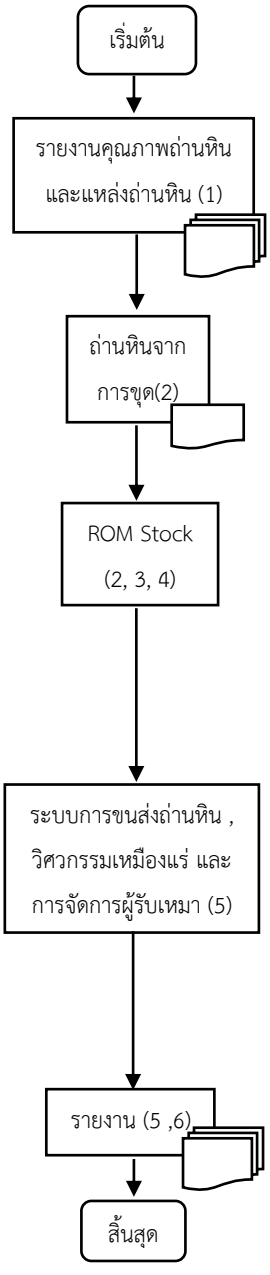
4. Coal Quality มีหน้าที่ดูแลและตรวจสอบคุณภาพถ่านหินที่เหมาะสม

5. Lab Team เป็นฝ่ายที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ตัวอย่างถ่านหิน

ตาราง 3.1 แผนภูมิการไหลแสดงกระบวนการของ Mine Operation

สัญลักษณ์

เริ่มต้น/สิ้นสุด	เอกสาร	เอกสารหลายฉบับ	กระบวนการ	การตัดสินใจ	จุดเชื่อมต่อในหน้าเดียวกัน	จุดเชื่อมต่อหน้ากระดาษ	กระบวนการทางเดียว	กระบวนการสองทาง

ลำดับ	กระบวนการ	แผนภูมิการไหล	ผู้รับผิดชอบ	เอกสารที่เกี่ยวข้อง
1	ผู้วางแผนการทำเหมืองเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับถ่านหินที่มีคุณภาพและวิศวกรเหมืองแร่เตรียมข้อมูลตำแหน่งการขุดถ่านหิน เพื่อเป็นกำหนดระบบการเริ่มทำงานของทุกๆ เดือน (เว้นแต่มีการเปลี่ยนแปลง)		1. วิศวกรเหมืองแร่ 2. ผู้วางแผนการทำเหมือง	- แผนที่รายเดือน - ระบบติดตามเหมือง
2.	เมื่อขุดถ่านหินเสร็จ ถ่านหินจะถูกส่งไปที่ ROM Stock ตามคุณภาพที่กำหนดไว้		1. Contractor Management 2. Coal Management	- การปล่อยถ่านหินใน ROM Stock - การจัดการถ่านหินใน ROM Stock
3.	หลังจากที่กองถ่านหินไว้จะถูกทำการชั่งและผู้รับเหมาจะรายงานการชั่งน้ำหนัก (ส่งรายงานทุกวัน สัปดาห์ เดือน)		1. Coal Management	- รายงานการติดตามการทำเหมืองประจำวัน - รายงานประจำวันเกี่ยวกับน้ำหนักบรรทุกของผู้รับเหมา
4.	คัดคุณภาพถ่านหินจาก ROM Stock และตรวจสอบจากการสุ่มโดย Lab Team		1. Coal Management 2. Lab Team	
5.	จากนั้นแผนก Coal Quality คัดถ่านหินตามคุณภาพแล้วให้ผู้รับเหมาขนส่งถ่านหินที่ต้องการแล้วไปชั่งโดยถ่านหินที่มีคุณภาพตามผลของแผนก Coal Quality จากนั้นแผนก Coal Management จะทำในรูปแบบข้อมูลรายงาน			
6.	จัดประชุมสรุปภายในแผนกและผู้รับเหมาที่เกี่ยวข้องเพื่อรักษาประสิทธิภาพในการทำงานโดยแผนก Coal Management		1. Coal Management	- รายงานการประชุม

ฝ่าย Mine Operation มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ผู้วางแผนการทำเหมืองเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับถ่านหินที่มีคุณภาพและวิศวกรเหมืองแร่เตรียมข้อมูลตำแหน่งการขุดถ่านหิน เพื่อเป็นกำหนดระบบการเริ่มทำงานของทุกๆ เดือน

2. เมื่อขุดถ่านหินเสร็จ ถ่านหินจะถูกส่งไปที่ลานกองถ่านหิน (ROM Stockpile) ตามคุณภาพที่กำหนดไว้

3. หลังจากที่กองถ่านหินไว้จะถูกทำการชั่งและผู้รับเหมาจะรายงานการชั่งน้ำหนัก (ส่งรายงานทุกวัน สัปดาห์ เดือน)

4. คัดคุณภาพถ่านหินจากลานกองถ่านหินดิบ (ROM Stockpile) และตรวจสอบจากการสุ่มโดย Lab Team

5. จากนั้นแผนก Coal Quality คัดถ่านหินตามคุณภาพแล้วให้ผู้รับเหมาขนส่งถ่านหินที่ต้องการแล้วไปชั่งโดยถ่านหินที่มีคุณภาพตามผลของแผนก Coal Quality จากนั้นแผนก Coal Management จะทำในรูปแบบข้อมูล

6. จัดประชุมสรุปภายในแผนกและผู้รับเหมาที่เกี่ยวข้องเพื่อรักษาประสิทธิภาพในการทำงานโดยแผนก Coal Management

3.2.2 Coal Hauling คือ กระบวนการขนถ่านหินจากลานกองถ่านหินดิบยังไม่ผ่านกระบวนการ (ROM Stockpile) ไปที่โรงบดถ่านหิน (Crushing Plant) ดังตาราง 3.2

มีผู้รับผิดชอบกระบวนการ ดังนี้

1. Coal Quality Management มีหน้าที่ดังนี้

- ออกคำขอในการขนถ่านหินหรือแผนรายละเอียดคุณสมบัติคุณภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ถ่านหินที่จะขนส่งจากจุด Loading ไปยังจุดปล่อยถ่ายหิน

- รายงานคุณสมบัติถ่านหินที่แท้จริงของถ่านหินจากกระบวนการขนส่งถ่านหินจากผลการชั่งน้ำหนักในหน่วยของ Truck Scale

2. Coal Hauling Department มีหน้าที่ดังนี้

- รับคำขอของการขนถ่านหินจาก Coal Quality Management และตรวจสอบปริมาณของถ่านหินในบริเวณจุด Loading นั้นเพียงพอสำหรับการทำงานต่อกะตามความต้องการของการขนถ่านหินหรือคำขอการวางแผนสำหรับการขนผลิตภัณฑ์ถ่านหิน

- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าหน่วยการขนถ่านหินขึ้นรถ (Loading) และการขนถ่านหิน (Hauling) นั้นเพียงพอในเรื่องปริมาณและความสะอาด รวมถึงการดำเนินงานที่สอดคล้องกับการขนถ่านหิน

- แบ่งหน่วยงานสำหรับขนถ่านหินขึ้นรถ (Loading) และการขนของจุดขนถ่านหินขึ้นรถ (Loading) ตามลำดับงานของคำขอการขน

- ควบคุมดูแลการขนถ่ายและการขนที่ดำเนินการโดยผู้รับเหมาที่รับผิดชอบที่ดำเนินงานตามคำขอการขนและคำแนะนำการทำงานที่ได้รับ

- รับรายงานเกี่ยวกับคุณสมบัติของถ่านหิน จากการกระบวนการขนถ่านหินผ่านหน่วยการชั่งน้ำหนักที่ดำเนินงานโดย Coal Quality Management และปรับคุณสมบัติถ่านหินโดยการผสมถ่านหินตามปริมาณที่กำหนดไว้

3. ผู้รับเหมา มีหน้าที่ดังนี้

- ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงานทั้งการขนและการบรรทุกถ่านหินตามจำนวนที่วางแผนไว้เพื่อบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้โดย Coal Hauling Department

- ตรวจสอบความสะอาดของเครื่องจักรในการทำงานก่อนเริ่มทำงานขนถ่านหินขึ้นรถ (Loading) และการขนถ่านหิน (Hauling)

- ตรวจสอบให้แน่ใจว่าการตรวจสอบความปลอดภัยในการปฏิบัติงานสำหรับการใช้งานที่เหมาะสมตามหลักความปลอดภัยที่กำหนดไว้ รวมถึงพื้นที่การขนหรือพื้นที่ทิ้งขยะ

ตาราง 3.2 แผนภูมิการไหลแสดงกระบวนการของ Coal Hauling

สัญลักษณ์							
เริ่มต้น/สิ้นสุด	เอกสาร	เอกสารหลายฉบับ	กระบวนการ	การตัดสินใจ	จุดเชื่อมต่อในหน้าเดียวกัน	จุดเชื่อมต่อหน้ากระดาษ	Inform/ Verbal Com.

ลำดับ	กระบวนการ	Coal Quality Management	แผนก Coal Hauling	ผู้รับเหมา	เอกสารที่เกี่ยวข้อง
1.	จัดทำการส่งคำขอการขนถ่านหินก่อนอย่างน้อย 2 วันเพื่อการรับอนุญาตในการขน	เริ่มต้น			
2.	ดำเนินการตรวจสอบของความเพียงพอของคลังกองถ่านหินที่จุด Loading และข้อมูลถ่านหินที่คงเหลือ				
3.	ตรวจสอบคลังกองถ่านหินสามารถกองถ่านหินได้หรือไม่ ก. ถ้าสามารถกองได้จะทำการดำเนินการขน ข. หากคลังถ่านหินไม่สามารถกองได้จะแจ้งความพร้อมของคลังถ่านหินให้กับแผนก Coal Quality Management		ไม่ ใช่		
4.	ดำเนินการส่งเรื่องคำขอการขนถ่านหินใหม่ ตามความพร้อมของคลังถ่านหิน				
5.	ดำเนินการตามคำขอการขนถ่านหินและแจ้งแผนกระบวนการการขนถ่านหินที่จะดำเนินงาน				- หน่วยเตรียมการและการเตรียมการผสมที่ ROM stock
6.	ผู้รับเหมาจัดทำรายการความพร้อมของหน่วยงานในเรื่องของจำนวนเครื่องจักรและการทำความสะอาดให้แก่แผนก Coal Hauling ทราบ				- การตรวจสอบเครื่องจักรหนัก - การปล่อยถ่านหินของรถขน - รายการตรวจสอบการเตรียมงาน - รายการตรวจสอบการถ่ายโอนข้อมูลรถบรรทุก

ตาราง 3.2 แผนภูมิการไหลแสดงกระบวนการของ Coal Hauling (ต่อ)

สัญลักษณ์							
เริ่มต้น/สิ้นสุด	เอกสาร	เอกสารหลายฉบับ	กระบวนการ	การตัดสินใจ	จุดเชื่อมต่อในหน้าเดียวกัน	จุดเชื่อมต่อหน้ากระดาษ	Inform/ Verbal Com.

ลำดับ	กระบวนการ	Coal Quality Management	แผนก Coal Hauling	ผู้รับเหมา	เอกสารที่เกี่ยวข้อง
7.	ผู้รับเหมาดำเนินงานตามคำแนะนำการทำงานและกำหนดจำนวนเครื่องจักรในการ Loading และ Hauling ตามประเภทของถ่านหิน				- แบบคำสั่งงาน
8.	ผู้รับเหมาดำเนินงานตามคำสั่งงาน				
9.	แผนก Coal Hauling ควบคุมดูแลกระบวนการบรรทุกและขนสินค้าที่ผู้รับเหมาทำ				- กำลัง Loading ถ่านหินใน ROM stock พร้อมกับรถขุด
10.	แผนก Coal Hauling รายงานความคืบหน้าการผสมถ่านหินของงานให้แผนก Coal Quality Management				- แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) ของการตรวจสอบการผสมถ่านหิน
11.	แผนก Coal Hauling ผสมและปรับปรุงคุณภาพถ่านหินเรียบร้อยแล้วหรือไม่ ก. หากดำเนินงานผ่าน คือจบกระบวนการ ข. ถ้าดำเนินงานไม่ผ่าน คือปรับปรุงคำสั่งงานและคุณภาพการผสมใหม่		ใช่ ไม่		
12.	นำคำแนะนำการทำงานมาปรับปรุงคุณภาพการผสม				- แบบคำสั่งงาน
13.	ผู้รับเหมาดำเนินงานการของคำสั่งการปรับปรุงการผสม				
14.	แผนก Coal Hauling บันทึกและรายงานการดำเนินงาน		สิ้นสุด		- คู่มือบันทึกประวัติการปฏิบัติงานการขนถ่านหิน

ฝ่าย Coal Hauling มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. จัดทำการส่งคำขอการขนถ่านหินก่อนอย่างน้อย 2 วันเพื่อการรับอนุญาตการขน

2. ดำเนินการตรวจสอบของความเพียงพอของคลังกองถ่านหินที่จุดขนถ่านหินขึ้นรถ (Loading) และข้อมูลถ่านหินที่คงเหลือ

3. ตรวจสอบคลังกองถ่านหินสามารถกองถ่านหินได้หรือไม่ ถ้าสามารถกองได้จะทำการดำเนินการขน หากคลังถ่านหินไม่สามารถกองได้จะแจ้งความพร้อมของคลังถ่านหินให้กับแผนก Coal Quality Management

4. ดำเนินการส่งเรื่องคำขอการขนถ่านหินใหม่ ตามความพร้อมของคลังถ่านหิน

5. ดำเนินการตามคำขอการขนถ่านหินและแจ้งแผนกระบวนการการขนถ่านหินที่จะดำเนินงาน

6. ผู้รับเหมาจัดทำรายการความพร้อมของหน่วยงานในเรื่องของจำนวนเครื่องจักรและการทำความสะอาดให้แก่แผนก Coal Hauling ทราบ

7. ผู้รับเหมาดำเนินงานตามคำแนะนำการทำงานและกำหนดจำนวนเครื่องจักรในการขนถ่านหินขึ้นรถ (Loading) และการขนถ่านหิน (Hauling) ตามประเภทของถ่านหิน

8. ผู้รับเหมาดำเนินงานตามคำสั่งงาน

9. แผนก Coal Hauling ควบคุมดูแลกระบวนการบรรทุกและขนสินค้าที่ผู้รับเหมาดำเนินงานการขน

10. แผนก Coal Hauling รายงานความคืบหน้าการผสมถ่านหินของงานให้แผนก Coal Quality Management

11. แผนก Coal Hauling ผสมและปรับปรุงคุณภาพถ่านหินเรียบร้อยแล้วหรือไม่ หากดำเนินงานผ่าน คือจบกระบวนการ ถ้าดำเนินงานไม่ผ่าน คือปรับปรุงคำสั่งงานและคุณภาพการผสมใหม่

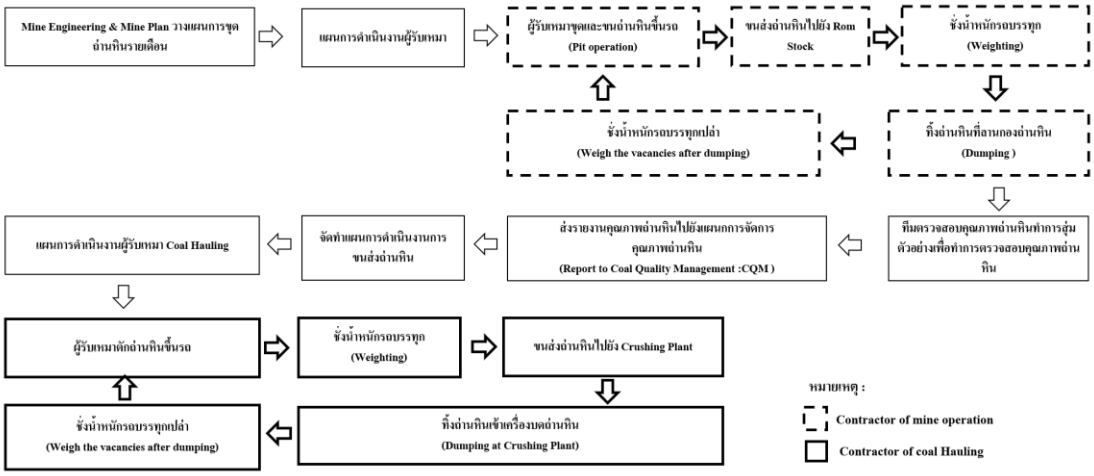
12. นำคำแนะนำการทำงานมาปรับปรุงคุณภาพการผสม

13. ผู้รับเหมาดำเนินงานการของคำสั่งการปรับปรุงการผสม

14. แผนก Coal Hauling บันทึกและรายงานการดำเนินงาน

3.3 วิเคราะห์กระบวนการทำงานโดยสรุป

การวิเคราะห์กระบวนการทำงานของผู้รับเหมาโดยการทำแผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping : VSM) แสดงผลการออกแบบแผนผังได้ดังบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.2 พิจารณาจากคู่มือพื้นฐานการปฏิบัติงาน (Standard Operation Procedures) แสดงให้เห็นภาพรวมและกิจกรรมที่เกิดขึ้นของกระบวนการขนส่งถ่านหิน เพื่อที่จะหาปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานของผู้รับเหมา อีกทั้งยังใช้เป็นแนวทางในการสร้างระบบการวัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาในแต่ละกระบวนการ ดังภาพ 3.2



ภาพ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานโดยรวมของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling

3.4 ออกแบบระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหิน

การออกแบบระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา 2 แผนก คือ Mine Operation และ Coal Hauling สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อยได้ดังต่อไปนี้

3.4.1 ศึกษาแนวทางระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา

โดยการศึกษาและรวบรวมระบบวัดสมรรถนะที่เหมาะสมจากงานวิจัยในอดีตมาเป็นแนวทางในการออกแบบตัวชี้วัดสมรรถนะ โดยจากการวิเคราะห์กระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมาและสรุปออกมาเป็นแผนผังสายธารคุณค่าแล้วนั้น จะทำการกำหนดวัตถุประสงค์ของแต่ละกิจกรรมเพื่อระบุตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงาน

3.4.2 ให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละกิจกรรมในระบบการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา

การให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละกิจกรรมในระบบการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาจะถูกนำไปคิดคำนวณหาสมรรถนะระบบการขนส่งถ่านหินตามวิธีการวัดสมรรถนะที่ได้ออกแบบขึ้น โดยในการให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละกิจกรรมในระบบการขนส่งถ่านหินทำได้โดยการใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์(Analytic Hierarchy Process : AHP) จากการเปรียบเทียบความสำคัญแต่ละกระบวนการเป็นคู่ๆ (Pairwise Comparisons) โดยทำการสร้างแบบสอบถามแล้วนำไปสอบถามกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและนำมาสรุปเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละกิจกรรมในระบบการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา แสดงผลการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญได้ดังตาราง 4.1

3.4.3 การระบุตัวชี้วัดสมรรถนะ (Performance Indicator)

การระบุตัวชี้วัดสมรรถนะทำได้โดยการคัดเลือกดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาทั้ง 2 แผนกคือ Mine Operation และ Coal Hauling โดยการพิจารณาการวัตุประสงค์ของแต่ละกิจกรรมการขนส่งของผู้รับเหมาและจากการนำทฤษฎี The Sand Cone Model เป็นตัวคัดเลือกตัวดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานเบื้องต้น โดยพิจารณา 4 ประเด็นดังต่อไปนี้ คุณภาพภาพของการขนส่ง(Quality) ,ระยะเวลาในการขนส่ง (Time Delivery), ประสิทธิภาพของการดำเนินงาน (Productivity) และ ต้นทุนการดำเนินงาน (Cost) หลังจากได้ตัวชี้วัดที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจะให้ผู้เชี่ยวชาญให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดที่ถูกคัดเลือก โดยการใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) จากการเปรียบเทียบความสำคัญตัวชี้วัดเป็นคู่ๆ (Pairwise Comparisons) และนำมาสรุปเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดในแต่ละกิจกรรมของการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา โดยแสดงรายละเอียดในบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.3.3

3.5 ตรวจสอบการออกแบบระบบวัดสมรรถนะ

ขั้นตอนการตรวจสอบระบบตัวชี้วัดสมรรถนะที่ได้ จะใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) โดยทำการประเมิน เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะที่เหมาะสมและวิเคราะห์หาน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัด มีดังต่อไปนี้

3.5.1 คัดเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญจากทีมแผนก Operation system และวิศวกรเหมืองแร่

3.5.2 เลือกปัจจัยที่ใช้ประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะ โดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) เพื่อแสดงถึงน้ำหนัก ความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา

3.5.3 สร้างโครงสร้างเชิงลำดับชั้นของเกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ในการประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะ เป็นผลการคัดเลือกผลการคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาแผนก Mine Operation และ ผู้รับเหมา Coal Hauling

3.5.4 วิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัด

3.5.5 เปรียบเทียบปัจจัยในแต่ละตัวชี้วัดสมรรถนะสำหรับการตัดสินใจเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling

จากขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าวมานี้แสดงผลการตรวจสอบได้ในหัวข้อที่ 4.4 จะได้สรุปผลตัวชี้วัดของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญของตัวชี้วัดสมรรถนะ จึงสามารถคัดเลือกตัวชี้วัดที่เหมาะสมสำหรับการใช้วัด ประสิทธิภาพการดำเนินงานของผู้รับเหมาแต่ละรายได้

3.6 นำระบบการวัดสมรรถนะที่ได้จากการออกแบบมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูล

การนำข้อมูลการวัดสมรรถนะเพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินงานของผู้รับเหมา พร้อมเสนอแนวทางในการพัฒนากระบวนการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาให้เป็นมาตรฐานที่เหมาะสม ซึ่งจะได้ระบบวัดสมรรถนะ 2 ลักษณะ ดังนี้

3.6.1 ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาที่ต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

3.6.2 ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาที่สามารถคำนวณได้

จากนำข้อมูลการวัดสมรรถนะเพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินงานของผู้รับเหมา ต่อมาจะทำการวิเคราะห์ผลเบื้องต้นจากการวัดสมรรถนะและเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา ซึ่งผลการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกับตัวชี้วัดแสดงในบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.5

3.7 สรุปผลและจัดทำรายงาน

3.7.1 สรุปตัวชี้วัดสมรรถนะที่สามารถนำไปใช้กับระบบการทำงานได้

3.7.2 รวบรวมข้อมูลที่ใช้ประกอบในการวัดสมรรถนะเพื่อสามารถวัดประสิทธิภาพได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

3.7.3 สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงการวัดสมรรถนะเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของระบบการทำงานและจัดทำรายงาน

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

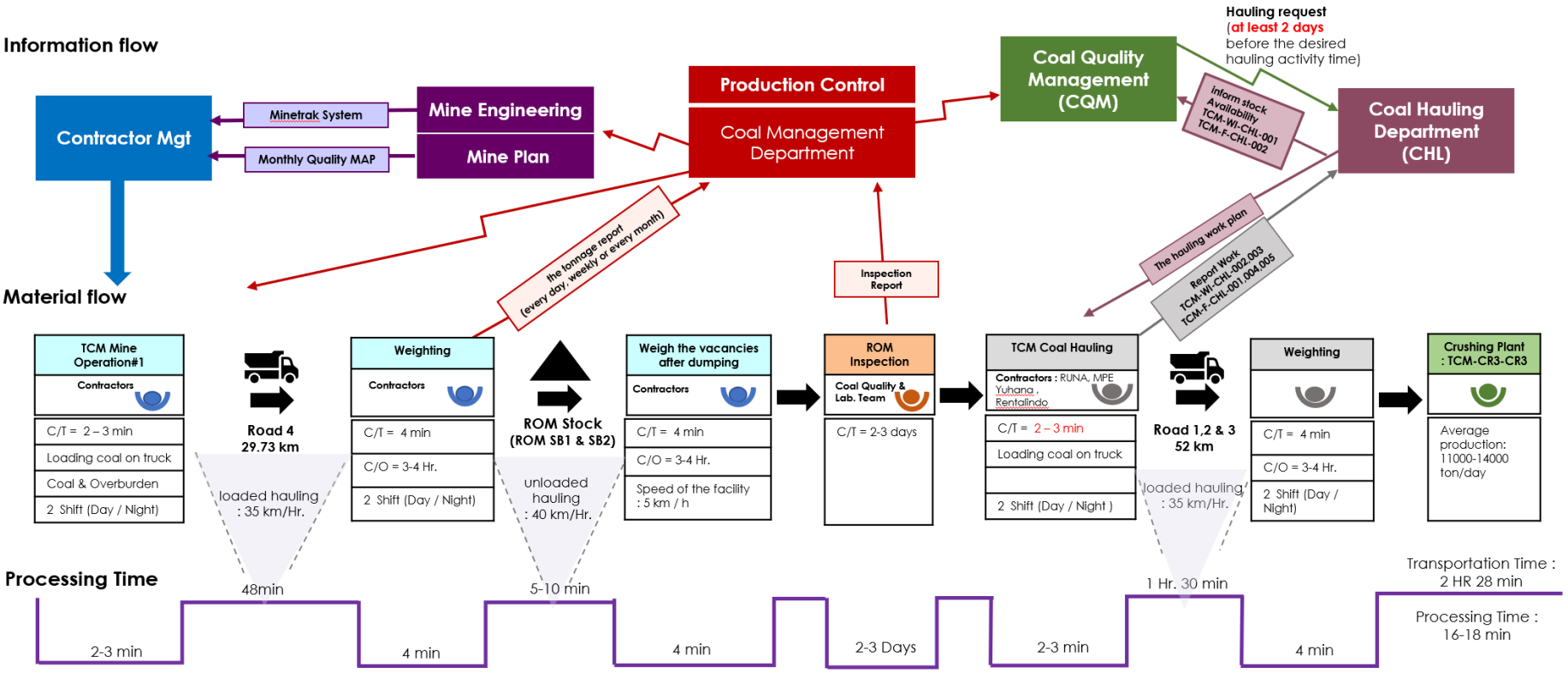
ในบทนี้จะแสดงถึงผลการดำเนินงานที่ได้จากการศึกษากระบวนการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาทั้ง 2 กระบวน คือ Mine Operation และ Coal Hauling โดยการศึกษาจากรายงานคู่มือพื้นฐานการปฏิบัติงานและข้อมูลการปฏิบัติงานของผู้รับเหมาจากรายงานที่ถูกบันทึกไว้ในอดีตเพื่อสรุปผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาออกมาเป็นแผนภาพการดำเนินงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา

4.1. การศึกษากระบวนการทำงานของผู้รับเหมาและรวบรวมข้อมูลการขนส่งถ่านหิน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการบวนการทำงานของผู้รับเหมา 2 แผนกคือ ผู้รับเหมาแผนก Mine Operation ซึ่งเป็นผู้รับเหมาที่ทำหน้าที่ในการขุดและขนส่งถ่านหินมากองไว้ที่ลานกองถ่านหิน (ROM) และศึกษากระบวนการทำงานของผู้รับเหมาแผนก Coal Hauling ที่ทำหน้าที่ต่อกันในการขนส่งถ่านหินไปยังกระบวนการถัดไปคือการบดถ่าน ตรวจเช็คคุณภาพ และขนส่งให้ลูกค้า โดยทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากระเบียบวิธีการทำงานจากมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standard Operation Procedures, SOPs) อีกทั้งยังศึกษารวบรวมผลการดำเนินงานในอดีตย้อนหลัง 6 เดือนของผู้รับเหมาจากเหมืองถ่านหินทรูบาอินโด

4.2 แผนผังสายธารคุณค่าการดำเนินงานของผู้รับเหมา (Value Stream Mapping: VSM)

หลังจากการศึกษาข้อมูลวิธีการปฏิบัติงานเบื้องต้นของผู้รับเหมา จึงนำมาสร้างแผนผังแผนผังสายธารคุณค่าการดำเนินงานของผู้รับเหมาแสดงดังภาพ 4.1 เพื่อให้เข้าใจลักษณะภาพรวมของกระบวนการขุดและขนส่งถ่านหินตั้งแต่ต้นน้ำยันปลายน้ำ ทำให้เห็นความสูญเปล่าจากกิจกรรมต่างๆ



ภาพ 4.1 แผนผังสายธารคุณค่าของการบวนการ Mine Operation และ Coal Hauling

จากภาพ 4.1 แสดงให้เห็นภาพรวมของกระบวนการทำงานของผู้รับเหมาทั้ง 2 แผนก อีกทั้งยังทราบถึงการไหลของข้อมูล, การไหลของกระบวนการ และเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานในแต่ละกิจกรรม

4.2.1 แผนกที่ควบคุมการดำเนินงานของผู้รับเหมา

1) Coal Hauling Department มีหน้าที่ควบคุมดูแลการขนถ่ายและการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาทั้ง 2 แผนก โดยมีการตรวจสอบถึงคุณภาพและปริมาณถ่านหินให้เหมาะกับความต้องการของการขนถ่านหินหรือคำขอการวางแผนสำหรับการขนผลิตภัณฑ์ถ่านหิน

2) Mine Engineering / Mine Plan คือวิศวกรเหมืองแร่ผู้ควบคุมการปฏิบัติงานของผู้รับเหมา Mine Operation และกิจกรรมสนับสนุนด้านข้อมูลการดำเนินงาน เช่น การจัดทำแผนคุณภาพถ่านหินในแต่ละเดือน ตำแหน่งการขุด และระบบฐานข้อมูล

3) Contractor Management คือ ผู้รับเหมาที่มีหน้าที่ในการดูแลทุกกิจกรรมการการขุดและขนส่งถ่านหิน

4) Coal Quality Management (CQM) เป็นแผนกที่จัดทำแผนรายระเอียดคุณภาพถ่านหินจากจุด Loading ไปยังจุดปล่อยถ่านหิน หรือ ลานกองถ่านหินที่แต่ะลกองจะมีคุณสมบติของถ่านหินแตกต่างกัน

5) Coal Hauling Department เป็นแผนกที่ควบคุมและตรวจสอบปริมาณการขนส่งถ่านหินตามคำขอของการขนถ่านหินของ Coal Quality Management และจัดทำแผนการดำเนินงานการขนส่ง ให้แก่ผู้รับเหมา Coal Hauling

4.2.2 กิจกรรมการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling

1) ผู้รับเหมาได้รับแผนการดำเนินงานรายเดือน และเตรียมข้อมูลทั้งด้านคุณภาพถ่านหิน, ปริมาณ และตำแหน่งขุดถ่านหิน โดยเป็นการกำหนดแผนทุกๆ เดือน

2) ผู้รับเหมาจะทำการวางแผนด้านทรัพยากร ทั้งจำนวนเครื่องจักร แรงงาน และเชื้อเพลิง เพื่อทำให้ได้ตามเป้าหมายของแผนการดำเนินงานรายเดือนที่ได้รับ

3) ขั้นตอนการทำงานของผู้รับเหมา Mine Operation จะทำการขุดถ่านหินตักถ่านหินและการโหลดถ่านหินจากบ่อเหมืองขึ้นรถบรรทุกเพื่อขนส่งถ่านหินไปลานกองถ่านหิน (ROM)

4) ขั้นตอนการขนส่งถ่านหินโดยรถบรรทุก จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัย เส้นทางการขนส่งถ่านหิน และ ปริมาณถ่านหิน โดยมีการชั่งน้ำหนักถ่านหินและจัดทำรายงานผลการดำเนินงานรายวัน สัปดาห์ และเดือน

5) ถ่านหินจะถูกตรวจสอบคุณภาพถ่านโดย Lab Team และแผนก CQM จะควบคุมปริมาณและคุณภาพของถ่านหินให้ตรงตามความต้องการ และจัดทำรายงานผล

จากขั้นตอนการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation และ ผู้รับเหมา Coal Hauling มีขั้นตอนวิธีการขนส่งที่เหมือนกัน แตกต่างกันจากที่ ผู้รับเหมา Mine Operation มีขั้นตอนเพิ่มจากการขุดและโหลดถ่านหินขึ้นรถบรรทุกถ่านหิน จากนั้นจึงทำกิจกรรมเหมือนกันคือ การขนส่งถ่านหินตามสถานที่ที่กำหนดและการชั่งน้ำหนักถ่าน ซึ่งสรุปได้ว่ากิจกรรมการขนส่งถ่านหินทั้ง 2 แผนกมีความสอดคล้องกัน จึงสามารถให้ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาของแต่ละแผนกเหมือนกันได้ ในกิจกรรมการขนส่งถ่านหิน

4.2.3 การวิเคราะห์กิจกรรมและเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานของผู้รับเหมา

1) Mine Operation: เป็นขั้นตอนที่ผู้รับเหมาที่บ่อเหมืองทำการขุดและตักถ่านหินโหลดใส่รถบรรทุก โดย C/T คือ รอบเวลาของการตักถ่านหินใส่รถบรรทุกเต็มคัน (Cycle Time) และ C/O คือ Change Over Time ระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมการทำกิจกรรมรอบต่อไป เนื่องจากจากรายงานผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาไม่มีการบันทึกทึกเวลาการตักถ่านหินเต็มรถบรรทุก 1 คน จึงทำการประมาณค่าเวลาจากการตักถ่านหินได้ดังต่อไปนี้

จาก	อัตราการทำงานของรถขุด Excavator	=	50	$ม^3$/ชั่วโมง / เครื่อง
	ในการตักถ่านหินขึ้นรถ จนเต็มคันรถบรรทุก 90 ตัน	=	8 – 9	รอบตัก
	ใช้เวลาเฉลี่ยรอบละ	=	15	วินาที
	ดังนั้นรอบเวลาในการตักต่อรถบรรทุก 1 คัน เฉลี่ย	=	2 – 3	นาที

2) การคำนวณหาระยะเวลาการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา

จากภาพ 4.2 แสดงเส้นทางการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา และจากวิธีการทำงานมาตรฐานได้มีการกำหนดเงื่อนไขความเร็วในการวิ่งรถในเหมืองดังนี้

สำหรับยานพาหนะโหลดความเร็วห้ามเกิน	35	กิโลเมตร/ชั่วโมง
สำหรับยานพาหนะว่างความเร็วห้ามเกิน	40	กิโลเมตร/ชั่วโมง

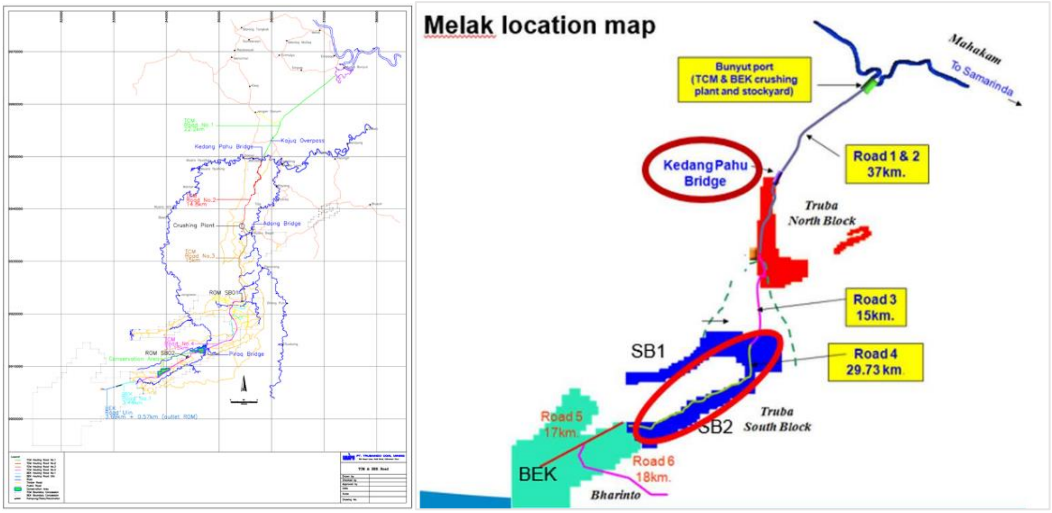
คำนวณหาระยะเวลาการขนส่งถ่านหินแต่ละขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ผู้รับเหมา Mine Operation:

ขนส่งถ่านหินจากบ่อเหมืองไป ROM ใช้เส้นทาง Road 4 :	29.73	กิโลเมตร	
ดังนั้น การขนส่งถ่านหินจากบ่อเหมืองไปลานกองถ่านหิน :	48	นาที	

ผู้รับเหมา Coal Hauling :

ขนส่งถ่านหินจากลานกองถ่านหิน (Rom SB01 & SB02) :	5	กิโลเมตร	
ดังนั้น การขนส่งถ่านหินที่ลานกองถ่านหินใช้เวลา :	5-10	นาที	
ขนส่งถ่านหินไปโรงบดถ่านหิน :	52	กิโลเมตร	
ดังนั้น การขนส่งถ่านหินไปโรงบดถ่านหินใช้เวลา :	1 .5	ชั่วโมง	



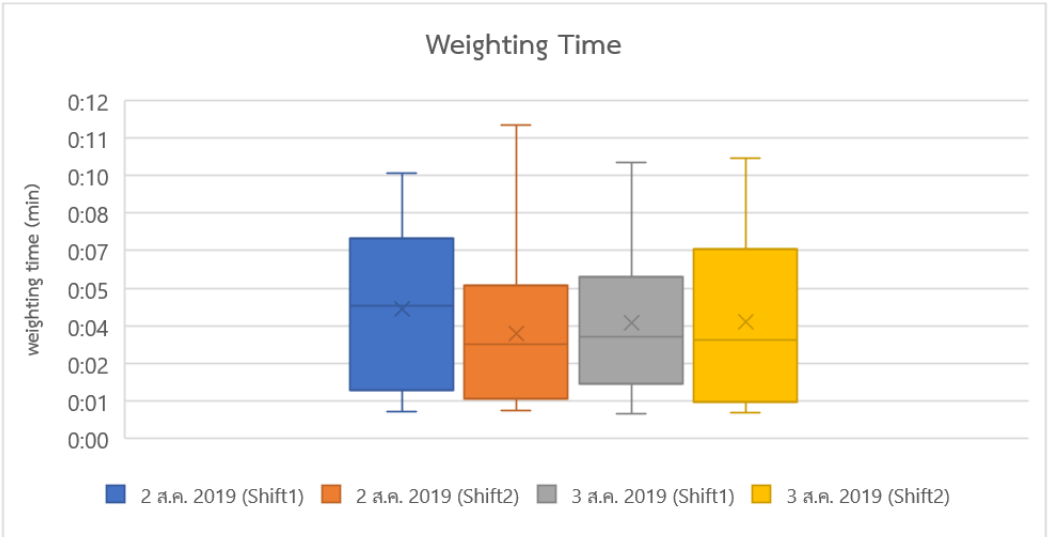
ภาพ 4.2 แผนที่แสดงเส้นทางการขนส่งถ่านหิน

3) การคำนวณหาระยะเวลาการชั่งน้ำหนักถ่านหิน

จากข้อมูลรายงานผลการดำเนินงานขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา ประจำเดือนสิงหาคม ประกอบไปด้วยข้อมูลประเภทรถบรรทุกที่ผู้รับเหมาแต่ละรายใช้ขนถ่านหิน รวมถึงน้ำหนักถ่านหินจากการชั่งน้ำหนัก โดยมีสูตรคำนวณน้ำหนักถ่านหินดังต่อไปนี้

Net Weight = Gross Weight – Tare Weight

นำข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในการชั่งน้ำหนักรถบันทึกมาพล็อตกราฟรูปกล่อง (Box Plot) เพื่อหาระยะเวลาเฉลี่ยของการชั่งน้ำหนักถ่านหิน จากภาพ 4.3 ได้ระยะเวลาขั้นตอนการชั่งน้ำหนักโดยเฉลี่ย 4 นาที



ภาพ 4.3 กราฟรูปกล่อง (Box Plot) ของระยะเวลาขั้นตอนการชั่งน้ำหนักถ่านหิน

ตัวเลขที่ได้จากการประมาณค่าจากการคำนวณ จากข้อมูลรายงานผลการดำเนินงานของผู้รับเหมารายวัน สัปดาห์ และเดือน โดยข้อมูลตัวเลขที่ไม่มีการบันทึก จะใช้การประมาณค่าจากมาตรฐานการปฏิบัติงานอุตสาหกรรมใกล้เคียงอย่าง มาตรฐานการก่อสร้าง รวมถึงการวิเคราะห์กิจกรรมการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling นำมาสร้างเป็นแผนผังสายธารคุณค่าของกระบวนการขนส่งถ่านหิน

4.2.4 วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเปล่า

จากการศึกษากระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมาและรายงานผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาแต่ละราย สามารถวิเคราะห์สาเหตุหลักที่เกิดขึ้นจนทำให้หยุดการขนส่งถ่านหินและความสูญเปล่าได้ดังต่อไปนี้

1) Excavator Breakdown คือ รถตักถ่านหินในเหมืองเสีย ทำให้เกิดความล่าช้าในการขนส่งถ่านหิน มีจำนวนรถบรรทุกที่ขนส่งถ่านหินลดลง ทำให้ปริมาณที่ขนส่งถ่านหินต่อวันลดลงด้วย

2) No Activity Due to Accident คือการหยุดกิจกรรมการทำงานเนื่องจากการเกิดอุบัติเหตุ เป็นความสูญเสียที่ส่งผลกระทบอย่างมากต่อกระบวนการ

3) Preventive Maintenance คือ การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน ซึ่งมีการวางแผนระยะเวลาในการบำรุงรักษา แต่เนื่องจากอุตสาหกรรมถ่านหินเป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องทำงานตลอดวัน การหยุดเครื่องจักรเพื่อบำรุงรักษา ก็เป็นเวลาที่สูญเสีย ทำให้ผลผลิตลดลงด้วย

4) No Hauling Due to Lack of Fuel Supply, Waiting Investigation Accident, Limit Stock and Internal Problem คือ การหยุดการขนส่งเนื่องจากปัญหาอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านเชื้อเพลิง หรือน้ำมัน การรอคอยเนื่องจากอุบัติเหตุ หรือพื้นที่เก็บเต็ม และปัญหาภายในอื่นๆ ที่ส่งผลต่อความสูญเสียทั้งด้านเวลาและส่งผลให้ได้ปริมาณถ่านหินต่อวันลดลง

จากการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าของกระบวนการขนส่งถ่านหินและการวิเคราะห์กระบวนการถูกนำมาสร้างแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า เพื่อให้เห็นภาพรวมของกระบวนการและปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรม จึงสามารถหาแนวทางการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการ เพื่อลดความสูญเสียลงได้ เนื่องจากการดำเนินงานในเหมืองประกอบไปด้วยผู้รับเหมาหลายรายที่มีขั้นตอนการปฏิบัติงาน และประสิทธิภาพการทำงานที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงทำการออกแบบระบบวัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดำเนินงานและปรับปรุงมาตรฐานการขุดและขนส่งถ่านหินให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.3 ผลการออกแบบระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา 2 แผนก คือ Mine Operation และ Coal Hauling โดยผลจากกการออกแบบระบบวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1) ศึกษาแนวทางระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา

2) การให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละกิจกรรมในระบบการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา

3) การระบุตัวชี้วัดสมรรถนะ (Performance Indicator)

4.3.1 ศึกษาแนวทางระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา

ในการออกแบบระบบการวัดสมรรถนะการดำเนินงานการขนส่งของผู้รับเหมา มีแนวทางเริ่มต้นจากการวิเคราะห์โครงสร้างของแต่ละกิจกรรมในกระบวนการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา Mine operation และ Coal Hauling จากนั้นกำหนดวัตถุประสงค์ของแต่ละกิจกรรมเพื่อระบุตัวชี้วัดสมรรถนะ โดยทำการแบ่งกลุ่มตัวชี้วัดสมรรถนะให้ครอบคลุมครบทั้ง 4 ด้านของการปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น คือ คุณภาพภาพของการขนส่ง (Quality) ระยะเวลาในการขนส่ง (Delivery) ประสิทธิภาพของการดำเนินงาน (Productivity) และต้นทุนการดำเนินงาน (Cost) ขั้นต่อไปคือการออกแบบสอบถามเพื่อให้ได้มาซึ่งน้ำหนักของแต่ละกิจกรรมตามกระบวนดำเนินงานของผู้รับเหมา เพื่อให้ทราบถึงความสำคัญของแต่ละกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปรับปรุงเพื่อพัฒนาการดำเนินงานของผู้รับเหมาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.3.2 การให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละกิจกรรมในระบบการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา

การให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละกิจกรรมในกระบวนการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา ทำได้โดยการสร้างแบบสอบถามโดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์และเทคนิคการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ แล้วนำไปสอบถามกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านเพื่อให้ได้มาซึ่งน้ำหนักความสำคัญในแต่ละกิจกรรม จะทำการหาค่าเฉลี่ย ซึ่งผลที่ได้จากแบบสอบถาม แสดงดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ค่าความสำคัญของกิจกรรมการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling

กิจกรรมในกระบวนการ Mine Operation และ Coal Hauling	ค่าความสำคัญของผู้เชี่ยวชาญ		ค่าเฉลี่ยความสำคัญ
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	
1. การจัดการด้านทรัพยากร	0.15	0.08	0.12
1.1 การจัดการเกี่ยวกับจำนวนเครื่องจักรและอุปกรณ์	0.29	0.34	0.31
1.2 การจัดการเกี่ยวกับแรงงาน	0.13	0.20	0.16
1.3 การจัดการเกี่ยวกับปริมาณถ่านหิน	0.33	0.22	0.27
1.4 การจัดการเกี่ยวกับเชื้อเพลิง (น้ำมัน)	0.30	0.46	0.38
2. การจัดสรรด้านความปลอดภัย	0.08	0.15	0.12
2.1 การทำให้สภาพแวดล้อมการทำงานมีความปลอดภัย	0.80	0.50	0.65
2.2 การมีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล	0.20	0.50	0.35
3. การจัดการด้านข้อมูล	0.07	0.17	0.12
3.1 การได้ข้อมูลมาอย่างถูกต้องแม่นยำ	1.00	1.00	1.00
4. การจัดการด้านการวางแผนงานของผู้รับเหมา	0.10	0.18	0.14
5. การจัดการด้านกระบวนการ	0.13	0.11	0.12
5.1 กระบวนการขุดถ่านหิน	0.14	0.24	0.19
5.2 กระบวนการตักถ่านหิน	0.10	0.10	0.10
5.3 กระบวนการขนส่งถ่านหิน	0.45	0.42	0.43
5.4 กระบวนการชั่งน้ำหนัก	0.18	0.17	0.18
5.5 กระบวนการเทถ่านหิน	0.16	0.09	0.13
6. การจัดการด้านคุณภาพถ่านหินและสิ่งแวดล้อม	0.19	0.14	0.17
7. การจัดการด้านการควบคุมการผลิต	0.15	0.11	0.13
7.1 การควบคุมต้นทุน	0.33	0.22	0.27
7.2 การควบคุมเวลา	0.30	0.46	0.38
8. การจัดการด้านการดูแลเครื่องจักร	0.14	0.05	0.1
8.1 การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องจักร	0.80	0.50	0.65
8.2 การลดการขัดข้องของเครื่องจักร	0.20	0.50	0.35

4.3.3 การระบุตัวชี้วัดสมรรถนะ (Performance Indicator)

เนื่องจากตัวชี้วัดสมรรถนะมีจำนวนมาก และตัวชี้วัดบางตัวไม่มีความจำเป็นที่จะนำมาใช้วัดประสิทธิภาพผลการดำเนินงานของผู้รับเหมา เนื่องจากบางตัวชี้วัดต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูล มีความยากลำบากในการเก็บข้อมูล อีกทั้งวัตถุประสงค์ของการสร้างตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา เพื่อวัดประสิทธิภาพการกระบวนการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาในแต่ละราย ดังนั้นเพื่อใช้ประโยชน์ในการวัดสมรรถนะการดำเนินงานและใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมาให้เป็นมาตรฐานมากยิ่งขึ้น จึงทำการคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะให้เหลือจำนวนน้อยลง ซึ่งการระบุตัวชี้วัดสมรรถนะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ทำการระบุตัวชี้วัดเบื้องต้น ซึ่งจะใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เช่น จากบทความงานวิจัย จากบทความหรือตำราต่างๆ โดยจะพิจารณาตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายของแต่ละกิจกรรมการดำเนินงานขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาทั้ง Mine operation และ Coal hauling

2) การคัดเลือกตัวชี้วัดเบื้องต้น โดยการนำเอาทฤษฎี The Sand Cone Model เป็นตัวคัดเลือกตัวดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของผู้รับเหมาเบื้องต้น โดยพิจารณาแบ่งเป็น 4 ประเด็นดังต่อไปนี้ ตัวชี้วัดด้านคุณภาพภาพของการขนส่ง (Quality) ตัวชี้วัดด้านระยะเวลาในการขนส่ง (Delivery) ตัวชี้วัดด้านประสิทธิภาพของการดำเนินงาน (Productivity) และตัวชี้วัดด้านต้นทุนการดำเนินงาน (Cost)

3) การประเมินน้ำหนักคะแนนความสำคัญของตัวชี้วัดแต่ละตัว โดยผู้เชี่ยวชาญจากการใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการให้น้ำหนักคะแนน ซึ่งใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) จากการเปรียบเทียบความสำคัญของตัวชี้วัดเป็นคู่ๆ (Pairwise Comparisons) โดยมีการประเมินคุณภาพของตัวชี้วัดสมรรถนะ เพื่อให้มีความแน่ใจว่าตัวชี้วัดนั้นมีความถูกต้อง เหมาะสม จึงจำเป็นต้องทดสอบคุณภาพตัวชี้วัดต่างๆ จากการพิจารณา 3 ประเด็นดังนี้

ก) ต้นทุนในการจัดหาข้อมูล (Cost of Data Collection) – มีความยาก,ง่าย ในการเก็บข้อมูล

ข) สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (Comparability of KPI) โดยการเปรียบเทียบบรรทัดฐาน (Baseline) ที่กำหนด

ค) ความพร้อมของข้อมูล (Data Availability)

ซึ่งตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาในแต่ละกิจกรรมแสดงดังตาราง 4.2 ถึง 4.5 ดังต่อไปนี้

ตาราง 4.2 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมด้านการจัดการทรัพยากร

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
1.ตัวชี้วัดการเตรียมพร้อมเครื่องจักรของผู้รับเหมา	$\frac{\text{จำนวนรถขนถ่านหินที่ใช้จริง (คันต่อเดือน)}}{\text{จำนวนรถขนถ่านหินที่ได้จากแผน (คันต่อเดือน)}}$	ผู้รับเหมามีการวางแผนการขนส่งของจำนวนการใช้รถขนถ่านหินในแต่ละวันตลอดทั้งเดือน (Static Plan) และจำนวนการใช้รถขนถ่านหินจริงแต่ละวัน : มีจำนวนที่แปรปรวนในแต่ละวัน (Dynamic)	-	(นักวิจัย,2563) รายงานแผนการขนส่งถ่านหินต่อเดือน	✓	✓
2. อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก	$\frac{\text{จำนวนรถบรรทุกที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน}}{\text{จำนวนรถบรรทุกทั้งหมด}}$	การวัดความพร้อมใช้งานของรถบรรทุกขนส่งถ่านหิน โดยการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก	กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก เช่น OEE	(นักวิจัย,2563)	✓	✓

หมายเหตุ : นักวิจัย คือ ทีมงาน Operational System และวิศวกรเหมืองแร่ ผู้ช่วยออกแบบตัวชี้วัด

ตาราง 4.2 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมด้านการจัดการทรัพยากร (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
3.อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน	%Monthly tire consumption cost = $\frac{\text{ค่าใช้จ่ายจริงทั้งหมดของยางรถต่อเดือน}}{\text{ค่าใช้จ่ายมาตรฐานต่อเดือน}}$	การวัดค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือนของรถบรรทุกถ่านหินเทียบกับข้อมูลฐานการใช้ยางรถยนต์	กำหนดเกณฑ์มาตรฐานค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือนนั้นมีค่าไม่เกิน 90 เปอร์เซ็นต์	(นักวิจัย,2563) - รายงานข้อมูลการเปลี่ยนยางรถ - รายงานข้อมูลปริมาณถ่านหินและระยะทาง	✓	✓
4. การใช้งานได้ของรถบรรทุกและ Dozer (%Availability)	$\frac{\text{Available Time (AT)}}{\text{Total Time (TT)}} = \frac{\text{(TT -(PSDT+BDT))}}{\text{TT}}$ * PSDT : Plan shutdown Time * BDT : Breakdown Time	ตัวชี้วัดที่ใช้วัดความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรและรถบรรทุกถ่านหินในกระบวนการ Mine Operation และ Coal hauling	กำหนดเกณฑ์ %Availability of Truck เพื่อวัดความพร้อมการใช้งานของรถบรรทุกถ่านหิน เพราะ หากเป็นรถเก่าจะทำให้ค่า BDT มาก ส่งผลต่อกระบวนการขนส่งถ่านหินให้ล่าช้า	(สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2560)	✓	✓

ตาราง 4.2 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมด้านการจัดการทรัพยากร (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
5.ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง	% Volume Delivery Achievement = $\frac{\text{ปริมาณถ่านหินที่ผู้รับเหมาขนได้จริงแต่ละสัปดาห์}}{\text{ปริมาณถ่านหินจากการวางแผนแต่ละสัปดาห์}}$	การวัดค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือนของรถบรรทุกถ่านหินเทียบกับข้อมูลฐานการใช้ยางรถยนต์	-	(นักวิจัย, 2563) -Coal Delivery Report	✓	✓
6.อัตราการเผาผลาญเชื้อเพลิงต่อเดือน	$\frac{\text{อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อระยะทางวิ่ง}}{\text{อัตรามาตรฐานการใช้เชื้อเพลิงต่อเดือน}}$	ตัวชี้วัดค่าใช้จ่ายที่สูญเสียจากเชื้อเพลิงน้ำมันรถของรถบรรทุกถ่านหิน เทียบกับข้อมูลมาตรฐานการใช้เชื้อเพลิงต่อเดือน	กำหนดเกณฑ์มาตรฐานค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงต่อเดือน ไม่เกิน 90 เปอร์เซ็นต์	(ภาสพงศ์ อารีรักษ์, 2554)	✓	✓

หมายเหตุ : นักวิจัย คือ ทีมงาน Operational System และวิศวกรเหมืองแร่ ผู้ช่วยออกแบบตัวชี้วัด

ตาราง 4.3 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านความปลอดภัย

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
7.ตัวชี้วัดความถี่การเกิดอุบัติเหตุในการขนถ่านหินของผู้รับเหมาของแต่ละราย	$\frac{\text{จำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุ}}{\text{ระยะเวลา (เดือน)}}$	จำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุ : วัดความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุเกิดจากคน,ยานพาหนะหรือสถานที่ ในกระบวนการ ของผู้รับเหมาแต่ละรายในช่วงเวลาแต่ละเดือน	การเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นควรเกิดให้น้อยที่สุด ควรออกมาตรการป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุเกินมาตรฐานที่ยอมรับได้	(ภาสพงศ์ อารีรักษ์, 2554)	✓	✓
8. อัตราการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงจนส่งผลกระทบต่อการหยุดขนส่งถ่านหิน	$\frac{\text{จำนวนครั้งของเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง}}{\text{จำนวนครั้งการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด}}$	การเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง : อุบัติเหตุที่ส่งผลต่อกระบวนการทำงานหยุดชะงัก หรือส่งผลต่อชีวิต และทรัพย์สิน	ควรออกมาตรการป้องกัน กำหนดให้ผู้รับเหมาแต่ละรายให้มี อัตราการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงเป็น 0 เปอร์เซ็นต์	(ภาสพงศ์ อารีรักษ์, 2554)	✓	✓

ตาราง 4.3 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านความปลอดภัย (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
9.ความปลอดภัยของคนในการขนถ่านหิน	$\frac{\text{เวลาที่สูญเสียเนื่องจากการบาดเจ็บ (ชม.)}}{\text{1 ล้านชั่วโมงการทำงาน}}$	เพื่อวัดความปลอดภัยในการทำงานของผู้รับเหมาแต่ละรายเนื่องจากเมื่อเกิดอุบัติเหตุจะหยุดการขนถ่านหิน จึงพิจารณาความปลอดภัยเพื่อลดการสูญเสียในการทำงานและลดการเกิดอุบัติเหตุ	-	(Tasman Asia Pacific PTY LTD, 1998)	✓	✓

ตาราง 4.4 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านการวางแผนงานของผู้รับเหมา

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
10.อัตราส่วนผู้รับเหมาส่งแผนการดำเนินการขุดประจำเดือนตรงเวลา (Target V-Cut in Monthly Plan)	%Performance of Finalization as Target V-Cut on Time	ผู้รับเหมาในบ่อเหมืองจะต้องมีการสรุปแผนการดำเนินงานและส่ง Target V-cut ให้ Mine Engineering ในทุกเดือน โดยตัวชี้วัดนี้วัดถึงประสิทธิภาพของผู้รับเหมาแต่ละรายว่ามีการส่งแผนได้ตรงต่อเวลาหรือไม่	กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนส่งตรงเวลาคิด 100 เปอร์เซ็นต์ ล่าช้า จะได้เปอร์เซ็นต์ลดต่ำลงมา ขึ้นอยู่กับข้อกำหนด	(นักวิจัย,2563) -Mine Operation Plan Report	✓	
11.การบรรลุตามแผนที่วางไว้	ปริมาณถ่านหินที่ขนได้จริง / ปริมาณการขนถ่านหินจากการวางแผน	เพื่อวัดความสำเร็จการดำเนินการตามแผนของผู้รับเหมาแต่ละรายที่ขนถ่านหินในแต่ละวัน	-	(นักวิจัย,2563) - Coal Delivery Report	✓	✓

หมายเหตุ : นักวิจัย คือ ทีมงาน Operational System และวิศวกรเหมืองแร่ ผู้ช่วยออกแบบตัวชี้วัด

ตาราง 4.4 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านการวางแผนงานของผู้รับเหมา (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
12. Plan Change Plan Ratio	$\frac{\text{จำนวนครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงแผนการขนส่ง}}{\text{จำนวนครั้งของการขนส่งทั้งหมด}}$	เป็นการวัดการใช้งานได้จริงของรถขนถ่านหินอย่างมีประสิทธิภาพของชั่วโมงการทำงานที่มีอยู่ : รถบรรทุก (Truck) อาจพร้อมใช้งานแต่ยังไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากเงื่อนไขที่มีรถรอคอยมากเกินไป หรือกระบวนการขนถ่านขึ้นรถยังไม่สามารถทำงาน ดังนั้นจึงทำให้สูญเสียจำนวนชั่วโมงและการขนถ่านหินล่าช้าได้	-	(นักวิจัย, 2563) - รายงานผลการดำเนินการขนส่งถ่านหินรายวัน	✓	✓

หมายเหตุ : นักวิจัย คือ ทีมงาน Operational System และวิศวกรเหมืองแร่ ผู้ช่วยออกแบบตัวชี้วัด

ตาราง 4.4 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านกระบวนการ (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
13. Stripping Ratio (อัตราส่วนดินต่อแร่)	$\frac{\text{Actual of Stripping Ratio}}{\text{Plan of Stripping Ratio}}$	ตัวชี้วัดประสิทธิภาพผู้รับเหมาจะต้องควบคุมอัตราส่วนดินต่อแร่ตามระยะทางที่ได้วางแผนไว้ โดยค่า Stripping Ratio ที่มากเกินแผนจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น	เกณฑ์การควบคุม Stripping Ratio ตามแผนที่กำหนดไว้โดย Mine Operation เป็นผู้ควบคุมงาน	(นักวิจัย,2563) - Mine Operation Report - ข้อมูลแผนอัตราส่วนดินต่อแร่ - ข้อมูลอัตราส่วนดินต่อแร่ที่ผู้รับเหมาทำได้จริง	✓	
14.อัตราการขุดถ่านหินไม่ตรงกับ Seam ที่วางแผนไว้	$\frac{\text{จำนวนครั้งของการขุดถ่านหินผิด Seam}}{\text{เวลา (ต่อเดือน)}}$	จำนวนครั้งขุดถ่านหินผิดแผนไปจาก Seam ที่วางแผนไว้ โดยผู้รับเหมาแต่ละรายจะได้รับแผนการงานการขุดถ่านหิน	-	(นักวิจัย,2563) - Mine Operation Plan Report	✓	

หมายเหตุ : นักวิจัย คือ ทีมงาน Operational System และวิศวกรเหมืองแร่ ผู้ช่วยออกแบบตัวชี้วัด

ตาราง 4.4 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านกระบวนการ (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
15.อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน	จำนวนครั้งของการหยุดการขนส่งต่อเดือน / จำนวนครั้งที่ทำการวางแผนขนส่งทั้งหมดต่อเดือน	จำนวนครั้งของการหยุดการขนส่งต่อเดือนมีได้หลายสาเหตุ ดังต่อไปนี้ เครื่องจักรขัดข้อง การไม่มีกิจกรรมในการขนเนื่องจากเกิดอุบัติเหตุ, มอเตอร์เครื่องจักรเสีย สต็อกถ่านหินเต็มหรือมีจำกัด การเกิดอุบัติเหตุ วันหยุด หรือหยุดการขนส่งเนื่องจากปัญหาภายใน	-	(นักวิจัย,2563) -Summary Coal Delivery Report	✓	✓

หมายเหตุ : นักวิจัย คือ ทีมงาน Operational System และวิศวกรเหมืองแร่ ผู้ช่วยออกแบบตัวชี้วัด

ตาราง 4.4 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านกระบวนการ (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
16.อัตราการวิ่งรถเปล่าต่อคันต่อวันของผู้รับเหมาแต่ละราย	$\frac{\text{เวลาการวิ่งรถเปล่าทั้งหมดต่อวัน}}{\text{เวลาที่ใช้การขนทั้งหมดต่อวัน}}$ * เวลาที่วิ่งรถเปล่าในการขน หมายถึงเวลาทั้งหมดสำหรับรถบรรทุกว่าง เพื่อจะไปอีกที่หนึ่ง	เนื่องจากในการวิ่งรถเปล่า ถือว่าเป็นช่วงที่มีค่าใช้จ่ายที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Waste) ในวางแผนเพื่อลดระยะทางรถวิ่งเปล่าจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นได้	-	(A.W. Dougall and T.M. Mmola ,2015, P. 1005)	✓	✓
17.อัตราการขนถ่านหินต่อวัน	$\frac{\text{ปริมาณการขนถ่านหิน}}{\text{ชั่วโมงการทำงานต่อวัน}}$	ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานการขนถ่านหินของผู้รับเหมา จากการหาอัตราปริมาณการขนถ่านหินได้ ตัน/ชั่วโมง	-	(H. Fourie 2016, P. 277)	✓	✓

ตาราง 4.4 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านกระบวนการ (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
18.คุณภาพการขนถ่านหินที่สูญเสียไป	$\frac{\text{น้ำหนักบรรทุก}}{\text{น้ำหนักบรรทุกเต็มความจุ}}$ #น้ำหนักบรรทุก = น้ำหนักเฉลี่ยที่ผู้รับเหมาแต่ละรายขนถ่านหินในแต่ละวันตามโดยแบ่งตามความสามารถของรถบรรทุก #น้ำหนักบรรทุกเต็มความจุ = ความสามารถความจุของรถบรรทุก	ความสูญเสียของคุณภาพการขนถ่านหินเกิดขึ้นเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในการทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพในกรณีที่มีอุปกรณ์ขนถ่าย เช่นรถบรรทุกและรถเท ฯลฯ ซึ่งปัจจัยในการบรรทุกตามความจุ	-	(M. Waqas, S. M. Tariq, M. Shahzad, Z. Ali and S. Saqib, 2015, P. 213)	✓	✓

ตาราง 4.4 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านกระบวนการ (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
19.อัตราการขนถ่านหินผิดกอง (Miss Match)	$\frac{\text{จำนวนครั้งที่ทำการหยิบถ่านหินผิดกอง}}{\text{เวลา (ต่อเดือน)}}$	ตัวชี้วัดความผิดพลาดจากการขนส่งถ่านในกรณีของการเทถ่านหินผิดกอง ROM (ลานกองถ่านหินและละจุด จะมีคุณภาพของถ่านหินไม่เท่ากัน หากมีการขนย้ายถ่านหินผิดไปยังกระบวนการถัดไปคือการบดถ่านหินจะทำให้คุณภาพของถ่านหินผิดเพี้ยนไปและโดนค่าปรับได้)	-	(นักวิจัย, 2563) - Coal Delivery Report	✓	✓

หมายเหตุ : นักวิจัย คือ ทีมงาน Operational System และวิศวกรเหมืองแร่ ผู้ช่วยออกแบบตัวชี้วัด

ตาราง 4.5 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านการควบคุมการผลิต

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
20.ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับยางรถบรรทุก	เปอร์เซ็นต์ยางที่สามารถซ่อมได้ $= \frac{\text{ความเสียหายของยางที่สามารถซ่อมแซมได้}}{100}$ เปอร์เซ็นต์ยางที่ไม่สามารถซ่อมได้ $= \frac{\text{ความเสียหายของยางที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้}}{100}$ #%จะแบ่งตามชนิดของยางที่ใช้บรรทุก	ความเสียหายขึ้นกับยางรถบรรทุกถ่านหินซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมหรือการจัดซื้อยาง ดังนั้นแบ่งเป็นความเสียหายที่สามารถซ่อมแซมได้และไม่สามารถซ่อมแซมได้ เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการเกิดความเสียหายและคาดการณ์ในความเตรียมการแก้ไขเมื่อเกิดความเสียหายกับยางรถบรรทุกที่ผู้รับเหมาสามารถแบ่งประเภทการซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่ได้	-	(Chadan Chaman, 2013, P.8)	✓	✓

ตาราง 4.5 ตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมาในกิจกรรมการจัดการด้านการควบคุมการผลิต (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ	คำอธิบายตัวชี้วัด	เกณฑ์	อ้างอิง / ข้อมูล	ผู้รับเหมา	
					Mine operation	Coal Hauling
21. อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน	$\frac{\text{เวลาการขนส่งถ่านหินต่อยานพาหนะโดยเฉลี่ย}}{\text{เวลาทั้งหมด}}$ *ระยะเวลาการขนส่งถ่านหินโดยเฉลี่ย: เวลาที่รถขนถ่านหินวิ่งขนถ่านหินซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีมูลค่า *เวลาทั้งหมด : เวลาโดยรวมของทั้งกระบวนการตั้งแต่ช่วงเวลารอ เวลาขนถ่ายสินค้า เวลาวิ่งรถเปล่า	เวลาที่ไม่เกิดมูลค่า จึงควรลดเวลาส่วนอื่นๆ และเพิ่มเวลารถวิ่งมากที่สุด เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้า	-	(ภาสพงศ์ อารีรักษ์, 2554)	✓	✓
22.ร้อยละของปริมาตรและน้ำหนักบรรทุกเทียบกับความจุรวมต่อเที่ยวของยานพาหนะ	$\frac{\text{ปริมาตรและน้ำหนักโดยรวมของรถบรรทุก}}{\text{ความจุรวมต่อเที่ยวของรวมต่อเที่ยวของยานพาหนะ}}$	เป็นดัชนีชี้วัดแสดงถึงปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เนื่องจากหากมีการบรรทุกเต็มปริมาตรหรือน้ำหนัก จะช่วยให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งถ่านหินต่อหน่วยต่ำลง	-	(ภาสพงศ์ อารีรักษ์, 2554)	✓	✓

ตาราง 4.6 ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling

กิจกรรม	การปรับปรุง	ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ
1.การจัดการด้านทรัพยากร			
1.1 การจัดการเกี่ยวกับจำนวนเครื่องจักรและอุปกรณ์	Quality	ตัวชี้วัดการเตรียมพร้อมเครื่องจักรของผู้รับเหมา	จำนวนรถขนถ่านหินที่ใช้จริง (คันต่อเดือน) / จำนวนรถขนถ่านหินที่ได้จากแผน (คันต่อเดือน)
		อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก	จำนวนรถบรรทุกที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน / จำนวนรถบรรทุกทั้งหมด
	Cost	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน	Monthly Tire Consumption Cost = ค่าใช้จ่ายจริงทั้งหมดของยางรถต่อเดือน / ค่าใช้จ่ายมาตรฐานต่อเดือน
1.2 การจัดการเกี่ยวกับแรงงาน			
1.3 การจัดการเกี่ยวกับปริมาณถ่านหิน	Speed	ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผน	ปริมาณถ่านหินที่ผู้รับเหมาขนได้แต่ละสัปดาห์ / ปริมาณถ่านหินจากการวางแผนแต่ละสัปดาห์
1.4 การจัดการเกี่ยวกับเชื้อเพลิง (น้ำมัน)	Cost	อัตราการเผาผลาญเชื้อเพลิงต่อเดือน	อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อระยะทางวิ่ง / อัตรามาตรฐานการใช้เชื้อเพลิงต่อเดือน
2. การจัดสรรด้านความปลอดภัย	Quality	ตัวชี้วัดความถี่การเกิดอุบัติเหตุในการขนถ่านหินของผู้รับเหมาของแต่ละราย	จำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุ / ระยะเวลา (เดือน)

ตาราง 4.6 ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling (ต่อ)

กิจกรรม	การปรับปรุง	ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ
3. การจัดการด้านข้อมูล			
4. การจัดการด้านการวางแผนงานของผู้รับเหมา	Speed	อัตราส่วนผู้รับเหมาส่งแผนการดำเนินการขุดประจำเดือนตรงเวลา (Target V-cut in Monthly Plan)	%Performance of Finalization as Target V-cut on Time *วัดเฉพาะแผนก Mine Operation
5. การจัดการด้านกระบวนการ			
5.1 กระบวนการขุดถ่านหิน	Cost	Stripping Ratio (อัตราส่วนดินต่อแร่)	$\frac{\text{Actual of Stripping Ratio}}{\text{Plan of Stripping Ratio}}$ *วัดเฉพาะแผนก Mine Operation
5.2 กระบวนการตักถ่านหิน			
5.3 กระบวนการขนส่งถ่านหิน	Quality	อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน	$\frac{\text{จำนวนครั้งของการหยุดการขนส่ง}}{\text{จำนวนครั้งที่ทำการวางแผนขนส่งทั้งหมด}}$
	Speed	อัตราการวิ่งรถเปล่าต่อคันต่อวันของผู้รับเหมาแต่ละราย	$\frac{\text{เวลาการวิ่งรถเปล่าทั้งหมดต่อวัน}}{\text{เวลาที่ใช้การขนทั้งหมดต่อวัน}}$

ตาราง 4.6 ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling (ต่อ)

กิจกรรม	การปรับปรุง	ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ
5.3กระบวนการขนส่งถ่านหิน(ต่อ)	Productivity	อัตราการขนถ่านหินต่อวัน	$\frac{\text{ปริมาณการขนถ่านหิน}}{\text{ชั่วโมงการทำงานต่อวัน}}$
5.4 กระบวนการชั่งน้ำหนัก	Quality	คุณภาพการขนถ่านหินที่สูญเสียไป	$\frac{\text{น้ำหนักบรรทุก}}{\text{น้ำหนักบรรทุกเต็มความจุ}}$
5.5 กระบวนการเทถ่านหิน (Dumping Coal)		อัตราการและขนถ่านหินผิด (Miss Match)	$\frac{\text{จำนวนครั้งที่ทำการหยิบถ่านหินผิดกอง}}{\text{เวลา (ต่อเดือน)}}$
6. การจัดการด้านคุณภาพถ่านหิน			
7. การจัดการด้านการควบคุมการผลิต			
7.1 การควบคุมต้นทุน	Cost	น้ำมัน ยางรถยนต์	
7.2 การควบคุมเวลา	Speed	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน	$\frac{\text{เวลาการขนส่งถ่านหินต่อยานพาหนะโดยเฉลี่ย}}{\text{เวลาทั้งหมด}}$

ตาราง 4.6 ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling (ต่อ)

กิจกรรม	การปรับปรุง	ตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ
8. การจัดการด้านการดูแลเครื่องจักร			
8.1 การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องจักร	Productivity	การใช้งานได้จริง Utilization	$\frac{\text{Utilization Time (UT)}}{\text{Available Time (AT)}}$
8.2 การลดการขัดข้องของเครื่องจักร	Quality	การใช้งานได้ Availability	$\frac{\text{Available Time (AT)}}{\text{Total Time (TT)}} = \frac{\text{(TT -(PSDT+BDT))}}{\text{TT}}$ * PSDT: Plan Shutdown Time * BDT: Breakdown Time

หลังจากได้ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling ที่ถูกแบ่งตามกิจกรรมการดำเนินงานของผู้รับเหมา ดังตาราง 4.6 นำตัวชี้วัดสมรรถนะดังกล่าวมาประเมินเบื้องต้น โดยอาศัยทฤษฎี The Sand Cone Model เพื่อหาตัวชี้วัดสมรรถนะที่ช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานให้มีมาตรฐานมากยิ่งขึ้นซึ่งเป็นเป้าหมายการสร้างตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานเพื่อวัดผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาแผนก Mine Operation และทีมงาน Operational System ของบริษัทบ้านปู ได้กำหนด 4 ปัจจัยที่ต้องการปรับปรุงคือ Quality, Speed, Productivity และ Cost

จากการวิเคราะห์การให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญของกิจกรรม จะทำการออกแบบตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาในกิจกรรมที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ส่งผลต่อกระบวนการโดยรวม ซึ่งผลการวิเคราะห์เพื่อเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะที่จะนำเข้าไปประเมินด้วยเทคนิคลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ และประเมินความสำคัญโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยสรุปตัวชี้วัดที่จะนำเข้าไปประเมินดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาเข้าสู่กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

การปรับปรุง	Mine Operation	Coal Hauling
Quality	อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก : $\frac{\text{จำนวนรถบรรทุกที่บรรจุถ่านผ่านเกณฑ์มาตรฐาน}}{\text{จำนวนรถบรรทุกทั้งหมด}}$	
Quality	อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน $\frac{\text{จำนวนครั้งของการหยุดการขนส่งต่อเดือน}}{\text{จำนวนครั้งที่ทำการวางแผนขนส่งทั้งหมดต่อเดือน}}$	
Quality		อัตราการและขนถ่านหินผิด (Miss Match) $\frac{\text{จำนวนครั้งที่ทำการหยิบถ่านหินผิดกอง}}{\text{เวลา (ต่อเดือน)}}$
Speed	ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง $\frac{\text{ปริมาณถ่านหินที่ผู้รับเหมาขนได้จริงแต่ละสัปดาห์}}{\text{ปริมาณถ่านหินจากการวางแผนแต่ละสัปดาห์}}$	
Speed	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน $\frac{\text{เวลาการขนส่งถ่านหินต่อยานพาหนะโดยเฉลี่ย}}{\text{เวลาทั้งหมด}}$	
Productivity	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน $\frac{\text{ปริมาณการขนถ่านหิน}}{\text{จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน}}$	
Productivity	Performance of a Finalized Report on Time (ประสิทธิภาพของการส่งรายงานสรุปตรงต่อเวลา)	
	Mine operation report: Target V-cut in Monthly Plan	Coal Hauling Report: Report Work → Hauling Request
Cost	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน $\frac{\text{ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของยางรถต่อเดือน}}{\text{ค่าใช้จ่ายมาตรฐานต่อเดือน}}$	
Cost	อัตราส่วนดินต่อแร่ $\frac{\text{Actual of Stripping Ratio}}{\text{Plan of Stripping Ratio}}$	

4.4 ตรวจสอบการออกแบบระบบวัดสมรรถนะ

จากการออกแบบตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาแผนก Mine Operation และ Coal Hauling ในแต่ละกิจกรรมการดำเนินงานขุดและขนส่งถ่านหิน โดยนำตัวชี้วัดในแต่กิจกรรมมาวิเคราะห์และคัดกรองเบื้องต้นด้วยทฤษฎี Sand Cone Model ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของผู้รับเหมาสู่ความเป็นเลิศด้านการปฏิบัติงาน (Operational Excellence) ได้ตัวชี้วัดการดำเนินการของผู้รับเหมาทั้งหมด 9 ตัวชี้วัด ที่จะเข้าขั้นตอนการตรวจสอบระบบตัวชี้วัดสมรรถนะโดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) มีขั้นตอนการตรวจสอบตัวชี้วัด ดังต่อไปนี้

4.4.1 การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ

ในการออกแบบระบบตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมานี้ มีการขอความร่วมมือในการทำแบบสอบถามเพื่อประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะ โดยได้มีการระบุผู้เชี่ยวชาญในการทำแบบประเมินแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) ทีมงานแผนก Operational System ของทางบริษัทบ้านปูฯ ซึ่งเป็นทีมงานที่ดูแลโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานในแต่ละแผนกสู่ความเป็นเลิศด้านการปฏิบัติงาน (Operational Excellence)

2) วิศวกรเหมืองแร่ (Mine Engineer) ผู้ควบคุมการดำเนินงานตั้งแต่กระบวนการขุดและขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาในเหมือง

4.4.2 การเลือกปัจจัยที่ใช้ประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะ

โดยในขั้นตอนการประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา จะใช้ 3 ปัจจัยหลัก แสดงดังตาราง 4.8 เป็นเกณฑ์ในการประเมินและคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะที่เหมาะสมที่สุด ในการเลือกปัจจัยที่ใช้ประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะจะถูกนำมาให้คะแนนความสำคัญ โดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) เพื่อแสดงถึงน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา โดยผลการหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแสดงดังตาราง 4.9

ตาราง 4.8 ปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะ

ปัจจัย	คำอธิบาย
1.ต้นทุนในการจัดหาข้อมูล (Cost of Data Collection)	ปัจจัยที่ใช้ในการเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะโดยการเปรียบเทียบด้านต้นทุนในการเก็บรวบรวมข้อมูลและความยาก-ง่าย ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2.สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (Comparability of KPI)	ปัจจัยใช้คัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะโดยการเปรียบเทียบว่าตัวชี้วัดใดสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกระบวนการได้มากกว่า โดยการเปรียบเทียบ baseline ที่กำหนด
3.ความพร้อมของข้อมูล (Data Availability)	ปัจจัยที่ใช้คัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะด้านความพร้อมของข้อมูล โดยเปรียบเทียบว่าตัวชี้วัดใดมีการเก็บบันทึกข้อมูลไว้แล้ว

4.4.3 โครงสร้างเชิงลำดับชั้นของเกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ในการประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะ

จากผลการคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาแผนก Mine Operation และ ผู้รับเหมา Coal Hauling สามารถสร้างลำดับชั้นในการประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะได้ดังภาพ 4.1 และ 4.2 โดยมีการกำหนดตัวแปร แทนชื่อตัวชี้วัดสมรรถนะแต่ละตัวได้ดังต่อไปนี้

กำหนดให้ M_{ij} = Measurement (ตัวชี้วัดสมรรถนะ)

i = Quality (Q), Speed (S), Productivity (P), Cost (C)

j = 1,2,3 (ลำดับตัวชี้วัดสมรรถนะในแต่ละขั้นการปรับปรุง)

ดังนั้น กำหนดตัวแปรสำหรับตัวชี้วัดแต่ละตัวได้ดังต่อไปนี้

M_{Q1} = อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก

M_{Q2} = อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน

M_{Q3} = อัตราการและขนถ่านหินผิด (Miss Match)

M_{S1} = ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง

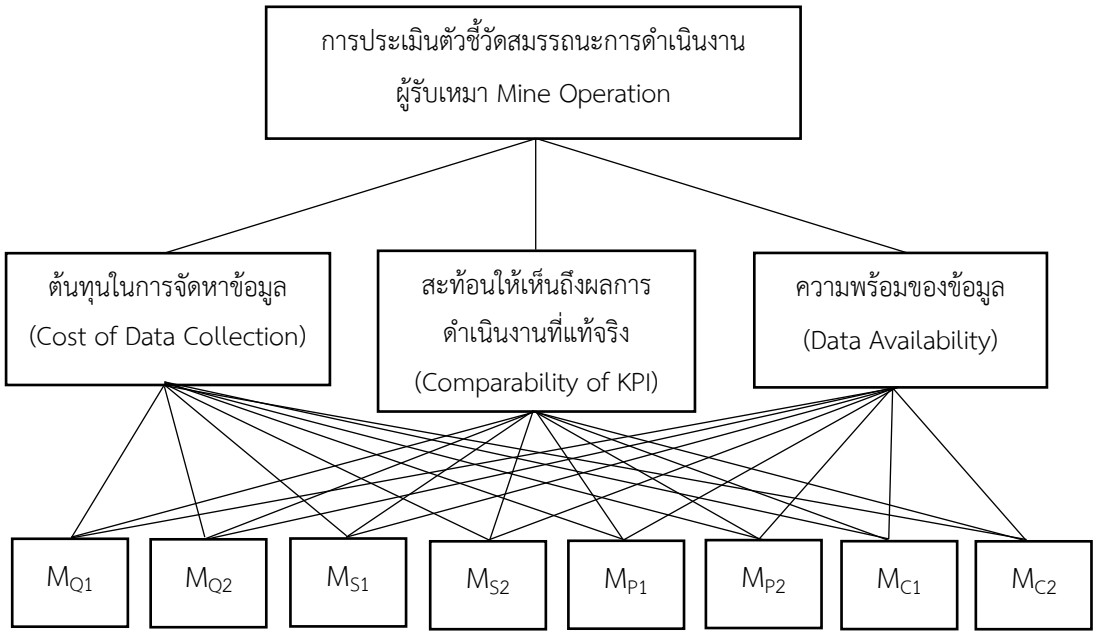
M_{S2} = อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน

M_{P1} = อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน

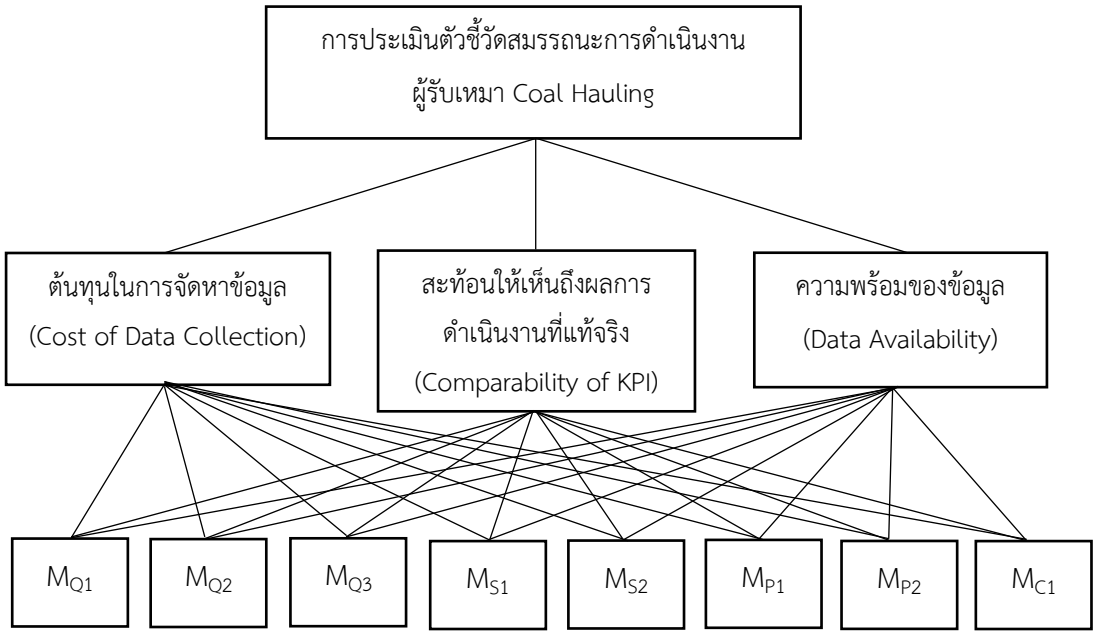
M_{P2} = ประสิทธิภาพของการส่งรายงานสรุปตรงต่อเวลา

M_{C1} = อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

M_{C2} = อัตราส่วนดินต่อแร่



ภาพ 4.4 โครงสร้างเชิงลำดับชั้นของการประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation



ภาพ 4.5 โครงสร้างเชิงลำดับชั้นของการประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling

4.4.4 การวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

จากกการวิเคราะห์เพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดนี้ ผู้ที่ทำแบบสอบถาม 4 ท่าน จากแผนก Operational System และวิศวกรเหมืองแร่จากบริษัทบ้านปูฯ เนื่องจากทั้ง 2 ฝ่ายรู้ถึงรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานขุดและขนส่งถ่านหินภายในเหมืองทรูบาอินโด เป็นอย่างดี อีกทั้งยังทราบถึงพฤติกรรมการทำงานของผู้รับเหมาในแต่ละรายมากที่สุด

ตัวอย่างการตอบแบบสอบถาม

จากแบบสอบถามที่ถูกแสดงเป็นตัวอย่างด้านล่าง ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องพิจารณาให้ค่าความสำคัญของปัจจัยเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยตัวอื่นเป็นคู่ๆ โดยเกณฑ์การให้คะแนนความสำคัญแสดงดังตาราง 2.2 ดังตัวอย่างการตอบแบบสอบถามที่แสดงดัง ตาราง 4.9

ในการเปรียบเทียบ ปัจจัย A กับ ปัจจัย B หากมีความเห็นว่า ปัจจัยการสะท้อนให้เห็นผลการดำเนินงานอย่างแท้จริงมีความสำคัญกว่าปานกลาง คำตอบคือเลข 3 ทางด้านปัจจัย B สำคัญกว่า

ในการเปรียบเทียบ ปัจจัย A กับ ปัจจัย B หากมีความเห็นว่า ปัจจัยต้นทุนในการจัดหาข้อมูลมีความสำคัญเท่ากับปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล คำตอบคือเลข 1

ในการเปรียบเทียบ ปัจจัย A กับ ปัจจัย B หากมีความเห็นว่า ปัจจัยการสะท้อนให้เห็นผลการดำเนินงานอย่างแท้จริงมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยด้านความพร้อมข้อมูลมาก คำตอบคือเลข 5 ทางด้านปัจจัย A สำคัญกว่า

ตาราง 4.9 ตัวอย่างการตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความสำคัญของปัจจัย

ปัจจัย A	ค่าน้ำหนักความสำคัญ																	ปัจจัย B
	ปัจจัย A สำคัญกว่า								=	ปัจจัย B สำคัญกว่า								
ปัจจัยต้นทุนในการจัดหาข้อมูล	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	(3)	4	5	6	7	8	9	ปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง
	9	8	7	6	5	4	3	2	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล
ปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง	9	8	7	6	(5)	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล

หลังจากการส่งแบบสอบถามไปยังผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน โดยใช้แบบฟอร์มการประเมินบนโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล (Microsoft Excel) เพื่อใช้ในการประเมินผลข้อมูลให้เกิดความรวดเร็วและแม่นยำ โดยจากการใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นั้น เป็นการใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตจากข้อมูลแบบสอบถามเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประมวลผล และการตัดสินใจ ซึ่งนอกจากการวิเคราะห์เพื่อหาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันยังสามารถตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจด้วย ซึ่งแสดงเป็นค่าการตรวจสอบความสอดคล้อง (Consistency Ratio : C.R) อีกทั้งผลลัพธ์ที่ได้จากการทราบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาแผนก Mine Operation

และ Coal Hauling เพื่อหาประสิทธิภาพการดำเนินงานและบ่งชี้ถึงแนวทางการปรับปรุงการทำงาน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินหาค่าน้ำหนักของปัจจัย โดยการเปรียบเทียบปัจจัยออกเป็นคู่ๆ เมื่อได้ค่าน้ำหนักที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินออกมาในรูปแบบตัวเลข จะนำตัวเลขที่ได้มาคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญในแต่ละชั้น โดยผลการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยแสดงดังตาราง 4.10

ตาราง 4.10 แสดงผลการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย

ปัจจัย	ปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล	ปัจจัยการสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง	ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล
ปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล	1	0.33	4
ปัจจัยการสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง	3	1	5
ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล	0.25	0.2	1
ผลรวมแนวตั้ง	4.25	1.53	10

2) คำนวณค่า Eigenvector ของเมตริกซ์ในแต่ละแถว (Normalize Matrix) โดยการปรับผลรวมในแต่ละคอลัมน์ให้เท่ากับ 1 แสดงดังตาราง 4.11

ตาราง 4.11 การคำนวณค่า Eigenvector ของปัจจัย

ปัจจัย	ปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล	ปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง	ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector $(\frac{\text{ผลรวมแนวนอน}}{3})$
ปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล	0.24	0.22	0.4	0.85	0.28
ปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง	0.71	0.65	0.5	1.86	0.62
ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล	0.06	0.13	0.1	0.29	0.10
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	3.00	1.00

3) การตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R.) ในการตรวจสอบค่าความสอดคล้องกันของเหตุผลจากการเปรียบเทียบเกณฑ์ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งทำได้โดยคำนวณค่า Eigenvector ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยที่

ถ้า C.R. ≤ 0.1 แสดงว่าค่าปัจจัยมีความสอดคล้องกันสามารถนำ Eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนักได้

ถ้า C.R. > 0.1 แสดงว่าค่าปัจจัยไม่มีความสอดคล้องกัน ต้องปรับค่าปัจจัยใหม่ เพื่อคำนวณค่า C.R. ≤ 0.1 จึงจะนำไปใช้งานได้

โดยการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R.) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ 2.3

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

โดยกำหนดให้ค่า CI คือ ดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Index) สามารถคำนวณได้จากสมการ2.2

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)}$$

เมื่อ n คือ ขนาดของสแควร์เมตริก

λ_{max} คือ ค่าไอเกน (Eigan Value) สูงสุดของสัมประสิทธิ์เฉพาะ

RI คือ ดัชนีชี้ความสอดคล้องกันจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Consistency Index)

การคำนวณหาค่า λ_{max} สามารถคำนวณได้จากนำเมตริกการเปรียบเทียบรายคู่ตามแต่ละปัจจัยดังตาราง 4.10 มาคูณกับเมตริกค่าน้ำหนักความสำคัญแต่ละปัจจัย Eigenvector ดังตาราง 4.11 จะได้ผลลัพธ์ออกมา แล้วจึงนำไปหาค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์ แสดงดังตาราง 4.12

ตาราง 4.12 การคำนวณหาค่า λ_{max} ของปัจจัย

ปัจจัย	ผลลัพธ์	ผลลัพธ์ / Eigenvector
ปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล	0.88	3.08
ปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง	1.95	3.16
ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล	0.29	3.02
	λ max	3.12

จากตารางคำนวณได้ λ max = 3.12

คำนวณ $CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} = \frac{3.12-3}{3-1} = 0.043$

โดยจากผลลัพธ์ ได้ CI = 0.043 ซึ่งมี C.R. ≤ 0.1 แสดงว่าค่าปัจจัยมีความสอดคล้องกัน สามารถนำ Eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนักได้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าปัจจัยที่ใช้คัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะ ให้ความสำคัญกับ“ปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง” มากที่สุด (0.62) รองลงมาคือ ปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล (0.28) และสุดท้าย คือ ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล (0.10)

4.4.5 การเปรียบเทียบปัจจัยในแต่ละตัวชี้วัดสมรรถนะสำหรับการตัดสินใจเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling

ทำการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญของทั้ง 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล , ปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง และ ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล ในการเลือกแต่ละตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของแผนก Mine Operation และแผนก Coal Hauling จากทางเลือก แล้วนำไปหาค่าลำดับความสำคัญรวมของตัวเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะจากการคำนวณค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยในแต่ละตัวชี้วัด จากการประเมินผู้เชี่ยวชาญ 2 กลุ่ม โดยแยกคิดตามแต่ละกระบวนการทำงานของผู้รับเหมา ดังต่อไปนี้

1) ผู้รับเหมาแผนก Mine Operation

ตาราง 4.13 ทางเลือกของตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation

ลำดับ	ตัวย่อ	ชื่อตัวชี้วัด
1.	M_{Q1}	อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก
2.	M_{Q2}	อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน
3.	M_{S1}	ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
4.	M_{S2}	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน
5.	M_{P1}	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
6.	M_{P2}	ประสิทธิภาพของการส่งรายงานสรุปตรงต่อเวลา
7.	M_{C1}	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
8.	M_{C2}	อัตราส่วนดินต่อแร่

จากทางเลือกของตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation แสดงดังตาราง 4.13 นำมาประเมินโดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) โดยการเปรียบเทียบความสำคัญตัวชี้วัดเป็นจากการใช้ 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล , ปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง และ ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล จากผู้เชี่ยวชาญ 2 กลุ่ม แสดงตัวอย่างการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 ดังตาราง 4.14 และการคำนวณเพื่อหาน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัด ดังตาราง 4.15 - 4.19 ดังนี้

ก. การประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Mine Operation โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตาราง 4.14 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{C2}
M_{Q1}	1	5	1	4	0.33	3	0.5	0.33
M_{Q2}	0.2	1	0.17	2	0.33	0.5	0.2	1
M_{S1}	1	6	1	5	1	2	3	2
M_{S2}	0.25	0.5	0.2	1	0.33	0.25	0.33	0.33
M_{P1}	3	3	1	3	1	3	1	4
M_{P2}	0.33	2	0.5	4	0.33	1	0.33	2
M_{C1}	2	5	0.33	3	1	3	1	0.5
M_{Q3}	3	1	0.5	3	0.25	0.5	2	1
ผลรวมแนวตั้ง	10.78	23.5	4.7	25	4.58	13.25	8.37	11.17

ตาราง 4.15 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{C2}	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector	เปอร์เซ็นต์
M_{Q1}	0.09	0.21	0.21	0.16	0.07	0.23	0.06	0.03	1.07	0.13	13.34
M_{Q2}	0.02	0.04	0.04	0.08	0.07	0.04	0.02	0.09	0.40	0.05	5.01
M_{S1}	0.09	0.26	0.21	0.20	0.22	0.15	0.36	0.18	1.67	0.21	20.85
M_{S2}	0.02	0.02	0.04	0.04	0.07	0.02	0.04	0.03	0.29	0.04	3.60
M_{P1}	0.28	0.13	0.21	0.12	0.22	0.23	0.12	0.36	1.66	0.21	20.76
M_{P2}	0.03	0.09	0.11	0.16	0.07	0.08	0.04	0.18	0.75	0.09	9.37
M_{C1}	0.19	0.21	0.07	0.12	0.22	0.23	0.12	0.04	1.20	0.15	14.98
M_{C2}	0.28	0.04	0.11	0.12	0.05	0.04	0.24	0.09	0.97	0.12	12.10
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1

ตาราง 4.16 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{C2}
M_{Q1}	1	5	0.5	3	0.2	5	2	5
M_{Q2}	0.2	1	0.2	0.33	0.2	3	2	0.25
M_{S1}	2	5	1	5	1	3	4	2
M_{S2}	0.33	3	0.2	1	0.25	2	3	0.33
M_{P1}	5	5	1	4	1	3	2	2
M_{P2}	0.2	0.33	0.33	0.5	0.33	1	0.25	0.33
M_{C1}	0.5	0.5	0.25	0.33	0.5	4	1	0.25
M_{C2}	0.2	4	0.5	3	0.5	3	4	1
ผลรวมแนวตั้ง	9.43	23.83	3.98	17.17	3.98	24	18.25	11.17

ตาราง 4.17 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{C2}	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector	เปอร์เซ็นต์
M_{Q1}	0.11	0.21	0.13	0.17	0.05	0.21	0.11	0.45	1.43	0.18	17.90
M_{Q2}	0.02	0.04	0.05	0.02	0.05	0.13	0.11	0.02	0.44	0.05	5.50
M_{S1}	0.21	0.21	0.25	0.29	0.25	0.13	0.22	0.18	1.74	0.22	21.73
M_{S2}	0.04	0.13	0.05	0.06	0.06	0.08	0.16	0.03	0.61	0.08	7.63
M_{P1}	0.53	0.21	0.25	0.23	0.25	0.13	0.11	0.18	1.89	0.24	23.61
M_{P2}	0.02	0.01	0.08	0.03	0.08	0.04	0.01	0.03	0.32	0.04	3.96
M_{C1}	0.05	0.02	0.06	0.02	0.13	0.17	0.05	0.02	0.53	0.07	6.57
M_{C2}	0.02	0.17	0.13	0.17	0.13	0.13	0.22	0.09	1.05	0.13	13.11
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1

ตาราง 4.18 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{C2}
M_{Q1}	1	0.25	0.33	4	0.25	2	0.33	0.5
M_{Q2}	4	1	0.33	3	1	2	1	0.33
M_{S1}	3	3	1	5	0.33	3	2	1
M_{S2}	0.25	0.33	0.2	1	1	0.5	0.25	3
M_{P1}	4	1	3	1	1	3	2	0.25
M_{P2}	0.5	0.5	0.33	2	0.33	1	0.33	3
M_{C1}	3	1	0.5	4	0.5	3	1	3
M_{C2}	2	3	1	0.33	4	0.33	0.33	1
ผลรวมแนวตั้ง	17.75	10.08	6.70	20.33	8.42	14.83	7.25	12.08

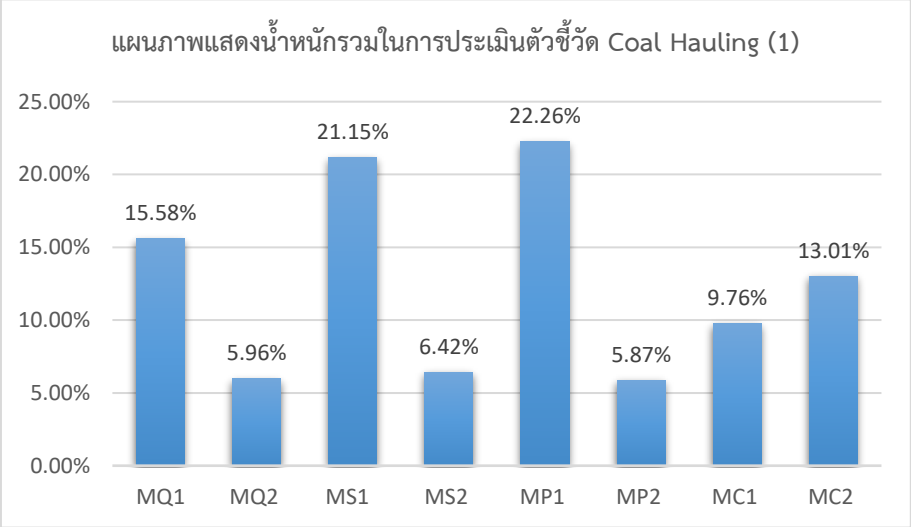
ตาราง 4.19 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{C2}	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector	เปอร์เซ็นต์
M_{Q1}	0.06	0.02	0.05	0.20	0.03	0.13	0.05	0.04	0.58	0.07	7.24
M_{Q2}	0.23	0.10	0.05	0.15	0.12	0.13	0.14	0.03	0.94	0.12	11.76
M_{S1}	0.17	0.30	0.15	0.25	0.04	0.20	0.28	0.08	1.46	0.18	18.28
M_{S2}	0.01	0.03	0.03	0.05	0.12	0.03	0.03	0.25	0.56	0.07	7.02
M_{P1}	0.23	0.10	0.45	0.05	0.12	0.20	0.28	0.02	1.44	0.18	17.99
M_{P2}	0.03	0.05	0.05	0.10	0.04	0.07	0.05	0.25	0.63	0.08	7.84
M_{C1}	0.17	0.10	0.07	0.20	0.06	0.20	0.14	0.25	1.19	0.15	14.84
M_{C2}	0.11	0.30	0.15	0.02	0.48	0.02	0.05	0.08	1.20	0.15	15.03
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1

หลังจากการประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 จากทั้ง 3 ปัจจัย แสดงผลลัพธ์การคำนวณ ดังตาราง 4.14 ถึง 4.19 ซึ่งสามารถสรุปผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะได้ดังตาราง 4.20 และ ภาพ 4.6

ตาราง 4.20 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Mine Operation จากผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ปัจจัย / ตัวชี้วัด	ต้นทุนในการจัดหาข้อมูล (Cost of Data Collection)	สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (Comparability of KPI)	ความพร้อมของข้อมูล (Data Availability)	ค่าน้ำหนักรวมในการประเมิน (เปอร์เซ็นต์)
	28.42 เปอร์เซ็นต์	61.94 เปอร์เซ็นต์	9.64 เปอร์เซ็นต์	
M_{Q1}	13.34	17.90	7.24	15.58
M_{Q2}	5.01	5.50	11.76	5.96
M_{S1}	20.85	21.73	18.28	21.15
M_{S2}	3.60	7.63	7.02	6.42
M_{P1}	20.76	23.61	17.99	22.26
M_{P2}	9.37	3.96	7.84	5.87
M_{C1}	14.98	6.57	14.84	9.76
M_{C2}	12.10	13.11	15.03	13.01



ภาพ 4.6 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักการประเมินตัวชี้วัด Mine Operation โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่ม 1

จากภาพ 4.6 แสดงผลสรุปการประเมินตัวเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation จากผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 เลือกตัวชี้วัดโดยแบ่งได้ดังต่อไปนี้

Quality: M_{Q1} = อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก

Speed: M_{S1} = ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง

Productivity: M_{P1} = อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน

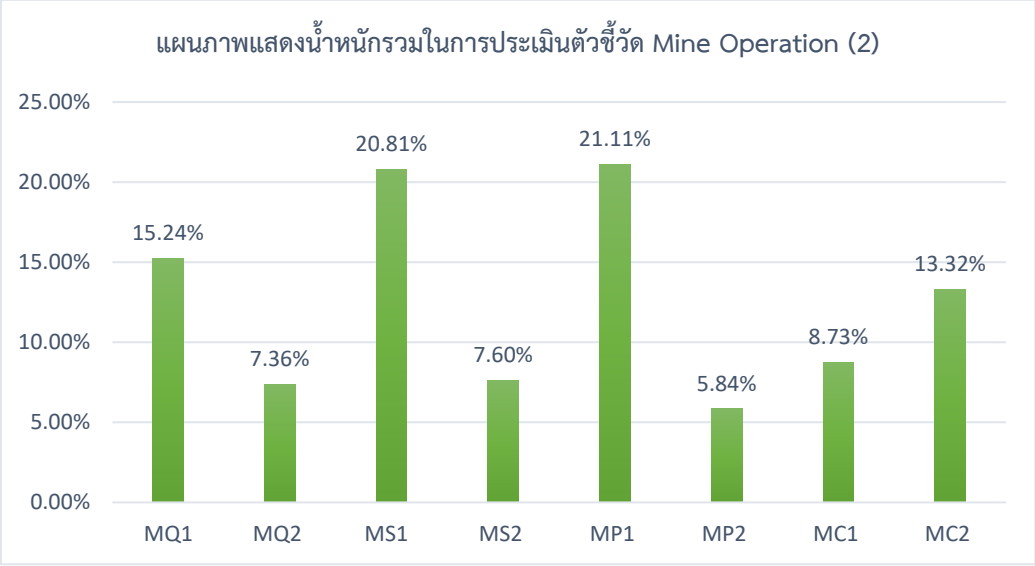
Cost: M_{C2} = อัตราส่วนดินต่อแร่

ข. การประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Mine Operation โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

หลังจากการประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 จากทั้ง 3 ปัจจัย แสดงผลลัพธ์การคำนวณในภาคผนวก ข ดังตาราง ข-1 ถึง ข-6 ซึ่งสามารถสรุปผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะได้ดังตาราง 4.21 และ ภาพ 4.7

ตาราง 4.21 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Mine Operation จากผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ปัจจัย / ตัวชี้วัด	ต้นทุนในการจัดหาข้อมูล (Cost of Data Collection)	สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (Comparability of KPI)	ความพร้อมของข้อมูล (Data Availability)	ค่าน้ำหนักรวมในการประเมิน (เปอร์เซ็นต์)
	11.81 เปอร์เซ็นต์	63.89 เปอร์เซ็นต์	24.31 เปอร์เซ็นต์	
M_{Q1}	17.32	17.90	7.24	15.24
M_{Q2}	8.38	5.50	11.76	7.36
M_{S1}	20.99	21.73	18.28	20.81
M_{S2}	8.61	7.63	7.02	7.60
M_{P1}	14.01	23.61	17.99	21.11
M_{P2}	11.91	3.96	7.84	5.84
M_{C1}	7.83	6.57	14.84	8.73
M_{C2}	10.96	13.11	15.03	13.32



ภาพ 4.7 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักการประเมินตัวชี้วัด Mine Operation โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่ม 2

จากผลสรุปการประเมินตัวเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation จากผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 เลือกตัวชี้วัดโดยแบ่งได้ดังต่อไปนี้

Quality: M_{Q1} = อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก

Speed: M_{S1} = ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง

Productivity: M_{P1} = อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน

Cost: M_{C2} = อัตราส่วนดินต่อแร่

2) ผู้รับเหมาแผนก Coal Hauling

จากผลการคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา Coal Hauling สามารถสรุปทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะทั้งหมด 8 ตัวชี้วัดดังตาราง 4.22 ที่จะถูกประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะที่เหมาะสมที่สุด โดยการใช้เทคนิคลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ตาราง 4.22 ทางเลือกของตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Coal Hauling

ลำดับ	ตัวย่อ	ชื่อตัวชี้วัด
1.	M_{Q1}	อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก
2.	M_{Q2}	อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน
3.	M_{S1}	ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
4.	M_{S2}	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน
5.	M_{P1}	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
6.	M_{P2}	ประสิทธิภาพของการส่งรายงานสรุปตรงต่อเวลา
7.	M_{C1}	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
8.	M_{Q3}	อัตราการและขนถ่านหินผิด (miss match)

จากตาราง 4.22 จะสังเกตเห็นได้ว่าทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Coal Hauling ลำดับที่ 1-8 เป็นทางเลือกตัวชี้วัดคล้ายกับทางเลือกตัวชี้วัดของผู้รับเหมา Mine Operation เนื่องจากขั้นตอนการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาทั้ง 2 แผนกมีวิธีปฏิบัติงานมาตรฐานเหมือนกัน จะแตกต่างทางด้าน สถานที่การโหลดถ่านหิน และเส้นทางการขนส่งถ่านหิน รวมถึงตัวชี้วัดลำดับที่ 6 คือ ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการส่งรายงานสรุปตรงต่อเวลา ซึ่งผู้รับเหมาทั้ง 2 แผนกคำนึงถึงความสำคัญของเอกสารรายงานสรุปผลการดำเนินงานแตกต่างกัน ดังนี้

Mine Operation Report: Target V-cut in Monthly Plan เป็นรายงานแผนการขุดถ่านหินที่ผู้รับเหมาต้องเป็นคนจัดเตรียมและส่งตรงตามกำหนด หากเลยกำหนด ความรับผิดชอบจะตกอยู่ที่ผู้รับเหมา

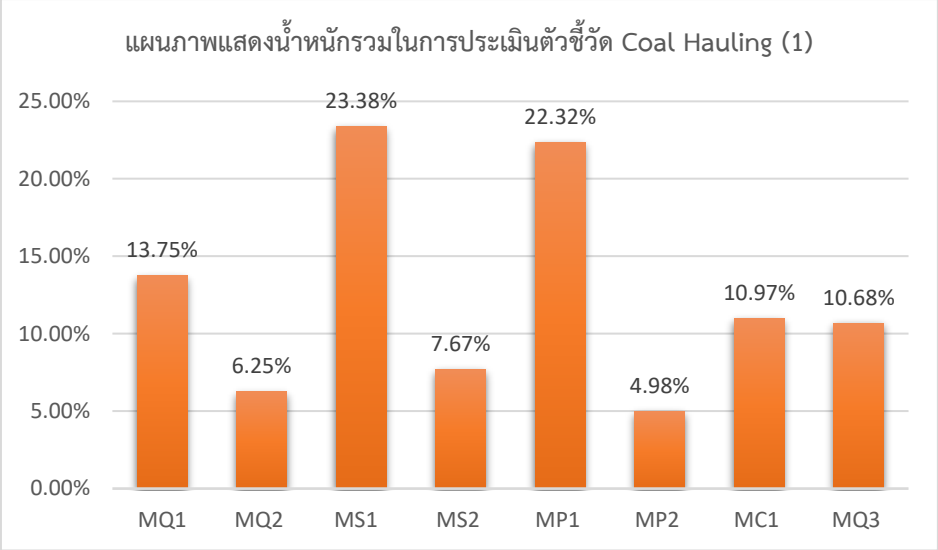
Coal Hauling Report : Report Work ส่งผลการดำเนินงานขนส่งถ่านหินให้กับแผนกควบคุมคุณภาพถ่านหิน ซึ่งหากส่งเกินกำหนดจะมีผลต่อการร้องขอการขนส่ง (Hauling Request) ที่ล่าช้า ทำให้กระบวนการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา Coal Hauling ติดขัดได้ จึงเป็นเอกสารที่สำคัญที่นำมาเป็นเกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพการส่งเอกสารได้ตามข้อกำหนดของผู้รับเหมาแต่ละราย

ค. การประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Coal Hauling โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

หลังจากการประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Coal Hauling โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 จากทั้ง 3 ปัจจัยแสดงผลลัพธ์การคำนวณในภาคผนวก ข ดังตาราง ข-7 ถึง ข-12 ซึ่งสามารถสรุปผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะได้ดังตาราง 4.23 และ ภาพ 4.8

ตาราง 4.23 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Coal Hauling จากผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ปัจจัย / ตัวชี้วัด	ต้นทุนในการจัดหาข้อมูล (Cost of Data Collection)	สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (Comparability of KPI)	ความพร้อมของข้อมูล (Data Availability)	ค่าน้ำหนักรวมในการประเมิน (เปอร์เซ็นต์)
	28.42 เปอร์เซ็นต์	61.94 เปอร์เซ็นต์	9.64 เปอร์เซ็นต์	
M_{Q1}	12.22	15.33	8.13	13.75
M_{Q2}	3.92	5.87	15.52	6.25
M_{S1}	20.90	24.73	21.98	23.38
M_{S2}	3.28	10.01	5.57	7.67
M_{P1}	15.08	25.52	23.11	22.32
M_{P2}	6.90	4.00	5.61	4.98
M_{C1}	18.67	6.88	14.48	10.97
M_{Q3}	19.02	7.65	5.60	10.68



ภาพ 4.8 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักการประเมินตัวชี้วัด Coal Hauling โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่ม 1

จากภาพ 4.7 แสดงผลสรุปการประเมินตัวเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation จากผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 เลือกตัวชี้วัดโดยแบ่งได้ดังต่อไปนี้

Quality: M_{Q1} = อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก

Speed: M_{S1} = ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง

Productivity: M_{P1} = อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน

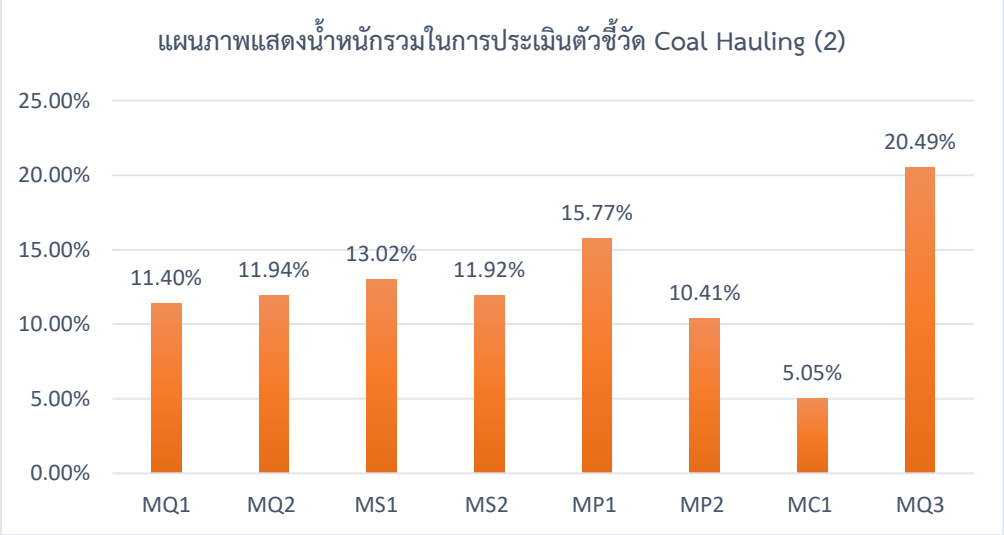
Cost: M_{C1} = อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

ง. การประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Coal Hauling โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

หลังจากการประเมินตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Coal Hauling โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 จากทั้ง 3 ปัจจัย แสดงผลลัพธ์การคำนวณในภาคผนวก ข ดังตาราง ข-13 ถึง ข-18 ซึ่งสามารถสรุปผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะได้ดังตาราง 4.24 และ ภาพ 4.9

ตาราง 4.24 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Coal Hauling จากผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ปัจจัย / ตัวชี้วัด	ต้นทุนในการจัดหาข้อมูล (Cost of Data Collection)	สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (Comparability of KPI)	ความพร้อมของข้อมูล (Data Availability)	ค่าน้ำหนักรวมในการประเมิน (เปอร์เซ็นต์)
	17.21 เปอร์เซ็นต์	52.37 เปอร์เซ็นต์	30.42 เปอร์เซ็นต์	
M_{Q1}	10.66	10.85	12.76	11.40
M_{Q2}	5.96	13.48	12.67	11.94
M_{S1}	18.46	11.65	12.29	13.02
M_{S2}	8.33	12.44	13.05	11.92
M_{P1}	17.70	11.99	21.18	15.77
M_{P2}	8.40	13.55	6.14	10.41
M_{C1}	8.27	3.27	6.29	5.05
M_{Q3}	22.21	22.76	15.62	20.49



ภาพ 4.9 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักการประเมินตัวชี้วัด Coal Hauling โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่ม 2

จากภาพ 4.9 แสดงผลสรุปการประเมินตัวเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation จากผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 เลือกตัวชี้วัดโดยแบ่งได้ดังต่อไปนี้

Quality: M_{Q3} = อัตราการและขนถ่านหินผิด (miss match)

Speed: M_{S1} = ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง

Productivity: M_{P1} = อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน

Cost: M_{C1} = อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

4.4.6 สรุปผลตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling

เมื่อได้ค่าความสำคัญของตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling จากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 กลุ่ม โดยอาศัย 3 ปัจจัยและใช้เทคนิคลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ จึงทำการหาค่าความสำคัญเฉลี่ยความสำคัญของแต่ละตัวชี้วัดสมรรถนะ เพื่อคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาที่เหมาะสม แสดงดังตาราง 4.25 และ 4.26 ตามลำดับ

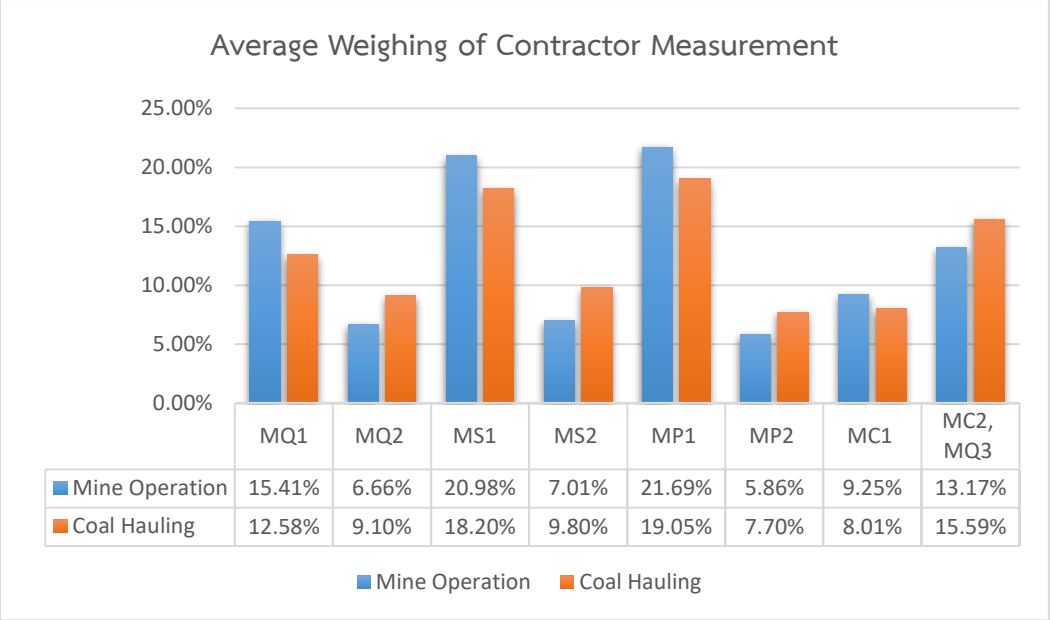
ตาราง 4.25 ค่าความสำคัญของตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Mine Operation

ชื่อตัวชี้วัดและสูตรคำนวณ	ค่าความสำคัญจากผู้เชี่ยวชาญ (เปอร์เซ็นต์)		ค่าความสำคัญเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	
1. อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก (M_{Q1}) $\frac{\text{จำนวนรถบรรทุกที่บรรจุถ่านผ่านเกณฑ์มาตรฐาน}}{\text{จำนวนรถบรรทุกทั้งหมด}}$	15.58	15.24	15.41
2. อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน (M_{Q2}) $\frac{\text{จำนวนครั้งของการหยุดการขนส่งต่อเดือน}}{\text{จำนวนครั้งที่ทำการวางแผนขนส่งทั้งหมดต่อเดือน}}$	5.96	7.36	6.66
3. ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง (M_{S1}) $\frac{\text{ปริมาณถ่านหินที่ผู้รับเหมาขนได้จริงแต่ละสัปดาห์}}{\text{ปริมาณถ่านหินจากการวางแผนแต่ละสัปดาห์}}$	21.15	20.81	20.98
4. อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน (M_{S2}) $\frac{\text{เวลาการขนส่งถ่านหินต่อยานพาหนะโดยเฉลี่ย}}{\text{เวลาทั้งหมด}}$	6.42	7.60	7.01
5. อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน (M_{P1}) $\frac{\text{ปริมาณการขนถ่านหิน}}{\text{จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน}}$	22.26	21.11	21.69
6. Performance of a Finalized Report on Time (M_{P2})	5.87	5.84	5.86
7. อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน (M_{C1}) $\frac{\text{ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของยางรถต่อเดือน}}{\text{ค่าใช้จ่ายมาตรฐานต่อเดือน}}$	9.76	8.73	9.25
8. อัตราส่วนดินต่อแร่ (M_{C2}) $\frac{\text{Actual of Stripping Ratio}}{\text{Plan of Stripping Ratio}}$	13.01	13.32	13.17

ตาราง 4.26 ค่าความสำคัญของตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Coal Hauling

ตัวชี้วัดสมรรถนะ	ค่าความสำคัญจากผู้เชี่ยวชาญ (เปอร์เซ็นต์)		ค่าความสำคัญเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	
1. อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก (M_{Q1}) $\frac{\text{จำนวนรถบรรทุกที่บรรจุถ่านผ่านเกณฑ์มาตรฐาน}}{\text{จำนวนรถบรรทุกทั้งหมด}}$	13.75	11.40	12.58
2. อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน (M_{Q2}) $\frac{\text{จำนวนครั้งของการหยุดการขนส่งต่อเดือน}}{\text{จำนวนครั้งที่ทำการวางแผนขนส่งทั้งหมดต่อเดือน}}$	6.25	11.94	9.10
3. ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง (M_{S1}) $\frac{\text{ปริมาณถ่านหินที่ผู้รับเหมาขนได้จริงแต่ละสัปดาห์}}{\text{ปริมาณถ่านหินจากการวางแผนแต่ละสัปดาห์}}$	23.38	13.02	18.20
4. อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน (M_{S2}) $\frac{\text{เวลาการขนส่งถ่านหินต่อยานพาหนะโดยเฉลี่ย}}{\text{เวลาทั้งหมด}}$	7.67	11.92	9.80
5. อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน (M_{P1}) $\frac{\text{ปริมาณการขนถ่านหิน}}{\text{จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน}}$	22.32	15.77	19.05
6. Performance of a Finalized Report on Time (M_{P2})	4.98	10.41	7.70
7. อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน (M_{C1}) $\frac{\text{ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของยางรถต่อเดือน}}{\text{ค่าใช้จ่ายมาตรฐานต่อเดือน}}$	10.96	5.05	8.01
8. อัตราการและขนถ่านหินผิด (M_{Q3}) $\frac{\text{จำนวนครั้งที่ทำการหยิบถ่านหินผิดกอง}}{\text{เวลา (ต่อเดือน)}}$	10.68	20.49	15.59

จากตาราง 4.25 และ ตาราง 4.26 แสดงค่าความสำคัญเฉลี่ยในแต่ละตัวชี้วัดสมรรถนะนำมาพล็อตกราฟได้ดังภาพ 4.10



ภาพ 4.10 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักคะแนนความสำคัญของตัวชี้วัดสมรรถนะโดยเฉลี่ย

จากผลการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมรรถนะโดยเฉลี่ยแสดงดัง ภาพ 4.10 สามารถสรุปผลการเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะที่เหมาะสมกับผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling ได้ผลดังตาราง 4.27 และตาราง 4.28 ตามลำดับ

1) ผู้รับเหมาแผนก Mine Operation

ตาราง 4.27 สรุปผลตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation

ขั้นของการปรับปรุง	ชื่อตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ
Quality	อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก (M_{Q1})	$\frac{\text{จำนวนรถบรรทุกที่บรรจุถ่านผ่านเกณฑ์มาตรฐาน}}{\text{จำนวนรถบรรทุกทั้งหมด}}$
Speed	ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง (M_{S1})	$\frac{\text{ปริมาณถ่านหินที่ผู้รับเหมาขนได้จริงแต่ละสัปดาห์}}{\text{ปริมาณถ่านหินจากการวางแผนแต่ละสัปดาห์}}$
Productivity	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน (M_{P1})	$\frac{\text{ปริมาณการขนถ่านหิน}}{\text{จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน}}$
Cost	อัตราส่วนดินต่อแร่ (M_{C2})	$\frac{\text{Actual of Stripping Ratio}}{\text{Plan of Stripping Ratio}}$

2) ผู้รับเหมาแผนก Coal Hauling

ตาราง 4.28 สรุปผลตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Coal Hauling

ขั้นของการปรับปรุง	ชื่อตัวชี้วัด	สูตรคำนวณ
Quality	อัตราการและขนถ่านหินผิด (M_{Q3})	$\frac{\text{จำนวนครั้งที่ทำการหยิบถ่านหินผิดกอง}}{\text{เวลา (ต่อเดือน)}}$
Speed	ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง (M_{S1})	$\frac{\text{ปริมาณถ่านหินที่ผู้รับเหมาขนได้จริงแต่ละสัปดาห์}}{\text{ปริมาณถ่านหินจากการวางแผนแต่ละสัปดาห์}}$
Productivity	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน (M_{P1})	$\frac{\text{ปริมาณการขนถ่านหิน}}{\text{จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน}}$
Cost	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน (M_{C1})	$\frac{\text{ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของยางรถต่อเดือน}}{\text{ค่าใช้จ่ายมาตรฐานต่อเดือน}}$

จากการออกแบบตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาในกิจกรรมการขุดและขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาแผนก Mine Operation และ Coal Hauling ผลที่ได้จากการให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 2 กลุ่ม โดยอาศัยการคัดเลือกตัวชี้วัดจาก 3 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูลที่คำนึงถึงความยาก-ง่ายในการเก็บข้อมูล ปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง และปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล เมื่อทำการประเมินให้คะแนนแล้วใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ในการเปรียบเทียบตัวชี้วัดทีละคู่ จนได้ผลสรุปค่าเฉลี่ยความสำคัญตัวชี้วัดโดยเฉลี่ย จึงสามารถคัดเลือกตัวชี้วัดที่เหมาะสมสำหรับการใช้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของผู้รับเหมาแต่ละราย โดยเมื่อนำตัวชี้วัดไปวัดค่าผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาจะสามารถเทียบเทียบผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาในแต่ละรายได้ ซึ่งนำไปสู่แนวทางที่ทำให้ผู้รับเหมาจะทำการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.5 การนำระบบการวัดสมรรถนะที่ได้จากการออกแบบมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูล

หลังจากได้ระบบการวัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาฝ่าย Mine Operation และผู้รับเหมา Coal Hauling จะนำข้อมูลการดำเนินงานในอดีตของผู้รับเหมามาคำนวณค่าสมรรถนะ โดยข้อมูลสามารถหาได้จากข้อมูลผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาทั้ง 2 แผนกในอดีต สามารถสรุปผลลักษณะของตัวชี้วัดสมรรถนะได้ 2 ลักษณะดังนี้

4.5.1 ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาที่ต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

เนื่องจากตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาที่ได้เกิดจากการวิเคราะห์ปัญหาหารดำเนินงานของผู้รับเหมาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เพื่อต้องการปรับปรุงและพัฒนาการดำเนินงานการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาให้มีมาตรฐานมากขึ้น จึงทำให้ยังไม่มีการเก็บข้อมูลเพื่อวัดค่าสมรรถนะการดำเนินงานได้แก่ตัวชี้วัดดังต่อไปนี้

1) อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก (M_{Q1})

$$\frac{\text{จำนวนรถบรรทุกที่บรรจุถ่านผ่านเกณฑ์มาตรฐาน}}{\text{จำนวนรถบรรทุกทั้งหมด}} \tag{4.1}$$

ปัจจุบันมีบันทึกข้อมูลการวางแผนการใช้รถบรรทุกในการขนส่งและจำนวนรถบรรทุกที่ใช้จริงทั้งหมดในแต่ละเดือน ดังนั้นจะต้องมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุกแต่ละคัน จากการศึกษาคือ เกณฑ์มาตรฐานน้ำหนักการขนส่งถ่านหินของรถบรรทุกต่อคัน เกณฑ์มาตรฐานการโหลดถ่านหิน และเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยในการขนส่งถ่านหิน

2) อัตราการและขนถ่านหินผิด (M_{Q3})

$$\frac{\text{จำนวนครั้งที่ทำการหยิบถ่านหินผิดกอง}}{\text{เวลา (ต่อเดือน)}} \tag{4.2}$$

ตัวชี้วัดอัตราการและขนถ่านหินผิด (Miss Match) เป็นตัวชี้วัดที่ได้จากปัญหาหลักในการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาผิดกอง เนื่องจากแต่ละลานกองถ่านหินมีลักษณะคุณภาพถ่านหินแตกต่างกัน หากทำการขนส่งถ่านหินผิดกองจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของถ่านหินโดยตรง จึงทำให้เกิดกระบวนการตรวจสอบและการผสมถ่านหินเพิ่มเติมเพื่อให้ได้คุณภาพถ่านหินตามต้องการก่อนจะส่งให้ลูกค้า เพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินงานขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาแต่ละราย จึงควรมีการวัดจำนวนครั้งที่ทำการส่งถ่านหินผิดกอง โดยการเพิ่มการเก็บข้อมูลจำนวนครั้งที่ผู้รับเหมาแต่ละรายทำการหยิบและส่งถ่านหินผิดกองในแต่ละเดือน

4.5.2 ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาที่สามารถคำนวณได้

จากการบันทึกข้อมูลผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาของเหมืองเหมืองทรูบาอินโดในปัจจุบัน มีการบันทึกข้อมูลที่สามารถนำมาคำนวณตัวชี้วัดได้ โดยตัวอย่างการคำนวณระบบการวัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา แสดงดังตาราง 4.29 นั้นเป็นข้อมูลผู้รับเหมาฝ่าย Mine Operation และ Coal Hauling ที่นำมาคิดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาคือข้อมูลผลการดำเนินงานรายวันประจำเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2562 ของผู้รับเหมา 2 รายคือ ผู้รับเหมา PT. Runa Persada และผู้รับเหมา PT. Maju Persada Energi โดยตัวชี้วัดที่สามารถแสดงการคำนวณได้ มี 4 ตัวชี้วัดดังนี้

1) อัตราส่วนดินต่อแร่ (M_{C2})

$$\frac{\text{Actual of Stripping Ratio}}{\text{Plan of Stripping Ratio}} \tag{4.3}$$

ตัวชี้วัดอัตราดินต่อแร่ เป็นตัวชี้วัดผลการการดำเนินงานของผู้รับเหมาฝ่าย Mine Operation ซึ่งเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานผู้รับเหมาที่จะต้องควบคุมอัตราส่วนดินต่อแร่ตามระยะทางที่ได้วางแผนไว้ โดยค่า Stripping Ratio ที่มากเกินแผนการดำเนินงานจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น โดยเป็นข้อมูลที่ผู้รับเหมา Mine Operation ได้ทำการบันทึกข้อมูลเพื่อสรุปงบค่าใช้จ่าย แต่งานวิจัยเล่มนี้ไม่ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายการดำเนินงานของผู้รับเหมาจึงไม่สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณค่าสมรรถนะดังกล่าวได้

2) ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง (M_{S1})

$$\frac{\text{ปริมาณถ่านหินที่ผู้รับเหมาขนได้จริงแต่ละสัปดาห์}}{\text{ปริมาณถ่านหินจากการวางแผนแต่ละสัปดาห์}} \tag{4.4}$$

ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง เป็นตัวชี้วัดผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาแต่ละรายที่ทำได้จริงเทียบกับแผนการดำเนินงาน ซึ่งได้จากข้อมูลในรายงานผลการดำเนินงานของผู้รับเหมารายวัน , รายงานค่าน้ำหนักถ่านหิน (Truck Scale) และรายงานแผนปริมาณการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมารายวัน ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ถูกเก็บบันทึกประจำวัน จึงสามารถนำมาคำนวณค่าสมรรถนะได้ เพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาในแต่ละรายว่าผู้รับเหมารายใดมีประสิทธิภาพในการขนส่งถ่านหินได้ปริมาณใกล้เคียงกับแผนการดำเนินงานที่วางไว้

3) อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน (M_{P1})

$$\frac{\text{ปริมาณการขนถ่านหิน}}{\text{จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน}} \quad (4.5)$$

ตัวชี้วัดอัตราการขนส่งถ่านหินต่อวันเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการขนส่งถ่านหินต่อชั่วโมงของผู้รับเหมาแต่ละราย โดยใช้ข้อมูลรายงานผลการดำเนินงานของผู้รับเหมารายวันและรายงานค่าน้ำหนักถ่านหิน (Truck Scale) เทียบกับจำนวนชั่วโมงการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาในแต่ละราย ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้ว่าผู้รับเหมารายใดมีประสิทธิภาพในการขนส่งถ่านหินต่อชั่วโมงได้ดีกว่า นำมาเปรียบเทียบสมรรถนะ และศึกษาวิธีการดำเนินจากผู้รับเหมาที่มีอัตราการขนส่งถ่านหินต่อชั่วโมงสูง แล้วนำไปปรับปรุงและพัฒนาการดำเนินงานการขนส่งถ่านหินให้มีมาตรฐานมากขึ้นเพื่อเป็นแนวทางการขนส่งถ่านหินแก่ผู้รับเหมารายอื่นๆ

4) อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน (M_{C1})

$$\frac{\text{ค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของยางรถต่อเดือน}}{\text{ค่าใช้จ่ายมาตรฐานต่อเดือน}} \quad (4.6)$$

ตัวชี้วัดอัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการบริหารงานการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาในแต่ละราย เนื่องจากกระบวนการขนส่งถ่านหินมีค่าใช้จ่ายหลักคือเชื้อเพลิงและยางรถยนต์ โดยในด้านของเชื้อเพลิงมีการควบคุมที่เป็นมาตรฐานจากเทียบกับปริมาณและระยะทางการขนส่งถ่านหิน จึงทำให้ประเด็นสำคัญที่ทำการวัดค่าสมรรถนะคือด้านการควบคุมค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ โดยใช้ข้อมูลรายงานการบำรุงรักษารถบรรทุกและเครื่องจักรของผู้รับเหมาแต่ละราย ว่ามีการใช้ยางรถยนต์ได้เต็มประสิทธิภาพตามระยะทาง แต่เนื่องจากเป็นข้อมูลด้านค่าใช้จ่าย งานวิจัยเล่มนี้ไม่ได้รับข้อมูลค่าใช้จ่ายจึงไม่สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณค่าสมรรถนะได้

จากตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาทั้งฝ่าย Mine Operation และผู้รับเหมาฝ่าย Coal Hauling สามารถแสดงตัวอย่างผลการคำนวณค่าสมรรถนะของตัวชี้วัดสมรรถนะต่างๆได้ดังตาราง 4.29

ตาราง 4.29 การคิดคำนวณค่าสมรรถนะของตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานผู้รับเหมา

ตัวชี้วัด	ผู้รับเหมา PT. Runa Persada		ผู้รับเหมา PT. Maju Persada Energi		ที่มาของข้อมูล	หมายเหตุ
	การคำนวณ	ค่าสมรรถนะ	การคำนวณ	ค่าสมรรถนะ		
อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก	-	-	-	-	รายงานผลการดำเนินงานรายวัน (RFU Contractor Aug 2019)	ระบบข้อมูลอยู่ระหว่างการพัฒนา โดยการตั้งเกณฑ์มาตรฐานรถบรรทุก
ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง	(5 – 11 ส.ค.) 41,828.10 tons / 98000 tons	0.427	28,797.50 tons / 98000 tons	0.294	รายงานสรุปผลการดำเนินงานผู้รับเหมาประจำเดือนสิงหาคม (TCM Summary Coal Delivery Aug 2019)	
	(12– 18 ส.ค.) 45,998.99 tons / 98000 tons	0.469	28,509.35 tons / 98000 tons	0.291		
อัตราการขนส่งถ่านหินต่อชั่วโมง	(5 – 11 ส.ค.) 41828.10 tons / 111 hr.	376.829 tons/hr.	28,797.50 tons / 111 hr.	259.436 tons/hr.	รายงานสรุปผลการดำเนินงานผู้รับเหมาประจำเดือนสิงหาคม (TCM Summary Coal Delivery Aug 2019)	
	(12– 18 ส.ค.) 45,998.99 tons / 123.82 hr.	371.49 tons/hr.	28,509.35 tons / 123.82 hr.	230.24 tons/hr.		
อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน	-	-	-	-	รายงานค่าใช้จ่ายยางรถยนต์	ไม่มีข้อมูลค่าใช้จ่ายยางรถยนต์
อัตราส่วนดินต่อแร่	-	-	-	-	รายงานแผนดำเนินงานรายเดือน	ไม่มีข้อมูลตัวเลขอัตราส่วนดินต่อแร่
อัตราการและขนถ่านหินผิด	-	-	-	-	รายงานผลการดำเนินงานผู้รับเหมารายวัน	ไม่มีการบันทึกข้อมูลการขนส่งถ่านฟินผิดกองในรายผู้รับเหมา

4.5.3 การวิเคราะห์ผลเบื้องต้นจากการวัดสมรรถนะ

จากผลของตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานการขุดและขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาจะเห็นได้ว่า เมื่อนำตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานมาคิดคำนวณค่าสมรรถนะของผู้รับเหมา 2 ราย เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดำเนินงาน จะเห็นได้ว่าสามารถเปรียบเทียบผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาได้ว่า ผู้รับเหมา PT. Runa Persada มีผลการดำเนินงานการขนส่งถ่านหินที่มีประสิทธิภาพกว่าผู้รับเหมา PT. Maju Persada Energi จะเห็นได้ว่าจากการคำนวณประสิทธภาพการขนส่งถ่านหินได้ตามปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่งในเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2562 นั้นผู้รับเหมา PT. Runa Persada มีประสิทธิภาพการขนส่งมากกว่าถึง 45 เปอร์เซ็นต์ จึงส่งผลให้ได้อัตราการขนส่งถ่านหินต่อชั่วโมงได้มากกว่าด้วย อาจมีสาเหตุมาจากผู้รับเหมามีประสบการณ์การดำเนินงาน การขนส่งถ่านหินที่แตกต่างกัน มีวิธีการดำเนินงานและการควบคุมการขนส่งถ่านหินแตกต่างกัน และจากข้อมูลรายงานผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาทั้งสองบันทึกช่วงเวลาการดำเนินงานเดียวกัน ทำให้จำนวนชั่งโมงการดำเนินงานเท่ากันแต่ปริมาณการขนส่งต่างกัน จึงควรตรวจสอบวิธีบันทึกข้อมูลและนำแนวทางการดำเนินงานของผู้รับเหมาที่มีสมรรถนะที่ดี มาวิเคราะห์เพื่อพัฒนาการดำเนินงานการขนส่งถ่านหินให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน แล้วใช้ตัวชี้วัดผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาดังกล่าวเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของผู้รับเหมาได้ ซึ่งมีผลการการคัดเลือกผู้รับเหมาในการดำเนินงานในอนาคต

4.5.4 เสนอแนะแนวทางในการพัฒนาการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา

จากการศึกษาการดำเนินงานของผู้รับเหมาในแต่ละเหมือง มีวิธีการดำเนินงานการขนส่งถ่านหินที่แตกต่างกัน และการนำระบบการวัดสมรรถนะการดำเนินงานการขนส่งถ่านหินไปประยุกต์ใช้นั้นมีข้อเสนอแนะดังนี้

1) การกำหนดเป้าหมาย ควรใช้ค่าเฉลี่ยของผลการดำเนินงานการขนส่ง 6 เดือนถึง 1 ปี เป็นค่าอ้างอิงมาตรฐานสำหรับการกำหนดเกณฑ์ปริมาณการขนส่งถ่านหินมาตฐาน เพื่อให้ข้อมูลมีค่านิ่งและเชื่อถือได้

2) สำหรับตัวชี้วัดที่ไม่มีข้อมูลที่บันทึกในปัจจุบันทั้ง 2 ตัวชี้วัดคือ อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก และอัตราการและขนถ่านหินผิด ควรเริ่มหาแนวทางในการเก็บข้อมูลบันทึกข้อมูล และกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ทำการแจ้งแก่ผู้รับเหมาในแต่ละรายถึงการวัดสมรรถนะ

3) จากการคำนวณค่าสมรรถนะพบว่าข้อมูลของผู้รับเหมาแต่ละรายมีการบันทึกแตกต่างกัน มีข้อมูลขาดหาย และมีข้อมูลบางตัวอยู่ระหว่างการพัฒนาเกณฑ์ ดังนั้นจึงควรที่จะมีการพัฒนาระบบเอกสาร ให้ผู้รับเหมาแต่ละรายมีรูปแบบการบันทึกข้อมูลที่เหมือนกัน

4) ควรมีการทบทวนตัวชี้วัดสมรรถนะที่สำคัญอย่างสม่ำเสมอ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการดำเนินงานการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาในอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหินทรูบาอินโด ประเทศอินโดนีเซีย โดยมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบระบบการวัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา โดยทำการศึกษากระบวนการทำงานของผู้รับเหมาและสรุปออกมาเป็นแผนผังสารธารคุณค่า (VSM) และทำการออกแบบตัวชี้วัดสมรรถนะตามกิจกรรมการทำงานของผู้รับเหมา จากนั้นทำการประเมินตัวชี้วัดโดยใช้เทคนิคลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เพื่อคัดเลือกตัวชี้วัดที่เหมาะสม ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลที่ได้จากการดำเนินงาน ปัญหาที่พบ และข้อเสนอแนะในการทำงานวิจัย

5.1 บทสรุปผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการออกแบบระบบวัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาอุตสาหกรรมเหมืองถ่านหิน โดยเป็นงานวิจัยที่ทำร่วมกับบริษัทบ้านปู จำกัด มหาชน ซึ่งต้องการปรับปรุงการทำงานของผู้รับเหมาให้มีมาตรฐานการทำงานที่เพิ่มมากขึ้นและพัฒนาอย่างต่อเนื่องในอนาคตสู่ความเป็นเลิศด้านการปฏิบัติงาน (Operational Excellence) โดยการออกแบบตัวชี้วัดเพื่อวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาในแต่ละราย จะทำการศึกษากระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมา 2 แผนก คือผู้รับเหมาแผนก Mine Operation ซึ่งมีหน้าที่ในการขุดและขนส่งถ่านหินจากบ่อเหมืองแล้วทำการขนส่งถ่านหินโดยรถบรรทุกมากองไว้ที่ลานกองถ่านหิน (ROM) จากนั้นผู้รับเหมาแผนก Coal Hauling จะทำการขนส่งถ่านหินจากลานกองถ่านหิน (ROM) ที่ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพถ่านหินขนส่งโดยรถบรรทุกไปยังโรงบดถ่านหิน เพื่อเข้าสู้กระบวนการถัดไป โดยทางบริษัทเล็งเห็นว่ากระบวนการขนส่งถ่านหินมีความสำคัญที่จะต้องหาแนวทางในการปรับปรุงพัฒนากระบวนการให้เป็นมาตรฐานมากยิ่งขึ้น แต่เนื่องจากกระบวนการขุดและขนส่งถ่านหิน

มีผู้รับเหมาหลายรายที่ดำเนินกิจกรรมการขนส่งนี้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทำการออกแบบระบบตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงาน เพื่อวัดและเปรียบเทียบผลการดำเนินงานของผู้รับเหมาแต่ละราย โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิธีการปฏิบัติงานของผู้รับเหมาจากคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงานของผู้รับเหมาทั้ง 2 แผนกและศึกษาจากข้อมูลผลการดำเนินงานย้อนหลัง แล้วนำมาสร้างเป็นแผนผังสารธารคุณค่า (VSM) เพื่อให้เห็นภาพรวมของกิจกรรมการดำเนินงานของผู้รับเหมาได้อย่างชัดเจนและครบทุกประเด็น จากนั้นจึงทำการออกแบบระบบตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาโดยทำการออกแบบตัวชี้วัดเพื่อวัดประสิทธิภาพในทุกกิจกรรม จากนั้นจึงใช้ทฤษฎี The Sand Cone Model ในการคัดกรองตัวชี้วัดออกมา โดยคำนึงถึงการวัดอยู่ 4 ปัจจัย คือ วัดทางด้านคุณภาพ,ด้านความเร็วและเวลาการดำเนินงาน, ด้านประสิทธิภาพ และด้านต้นทุน จึงได้ตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling ที่ผ่านการกรองเบื้องต้นทั้งหมดแผนกละ 8 ตัวชี้วัด เข้าสู่กระบวนการประเมินเพื่อคัดเลือกตัวชี้วัดที่เหมาะสมกับการวัดสมรรถนะในแต่ละแผนก โดยการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งได้จากการให้ผู้เชี่ยวชาญ 2 กลุ่มทำแบบประเมิน และคำนวณโดยใช้เทคนิคลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยการเปรียบเทียบตัวชี้วัดเป็นคู่ๆ และประเมินจากทางเลือกตัวชี้วัด ในการคัดเลือกตัวชี้วัดจะพิจารณาจาก 3 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูลซึ่งเป็นปัจจัยที่คำนึงถึงความยาก-ง่ายในการเก็บข้อมูลด้วย ,ปัจจัยด้านการสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง และปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล จากการวอเคราะห์และคำนวณค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญของตัวชี้วัดทำการเปรียบเทียบเพื่อเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาในแต่ละแผนกได้เหมาะสมที่สุด

จากผลการออกแบบตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation และ Coal Hauling มีการทำการประเมินค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้เลือกตัวชี้วัด จากการประเมินและให้น้ำหนักคะแนนปัจจัยที่มีความสำคัญ โดยการเข้ากระบวนการ AHP และเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ๆ พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกตัวชี้วัดมากที่สุด คือปัจจัยด้านการสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง (0.5237) ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล (0.3042) และปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล (0.1721) จากการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะของผู้รับเหมา Mine Operation โดยการหาค่าเฉลี่ยความสำคัญเพื่อเลือกตัวชี้วัดที่เหมาะสมได้ดังนี้ ตัวชี้วัดอัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก ,ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง ,อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน และ อัตราส่วนดินต่อแร่ และผลการคัดเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะแผนก Coal Hauling ได้ดังนี้ อัตราการและขนถ่านหินผิด ตัวชี้วัดปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือนและอัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

5.2 สรุปผลตามวัตถุประสงค์การวิจัย

จากงานวิจัยการออกแบบระบบการวัดสมรรถนะการขนส่งถ่านหินให้แก่ผู้รับเหมา Mine Operation และผู้รับเหมา Coal Hauling มีวัตถุประสงค์และสามารถการดำเนินงานวิจัยได้สำเร็จดังต่อไปนี้

5.2.1 วัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบการวัดสมรรถนะกระบวนการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมา จึงได้ทำการออกแบบระบบการวัดสมรรถนะของผู้รับเหมาทั้ง 2 แผนกได้ตัวชี้วัดสมรรถนะที่ผ่านการวิเคราะห์และประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 6 ตัวชี้วัด

5.2.2 วัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการดำเนินงานของผู้รับเหมาให้เป็นมาตรฐานยิ่งขึ้น จากการศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาทั้ง 2 แผนก ศึกษาจากมาตรฐานปฏิบัติงานของผู้รับเหมาทั้ง 5 เหมือง พบว่าแต่ละเหมืองมีวิธีการปฏิบัติงานแตกต่างกัน จึงทำการวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงานออกมาเป็นแผนผังสายธารคุณค่าโดยทำการศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนโดยละเอียด โดยทำการเสนอแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแต่ละกระบวนการให้มีมาตรฐานยิ่งขึ้น อีกทั้งจากการออกแบบตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการทำงานเพื่อยกระดับให้ขั้นตอนการปฏิบัติงานนั้นมีมาตรฐานและใช้เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดำเนินงานผู้รับเหมาแต่ละราย

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยในครั้งนี้ได้พบถึงปัญหาต่างๆ ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากข้อมูลไม่เพียงพอหรือไม่มีการบันทึกค่าตามต้องการ จึงมีข้อเสนอแนะสำหรับการทำงานวิจัยในครั้งต่อๆ ไปดังนี้

5.3.1 การวิเคราะห์การดำเนินงานของผู้รับเหมา ควรมีขั้นตอนมาตรฐานการดำเนินงานที่ชัดเจน, ข้อมูลมากเพียงพอ และมีมาตรฐานการดำเนินการขนส่งถ่านหินของผู้รับเหมาแต่ละเหมืองเหมือนกัน

5.3.2 การจัดทำแผนผังสายธารคุณค่าควรเขียนแผนผังกระบวนการโดยการเข้าไปดูกระบวนการ และเก็บข้อมูลจริง

5.3.3 ในการระบุตัวชี้วัดสมรรถนะ นอกจากจะมีการรวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่างๆ จากหลายๆ แหล่งที่ควรมีการสอบถามจากผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ควบคุมดูแล ซึ่งอาจจะใช้วิธีการสร้างแบบสอบถามเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลายๆ แหล่งข้อมูล

บรรณานุกรม

กรกช จันทร์สุคนธ์. 2548. “สมรรถในการสอนงานของหัวหน้างานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์”. วิทยานิพนธ์ศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ มหาวิยาลัยรามคำแหง.

กองโลจิสติกส์. ตัวชี้วัดประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์ปัจจัยสู่ความสำเร็จ. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://dol.dip.go.th/th/category/2019-02-08-08-57-30/2019-03-15-09-09-00 (30 กันยายน 2562)

จักรกฤษณ์ ดวงพัสตรา จิตติชัย รุจนกนกนาฏ. 2560. “การคัดเลือกดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของท่าเรือในความดูแลของกทท.”. วารสารการขนส่งและโลจิสติกส์.

เฉลิมวิทย์ ฉิมตระกูล. 2550 “สมรรถนะหลักของผู้บริหารกิจการนักศึกษา สำหรับสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย”. ดุษฎีนิพนธ์ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษาและภาวะผู้นำ มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น.

พันธุ์ลพ หัตถโกศล. 2555. “คู่มือพัฒนาผลผลิต และประสิทธิภาพสำหรับอุตสาหกรรมเหมืองแร่และโรงโม่หิน”. กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม.

ภาสพงศ์ อารีรักษ์. 2554. “การออกแบบระบบติดตามยานพาหนะสำหรับงานขนส่ง”. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิฑูรย์ ตันศิริคงคล. 2542. “AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก”. กรุงเทพมหานคร.

สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.วารสารการขนส่งและโลจิสติกส์.[ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.cuti.chula.ac.th/twwwroot/journals (30 กันยายน 2562)

สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (องค์กรมหาชน). กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.dti.or.th/download/150319174753_3ahp4 (30 กันยายน 2562)

บรรณานุกรม

สมอนงค์ กันทรวิชัยวัฒน์. 2545. “การวัดสมรรถนะการจัดการทางการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา”. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุขุม มั่นคง. 2559. แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping (VSM)). [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://vsmja.blogspot.com/2016/01/value-stream-mapping-vsm.html (21 กันยายน 2562)

A.W. Dougall & T.M. Mmola. (2015), “Identification of Key Performance Areas in the Southern African Surface Mining Delivery Environment”. The University of Johannesburg

Chandan Chaman. (2013), “Tyre Maintenance in Open Cast Mines”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.slideshare.net/chandanchaman/tire-maintenance-in-open-cast-mines. (26 มกราคม 2563)

David McClelland. (1973). “Testing for Competence rather than Intelligence”. Harvard University

Douglas D. Gransberg, Calin M. Popescu & Richard Ryan. “Construction Equipment Management for Engineers, Estimators, and Owners”

Ferdows and De Meyer. (1990), “Lasting Improvements in Manufacturing Performance: In Search of a New Theory”. Journal of Operations Management

H. Fourie. (2016), “Improvement in the overall Efficiency of Mining Equipment: a case study”. The Southern African Institute of Mining and Metallurgy

Jarosław Brodny & Magdalena Tutak. (2019), “Analyzing the Utilisation Effectiveness of Mining Machines Using Independent Data Acquisition Systems: A Case Study”. Silesian University of Technology

John Daley. (1998), “Benchmarking the Productivity of Austraria’s Black Coal Industrial”. Tasman Asia Pacific

บรรณานุกรม

John E. Schaufelberger & Giovanni C. Migliaccio. (2019), “Construction Equipment Management: Edition 2”. Routledge

Johnstone, J. M. (1981). “Indicators of Education System”. London

Max Moullin. (2007), "Performance measurement definitions: Linking performance measurement and organisational excellence". Sheffield Hallam University

Mousa Mohammadi, Piyush Rai & Suprakash Gupta. (2015), “Performance Measurement of Mining Equipment”. Indian Institute of Technology

M. Waqas, S. M. Tariq, M. Shahzad Z. Ali and S. Saqib. (2015),” Performance Measurement of Surface Mining Equipment by Using Overall Equipment Effectiveness”. University of Engineering & Technology Lahore

Robert D. Behn. (2003), “Why Measure Performance? Different Purposes Require Different Measures.”. Harvard University

Scott B. Parry. (1997), “Evaluating the Impact of Training”

Sermin Elevli & Birol Elevli. (2010), “Performance Measurement of Mining Equipments by Utilizing OEE”. Acta Montanistica Slovaca

Thomas L. Saaty. (1980), “The Analytic Hierarchy Process”. New York

Wireman. T. (1998), “Developing Performance Indicators in Maintenance”. New York

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญ
เรื่องการให้น้ำหนักความสำคัญในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

การสร้างแบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญ
เรื่องการให้น้ำหนักความสำคัญในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

1. วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของแบบสอบถามชุดนี้ เพื่อต้องการจัดลำดับความสำคัญของกิจกรรมและตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาฝ่าย Mine Operation และ Coal Hauling

2. ส่วนประกอบ:

แบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 การให้น้ำหนักความสำคัญของกิจกรรมการดำเนินงานของผู้รับเหมาฝ่าย Mine Operation และ Coal Hauling

ส่วนที่ 2 การให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในการเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะ

ส่วนที่ 3 การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมาฝ่าย Mine Operation และ Coal Hauling

ส่วนที่ 1 -3

การให้น้ำหนักความสำคัญของกิจกรรมการดำเนินงานของผู้รับเหมาฝ่าย Mine Operation และ Coal Hauling

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบความสำคัญของกิจกรรมการดำเนินงานของผู้รับเหมาฝ่ายMine Operation และ Coal Hauling ตั้งแต่กระบวนการขุดและขนส่งถ่านหินไปยังโรงงานบดถ่านหิน โดยจัดทำขึ้นเพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละกิจกรรมที่ผู้รับเหมาทำ นำไปวิเคราะห์หาความสำคัญของกิจกรรมที่ส่งผลต่อภาพรวมของกระบวนการขนส่งถ่านหินและเป็นแนวทางในการปรับปรุง พัฒนากระบวนการที่สำคัญนั้น โดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process, AHP) และวิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ (Pairwise Comparisons) ในการประเมินกิจกรรม

คำชี้แจง

การเปรียบเทียบโดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์และการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ จะใช้วิธีการสร้างคำถามโดยการจับคู่ทีละคู่ และให้ผู้เชียวชาญวงกลมกิจกรรมที่สำคัญกว่าและระดับความแตกต่างของความสำคัญในแต่ละกิจกรรม โดยมีความหมายของการให้คะแนนดังนี้

ระดับคะแนน	ความหมาย	คำอธิบาย
1	มีความสำคัญเท่ากัน	ทั้งสองปัจจัยมีผลกระทบต่อวัตถุประสงค์เท่ากัน
3	มีความสำคัญกว่าปานกลาง	ปัจจัยที่พิจารณามีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	มีความสำคัญกว่ามาก	ปัจจัยที่พิจารณามีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างมาก
7	มีความสำคัญมากที่สุด	ปัจจัยที่พิจารณามีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างมากที่สุด
9	มีความสำคัญสูงสุด	ค่าความสำคัญสูงสุดที่เป็นไปได้ในการพิจารณาปัจจัยทั้งสอง
2,4,6,8	เป็นค่าความสำคัญระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้	ความสำคัญในการเปรียบเทียบปัจจัยที่ถูกพิจาณาว่าควรเป็นค่าระหว่างกลางของค่าที่กล่าวข้างต้น

ตาราง ก-1 : การให้น้ำหนักความสำคัญของกิจกรรมการดำเนินงานของผู้รับเหมาฝ่าย Mine Operation และ Coal Hauling

กิจกรรม A	ค่าน้ำหนักความสำคัญ																	กิจกรรม B
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า								
การจัดการด้านทรัพยากร	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดสรรด้านความปลอดภัย
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านข้อมูล
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการวางแผนงาน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านกระบวนการ
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านคุณภาพถ่านหินและสิ่งแวดล้อม
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการควบคุมการผลิต
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการดูแลเครื่องจักร
การจัดการด้านข้อมูล	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการวางแผนงาน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านกระบวนการ
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านคุณภาพถ่านหินและสิ่งแวดล้อม
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการควบคุมการผลิต
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการดูแลเครื่องจักร

ตาราง ก-1 : การให้น้ำหนักความสำคัญของกิจกรรมการดำเนินงานของผู้รับเหมาฝ่าย Mine Operation และ Coal Hauling (ต่อ)

กิจกรรม A	ค่าน้ำหนักความสำคัญ																	กิจกรรม B
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า								
การจัดการด้านการวางแผนงาน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านกระบวนการ
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านคุณภาพถ่านหินและสิ่งแวดล้อม
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการควบคุมการผลิต
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการดูแลเครื่องจักร
การจัดการด้านกระบวนการ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านคุณภาพถ่านหินและสิ่งแวดล้อม
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการควบคุมการผลิต
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการดูแลเครื่องจักร
การจัดการด้านคุณภาพถ่านหินและสิ่งแวดล้อม	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการควบคุมการผลิต
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการดูแลเครื่องจักร
การจัดการด้านการควบคุมการผลิต	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	การจัดการด้านการดูแลเครื่องจักร

ตาราง ก-2 : การให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในการเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะ

ปัจจัย A	ค่าน้ำหนักความสำคัญ																ปัจจัย B
	ปัจจัย A สำคัญกว่า								=	ปัจจัย B สำคัญกว่า							
ปัจจัยต้นทุนในการจัดหาข้อมูล	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล
ปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล

ตาราง ก-3 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านปัจจัยต้นทุนในการจัดหาข้อมูล

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																	**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า								
อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการและขนถ่านหินผิด (Miss Match)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน

ตาราง ก-3 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านปัจจัยต้นทุนในการจัดหาข้อมูล(ต่อ)

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า							
อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการและขนถ่านหินผิด (miss match)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน

ตาราง ก-3 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านปัจจัยต้นทุนในการจัดหาข้อมูล(ต่อ)

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า							
อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
อัตราการขนถ่านหินผิด (miss match)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน

ตาราง ก-3 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านปัจจัยต้นทุนในการจัดหาข้อมูล(ต่อ)

ตัวชี้วัด A	ค่าน้ำหนักความสำคัญ																ตัวชี้วัด B
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า							
อัตราการและขนถ่านหินผิด (miss match)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

ตาราง ก-3 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านปัจจัยต้นทุนในการจัดหาข้อมูล(ต่อ)

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า							
อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
%Performance of a finalized report on time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

ตาราง ก-4 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Coal Hauling ฝ่ายด้านปัจจัยต้นทุนในการจัดหาข้อมูล

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า							
Stripping Ratio (อัตราส่วนดินต่อแร่)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

ตาราง ก-5 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (Comparability of KPI)

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																	**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า								
อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการและขนถ่านหินผิด (miss match)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน

ตาราง ก-5 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (Comparability of KPI) (ต่อ)

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																	**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า								
อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการและขนถ่านหินผิด (miss match)
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน

ตาราง ก-5 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (Comparability of KPI) (ต่อ)

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า							
อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
อัตราการและขนถ่านหินผิด(miss match)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน

ตาราง ก-5 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (Comparability of KPI) (ต่อ)

ตัวชี้วัด A	ค่าน้ำหนักความสำคัญ																	ตัวชี้วัด B
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า								
อัตราการและขนถ่านหินผิด (miss match)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

ตาราง ก-5 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (Comparability of KPI) (ต่อ)

ตัวชี้วัด A	ค่าน้ำหนักความสำคัญ																	ตัวชี้วัด B
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า								
อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
%Performance of a finalized report on time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

ตาราง ก-6 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายสะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานที่แท้จริง (อัตราดินส่วนแร่)

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า							
Stripping Ratio (อัตราส่วนดินต่อแร่)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

ตาราง ก-7 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านปัจจัยความพร้อมของข้อมูล

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																	**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า								
อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการและขนถ่านหินผิด
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน

ตาราง ก-7 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านปัจจัยความพร้อมของข้อมูล (ต่อ)

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																	**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า								
อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการและขนถ่านหินผิด
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน

ตาราง ก-7 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านปัจจัยความพร้อมของข้อมูล (ต่อ)

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																	**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า								
อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
อัตราการและขนถ่านหินผิด (miss match)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน

ตาราง ก-7 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านปัจจัยความพร้อมของข้อมูล (ต่อ)

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า							
อัตราการและขนถ่านหินผิด (miss match)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

ตาราง ก-7 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Mine Operation ฝ่ายด้านปัจจัยความพร้อมของข้อมูล (ต่อ)

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า							
อัตราการควบคุมระยะเวลาการขนส่งถ่านหิน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน
%Performance of a finalized report on time	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

ตาราง ก-8 : การให้น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดสมมรรถนะการดำเนินงานของผู้รับเหมา Coal Hauling ฝ่ายด้านปัจจัยความพร้อมของข้อมูล

ตัวชี้วัด A	**ค่าน้ำหนักความสำคัญ**																**ตัวชี้วัด B**
	กิจกรรม A สำคัญกว่า								=	กิจกรรม B สำคัญกว่า							
Stripping Ratio (อัตราส่วนดินต่อแร่)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการผ่านเกณฑ์มาตรฐานของรถบรรทุก
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการหยุดการขนส่งต่อเดือน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ปริมาณถ่านหินที่บรรลุตามแผนการขนส่ง
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราการขนส่งถ่านหินต่อวัน
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%Performance of a finalized report on time
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	อัตราค่าใช้จ่ายยางรถยนต์ต่อเดือน

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation และผู้รับเหมาแผนก Coal Hauling จากทั้ง 3 ปัจจัย โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 กลุ่ม

ตาราง ข-1 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{C2}
M_{Q1}	1	1	2	3	4	1	5	0.33
M_{Q2}	1	1	0.17	0.33	0.25	0.2	4	4
M_{S1}	0.5	6	1	1	3	5	7	2
M_{S2}	0.33	3	1	1	0.25	0.33	0.25	3
M_{P1}	0.25	4	0.33	4	1	3	6	0.5
M_{P2}	1	5	0.2	3	0.33	1	5	1
M_{C1}	0.2	0.25	0.14	4	0.17	0.2	1	4
M_{C2}	3	0.25	0.5	0.33	2	1	0.25	1
ผลรวมแนวตั้ง	7.28	20.5	5.34	16.67	11	11.73	28.5	15.83

ตาราง ข-2 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{C2}	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector	เปอร์เซ็นต์
M_{Q1}	0.14	0.05	0.37	0.18	0.37	0.09	0.18	0.02	1.36	0.17	17.32
M_{Q2}	0.14	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.14	0.25	0.67	0.08	8.38
M_{S1}	0.07	0.29	0.19	0.06	0.27	0.43	0.25	0.13	1.68	0.21	20.99
M_{S2}	0.05	0.15	0.19	0.06	0.02	0.03	0.01	0.19	0.69	0.09	8.61
M_{P1}	0.03	0.19	0.06	0.24	0.09	0.25	0.21	0.03	1.12	0.14	14.01
M_{P2}	0.14	0.24	0.04	0.18	0.03	0.09	0.18	0.06	0.95	0.12	11.91
M_{C1}	0.03	0.01	0.03	0.24	0.02	0.02	0.03	0.25	0.62	0.08	7.83
M_{C2}	0.41	0.01	0.09	0.02	0.18	0.09	0.01	0.06	0.88	0.11	10.96
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1

ตาราง ข-3 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{C2}
M_{Q1}	1	1	1	0.33	0.33	3	5	3
M_{Q2}	1	1	2	1	1	3	5	1
M_{S1}	1	0.5	1	3	1	0.5	4	0.33
M_{S2}	3	1	0.33	1	0.5	0.33	4	0.5
M_{P1}	3	1	1	2	1	3	7	1
M_{P2}	0.33	0.33	2	3	0.33	1	4	3
M_{C1}	0.2	0.2	0.25	0.25	0.14	0.25	1	0.5
M_{C2}	0.33	1	3	2	1	0.33	2	1
ผลรวมแนวตั้ง	9.87	6.03	10.58	12.58	5.31	11.42	32	10.33

ตาราง ข-4 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{C2}	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector	เปอร์เซ็นต์
M_{Q1}	0.10	0.17	0.09	0.03	0.06	0.26	0.16	0.29	1.16	0.15	14.50
M_{Q2}	0.10	0.17	0.19	0.08	0.19	0.26	0.16	0.10	1.24	0.15	15.50
M_{S1}	0.10	0.08	0.09	0.24	0.19	0.04	0.13	0.03	0.91	0.11	11.33
M_{S2}	0.30	0.17	0.03	0.08	0.09	0.03	0.13	0.05	0.88	0.11	10.97
M_{P1}	0.30	0.17	0.09	0.16	0.19	0.26	0.22	0.10	1.49	0.19	18.62
M_{P2}	0.03	0.06	0.19	0.24	0.06	0.09	0.13	0.29	1.08	0.14	13.53
M_{C1}	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.05	0.23	0.03	2.82
M_{C2}	0.03	0.17	0.28	0.16	0.19	0.03	0.06	0.10	1.02	0.13	12.73
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1

ตาราง ข-5 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{C2}
M_{Q1}	1	3	0.33	0.33	0.33	3	7	2
M_{Q2}	0.33	1	3	3	0.25	1	4	1
M_{S1}	3	0.33	1	1	0.33	4	7	0.33
M_{S2}	3	0.33	1	1	0.5	4	6	1
M_{P1}	3	4	3	2	1	4	7	0.25
M_{P2}	0.33	1	0.25	0.25	0.25	1	5	1
M_{C1}	0.14	0.25	0.14	0.17	0.14	0.20	1	4
M_{C2}	0.5	1	3	1	4	1	0.25	1
ผลรวมแนวตั้ง	11.31	10.92	11.73	8.75	6.81	18.20	37.25	10.58

ตาราง ข-6 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{C2}	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector	เปอร์เซ็นต์
M_{Q1}	0.09	0.27	0.03	0.04	0.05	0.16	0.19	0.19	1.02	0.13	12.76
M_{Q2}	0.03	0.09	0.26	0.34	0.04	0.05	0.11	0.09	1.01	0.13	12.67
M_{S1}	0.27	0.03	0.09	0.11	0.05	0.22	0.19	0.03	0.98	0.12	12.29
M_{S2}	0.27	0.03	0.09	0.11	0.07	0.22	0.16	0.09	1.04	0.13	13.05
M_{P1}	0.27	0.37	0.26	0.23	0.15	0.22	0.19	0.02	1.69	0.21	21.18
M_{P2}	0.03	0.09	0.02	0.03	0.04	0.05	0.13	0.09	0.49	0.06	6.14
M_{C1}	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.38	0.50	0.06	6.29
M_{C2}	0.04	0.09	0.26	0.11	0.59	0.05	0.01	0.09	1.25	0.16	15.62
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1

ตาราง ข-7 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{Q3}
M_{Q1}	1	5	1	4	0.33	3	0.5	0.25
M_{Q2}	0.2	1	0.17	2	0.33	0.5	0.2	0.33
M_{S1}	1	6	1	5	1	2	3	2
M_{S2}	0.25	0.5	0.2	1	0.33	0.25	0.33	0.25
M_{P1}	3	3	1	3	1	3	1	0.33
M_{P2}	0.33	2	0.5	4	0.33	1	0.33	0.25
M_{C1}	2	5	0.33	3	1	3	1	4
M_{Q3}	4	3	0.5	4	3	4	0.25	1
ผลรวมแนวตั้ง	11.78	25.5	4.7	26	7.33	16.75	6.62	8.42

ตาราง ข-8 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{Q3}	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector	เปอร์เซ็นต์
M_{Q1}	0.08	0.20	0.21	0.15	0.05	0.18	0.08	0.03	0.98	0.12	12.22
M_{Q2}	0.02	0.04	0.04	0.08	0.05	0.03	0.03	0.04	0.31	0.04	3.92
M_{S1}	0.08	0.24	0.21	0.19	0.14	0.12	0.45	0.24	1.67	0.21	20.90
M_{S2}	0.02	0.02	0.04	0.04	0.05	0.01	0.05	0.03	0.26	0.03	3.28
M_{P1}	0.25	0.12	0.21	0.12	0.14	0.18	0.15	0.04	1.21	0.15	15.08
M_{P2}	0.03	0.08	0.11	0.15	0.05	0.06	0.05	0.03	0.55	0.07	6.90
M_{C1}	0.17	0.20	0.07	0.12	0.14	0.18	0.15	0.48	1.49	0.19	18.67
M_{Q3}	0.34	0.12	0.11	0.15	0.41	0.24	0.04	0.12	1.52	0.19	19.02
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1

ตาราง ข-9 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{Q3}
M_{Q1}	1	5	0.5	3	0.2	5	2	3
M_{Q2}	0.2	1	0.2	0.33	0.2	3	2	0.5
M_{S1}	2	5	1	5	1	3	4	5
M_{S2}	0.33	3	0.2	1	0.25	2	3	3
M_{P1}	5	5	1	4	1	3	2	4
M_{P2}	0.2	0.33	0.33	0.5	0.33	1	0.25	0.25
M_{C1}	0.5	0.5	0.25	0.33	0.5	4	1	0.5
M_{Q3}	0.33	2	0.2	0.33	0.25	4	2	1
ผลรวมแนวตั้ง	9.57	21.83	3.68	14.5	3.73	25	16.25	17.25

ตาราง ข-10 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{Q3}	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector	เปอร์เซ็นต์
M_{Q1}	0.10	0.23	0.14	0.21	0.05	0.20	0.12	0.17	1.23	0.15	15.33
M_{Q2}	0.02	0.05	0.05	0.02	0.05	0.12	0.12	0.03	0.47	0.06	5.87
M_{S1}	0.21	0.23	0.27	0.34	0.27	0.12	0.25	0.29	1.98	0.25	24.73
M_{S2}	0.03	0.14	0.05	0.07	0.07	0.08	0.18	0.17	0.80	0.10	10.01
M_{P1}	0.52	0.23	0.27	0.28	0.27	0.12	0.12	0.23	2.04	0.26	25.52
M_{P2}	0.02	0.02	0.09	0.03	0.09	0.04	0.02	0.01	0.32	0.04	4.00
M_{C1}	0.05	0.02	0.07	0.02	0.13	0.16	0.06	0.03	0.55	0.07	6.88
M_{Q3}	0.03	0.09	0.05	0.02	0.07	0.16	0.12	0.06	0.61	0.08	7.65
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1

ตาราง ข-11 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{Q3}
M_{Q1}	1	0.25	0.33	4	0.25	2	0.33	2
M_{Q2}	4	1	0.33	3	1	2	1	4
M_{S1}	3	3	1	5	0.33	3	2	5
M_{S2}	0.25	0.33	0.2	1	1	0.5	0.25	0.5
M_{P1}	4	1	3	1	1	3	2	5
M_{P2}	0.5	0.5	0.33	2	0.33	1	0.33	0.5
M_{C1}	3	1	0.5	4	0.5	3	1	3
M_{Q3}	0.5	0.25	0.2	2	0.2	2	0.33	1
ผลรวมแนวตั้ง	16.25	7.33	5.9	22	4.62	16.5	7.25	21

ตาราง ข-12 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{Q3}	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector	เปอร์เซ็นต์
M_{Q1}	0.06	0.03	0.06	0.18	0.05	0.12	0.05	0.10	0.65	0.08	8.13
M_{Q2}	0.25	0.14	0.06	0.14	0.22	0.12	0.14	0.19	1.24	0.16	15.52
M_{S1}	0.18	0.41	0.17	0.23	0.07	0.18	0.28	0.24	1.76	0.22	21.98
M_{S2}	0.02	0.05	0.03	0.05	0.22	0.03	0.03	0.02	0.45	0.06	5.57
M_{P1}	0.25	0.14	0.51	0.05	0.22	0.18	0.28	0.24	1.85	0.23	23.11
M_{P2}	0.03	0.07	0.06	0.09	0.07	0.06	0.05	0.02	0.45	0.06	5.61
M_{C1}	0.18	0.14	0.08	0.18	0.11	0.18	0.14	0.14	1.16	0.14	14.48
M_{Q3}	0.03	0.03	0.03	0.09	0.04	0.12	0.05	0.05	0.45	0.06	5.60
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1

ตาราง ข-13 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูล โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{Q3}
M_{Q1}	1	1	2	3	4	1	5	0.33
M_{Q2}	1	1	0.17	0.33	0.25	0.2	4	4
M_{S1}	0.5	6	1	1	3	5	7	2
M_{S2}	0.33	3	1	1	0.25	0.33	0.25	3
M_{P1}	0.25	4	0.33	4	1	3	6	0.5
M_{P2}	1	5	0.2	3	0.33	1	5	1
M_{C1}	0.2	0.25	0.14	4	0.17	0.2	1	4
M_{Q3}	3	0.25	0.5	0.33	2	1	0.25	1
ผลรวมแนวตั้ง	12.03	21.25	8.84	14.08	7.25	16.4	32.25	7.5

ตาราง ข-14 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านต้นทุนในการจัดหาข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{Q3}	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector	เปอร์เซ็นต์
M_{Q1}	0.08	0.05	0.23	0.21	0.03	0.06	0.16	0.03	0.85	0.11	10.66%
M_{Q2}	0.08	0.05	0.02	0.02	0.03	0.01	0.12	0.13	0.48	0.06	5.96%
M_{S1}	0.04	0.28	0.11	0.07	0.41	0.30	0.22	0.03	1.48	0.18	18.46%
M_{S2}	0.03	0.14	0.11	0.07	0.03	0.12	0.12	0.03	0.67	0.08	8.33%
M_{P1}	0.33	0.19	0.04	0.28	0.14	0.18	0.19	0.07	1.42	0.18	17.70%
M_{P2}	0.08	0.24	0.02	0.04	0.05	0.06	0.16	0.03	0.67	0.08	8.40%
M_{C1}	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.53	0.66	0.08	8.27%
M_{Q3}	0.33	0.05	0.45	0.28	0.28	0.24	0.01	0.13	1.78	0.22	22.21%
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1

ตาราง ข-15 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{Q3}
M_{Q1}	1	1	0.5	0.50	1	3	5	0.25
M_{Q2}	1	1	2	1	1	3	4	0.5
M_{S1}	2	0.5	1	3	1	0.5	4	0.33
M_{S2}	2	1	0.33	1	4	0.5	4	0.33
M_{P1}	1	1	1	0.25	1	3	7	0.25
M_{P2}	0.33	0.33	2	2	0.33	1	4	2
M_{C1}	0.2	0.25	0.25	0.25	0.14	0.25	1	0.5
M_{Q3}	4	2	3	3	4	0.5	2	1
ผลรวมแนวตั้ง	11.53	7.08	10.08	11	12.47	11.75	31	5.17

ตาราง ข-16 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Mine Operation จากปัจจัยที่สะท้อนให้เห็นถึงผลการดำเนินงานอย่างแท้จริง โดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{Q3}	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector	เปอร์เซ็นต์
M_{Q1}	0.09	0.14	0.05	0.05	0.08	0.26	0.16	0.05	0.87	0.11	10.85
M_{Q2}	0.09	0.14	0.20	0.09	0.08	0.26	0.13	0.10	1.08	0.13	13.48
M_{S1}	0.17	0.07	0.10	0.27	0.08	0.04	0.13	0.06	0.93	0.12	11.65
M_{S2}	0.17	0.14	0.03	0.09	0.32	0.04	0.13	0.06	1.00	0.12	12.44
M_{P1}	0.09	0.14	0.10	0.02	0.08	0.26	0.23	0.05	0.96	0.12	11.99
M_{P2}	0.03	0.05	0.20	0.18	0.03	0.09	0.13	0.39	1.08	0.14	13.55
M_{C1}	0.02	0.04	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.10	0.26	0.03	3.27
M_{Q3}	0.35	0.28	0.30	0.27	0.32	0.04	0.06	0.19	1.82	0.23	22.76
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1

ตาราง ข-17 ผลการประเมินทางเลือกตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{Q3}
M_{Q1}	1	3.00	0.33	0.33	0.33	3.00	7.00	2.00
M_{Q2}	0.33	1	3.00	3.00	0.25	1.00	4.00	1.00
M_{S1}	3.00	0.33	1	1.00	0.33	4.00	7.00	0.33
M_{S2}	3.00	0.33	1.00	1	0.50	4.00	6.00	1.00
M_{P1}	3.00	4.00	3.00	2.00	1	4.00	7.00	0.25
M_{P2}	0.33	1.00	0.25	0.25	0.25	1	5.00	1.00
M_{C1}	0.14	0.25	0.14	0.17	0.14	0.20	1	4.00
M_{Q3}	0.50	1.00	3.00	1.00	4.00	1.00	0.25	1
ผลรวมแนวตั้ง	11.31	10.92	11.73	8.75	6.81	18.20	37.25	10.58

ตาราง ข-18 การหาค่าความสำคัญตัวชี้วัดสมรรถนะผู้รับเหมา Coal Hauling จากปัจจัยด้านความพร้อมของข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1

ตัวชี้วัด	M_{Q1}	M_{Q2}	M_{S1}	M_{S2}	M_{P1}	M_{P2}	M_{C1}	M_{Q3}	ผลรวมแนวนอน	Eigenvector	เปอร์เซ็นต์
M_{Q1}	0.09	0.27	0.03	0.04	0.05	0.16	0.19	0.19	1.02	0.13	12.76
M_{Q2}	0.03	0.09	0.26	0.34	0.04	0.05	0.11	0.09	1.01	0.13	12.67
M_{S1}	0.27	0.03	0.09	0.11	0.05	0.22	0.19	0.03	0.98	0.12	12.29
M_{S2}	0.27	0.03	0.09	0.11	0.07	0.22	0.16	0.09	1.04	0.13	13.05
M_{P1}	0.27	0.37	0.26	0.23	0.15	0.22	0.19	0.02	1.69	0.21	21.18
M_{P2}	0.03	0.09	0.02	0.03	0.04	0.05	0.13	0.09	0.49	0.06	6.14
M_{C1}	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.38	0.50	0.06	6.29
M_{Q3}	0.04	0.09	0.26	0.11	0.59	0.05	0.01	0.09	1.25	0.16	15.62
ผลรวมแนวตั้ง	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1

ประวัติผู้เขียน

ชื่อสกุล : นางสาวจิดาภา ชาญเจริญ

รหัสนักศึกษา : 590610262

วัน เดือน ปี เกิด : 8 มกราคม 2541

ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนลำปางกัลยาณี จังหวัด ลำปาง
สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนลำปางกัลยาณี จังหวัด ลำปาง

ที่อยู่ปัจจุบัน : 152/22 หมู่ 1 ตำบล ป่าป้อง อำเภอ ดอยสะเก็ด จังหวัด เชียงใหม่ 50220

เบอร์โทรศัพท์ : 0873023015

ชื่อสกุล : นางสาวเฌอสินี หล้าเตจา

รหัสนักศึกษา : 590610269

วัน เดือน ปี เกิด : 1 พฤษจิกายน 2540

ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนตากพิทยาคม จังหวัด ตาก
สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนตากพิทยาคม จังหวัด ตาก

ที่อยู่ปัจจุบัน : 3/24 ตำบลหนองหลวง อำเภอ เมือง จังหวัด ตาก 63000

เบอร์โทรศัพท์ : 0956415488