# บทที่ 2

# เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการพัฒนาระบบ

## 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบการขนส่งถ่านลิกไนท์เหมืองแม่เมาะ

เทอดศักดิ์ เลิศวัฒนาเกียรติและวีระ วิสุทธิ์ (2538) กล่าวว่า การขนส่งถ่านลิกไนท์ของเหมืองแม่เมาะ อาศัยระบบสายพานลำเลียง (Belt Conveyor System) ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งเป็นวิธีการที่ประหยัด โดยเฉพาะขนส่งในระยะทางยาวๆ และการขนส่งปริมาณมากทั้งยังเป็นการขนส่งระบบต่อเนื่อง (Continuous Transportation) ซึ่งทำให้ Availability ของระบบสูงขึ้น และสามารถ ควบคุมมลภาวะที่เกิดขึ้นเนื่องจากฝุ่นถ่านลิกไนท์ได้ รวมทั้งการสึกหรอของอุปกรณ์น้อยมาก ทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆ

ระบบสายพานลำเลียงที่ใช้ในเหมืองแม่เมาะ เป็นระบบที่มีหน้าที่ลำเลียงถ่านลิกไนท์ที่ขุดจากเหมืองแม่เมาะไปส่งยังลานกองถ่าน (Stockpile area) และขนส่งด้วยรถบรรทุกเทท้าย (Rear Dump Truck) ไปยังระบบสายพานลำเลียงถ่านลิกไนท์ ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ 5 ส่วนดังนี้ดังนี้

ก. Semi-mobile Crusher

ข. Conveyor System

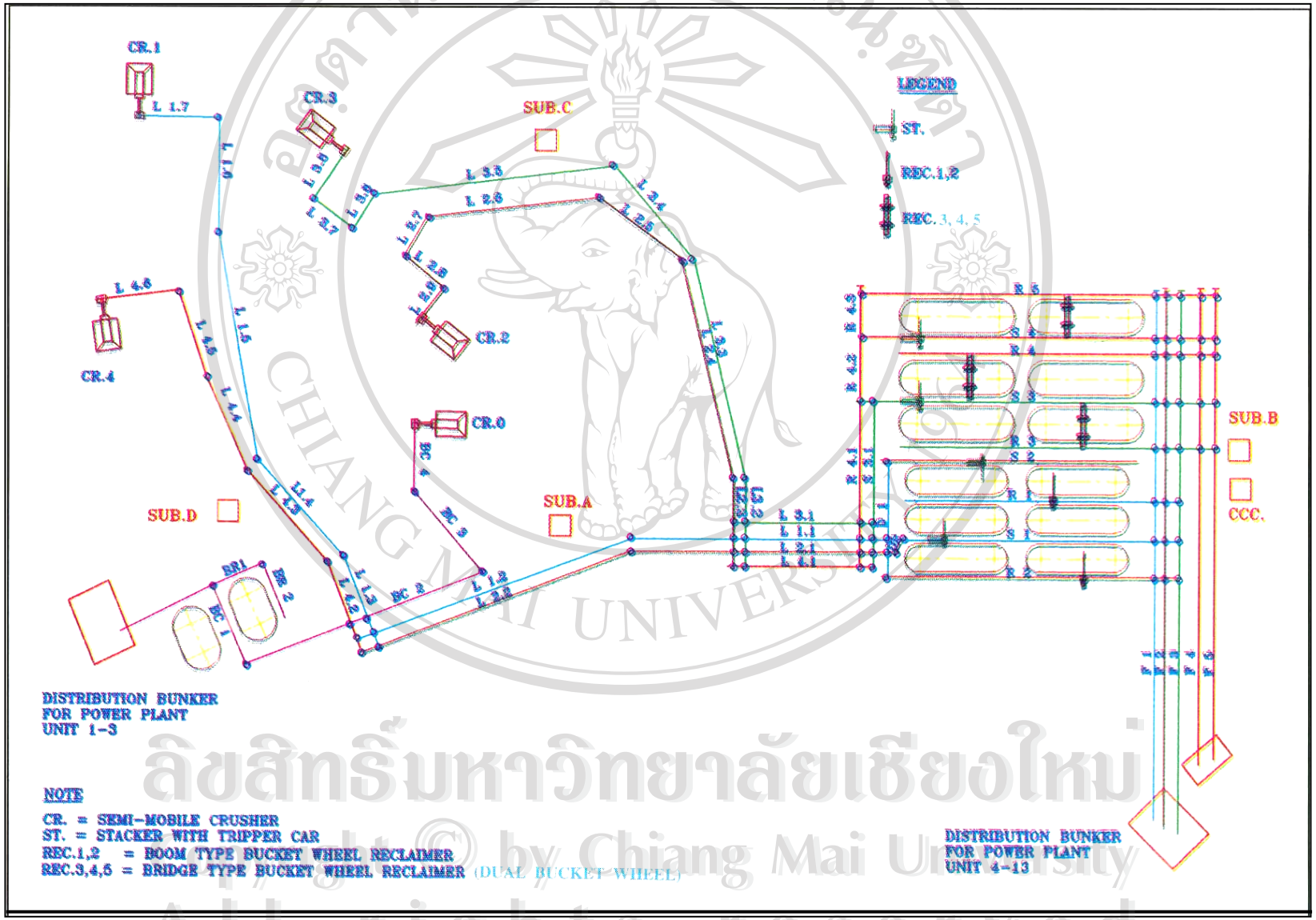
ค. Stacker with Tripper Car

ง. Bucket Wheel Reclaimer

จ. Electrical Power Supply and Distribution System

ฉ. Control System

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

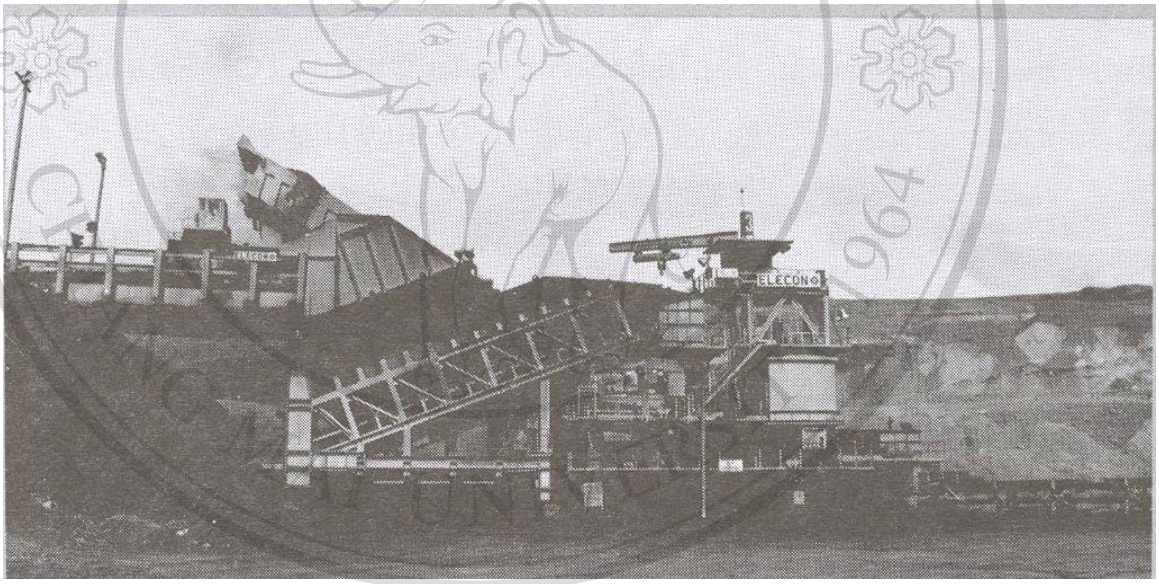



**รูปที่ 2.1** ระบบสายพานลำเลียงถ่านลิกไนท์ เหมืองแม่เมาะ จ.ลำปาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ก. Semi-mobile Crusher**

Semi-mobile Crusher มีหน้าที่รับถ่านลิกไนท์จากรถบรรทุกเททำย และทำการโม่ถ่านเพื่อลดขนาด (Lump size) จากประมาณ 1,500 x 1,200 x 1,000 มิลลิเมตร ให้เล็กลงเหลือประมาณ 300 x 300 x 300 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมในการส่งต่อไปยังสายพานลำเลียง (Conveyor System) Semi-mobile Crusher สามารถเคลื่อนย้ายไปยังตำแหน่งต่างๆที่ เหมาะสมตาม การเดินหน้าเหมือง (Mining progress) โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Transport Crawler. Semi-mobile Crusher มีส่วนประกอบหลัก คือ Feeding Station และ Crusher Station การเดินเครื่องจะดำเนินการโดยพนักงานที่อยู่บนโอปะเรเตอร์ คาร์บิน (Operator Cabin)ประจำเครื่องเมื่อมีคำสั่งจากพนักงานที่ประจำอยู่ศูนย์ควบคุมการเดินเครื่องจักรระบบขนส่งถ่าน ดังรูปที่ 2.2



**รูปที่ 2.2** Semi-mobile Crusher

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**ข. Conveyor System**

Conveyor System หรือสายพานลำเลียงมีหน้าที่ลำเลียงถ่านลิกไนท์ที่โม่แล้วจาก Semi-mobile Crusher ไปส่งยัง Stacker ซึ่งเป็นเครื่องจักรสำหรับโปรยถ่านลิกไนท์ลงไปยังบริเวณลานกองถ่าน (Stockpile Area) และจากบริเวณลานกองถ่านนี้ก็จะมีเครื่องจักรที่เรียกว่า Reclaimer ทำการตักถ่านลิกไนท์ส่งให้กับสายพานลำเลียงอีกชุดหนึ่ง เพื่อส่งต่อไปยังโรงไฟฟ้า สายพานลำเลียงที่ใช้งานที่เหมืองแม่เมาะจะมีความยาวของสายพานลำเลียงจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเดินหน้า

เหมือง (Mining Progress) ในอนาคต ในการเดินเครื่องจักรสายพานลำเลียงจะควบคุมโดยพนักงานที่ศูนย์ควบคุม โดยใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ ดังรูปที่ 2.3

**รูปที่ 2.3** Conveyor System

**ค. Stacker with Tripper Car**

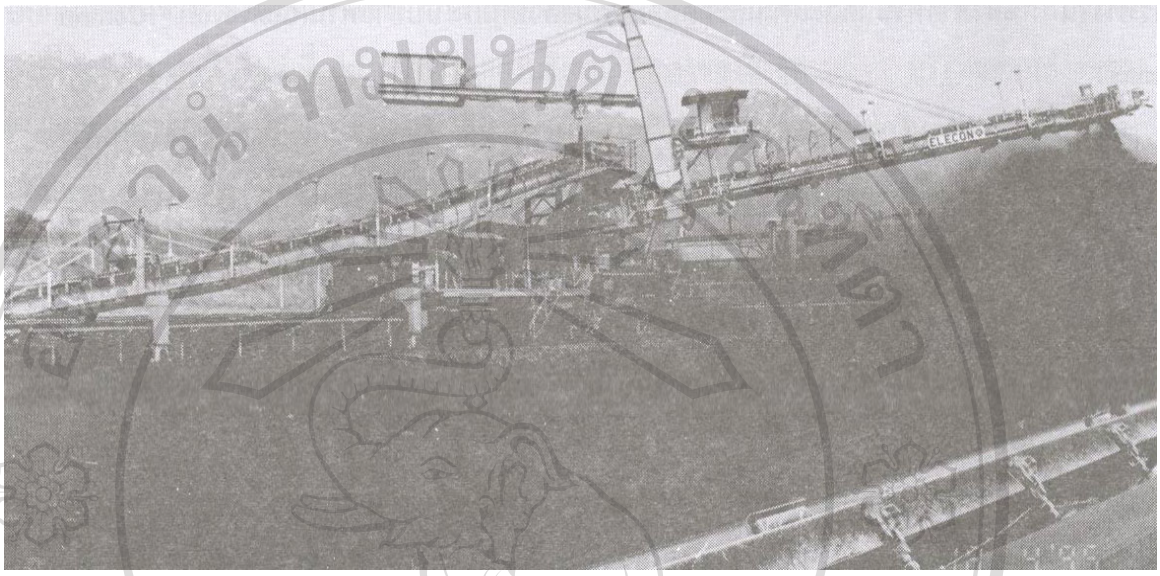
Stacker with Tripper Car มีหน้าที่โปรยถ่านลิกไนท์ที่รับจากสายพานลงไปยังลานกองถ่าน (Stockpile Area) และยังสามารถส่งถ่านตรง (Direct Feeding) ให้กับสายพานที่จะส่งถ่านลิกไนท์ให้โรงไฟฟ้า ได้ในกรณีจำเป็น Stacker with Tripper Car สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบ 2 ส่วนหลัก ดังรูปที่ 2.4 คือ

- **Tripper Car** ประกอบด้วยโครงสร้างที่แข็งแรง อยู่บนล้อ จำนวน 4 ชุด และสามารถเคลื่อนที่ไปมาบนรางได้ การออกแบบโครงสร้างดังกล่าวเป็นแบบ Three Point Support System กล่าวคือ มีจุดที่รองรับน้ำหนัก 3 จุด ทำให้โครงสร้างดังกล่าวมีความมั่นคง (Stability) สูง ในขณะเคลื่อนที่ บน tripper Car นี้จะมีสายพานซึ่งทำหน้าที่รับถ่านลิกไนท์จากระบบสายพาน เพื่อส่งส่งต่อไปยัง Stacker นอกจากนี้บน Tripper car ยังมีอุปกรณ์ม้วนสายเคเบิล หม้อแปลงไฟฟ้า และตู้ไฟฟ้า ติดตั้งอยู่ เพื่อทำหน้าที่รับ-จ่ายกระแสไฟฟ้า และควบคุมการทำงานของ Stacker with Tripper Car ด้วย

- **Stacker** เป็นส่วนที่ทำหน้าที่โปรยถ่านลิกไนท์ลงในลานกองถ่าน สามารถหมุนรอบTripper Car ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการโปรยถ่านลิกไนท์ลงในกองถ่านจะมีพนักงานควบคุมประจำอยู่ที่โอปะเรเตอร์คาร์บินเช่นเดียวกันกับCrusher



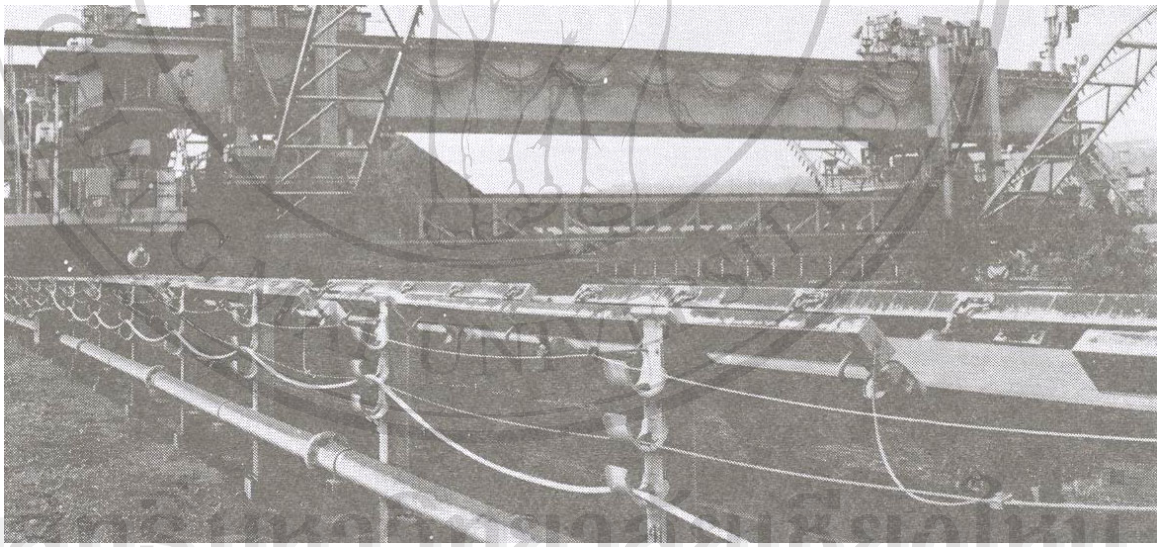
**รูปที่ 2.4** Stacker with Tripper Car

**ง. Bucket Wheel Reclaimer**

เครื่องตักถ่าน (Bucket Wheel Reclaimer) มีหน้าที่ตักถ่านลิกไนท์จากลานกองถ่าน (Stockpile Area) เพื่อส่งไปยังที่รับถ่านที่เรียกว่า Distribution Bunker ซึ่งจะทำหน้าที่ส่งถ่านลิกไนท์ต่อไปยัง โรงไฟฟ้าอีกต่อหนึ่ง เหมืองแม่เมาะมีเครื่องตักถ่าน 2 แบบคือ Boom Type Bucket Wheel Reclaimer และ Bridge Type Bucket Wheel Reclaimer ดังรูปที่ 2.5 และ 2.6 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูปที่ 2.5** Boom Type Bucket Wheel Reclaimer



**รูปที่ 2.6** Bridge Type Bucket Wheel Reclaimer

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การควบคุมการทำงาน จะควบคุมโดยพนักงานเดินเครื่องประจำ Reclaimer จาก Operator Cabin ซึ่งติดตั้งอยู่ทางด้านบน

**จ. Power Supply and Distribution System**

Power Supply and Distribution System เป็นระบบจ่ายไฟฟ้าสำหรับระบบลำเลียงถ่านลิกไนท์ ซึ่งได้มาจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ โดยจ่ายไฟฟ้าที่มีขนาดแรงดัน 22 และ 6.6 กิโลโวลท์ สำหรับไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าของระบบสายพานทั้งหมด จะจ่ายโดยใช้สายเคเบิล(Trailing Cable) ที่แขวนอยู่บน Hooks ซึ่งอยู่ทางด้านข้างของสายพาน หรือจ่ายโดยใช้ Overhead line เพื่อส่งระบบไฟฟ้าขนาดแรงดัน 22 kV หรือ 6.6 kV ไปยัง Transformer Switch Station (TSS) ซึ่งจะทำหน้าที่ลดแรงดันให้เหลือขนาด 500 V และส่งต่อให้กับ Belt conveyor Switch Station (BSS) ที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ส่วนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องจักร Stacker with Tripper Car และ Reclaimer จะจ่ายโดยใช้สาย Trailing Cable ซึ่งแขวนอยู่บน Hooks ด้านข้างของสายพานเช่นเดียวกันและจะจ่ายขึ้นไปบนเครื่องจักร โดยผ่านทางอุปกรณ์ม้วนสาย (Cable Reel) ซึ่งทำหน้าที่ในการม้วนสายเคเบิลเข้าออกตามการเคลื่อนที่บนรางของเครื่องจักรซึ่งบนเครื่องจักรนี้มีหม้อแปลงไฟฟ้า สำหรับลดแรงดันไฟฟ้าจาก 6.6 kV เป็น 500 V เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับ Motors สำหรับไฟฟ้าที่จ่ายให้กับ Semi-mobile Crusher จะรับจาก TSS ของระบบสายพานที่อยู่ใกล้ที่สุด และลดแรงดันไฟฟ้าให้เหลือขนาด 500 V เพื่อใช้ในการขับ Motors

**ฉ. ระบบควบคุมการทำงานของระบบลำเลียงถ่านลิกไนท์ (Control System)**

การควบคุมการทำงานและการแสดงผลของระบบลำเลียงถ่านลิกไนท์ที่เหมืองแม่เมาะ ดังรูปที่ 2.7 จะทำโดยผ่านอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โดยที่ระบบลำเลียงถ่านลิกไนท์บางส่วนที่ติดตั้งใช้งานมานานแล้ว จะควบคุมการทำงานโดยใช้อุปกรณ์รีเลย์ (Relays) แต่ระบบลำเลียงถ่านลิกไนท์ในปัจจุบัน จะใช้อุปกรณ์ ควบคุมและแสดงผลเป็น Programmable Logic Controller หรือที่เรียกทั่วๆไปว่า PLC ซึ่งเป็นอุปกรณ์ อิเลคทรอนิกส์ที่ทันสมัย มีขนาดเล็ก แต่มีขีดความสามารถสูง อายุการใช้งานนาน และต้องการการบำรุงรักษาน้อย อุปกรณ์ PLC นี้สามารถทำงานได้ด้วยคำสั่งในซอฟต์แวร์ การเปลี่ยนแปลงการควบคุม การทำงานและการแสดงผลนี้สามารถทำได้ง่ายโดยการแก้ไข/เปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์เท่านั้น ซึ่งจะมีประโยชน์ในการใช้งานมาก เนื่องจากระบบลำเลียงถ่านลิกไนท์จะต้องมีการย้าย (Relocation), ยืด (Extension) และหด (Shortening) ไปตามแผนการทำเหมืองอยู่เสมอ สำหรับอุปกรณ์ระบบควบคุมของเครื่องจักรเก่าที่ใช้ชุดรีเลย์ เหมืองแม่เมาะมีแผนการเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ PLC ในอนาคต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

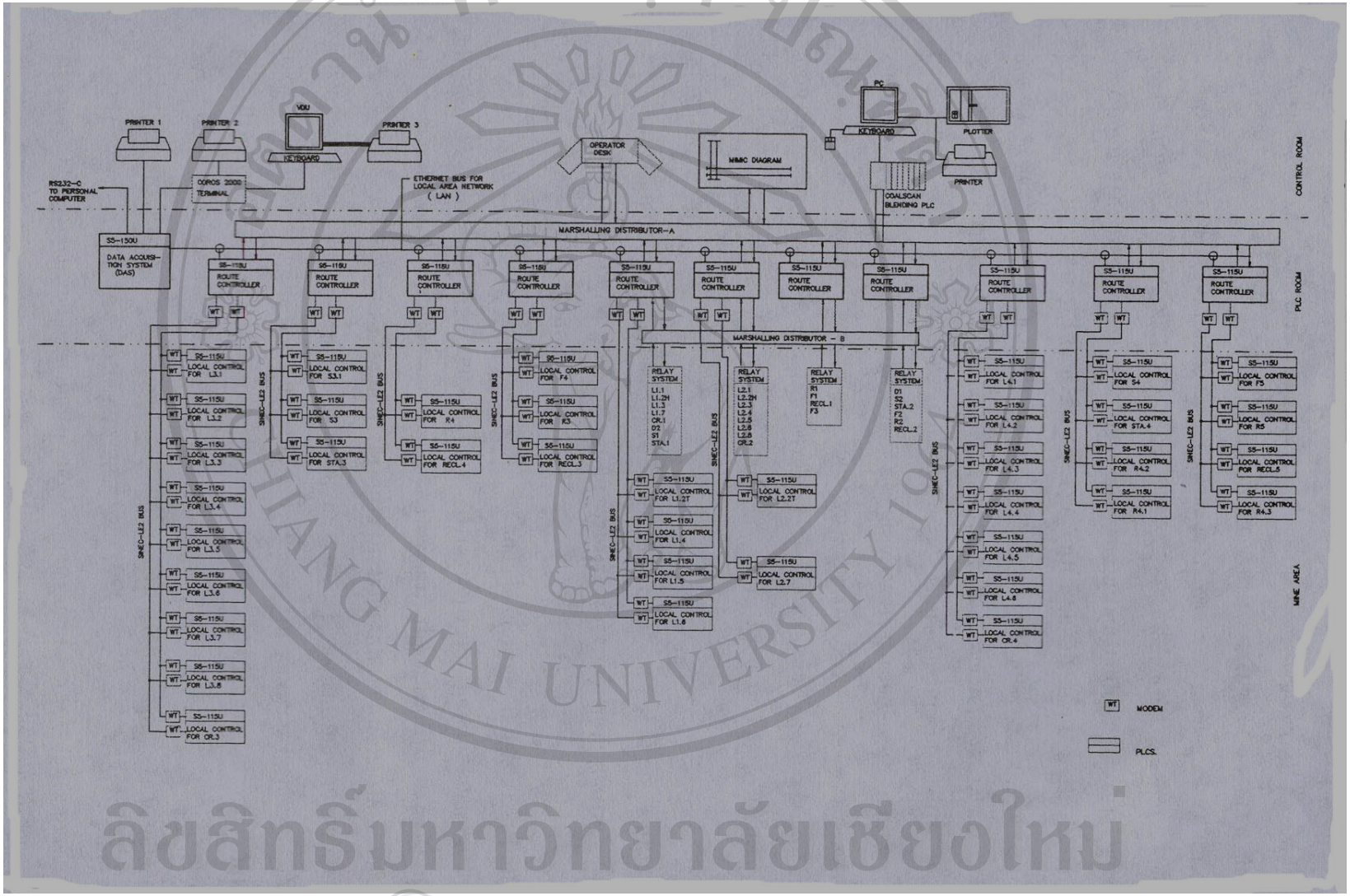
ระบบควบคุมและแสดงผลการทำงานของระบบขนส่งถ่านลิกไนท์ มีอุปกรณ์หลัก 3 ชุด ดังนี้

**ฉ-1. Local Control PLC** มีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของสายพานแต่ละเส้น และเครื่องจักรแต่ละเครื่องโดยตรง ซึ่ง Local Control PLC ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของสายพานจะติดตั้งอยู่ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้าที่เรียกว่า Belt Conveyor Switch Station (BSS) โดย BSS นี้จะติดตั้งอยู่ใกล้กับ Head Station ของสายพานแต่ละเส้น ส่วน Local Control PLC สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักรจะติดตั้งอยู่บนแต่ละเครื่องจักร โดยติดตั้งอยู่ในตู้ควบคุมไฟฟ้า ที่เรียกว่า Electrical House (E-House) ยกเว้น Bridge Type Bucket Wheel Reclaimer ซึ่ง Local Control PLC จะติดตั้งอยู่ภายในตัว Main Bridge

**ฉ-2. Route Control PLC** มีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของระบบสายพานและเครื่องจักรให้สัมพันธ์กัน โดยสามารถเลือกให้สายพานเส้นใดหรือเครื่องจักรเครื่องใดทำงานก็ได้ แต่จะต้องมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ต้องอยู่ใน Route เดียวกัน โดยอุปกรณ์ Route Control PLC นี้จะติดตั้งอยู่ภายในศูนย์ควบคุมกลางที่เรียกว่า Conveyor Control Center (CCC) การเชื่อมโยงระหว่าง Local Control PLC และ Route Control PLC เป็นแบบเครือข่ายทางไกล (Long Distance Network-LDN) โดยผ่านทาง Modems และ LDN-Bus ระบบการเชื่อมโยงสัญญาณนี้เป็นแบบ Redundancy กล่าวคือมี LDN-Bus ในการรับส่งสัญญาณจำนวน 2 ชุด โดยชุดหนึ่งจะทำหน้าที่รับส่งสัญญาณโดยตรง อีกชุดหนึ่งจะทำหน้าที่สำรอง (Standby) และสามารถทำงานแทนกันได้ทันทีในกรณีที่อีกชุดหนึ่งเกิดการชำรุดไม่สามารถ รับส่งสัญญาณได้ ส่วนการเชื่อมโยงสัญญาณระหว่าง Route Controller PLC กันเอง จะเป็นแบบเครือข่ายภายใน (Local Area Network-LAN) โดยผ่านทาง L-Bus

**ฉ-3. Data Acquisition System** (DAS) มีหน้าที่รวบรวมข้อมูลของการควบคุมและการทำงานของระบบลำเลียงถ่านลิกไนท์ทั้งหมด เพื่อแสดงผลทางจอภาพ และพิมพ์รายงาน (report) การทำงานของเครื่องจักรและสถานะของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งในเครื่องจักร ซึ่งใช้ประโยชน์ในการซ่อมบำรุง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 2.7** ระบบควบคุมการทำงานของระบบลำเลียงถ่านลิกไนท์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

## 2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบการขนส่งถ่านลิกไนท์เหมืองแม่เมาะ

### 2.2.1 แนวคิดและรูปแบบการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษา ถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญที่จะเป็นปัจจัยส่งเสริมให้เครื่องจักรที่นำมาใช้งานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับสถานประกอบการใดที่มีการนำเครื่องจักรมาใช้ในการดำเนินกิจการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเครื่องจักรนั้นมีการใช้งานมาเป็นระยะเวลานาน ปัญหาต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรเช่น การชำรุด เสียหาย การหยุดทำงาน จะส่งผลกระทบต่อผลผลิตและการดำเนินกิจการเป็นอย่างมาก หรือในกรณีที่ใช้เครื่องจักรที่มีความสามารถในการทำงานที่มีความละเอียดสูง มีความซับซ้อนมาก ระบบการบำรุงรักษาก็ยิ่งมีความจำเป็นมากขึ้นตามลำดับ หน้าที่การบำรุงรักษาที่ดีก็คือการรักษาสภาพเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้ด้วยสมรรถนะสูงสุด ด้วยวิธีการอย่างมีแบบแผนโดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องเช่น ปัจจัยด้านการผลิต ค่าใช้จ่าย และเทคโนโลยีที่นำมาใช้ เป็นต้น

ทวีศักดิ์ ศรีภูสิตโต (2544) กล่าวถึงแนวคิดใหม่ของการบำรุงรักษา ว่าการควบคุมคุณภาพของผลผลิตที่ได้ (Outputs) จะมีการควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอนกระบวนการผลิต กิจกรรมใดๆที่เกี่ยวข้องและสนับสนุนต่อคุณภาพและการเพิ่มผลผลิต ซึ่งกิจกรรมทั้งหลายนั้นรวมถึงงานบำรุงรักษา ที่เริ่มเข้ามามีบทบาทที่สำคัญและได้รับการยอมรับกันมากขึ้น ทั้งนี้สาเหตุหนึ่งมาจากเครื่องจักรที่ใช้ในระบบการผลิตสมัยใหม่มีการออกแบบที่ซับซ้อนมากขึ้น ดังนั้นการใช้งานและการดูแลรักษาต้องใช้ความรู้และทักษะที่มากขึ้น เพราะการเสียหายของเครื่องจักร มีผลกระทบโดยตรงต่อผลิตภัณฑ์ คุณภาพของสินค้า รวมไปถึงความปลอดภัยในการทำงาน การปล่อยให้เครื่องจักรชำรุดโดยไม่ทราบหรือไม่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้าแล้วจึงทำการซ่อมแซมมักจะมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่สูง ดังนั้นแนวคิดใหม่ในการจัดการบำรุงรักษาจึงได้เปลี่ยนแนวคิดจากเดิมที่เน้นการซ่อมแซมแก้ไขเครื่องจักรหลังเกิดเหตุขัดข้องมาเน้นการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance หรือ PM) หรือการบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

ชำนาญ ห่อเกียรติ( 2546) กล่าวถึงแนวทางที่ถูกต้องเพื่อมุ่งสู่การบำรุงรักษาที่ดีว่า การจัดการบำรุงรักษาสมัยใหม่ไม่ได้มุ่งเน้นบริการซ่อมแซมเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว การจัดการบำรุงรักษาสมัยใหม่คือ การรักษาให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องด้วยกำลังการผลิตสูง (High Capacity) และให้ผลผลิตคุณภาพสูงโดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ และวัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษาที่มีความสำคัญคือ การสร้างสมรรถนะ ความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรให้เหมาะสมกับความต้องการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อวยชัย จีระชน (2546 ) กล่าวถึงรูปแบบของการบำรุงรักษา ไว้ดังนี้

1. การบำรุงรักษาแบบปรับปรุง (Improvement Maintenance-IM) หมายถึงการบำรุงรักษาแบบที่มีการปรับปรุงเครื่องมือ เครื่องจักรเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายอีกต่อไป รูปแบบนี้เป็นเรื่องยากที่สุดในบรรดารูปแบบการบำรุงรักษาทั้งหมด

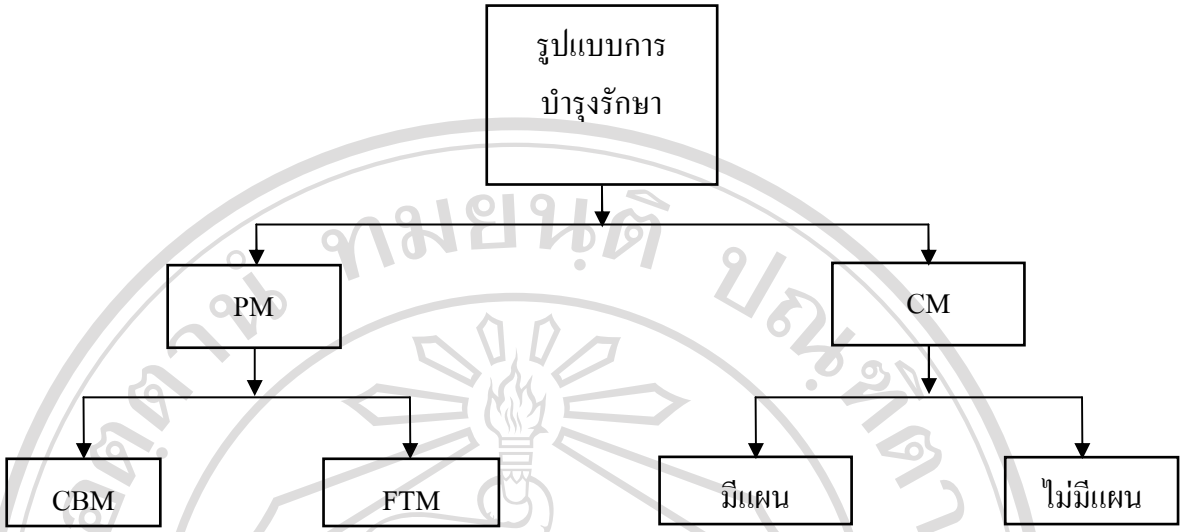
2. การบำรุงรักษาแบบป้องกัน (Preventive Maintenance-PM) หมายถึงการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเกิดความเสียหาย ไม่ว่าจะเป็นการตรวจเช็คหรือการเปลี่ยนอุปกรณ์ล่วงหน้าก่อนเกิดการเสียหาย

3. การบำรุงรักษาแบบแก้ไข (Corrective Maintenance-CM) หมายถึงการบำรุงรักษาเพื่อซ่อม แก้ไขหลังจากที่เครื่องจักร เครื่องมือเกิดความเสียหายแล้ว

พิชิต สุขเจริญพงษ์ (2543) กล่าวว่า แนวคิดของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนี้ได้รับการยอมรับเป็นที่แพร่หลายว่า สามารถทำให้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง มีความพร้อมที่จะใช้ในการผลิตอยู่เสมอ สามารถลดจำนวนการซ่อมฉุกเฉิน ลดการสูญเสียผลผลิต เพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องจักร ช่วยทำให้สภาพแวดล้อมการทำงานปลอดภัยขึ้น ขวัญและกำลังใจของพนักงานทั้งในฝ่ายผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุงดีขึ้น

เหมืองแม่เมาะเป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีการนำเอาเครื่องจักรมาใช้ในดำเนินงาน ซึ่งรวมถึงกระบวนการของการขนส่งถ่านลิกไนท์ ดังนั้นการบำรุงรักษาที่ดีจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ รูปแบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรของเหมืองแม่เมาะใช้รูปแบบของการผสมผสาน ดังที่แสดงไว้ ดังรูปที่ 2.8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved




PM - Preventive Maintenance

CM - Corrective Maintenance

CBM - Condition Base Maintenance

FTM - Fixed Time Maintenance

**รูปที่ 2.8** รูปแบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรของเหมืองแม่เมาะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.2.2 การวางแผนการบำรุงรักษา**

การวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรมีวัตถุประสงค์อย่างหนึ่งคือ การจัดการให้การบำรุงรักษา ดำเนินไปอย่างมีแผนงานหรือ เป็นไปตามแผนที่วางไว้ สิ่งนี้จะช่วยให้สมรรถนะและความพร้อมการใช้งานของเครื่องจักรสูงขึ้น และลดค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาทางตรง ตลอดจนมีข้อดีต่างๆอีกหลายประการ ภาระงานของแผนกบำรุงรักษาเครื่องจักรก็จะลดลง และคุณภาพงานจะสูงขึ้น ดังนั้นกิจกรรมของการบำรุงรักษาจึงไม่เป็นเพียงแค่การดำเนินการบำรุงรักษาเท่านั้น กิจกรรมจึงต้องเริ่มตั้งแต่ การสำรวจเพื่อหาเครื่องจักรที่มีความเหมาะสมมาใช้งาน การวางแผนการบำรุงรักษา การดำเนินการซ่อมบำรุงระหว่างใช้งาน และการประเมินผลการบำรุงรักษาเพื่อใช้ในการปรับปรุงสมรรถภาพของเครื่องจักรให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ (ศูนย์ศึกษาการจัดการบำรุงรักษา,2543)

การวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบขนส่งถ่านลิกไนท์เหมืองแม่เมาะ เริ่มต้นจากการพิจารณาความต้องการเครื่องจักรจากแผนการทำเหมืองเป็นหลัก โดยแผนการทำเหมืองที่แสดงถึงความต้องการเครื่องจักรจะมีการวางแผนไว้ 2 ระยะ คือ แผนแสดงความต้องการเครื่องจักรประจำปี และแผนแสดงความต้องการเครื่องจักรประจำเดือน โดยความต้องการเครื่องจักรจะแสดงด้วยเวลาการทำงาน (operating hour) ซึ่งจะคำนวณมาจากความต้องการปริมาณถ่านลิกไนท์ของโรงไฟฟ้า ค่าความร้อน ชนิดของถ่าน และตำแหน่งของถ่านที่อยู่ในบ่อเหมือง แล้วจึงนำไปพิจารณาร่วมกับปัจจัยอื่นในการวางแผนบำรุงรักษาเช่นข้อจำกัดของขีดความสามารถของเครื่องจักร, เงื่อนไขสภาพเครื่องจักร เป็นต้น เพื่อสร้างแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบ PM และ CM โดยแสดงเป็นตารางการหยุดเครื่องจักรในการซ่อมบำรุง (บุญทัน พุฒลา*, 2546 : สัมภาษณ์)

การบำรุงรักษาแบบ PM (Preventive Maintenance) จะเป็นกิจกรรมหลักของแผนกซ่อมบำรุง ที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐานดังแสดงไว้ใน ตารางของ Code of PM. Schedule for Conveyor System ดังตารางที่ 2.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

---

* บุญทัน พุฒลา -ผู้จัดการแผนกวางแผนซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรกลเหมืองแม่เมาะ, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่ง

**ตารางที่ 2.1** Code of PM. Schedule for Conveyor System

| Service Name | Service Period (Hrs) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Crusher 0 | Crusher 1 | Crusher 2 | Crusher 3 | Crusher 4 | Stacker 0-4 | Reclaimer 1 | Reclaimer 2 | Reclaimer 3 | Reclaimer 4 | Reclaimer 5 | Conveyors |
| PM-02 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| PM-03 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 | 800 |
| PM-04 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 |
| PM-05 | 3200 | - | - | - | - | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 | 3200 |
| PM-06 | 6400 | 6400 | 6400 | 6400 | 6400 | 6400 | 6400 | 6400 | 6400 | 6400 | 6400 | 6400 |
| PM-07 | - | - | - | - | - | 9600 | 9600 | 9600 | 9600 | 9600 | 9600 | - |
| PM-08 | 12800 | 12800 | 12800 | 12800 | 12800 | 12800 | 12800 | 12800 | 12800 | 12800 | 12800 | 12800 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

### 2.2.3 การรายงานผลการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบขนส่งถ่านลิกไนท์

การรายงานผลการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบขนส่งถ่านลิกไนท์ที่ใช้งานอยู่ที่เหมืองแม่เมาะ ตามรายละเอียดของรายงานผลการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร (กองวางแผนบำรุงรักษา ฝ่ายการผลิตเหมืองแม่เมาะ,2545) มีรายละเอียดดังนี้

ได้แบ่งกลุ่มเครื่องจักรระบบขนส่งถ่านลิกไนท์ เพื่อการซ่อมบำรุงรักษาและประเมินผลเครื่องจักร จำนวน 59 เครื่องจักร ซึ่งอยู่ในแผนการซ่อมบำรุงรักษาของ กองวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรกลเหมือง แบ่งตามประเภทของการลำเลียงถ่านลิกไนท์ที่นำส่งโรงไฟฟ้าได้ 2 ประเภท ได้แก่

ส่วนการผลิตถ่าน มีการจัดกลุ่มเครื่องจักร 4 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มเครื่องจักร CR.1, L1.6-L1.1, S1, ST.1 มีจำนวน 9 เครื่องจักร ได้แก่ CR.1, L1.6, L1.5, L1.4, L1.3, L1.2, L1.1, S1 และ ST.1
- กลุ่มเครื่องจักร CR.2, L2.8-L2.4, L4.1, D1, S2, ST.2 มีจำนวน 11 เครื่องจักร ได้แก่ CR.2,L2.8, L2.7, L2.6, L2.5, L2.4, L2.3, L4.1, D1, S2 และ ST.2
- กลุ่มเครื่องจักร CR.3, L3.8-L3.1, S3, S3.1, ST.3 มีจำนวน 12 เครื่องจักร ได้แก่ CR.3, L3.8, L3.7, L3.6, L3.5, L3.4, L3.3, L3.2, L3.1, S3, S3.1 และ ST.3
- กลุ่มเครื่องจักร CR.4, L6.6-L4.2, L2.2, L2.1, R4.1, R4.2, S4, ST.4 มีจำนวน 12 เครื่องจักร ได้แก่ CR.4, L4.6, L4.5, L4.4, L4.3, L4.2, L2.2, L2.1, R4.1, R4.2, S4 และ ST.4

ส่วนการส่งถ่าน มีการจัดกลุ่มเครื่องจักร 5 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มเครื่องจักร REC.1, R1, F1 มีจำนวน 3 เครื่องจักร
- กลุ่มเครื่องจักร REC.2, R2, F2 มีจำนวน 3 เครื่องจักร
- กลุ่มเครื่องจักร REC.3, R3, F3 มีจำนวน 3 เครื่องจักร
- กลุ่มเครื่องจักร REC.4, R4, F4 มีจำนวน 3 เครื่องจักร
- กลุ่มเครื่องจักร REC.5, R5, F5 มีจำนวน 3 เครื่องจักร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

### 2.2.4 การรายงานค่า Performance ของเครื่องจักร

การรายงานค่า Performance ของเครื่องจักรจะรายงานให้ผู้บริหารและหน่วยงานในสังกัดในทุกเดือน เพื่อใช้ในการบริหารจัดการการบำรุงรักษาระบบขนส่งถ่านลิกไนท์โดยจะใช้ค่าอ้างอิงดังนี้คือ

**PA** : Physical Availability

**RE** : Reliability

**MTBF** : Mean Time Between Failure

**MTTR** : Mean Time to Repair

โดยกำหนดให้ค่าอ้างอิงมาจากการคำนวณโดย

$$\textbf{PA} = \frac{\text{Available Time}}{\text{Schedule Time}} \quad [\%]$$

$$\textbf{RE} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Schedule Time} - \text{PM Down Time}} \quad [\%]$$

$$\textbf{MTBF} = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Down Time Frequency}} \quad [\text{hr}]$$

$$\textbf{MTTR} = \frac{\text{Down Time}}{\text{Down Time Frequency}} \quad [\text{hr}]$$

ความหมายของค่า Performance ของเครื่องจักรตามที่กองวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรกลเหมืองได้กำหนดไว้คือ

**Physical Availability** : ความพร้อมสำหรับการทำงาน

**Reliability** : ความน่าเชื่อถือที่จะสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง

**Mean Time Between Failure** : เวลาเฉลี่ยที่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

**Mean Time to Repair** : เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

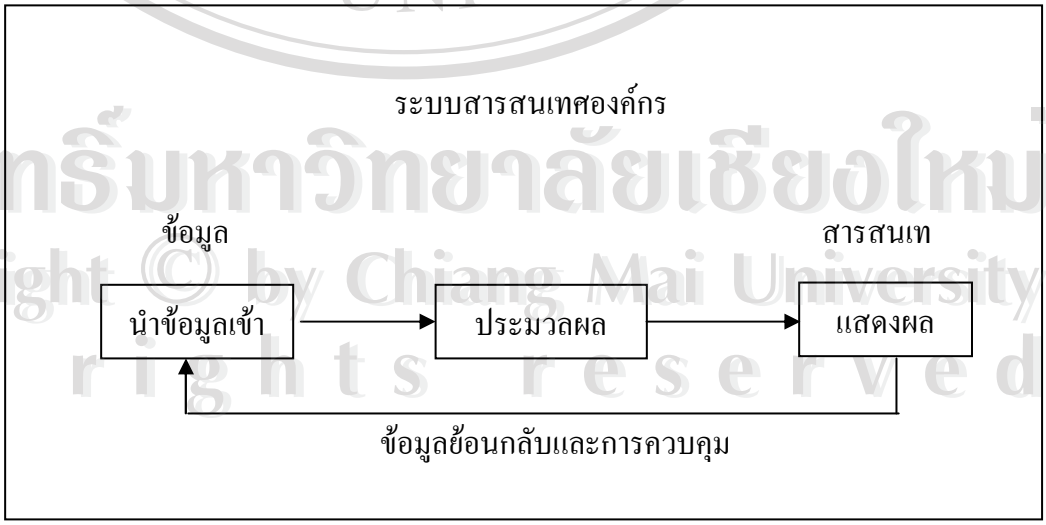
**2.3 แนวคิดการพัฒนาระบบสารสนเทศ**

ครรชิต มาลัยวงศ์ (2539) ให้ความหมายของสารสนเทศ (Information) ว่าเป็นข่าวสารที่ได้จากการนำเอาข้อมูลมาประมวลผล แล้วนำเสนอออกมาในรูปแบบที่ผู้ใช้เข้าใจความหมาย

บุญสิริ สุวรรณเพ็ชร์ (2539) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศ (Information System) หมายถึงชุดของคน ข้อมูลและวิธีการ ซึ่งทำงานร่วมกันเพื่อให้เกิดความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ในการจัดการสารสนเทศซึ่งได้แก่การรวบรวมข้อมูล การประมวลผลข้อมูล การนำสารสนเทศที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจ แก้ไขปัญหา การควบคุม เป็นต้น

นิตยา เจรียงประเสริฐ (2543) ได้ให้คำนิยาม ระบบสารสนเทศ (Information Systems) ไว้ว่า การรวมองค์ประกอบต่างๆที่มีความสัมพันธ์กันในการจัดเก็บและการประมวลผลข้อมูล ให้เป็นสารสนเทศที่จะสามารถเรียกมาใช้หรือกระจายไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจ การประสานงาน การดำเนินงาน การควบคุม การวิเคราะห์ และการวางรูปแบบขององค์กรให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งปัจจุบันองค์กรต่างๆ ต่างก็ให้ความสำคัญต่อระบบสารสนเทศ ด้วยเหตุผลหลายประการเช่น ช่วยในการวางแผนกลยุทธ์ของกิจการ การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานทั้งของบุคคลและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินกิจการ เป็นต้น

ระบบสารสนเทศจะมีหน้าที่ในการรับข้อมูลนำเข้า( Input Data) เพื่อนำมาประมวลผล (Processing) ให้เป็นระบบสารสนเทศ (Information Output) ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในองค์กร โดยมีข้อมูลย้อนกลับเพื่อช่วยในการควบคุม ให้การนำเข้าการประมวลผล และการนำเสนอสารสนเทศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ดังรูปที่ 2 .9




**รูปที่ 2.9** แผนภาพระบบสารสนเทศองค์กร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ระบบสารสนเทศที่นำไปใช้ในองค์กรในปัจจุบันมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 3 ประการคือ

1. การนำไปใช้ในการประมวลผลรายงานและการจัดทำรายงาน
2. การนำไปใช้ในการช่วยการตัดสินใจ
3. การนำไปใช้ในการช่วยการติดต่อสื่อสาร

นิตยา เจรียงประเสริฐ (2543) กล่าวไว้ว่า ระบบสารสนเทศสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายกลุ่ม และหนึ่งในหลายกลุ่มของระบบสารสนเทศก็คือ ระบบสนับสนุนการจัดการ (Management Support Systems-MSS) ซึ่งประกอบด้วยระบบการจัดทำรายงาน (Management Reporting Systems) ระบบการสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Systems) และระบบสารสนเทศของผู้บริหาร ข้อดีของระบบสารสนเทศแบบสนับสนุนการจัดการคือ สามารถสร้างระบบการจัดทำรายงานต่างๆ (Report) หรือ การตอบการสอบถาม (Query)ทางคอมพิวเตอร์ ที่มีความถูกต้องแม่นยำที่จะช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร การแสดงผลลัพธ์ของระบบการจัดทำรายงาน (Management Report Systems-MRS) จะทำการดึงข้อมูลจากระบบการประมวลผลรายงานมาจัดทำรายงาน เช่นการแสดงถึงสิ่งผิดปกติ(Exceptional Report) รายงานที่เป็นการสรุปผลการปฏิบัติ (Summary Report) เป็นต้น และการเก็บข้อมูลสามารถเก็บได้ในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลหรือฐานข้อมูลก็ได้ ซึ่งการเก็บในฐานข้อมูลจะมีข้อดีคือทำให้มีความสะดวกในการบำรุงรักษาและการเรียกใช้ข้อมูลได้ในภายหลัง

**2.3.1 การพัฒนาระบบสารสนเทศ**

การพัฒนาระบบสารสนเทศ โดยทั่วไปจะดำเนินตามขั้นตอนต่างๆที่กำหนดไว้ในวงจรของการพัฒนา (System Development Life Cycle-SDLC) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้กันมานานแบ่งขั้นตอนของการพัฒนาได้เป็นขั้นตอนใหญ่ๆ 5 ขั้นตอน (นิตยา เจรียงประเสริฐ, 2543 ) คือ

1. ขั้นการศึกษาและให้คำจำกัดความของระบบ (System Definition) เป็นกระบวนการที่บ่งบอกว่าอะไรเป็นปัญหาที่แท้จริง เพื่อให้แน่ใจว่าระบบใหม่ที่จะนำมาใช้นั้นจำเป็นในการแก้ไขปัญหานั้น

2. ขั้นการวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) เป็นกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาอย่างละเอียดเพื่อจะได้มีความเข้าใจที่ดีขึ้น ในขอบเขต ความเป็นไปได้ และลักษณะของสิ่งที่ต้องการจากระบบใหม่ที่จะพัฒนา

3. ขั้นการออกแบบและเขียนโปรแกรม (System Design and Programming) เป็นกระบวนการที่แปลงความต้องการระบบ (System Requirement) ให้เป็นสิ่งที่จะนำไปเขียนโปรแกรมได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ขั้นการทดสอบระบบและการนำระบบไปใช้ (System Testing and Implementation) กระบวนการทดสอบจะช่วยให้ผู้ใช้มั่นใจว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นจะสามารถทำงานได้อย่างที่ต้องการหรือคาดหวังไว้ และการนำระบบไปใช้ จะมีความสำคัญต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวของระบบที่พัฒนาขึ้นมา ดังนั้นควรที่จะมีการวางแผนที่รอบคอบ ต้องคำนึงถึงวิธีการที่จะนำระบบไปใช้ที่แตกต่างกันดังนี้

4.1 Parallel Conversion เป็นการนำระบบใหม่ไปใช้ขณะที่ยังใช้ระบบเก่าเหมือนเดิมจนกว่าระบบใหม่จะทำงานได้อย่างดีโดยไม่มีข้อผิดพลาด วิธีนี้ใช้ได้ดีกับระบบที่มีความสำคัญต่อองค์กรอย่างมาก หากเกิดข้อผิดพลาดของระบบจะมีผลเสียต่อองค์กร

4.2 Direct Cut-Over เป็นการนำระบบใหม่เข้ามาแทนที่ระบบเดิม วิธีนี้เหมาะกับระบบงานที่มีขนาดเล็ก หรือไม่ใช่ระบบที่สำคัญมากกับธุรกิจที่มีผลต่อการดำเนินงานประจำวัน

4.3 Pilot Study เป็นการนำระบบใหม่มาใช้เพียงบางหน่วยงานเท่านั้นจนกว่าจะมองเห็นว่าระบบใหม่ใช้งานได้ จึงจะนำไปใช้งานทั้งองค์กร

4.4 Phased Conversion เป็นการนำระบบใหม่ไปแทนที่ระบบเก่าเพียงบางส่วนเช่น ใช้เฉพาะด้านการจัดการสินค้าคงคลัง เป็นต้น

5. ขั้นการบำรุงรักษาระบบ (System Maintenance) เป็นกระบวนการที่จะทำให้เชื่อมั่นว่าระบบนั้นตรงกับความต้องการของผู้ใช้

เช่นเดียวกันกับ กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และจำลอง ครูอุตสาหะ (2541) ได้กล่าวถึงการพัฒนาระบบงานสารสนเทศโดยยึดแนวทางของการแก้ไขปัญหาของ เฟรเดอริค เทย์เลอร์ (Federick Taylor) ที่เรียกว่า การจัดการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Management) ซึ่งขั้นตอนของวิธีดังกล่าวจะมีความใกล้เคียงกับกระบวนการ SDLC ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study)
2. การวิเคราะห์และรวบรวมตามความต้องการ (Requirement Collection and Analysis)
3. การออกแบบ (Design)
4. การทำต้นแบบ (Prototype)
5. การทดลองใช้ (Implementation)
6. การทดสอบและตรวจสอบความถูกต้อง (Validation and Testing)
7. การปฏิบัติ (Operation)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.3.2 การสร้างต้นแบบ (Prototyping)**

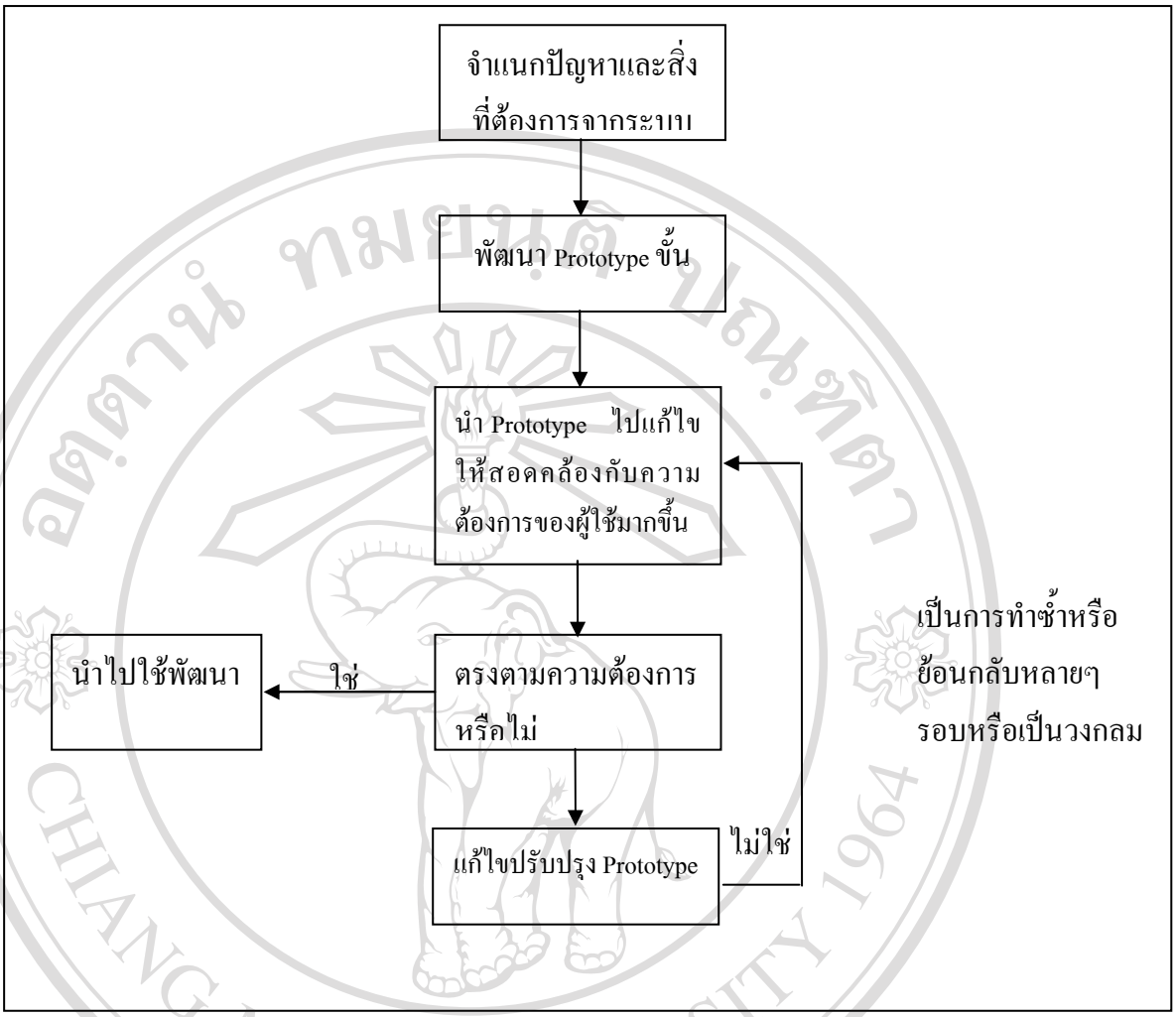
เป็นขั้นตอนหนึ่งของการพัฒนาระบบสารสนเทศที่อยู่ในขั้นตอนของการออกแบบและการเขียนโปรแกรม เป็นวิธีการออกแบบรวดเร็ว (Rapid Application Development-RAD) ซึ่งใช้หลักการของการสร้างแบบพิมพ์เขียว (Prototype) หรือแบบจำลองทั้งหมดหรือบางส่วนของระบบที่จะทำการพัฒนา ขั้นตอนนี้คล้ายคลึงกันกับ SDLC แต่จะลดบางขั้นตอนไป โดยมีขั้นตอนที่สำคัญเพียง 4 ขั้นตอนหลัก ดังรูปที่ 2.10 คือ

1. การจำแนกปัญหาและบ่งบอกความต้องการในระบบที่จะพัฒนาขึ้นมา
2. สร้างต้นแบบ หรือ Prototype ของระบบที่จะพัฒนา
3. นำเอาต้นแบบไปทบทวนสิ่งที่ต้องการจากระบบว่าครบถ้วนหรือไม่
4. ทบทวนและเพิ่มเติมประสิทธิภาพของต้นแบบ

ต้นแบบหรือ Prototype แบ่งได้ 2 แบบ คือ

1. Throwaway Prototype ได้แก่ต้นแบบที่สร้างขึ้นเป็นแบบจำลองความต้องการของผู้ใช้เท่านั้น เมื่อมีการพัฒนาระบบขึ้นใช้แล้ว ต้นแบบนี้ก็จะถูกยกเลิกไป
2. Evolutionary Prototype ได้แก่ ต้นแบบที่มีการปรับปรุงตามความต้องการของผู้ใช้จนสามารถ ใช้งานเป็นระบบสารสนเทศตามที่ต้องการได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 2.10** ขั้นตอนของ Prototype

วิธีการสร้างต้นแบบนี้ เป็นวิธีที่ดีกว่า SDLC เพราะสามารถพัฒนาระบบสารสนเทศได้เร็วกว่า ทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า รวมทั้งเป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการพัฒนาระบบมากขึ้นด้วยการร่วมในการแก้ไขปรับปรุงต้นแบบจนกว่าจะตรงตามที่ต้องการ นอกจากนี้ต้นแบบยังสามารถแสดงให้ทั้งผู้พัฒนาระบบเข้าใจตรงกันว่าระบบที่จะพัฒนาขึ้นมานั้นจะเป็นระบบอย่างไร แต่ข้อเสียก็คือผู้ใช้มักจะพอใจต้นแบบจนไม่ต้องการจะยกเลิกไปใช้ระบบสารสนเทศที่เต็มรูปแบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมา

ในการพัฒนาระบบสารสนเทศของแต่ละองค์กร สิ่งที่ควรจะต้องคำนึงถึงหรือนำมาพิจารณาในการเลือกว่าวิธีใดที่จะเหมาะสมในการนำระบบมาใช้แต่ละองค์กร ปัจจัยที่สำคัญก็คือระบบที่จะพัฒนานั้นมีความสามารถตรงตามความต้องการขององค์กรหรือตามแต่ลักษณะของงานหรือไม่ เพราะถ้าเลือกการพัฒนาระบบที่เหมาะสม ย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพ และประสิทธิผลที่จะเกิดขึ้นตลอดกระบวนการดำเนินกิจการขององค์กรนั้นๆได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved