บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนามาโดยลำดับ ในประวัติศาสตร์ของมนุษย์เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้มีความหลากหลายในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ สิ่งของอุปโภค และบริโภค สืบเนื่องมาจากความต้องการที่ไม่สิ้นสุดของลูกค้าหรือมนุษย์ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ผลักดันให้องค์กรทุก ๆ องค์กร ไม่ว่าจะเป็นองค์กรด้านการผลิต องค์กรด้านการบริการ ฯลฯ ต้องนำมาพิจารณาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า

2.1 วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาเป็นความพยายามในอันที่จะลดค่าใช้จ่ายด้านเงินลงทุนในการออกแบบสร้างหรือสั่งซื้อเครื่องจักร ภายใต้ข้อกำหนดทางคุณภาพและปริมาณของผลผลิตที่ต้องการ

2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance : PM)

เป็นกิจกรรมการบำรุงรักษาที่มีแผนในการป้องกันการขัดข้องของเครื่องจักร โดยการตรวจสอบตามกำหนดหรือการวินิจฉัยสภาพเครื่องจักรเพื่อวัดความเสื่อม และการปรับปรุงซ่อมแซม เพื่อที่จะแก้ไขความเสื่อมได้ทันท่วงทีเพื่อฟื้นฟูเครื่องจักร ประกอบด้วยการบำรุงรักษาแบบกิจวัตร การบำรุงรักษาตามกำหนด และการบำรุงรักษาแบบคาดคะเน จากการตรวจสอบการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรในเวลาปัจจุบัน ทำให้สามารถดำเนินการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดหรือเสื่อมสภาพมากยิ่งขึ้น ปกติแล้วการบำรุงรักษาแบบนี้ต้องมีการติดตาม ดูแล ตรวจสอบสภาพเครื่องจักรมากพอควร เพื่อให้มีหลักเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือว่าควรดำเนินการบำรุงรักษาที่จุดใดและเมื่อใดจึงจะเหมาะสมที่สุดและมักเรียกการบำรุงรักษาแบบนี้ว่า " การบำรุงรักษาตามระยะเวลา " (Time base Maintenance : TBM)

การชะลอการเสื่อมสภาพโดยใช้สารหล่อลื่น สิ่งที่ควรปฏิบัติมี 3 ลักษณะ คือ

ก. การป้องกันการเสื่อมสภาพ เช่น

- การหล่อลื่น
- การขันแน่นสลักเกลียว
- การทำความสะอาด

- การใช้งานให้ถูกต้อง
- การควบคุมสภาพแวดล้อม เช่น ความร้อน ความชื้น ไอกรด หรือฝุ่นละออง
- ฯลฯ

ข. การตรวจวัดการเสื่อมสภาพ เช่น

- การตรวจเช็คความตึงสายพาน
- การตรวจเช็คอุณหภูมิใช้งานของน้ำมันไฮดรอลิก อุณหภูมิของแบริ่ง
- การตรวจสอบคุณสมบัติของสารหล่อลื่น
- ฯลฯ

ค. การซ่อมปรับคืนสภาพ เช่น

- การโอเวอร์ฮอลปั๊มไฮดรอลิกทุก 5 ปี
- การโอเวอร์ฮอลเครื่องยนต์ใหม่ทุก 100,000 กม.
- การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่สึกหรอตามระยะเวลา
- ฯลฯ

กิจกรรมในขั้นตอนที่หนึ่งนั้นนับได้ว่าต้องดำเนินการโดยผู้ที่อยู่ใกล้ชิดกับเครื่องจักรมากที่สุด เฉกเช่นเดียวกันกับการป้องกันการเสื่อมสภาพของมนุษย์คือ ทุกคนจำเป็นต้องดูแลเงื่อนไขเบื้องต้นของการดำรงชีวิต เช่น แปรงฟัน อาบน้ำ สระผม รับประทานอาหารครบ 5 หมู่ เครื่องนุ่งห่มสะอาด สภาพที่อยู่อาศัยดี เป็นต้น ดังนั้น แนวความคิดเช่นนี้จึงเป็นหลักที่มาของ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันขั้นต้น (Basic Preventive Maintenance) ซึ่งมักจะถูกเรียกกันว่า "การบำรุงรักษาด้วยตนเอง" (Self Maintenance หรือ Operator Maintenance หรือ Autonomous Maintenance) โดยหลักการแล้วก็เป็นวิธีการง่าย ๆ ในการป้องกันการเสื่อมสภาพโดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เครื่องมือวัด เช่น การหยอดน้ำมันหล่อลื่น อัดจาระบี การทำความสะอาด เครื่องจักร และรวมไปถึงการใช้สามัญสำนึก 4 ประการ คือ 1. ตาดู 2. หูฟัง 3. มือสัมผัส และ 4.จมูกดม (Sight, Sound, Smell & Touch) เพื่อช่วยแยกแยะอาการผิดปกติ ออกจากอาการที่ปกติ โดยเริ่มที่ผู้ใกล้ชิดเพื่อค้นหาอาการที่จะนำไปสู่การชำรุดได้ตั้งแต่เนิ่น ๆ (Early Failure Detection) ซึ่งตรงกับคำพังเพยภาษาไทยที่ว่า " ตัดไฟเสียแต่ต้นลม " ดังนั้นหากพนักงานสามารถค้นพบอาการผิดปกติได้ตั้งแต่เนิ่น ๆ จะสามารถแจ้งให้กับฝ่ายบำรุงรักษาให้มาดำเนินการก่อนที่เหตุการณ์ชำรุดจะบานปลาย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วหากเครื่องจักรหรือตัวบุคคลได้รับการดูแลรักษาดี เครื่องจักรสะอาด ใช้งานถูกต้อง โอกาสที่จะเกิดการชำรุด ความรุนแรงของการชำรุด จะต่ำกว่าเครื่องจักร หรือบุคคลที่ไม่มีการดูแลรักษาขั้นต้น

กิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 เป็นกิจกรรมที่รับผิดชอบโดยพนักงานในส่วนของแผนกการซ่อมบำรุง ทั้งนี้เนื่องจากว่าจำเป็นต้องใช้พนักงานที่มีความรู้ความชำนาญทางด้านช่าง รวมไปถึงต้องใช้เครื่องมือวัดทำการตรวจวัดค่าเชิงตัวเลข เพื่อช่วยในการประเมินถึงอัตราของการเสื่อมสภาพ อาทิ การใช้ไดอัลเกจวัดการโยนตัว ฟีลเลอร์เกจเพื่อวัดการเสื่อมสภาพของฟันเฟืองกับแบริ่ง มัลติมิเตอร์เพื่อตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้าเข้ามอเตอร์ ใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ เพื่อวัดความหนาของแผ่นผ้าเบรกที่เหลืออยู่ เป็นต้น

ค่าวัดเหล่านี้มีประโยชน์ คือ

1. ทำให้ทราบอัตราการสึกหรอหรือการเสื่อมสภาพเป็นระยะ ๆ และสามารถทำนายช่วงเวลาการถดถอย เพื่อเปลี่ยนชิ้นส่วนได้

2. เป็นแนวทางในการตัดสินใจให้กับพนักงาน เช่น ถ้าความหนาผ้าเบรกลดลงไปเหลือแค่ 1/3 ของความหนาเดิม ควรเปลี่ยนผ้าเบรกใหม่ หรือหากดอกยางรถยนต์มีความลึกเหลือเพียง 3 มิลลิเมตร ควรเปลี่ยนยางใหม่ อัตราการลดขนาดลงของลวดสลิงโดยการใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์วัดบ่งบอกถึงช่วงเวลาที่ควรเปลี่ยนใช้สลิงเส้นใหม่ หรือ วัดค่าความเป็นฉนวนของมอเตอร์แต่ละเฟสเมื่อเทียบกับสายดินควรมีค่าเกินกว่า 5 เมกกะโอห์ม หากต่ำกว่านี้ ควรทำการอบมอเตอร์หรือสายไฟเพื่อไล่ความชื้น เป็นต้น

ในขั้นตอนสุดท้ายคือการซ่อมปรับคืนสภาพจะเป็นหน้าที่ของแผนกซ่อมบำรุงในการถอดถอนระบบใดๆ ที่เมื่อพิจารณาค่าวัดการเสื่อมหรือการสึกหรอในขั้นตอนที่ 2 แล้วเห็นว่าไม่สมควรใช้งานต่อไป ด้วยเหตุผลหลายประการเช่น ไม่คุ้มกับค่าซ่อมเมื่อเกิดการชำรุด ทำให้ผลผลิตตกต่ำ ทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุ เช่น ในอากาศยาน หม้อไอน้ำ ก็ควรดำเนินการซ่อมเปลี่ยนหรือโอเวอร์ฮอลเพื่อให้คืนสภาพใหม่ดังเดิม

จากหลักการดังกล่าวข้างต้นสิ่งที่ควรพิจารณาดำเนินการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) คือ การชะลอการเสื่อมสภาพหรือชะลอการสึกหรอ 6 กลไกของการสึกหรอคือ การสึกหรอแบบยึดติด (Adhesive Wear) การสึกหรอแบบขูดขีด (Abrasive Wear) การสึกหรอแบบล้าตัว (Fatique Wear) การสึกหรอแบบปฏิกิริยาไทรโบเคมี (Tribochemical Wear) การสึกหรอแบบพ่นปะทะ (Erosive Wear) หรือการสึกหรอแบบโพรงอากาศในระบบไฮดรอลิก (Cavitation Wear) ดังนั้นกิจกรรมต่างๆ ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่กระทำนั้นมักจะสื่อความหมายเพื่อลดโอกาสหรือตัดโอกาสการเกิดหรือชะลอการเกิดการสึก หรือดังกล่าวได้ก็จะเป็นส่วนหนึ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้ ดังตัวอย่างตารางที่2.1

กิจกรรมการบำรุงรักษา	ป้องกันกลไกการสึกหรอแบบ
- การตรวจเช็คระดับน้ำมันไฮดรอลิก	- ยึดติด / โพรงอากาศ
- การทำการหล่อลื่นโดยใช้สารหล่อลื่นที่สะอาด	- ขูดขีด
- การเปลี่ยนไส้กรองอากาศตามระยะเวล่า	- ขูดขีด / พ่นปะทะ
- การเปลี่ยนไส้กรองอากาศตามระยะเวลา	- พ่นปะทะ / ขูดขีด
- การตรวจสองท่อน้ำมันรั่ว	- ยึดติด / โพรงอากาศ / พ่นปะทะ
- การทำความสะอาด	- ขูดขีด
- การใช้งานตามภาระกำหนด	- ยึดติด / ล้าตัว
- การประกอบแบริงด้วยการอัด (Press Fit) ตามกำหนด	- ไทรโบเคมี
- การหล่อลื่นข้อต่อโซ่	- ยึดติด / ไทรโบเคมี

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างกิจกรรมการบำรุงรักษาและรูปแบบของการสึกหรอ

โดยทั่วไปผู้ผลิตเครื่องจักรจะระบุถึงวิธีการ ช่วงเวลา และขั้นตอนในการบำรุงรักษามาในคู่มือเครื่องจักร เช่น อาจจะมีคำที่ระบุไว้ในคู่มือเครื่องจักรว่าต้องทำการบำรุงรักษาในช่วงเวลาใด ๆ เช่น Daily, Weekly, Monthly, Quarterly, Semi-Annually, Annually ฯลฯ ซึ่งก็หมายถึงว่า เป็นรายการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ควรต้องดำเนินการ ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน ทุก 3 เดือน ทุก 6 เดือน หรือ ทุกปี ในความเป็นจริงแล้วค่าเวลาดังกล่าวก็คือ ค่าประมาณว่าชิ้นส่วน อุปกรณ์ หรือสารหล่อลื่น เริ่มมีการเสื่อมสภาพและต้องทำการบำรุงรักษา เช่น ต้องอัดจาระบีใหม่ ต้องเปลี่ยนน้ำมันเกียร์ใหม่ ต้องขันตึงสลักเกลียว ต้องเปลี่ยนไส้กรอง น้ำมันหล่อลื่น ฯลฯ

เครื่องจักรควรได้รับการกำหนดระบบที่จะต้องทำการบำรุงรักษาเป็น 3 ระบบใหญ่ คือ

- ระบบการหล่อลื่น
- ระบบทางกล
- ระบบทางไฟฟ้า

ในที่นี้จะกล่าวถึงระบบหล่อลื่นและระบบทางกล สำหรับระบบทางการหล่อลื่นจุดที่สำคัญที่ควรครอบคลุม มี 5 ส่วน

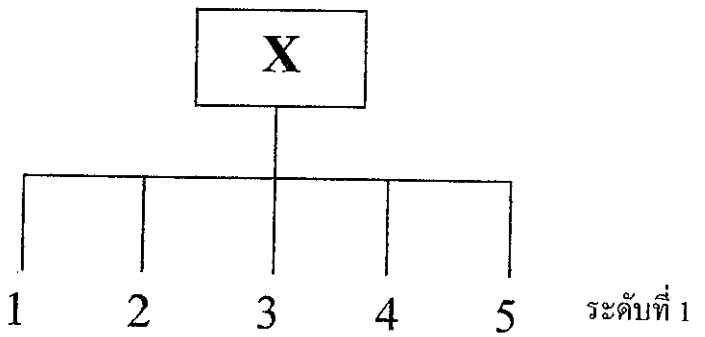
- ชนิดของสารหล่อลื่น
- ปริมาณของสารหล่อลื่น
- ช่วงเวลาในการเปลี่ยน / ถ่าย / เติม
- ตำแหน่งที่ต้องไปดำเนินการ
- วิธีการในการหล่อลื่น

ในส่วนของระบบทางกลจุดที่ควรสนใจได้แก่

- ความตึงของสายพาน
- การเปลี่ยนแผ่นกวาดน้ำมันตามระยะเวลา
- การตรวจเช็คการขันแน่นของสลักเกลียว
- การตรวจสอบการเยื้องศูนย์ของคับปลิ้ง
- การตรวจเช็คขนาดที่เปลี่ยนไปของชิ้นส่วน
- ฯลฯ

2.3 ใบรายการวัสดุ (Bill of Material)

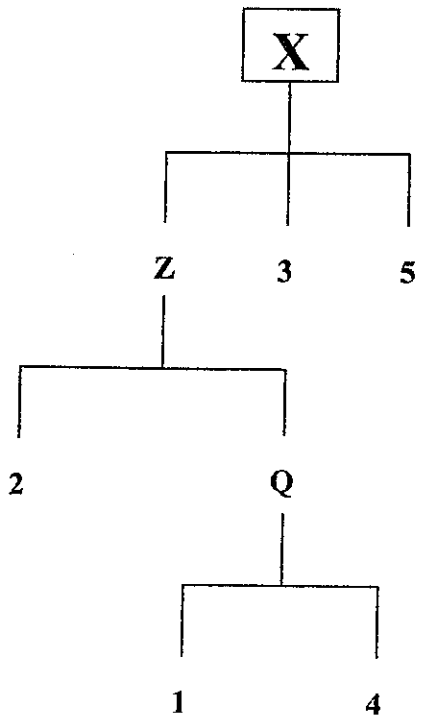
บัตรบันทึกโครงสร้างของผลิตภัณฑ์หรืออาจจะเรียกว่าใบรายการวัสดุ (Bill of Material : BOM) ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลของทุก ๆ รายการ หรือส่วนประกอบที่ต้องใช้เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์สุดท้าย โดยจะแสดงถึงจำนวนของส่วนประกอบแต่ละชนิดที่ต้องการใช้ในการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ หนึ่งชิ้น รูปที่2.1 เป็นใบรายการวัสดุชนิดหนึ่งซึ่งแสดงในรูปของโครงสร้างผลิตภัณฑ์



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่มีระดับเดียว

จากรูปที่ 2.1 ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป X เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีระดับเดียว เพราะว่าส่วนประกอบทั้งหมดมีระดับเดียวอยู่ใต้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป สำหรับผลิตภัณฑ์ X จะถูกกำหนดให้อยู่ในระดับที่ 0 ของโครงสร้างผลิตภัณฑ์โดยชิ้นส่วนที่ 1 ถึง 5 จะอยู่ในระดับที่ 1

จากรูปที่ 2.2 ได้แสดงถึงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์หลายๆ ระดับและชิ้นส่วนประกอบย่อย Z และ Q โดย Q จะถูกประกอบขึ้นจากชิ้นส่วน 1 และ 4 ส่วนชิ้นส่วนประกอบย่อย Z จะถูกประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนประกอบย่อย Q และชิ้นส่วน 2 และสำหรับผลิตภัณฑ์ X เป็นการประกอบขั้นสุดท้ายของชิ้นส่วนประกอบย่อย Z ชิ้นส่วน 3 และชิ้นส่วน 5



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์หลายระดับ

ใบรายการวัสดุสำหรับผลิตภัณฑ์ X ในรูปที่ 2.2 อาจจะแสดงในรูปของรายการชิ้นส่วนอย่างง่าย ๆ ดังนี้

ผลิตภัณฑ์ X		
หมายเลขชิ้นส่วน	**ปริมาณ**	**รายละเอียด**
1	1	
2	2	
3	1	
4	1	
5	3	

ตารางที่ 2.2 ใบรายการวัสดุแสดงในรูปของใบรายการชิ้นส่วนอย่างง่าย

รูปที่ 2.1 เป็นใบรายการวัสดุอย่างง่ายของผลิตภัณฑ์ X โดยไม่ได้แสดงถึงระดับความแตกต่างในโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ แต่สำหรับใบรายการวัสดุโดยทั่วๆ ไปแล้วจะต้องแสดงให้ทราบถึงระดับต่างๆ ในโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 2.3 ซึ่งเป็นใบรายการวัสดุหรือรายการชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ X ในรูปที่ 2.2

ผลิตภัณฑ์ X				
หมายเลขชิ้นส่วน			**ปริมาณ**	**รายละเอียด**
1	2	3		
Z			1	
	2		2	
	Q		1	
		1	1	
		4	1	
3			1	
5			3	

ตารางที่ 2.3 แสดงใบรายการวัสดุของผลิตภัณฑ์ X

เป็นปริมาณที่ใช้ในใบการประกอบชิ้นส่วนในระดับที่อยู่สูงถัดไปหนึ่งระดับ ยกตัวอย่างเช่น ชิ้นส่วนหมายเลข 1 จำนวน 1 หน่วย และชิ้นส่วนหมายเลข 4 จำนวน 1 หน่วย สามารถนำมาทำเป็นชิ้นส่วนประกอบย่อย Q ได้จำนวน 1 หน่วย และชิ้นส่วน Q จำนวน 1 หน่วย และชิ้นส่วนหมายเลข 2 จำนวน 2 หน่วย สามารถนำมาทำเป็นชิ้นส่วน Z ได้จำนวน 1 หน่วย

โดยทั่วไปแล้ว BOM สำหรับผลิตภัณฑ์จะบอกถึงโครงสร้างโดยแสดงส่วนประกอบทั้งหมดที่จะประกอบเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย โครงสร้างของ BOM ไม่เพียงแต่กำหนดส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เท่านั้น แต่ยังบอกถึงขั้นตอนต่างๆ ในการผลิตอีกด้วย BOM จะบอกโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ในเทอมของระดับการผลิตต่างๆ ในแต่ละระดับจะแสดงถึงความสำเร็จของผลิตภัณฑ์ส่วนหนึ่ง จนถึงระดับสุดท้ายจะได้เป็น ผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์ หรืออาจจะกล่าวได้ว่า โครงสร้างของ BOM มีลักษณะคล้ายกับต้นคริสมาส

2.4 โปรแกรม Mechanical Desktop 6.0

Mechanical Desktop 6.0 เป็นซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกลแบบ 3 มิติ ซึ่งได้รับความนิยมมากที่สุดโปรแกรมหนึ่ง ในการใช้งานของอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลาง (Small & Medium Enterprise) โดย Mechanical Desktop มีเครื่องมือที่ช่วยในการสร้างโมเดลต้นแบบในลักษณะพาราเมตริก โซลิด 3 มิติ และยังสามารถสร้างแบบแปลน 2 มิติ แสดงภาพฉายในมุมมองต่างๆ จากชิ้นส่วนพาราเมตริก โซลิด 3 มิติ อาทิเช่น ภาพฉายออร์โธกราฟฟิก (Orthographic Project) แสดงรูปด้านบน (Top) ด้านหน้า (Front) ด้านข้าง (Side) ภาพฉายไอโซเมตริก (Isometric Project) ภาพตัด (Section View) ภาพช่วย (Auxiliary view) ภาพขยาย (Detail view) ภาพตัดย่อ (Broken view) และ ภาพตัดบางส่วน (Breakout view)

นอกจากนี้ยังสามารถสร้างแบบแปลนแสดงภาพประกอบแยกส่วน (Assembly drawing) ตารางแยกชิ้นส่วน (Part list) และบอลลูนชี้ไปยังชิ้นส่วนต่างๆ ที่ประกอบกันใน Assembly จุดเด่นของ Mechanical Desktop ซึ่งเป็นซอฟท์แวร์แบบพาราเมตริกก็คือ ความสะดวกรวดเร็วในการแก้ไขเปลี่ยนแปลงโมเดล 3 มิติ และแบบแปลน 2 มิติ เนื่องจาก Mechanical Desktop ใช้ตัวเลขควบคุมขนาดและรูปทรงของชิ้นงาน หากมีการแก้ไขขนาดและรูปร่างของชิ้นส่วน 3 มิติ แบบแปลน 2 มิติทั้งหมดจะได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอัตโนมัติ Mechanical Desktop เป็นซอฟท์แวร์ที่พัฒนาต่อเนื่องจาก Auto CAD ดังนั้นจึงไว้ซึ่งความสามารถของ Auto CAD ทุกประการ นอกจากนี้ Mechanical Desktop ยังมีอินเตอร์เฟสและคำสั่งต่างๆ ที่คุ้นเคยกันใน AutoCAD จึงทำให้ผู้ที่ใช้ AutoCAD มาก่อนสามารถศึกษาคำสั่งต่างๆ ทีเพิ่มเติมใหม่ใน

Mechanical Desktop ได้อย่างรวดเร็ว ไม่ต้องเสียเวลาศึกษาคำสั่งใหม่ทั้งหมดในซอฟท์แวร์พารา เมตริกอื่น ๆ สามารถศึกษาได้จาก ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์ (2546)

2.5 การจัดตั้งรหัสวัสดุ

ในการจัดตั้งรหัสวัสดุนั้น สามารถแบ่งประเภทของการจัดตั้งเป็น 3 วิธี ดังนี้

1. Alphatoric คือการจัดตั้งรหัสวัสดุแบบใช้ตัวอักษรแทนความหมายต่าง ๆ ของวัสดุทั้งหมด (XXXXX) เช่น ADRTT , ADRSS
2. Nurierie คือการจัดตั้งรหัสแบบใช้ตัวเลขแทนความหมายต่าง ๆ ของวัสดุทั้งหมด (NNNNN)
3. Alpha – Numerie หรือเรียกว่าแบบผสม คือการจัดตั้งรหัสวัสดุแบบผสมระหว่าง Alphatoric และ Nurierie โดยการใช้ตัวอักษรและตัวเลขผสมกัน เช่น TK01 , TN22 เป็นต้น