บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และผลงานวิจัย/ค้นคว้าอิสระที่เกี่ยวข้อง

ค้นคว้าอิสระเรื่องแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้งานระบบปรับอากาศภายในสถานศึกษาด้วยการบริหารจัดการสัญญางานบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ กรณีศึกษา : อาคารเรียน (มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ)

ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาแนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัย/ค้นคว้าอิสระที่เกี่ยวข้อง คือ

1. สัญญา
2. เครื่องปรับอากาศ (Split Type-Conditioning Unit) ในสถานศึกษา
3. ทฤษฎีการบำรุงเชิงป้องกัน
4. การจัดทำงบประมาณบำรุงรักษา
5. การสำรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 สัญญา

ความหมายของคำว่า “สัญญา” มีสาระสำคัญ ดังนี้

- สัญญานั้นต้องมีบุคคลตั้งแต่สองฝ่ายขึ้นไป ลำพังบุคคลเพียงฝ่ายเดียวไม่อาจที่จะก่อให้เป็นสัญญาขึ้นมาได้
- บุคคลทั้งสองฝ่ายจะต้องมีการแสดงเจตนา ซึ่งถูกต้องตรงกัน ซึ่งเรียกตามภาษากฎหมายว่ามีความตกลงยินยอมของบุคคลสองฝ่ายนั่นเอง
- ต้องมีวัตถุประสงค์ที่จะก่อให้เกิดผลผูกพันในทางกฎหมายตามที่ทั้งสองต้องการ

2.1.1 องค์ประกอบของสัญญา

สัญญาเป็นนิติกรรมที่เกิดจากการแสดงเจตนาของบุคคลตั้งแต่สองฝ่ายขึ้นไป โดยฝ่ายหนึ่งแสดงเจตนาเป็นคำสนอง เมื่อคำเสนอสนองถูกต้องตรงกันจึงเกิดเป็นสัญญา ซึ่งแยกองค์ประกอบเพื่อพิจารณา ดังนี้

- สัญญาเกิดขึ้นโดยบุคคลตั้งแต่ 2 ฝ่ายขึ้นไป

เนื่องจากสัญญาเป็นนิติกรรมสองฝ่าย จึงจำเป็นที่ต้องคู่สัญญาตั้งแต่สองฝ่ายขึ้นไป โดยแต่ละฝ่ายอาจเป็นบุคคลคนเดียว หรือหลายคนรวมกันเป็นฝ่ายเดียวก็ได้ เช่น สัญญากู้เงินโดยตามปกติ ซึ่ง

มักจะมีผู้กู้ และผู้ให้กู้เฉพาะรายแต่ละบุคคล หรือในกรณีของเจ้าของร่วมหลายคนแสดงเจตนา ขายทรัพย์สิน หรือกรรมการบริษัททำการในนามของบริษัท เป็นต้น

- มีการแสดงเจตนาที่ถูกต้องตรงกันของคู่สัญญา

กล่าวคือมีการแสดงเจตนาขอทำสัญญาที่เรียกว่า “คำเสนอ” และ คำตอบรับตามคำเสนอนั้นที่เรียกว่า “คำสนอง” สัญญาจึงจะเกิดขึ้น ซึ่งทั้งคำเสนอและคำสนองต้องมีลักษณะ ที่ชัดเจนแน่นอน ไม่ใช่เป็นเพียงแต่คำเชิญชวน หรือการตอบรับที่ไม่มุ่งประสงค์ผลเท่านั้น และเมื่อคำเสนอคำสนองถูกต้องตรงกัน สัญญาจึงเกิดขึ้น

- ในการทำสัญญาดังกล่าวต้องมีวัตถุประสงค์ของคู่กรณี

กล่าวคือ ในการแสดงเจตนาทำนิติกรรม จะต้องมีวัตถุประสงค์ในการทำนิติกรรมทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นนิติกรรมฝ่ายเดียว หรือนิติกรรมสองฝ่ายก็ตาม ซึ่งหากไม่มีวัตถุประสงค์ย่อมไม่เกิด เป็นนิติกรรม ดังนั้นเนื่องจากสัญญาเป็นนิติกรรมชนิดหนึ่งซึ่งจัดอยู่ในนิติกรรมสองฝ่าย จึงต้องมีวัตถุประสงค์เช่นเดียวกัน และหากไม่มีวัตถุประสงค์ในการทำสัญญาแล้ว สัญญาย่อมจะเกิดขึ้นไม่ได้ อีกทั้งวัตถุประสงค์นั้นก็คือเป้าหมายหรือประโยชน์สุดท้ายที่จะได้จากสัญญา หากประโยชน์สุดท้าย ดังกล่าวมาจากตัวสัญญาแล้วเราเรียกว่าเป็นวัตถุประสงค์ในทางภาวะวิสัย แต่หากประโยชน์สุดท้ายมาจากตัวคู่สัญญาแล้วเราเรียกว่าเป็นวัตถุประสงค์ในทางอัตวิสัย ซึ่งปกติสัญญาอาจจะมีวัตถุปรสงค์ทั้งทางด้านภาวะวิสัยและอัตวิสัยด้วยก็ได้ ที่สำคัญวัตถุประสงค์ในทางอัตวิสัยนั้นจะต้องเป็นเป้าหมายที่มีร่วมกันของสัญญา มิใช่เป้าหมายของคู่สัญญาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งแต่เพียงฝ่ายเดียว เพราะหากเป็นเช่นนั้นแล้ว เป้าหมายที่ว่านั้นอาจเป็นได้เพียงมูลเหตุชักจูงใจซึ่งหามีความสำคัญใด ๆ ในทางกฎหมายไม่

ซึ่งในเรื่องสัญญานี้ต้องนำบทบัญญัติในเรื่องหลักนิติกรรมมาใช้บังคับด้วย แต่เพียงเท่าที่ไม่ขัดต่อลักษณะที่มีการบัญญัติไว้เป็นการเฉพาะ

2.1.2 หลักเสรีภาพในการทำสัญญา

ในเรื่องของนิติกรรมและสัญญานั้น มีหลักกฎหมายในเรื่องเดียวกัน คือหลักกฎหมายในเรื่องนิติกรรมที่เรียกว่า หลักอิสระในทางแพ่ง หรือ หลักความศักดิ์สิทธิ์ของเจตนา (Autonomy of the will) แต่ในทางสัญญามีหลักกฎหมายอันหนึ่งเรียกว่า หลักเสรีภาพในการทำสัญญา หรือ (Freedom of Contract)

หลักเสรีภาพในการทำสัญญามี 2 ความหมาย คือ เสรีภาพที่จะเข้ามาตกลงทำสัญญา และเสรีภาพที่จะไม่ถูกแทรกแซงเมื่อสัญญาเกิดแล้ว

หลักเสรีภาพในการทำสัญญาเกิดจากความคิดทางเศรษฐกิจแบบเสรีนิยมในศตวรรษที่ 18 ที่เน้นเสรีภาพของมนุษย์โดย Adam Smith โดยเขียนไว้ในผลงานที่มีชื่อของเขา คือ The Wealth of Nations หลักเสรีภาพในการทำสัญญาได้รับการรับรองใน มาตรา 151

อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การทำสัญญาอยู่ในกรอบของกฎหมาย และไม่ขัดต่อความสงบเรียบร้อยหรือศีลธรรมอันดีของประชาชนเสรีภาพในการทำสัญญาจึงถูกจำกัดในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- การจำกัดเสรีภาพในการเลือกคู่สัญญา
- การจำกัดเสรีภาพในการกำหนดวัตถุประสงค์ของสัญญา
- การจำกัดเสรีภาพในเรื่องแบบของสัญญา
- การจำกัดเสรีภาพในเรื่องเจตนาเพื่อที่จะคุ้มครองประโยชน์บุคคลอื่นที่มาเกี่ยวข้องด้วย
- การจำกัดเสรีภาพในการกำหนดเนื้อหาของสัญญา ซึ่งอาจถูกกำหนดโดยกฎหมาย
- การจำกัดเสรีภาพโดยกฎหมายพิเศษ เช่น กฎหมายคุ้มครองแรงงาน
- การจำกัดเสรีภาพในเรื่องผลของสัญญา แม้โดยปกติ “สัญญาต้องเป็นสัญญา” (pasta sound veranda) แต่ภายหลังสัญญายังไม่มีการปฏิบัติตามสัญญา แต่มีการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ในการปฏิบัติการณ์ชำระหนี้ไปอย่างมากอย่างที่ไม่อาจคาดหมายได้ในขณะทำสัญญา ก็อาจต้องมาใช้หลัก “สัญญาไม่เป็นสัญญา” (Rebus Sic Standouts)
- การจำกัดเสรีภาพในการทำสัญญาด้วย พ.ร.บ. ว่าด้วยข้อสัญญาที่ไม่ธรรม พ.ศ. 2540 ซึ่งมีลักษณะเป็นกฎหมายพิเศษ เพราะบัญญัติขึ้นเพื่อจะใช้ทำสัญญาบางประเภทและข้อสัญญาบางอย่างที่มีลักษณะไม่เป็นธรรมขึ้น

2.1.3 หลักที่ควรคำนึงในการก่อให้เกิดสัญญา

หลักเสรีภาพในการทำสัญญาเป็นหลักการพื้นฐานในการทำสัญญา ซึ่งต้องอยู่ในบทบัญญัติของมาตรา 151 ที่ว่า “การใดเป็นการแตกต่างกับบทบัญญัติของกฎหมาย ถ้ามิใช่กฎหมายอันเกี่ยวกับความสงบเรียบร้อยหรือศีลธรรมอันดีของประชาชน การนั้นไม่เป็นโมฆะ” อันมีความหมายว่าสัญญาใดหรือการกระทำใดที่กฎหมายไม่ห้าม บุคคลย่อมทำสัญญานั้นหรือการกระทำนั้นได้ แต่หลักเสรีภาพในการทำสัญญาที่ถูกจำกัดด้วยหลัก ดังต่อไปนี้ คือ

- หลักสุจริต

มาตรา 5 บัญญัติว่า “ในการใช้สิทธิแห่งตนก็ดี ในการชำระหนี้ก็ดี บุคคลทุกคนต้องกระทำโดยสุจริต” กล่าวคือ บุคคลทุกคนต้องทำสัญญาด้วยความสุจริตตามหลักกฎหมาย “Good faith” หรือ “Bona fides”

- หลักความไว้เนื้อเชื่อใจ

การคุ้มครองความไว้เนื้อเชื่อใจของคู่กรณี ย่อมหมายถึงการคุ้มครองบุคคลอื่นๆ ในสังคมที่อาจเข้าทำสัญญา เช่นเดียวกับคู่กรณี รวมถึงการคุ้มครองความมั่นใจในทางธุรกิจด้วย

- หลักความยุติธรรม

ในการก่อสัญญา คู่สัญญาทั้งสองฝ่ายจะต้องคำนึงถึงความยุติธรรมที่มีต่ออีกฝ่ายหนึ่งด้วย เพราะหากคู่สัญญาฝ่ายหนึ่งที่มีฐานะทางเศรษฐกิจเหนือกว่ากำหนดข้อสัญญาเอาเปรียบอีกฝ่ายหนึ่งที่มีฐานะทางเศรษฐกิจด้อยกว่า แต่ฝ่ายหลังจำต้องยอมเข้าทำสัญญา นอกจากจะเป็นสัญญาที่ไม่อยู่บนพื้นฐานของความยุติธรรมแล้วยังขัดกับหลักการของสัญญาที่ทั้งสองฝ่ายต้องมีเสรีภาพในการทำสัญญาและต้องมีอย่างเท่าเทียมด้วย

- หลักความรับผิดก่อนทำสัญญา

ผู้เข้าทำสัญญาต้องรับผิดการกระทำที่เกิดขึ้นก่อนที่สัญญาจะเกิดด้วย เพราะถ้าหากผู้เข้าทำสัญญาจงใจหรือประมาทเลินเล่อทำให้คู่กรณีอีกฝ่ายหนึ่งที่จะเข้าร่วมสัญญาได้รับความเสียหาย

ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะสัญญาบริหาร

ตัวอย่างสัญญาบริการ

สัญญาฉบับนี้ทำขึ้นเมื่อ

วันที่……

ณ เลขที่…….

…….

ระหว่าง……..……โดย……..

กรรมการผู้อำนาจ สำนักงานตั้งอยู่เลขที่……..

…….

ซึ่งต่อไปนี้ ในสัญญานี้เรียกว่า ผู้ให้บริการ ฝ่ายหนึ่ง

กับข้าพเจ้า……..…โดย……

กรรมการผู้อำนาจ สำนักงานตั้งอยู่เลขที่……..

……

ซึ่งต่อไปนี้ ในสัญญานี้เรียกว่า ผู้รับบริการ อีกฝ่ายหนึ่ง

คู่สัญญาทั้งสองฝ่ายตกลงกันมีข้อความดังต่อไปนี้

ข้อ 1. โดยที่ผู้รับบริการได้เช่าสถานที่สำนักงานของผู้ให้บริการเลขที่……..อาคาร…… ชั้นที่……..หน่วยที่…….คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ……ตารางเมตร จากผู้ให้บริการตามสัญญาเช่าฉบับลงวันที่……...เดือน…….พ.ศ……....ซึ่งต่อไปสัญญานี้เรียกว่า

“สถานที่เช่า”

โดยผู้ให้บริการตกลงจะให้บริการแก่ผู้รับบริการ ตามข้อกำหนดเงื่อนไขและหลักการดังกล่าวดังต่อไปนี้

คำจำกัดความของสัญญา

ทรัพย์ส่วนกลาง หมายถึง ที่มีกำหนดไว้ตามพระราชบัญญัติอาคารชุด

อาคารที่เช่า หมายถึง สถานที่ผู้รับบริการเช่าจากผู้ให้บริการ ตามสัญญาเช่า

บริการ หมายความถึง การบริการที่ผู้ให้บริการได้จัดหาไว้ให้แก่ผู้รับบริการตามข้อกำหนดและเงื่อนไข ตามระบุไว้ในสัญญานี้

ข้อ 2. ข้อกำหนดของบริการและระยะเวลาการให้บริการ

ผู้ให้บริการตกลงจะหาบริการให้กับผู้บริการและผู้รับบริการตกลงที่จะรับบริการตามที่ได้ระบุไว้ในสัญญานี้มีกำหนดเวลา……ปี นับแต่วันที่…….จนถึงวันที่……..

ข้อ 3. การชำระค่าบริการ

ผู้รับบริการตกลงที่จะชำระค่าบริการในอัตราค่าบริการเป็นรายเดือน ๆ ละ……บาท (…….) โดยจะชำระในวันที่……..…….ของทุกเดือน หากผู้บริการไม่ชำระค่าบริการ ยินยอมให้ผู้บริการคิดดอกเบี้ยได้ในอัตราร้อยละ 15 ต่อปี ของจำนวนที่ค้างค่าบริการจนกว่าผู้ให้บริการจะได้รับชำระเงินครบถ้วน

ข้อ 4. ผู้ให้บริการจะจัดหาบริการให้ผู้รับบริการดังนี้

ให้บริการดูแล รักษา ซ่อมแซม เครื่องปรับอากาศโดยจะรักษาอุณภูมิและความชื้นพอเหมาะสมในสถานที่เช่าจะรักษาความสะอาด และจัดให้มีแสงสว่างทั่วทั้งทรัพย์ส่วนกลางของอาคารที่เช่า

ติดตั้ง ดูแล และซ่อมแซมอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย เพื่อให้ได้มาตรฐานความปลอดภัยอย่างดี รักษาความสะอาด ห้องน้ำ ลิฟต์ในอาคาร

ให้บริการ จัดหาที่จอดรถจำนวน……คัน โดยไม่คิดค่าเช่าจากผู้รับบริการในกรณีที่ผู้รับบริการประสงค์จะได้ที่จอดรถมากกว่าจำนวนที่กำหนด ผู้ให้บริการที่จะจัดหาให้โดยคิดค่าบริการเป็นรายเดือน ๆ ละ……บาท ต่อจำนวนรถ……คัน

จำจัดยามหน่วยรักษาความปลอดภัยให้ในจำนวนที่เพียงพอ มาบริการรักษาความปลอดภัย และการจราจร

ข้อ 5. ให้บริการ ไฟฟ้า น้ำประปา และโทรศัพท์

ผู้ให้บริการจะติดตั้งมาตรวัดกระแสไฟฟ้าในสถานที่เช่าโดยผู้รับบริการจะเป็นผู้ชำระค่ากระแสไฟฟ้าทีใช้ในสถานที่เช่า โดยผู้ให้บริการจะส่งใบเสร็จแสดงค่ากระแสไฟฟ้าในแต่ละเดือนตามอัตราที่ผู้ให้บริการกำหนดนับแต่วันที่ผู้รับบริการได้เข้าใช้พื้นที่ในสถานที่เช่าเป็นต้นไป

ผู้ให้บริการจะติดตั้งมาตรวัดประปา ในสถานที่เช่าโดยผู้รับบริการจะเป็นผู้ชำระค่าน้ำประปาที่ใช้ในสถานที่เช่า โดยผู้ให้บริการจะส่งใบเสร็จแสดงค่าน้ำประปาในแต่ละเดือนตามอัตราที่ให้บริการกำหนดนับแต่วันที่ผู้รับบริการได้เข้าใช้สถานที่เช่าเป็นต้นไป

ผู้ให้บริการจัดหาโทรศัพท์สายตรงจำนวน……..เครื่องภายในสถานที่เช่า โดยผู้รับบริการจะต้องวางมัดจำจำนวนเงิน……บาท (……..) ต่อเครื่อง กับค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอีกเป็นเงิน.....บาท(……...) ต่อหนึ่งคู่สาย ในวันที่ทำสัญญานี้ และให้กรรมสิทธิ์เป็นของผู้ให้บริการ ผู้รับบริการจะโอนสิทธิไปให้บุคคลอื่นไม่ได้อย่างเด็ดขาด

เงินมัดจำจะคืนให้ผู้รับบริการ เมื่อสัญญาเช่าสิ้นสุดโดยไม่มีหนี้สินติดค้าง

ผู้รับบริการจะต้องชำระค่าโทรศัพท์ ค่าใช้จ่าย ค่าธรรมเนียมอื่น ๆ ต่อองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยตามใบเสร็จรับเงิน

ผู้รับบริการมีสิทธิที่จะรายชื่อในสมุดรายนามผู้ใช้โทรศัพท์ ขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

ข้อ 6. คำรับรองและสัญญาของผู้ให้บริการ

ผู้ให้บริการจะทำการติดตั้งบำรุงรักษาสิ่งอำนวยความสะดวก และจะให้ข้อมูลที่เกี่ยวกับการให้บริการและจะบำรุงรักษา ปรับปรุง สิ่งอำนวยความสะดวกตลอดไป

ข้อ 7. คำรับรองและสัญญาของผู้รับบริการ

ผู้รับบริการจะชำระค่าบริการต่าง ๆ เมื่อถึงกำหนดและจะปฏิบัติตามข้อกำหนดและเงื่อนไขตลอดระยะเวลาของสัญญาเช่นนี้

ยินยอมให้ผู้ให้บริการหรือตัวแทน เข้าไปในสถานที่เช่าภายในเวลาอันสมควร เพื่อปฏิบัติหน้าที่บริการ

ผู้รับบริการจะชำระค่าใช้จ่ายอันเกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้า ประปา และโทรศัพท์และเครื่องอำนวยความสะดวกที่ผู้รับบริการได้ใช้ภายนสถานที่เช่า

ผู้รับบริการจะเป็นผู้รับผิดชอบในภาษีมูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นโดยผู้รับบริการต้องชำระให้กับผู้บริการอีกส่วนหนึ่งด้วย โดย

ข้อ 8. เงื่อนไขข้อตกลงอื่น ๆ (หากมี)

……
……..……
……

ข้อ 9. การส่งคำบอกกล่าว

คู่สัญญาทั้งสองฝ่ายตกลงให้ถือภูมิลำเนาที่อยู่ตามที่ปรากฏในสัญญานี้ ในการส่งคำบอกกล่าว โดยให้ส่งทะเบียนตอบรับทางไปรษณีย์ หากไม่มีผู้รับให้ส่งโดยการเปิดหมายไว้ ณ ที่ทำการของคู่สัญญา โดยให้ถือว่าเป็นการส่งหมายโดยชอบด้วยกฎหมายแล้ว

สัญญานี้ได้ทำขึ้นเป็นสองฉบับมีข้อความตรงกันทุกประการ ซึ่งคู่สัญญาทั้งสองฝ่ายได้อ่านและเข้าใจข้อความของสัญญานี้ดีโดยตลอดแล้ว จึงลงลายมือชื่อและประทับตราสำคัญไว้เป็นหลักฐานต่อหน้าพยาน

ลงชื่อ……ผู้ให้บริการ
ลงชื่อ……ผู้รับบริการ

ลงชื่อ…… …พยาน
ลงชื่อ…… …พยาน

อ้างอิงจากหนังสือตัวอย่างสัญญาทางธุรกิจ,หม่อมหลวงสุพร อิศรเสนา,2550,หน้า 1-3,หน้า 481-485

2.2 เครื่องปรับอากาศ (Split Type-Conditioning Unit) ในสถานศึกษา

ระบบปรับอากาศ(Air-conditioning-System)หรือที่ชาวบ้านเรียกว่าเครื่องแอร์ เครื่องปรับอากาศ (Air-conditioner) อาคารสำนักงานในปัจจุบันเกือบทุกแห่งจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศกันหมดแล้ว โรงแรมมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเนื่องจากต้องใช้รับชาวต่างประเทศ และมีอิทธิพลทำให้ร้านอาหาร คลับต่างๆมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ โรงพยาบาลต้องใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการรักษา และป้องกันฝุ่น ศูนย์การค้า โรงภาพยนตร์ใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อดึงดูดลูกค้าให้เข้ามาใช้บริการ ดังนั้นตลาดเครื่องปรับอากาศจึงขยายตัวเร็วมากและกลายเป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญ สำหรับอาคารสมัยใหม่ไปแล้ว (อ้างอิงจากหนังสือความรู้เบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ,เกชา ธีระโกเมน , 2540, หน้า 3)

2.2.1 ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศชุดหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit) ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) ทั้งชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานในต่างประเทศหรือประกอบภายในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น โดยที่เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled Condensing Unit) ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ผู้ผลิตแนะนำและมีหลักฐานยืนยันแล้วจะต้องสามารถทำความเย็นรวม(Matching Capacity) ปริมาณตามที่กำหนดที่ 26.7 °C Dry Bulb, 19.4 °C Wet Bulb และอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน(Condenser Coil) ที่อุณหภูมิ 35 °C Dry Bulb, 28.3 °C Wet Bulb และอุณภูมิน้ำยาทางด้านดูดกลับ (Saturated Suction Temperature) ไม่เกิน 7.2 °C

2.2.2 เครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit)

เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ประกอบด้วย Compressor เป็นแบบ Welded Shell Hermetic Type หรือ Semi-Hermetic Type Single or Dual Circuits of Refrigeration ใช้กับระบบน้ำยา Refrigerant 22 ระบบไฟฟ้า 380 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ท หรือ 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ท ตามที่กำหนดในแบบโดยห้ามทำการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลง แปลงแรงดันไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง รายละเอียดอื่น ๆ มีดังต่อไปนี้

2.2.2.1 Compressor แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรง และมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ

2.2.2.2 ตัวถึงเครื่องระบายความร้อน ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำ พ่นสีกันสนิม และสีภายนอกอย่างดีซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร

2.2.2.3 พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ Propeller Type หรือ Centrifugal ขับด้วยมอเตอร์ชนิด Weather Proof ใช้กับระบบไฟ 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิร์ท

2.2.2.4 แผงระบายความร้อน (Condenser Coil) ทำด้วยท่อทองแดง มีครีบระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล จำนวนครีบระบายความร้อนไม่น้อยกว่า 13 ครีบต่อความยาวหนึ่งนิ้วฟุต

2.2.2.5 อุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้

1. Thermal Overload Protection Devices For Compressor
2. Overload Protection For Fan Motor
3. Compressor Contractor
4. High Pressure Switch
5. Low Pressure Switch
6. Refrigerant Filter Drier
7. Sight Glass With Moisture Indicator
8. Suction Line Shut-Off Valves
9. Liquid Line Shut-Off Valves
10. Hot Gas Line Shut-Off Valve(สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)
11. Refrigerant Charging Port
12. Time Delay Relay (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันขึ้นไป)
13. Crankcase Heater (สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)

2.2.3 เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit)

2.2.3.1 เครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถส่งปริมาณและให้ความดันลม (External Static Pressure) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

2.2.3.2 พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบ Centrifugal Blower ลมเข้าได้ 2 ทาง (DWDI) พัดลมตัวเดียวหรือสองตัวตั้งอยู่บนชาฟท์เดียวกัน มอเตอร์ขัดพัดลมที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 แรงม้าขึ้นไป ต้องมีเครื่องช่วยสตาร์ทแบบ Direct-On-Line Starter

2.2.3.3 มอเตอร์ขับพัดลมแบบ Direct-Drive หรือผ่านสายพาน มู่เลย์ ตัวขับเป็นแบบปรับ ความเร็วสายพานได้ ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับทางด้าน statically และ dynamically Balanced มาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต

2.2.3.4 ตัวถังเครื่องเป่าลมเย็นทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี หรือเหล็กดำพ่นสีกันสนิมและสี ภายนอกอย่างดี ภายในตัวถังเครื่องบุด้วยฉนวน Neoprene Coated Fiberglass ถาดรองน้ำทิ้งบุด้วยฉนวนกันความร้อนประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต

2.2.3.5 แผงคอยล์เย็นเป็นแบบ Direct Expansion Coil ทำด้วยท่อทองแดง มีครีบระบาย ความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด Plate Fin Type อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล และแผงคอยล์เย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถจ่ายความเย็น (Rate of Refrigeration) ได้ตามขนาดของเครื่องระบายความร้อนแต่ละชุดตามข้อกำหนด

2.2.3.6 อุปกรณ์ประกอบของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้

- Thermostatic Expansion Valve และ Solenoid Valve (เฉพาะสำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นขึ้นไป)
- Capillary Tube (อาจใช้สำหรับเครื่องขนาดตั้งแต่ 3 ตันความเย็นลงมา)
- Overload Protection For Fan Motor
- Drain Pan
- Air Filter

2.2.4 ระบบท่อน้ำยาและท่อน้ำทิ้ง (Refrigerant and Drain Piping System)

2.2.4.1 ระบบท่อน้ำใช้ท่อทองแดง (Copper Tube Hard Drawn Type L) ท่อ Suction จะต้องหุ้มฉนวน Closed Cell Electrometric Thermal ชนิดไม่เป็นเทอร์โมพลาสติก ชนิดไม่ลามไฟ (Salf Extinguishing) ความหนาแน่น 5-7 ปอนด์/ลบ.ฟุต มีค่า ส.ป.ส. การนำความร้อนไม่เกิน 0.27 BTU/Hr/ft /°F/in ค่าดูดซึมน้ำน้อยกว่า 5% โดยน้ำหนัก หนาไม่ต่ำกว่า 20 มม. หรือตามที่ระบุในแบบ และพันด้วย PVC Tape ท่อน้ำยา Suction และ Liquid ให้เดินแยกจากกันโดยมี Clamp รัดทุก ๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รัด Clamp ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร หุ้มรอบฉนวนก่อนรัด Clamp

2.2.4.2 การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุด้วย อาคารให้ใส่ Pipe Sleeves ทุกแห่งและอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อน้ำยาและท่อสายไฟฟ้าเดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้า ให้ทำฝาครอบหรือก่ออิฐช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้าให้รองรับด้วยเหล็กตัว C ขนาด 75 มม.x5 มม. โดยเหล็กรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.5

เมตร ความยาวของเหล็กกรองรับต้องมากพอที่จะรับ Clamp ยึดท่อทั้งหมดได้ 2.4.3 ท่อน้ำทิ้งใช้ท่อ PVC Class 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.17- 2524 อุปกรณ์ข้อต่อจะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต ท่อน้ำทิ้งจะต้องหุ้มฉนวน Closed Cell Foamed Electrometric Thermal ชนิดไม่เป็นเทอร์โมพลาสติก มีคุณสมบัติตามข้อ 2.4.1 หนาไม่ต่ำกว่า 13 มม. และพันด้วย PVC Tape

2.2.5 ระบบควบคุม (Control System)

2.2.5.1 สวิทซ์ปิด – เปิดเครื่องปรับอากาศขนาดเกิน 3 ตัน แต่ละชุดให้ใช้เป็นแบบ Push Button Switch พร้อมด้วยหลอดสัญญาณ (Pilot Lamp) ชนิด Neon Type แต่ละหลอดเพื่อแสดง เมื่อมอเตอร์ของเครื่องเป่าลมเย็นทำงานและเครื่องระบายความร้อนทำงานตามลำดับ ส่วนเครื่องปรับอากาศขนาด 3 ตันและต่ำกว่าการปิด-เปิด เครื่องปรับอากาศให้ปิดเปิดโดยใช้สวิทซ์ที่ติดตั้งมากับเครื่องที่มาจากโรงงาน หรือใช้สวิทซ์ติดตั้งตามจุดที่กำหนดให้ในแบบ

2.2.5.2 ระบบควบคุมใช้ระบบไฟฟ้า 24 โวลท์ รายละเอียดเป็นไปตามที่บริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศกำหนดเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) จะต้องมีส่วนที่ตั้งอุณหภูมิซึ่งล๊อคได้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดระบบปรับอากาศต้องมีระบบควบคุมเชื่อมโยงกัน (Interlocking System)ระหว่างเครื่องระบายความร้อนทำงานเมื่อมอเตอร์พัดลมเป่าลมเย็นไม่ทำงาน และเครื่องระบายความร้อนทำงานก่อนเครื่องเป่าลมเย็นในวงจรควบคุมจะต้องมีการใส่ฟิวส์ไว้ด้วย (อ้างอิงจากรายการประกอบแบบโครงการสำรวจและออกแบบปรับปรุงอาคารในมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ,หน้า 11-1,11-2,11-3)

2.3 ทฤษฎีการบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

ในยุคของการพัฒนาอาคาร โดยการสร้างเครื่องจักร-อุปกรณ์ต่าง ๆ ขึ้นมาเพื่อใช้ในกระบวนการภายในอาคาร สิ่งที่ส่งผลตามมาคือ ความจำเป็นในการซ่อมแซมแก้ไขข้อขัดข้อง ชำรุดเสียหาย ของเครื่องจักร-อุปกรณ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน งานบำรุงรักษาประเภทแรกที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กับการสร้างอาคารคือ “งานบำรุงรักษาที่ไม่ได้วางแผนงานไว้” หรือ “งานบำรุงรักษานอกแผนงาน (Unplanned Maintenance)”

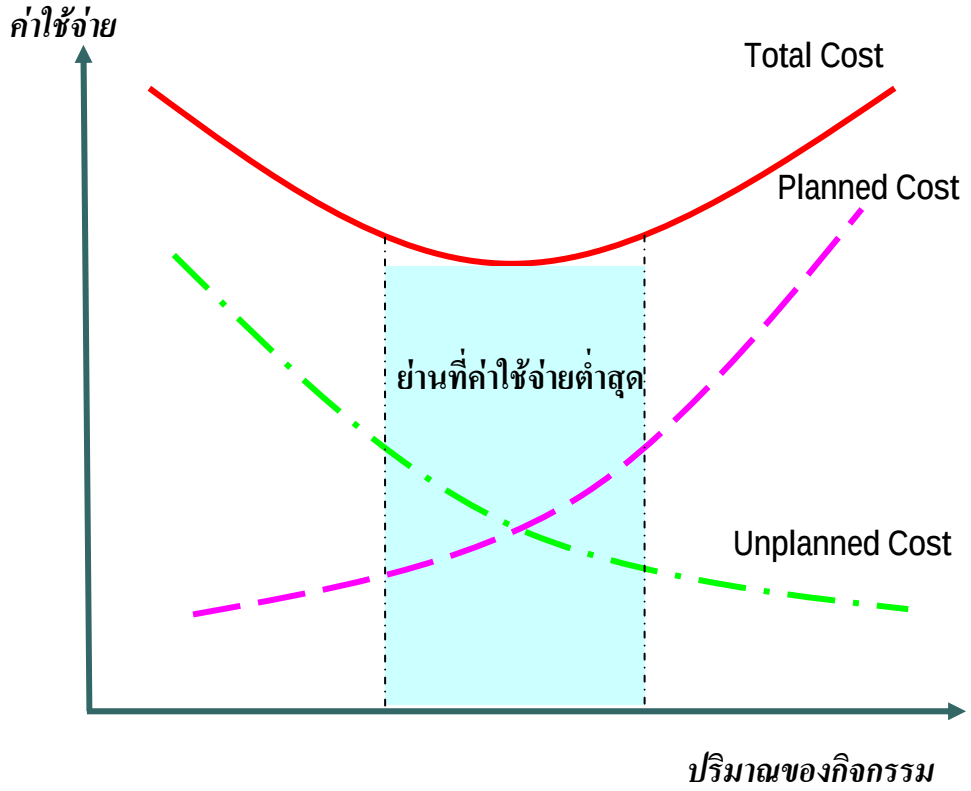
การหยุดใช้งานเครื่องจักร-อุปกรณ์ เพื่อทำการซ่อม ส่งผลถึงการหยุดระบบภายในอาคาร ทำให้กิจกรรมในอาคารต้องหยุดชะงักลง จนกว่าจะทำการซ่อมแซมแก้ไขเครื่องจักร-อุปกรณ์ที่เป็นต้นปัญหาแล้วเสร็จ ได้สร้างความเสียหายโดยตรงกับการทำธุรกิจภายในอาคาร จึงเกิดพัฒนาการของ

การทำงานบำรุงรักษาเพื่อที่จะช่วยลดความเสียหายจากการหยุดระบบในอาคารและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่สูงมาก นั่นคือการเริ่มต้นของวิวัฒนาการของการทำงาน “บำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance)” ซึ่งในช่วงต้นของวิวัฒนาการนี้ มักจะเรียกว่า “งานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)”

ดังนั้น การกำหนดประเภทของงานบำรุงรักษาขั้นต้น จึงแยกเป็น 2 กลุ่มงานหลัก คือ

- งานบำรุงรักษานอกแผนงาน (Unplanned Maintenance)
- งานบำรุงรักษาตามแผนงาน (Planned Maintenance)

ความสัมพันธ์ของงานบำรุงรักษาทั้งสองกลุ่มงานนี้ จะเป็นสัดส่วนผกผันซึ่งกันและกัน หมายความว่าการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมและค่าใช้จ่ายของกลุ่มงานบำรุงรักษาตามแผนงาน จะทำให้อัตราความเสียหายขัดข้องและค่าใช้จ่ายของกลุ่มงานบำรุงรักษานอกตามแผนงานลดน้อยลงซึ่งแสดงโดยแผนภูมิดังรูปที่ 2.1



แผนภาพที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ด้านค่าใช้จ่ายของงานบำรุงรักษาตามแผนงานและงานบำรุงรักษานอกแผนงาน

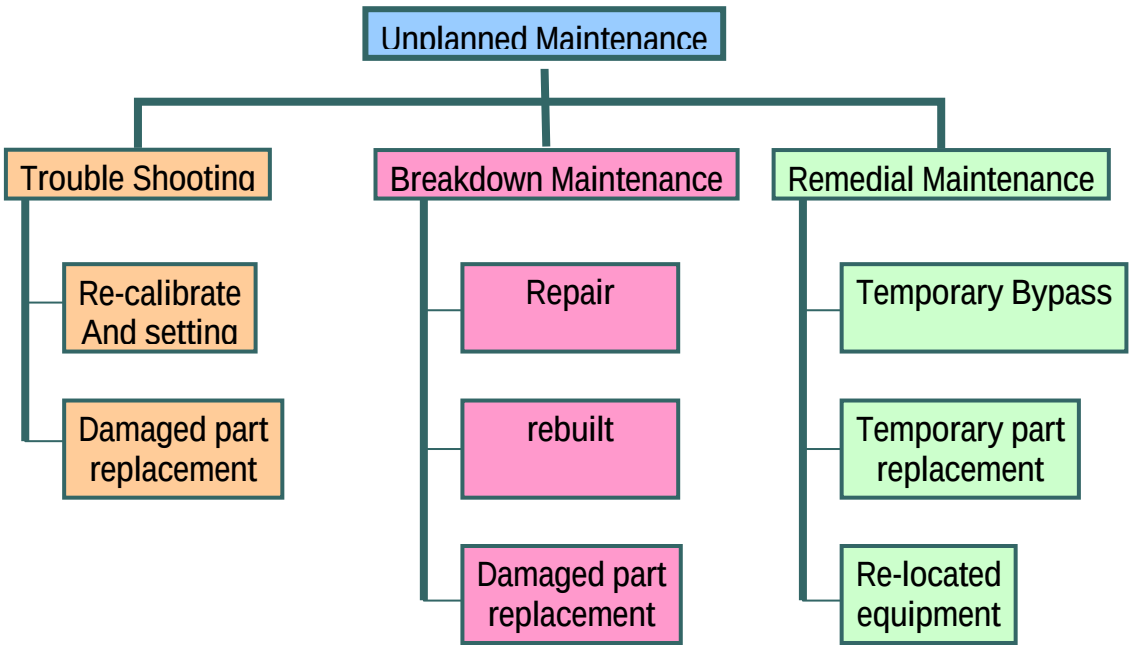
- ค่าใช้จ่ายของงานบำรุงรักษาตามแผนงาน จะประกอบด้วย ค่าอะไหล่ ค่าจ้างเหมาบุคคลภายนอก และค่าใช้จ่ายของหน่วยงานบำรุงรักษา ที่ใช้ไปกับการทำงานบำรุงรักษาที่สามารถวางแผนได้
- ค่าใช้จ่ายของงานบำรุงรักษานอกแผน จะประกอบด้วย ค่าอะไหล่ ค่าจ้างเหมาบุคคลภายนอกและค่าใช้จ่ายของหน่วยงานบำรุงรักษา ที่ใช้ไปกับการทำงานบำรุงรักษานอกแผนงาน ตลอดจนค่าความเสียหายของวัตถุดิบ ค่าเชื้อเพลิงและพลังงานที่เกิดขึ้นเมื่อจำเป็นต้องหยุดระบบในอาคาร

กลุ่มงานบำรุงรักษานอกแผนงาน

กลุ่มงานบำรุงรักษานอกแผนงาน (Unplanned Maintenance) หมายถึง กิจกรรมที่ครอบคลุมลักษณะงานที่ไม่สามารถวางแผนล่วงหน้าได้ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

- Trouble Shooting
- Breakdown Maintenance หรือเรียกย่อ ๆ ว่า BM
- Remedial Maintenance

บางแห่งจะรวมเรียกกลุ่มงานนี้ว่า “กลุ่มงานบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance – CM)” ซึ่งมักจะก่อให้เกิดความสับสนอยู่เสมอ จึงควรใช้คำว่า “Unplanned Maintenance” จะเหมาะสมกว่า



แผนภาพที่ 2.2 การบำรุงรักษานอกแผนงาน

Trouble Shooting

งานบำรุงรักษาเชิงแก้ไขที่ต้องแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า ส่วนใหญ่จะครอบคลุมลักษณะของข้อขัดข้องหรือความผิดปกติของเครื่องจักร-อุปกรณ์ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้ระบบอาคารขาดความมั่นคงหรือชะงักงันไประยะหนึ่ง การแก้ไขปัญหาอาจจะเป็นการปรับแต่งระบบควบคุมของเครื่องจักร-อุปกรณ์ หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุดเสียหาย

Breakdown Maintenance

งานบำรุงรักษาที่เป็นงานซ่อมเครื่องจักร-อุปกรณ์เกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างใช้งาน โดยอาจจะซ่อมแซมชิ้นส่วน (Repair) จัดทำชิ้นส่วนขึ้นมาใหม่ (Rebuilt) หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหาย (Damaged Part Replacement) ด้วยอะไหล่ที่จัดเตรียมไว้ เพื่อให้เครื่องจักร-อุปกรณ์มีสภาพดีสามารถนำกลับมาใช้งานได้ดังเดิม

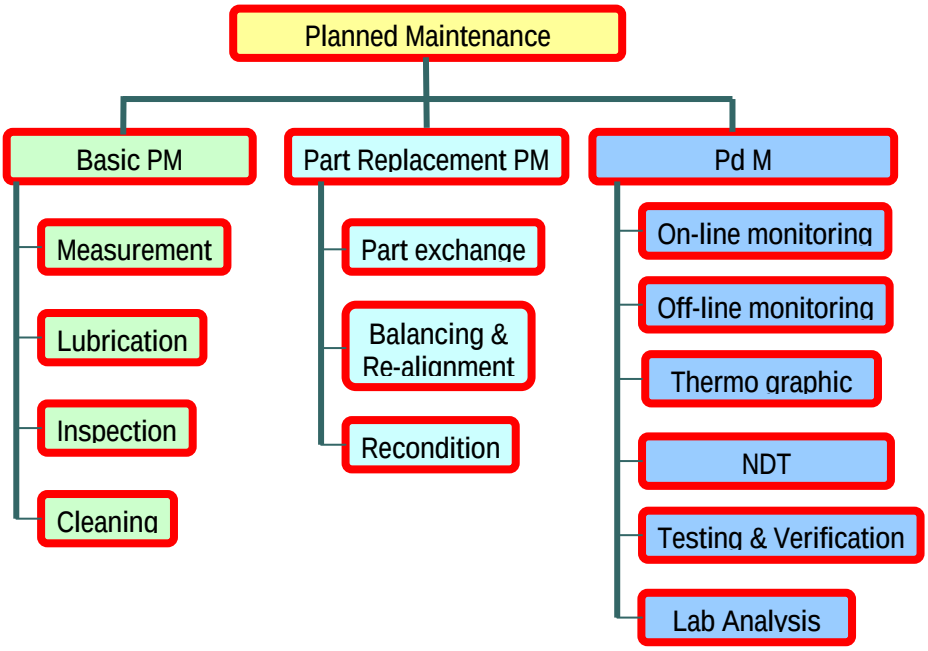
Remedial Maintenance

งานบำรุงรักษาที่แก้ไขเยียวยาเครื่องจักร-อุปกรณ์ที่ชำรุดขัดข้องเสียหาย ให้กลับมาใช้งานต่อไปได้อีกระยะหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นการตัดตอนระบบควบคุมและป้องกันเครื่องจักร-อุปกรณ์บางส่วนออกเป็นการชั่วคราว (Bypass) เพื่อให้เครื่องจักร-อุปกรณ์ทำงานต่อไปได้ แต่มีความเสี่ยงจากตัดตอนระบบควบคุมและป้องกันดังกล่าวออกไป การหาชิ้นส่วนอะไหล่ที่ใกล้เคียงกันมาใช้แทนชิ้นส่วนที่ชำรุดเสียหายเป็นการชั่วคราว หรืออาจจะเปลี่ยนเอาเครื่องจักร-อุปกรณ์ชุดอื่นมาใช้แทนชุดที่ชำรุดเสียหายเป็นการชั่วคราวไปอีกระยะหนึ่ง เพื่อให้มีเวลาเพียงพอที่จะแก้ไขอย่างถาวรต่อไป

กลุ่มงานบำรุงรักษาตามแผนงาน

กลุ่มงานบำรุงรักษาตามแผนงาน (Planned Maintenance) หมายถึง กิจกรรมที่ครอบคลุมลักษณะงานบำรุงรักษาที่สามารถวางแผนงานไว้ล่วงหน้า ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

- งานบำรุงรักษาเชิงป้องกันขั้นพื้นฐาน (Basic PM)
- งานบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยการเปลี่ยนชิ้นส่วนตามคาบเวลา (Fixed Interval Part Replacement หรือ Periodic Part Replacement) เรียกสั้นๆ ว่า Part Replacement หรือ PM งานบำรุงรักษาที่คาดการณ์ได้ล่วงหน้า (Predictive Maintenance – P d M)



แผนภาพที่ 2.3 การบำรุงรักษาตามแผนงาน

งานบำรุงรักษาเชิงป้องกันขั้นพื้นฐาน (Basic PM)

งานบำรุงรักษาเชิงป้องกันขั้นพื้นฐาน เป็นกิจกรรมบำรุงรักษาที่ทำได้ง่าย โดยกำหนดให้ทำงานบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอต่อเนื่องตลอดไป ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

- การวัดค่าของเครื่องจักร-อุปกรณ์ โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดที่ใช้งานได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถฝึกอบรมบุคลากรด้านการบำรุงรักษาทุกสาขาอาชีพ ให้ใช้เครื่องมือและอ่านค่าพร้อมทั้งจดบันทึกค่าได้ เพราะใช้พื้นฐานความรู้ด้านช่างเทคนิคทั่ว ๆ ไปตัวอย่างเช่น

  - การวัดค่าความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรกลหมุน (Vibration Measurement of Rotating Machine)
  - การวัดค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของเครื่องจักร-อุปกรณ์ (Temperature Measurement)
  - การวัดค่าความดังของเสียง (Noise Level Measurement) ในตำแหน่งต่าง ๆ ของเครื่องจักร-อุปกรณ์ และบริเวณภายในอาคาร
  - การวัดค่าเพื่อตรวจสอบหาก๊าซบางชนิดที่รั่ว เช่น H_2 , มีเทน , CI_2 เป็นต้น

- การตรวจวัดระดับของน้ำมันหล่อลื่น การเติมน้ำมันหล่อลื่นเพื่อชดเชยส่วนที่พร่องไป การอัดจาระบี การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น
- การตรวจสภาพเครื่องจักร-อุปกรณ์อย่างง่าย ๆ เป็นประจำ เช่น การรั่วซึมของของเหลวตามรอยต่อต่าง ๆ การเปลี่ยนสีที่ผิวของเครื่องจักร-อุปกรณ์ สภาพการเกิดสนิมและการสึกกร่อนจากสารเคมีที่พื้นผิวของเครื่องจักร-อุปกรณ์ ความสะอาดเรียบร้อยรอบ ๆ เครื่องจักร-อุปกรณ์ และกลิ่นที่ผิดปกติในบริเวณอาคาร
- การทำความสะอาดที่ตัวเครื่องจักร-อุปกรณ์ (ต้องเลือกทำให้เหมาะสมเฉพาะเครื่องจักร-อุปกรณ์บางประเภทเท่านั้น) ตลอดจนบริเวณพื้นที่ภายในอาคาร เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย และช่วยให้การตรวจสอบหาสิ่งผิดปกติโดยวิธีอื่น ๆ ทำได้ง่ายขึ้น

งานบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยการเปลี่ยนชิ้นส่วนตามคาบเวลา (Fixed Interval Part Replacement) หรือ Part Replacement PM

- Part Replacement PM เป็นงานบำรุงรักษาตามแผนงานที่กำหนดอายุการใช้งานของชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร-อุปกรณ์ไว้แน่นอน เมื่อครบกำหนดอายุการใช้งานแล้วจะทำการบำรุงรักษาโดยใช้อะไหล่ที่จัดเตรียมไว้มาเปลี่ยน การถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ใช้งานครบอายุนี้ จะไม่สนใจว่าสภาพการใช้งานของชิ้นส่วนที่ถูกเปลี่ยนนั้นจะอยู่ในสภาพใด ส่วนใหญ่แล้วจะทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องจักร-อุปกรณ์ ซึ่งบางครั้งอายุการใช้งานจะถูกกำหนดไว้สั้นกว่าที่ควร หากมีการตรวจสอบสภาพของชิ้นส่วนที่ถูกเปลี่ยนอย่างละเอียดถี่ถ้วน อาจจะสามารถปรับยืดกำหนดอายุการใช้งานได้อีกระยะหนึ่ง
- การทำ Balancing และ Re-alignment ของเครื่องจักรกลหมุน ในกรณีที่ผลการวัดค่าความสั่นสะเทือน (Vibration) ที่วัดได้สูงเกินพิกัด ซึ่งจะต้องตรวจหาสาเหตุของความผิดปกติที่ทำให้ค่าความสั่นสะเทือนสูงมากขึ้น โดยการปลด coupling ของเครื่องจักรกลกับมอเตอร์ หากพบว่าความผิดปกติเกิดจาก Unbalance ของโรเตอร์ จะต้องทำการ Balancing ใหม่ จนกว่าค่าความสั่นสะเทือนของโรเตอร์จะอยู่ในพิกัด และจึงทำการ Re-alignment อีกครั้ง แต่ส่วนใหญ่แล้ว จะพบว่าความผิดปกติที่ทำให้ค่าความสั่นสะเทือนสูง เกิดจาก Mis -alignment ขณะ Coupling เครื่องจักรกลกับมอเตอร์
- Calibration ของเครื่องมือวัดประเภทต่าง ๆ เช่น
  - เครื่องมือวัดด้านความดัน เช่น เกจ สวิตซ์ ทรานส์มิตเตอร์
  - เครื่องมือวัดอุณหภูมิ เช่น เกจ สวิตซ์ ทรานส์มิตเตอร์

- เครื่องมือวัดด้านการไหล เช่น สวิตซ์ ทรานส์มิตเตอร์
- อื่น ๆ

- การทำ Recondition คือ การถอดชิ้นส่วนของเครื่องจักร-อุปกรณ์มาทำความสะอาดและตรวจวัดค่าความสึกหรอ ชำรุดแตกร้าว และซ่อมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่บกพร่องด้วยอะไหล่ชิ้นใหม่ เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องจักร-อุปกรณ์จะทำงานได้ดีเสมือนใหม่สำหรับอาคารขนาดกลางและขนาดเล็กและธุรกิจประเภทอื่น การกำหนดให้มีการทำงานของงานบำรุงรักษาตามแผนงานดังกล่าว ก็คงจะเพียงพอที่จะดูแลควบคุมพฤติกรรมการทำงานของเครื่องจักร-อุปกรณ์ไม่ให้เกิดความเสียหายที่รุนแรงได้ แต่หากมีความจำเป็นต้องเพิ่มกิจกรรมประเภทที่คาดการณ์ได้ล่วงหน้า (PdM) ก็ควรเลือกใช้วิธีการจ้างบุคคลภายนอกที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะ หรือผู้ผลิตเครื่องจักร-อุปกรณ์มาทำงานให้เป็นครั้งๆ ไป จะคุ้มค่าใช้จ่ายมากกว่าเพราะจะไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก

การทำงานบำรุงรักษาที่คาดการณ์ได้ล่วงหน้า (Predictive Maintenance หรือ PdM)

ปัจจุบันการลงทุนสร้างอาคารขนาดใหญ่มีมากขึ้น เงินลงทุนและสินทรัพย์ของอาคารมีราคาสูง ทำให้เกิดวิวัฒนาการของงานบำรุงรักษา โดยเฉพาะกับกลุ่มงานบำรุงรักษาตามแผนงานพัฒนาการของเครื่องมือตรวจวัดที่ใช้ตรวจสภาพและวิเคราะห์การทำงานของเครื่องจักร-อุปกรณ์สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุและความรุนแรงของสิ่งผิดปกติที่เริ่มเกิดขึ้นได้ ซึ่งเรียกว่า Condition Monitoring

ศักราชใหม่ของกลุ่มงานบำรุงรักษาตามแผนงาน ก็คือ งานบำรุงรักษาที่คาดการณ์ล่วงหน้าได้ (Predictive Maintenance) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า PdM โดยใช้กิจกรรมของ Condition Monitoring เป็นพื้นฐานของงาน PdM นั่นคือ ความสามารถประเมินความผิดปกติที่เริ่มเกิดขึ้น และติดตามการทวีความรุนแรงจนถึงพิกัดได้ ทำให้สามารถวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร-อุปกรณ์เป็นการล่วงหน้าได้ทันกาล ก่อนที่เครื่องจักร-อุปกรณ์จะเกิดความเสียหายจนไม่สามารถใช้งานได้ ผลประโยชน์ที่เพิ่มขึ้นจากการทำ PdM คือโอกาสที่จะเกิดงานบำรุงรักษานอกแผนงานจะลดน้อยลงไปเป็นอย่างมาก การเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักร-อุปกรณ์จะสมเหตุสมผลมากขึ้น ทำให้อาคารและระบบภายในอาคารมีความพร้อมและความน่าเชื่อถือให้กับผู้ใช้อาคาร ค่าใช้จ่ายของงานบำรุงรักษาในภาพรวมจะลดน้อยลง

กิจกรรมด้าน Condition Monitoring ที่เป็นประเภท On-line Monitoring คือ การติดตั้งเครื่องมือตรวจจับสัญญาณอย่างถาวรที่เครื่องจักร-อุปกรณ์ โดยเครื่องมือตรวจจับสัญญาณจะนำสัญญาณที่วัดได้ไปผ่านการวิเคราะห์ค่า เพื่อบ่งชี้สิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น ตัวอย่างสัญญาณที่ตรวจจับได้จะได้แก่

- ค่าย่านความถี่ต่างๆ ของเครื่องจักรกลหมุน (Frequency Spectrum) ซึ่งจะผ่านการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่ามีสัญญาณในย่านความถี่ใดที่ผิดปกติ และสามารถแปลค่าความผิดปกติของสัญญาณ เพื่อบ่งชี้สาเหตุและความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้น
- ค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในของเครื่องจักร-อุปกรณ์ (Temperature Detector) เพื่อเตือนให้ทราบว่ามีปัญหาเกิดขึ้น หากอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้สูงเกินพิกัดที่กำหนดไว้หรือสามารถแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรูปกราฟได้
- ค่า Partial Discharge ที่เกิดขึ้นที่ผิวของฉนวนไฟฟ้าของขดลวดสเตเตอร์ เพื่อวัดค่าความเสื่อมของฉนวนไฟฟ้า และแจ้งเตือนให้ทราบเมื่อค่าที่วัดได้สูงเกินพิกัด หรือความสามารถแสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของ Partial Discharge ในรูปกราฟได้
- Dissolved Gas Analysis ของน้ำมันหม้อแปลง เพื่อวิเคราะห์ค่าก๊าซที่เจือปนอยู่ในน้ำมันหม้อแปลง หากพบปริมาณของก๊าซที่เจือปนอยู่มากเกินพิกัด แสดงว่าฉนวนไฟฟ้าเสื่อมสภาพ เกิด Hot Spot ที่ขดลวดของหม้อแปลง ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้ฉนวนที่หุ้มขดลวดไหม้ เกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดก๊าซบางชนิดขึ้นและเจือปนอยู่ในน้ำมันหม้อแปลงปริมาณของก๊าซที่ตรวจพบจะแสดงความรุนแรงของการเกิด Hot Spot ซึ่งทำให้เตรียมการแก้ไขความเสียหายที่รุนแรงได้
- Particle Counter ของผงโลหะที่เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล ที่เจือปนอยู่ในระบบน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องจักรกลหมุน เพื่อตรวจสอบว่าเกิดความสึกหรอมากเกินพิกัดหรือไม่
- Particle Counter ของวัสดุที่เจือปนอยู่ในระบบก๊าซไฮโดรเจน ที่ใช้หล่อเย็นของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ (Hydrogen Cooled Generator) เพื่อแสดงว่า เกิดการหลวมคลอนของขดลวดสเตเตอร์ และมีเศษผงของฉนวนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือน (Double Frequency Vibration) หลุดออกมามากเกินพิกัด

ในส่วนของ **Off-line Monitoring** จะเป็นการตรวจวัดสัญญาณด้วยเครื่องมือวัดที่เจ้าหน้าที่บำรุงรักษานำติดตัวไปทำการตรวจวัดเป็นประจำตามช่วงเวลาที่กำหนด เช่น ทุก ๆ สัปดาห์ ทุก ๆ เดือน โดยบันทึกค่าสัญญาณและนำมาวิเคราะห์อ่านค่าสัญญาณ เพื่อหาสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น การตรวจวัดโดยวิธี Off – line Monitoring นี้จะมีข้อจำกัด หากเครื่องจักร-อุปกรณ์ติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ยากต่อการตรวจวัดค่า หรือบางกรณีที่จะวัดค่าไม่ได้ เช่น การวัดค่า Partial Discharge ที่ผิวของฉนวนไฟฟ้า เป็นต้น

Thermo graphic เป็นการตรวจวัดอุณภูมิด้วยการถ่ายภาพความร้อน โดยใช้เครื่องมือประเภท Infrared Thermo vision ซึ่งสามารถใช้ตรวจวัดอุณหภูมิที่พื้นผิวของเครื่องจักร-อุปกรณ์และภาพการกระจายความร้อน แผ่ความร้อนที่ผ่านจากเครื่องจักร-อุปกรณ์ การใช้เครื่องมือนี้ข้อดีคือไม่ต้องใช้เครื่องมือวัดไปสัมผัสกับเครื่องจักร-อุปกรณ์โดยตรง สามารถถ่ายภาพความร้อนที่ระยะไกล

เช่นเดียวกับการถ่ายรูปภาพจากกล้องถ่ายรูปและเป็นวิธีการตรวจวัดความร้อนที่มีความแม่นยำ รวดเร็ว และปลอดภัยในการทำงานสูง

Non Destructive Test – NDT เป็นวิธีการตรวจสอบสภาพของเครื่องจักร- อุปกรณ์ ที่จะทำได้ต่อเมื่อมีการหยุดใช้งานเครื่องจักร- อุปกรณ์ และถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อทำการตรวจสอบ กิจกรรมประเภทนี้จะทำในโอกาสที่มีการหยุดอาคาร เช่น Yearly Inspection, Turnaround

ประเภทกิจกรรมของ NDT ได้แก่

- Ultrasonic Test – UT เป็นการตรวจสอบหารอยแตกร้าว หรือความหนา – บาง ของท่อและใช้ความหนาและรอยร้าวของชิ้นส่วนของเครื่องจักร เช่น Rotor Shaft, ชิ้นส่วนโลหะทุกชนิด โดยการใช้หลักการสะท้อนกลับของคลื่นความสูง ซึ่งหากมีรอยร้าวเกิดขึ้น การสะท้อนของคลื่นจะทำให้ภาพของคลื่นจะทำให้ภาพของคลื่นที่จอแสดงภาพผิดแผกไปจากเดิม
- Magnetic Particle Test – MT เป็นการตรวจสอบหากรอยแตกร้าวของชิ้นส่วนโลหะ โดยใช้หลักการของสนามแม่เหล็กที่เป็นระเบียบเมื่อวนผ่านชิ้นส่วนโลหะที่เป็นสื่อสนามแม่เหล็ก และจะเกิดการหักเหของสนามแม่เหล็กเมื่อผ่านรอยร้าวโลหะ ซึ่งจะมองเห็นได้เมื่อฉีดสารละลายที่สะท้อนแสง Ultra Violet (Black Light) ที่ผสมผงเหล็กขนาดเล็ก ๆ ลงไปบนผิวชิ้นงาน
- Dye Penetration Test – PT เป็นการตรวจสอบหารอยแตกร้าวของชิ้นส่วนวัสดุโดยใช้สีย้อม (สีแดง) ที่มีแรงตึงผิวต่ำแทรกซึมเข้าไปตามรอยแยกแตกร้าวที่ผิวของชิ้นส่วนวัสดุ หลังจากเช็ดสีย้อมที่ผิวออกไปแล้ว จึงฉีดพ่นสารเคลือบสีขาวไปบนผิวของชิ้นส่วนวัสดุ สีย้อมที่แทรกซึมอยู่ตามรอยร้าวจะซึมผ่านกลับขึ้นมา ทำให้เห็นรอยที่แตกร้าวที่ผิวของชิ้นส่วนวัสดุได้
- Radioactive Test – RT เป็นการตรวจสอบสภาพภายในของชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยการเอกซเรย์และอ่านผลที่รูปถ่ายบนแผ่นฟิลม์ นิยมใช้กับงานเชื่อมโลหะ และตรวจสอบสภาพการสึกกร่อน หรืออุดตันภายในท่อ
- Bore Scope คือการสอดหัวกล้องขยายขนาดเล็ก เข้าไปตรวจสอบดูสภาพพื้นผิวภายในของท่อ หรือภายในของเครื่องจักร- อุปกรณ์ และสามารถถ่ายรูปภาพเก็บไว้เป็นประวัติเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการตรวจสอบแต่ละครั้ง

Test & Verification กิจกรรมประเภทนี้มักจะจำกัดอยู่กับเครื่องจักรกลหมุน อุปกรณ์ไฟฟ้า และเครื่องมือวัด ซึ่งได้แก่

- การวัดค่าแรงดัน กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน ของอุปกรณ์ไฟฟ้า
- การวัดค่าความต้านทานของฉนวนไฟฟ้า (Megger Test หรือ Insulation Resistance Test)
- การวัดค่า Polarity Index – PI (ใช้เครื่องมือ Megger Test) เพื่อวัดสภาพของฉนวนไฟฟ้าโดยคำนวณจากค่าความต้านทานที่วัดค่าได้ที่ 10 นาที ต่อ 1 นาที

- Battery Discharge เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติและสภาพการใช้งานของแบตเตอรี่
- Control Card Simulation Test เพื่อตรวจสอบการทำงานของ Control Card
- Transformer Oil Dielectric Test เพื่อวัดค่าความต้านทานทางไฟฟ้าของน้ำมันหม้อแปลง
- Lube Oil Viscosity Test เพื่อตรวจสภาพความหนืดของน้ำมันหล่อลื่น
- Surface Hardness Test เพื่อวัดค่าความแข็งที่ผิวโลหะ
- Surface Partial Discharge (Corona) Test เพื่อตรวจสอบความเสื่อมสภาพของฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง
- High Potential Test – Hi Pot Test การทดสอบด้วยไฟฟ้าแรงสูงเพื่อตรวจสอบสภาพความคงทนของฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง

หมายเหตุ งานทดสอบสภาพฉนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งส่วนใหญ่จะหมายถึงหม้อแปลงไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นการทดสอบโดยใช้เครื่องมือที่ป้อนไฟฟ้าแรงดันสูงเพื่อตรวจวัดคุณสมบัติความทนทานของฉนวนไฟฟ้า ซึ่งได้แก่

- High Potential Test – Pot Test ซึ่งมีทั้งชนิด AC และ DC High Voltage
- Partial Discharge Test (Corona Test)
- Insulation Loss Test (Tan Delta Test)

การทดสอบที่กล่าวมานี้ หากสภาพของฉนวนไฟฟ้าเสื่อมสภาพ จะเกิด Breakdown ขณะทำการทดสอบ ซึ่งหมายถึงต้องทำการเปลี่ยนหรือซ่อมแซม แก้ไข อุปกรณ์ไฟฟ้าใหม่

Laboratory Analysis – การวิเคราะห์ผลทางห้องทดสอบ เป็นการส่งตัวอย่างชิ้นส่วนของเครื่องจักร-อุปกรณ์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว ไปวิเคราะห์เพื่อประเมินสภาพการใช้งาน และหาสาเหตุของข้อขัดข้องเสียหายของชิ้นส่วนต่าง ๆ กิจกรรมประเภทนี้ ได้แก่

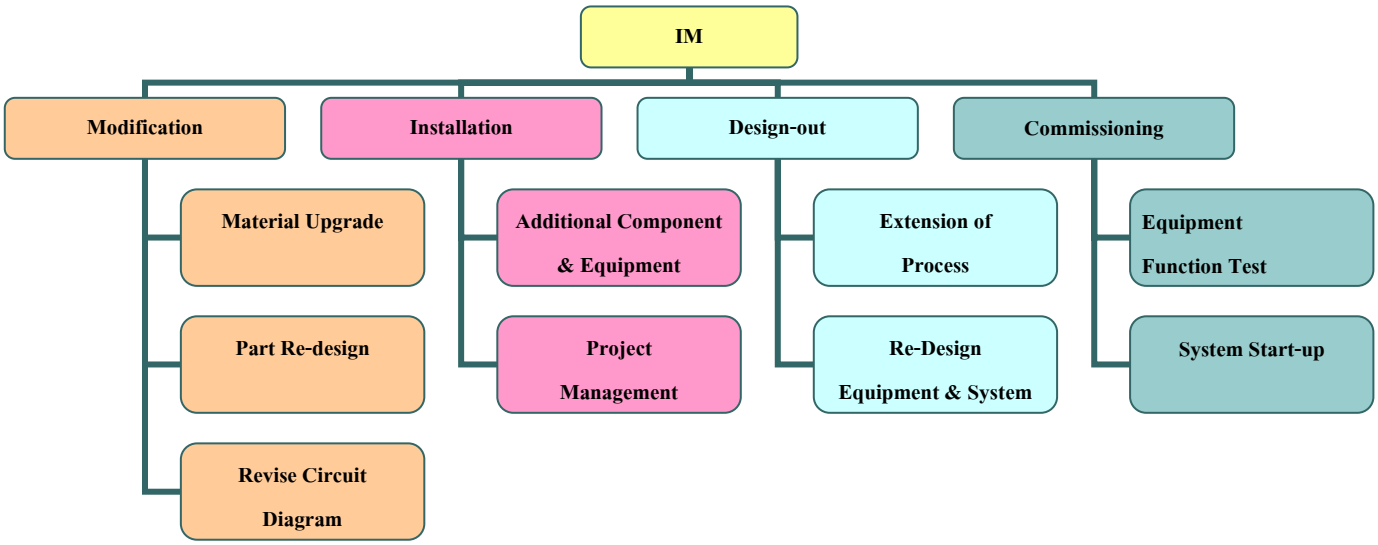
- Microscopic คือการตรวจสอบโครงสร้างที่ผิวโลหะด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของผิวโลหะที่เกิดจากการใช้งาน เช่น จากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ รอยแตกร้าว การสึกกร่อน และการผุกร่อน การตัดชิ้นส่วนโลหะเพื่อทำ Microscopic จะเป็นการทำให้ชิ้นส่วนเสียหาย จึงมีวิธีปฏิบัติที่ทำได้โดยไม่ต้องตัดชิ้นส่วนโลหะ ซึ่งเรียกว่า การทำ Replication โดยทำความสะอาดผิวโลหะที่จะตรวจสอบ จากนั้นจึงพ่นทับด้วยสารที่จะก่อเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ เมื่อแข็งตัวและลอกออกได้ แผ่นฟิลม์ที่ลอกมานี้ จะพิมพ์โครงสร้างผิวโลหะไว้ ซึ่งเมื่อนำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นภาพขยายเสมือนกับการตรวจสอบผิวโลหะจากชิ้นส่วนโดยตรง ซึ่งวิธีนี้นิยมใช้กับผิวโลหะที่สัมผัสอุณหภูมิสูงและเสียดสีสูง เช่น ท่อของหม้อน้ำ เพลาของเครื่องจักรกลหมุนส่วนที่สัมผัสกับแบริ่ง ส่วนฐานของใบพัดของเทอร์ไบน์แอร์คอมเพรสเซอร์ขนาดใหญ่ เป็นต้น

- Dissolved Gas Analysis – DGA ในกรณีที่เป็น Off – line Monitoring โดยนำ Sampling ของน้ำมันหม้อแปลงไปวิเคราะห์หาแก๊สที่เจือปนอยู่ในน้ำมันหม้อแปลงในห้องทดสอบ
- Destructive Test เป็นการทดสอบซึ่งต้องทำลายชิ้นงาน ตัวอย่างเช่น Bending Test, Strength Test, Compression Test, Material Composition Test เป็นต้น

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้พัฒนาให้การออกแบบเครื่องจักร-อุปกรณ์มีประสิทธิภาพและคุณภาพดีขึ้นกว่าอดีตมาก งานบำรุงรักษาเองก็มีพัฒนาการด้านเทคโนโลยีเช่นกัน เพราะเครื่องจักร-อุปกรณ์ที่มีปัญหาในการบำรุงรักษา ทั้งปัญหาในเชิงเทคนิคที่ไม่อาจแก้ไขด้วยการเพิ่มกิจกรรมงานบำรุงรักษาตามแผนงาน และปัญหาด้านค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาสูงทำให้เกิดการพิจารณาหาทางออกในการแก้ปัญหาในระยะยาวที่เบ็ดเสร็จถาวร โดยการนำความรู้ทางวิศวกรรมมาใช้ออกแบบเครื่องจักร- อุปกรณ์ใหม่ ที่สามารถขจัดปัญหาเดิม ๆ ให้หมดไปและหากพิจารณาในแง่การลงทุนเพิ่มเติมแล้ว มีความคุ้มค่า คุ้มทุนที่ต้องลงทุน เพราะผลการให้บริการทำมีคุณภาพดีขึ้น ปัญหาและค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษาลดต่ำลง ลักษณะของงานบำรุงรักษาดังกล่าวนี้เรียกว่า “งานบำรุงรักษาเชิงปรับปรุง (Improvement Maintenance)” ซึ่งเรียกสั้น ๆ ว่า IM

งานบำรุงรักษาเชิงปรับปรุง (Improvement Maintenance)

งานบำรุงรักษาเชิงปรับปรุง (Improvement Maintenance) หรือ IM นี้ จะเป็นงานบำรุงรักษาที่ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมมาออกแบบปรับปรุงชิ้นส่วนของเครื่องจักร-อุปกรณ์ หรือออกแบบเครื่องจักร- อุปกรณ์ใหม่ทั้งชุด ทั้งนี้ก็เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของการให้บริการที่ดีขึ้นมากขึ้น และทำให้เครื่องจักร-อุปกรณ์ มีความพร้อม มีความมั่นคง น่าเชื่อถือสูงขึ้นที่สำคัญคือช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายให้ต่ำลง



แผนภาพที่ 2.4 การบำรุงรักษาเชิงปรับปรุง – IM

งานปรับปรุงเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนของเครื่องจักร-อุปกรณ์ (Modification) ซึ่งจะครอบคลุมลักษณะกิจกรรมของงานที่เน้นการปรับปรุงคุณภาพชิ้นส่วนหนึ่งของเครื่องจักร-อุปกรณ์ เช่น

- การเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนใหม่ ให้คงทนมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น
- ออกแบบชิ้นส่วนภายในของเครื่องจักร-อุปกรณ์ใหม่ ให้ทำงานได้ถูกต้องแม่นยำขึ้น คงทนยาวนานขึ้น
- การปรับเปลี่ยนวงจรควบคุมการทำงาน เพื่อแก้ไขปัญหา หรือลดปัญหา ที่ทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องจักร-อุปกรณ์ชำรุดเสียหายเร็วเกินไป

งานติดตั้งเครื่องจักร-อุปกรณ์ เพิ่มเติม (Additional Installation) ซึ่งมีลักษณะงานครอบคลุมถึง

- การติดตั้งเครื่องจักร-อุปกรณ์เพิ่มเติมในระบบภายในอาคาร เพื่อทำให้สามารถให้บริการได้มากขึ้น มีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือในระบบอาคารมากขึ้น
- งานขยายต่อเติมระบบเดิม ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
- งานบริหารโครงการติดตั้งเครื่องจักร-อุปกรณ์ที่เสริมเข้าไปใหม่

งานออกแบบเครื่องจักร-อุปกรณ์ใหม่ (Design – Out) ซึ่งมีลักษณะงานครอบคลุมถึง

- งานออกแบบและติดตั้งเครื่องจักร-อุปกรณ์ใหม่ แทนเครื่องจักร-อุปกรณ์เดิมที่มีปัญหา โดยใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ลดปัญหาข้อขัดข้องที่เคยเกิดขึ้นระหว่างใช้งานให้หมดสิ้นไป เป็นการลดภาระของงานบำรุงรักษาในระยะยาวได้

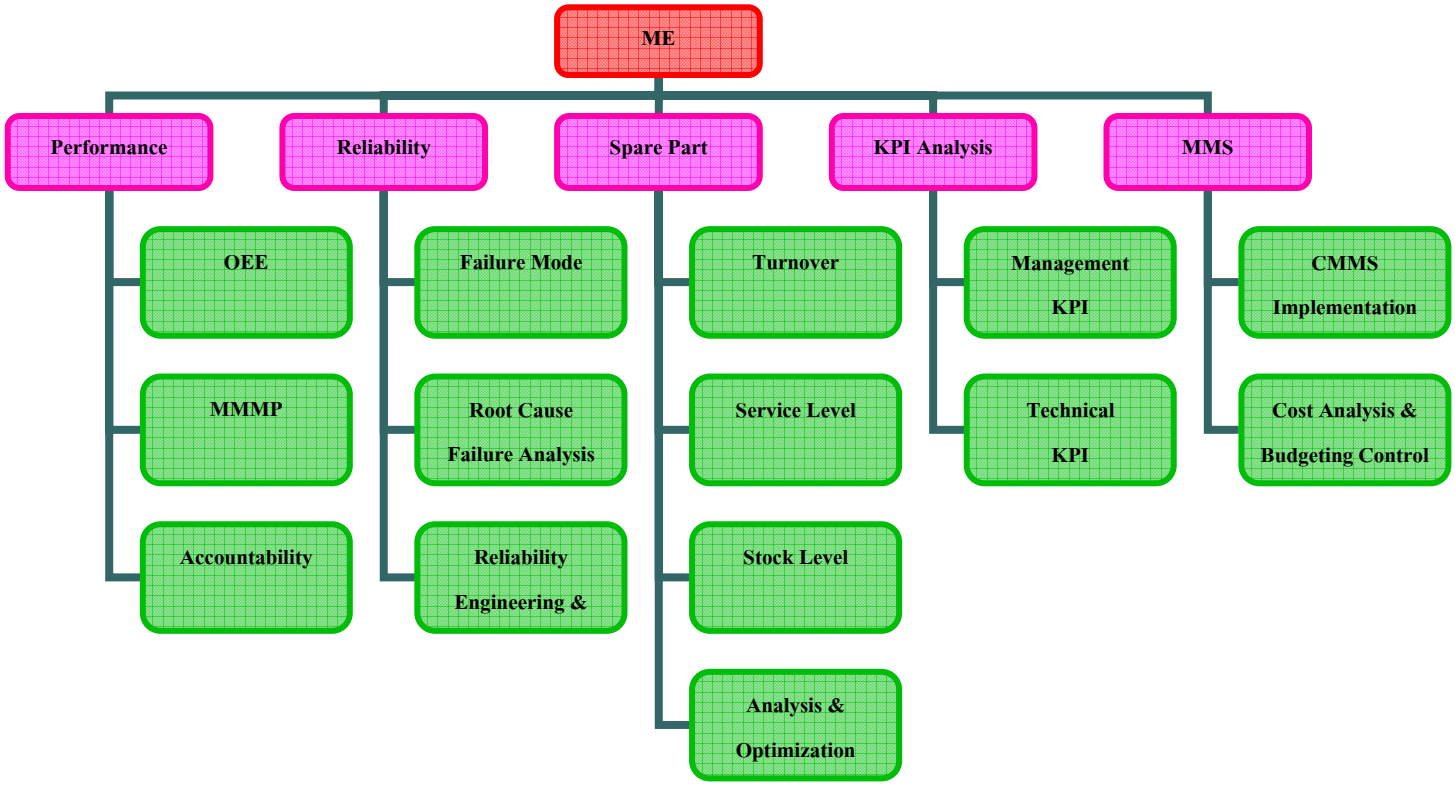
- งานออกแบบเพิ่มเติมของระบบในอาคาร ซึ่งเป็นการลดภาระของงานบำรุงรักษาให้น้อยลงในระยะยาว

งานตรวจรับการทำงานของเครื่องจักร-อุปกรณ์ และระบบในอาคาร(Commissioning) ครอบคลุมถึงงาน Modification และ Design – Out ที่มีความจำเป็นต้องตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักร-อุปกรณ์ที่มีการปรับปรุงแก้ไขใหม่ ให้เกิดความมั่นใจว่าสามารถทำงานและใช้งานได้ถูกต้องตรงตามที่ออกแบบไว้ นอกจากนั้นแล้วยังต้องทำหน้าที่ในการตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักร-อุปกรณ์ ทั้งก่อนและหลังการทำงาน Turnaround (บำรุงรักษาใหญ่ระหว่างหยุดเดินเครื่อง)

งาน Commissioning จะประกอบด้วยกิจกรรมย่อย ดังนี้

- Function Test เพื่อตรวจสอบระบบควบคุมวิธีการทำงานของเครื่องจักร-อุปกรณ์ให้ถูกต้องเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ รวมถึงการตรวจสอบระบบป้องกันความเสียหายของเครื่องจักร-อุปกรณ์
- Process Verification เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของการทำงานของเครื่องจักร-อุปกรณ์หลาย ๆ ตัว ในขณะเดินระบบ เพื่อให้มั่นใจว่าระบบจะไม่มีปัญหาติดขัด เนื่องจากเครื่องจักร-อุปกรณ์ทำงานไม่สัมพันธ์กัน
- การทำงาน Start – Up ระบบและอาคารหลังจากมีการหยุดเดินเครื่อง ไม่ว่ากรณีใด ๆ ก็ตาม เพื่อตรวจสอบยืนยันให้มั่นใจว่า ระบบสามารถทำงานได้ปกติ
- Product Verification คือ การตรวจสอบการใช้งานให้เป็นไปตามความสามารถของการออกแบบไว้ คุณสมบัติถูกต้อง ไม่มีความผิดพลาดเสียหายจากการทำงานของเครื่องจักร-อุปกรณ์ในทุกขั้นตอน

การเพิ่มกิจกรรมของ IM จะเกิดขึ้นเมื่อพิจารณาแล้วว่า การเพิ่มกิจกรรมของกลุ่มงานบำรุงรักษาตามแผนงาน ไม่สามารถทำให้งานบำรุงรักษานอกแผนงานลดน้อยลง หรือกลับกลายเป็นว่าค่าใช้จ่ายของกลุ่มงานบำรุงรักษาตามแผนงานขึ้นมาก จึงต้องใช้พื้นฐานความรู้ทางวิศวกรรมเป็นหลักในการตัดสินใจว่าควรจะเลือกเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร-อุปกรณ์ใด ที่จะลดปัญหาทั้งงานบำรุงรักษานอกแผนงานและค่าใช้จ่ายงานบำรุงรักษาตามแผนงานลง อย่างไรก็ดีการจัดเตรียมข้อมูลและการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น จำเป็นจะต้องมีกลุ่มงานอีกกลุ่มหนึ่งเพิ่มขึ้น เพื่อมุ่งเน้นการเสริมศักยภาพด้านการจัดการและพัฒนาคุณภาพระบบงานบำรุงรักษาให้ดีขึ้น กลุ่มงานที่กล่าวถึงนี้จะทำงานที่เน้นประยุกต์ความรู้ทางวิศวกรรมให้ประสานกลมกลืนกับงานด้านการจัดการและวิเคราะห์ถึงปัญหาในประเด็นต่างๆ ถือเป็นพัฒนาการสูงสุดของงานบำรุงรักษา นั่นคือ กลุ่มงานวิศวกรรมบำรุงรักษา (Maintenance Engineering) ซึ่งเรียกสั้น ๆว่า ME



แผนภาพที่ 2.5 การบำรุงวิศวกรรมบำรุงรักษา – ME

งานวิศวกรรมบำรุงรักษา (Maintenance Engineering)

บทบาทหน้าที่ของกลุ่มงานวิศวกรรมบำรุงรักษา (Maintenance Engineering) หรือ ME จะครอบคลุมงานดังนี้

Performance Audit เป็นการสำรวจความพร้อมและระดับความสามารถทางด้านการจัดการทั้งของอาคารและหน่วยบำรุงรักษา ซึ่งประเมินได้จาก

- กำหนดเป้าหมายการวัดและวางแผนงานเพื่อปรับปรุงให้ค่า OEE (Overall Equipment Effectiveness) OEE เพิ่มสูงขึ้นอย่างคุ้มค่า
- การจัดทำแผนแม่บทงานบำรุงรักษา (Maintenance Management Master Plan – MMMP)
- ความสามารถเชื่อมโยงระบบงานบำรุงรักษาเข้ากับระบบบัญชี เพื่อบันทึกและรายงานผลค่าใช้จ่ายได้อย่างละเอียด ถูกต้อง แม่นยำ และเป็นมาตรฐานที่เชื่อถือได้

Reliability Improvement เริ่มจากการเก็บบันทึกข้อมูลของงานบำรุงรักษาทั้งงานบำรุงรักษานอกแผนงาน และงานบำรุงรักษาตามแผนงานอย่างละเอียดแม่นยำ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่บันทึกไว้มาทำการวิเคราะห์เชิงสถิติชั้นสูง เพื่อหาค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร-อุปกรณ์และระบบผลิต เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของงานบำรุงรักษา และควบคุมค่าใช้จ่ายงานบำรุงรักษาให้เกิดประโยชน์ คุ้มค่า อย่างมีประสิทธิผลสูงสุด ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการวิเคราะห์ผ่านค่าน่าเชื่อถือของเครื่องจักร-อุปกรณ์ ได้แก่

- การกำหนดกลุ่มประเภทของปัญหาที่เกิดการขัดข้อง เสียหาย ของเครื่องจักร-อุปกรณ์ (Failure Mode) ให้เป็นมาตรฐาน
- การบันทึกผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของเครื่องจักร-อุปกรณ์ (Root Cause Failure Analysis) ที่มีการแยกแยะข้อมูลอย่างเป็นระบบ
- อัตราการใช้อะไหล่ในการบำรุงรักษา ทั้งงานบำรุงรักษาตามแผนงานและงานบำรุงรักษานอกแผนงานของเครื่องจักร-อุปกรณ์หลักที่มีความสำคัญระดับสูง
- การบันทึกค่าใช้จ่ายของงานบำรุงรักษาแต่ละงานอย่างถูกต้อง แม่นยำ ครบถ้วน และมีหลักการบันทึกค่าใช้จ่ายเป็นมาตรฐานที่ยอมรับได้ในระบบบัญชีต้นทุน

นอกจากนี้แล้ว จะเป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาประเมินผลทางสถิติเชิงวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ (Reliability Engineering) เพื่อหาข้อสรุปทางด้านความคุ้มทุนของกิจกรรมบำรุงรักษาการกำหนดความพอเหมาะของงานบำรุงรักษาตามแผนงาน และต่อเนื่องถึงการกำหนดให้มีอะไหล่สำรองคลังของเครื่องจักร-อุปกรณ์เท่าที่จำเป็น จะประกันความเสี่ยงในระดับที่ยอมรับได้

Spare Part Optimization เป็นงานวิเคราะห์หาความเหมาะสมของแผนงานด้านงานบำรุงรักษาตามแผนงานที่สัมพันธ์กับการจัดเตรียมอะไหล่ให้พอดีกับการเบิกใช้งาน และกำหนดให้มีอะไหล่สำรองคลังประเภท Insurance Spare และ Necessary หรือ Unique Spare Part ให้สอดคล้องกับระดับความสำคัญของเครื่องจักร-อุปกรณ์ เท่าที่จำเป็นเพียงพอที่จะประกันความเสี่ยงในการเดินเครื่องในระดับที่เหมาะสมยอมรับได้ การวิเคราะห์นี้จะรวมไปถึงการตรวจสอบระบบการบริหารงานอะไหล่สำรองคลังในภาพรวม เพื่อเพิ่มศักยภาพและแก้ไขข้อบกพร่องของการบริหารคลังอะไหล่ให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

KPI Analysis เป็นการประมวลผลที่ได้จากประวัติงานบำรุงรักษา (History Record) เพื่อจัดทำเป็นดัชนีแสดงผลทางสถิติของงานบำรุงรักษา ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์ทั้งทางด้านเทคนิคและด้านการจัดการ เพื่อปรับปรุงคุณภาพและประสิทธิภาพของงานบำรุงรักษาในลำดับต่อไป

MMS Development เป็นงานปรับปรุงระบบบริหารงานบำรุงรักษา โดยมุ่งเน้นให้ใช้ประโยชน์จากโปรแกรมงาน CMMS อย่างมีประสิทธิภาพ และเชื่อมโยงข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายของงาน

บำรุงรักษาเข้ากับระบบบัญชี มีการจัดทำและควบคุมงบประมาณบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดการวิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายของงานบำรุงรักษา และต้นทุนการผลิตสินค้ามีความถูกต้องแม่นยำ เป็นไปอย่างเป็นระบบที่สามารถรายงานผลได้อย่างรวดเร็ว

ผลสรุปของการแบ่งกลุ่มงานบำรุงรักษาและการแบ่งลักษณะกิจกรรมของงานบำรุงรักษาจะสามารถกำหนดได้ว่า “งานบำรุงรักษาที่สมบูรณ์แบบ จัดแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลัก” นั่นคือ

- งานบำรุงรักษานอกแผนงาน (Unplanned Maintenance)
- งานบำรุงรักษาตามแผนงาน (Planned Maintenance)
- งานบำรุงรักษาเชิงปรับปรุง – IM
- งานวิศวกรรมบำรุงรักษา – ME

และจัดแบ่งประเภทของกิจกรรมออกเป็น 16 กิจกรรม ดังแสดงในแผนภูมิในรูปที่ 2.6 นี้

แก้ปัญหา,ข้อขัดข้อง (Trouble Shooting)	คาดการณ์-ป้องกัน (Predictive)	บริหารโครงการ (Project Management)	ตรวจสอบสมรรถนะอาคาร (Plant/Maintenance Audits)
เปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุด (Component Change)	ตรวจสอบสภาพ (Condition Monitoring)	งานตรวจรับนำเข้าใช้งาน (Commissioning)	ปรับปรุงความมั่นคง (Reliability Improvement)
ซ่อมสร้างชิ้นส่วน (Component Rebuilt)	บำรุงรักษาป้องกัน (Preventive)	งานติดตั้ง (Installation)	ปรับปรุงประสิทธิผลเครื่องจักร (Plant/Eq. Performance Improvement)
อะไหล่ (Spare Part)	ซ่อมใหญ่ (Turnaround)	วิศวกรรม (Engineering)	ปรับปรุงระบบบริหาร (Maintenance Management Improvement)
เสีย-ซ่อมให้กลับไปใช้งานได้ (Fault Recovery)	แบบป้องกัน-เชิงรุก (Preventive -Proactive)	โครงการปรับปรุง/เปลี่ยนแปลง (Modification Project)	วิศวกรรมบำรุงรักษา (Maintenance Engineering)

แผนภาพที่2.6 ผังแสดงกิจกรรมของงานบำรุงรักษา

(อ้างอิงจากหนังสือสัมฤทธิผลของงานบำรุงรักษา(Efficacy of Maintenance), สุพัฒน์ เซียศิริวัฒนา, วัฒนา เชียงกูล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์, 2549, หน้า 32-48)