บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้กล่าวถึงการจัดการด้านเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง การบำรุงรักษาซึ่งเน้นที่ระบบการจัดเก็บข้อมูล และการกำหนดรูปแบบเพื่อบันทึกค่าใช้จ่ายของการดำเนินงานเครื่องจักร พร้อมกับพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายจากการทำงาน โดยลักษณะวิธีการใช้เครื่องจักรกลในการทำการก่อสร้างในส่วนงานดิน (Earth Work)

2.1 แนวความคิดเกี่ยวกับการใช้เครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง

เครื่องจักรกลในงานก่อสร้างถูกพัฒนาเพื่อการทำงานที่ให้ปริมาณงานที่มากกว่าเดิม และสะดวกรวดเร็วรวมทั้งใช้เวลาในการทำงานลดลง ซึ่งแนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคตจะมีการนำมาใช้งานทดแทนแรงงานคนทำให้อัตราส่วนต้นทุนของเครื่องจักรสูงขึ้น โดยอัตราส่วนต่อค่าใช้จ่ายแรงงานคนลดลง แต่เป็นที่น่าสังเกตุว่าเครื่องจักรกลในงานก่อสร้างมีนวัตกรรมในการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้าเมื่อเทียบกับเครื่องจักรในอุตสาหกรรมอื่นๆ เพราะสภาพการใช้งานที่ต้องการความทนทานมาก ดังนั้นจึงเป็นปัจจัยสำคัญของการนำชิ้นส่วนอะไหล่ที่เป็นนวัตกรรมใหม่มาใช้แทนชิ้นส่วนดั้งเดิม

ปัจจุบันได้มีเครื่องจักรกลในงานก่อสร้างหลากชนิดมากขึ้นกว่าที่ผ่านมามาก และมีหลายชนิดเป็นเครื่องจักรพิเศษที่ใช้เฉพาะงาน เช่น เครื่องเจาะอุโมงค์ใต้ดิน เครื่องอัดฉีดน้ำปูน (Grout Cement) เพิ่มเสถียรภาพแก่ชั้นดิน รถขุดร่อง (Trencher) สำหรับงานวางท่อ ทั้งนี้เพื่อการทำงานที่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ และความรวดเร็วของปริมาณงานที่ได้ตลอดจนเพิ่มความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นเครื่องจักรกลในงานก่อสร้างจึงเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างมากในงานก่อสร้าง ซึ่งต้องมีการจัดการที่ดีและเป็นระบบ โดยลักษณะการจัดการที่ดีและถูกต้องนั้น เริ่มจากกำหนดระบบการบันทึกข้อมูลเพื่อบันทึกสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรในระหว่างการใช้งานตลอดจนสามารถสรุปเป็นค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรได้

โดยทั้งนี้อายุการใช้งานของเครื่องจักรกลนั้น ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน และการบำรุงรักษาเป็นหัวใจสำคัญ คู่มือการซ่อมบำรุงรักษาของบริษัท CATAPILLAR กล่าวว่า หัวใจของการบันทึกค่าใช้จ่าย คือมาตรวัดชั่วโมง หัวใจของการบำรุงรักษาเครื่องจักร คือลดค่าใช้จ่าย

2.2 โครงสร้างต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง

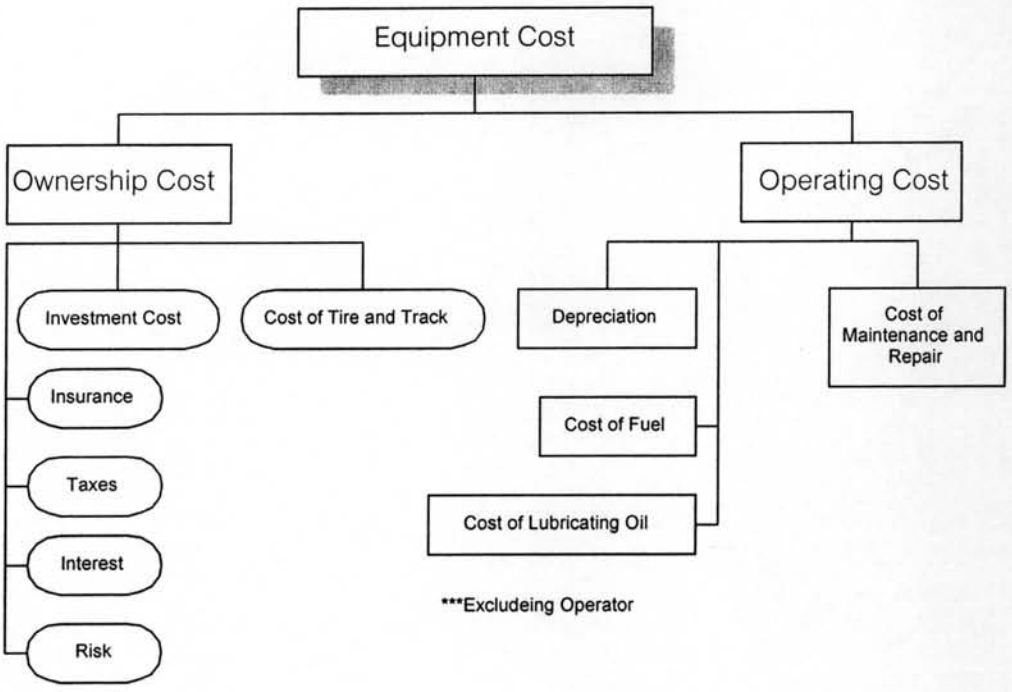
ในการคิดคำนวณค่าใช้จ่ายเครื่องจักรในงานก่อสร้างนั้น เริ่มมีขึ้นตั้งแต่ชำระเงินซื้อเครื่องจักรมาใช้งาน โดยอาจชำระเป็นเงินสด หรือผ่อนชำระ หรือการเช่าซื้อ เมื่อมีการใช้เครื่องจักรต้องมีค่าใช้จ่ายในการใช้งานเกิดขึ้น ประกอบด้วยค่าน้ำมันเชื้อเพลิงค่าสารหล่อลื่น ค่าบำรุงรักษา และค่าพนักงานควบคุมเครื่องจักร เมื่อการใช้งานผ่านไปอุปกรณ์บางชิ้นเกิดการสึกหรอลงตามอายุการใช้งานของเครื่องจักรทำให้ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ หรือเพิ่มวัสดุหล่อลื่น เกิดเป็นค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษา ต่อมาเมื่อมีการใช้งานนานขึ้นหรือมีการบำรุงรักษาที่ไม่ดีพอ มักทำให้เครื่องจักรเกิดการสึกหรอมากขึ้นจึงต้องมีการซ่อมแซม ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาตามมา ในการคิดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนค่าเครื่องจักรได้มีผู้ให้แนวคิดไว้ดังนี้

2.2.1 Peurifoy et al. (1996) ได้แบ่งค่าใช้จ่ายเครื่องจักรไว้ดังรูปที่ 2.1

2.2.1.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment Cost) เป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายการเป็นเจ้าของเครื่องจักร โดยรวมดอกเบี้ยของเงินลงทุน ภาษี และค่าใช้จ่ายอื่นที่เกี่ยวเนื่องกับเครื่องจักร เช่นการประกันภัย ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา ค่าใช้จ่ายในการเป็นเจ้าของหรือค่าใช้จ่ายในการลงทุนนี้ มีค่ามากขึ้นตามเวลาที่เปลี่ยนไป ไม่ว่ามีการใช้เครื่องจักรหรือไม่ก็ตาม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องให้เครื่องจักรใช้งานให้ได้ผลตอบแทนมากที่สุด

2.2.1.2 ค่าเสื่อมราคา (Depreciation) คือการสูญเสียมูลค่าเครื่องจักรแต่ละตัวไปกับกาลเวลาสืบเนื่องมาจากการสึกหรอและชำรุดจากการใช้งาน อีกทั้งการเสื่อมลงของเครื่องจักร ความล้าสมัย หรือความต้องการใช้ลดลง

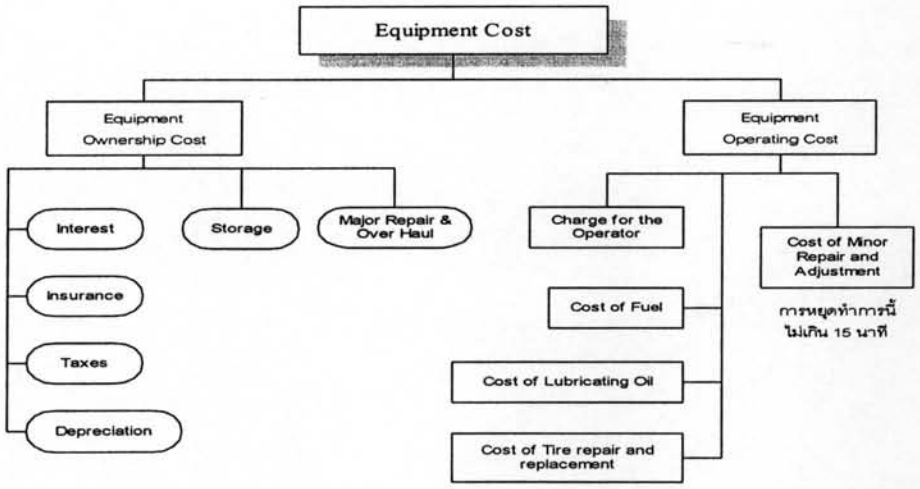
2.2.1.3 ค่าใช้จ่ายในการทำงาน (Operating Cost) คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อมีการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งต่างจากค่าใช้จ่ายในการลงทุนซึ่งเกิดขึ้นตลอดเวลา ไม่ว่าเครื่องจักรทำงานหรือไม่ก็ตาม แต่ค่าใช้จ่ายในการทำงานเกิดขึ้นต่อเมื่อเครื่องจักรมีการใช้งานเท่านั้น ค่าใช้จ่ายในการทำงานประกอบด้วย ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าน้ำมันและสารหล่อลื่น ค่าแรงพนักงานควบคุมเครื่องจักร การบำรุงรักษา การซ่อมย่อย บางครั้งค่าใช้จ่ายในการทำงานยังรวมถึง การบำรุงรักษาหลัก การซ่อมใหญ่ และการเปลี่ยนยาง แต่มีการคิดค่าใช้จ่ายส่วนนี้รวมอยู่ในค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้วยเช่นกัน



ที่มา : Peurifoy et al. (1996)

รูปที่ 2.1 โครงสร้างต้นทุนเครื่องจักรกลในงานก่อสร้างของ Peurifoy et al.

2.2.2 Day (1973) กล่าวว่าสิ่งสำคัญที่สุดในการวางแผนเครื่องจักร คือการบริหารค่าใช้จ่ายโดยรวม ซึ่งค่าใช้จ่ายนี้ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุนตอนแรกหรือค่าเช่า ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเพื่อให้เครื่องจักรเดินเครื่องอย่างเป็นอย่างดี ดังรูปที่ 2.2



ที่มา : Day A.D. (1973)

รูปที่ 2.2 ต้นทุนเครื่องจักรกลในงานก่อสร้างตามนิยามของ Day

2.2.2.1 ค่าใช้จ่ายในการเป็นเจ้าของเครื่องจักร (Equipment Ownership Cost) คือค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของการเป็นเจ้าของเครื่องจักร ซึ่งคิดรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการนำเครื่องจักรไปยังที่ใช้งาน และพร้อมทำงาน โดยการคิดค่าใช้จ่ายอย่างสม่ำเสมอในทางบัญชีเพื่อลดค่าใช้จ่ายเบื้องต้นของการเป็นเจ้าของเครื่องจักร ได้แยกเป็นข้อๆ ดังนี้

- ดอกเบี้ย (Interest) คือค่าใช้จ่ายในการยืมเงินลงทุน หรือค่าคิดคำนวณผลตอบแทนการลงทุน

- ภาษี (Taxes) คือค่าใช้จ่ายภาษีและอากรที่ถูกจัดเก็บจากรัฐบาล ศุลกากร หรือเทศบาล

- ประกันภัย (Insurance) คือค่าใช้จ่ายในการป้องกันความสูญเสีย และการเสียหายที่อาจจะเกิดแก่เครื่องจักร

- ค่าเก็บรักษา (Storage) คือค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาเครื่องจักรให้ปลอดภัยเมื่อไม่มีการใช้งาน เช่นค่าเช่าที่ดิน หรือค่าเช่าโกดัง

- การซ่อมแซมใหญ่ และการยกเครื่อง (Major Repair and Overhauling) คือค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมใหญ่หรือเปลี่ยนเครื่องยนต์ หรือเปลี่ยนส่วนหนึ่งส่วนใดของเครื่องจักรในโรงซ่อมโดยช่างผู้ชำนาญในการซ่อมเครื่องจักรกลนั้นๆ

2.2.2.2 ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร (Equipment Operating Cost) คือค่าใช้จ่ายในการทำงานหรือค่าใช้จ่ายที่จำเป็นในการให้กำลังแก่เครื่องจักร และทำให้เครื่องจักรเดินเรียบและมีประสิทธิภาพในการใช้งาน ซึ่งค่าใช้จ่ายที่กล่าวมานี้เกิดขึ้นต่อเมื่อมีการใช้เครื่องจักรเท่านั้น ค่าใช้จ่ายต่างๆ มีดังต่อไปนี้

- ค่าแรงพนักงานขับเครื่องจักร (Charge for the Operator) ประกอบด้วยเงินเดือนพนักงาน ภาษีเงินได้ ค่าประกันชีวิตของพนักงาน ค่าเบี้ยขยัน และรายได้อื่น ในบางครั้งเครื่องจักรอาจใช้พนักงานมากกว่า 1 คน ก็ให้คิดค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด

- ค่าเชื้อเพลิง (Cost of Fuel) คือค่าใช้จ่ายในการให้กำลังแก่เครื่องจักรซึ่งแต่ละเครื่องยนต์อาจใช้น้ำมันเบนซิน หรือน้ำมันดีเซล พลังงานไฟฟ้า หรือพลังงานอื่นๆ ต้นทุนจะแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของเชื้อเพลิง และประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ใช้

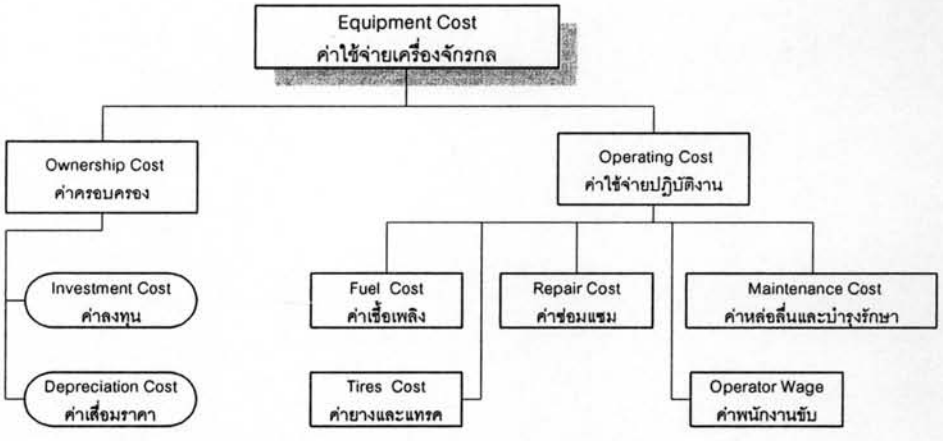
- ค่าใช้จ่ายน้ำมันหล่อลื่น (Cost of Lubricating Oils) คือค่าใช้จ่ายของน้ำมันหล่อลื่นที่ต้องเติมเป็นประจำวัน หรือเติมพิเศษ หรือเติมเปลี่ยนถ่ายตามระยะเวลาที่กำหนด ค่าใช้จ่ายน้ำมันหล่อลื่นนี้ สามารถแยกออกมาจากค่าเชื้อเพลิงเนื่องราคาต่อหน่วยของสารหล่อลื่นนั้นแตกต่างจากราคาของเชื้อเพลิง ค่าใช้จ่ายน้ำมันหล่อลื่นสามารถคำนวณโดยประมาณได้จาก

การเทียบสัดส่วนกับเวลาการทำงาน หรือกับช่วงเวลาของการเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น และการประมาณเป็นอัตราการใช้สารหล่อลื่นเทียบกับปริมาณการใช้เชื้อเพลิง

- ค่าใช้จ่ายการซ่อมย่อยและการปรับแต่ง (Cost of Minor Repairs and Adjustments) คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นขณะทำงาน เป็นการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่หาได้ในหน้างาน พนักงานควบคุมเครื่องจักรจะหยุดรอเพื่อทำงานต่อ ซึ่งการหยุดงานนี้ไม่ควรเกิน 15 นาที

- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมยางหรือเปลี่ยนยาง (Cost of Tire Repairs and Replacement) เป็นค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนยาง ซึ่งไม่รวมต้นทุนค่ายางที่มากับเครื่องจักรในครั้งแรก โดยยางแต่ละเส้นจะทนทานต่อความร้อน แรงเสียดทาน ความยืดหยุ่นของสภาพการใช้งานต่างกัน สิ่งที่สามารถบอกอายุการใช้งานของยางคือ จำนวนชั่วโมงทำงาน หรือระยะทางที่ใช้งาน

เมื่อพิจารณาจากการกำหนดและเสนอจัดจ้างของระบบการทำงานในภาครัฐ ได้มีการจัดทำมาตรฐานมูลค่าราคาการทำงาน และค่าใช้จ่ายจากการจัดจ้างเหมาสำหรับเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง เป็นมาตรฐานโดยอาศัยการอ้างอิงออกเป็น 2 ส่วนดังนี้ ดังรูปที่ 2.3

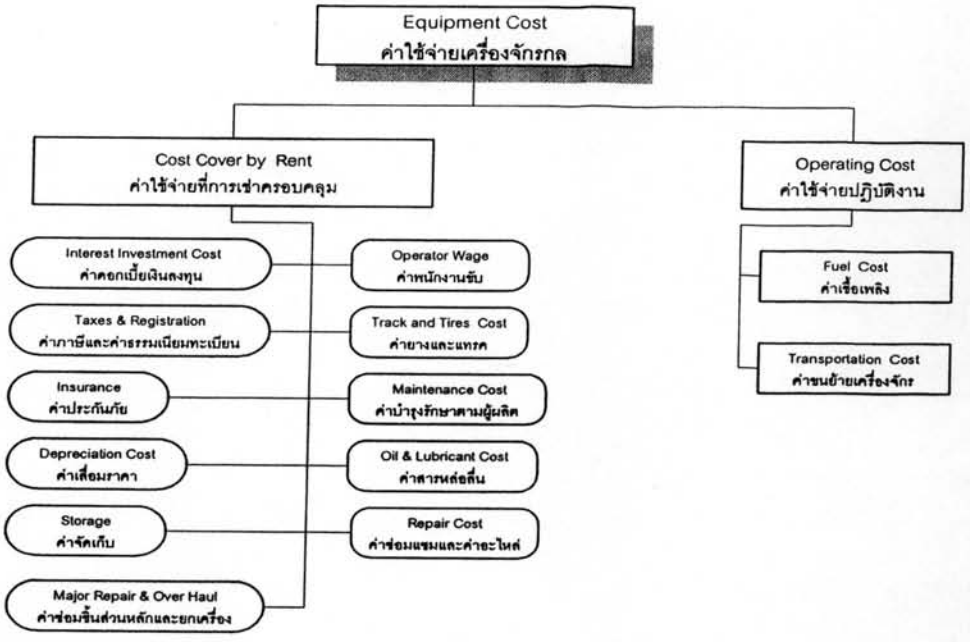


ที่มา : กองบริหารเครื่องจักรกล กรมทางหลวง 2540 โดยจะพิจารณาค่าใช้จ่ายเท่ากับ จำนวน บาท/ชั่วโมงทำงาน

รูปที่ 2.3 โครงสร้างการพิจารณาค่าใช้จ่ายเครื่องจักรกลของกรมทางหลวง

ซึ่งมีลักษณะการพิจารณาพร้อมทั้งจัดกลุ่มของต้นทุนค่าใช้จ่ายเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง คล้ายกับการจัดประเภทค่าใช้จ่ายของ Peurifoy et al. (1996) แต่เนื่องจากการพิจารณาผู้ประกอบการให้เช่าเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง ในมุมมองจากเงื่อนไขของสัญญาให้เช่า ที่กำหนด

กำหนดส่วนที่ผู้ให้เช่ารับผิดด้านการดำเนินการ และค่าใช้จ่ายซึ่งรวมอยู่ในค่าเช่า สามารถพิจารณาเป็นรูปโครงสร้างต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ผู้ใช้เครื่องจักรได้ ดังรูปที่ 2.4



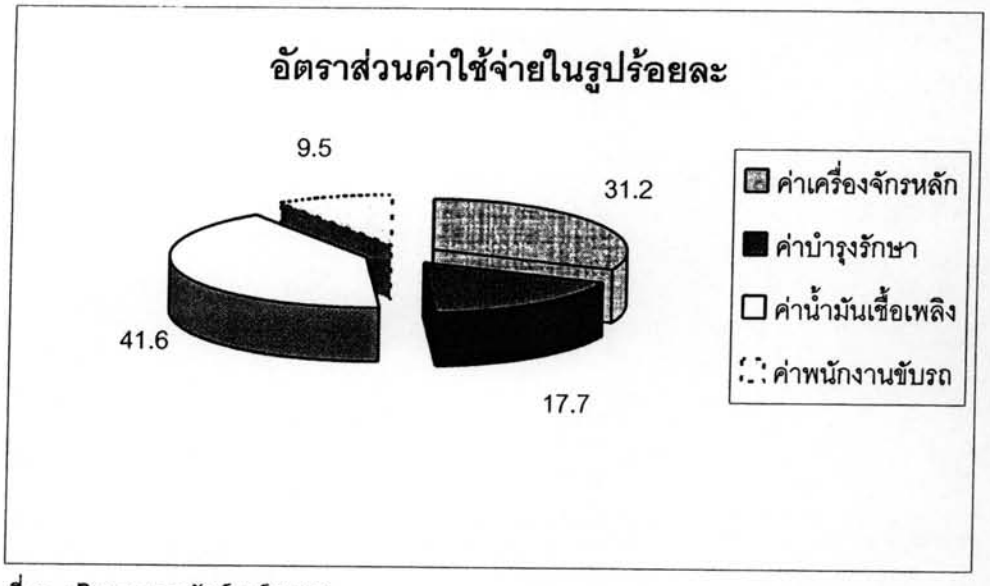
ที่มา : The American Associated Equipment Distributor [AED]

รูปที่ 2.4 โครงสร้างต้นทุนค่าใช้จ่ายของบริษัทให้เช่าเครื่องจักร

2.2.3 Voster และSears (1987) ได้นำเสนอแบบจำลองการตัดสินใจในการเลิกใช้ และเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ ทดแทนเครื่องจักรในตำแหน่งงานเดิมของงานก่อสร้าง โดยนำข้อมูลของการเสียของเครื่องจักรขณะปฏิบัติงาน (Downtime Hour) มาวิเคราะห์เป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นตามอายุของเครื่องจักรเมื่อใช้งานในการเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นครั้งแรกของการเสนอแนวความคิดในการพิจารณาค่าใช้จ่ายจากการเสียของเครื่องจักร (Downtime Cost) ในรูปแบบของต้นทุนที่ต้องเกิดจากการไม่สามารถทำงานได้ของเครื่องจักร

2.3 แนวคิดและการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร

ปริญญา และ รักษ์พงศ์ (2545) ได้นำเสนออัตราส่วนของค่าใช้ในเครื่องจักรกลงานก่อสร้างได้อย่างน่าสนใจ โดยจากตัวอย่างการวิเคราะห์งานก่อสร้างโครงการหนึ่ง ได้ข้อมูลตามรูปที่ 2.5 ซึ่งเป็นการนำข้อมูลทางบัญชีมาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบให้เห็นสัดส่วนของต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร ตามประเภทของค่าใช้จ่ายต่างๆ แต่ทั้งนี้ สัดส่วนของค่าน้ำมันเชื้อเพลิงมีร้อยละค่าใช้จ่ายอยู่ในเกณฑ์ที่น่าจะพิจารณาได้ว่า ข้อมูลที่นำเสนอนี้มาจากกลุ่มผู้ประกอบการลงทุนจัดซื้อเครื่องจักรเพื่อใช้งานเอง



ที่มา : ปริญญา และ รักษ์พงศ์ (2545)

รูปที่ 2.5 อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายในเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง

จากการนำเสนอสัดส่วนค่าใช้จ่ายดังกล่าวแล้วนั้น ยังได้มีการแสดงแนวทางในการวิเคราะห์ราคางานก่อสร้างในหลายๆประเภทของงานได้อย่างละเอียด แต่ขาดการวิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง ในส่วนของค่าใช้จ่ายในการทำงานที่ต้องรวมปัจจัยต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ เพราะเครื่องจักรที่ใช้ทุกตัวนั้นไม่สามารถมีอายุ และสภาพเดียวกันได้อย่างแน่นอน ดังนั้นการประมาณการที่นำเสนอยังไม่สอดคล้องการนำไปใช้จริง และไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ประมาณการเช่นนั้นกับทุกๆ สภาพเครื่องจักร ถึงแม้เป็นชนิดเดียวกันก็ตาม ดังตารางที่ 2.1 ซึ่งคือการนำเสนออย่างสรุปเป็นแนวทางเพื่อใช้ในการพิจารณา

ตารางที่ 2.1 สรุปข้อมูลที่ใช้ในการคิดราคาต้นทุนทำงานของเครื่องจักรกลก่อสร้าง

อายุการใช้งานเครื่องจักร	5 – 7	ปี
วิธีการคิดค่าเสื่อมราคา	ระบบเส้นตรง	
มูลค่าซาก	20	ร้อยละของมูลค่าแรกซื้อ
ราคาน้ำมันดีเซล	13	บาท/ลิตร
ราคาน้ำมันเบนซิน	15	บาท/ลิตร
ราคาน้ำมันหล่อลื่น	200	บาท/ลิตร
ค่ายาง	15	ร้อยละของมูลค่าแรกซื้อ
อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง	20	ลิตร/ชั่วโมง
อัตราค่าบำรุงรักษา	3	ร้อยละของมูลค่าแรกซื้อต่อปี
อัตราการใช้น้ำมันหล่อลื่น	0.4	ลิตร/ชั่วโมง

ที่มา : ปริญญา และ รักษ์พงศ์ (2545)

Peurifoy et al. (1996) ได้นำเสนอแนวความคิดของการประมาณต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละส่วน ซึ่งแบ่งเป็นทั้งหมด 7 ประเภทค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรด้วยกัน ดังนี้

2.3.1 ค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิง (Fuel Expense)

Peurifoy et al. (1996) ได้กำหนดหลักการ และวิธีการหาปริมาณของเชื้อเพลิงเอาไว้ได้คร่าวๆว่า ในสภาพอากาศโดยทั่วไป ซึ่งต้องปรับใช้ตามประสิทธิภาพการทำงาน

-ในเครื่องยนต์เบนซิน $Fuel = hp \times 0.23 \frac{liter}{Hr.(work)} \cdots or \cdots hp \times 0.06 \frac{gallon}{Hr.(work)}$

-ในเครื่องยนต์ดีเซล $Fuel = hp \times 0.15 \frac{liter}{Hr.(work)} \ldots or \ldots hp \times 0.04 \frac{gallon}{Hr.(work)}$

Fuel = อัตราการใช้เชื้อเพลิง หน่วย (แกลลอน/ชั่วโมงทำงาน)

hp = กำลังของเครื่องยนต์เป็นแรงม้า (Horse Power)

ปริมาณการใช้อัตราเชื้อเพลิงดังกล่าวมาทำการปรับค่าอัตราการใช้งานตามประสิทธิภาพจากปัจจัยการใช้กำลังทำงานของเครื่องจักรที่มาจากการจัดวงรอบการทำงาน และปัจจัยเวลาในการทำงาน เช่น ใน 1 ชั่วโมงการทำงานเครื่องมีการทำงาน 45 นาทีได้ว่า

$$\text{ปัจจัยในการทำงาน(Operating factor)} = \text{Engine.factor} \times \text{Time.factor}$$

$$\text{อัตราการใช้เชื้อเพลิงของเครื่องจักรคือ} = \text{Operating .factor} \times \text{Fuel}\left(\frac{\text{liter}}{\text{Hr.}}\right)$$

$$\text{ดังนั้น ค่าเชื้อเพลิง (บาท/ชั่วโมง (ทำงาน))} = \text{Fuel}\left(\frac{\text{liter}}{\text{Hr.}}\right) \times \text{price}\left(\frac{\text{Baht}}{\text{liter}}\right)$$

นอกจากนี้ยังมีวิธีการวิเคราะห์อัตราการใช้เชื้อเพลิงในเอกสารวิชาการต่างๆ ตาม Herbert และ Day (1998) เปรียบเทียบของ พนม (2536) และวีระศักดิ์ (2534) ยังคงใช้หลักการคล้ายกันนี้ในการวิเคราะห์อัตราการใช้เชื้อเพลิง

2.3.2 ค่าใช้จ่ายของน้ำมันหล่อลื่น (Oil and Lubricant Expense)

Peurifoy et al. (1996) ได้กำหนดหลักการ และวิธีประมาณการหาปริมาณของการใช้และการเปลี่ยนถ่ายสารหล่อลื่น พร้อมทั้งเงื่อนไขของการใช้งานที่สภาพงานต่างๆ ดังนี้

$$Q = \left(\frac{hp \times 0.6 \times 0.006\ lb/hp\ -\ hr}{7.4 lb/gal}\right) + \left(\frac{c}{t}\right)$$

Q = ปริมาณน้ำมันเครื่องโดยประมาณการ หน่วย (แกลลอน/ชั่วโมง(ทำงาน))

Hp = ขนาดกำลังเครื่องยนต์ (Horse Power)

c = ขนาดอ่างน้ำมันเครื่อง หน่วย (แกลลอน)

t = จำนวนชั่วโมงใช้งานที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง

วีระศักดิ์ (2534) มองว่าค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มีมูลค่าประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดของเครื่องจักร (ค่าใช้จ่ายในการเป็นเจ้าของและค่าใช้จ่ายในการทำงาน) ซึ่งใช้หลักการคิดจากเปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายที่เกิดจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิง โดยพิจารณาตามประเภทรถแต่จะทำ

การปรับค่าเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้นเมื่อเครื่องจักรนั้นมีขนาดเล็ก และในเครื่องจักรที่ต้องทำงานในที่มีฝุ่นมาก ดังนั้น

$$\text{ค่าสารหล่อลื่นและเครื่องกรองต่อชั่วโมงทำงาน} = \left(\frac{Percent.of.Fuel.Expense}{100}\right) \times \text{ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง}$$

2.3.3 ค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษาตามผู้ผลิต (Maintenance Expense)

Peurifoy et al. (1996) เสนอเอาไว้ว่าจากค่าใช้จ่ายในทางบัญชี คือค่าเสื่อมราคา (โดยวิธีเส้นตรง) ของเครื่องจักรนั้น จะมีค่าซ่อมบำรุงรักษา เป็นประมาณ อัตราร้อยละ 80 ถึง 120 ของมูลค่าเสื่อมราคาในแต่ละช่วงเวลานั้น สำหรับเครื่องจักรประเภทรถขุดไฮดรอลิก

ประถม (2539) ได้แนะนำว่าค่าแรงในงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร ควรจะมีค่าไม่น้อยกว่า 3.8 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนค่าเสื่อมราคา (ด้วยระบบเส้นตรง) ของเครื่องจักรต่อเดือน โดยพิจารณาจากจำนวนพนักงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสมในส่วนงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรประจำแต่ละโครงการก่อสร้าง ข้อมูลที่สรุปได้มาจากการสำรวจข้อมูลเป็นแบบสอบถาม และการวิเคราะห์ข้อมูลจากการลงบันทึกบัญชีค่าใช้จ่ายของบริษัทก่อสร้างที่สนับสนุนข้อมูลในงานวิจัย

2.3.4 ค่าใช้จ่ายของอะไหล่สิ้นเปลืองและการซ่อมแซม (Repair Expense)

ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มักถูกพิจารณารวมกับค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา หรือเกิดจากการบันทึกประวัติการใช้เครื่องจักรที่ผู้ผลิต รุ่น และชนิด เป็นอย่างเดียวกันกับที่เคยใช้งานอยู่ก่อนมาบริหารจัดการเครื่องจักร

2.3.5 ค่ายางและใบตีนตะขาบ (Tires and Track Expense)

Peurifoy et al. (1996) ได้เสนอเอาไว้ว่าค่าใช้จ่ายของยาง และการซ่อมปะยางของเครื่องจักรกลที่ใช้ในงานก่อสร้างงานดิน จะคิดเป็นร้อยละ 15 ของมูลค่าค่าเสื่อมราคาที่พิจารณาเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายในทางบัญชี คือ

$$\text{Cost of Rubber Tires} = 0.15 \times \left(\frac{\text{Depreciation}}{\text{Work.Hour}}\right)$$

อนึ่งค่าใช้จ่ายของแทรค ใบตีนตะขาบ และช่วงล่างของเครื่องจักรนั้น มีการพิจารณารวมอยู่ในค่าซ่อมบำรุงรักษาตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักร เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนที่มีอายุการใช้งานนาน และการบำรุงรักษามีส่วนในการยืดอายุการใช้งานชิ้นส่วนของเครื่องจักรได้มาก

2.3.6 ค่าจ้างพนักงานขับเครื่องจักร (Operator Wage)

ตามมาตรฐานการจัดจ้างของ สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท กระทรวงมหาดไทย (2540) เรื่องการจัดจ้างเครื่องจักรกลเพื่อใช้ในการปฏิบัติงาน ตามตารางในภาคผนวก ก-1 ซึ่งถือได้ว่าเป็นตัวแทนของค่าแรงงานพนักงานขับเครื่องจักรต่อชั่วโมงการทำงาน ที่มีการแบ่งอัตราค่าจ้างตามระดับความยากในการใช้งานเครื่องจักรกล พร้อมกับมีความสอดคล้องเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ได้ โดยการกำหนดหลักเกณฑ์ของค่าแรงงานให้กับพนักงานขับเครื่องจักรนั้น ผลของปัจจัยต่างๆที่จะเป็นเกณฑ์กำหนดค่าแรงงานของพนักงานขับมีหลายปัจจัยด้วยกัน จากการนำเสนอของ กรมเร่งรัดพัฒนาชนบท สังกัดกระทรวงมหาดไทย จึงเป็นมาตรฐานของค่าแรงพนักงานขับเครื่องจักรที่สมควรนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดค่าใช้จ่ายจริงได้

2.3.7 ค่าใช้จ่ายจากการเสียของเครื่องจักร (Down Time Cost)

Douglas (1975) ได้ประมาณว่าจากการทำงานปกติ 2000 ชั่วโมงใน 1 ปี สามารถประมาณเวลาที่เครื่องจักรหยุดงาน (Downtime) ได้ 140 ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 7 ของชั่วโมงทำงานทั้งหมด และสามารถพิจารณาได้ว่าแนวโน้มค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มีการเพิ่มขึ้นตามอายุของเครื่องจักร

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา และระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรในงานก่อสร้าง

2.4.1 แนวความคิดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

Douglas (1975) กล่าวว่าในบรรดาต้นทุนทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลที่ใช้ในงานก่อสร้าง ต้นทุนในการบำรุงรักษา (Maintenance Cost) ง่ายต่อการควบคุมต้นทุนมากที่สุด และมีการละเลยมากที่สุดเช่นกัน ต้นทุนโดยรวมของการบำรุงรักษาตลอดอายุการใช้งานของเครื่องจักรมักเกินต้นทุนการเป็นเจ้าของเครื่องจักรนั้นๆ โดยเหตุผลที่เป็นไปได้มากที่สุดที่ต้นทุนในการบำรุงรักษาไม่ได้รับการเอาใจใส่คือ

- ผู้บริหารทราบอยู่แล้วว่ามีต้นทุนในการบำรุงรักษา แต่ยังละเลยในการจัดการ
- ต้นทุนในการบำรุงรักษานี้เกิดเพิ่มขึ้นต่อเนื่องทุกวัน เป็นระยะเวลาหลายปี
- ต้นทุนในการบำรุงรักษาไม่ได้ถูกจัดเป็นรูปตารางหรือรายงาน นำเสนอผู้บริหารเพื่อพิจารณา
- ต้นทุนในการบำรุงรักษาเป็นประจำ (Routine Maintenance) มีค่าน้อยมาก
- ต้นทุนค่าเสียเวลาจากการเสียของเครื่องจักร (Cost of Downtime) บ่อยครั้งไม่ได้นำมาคิดรวมกับต้นทุนในการบำรุงรักษา

Douglas (1975) ได้แบ่งจำแนกการบำรุงรักษาเครื่องจักรในการก่อสร้างออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1) การบำรุงรักษาเพื่อป้องกันเครื่องจักรเสียขณะปฏิบัติการ
2) การซ่อมแซม (Repair)
   - การซ่อมแซมย่อย หรือการซ่อมในสถานที่หน้างาน (Minor or Site)
   - การซ่อมใหญ่ หรือการเข้าอู่ซ่อม (Major or Shop)
3) การยกเครื่อง (Overhauls)

เจ้าของเครื่องจักรไม่จำเป็นต้องทำการบำรุงรักษา ตามที่กล่าวมาทั้งหมด การซ่อมใหญ่และการยกเครื่อง มักทำการที่อู่ซ่อม หรือที่โรงงานของตัวแทนจำหน่าย จึงเหลือเพียงการบำรุงรักษา และการซ่อมแซมย่อยเท่านั้นที่เจ้าของเครื่องจักรต้องปฏิบัติ

Voster และ Sears (1987) ได้กำหนดต้นทุนของค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ต้องนำต้นทุนค่าใช้จ่ายวัสดุ อะไหล่ ค่าแรงงาน และค่าดำเนินการของแผนกบำรุงรักษามาร่วมกันพิจารณา โดยสามารถแยกได้เป็น 4 ส่วนสำคัญคือ

1) ต้นทุนค่าแรงงานและค่าดำเนินการของแผนกบำรุงรักษา
2) ต้นทุนวัสดุสิ้นเปลืองรวมถึงอะไหล่ต่างๆ
3) ความสูญเสียเนื่องจากการเสียของเครื่องจักร (Downtime Cost)
4) ต้นทุนความสูญเสียของผลผลิตเนื่องจากประสิทธิภาพเครื่องจักร (Efficiency Loss)

O'Brien (1969) สรุปเป็นแนวทางว่าต้นทุนของค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุการใช้งานของเครื่องจักร

2.4.2 ระบบและการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง

Voster และ Sears (1987) ความถี่ของการบำรุงรักษาจะต้องอยู่ในความเหมาะสม เพื่อให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด โดยความถี่ของการบำรุงรักษา (Degree of Maintenance) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายดำเนินงานที่สูงขึ้นของเครื่องจักร

ต่อมา Ibbs และ Kenneth (1983) ได้มีการจัดระบบการบำรุงรักษา โดยใช้ชั่วโมงการทำงานทั้งหมดของเครื่องจักรเปรียบเทียบกับชั่วโมงการทำงานรวมตามแผน

การบำรุงรักษาแบบการป้องกัน (Preventive Maintenance) สามารถแบ่งลักษณะของการบำรุงรักษาได้ดังนี้

1) การบำรุงรักษาตามแผนงาน (Schedule Maintenance)

2) การบำรุงรักษานอกแผนงาน (Unschedule Maintenance)

3) การตรวจสภาพ (Inspection)

2.4.2.1 การบำรุงรักษาตามแผนงาน (Schedule Maintenance)

Douglas (1975) กล่าวว่าในเครื่องจักรที่มีการบำรุงรักษาอย่างดี สามารถประมาณได้ว่าโดยปกติร้อยละ 75 เป็นการบำรุงรักษาตามแผนงาน และอีกร้อยละ 25 เป็นการบำรุงรักษานอกแผนงานซึ่งจำนวนครั้งของการบำรุงรักษาตามแผนงานขึ้นอยู่กับ โปรแกรมการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันฯ

จากข้อมูลของการทำงานในเวลากลางวันปกติของเครื่องจักร Douglas (1975) ได้ประมาณว่าจากการทำงานปกติ 2000 ชั่วโมงใน 1 ปี สามารถประมาณเวลาที่เครื่องจักรหยุดงาน (Downtime) ได้ 140 ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 7 ของชั่วโมงทำงานทั้งหมด และเวลาที่เครื่องจักรหยุดงานนี้สามารถแบ่งเป็นสาเหตุย่อยคือ ร้อยละ 2 เป็นเวลารอซ่อม อีกร้อยละ 2 เป็นเวลาที่ใช้ในการซ่อม และอีกร้อยละ 3 เป็นเวลาที่เสียไปจากการรออะไหล่ และหากมีการซ่อมบำรุงในเวลากลางคืนหรือนอกเวลางานเวลาที่เครื่องจักรหยุดงานจะเหลือเพียงร้อยละ 5

Douglas (1975) พิจารณาว่า เวลาที่เครื่องจักรเสียขณะปฏิบัติการ (Downtime) เทียบกับการบำรุงรักษาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความซับซ้อนของงานอะไหล่ แต่เป็นความจริงที่ว่าสามารถลดเวลาที่เครื่องจักรเสียขณะปฏิบัติการ (Downtime) ลงได้ ถ้าทำการบำรุงรักษาตามแผนงานเป็นประจำ ซึ่งการคำนวณระยะเวลาของการบำรุงรักษาเครื่องจักรตามแผนงาน สามารถกำหนดอย่างง่ายได้ดังนี้

$$PMG = AD \times SI / AW$$

PMG คือ จำนวนวันที่ต้องใช้ในการบำรุงรักษากลุ่มของเครื่องจักร

AD คือ จำนวนวันทำงานใน 1 ปี

SI คือ ระยะเวลาหรือระยะทางที่ต้องบำรุงรักษาตามแผนงาน

AW คือ ระยะเวลาหรือระยะทางที่เครื่องจักรจะปฏิบัติงานใน 1 ปี

$$D = PMG / N$$

D คือ จำนวนวันระหว่างการบำรุงรักษาเครื่องจักรแต่ละตัวในกลุ่ม

N คือ จำนวนเครื่องจักรในกลุ่ม

เมื่อมีกลุ่มของเครื่องจักรหลายกลุ่ม เราสามารถจัดระบบข้อมูลให้เรียงวันในการบำรุงรักษาได้ ซึ่งในปัจจุบันมีคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดระบบฐานข้อมูล ทำให้สามารถตรวจสอบได้รวดเร็วว่ามีการบำรุงรักษาอย่างไร และเกิดขึ้นเมื่อไร

2.4.2.2 การบำรุงรักษานอกแผนงาน (Unschedule Maintenance)

การบำรุงรักษานอกแผนงานส่วนมากเนื่องมาจาก เครื่องจักรเสีย และอุบัติเหตุ Douglas (1975) ได้กล่าวว่าเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ เครื่องจักรเสียและเกิดอุบัติเหตุเนื่องมาจากการใช้เครื่องจักรผิดวิธี ซึ่งส่วนมากผู้ควบคุมงานมักไม่รับผิดชอบในส่วนนี้ ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรพลิกคว่ำ ชิ้นส่วนแตกหัก แขนของเครื่องจักรบิดเบี้ยว เนื่องจากไม่มีคนตรวจสอบน้ำหนักบรรทุกของเครื่องจักรและคำนวณน้ำหนักที่ต้องการจะยก ส่วนอีกสาเหตุหนึ่งซึ่งร้ายแรงกว่า คือการใช้เครื่องจักรผิดประเภท ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น

Douglas (1975) ได้เสนอค่า อัตราส่วนของความเชื่อถือได้ของงานซ่อมบำรุงรักษา (Reliability Ratio or Degree of Maintenance) เพื่อวัดประสิทธิภาพของโปรแกรมการบำรุงรักษา ซึ่งแสดงเป็นสมการดังนี้

$$R = S / U$$

เมื่อ R = อัตราส่วนของความเชื่อถือได้

S = จำนวนครั้งของการบำรุงรักษาตามแผนงาน
(การตรวจสภาพ และการซ่อมบำรุงตามแผนงาน)

U = จำนวนครั้งของการบำรุงรักษานอกแผนงาน
(เครื่องจักรเสีย และอุบัติเหตุ)

โดยในที่นี้สมมุติแบบจำลองว่าการตรวจซ่อมแต่ละครั้งใช้เวลาเท่ากันโดยเฉลี่ย ทั้งการบำรุงรักษาตามแผนงานและนอกแผนงาน ค่าน้อยที่สุดที่สามารถยอมรับได้ของ R คือ 3 และค่าอัตราส่วนความเชื่อถือได้อย่างน้อยที่สุดเป็นผลสืบเนื่องมาจาก

1) ความสามารถของช่างซ่อมเครื่องจักร
2) ความสามารถของพนักงานควบคุมเครื่องจักร
3) การควบคุมการปฏิบัติให้เป็นไปตามโปรแกรมการบำรุงรักษา
4) ความรุนแรงของสภาพงาน
5) คุณภาพของเครื่องจักร

2.4.2.3 การตรวจสภาพ (Inspection)

พนม (2536) กล่าวว่า การตรวจสภาพเป็นการตรวจเพื่อสืบหาข้อบกพร่องหรือร่องรอยของความชำรุดเสียหายของเครื่องจักรกล เพื่อทำการแก้ไขได้ทันก่อนการเสียหายจริง หากเป็นไปได้ควรแยกออกจากการบริการและการซ่อม เพราะสามารถตรวจสภาพต่างๆ ได้อย่างตรงไปตรงมา โดยไม่มีการลำเอียงหรือมีอคติ

Douglas (1975) กล่าวว่าการตรวจสภาพเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมการบำรุงรักษา เพื่อป้องกันเครื่องจักรเสียขณะปฏิบัติการ แต่สิ่งสำคัญสิ่งนี้บ่อยครั้งที่มักถูกละเลย จุดมุ่งหมายของการตรวจสภาพคือ ตรวจพบความเสียหายก่อนที่เครื่องจักรเสียหรือเกิดอุบัติเหตุ โดยตั้งใจที่ลดการซ่อมนอกแผนงานให้เหลือน้อยที่สุด และเพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของเครื่องจักร

Voster และ Sears (1987) กล่าวว่าการตรวจสภาพอย่างสม่ำเสมอของเครื่องจักรกล ที่ใช้งานก่อสร้างเป็นทิศทางที่สำคัญของโปรแกรมการบำรุงรักษา ดังนั้นการตรวจสภาพสามารถตรวจพบความผิดพลาดเพื่อที่จะแก้ไขได้ทันเวลา และหลีกเลี่ยงความสูญเสียจาก

เครื่องจักรหยุดงาน จึงเป็นความพยายามของทีมงานตรวจสภาพ ที่จะตรวจหาผลเสียเล็กน้อยจากการปฏิบัติงาน การปรับไม่ได้ที่ ส่วนสึกหรอและฉีกขาดรอยแตกที่กำลังเกิด และปัจจัยอื่นที่จะทำให้เกิดการเสียของเครื่องจักร การตรวจสภาพควรทำในเวลาที่กำหนด และควรตรวจตราให้ครบทุกชิ้นส่วน การเสียหายเล็กน้อยสามารถแก้ไขได้โดยทีมตรวจสภาพสำหรับการเสียหายที่มากเป็นหน้าที่ของช่างซ่อมเครื่องจักร

2.5 แนวคิดของการบริหารจัดเก็บข้อมูลเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง

ในการเก็บข้อมูลเครื่องจักรควรต้องเลือกเก็บเฉพาะข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เพื่อให้ข้อมูลมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริหารที่ต้องใช้ข้อมูลเครื่องจักรในการตัดสินใจ โดยหน้าที่ประการแรกของข้อมูลคือการเพิ่มความรู้ หรือลดความเสี่ยง (ความไม่แน่นอน) ในการตัดสินใจของผู้บริหาร หน้าที่ประการที่สองคือลดทางเลือกต่างๆ ให้เหลือน้อยลง โดยการกำหนดมาตรฐานการตัดสินใจ และส่งสัญญาณเตือนถึงความผิดพลาด โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการควบคุม ซึ่งการเก็บบันทึกข้อมูลและทำรายงานเครื่องจักร มีผู้ให้แนวคิดดังนี้

2.5.1 ดิเรก และ ปิง (2538) กล่าวว่าข้อมูลต่างๆ ที่ควรบันทึก และรายงานสำหรับการบำรุงรักษาเครื่องจักร ประกอบด้วย

- บันทึกของผู้ขับขี่เครื่องจักร บอกถึงการทำงาน จำนวนชั่วโมงที่ทำและปัญหาที่เกิด
- รายงานประจำเดือนต้องจัดเจ้าหน้าที่ เพื่อสรุปรายงานประจำวันเป็นรายงานประจำเดือนของเครื่องมือแต่ละชนิด
- รายงานการตรวจสอบเพื่อการป้องกัน ต้องมีรายการเพื่อทำการตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องจักรอาจจะทุกๆ 100 ชั่วโมง
- รายงานเกี่ยวกับการซ่อมแซมและบำรุงรักษา ควรมีรายงานว่าได้ซ่อมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไรไปแล้ว
- ต้องมีการตรวจสอบใหญ่ โดยผู้จัดการในการบริหารเครื่องจักรทุกๆ ระยะเวลาที่ได้ทำไปแล้ว

2.5.2 Voster และ Sears (1987) ได้นำเสนอแบบจำลองการตัดสินใจในการเลิกใช้ และเปลี่ยนตำแหน่งงานของเครื่องจักรที่ใช้ในงานก่อสร้าง โดยนำข้อมูลต่อไปนี้มาวิเคราะห์

- ค่าใช้จ่ายของการเสียของเครื่องจักรขณะปฏิบัติการ (Downtime)
- ข้อมูลจำนวนครั้งที่เครื่องจักรเสียขณะปฏิบัติการ
- ข้อมูลระยะเวลาที่หยุดงานในแต่ละครั้ง
- ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร
- ข้อมูลอื่นๆ บางชนิดของการทำงาน

จากแนวคิดเรื่องค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร การบำรุงรักษาเครื่องจักร และการใช้ข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจบนแบบจำลองการบริหารเครื่องจักร จำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลเครื่องจักรด้านเวลาการทำงาน หรือระยะทางการทำงาน ดังนั้นควรประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้

- เวลาการทำงานก่อสร้าง
- เวลาหรือระยะทางการทำงานจริงของเครื่องจักร
- เวลาที่เครื่องจักรจอดรองาน (Delay Hour)
- เวลาที่เครื่องจักรเสียขณะปฏิบัติการ (Downtime)
- เวลาการทำงานของพนักงานควบคุมเครื่องจักร

การเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร ควรเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

- ค่าแรงพนักงานควบคุมเครื่องจักร
- จำนวนและค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง
- จำนวนและค่าใช้จ่ายน้ำมันหล่อลื่น
- ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนยาง
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมย่อย
- ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมใหญ่
- ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรแยกตามชนิดของงานก่อสร้าง

2.5.3 Tavakoli, Masehi และ Collyard (1990) ได้ทำการพัฒนาระบบการจัดการขบวนเครื่องจักรโดยวิธี FLEET Management

โดยมีความคล้ายคลึงกับของ O'Brien (1969) ในเรื่องแนวความคิดพื้นฐานของการเก็บข้อมูล ในขบวนเครื่องจักรระบบ FLEET ได้รวบรวมมาจากแบบสอบถามจาก 400 บริษัท ที่มีมาตรฐานการบริหารงาน และนโยบายการจัดการเครื่องจักรแตกต่างกัน โดยระบบของ FLEET ได้กำหนดระบบแบ่งออกเป็น 4 ส่วน เป็นรูปแบบพร้อมทั้งรายละเอียดดังนี้

2.5.3.1 การจัดการสินค้า (Inventory Management)

Douglas (1975) มีการจัดการสร้างพร้อมทั้งกำหนดรหัส (Code) เพื่อแยกประเภทเครื่องจักรและข้อมูลการลงทะเบียนหมายเลขเครื่อง พร้อมทั้งกำหนดนโยบายการจัดเก็บข้อมูลระยะสั้นและระยะยาว พร้อมกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติ และเสนอระบบความปลอดภัยให้กับการทำงานของเครื่องจักรให้เป็นที่แน่ใจว่าเครื่องจักรนั้นตอบสนองการใช้งานอยู่ตลอด โดยให้เป็นที่แน่ใจว่าเครื่องจักรนั้นอยู่ในการควบคุมสม่ำเสมอ ซึ่งระบบการจัดเก็บข้อมูลFLEET ได้กำหนด ลักษณะข้อมูล (File Data) ว่าควรมีการจัดเก็บบันทึก คือ

1) จำนวนเครื่องจักรที่ครอบครองหรือมีใช้งาน
2) รายละเอียดของเครื่องจักรทางกายภาพ
3) หมายเลขเครื่องยนต์และตัวถัง
4) ชื่อผู้ผลิตและผู้เป็นตัวแทนจำหน่าย
5) วันที่ซื้อเครื่องจักร
6) ราคาที่ซื้อเครื่องจักร
7) อายุการใช้งานที่ผ่านมาหรือประวัติการใช้ ในกรณีเครื่องจักรใช้แล้ว
8) ราคาท้องตลาด ในขณะที่ใช้งาน
9) ผู้รับผิดชอบงานบำรุงรักษา และการจัดเก็บ

2.5.3.2 ระบบการบันทึกข้อมูลต้นทุน และระยะเวลานำไปสู่การหาอัตราการทำงาน

ผลที่ได้สามารถแสดงถึงความคุ้มค่าของการลงทุน ซึ่งเป็นการควบคุมต้นทุนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าของโครงการก่อสร้างโดยเป็นไปตามเงื่อนไขทางการเงิน และจำนวนปริมาณงาน ดังนั้นเมื่อได้มูลค่าต้นทุน พร้อมกับระยะเวลาการทำงานที่เป็นมาตรฐาน สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ จากการเก็บเป็นข้อมูลเป็นประจำทุกวันทำงาน โดยสามารถอาศัยการสะสมรวบรวมข้อมูลตลอดเวลาการดำเนินงาน สรุปรวมเป็นข้อมูลที่นำไปสู่การวิเคราะห์ต่อไป เช่น

1) วันที่ลงทำงาน
2) จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ทำงาน
3) ชื่องาน และรายละเอียดของงาน
4) ปริมาณค่าใช้จ่าย
5) ค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร
6) ค่าประกันภัย ดอกเบี้ย และภาษี
7) ต้นทุนในการจัดเก็บเครื่องจักร

8) ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง และน้ำมันหล่อลื่น

9) การเปลี่ยนยางและใบตีนตะขาบ

10) การบำรุงรักษาและการซ่อม

11) ชื่อพนักงานขับเครื่องจักร

12) ค่าดำเนินงาน

13) ชั่วโมงการใช้งาน

14) เวลาการเสียของเครื่องจักร

15) เวลาที่สูญเสียจากการรอทำงาน

16) อัตราการผลิต หรือปริมาณงานที่ทำได้

17) การสรุปผลในแต่ละช่วงเวลา

ซึ่งนำมาใช้รวบรวมในการวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติแต่ควรมีการปรับปรุงฐานข้อมูลให้ใหม่อยู่เสมอและผู้ใช้สามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ ทั้งในรูปของรายงานต้นทุนต่อเดือนหรือต่อปี โดยต้นทุนของงานที่ทำควรเป็นราคาต่อหน่วย และจัดเก็บเป็นประวัติของต้นทุนของการทำงาน

2.5.3.3 ขั้นตอนการบำรุงรักษาตามระบบของ FLEET ได้แยกการบำรุงออกเป็น 2 ประเภทคือ

1) การบำรุงรักษาแบบป้องกัน

2) การบำรุงรักษาที่เป็นประวัติ

โดยมีการจัดเก็บแยกตามชนิดและประเภทของเครื่องจักร ซึ่งพิจารณาแยกส่วนของการบำรุงรักษาแบบป้องกัน ออกตามลักษณะดังนี้

- ชนิดและรูปแบบของการบำรุงรักษา
- ครั้งล่าสุดที่เข้ารับการบริการ
- ชั่วโมงของการทำงานหรืออายุของเครื่องจักรที่เข้ารับบริการ รวมถึงอีก 5 ครั้งต่อไปที่ต้องเข้ารับบริการ

ข้อมูลการบำรุงรักษาแบบป้องกันนี้ทำการส่งต่อไปยัง เอกสารจัดเก็บประวัติของเครื่องจักร คือ วันที่ทำการบำรุงรักษาโดยบันทึกวันเข้ารับการบริการ รวมถึงรายละเอียดการบำรุงรักษา และอะไหล่ที่มีการเปลี่ยน โดยวิเคราะห์หักลบหาอายุการใช้งานของอะไหล่ต่างๆ ในระหว่างช่วงที่ทำการซ่อม และข้อมูลทั้งหมดนี้ทำการประมวลผลส่งไปยังขั้นตอนที่ 4 คือการจัดทำรายงาน

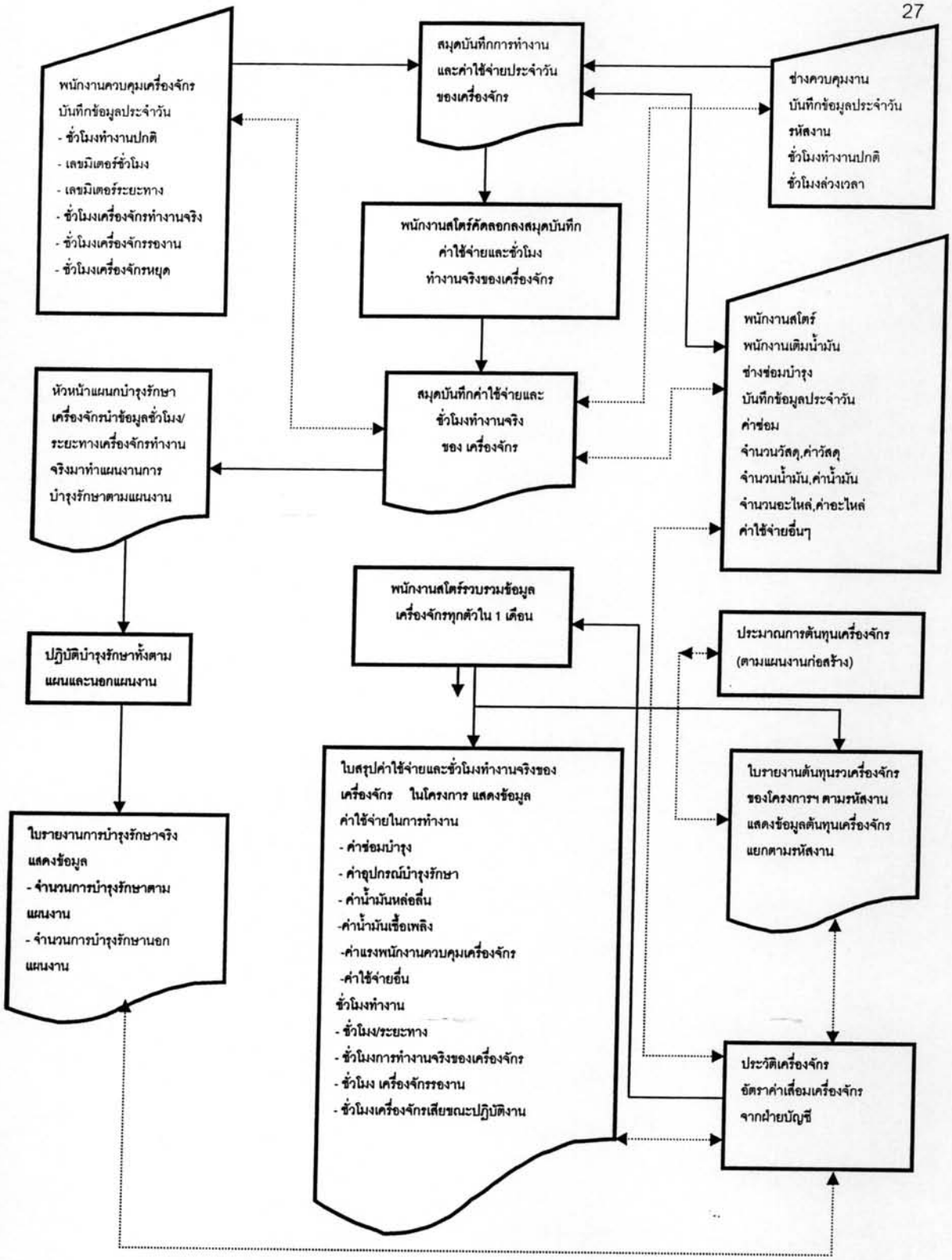
2.5.3.4 ขั้นตอนการจัดทำรายงาน

โดยข้อมูลจากทั้ง 3 ขั้นตอนถูกนำมาจัดกลุ่มของเครื่องจักร และจัดทำเป็นรายงานตามความละเอียด เช่น หมายเลขเครื่อง ผู้ผลิต วันที่ซื้อ ราคาที่ซื้อ อายุการใช้งาน ราคาท้องตลาดขณะเวลาที่ใช้เครื่องจักรนั้นๆ รายงานนี้แสดงค่าดำเนินการ เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพในการวางแผน และต้นทุนค่าใช้จ่าย ซึ่งสามารถใช้ในการแข่งขันประกวดราคาประมูลงานก่อสร้าง และทำการคิดคำนวณทำบัญชีส่งกรมสรรพากรตอนปลายปี ผลพลอยได้ที่สำคัญคือ เป็นฐานข้อมูลที่ดีที่สุดในการหาจุดคุ้มค่าในการเปลี่ยนเครื่องจักร และการหาอายุการใช้งาน ดังนั้น ข้อสรุปของกระบวนการนี้แสดงให้เห็นภาพรวมที่สำคัญของการเก็บข้อมูลการทำงานซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุด ที่นำไปสู่การพัฒนาในด้านต่างๆ ของการบริหารเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง

2.6 วิธีการการจัดเก็บข้อมูลในเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง

ในคู่มือการใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่องจักรของผู้ผลิตนั้นมีการแนะนำการจัดเก็บข้อมูลพร้อมกับให้ตัวอย่างของรูปแบบที่ควรต้องทำการบันทึกเก็บข้อมูล เช่น ข้อมูลการเข้ารับบริการการเบิกจ่าย และปริมาณเชื้อเพลิง การใช้อะไหล่สิ้นเปลืองและอะไหล่ต่างๆ ปริมาณสารหล่อลื่นอีกหลายๆชนิด แต่ทั้งนี้ยังมีความยากในการจัดแยกการทำงานในด้านการลงบันทึกข้อมูล เพราะต้องถูกระบุในความรับผิดชอบตามแผนกต่างๆ ของธุรกิจประเภทผู้ประกอบการเป็นผู้ทำการก่อสร้าง ซึ่งต้องมีการกำหนดแผนกงานที่รับผิดชอบ โดยมีทั้งตั้งแต่การบันทึกข้อมูลประจำวันจนถึงการวิเคราะห์ข้อมูล และจัดทำรายงานสรุป

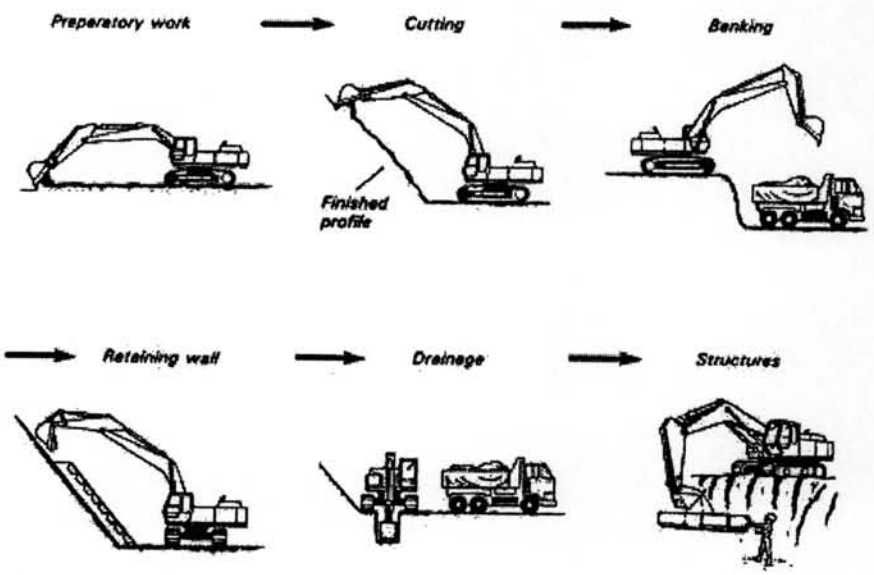
ประถม (2539) ได้ศึกษากำหนดรูปแบบของการเก็บข้อมูล และสรุปผลข้อมูลในแผนกการทำงานแต่ละส่วน ตามรูปที่ 2.6 แสดงเส้นทางของเอกสารบันทึกข้อมูลในระบบการจัดเก็บ ซึ่งนำไปสู่การจัดการพร้อมประมวลผลการวิเคราะห์ และรายงานผล โดยขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การบันทึกข้อมูลการใช้งานจากแผนกที่ใช้เครื่องจักรเพื่อทำการก่อสร้าง ไปจนถึงแผนกที่ทำการตรวจสอบการใช้เครื่องจักร การวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมทั้งประเมินผลการใช้งานพร้อมกับสภาพเครื่องจักรจากผังการทำงานดังกล่าว สามารถรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วัสดุ ไปจนถึงการบันทึกปริมาณงานที่ทำได้ของเครื่องจักร พร้อมจัดทำเป็นรายงานสรุปของเครื่องจักร



ที่มา : ประถม (2539)

รูปที่ 2.6 แสดงเส้นทางของระบบการเก็บเอกสารเพื่อบริหารเครื่องจักรกลในการก่อสร้าง

การก่อสร้างประเภทงานดินมีหลักการในขั้นตอนที่สำคัญ คือการใช้งานเครื่องจักรตามประเภทของงานที่ทำการก่อสร้าง โดยลักษณะที่สำคัญของการทำงานประกอบไปด้วยขั้นตอนพร้อมกระบวนการต่างๆ คือ ขุด ตัก เกรด แต่ง ปรับ ไถ ขูด กลบ และบดอัด ซึ่งนั่นคือกิจกรรมของงานที่แต่ละเครื่องจักรกลหนักนั้นปฏิบัติในการก่อสร้างงานดิน ดังขั้นตอนในรูปที่2.7 เป็นขั้นตอนการก่อสร้างถนนแห่งหนึ่ง ซึ่งมีการใช้งานเครื่องจักรในสัดส่วนการทำงานขั้นตอนต่างๆในแต่ละโครงการแตกต่างกัน ดังนั้นสามารถพิจารณาเงื่อนไขในการทำงานได้ตามลักษณะของประเภทโครงการก่อสร้าง

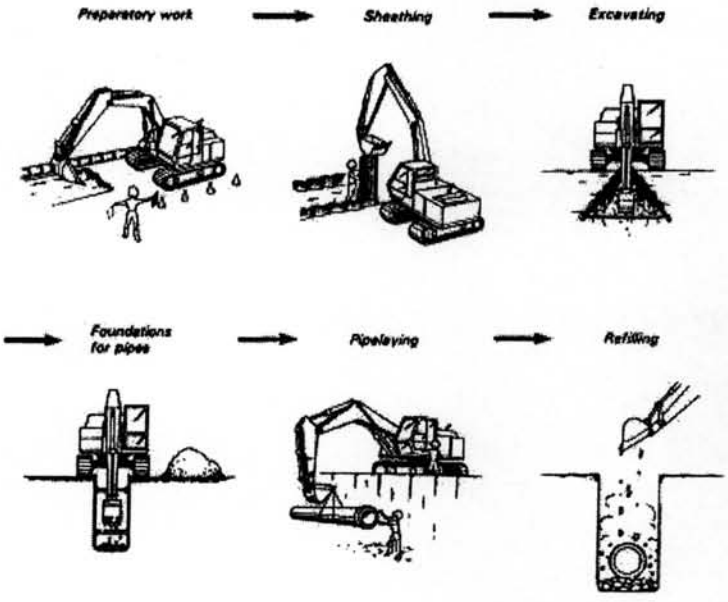


ที่มา : HITACHI (1990)

รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการทำงานของรถขุดในงานก่อสร้างถนน

ซึ่งเป็นผลจากการที่ในแต่ละโครงการมีการก่อสร้าง และขั้นตอนในการทำงานหลายๆ อย่าง ผสมผสานกันอยู่ แต่ก็ยังคงลักษณะของสัดส่วนว่าในงานโครงการนั้นมีงานหลักที่ต้องทำการก่อสร้างเป็นขั้นตอนทำงานอะไร ซึ่งสามารถใช้เครื่องจักรชนิดใดให้ทำงานนั้นได้

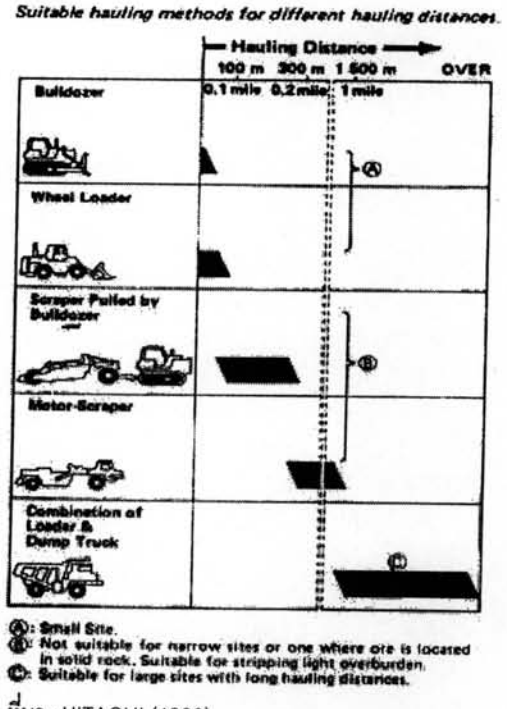
โดยในรูปที่ 2.8 เป็นรูปของขั้นตอนต่างๆ ในการก่อสร้างงานวางท่อ ความแตกต่างของการทำงานของรถขุดไฮดรอลิก คือในงานก่อสร้างวางท่อนั้นมีการใช้รถขุดไฮดรอลิกมาใช้ในการกดตอกเข็มพืด (Sheet Pile) เพื่อป้องกันดินพังจากขั้นตอนการขุดร่องเพื่อติดตั้งท่อ ซึ่งในขั้นตอนการทำงานที่เหมือนกันของทั้งสองประเภทโครงการในการใช้งานรถขุดไฮดรอลิก คือขั้นตอนในการขุด และกลบ รวมทั้งการใช้เครื่องจักรดังกล่าวในการยกเคลื่อนย้ายวัสดุที่มีน้ำหนักมาก โดยมีการเดินเคลื่อนที่ของเครื่องจักรมากว่างานขุดเพียงอย่างเดียว



ที่มา : HITACHI (1990)

รูปที่ 2.8 ขั้นตอนการทำงานของรถขุดในงานก่อสร้างวางท่อ

จากตัวอย่างดังกล่าวพบว่าขั้นตอนในการทำงานของเครื่องจักรที่ทำการก่อสร้างในงานดิน มีขั้นตอนในการทำงานที่คล้ายคลึงกัน โดยมีความแตกต่างที่ลักษณะของขั้นตอนการทำงานที่เป็นไปตามลักษณะหลักๆของโครงการ ดังรูปที่ 2.9



ที่มา : HITACHI (1990)

รูปที่ 2.9 ความเหมาะสมในการใช้เครื่องจักรกลสำหรับงานขนส่งวัสดุมวลดิน

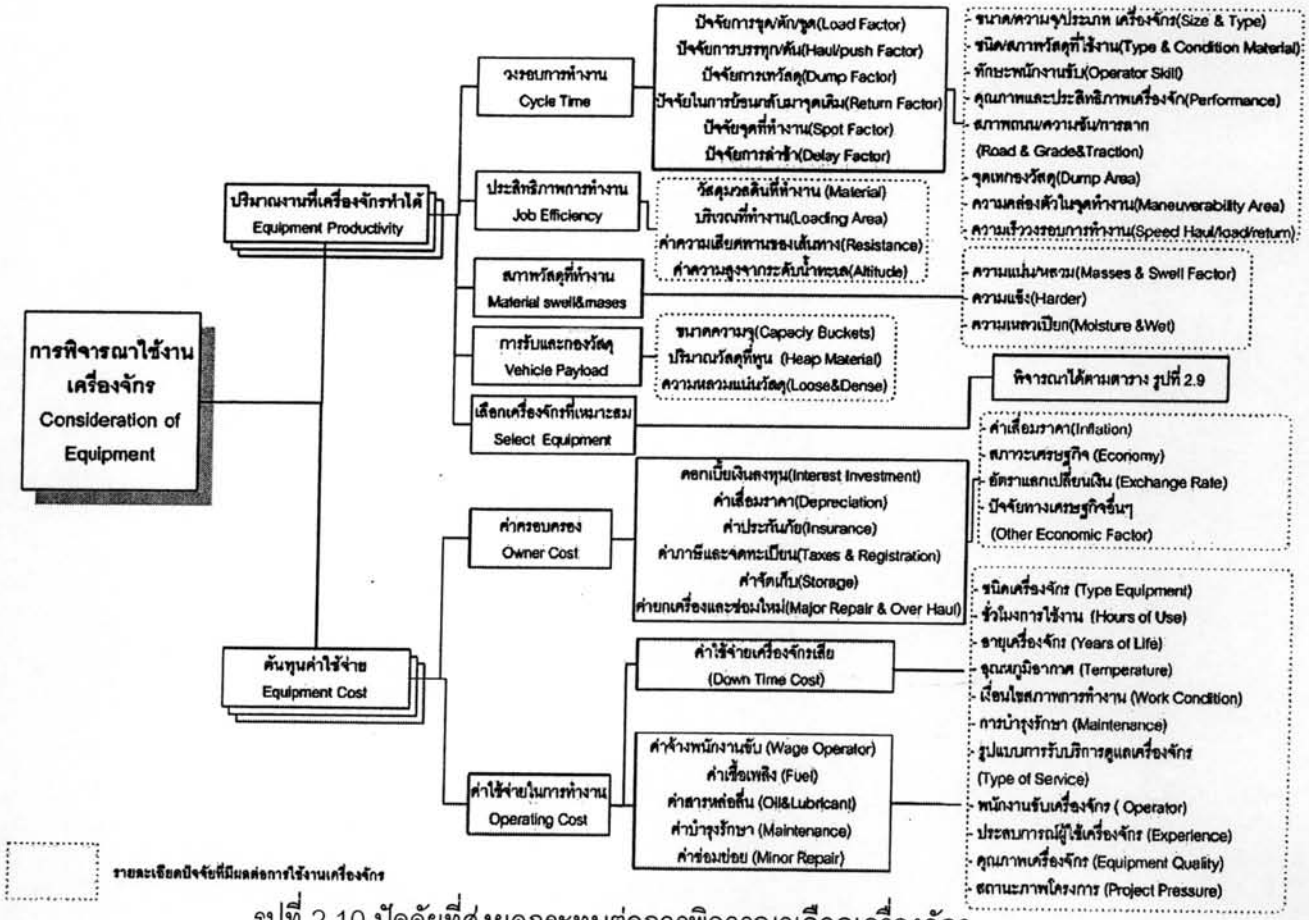
โดยการเลือกใช้เครื่องจักรในการทำงานก่อสร้างงานดินที่เหมาะสมนั้น ได้มีการนำเสนอโดย HITACHI (1990) เสนอให้เห็นว่าระยะทางสำหรับการบรรทุกวัสดุมวลดินนั้น เป็นปัจจัยสำคัญที่มีความจำเป็นต่อการเลือกเครื่องจักรเพื่อนำมาใช้งานได้อย่างเหมาะสม ผลที่ได้รับตามมาคือการประหยัด และใช้เครื่องจักรอย่างถูกต้องตามการออกแบบของโรงงานผู้ผลิต

2.7 แนวความคิดของปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง

Herbert และDay (1998) บรรยายสรุปได้ว่าปัจจัยในการพิจารณาวิเคราะห์การทำงานของเครื่องจักรกลก่อสร้างในงานดิน สามารถพิจารณาแยกเป็นส่วนได้ 2 ส่วนที่สำคัญ โดยสามารถสรุปจากบทความเอกสารดังกล่าวเป็นแผนผังภาพแสดงตามรูปที่ 2.10

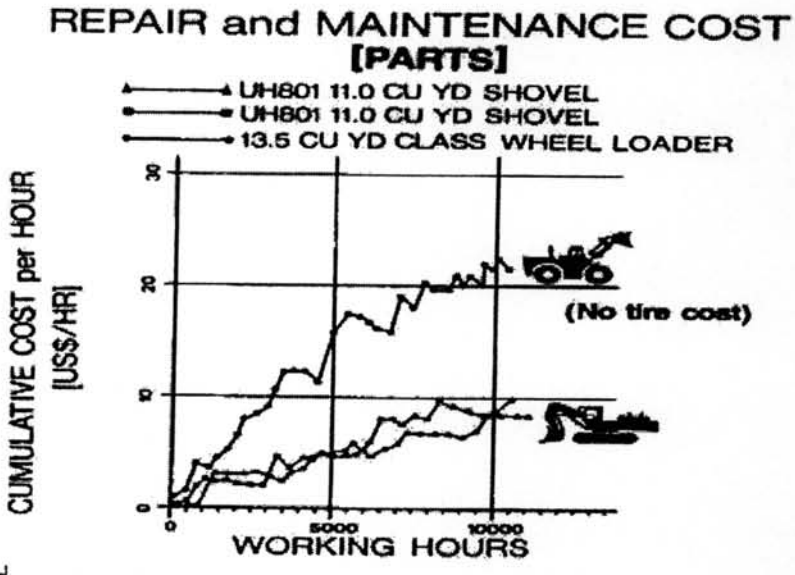
1) ปริมาณงานที่เครื่องจักรสามารถทำได้ในช่วงเวลาหนึ่ง (Productivity)

2) ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักร (Equipment Cost)



รูปที่ 2.10 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการพิจารณาเลือกเครื่องจักร

ซึ่งในการทำงานแต่ละงานของเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง มีปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อปริมาณงานที่เครื่องจักรสามารถทำได้ และทำให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานนั้นเปลี่ยนแปลงไป โดยที่ปริมาณงานที่เครื่องจักรสามารถทำได้เป็นสัดส่วนของการพิจารณาต้นทุนต่อหน่วยของมูลค่าการทำงาน



ที่มา : HITACHI (1990)

รูปที่ 2.11 การนำเสนอข้อมูลการเปรียบเทียบต้นทุนการบำรุงรักษาและค่าซ่อมเครื่องจักร

โดยแนวความคิดของปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการทำงานที่ได้ถูกนำเสนอใน The Exacavators by HITACHI เป็นข้อมูลการใช้งานที่เกิดขึ้นในเหมืองถ่านหินแห่งหนึ่ง โดยการพิจารณาระหว่างรถขุดไฮดรอลิกขนาดใหญ่ (Power Shovel) รุ่น UH801หรือEX1800 class 8.4 m^3 ขนาดอัตราการทำงานการขุด 1270 ตันต่อชั่วโมง เปรียบเทียบกับ รถตักล้อยาง (Wheel Loader) class 10.3 m^3 ดังรูปที่ 2.11 ข้อมูลที่แสดงนั้นเป็นการโฆษณาเปรียบเทียบข้อดีของการใช้รถขุดไฮดรอลิก (Power Shovel) ทั้งในด้านการประหยัดค่าใช้จ่ายต่างๆ และความคุ้มค่าพร้อมทั้งอายุการใช้งานที่มากกว่า แต่สิ่งที่เห็นได้จากการเก็บข้อมูลซึ่งทำการเปรียบเทียบกันนี้ คือค่าบำรุงรักษา และค่าซ่อมที่มีอัตราเพิ่มขึ้นตามอายุการใช้งาน จึงเป็นพื้นฐานปัจจัยที่ทำการศึกษาต่อไปในงานวิจัยฉบับนี้

ดังนั้นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการพิจารณาค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง ตั้งอยู่บนสมมติฐานหลักการของผลกระทบกับปริมาณการใช้เชื้อเพลิง และสารหล่อลื่นต่างๆ โดยอ้างอิงไปยังผลกระทบต่อต้นทุนการบำรุงรักษาตลอดจนค่าซ่อมย่อย เป็นพื้นฐานการพิจารณาปัจจัย

2.8 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรุปได้ว่าจากนิยามการบริหาร และจัดการเครื่องจักรกลในงานก่อสร้าง งานวิจัยที่ผ่านมามุ่งเน้นที่ความสำคัญคือการพิจารณาลักษณะต้นทุนค่าใช้จ่ายของเครื่องจักร และวิธีการวิเคราะห์หาต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทำงาน ตลอดจนกระบวนการจัดเก็บและบันทึกข้อมูลตั้งแต่ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษา จนถึงอัตราการใช้เชื้อเพลิง และปริมาณการใช้สารหล่อลื่น แต่ในการวิเคราะห์ไม่สามารถใช้วิธีการดังกล่าวทำการพิจารณาให้กับทุกสภาพเครื่องจักรได้ ดังที่นำเสนอในที่มาของปัญหา การศึกษาในขั้นต่อมาคือการวิเคราะห์วิธีการก่อสร้างกับสภาพการทำงาน เพื่อสร้างความเข้าใจของความแตกต่างในปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องจักรแต่ละส่วน เช่น อัตราการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้สารหล่อลื่น และค่าซ่อมบำรุงรักษา ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงทำการประยุกต์ข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บ และนำเสนอการศึกษาในความสัมพันธ์ของอายุการใช้งานเครื่องจักรกับค่าใช้จ่ายในการทำงานดังในรายละเอียดที่ทำการเสนอเพิ่มเติมในบทต่อไป