

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎีและงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แนวคิด และทฤษฎี ที่เกี่ยวกับการระบายอากาศ

ระบบระบายอากาศเป็นระบบที่ใช้หลักทางวิศวกรรม และมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับอาคาร โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท และอาคารสาธารณะต่างๆ ซึ่งในปัจจุบันอาคารเหล่านี้ทวีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น สิ่งที่ตามมาคืออันตรายจากการประกอบอาชีพ หรือประกอบธุรกิจ ซึ่งมีศักยภาพที่สูงขึ้นด้วย ทำให้อันตรายที่เกิดขึ้นในสถานประกอบการเหล่านี้ จำแนกได้เป็น 2 ประเภท ก็คือ เกิดการบาดเจ็บ ซึ่งมีสาเหตุมาจากการเกิดอุบัติเหตุ และความเจ็บป่วย ซึ่งมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากมลพิษในสถานที่ประกอบการนั่นเอง

มลพิษที่เกิดขึ้นจากวัตถุดิบ ผลผลิต หรือผลพลอยได้จากการผลิตต่างๆ ทั้งภายในอาคาร โรงงานอุตสาหกรรม เหล่านี้จัดเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เมื่อถูกปล่อยออกมาจากกรรมวิธีต่างๆ เข้าสู่สิ่งแวดล้อมภายในสถานประกอบการ มลพิษเหล่านี้จะอยู่ในรูปลักษณะต่างๆ เช่น ฝุ่น คาร์บอน มีสท์ ไอ ก๊าซ ฝุ่น และอื่นๆ มลพิษเหล่านี้ส่วนใหญ่จะปะปน และลอยลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งพร้อมที่จะเข้าสู่ร่างกาย และทำอันตรายกับผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่ภายในสถานที่นั้นๆ

ปกติแล้วขณะที่นั่งอยู่เฉยๆ คนเราจะหายใจเอาอากาศเข้าไปด้วยอัตราประมาณ 6 LPM. และต้องออกแรงทำงานอัตราการหายใจจะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งถ้าเป็นงานหนักก็อาจจะถึง 50 LPM. เนื่องจากการหายใจเป็นกระบวนการของร่างกายซึ่งจะหยุดลงไม่ได้ ดังนั้น จะเห็นได้ว่าทางเข้าสู่ร่างกายที่สำคัญที่สุดของมลพิษได้แก่ ทางการหายใจ การระบายอากาศเป็นการวิธีที่ใช้ได้ผลดี อีกวิธีหนึ่ง โดยอาศัยหลักการเคลื่อนย้ายอากาศที่ปนเปื้อนออกไปจากสถานประกอบการ การระบายอากาศจึงสามารถกำจัดสิ่งอันไม่พึงประสงค์ต่างๆ เช่น มลพิษ ความร้อน ความชื้น กลิ่นรบกวนต่างๆ คาร์บอน และอื่นๆ ซึ่งปะปนอยู่ในอากาศให้ออกไปจากสถานที่ปฏิบัติงาน และในขณะเดียวกันก็สามารถนำอากาศที่บริสุทธิ์ หรืออากาศที่มีคุณสมบัติที่ต้องการไหลเข้ามาได้ การระบายอากาศจึงเป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลอีกวิธีหนึ่งในการป้องกันอันตรายต่อสุขภาพ หรือช่วยลดปัญหาความเดือดร้อนรำคาญซึ่งอาจเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน และผู้มาใช้บริการของรถไฟฟ้าใต้ดิน

##### 2.1.1 ความหมายของการระบายอากาศ

การจัดการเคลื่อนย้ายอากาศด้วยปริมาณที่กำหนดให้ไหลไปในทิศทาง และด้วยความเร็วที่ต้องการสามารถกำจัด มลพิษ ความร้อน ความชื้น กลิ่นรบกวน คาร์บอน และอื่นๆ ให้ออก

ไปจากสถานที่ปฏิบัติงาน และให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาแทนที่ การระบายอากาศเป็นวิธีการด้านวิศวกรรมที่มีความสำคัญมากต่องานด้านสุขศาสตร์ ที่มีไว้ปรับปรุง หรือชำระไว้ซึ่งคุณภาพของอากาศด้านสิ่งแวดล้อม ในการทำงาน และสถานที่ทำงาน ดังนั้น จึงมีนิยามคำว่า “การระบายอากาศ” ได้อย่างกว้างๆ คือ “วิธีการควบคุมสิ่งแวดล้อมในการทำงานโดยอาศัยหลักการไหลของอากาศ” สำหรับการระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินนั้น การไหลของอากาศจะนำมาใช้เพื่อ

ระบายความร้อน/ความชื้นที่เกิดขึ้นภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน

ควบคุมควันไฟขณะเกิดเหตุเพลิงไหม้

การทำให้สิ่งปนเปื้อนในอากาศเจือจางลง

การเพิ่มเติมอากาศบริสุทธิ์สู่นำงาน

อีกนัยหนึ่งอาจเรียกได้ว่าการระบายอากาศเป็นวิธีที่ช่วยลดระดับการคลุกคลีกับสิ่งปนเปื้อนในอากาศให้น้อยลง และการระบายอากาศยังสามารถช่วยป้องกันการสะสมของก๊าซ ไอระเหย หรือฝุ่น ควัน ที่อาจเกิดการติดไฟหรือระเบิดได้อีกด้วย จะเห็นได้ว่าการระบายอากาศ เป็นมาตรการที่ใช้ในการลดระดับของสิ่งปนเปื้อนในอากาศให้น้อยลงการระบายอากาศจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สำคัญในการเดินรถไฟฟ้าใต้ดิน

## 2.1.2 พื้นฐานของการระบายอากาศ

การระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินเป็นมาตรการที่ถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมความเข้มข้นของสารเคมีที่เป็นผลต่อสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงานทั้งชนิดที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และชนิดที่เป็นอันตรายทางกายภาพ เช่น การระเบิด เพลิงไหม้ เป็นต้น นอกจากนั้นการระบายอากาศยังช่วยลดความร้อนซึ่งเป็นสาเหตุของความเหนื่อยล้า ความอึดอัดไม่สบายของคนตลอดจนควบคุมปัญหาเรื่องกลิ่น ความชื้น และคุณภาพของอากาศ การระบายอากาศ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ด้วยกันคือ

2.1.2.1 การระบายอากาศแบบทั่วไป (General Exhaust Ventilation) หรืออาจเรียกกันว่า การระบายอากาศเพื่อเจือจาง (Dilution Ventilation)

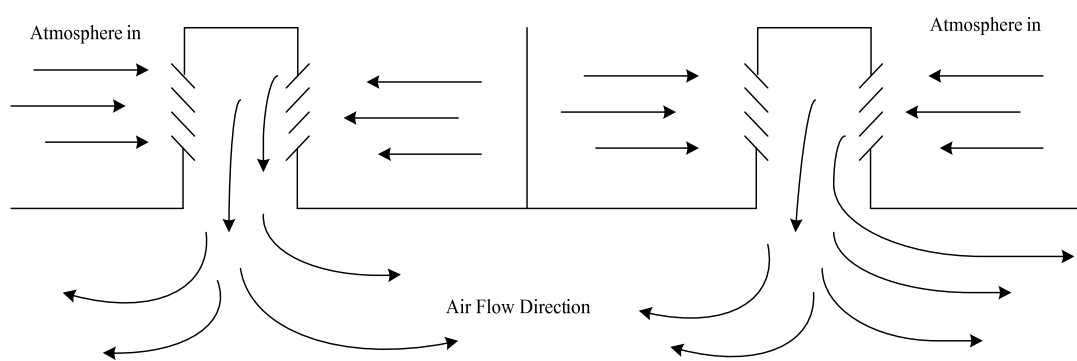
เป็นการระบายอากาศเพื่อใช้ลดความเข้มข้นของมลพิษ ซึ่งปนเปื้อนอยู่ในอากาศภายในสถานที่ทำงาน หรือสถานประกอบการต่างๆ โดยการทำให้มลพิษนั้นเจือจางลงด้วยอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก จนกระทั่งมลพิษดังกล่าวมีความเข้มข้นอยู่ในระดับไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ หรือไม่ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ เช่น กลิ่นอับไม่พึงประสงค์ต่างๆ

นอกจากอันตรายต่อสุขภาพ เนื่องจากมลพิษทางอากาศแล้ว การระบายอากาศแบบนี้ยังใช้ได้ดีในการป้องกัน และควบคุมปัญหาที่เกี่ยวกับความร้อน ความชื้น และอันตรายจากการ

ระเบิด อันเนื่องจากสารเคมีบางประเภทอีกด้วย โดยการระบายอากาศแบบทั่วไปนี้จะแบ่งออกเป็นสองแบบ คือ

#### การระบายอากาศแบบธรรมชาติ (Natural ventilation)

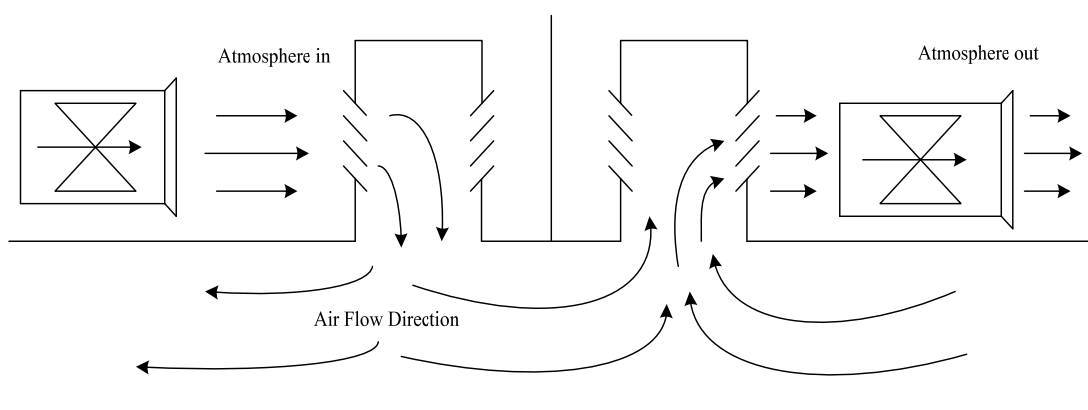
การระบายอากาศแบบธรรมชาตินี้ เป็นการอาศัยธรรมชาติเป็นตัวทำให้เกิดความดันบรรยากาศที่แตกต่างกันในสองพื้นที่ เป็นผลทำให้อากาศเกิดการเคลื่อนไหว หรือเคลื่อนที่จากที่ซึ่งมีความดันบรรยากาศสูงไปยังที่ที่มีความดันบรรยากาศที่ต่ำกว่า



ภาพที่ 2.1 การระบายอากาศแบบธรรมชาติ (Natural ventilation)

#### การระบายอากาศโดยวิธีกล (Mechanism ventilation)

การระบายอากาศโดยวิธีกล เป็นวิธีการระบายอากาศที่อาศัยตัวอุปกรณ์ หรือเครื่องกลร่วมไปถึง ระบบที่ใช้ในการควบคุมการระบายอากาศ เช่น พัดลมระบายอากาศที่ช่วยให้อากาศเคลื่อนไหว หมุนเวียนไปตามที่เรากำหนดไว้ เช่น ความเร็วของลม ทิศทางการเคลื่อนที่ของลม เป็นต้น



ภาพที่ 2.2 การระบายอากาศโดยวิธีกล (Mechanism ventilation)

### 2.1.2.2 การระบายอากาศแบบเฉพาะที่ (Local Exhaust Ventilation)

ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ เป็นการออกแบบมาเพื่อรวบรวมสารปนเปื้อนที่แหล่งจัดเก็บ หรือในกระบวนการผลิต ก่อนที่สารเคมีต่างๆ จะฟุ้งกระจาย หรือระเหยขึ้นสู่อากาศในระดับการหายใจของผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นระบบระบายอากาศเฉพาะที่ จึงต้องมีมาตรการควบคุมสารปนเปื้อนที่แหล่งให้มีประสิทธิภาพสูง และประหยัดพลังงาน เนื่องจากมีอัตราการไหลออกสู่ภายนอกต่ำ ทำให้ใช้พลังงานในการเคลื่อนที่อากาศต่ำ

### 2.1.3 ประโยชน์ของการระบายอากาศ

การระบายอากาศนับว่าเป็นวิธีการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในมาตรการป้องกัน และควบคุมอันตรายที่เกิดจากสภาพแวดล้อมในการทำงาน ทั้งนี้ เพื่อผลในด้านการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดต่อสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน และผู้ที่มาใช้บริการรถไฟฟ้าใต้ดิน แต่อย่างไรก็ตาม ประโยชน์และความสำคัญของการระบายอากาศนั้นมีได้เพียงเพื่อคุ้มครองสุขภาพของคนงานเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงความรู้สึกรับรู้สบาย กรณาวัตถุที่ฟุ้งกระจายกลับมาใช้ประโยชน์อีก ตลอดจนคุ้มครองป้องกันสิ่งแวดล้อมของชุมชนอีกด้วย โดยอธิบายเป็นข้อๆ ดังนี้

2.1.3.1 การระบายอากาศจะสามารถป้องกันไม่ให้เกิดอัคคีภัย และการระเบิดได้ ทั้งนี้ เพราะภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน จะมีการใช้สารเคมีบางประเภทในกระบวนการทำงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน รวมไปถึงงานด้านการซ่อมแซมอุปกรณ์ด้วย หากมีไอของสารเคมีดังกล่าวฟุ้งกระจายอยู่ในอุโมงค์ในปริมาณที่เข้มข้นสูงมากๆ โดยไม่มีระบบการระบายอากาศที่เหมาะสมในขณะเดียวกันเมื่อเกิดประกายไฟ หรือภายในอุโมงค์รถไฟฟ้ามีความร้อนที่สะสมจนทำให้เกิดการลุกไหม้ของไฟได้ หรือระเบิดได้

2.1.3.2 การระบายอากาศจะสามารถควบคุมระดับของสิ่งปนเปื้อนในอากาศ ทำให้สถานที่ทำงานอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อสุขภาพของคนงานได้ เพราะโดยทั่วไปแล้วในสถานประกอบการทั้งหลายที่มีการใช้สารเคมีในสถานประกอบการ หรือในการผลิต ก็มักจะมีการปนเปื้อนของสารเคมีในรูปหรือลักษณะต่างๆ เช่น ฝุ่น ละออง ฟุ้ง คิว ก๊าซ ไอสารแขวนลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งสารเคมีเหล่านี้เมื่อคนงาน หรือผู้มาใช้บริการภายในสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน สูดเอาอากาศเหล่านี้เข้าไปในร่างกาย ก็อาจจะสะสมอยู่ตามอวัยวะต่างๆ จนถึงระดับที่ทำให้เจ็บป่วย หรือไม่สบายได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารเคมีนั้นๆ หากมีการติดตั้งระบบการระบายอากาศที่มีความเหมาะสม ก็จะสามารถระดับความเข้มข้นของสารเคมีต่างๆ ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศลงได้ จนถึงอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการทำงาน และผู้มาใช้บริการของทางรถไฟฟ้าใต้ดิน

2.1.3.3 การระบายอากาศยังสามารถควบคุมความร้อน และความชื้นให้อยู่ในระดับที่พนักงานจะรู้สึกสบายได้ ทั้งนี้ เพราะความร้อน และความชื้นนอกจากจะสามารถทำให้อุณหภูมิ

ภายในร่างกายสูงขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการสูญเสียเหงื่อมากกว่าปกติจนอาจทำให้เกิดอันตรายโดยการเป็นลมชัก เป็นตะคริว และเหนื่อยอ่อนแล้ว ยังทำให้พนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่เกิดการหงุดหงิด อึดอัด และเสียสมาธิในการทำงาน เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพของงานลดน้อยลง ยิ่งไปกว่านั้น ยังนำมาซึ่งการเกิดอุบัติเหตุได้ แต่ในทางตรงข้าม หากมีการระบายอากาศที่ถูกต้อง และเหมาะสม ระบายอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในอุโมงค์รถไฟใต้ดิน ไม่สูงจนเกินไป ก็จะทำให้พนักงานรู้สึกสบาย ประสิทธิภาพของการทำงานก็จะสูงตามมาด้วย

2.1.3.4 วิธีการระบายอากาศที่เหมาะสม จะสามารถดักเก็บวัสดุที่ฟุ้ง และยังสามารถลดปัญหาความสกปรกที่เกิดจากการฟุ้งกระจายของมลพิษในอากาศได้ด้วย เช่น ฝุ่นละอองจากการเบรกของตัวรถไฟ ซึ่งจะเกิดผงเหล็กฟุ้งอยู่ในอากาศ ถ้ามีการติดตั้งระบบระบายอากาศก็จะสามารถระบายเอาฝุ่นละอองเหล่านี้ออกไปทิ้งภายนอกอุโมงค์รถไฟได้ ซึ่งถ้าฝุ่นละอองเหล่านี้ไหลเข้าสู่ภายในสถานี เมื่อผู้คนสูดเอาฝุ่นละอองเหล่านี้เข้าไปในร่างกาย ก็จะเป็นอันตรายได้

2.1.3.5 การระบายอากาศที่ดียังสามารถดักเก็บฝุ่นละออง หรือสิ่งปนเปื้อนในอากาศไว้ ก่อนที่จะปล่อย ฝุ่น ควัน ออกสู่ภายนอกอุโมงค์รถไฟใต้ดิน ถ้าเราไม่มีการดักฝุ่นผง ฝุ่นละอองเหล่านี้แล้วปล่อยออกสู่แหล่งสาธารณะเลย ก็จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศขึ้นได้ โดยตัวดักเก็บฝุ่นละอองที่ได้มาตรฐานยังสามารถป้องกันปัญหามลพิษทางเสียงก่อนปล่อยออกสู่แหล่งสาธารณะได้อีกด้วย ซึ่งการควบคุมต้นตอ หรือแหล่งของมลพิษตั้งแต่ต้นข้อมเป็นเรื่องง่าย และประหยัดในการแก้ปัญหาหมลพิษกับทางวิ่งแวดล้อม และยังสามารถช่วยประหยัดทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดอีกด้วย

2.1.4 ข้อดีและข้อเสียของการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง และแบบเฉพาะที่  
การระบายอากาศแบบทำให้อากาศเจือจาง และการระบายอากาศแบบเฉพาะที่ (เจาะจงตำแหน่งที่จะทำการระบายอากาศ) ได้มีการเปรียบเทียบ ทั้งข้อดี และข้อเสียของการระบายอากาศทั้ง 2 แบบ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อเสียของการระบายอากาศแบบเจือจาง และแบบเฉพาะที่

| การระบายอากาศ                  | ข้อดี                                                                                                                        | ข้อเสีย                                                                                                                |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.การระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง | 1.1 จัดทำได้ง่ายกว่าแบบที่ 2<br>1.2 ควบคุมมลพิษได้ทุกสถานะ<br>1.3 ประหยัดค่าใช้จ่าย<br>1.4 ไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ | 1.1 ไม่สามารถกำจัดมลพิษได้ทั้งหมด<br>1.2 ใช้ไม่ได้ผลกับ พุ่ม และฝุ่น<br>1.3 ต้องใช้ปริมาณอากาศค่อนข้างมาก              |
| 2.การระบายอากาศแบบเฉพาะที่     | 2.1 ควบคุมมลพิษได้ดี และปลอดภัย<br>2.2 ใช้ได้กับมลพิษทุกสถานะ                                                                | 2.1 ต้องใช้ผู้ออกแบบที่มีความรู้และประสบการณ์<br>2.2 การบำรุงรักษาต้องใช้ผู้มีความรู้เฉพาะ<br>2.3 สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย |

ที่มา: สุทิน อยู่สุข การระบายอากาศ (2533)

## 2.2 แนวคิด และทฤษฎี ที่เกี่ยวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ถือเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหาของการเสื่อมสภาพของ เครื่องจักร อุปกรณ์การผลิต รวมไปถึงงานในระบบต่างๆ ถ้ามีการวางแผน และการจัดการ การบำรุงรักษาที่ดีจะทำให้เครื่องจักร อุปกรณ์นั้นๆ สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังสามารถยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรได้อีกด้วย

### 2.2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

โกศล ศิสิลธรรม (2547) ปัจจุบันการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เป็นประเด็นที่มีการกล่าวถึงกันอย่างกว้างขวางก็เนื่องมาจากเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นปัจจัยหลักต่อการแข่งขันทางธุรกิจ โดยเฉพาะในภาคธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ซึ่งเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ ได้มีการออกแบบ และพัฒนาให้มีรูปแบบการทำงานที่ค่อนข้างซับซ้อนมาก เพื่อให้เครื่องจักร สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ตามที่ต้องการ จึงส่งผลทำให้เครื่องจักร และอุปกรณ์เป็นสินทรัพย์ที่มีการลงทุนที่สูงมาก ถ้าหากเกิดการขัดข้อง หรือเครื่องจักรหยุดทำงาน โดยเหตุผลใดก็ตาม ก็จะทำให้เกิดความสูญเสียทั้งในเชิงเศรษฐศาสตร์ ที่รวมไปถึงโอกาสในการแข่งขันทางการค้าเกิดขึ้น ดังนั้นการบำรุงรักษาที่เหมาะสมจึงเป็นหัวใจหลักที่สำคัญ

ในการปรับปรุงประสิทธิภาพในสายการผลิต โดยรวมนั้นหมายถึง การมุ่งกิจกรรมบำรุงรักษา และดูแลเครื่องจักร (Maintenance) มากกว่าการซ่อมแซมเครื่องจักร และอุปกรณ์ หลังเกิดเหตุขัดข้อง ซึ่งจะส่งผลทำให้เครื่องจักร และอุปกรณ์ ไม่สามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ หรือมีค่าผลิตผลได้จริง (Yield) ที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการดูแล และตรวจเช็คสภาพของเครื่องจักร และอุปกรณ์ ตามระยะเวลา เพื่อทำการซ่อมแซม หรือปรับแต่งเครื่องจักร และอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์มากที่สุด ก่อนที่จะเกิดความขัดข้อง แต่การดำเนินงานดังกล่าวจะต้องประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อการทำงานได้

โดยทั่วไปเครื่องจักร และสิ่งอำนวยความสะดวกจะมีการสึกหรอจากการใช้งาน และสภาพแวดล้อมจึงต้องมีการดูแล และตรวจเช็คสภาพตามรอบเวลา เพื่อทำการซ่อมแซม และปรับตั้ง ก่อนที่จะเกิดขัดข้องรวมทั้งยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร แต่การดำเนินการดังกล่าวจะต้องกระทำในช่วงเวลาที่เหมาะสม เพื่อลดผลกระทบที่จะตามมา กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จึงมีบทบาทที่สำคัญในการป้องกันการเสื่อมสภาพก่อนเวลา และลดความสูญเสียจากการขัดข้อง เช่น ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม เสียเวลาในการรอคอย การหยุดผลิต ปัญหาทางคุณภาพ เป็นต้น การวางแผนการบำรุงรักษาที่เหมาะสมจะสามารถลดความสูญเสียโดยรวม และเป็นการรวมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาอุปกรณ์ ให้มีสภาพที่พร้อมใช้งาน ด้วยประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการปรับปรุงผลิตภาพโดยรวม

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือเรียกว่าการบำรุงรักษาเชิงวางแผน และการบำรุงรักษาตามกำหนดการ โดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และการรักษาสภาพการเดินเครื่องที่เหมาะสมก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดการขัดข้อง โดยมีการจัดทำแผนงานตามช่วงเวลา เพื่อลดโอกาสของการชำรุดทำให้เครื่องจักรมีค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability) ที่สูงขึ้น ได้แก่ การทำความสะอาด การหล่อลื่น การตรวจสภาพเครื่อง ดังนั้นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจึงมุ่งเน้นในการระบุต้นตอของปัญหา และทำการแก้ไขก่อนที่จะเกิดการขัดข้องแบบฉับพลัน ความสัมฤทธิ์ผลของการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จึงขึ้นอยู่กับความถี่ของกิจกรรมการตรวจสอบ และการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วน โดยกิจกรรมดังกล่าวจะมีการดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ โดยมีเป้าหมายหลักของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันดังนี้

2.2.1.1 เพื่อให้เครื่องจักรมีความพร้อมใช้งานสูงสุด โดยหลีกเลี่ยงการเกิดการขัดข้องกะทันหัน และลดเวลาการหยุดเดินเครื่องจักร

2.2.1.2 รักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ที่จะส่งผลต่อคุณภาพของสินค้า

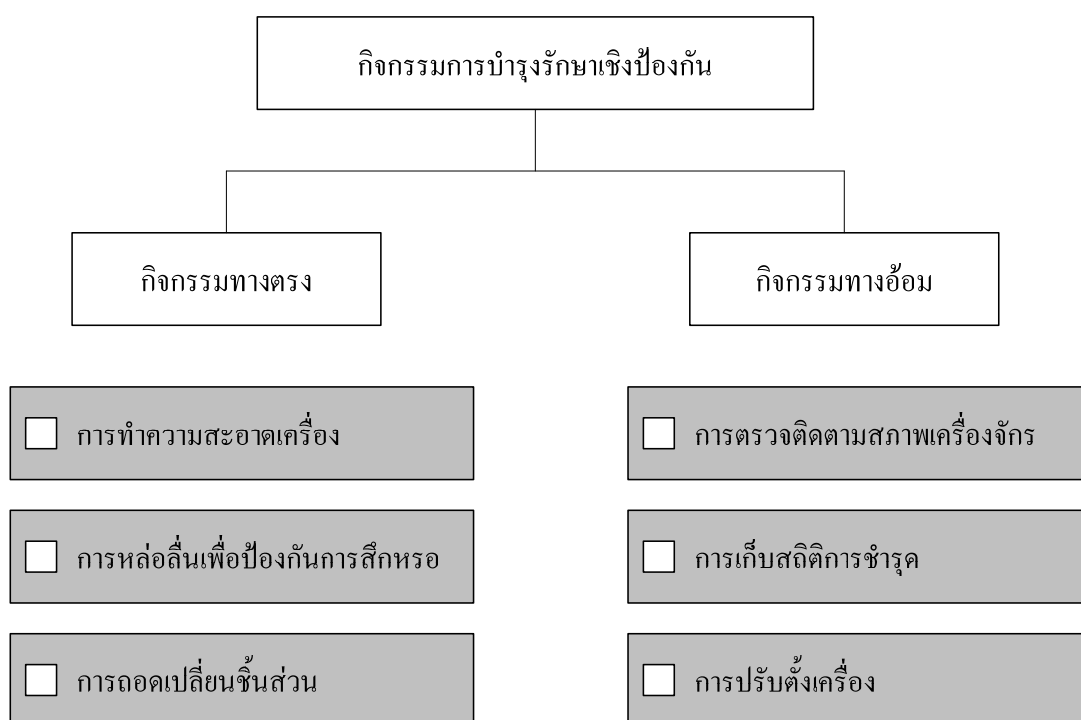
2.2.1.3 ลดอัตราการชำรุด และการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร

2.2.1.4 เพื่อให้เครื่องจักรมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน ในขณะที่เดินเครื่อง

2.2.1.5 เพื่อให้เครื่องจักรสามารถเดินเครื่องอย่างเต็มประสิทธิภาพ

2.2.1.6 ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม และการจัดอุปกรณ์สำรองให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

กิจกรรมการบำรุงรักษา สามารถแบ่งออกเป็น 2 กิจกรรมใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ กิจกรรมทางตรง และกิจกรรมทางอ้อม ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ที่มา: โกศล ดีศีลธรรม (2547) การจัดการบำรุงรักษาสำหรับงานอุตสาหกรรม

### 2.2.2 ประเภทของการบำรุงรักษา

โกศล ดีศีลธรรม (2547) ในยุคต้นๆ ของการใช้งานเครื่องจักรนั้นมักจะใช้งานกว่าจะเกิดความเสียหายก่อน แล้วจึงทำการซ่อมแซม ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายอื่นๆ ตามมาอย่างมากมาย จนมาถึงในยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรม ได้มีการวางระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้น เพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร และป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายกะทันหัน ต่อมาทางประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการวางระบบการบำรุงรักษาแบบทวีผลขึ้น คือมีการบำรุงรักษาป้องกัน แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องมีการประเมินผลว่าค่าบำรุงรักษาต้องคุ้มค่ากับผลผลิตที่เกิดขึ้นสำหรับการ

บำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วมนั้น พัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่น โคนนำเอาระบบบำรุงรักษาที่ผลมาพิจารณาที่จะไม่ให้เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องได้เลย ซึ่งทั้งนี้ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่าย ทุกหน่วยงาน ตั้งแต่ผู้บริหาร ฝ่ายวางแผน ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายงานซ่อมบำรุง ฝ่ายจัดซื้อ รวมไปถึงผู้ปฏิบัติงานทุกคนในองค์กร ประเภทของการบำรุงรักษาแบ่งออกได้ดังนี้

2.2.2.1 การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ (Breakdown Maintenance) หรือ BM. เป็นการใช้อุปกรณ์ต่างๆ จนกระทั่งเกิดการขัดข้องจึงดำเนินการแก้ไขซ่อมแซม ซึ่งการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุจะต้องทำการตรวจสอบและวิเคราะห์สาเหตุอย่างเร่งด่วน เพื่อลดความสูญเสียจากการขัดข้อง

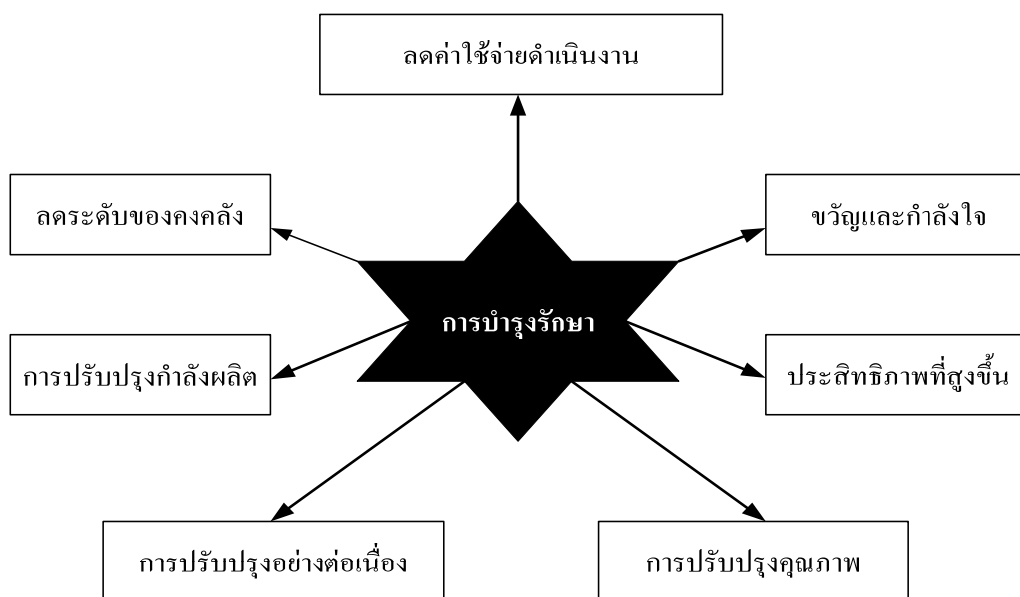
2.2.2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) หรือ PM. เป็นการบำรุงรักษาก่อนที่เครื่องจักรเกิดการขัดข้องและมีการจัดทำแผนงานตามช่วงเวลาเพื่อลดโอกาสของการชำรุด โดยมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การทำความสะอาด การหล่อลื่น การตรวจสอบสภาพเครื่อง เป็นต้น

2.2.2.3 การบำรุงรักษาที่ผลิต (Productive Maintenance) เป็นการผสมผสานระหว่างการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ กับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาในจุดที่เหมาะสม

2.2.2.4 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance) หรือ CM. เป็นการแก้ไขปรับปรุงเครื่องจักรหรือดัดแปลงชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องจักรให้ดีขึ้น เพื่อลดหรือขจัดเหตุขัดข้องที่จะเกิดขึ้น ดังนั้นกิจกรรม CM. จึงเป็นงานที่มีการวางแผนล่วงหน้าและต้องมีความพร้อมของกำลังคน วัสดุและสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อการดำเนินการก่อนที่ความเสียหายจะเกิดขึ้น

2.2.2.5 การป้องกันการซ่อมบำรุง (Maintenance Preventive) หรือ MP. เป็นการคำนึงถึงการพิจารณาออกแบบและเลือกใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือชิ้นส่วน เพื่อให้ปราศจากการบำรุงรักษา (Maintenance free)

2.2.2.6 การบำรุงรักษาที่ผลิตแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance) หรือ TPM. เป็นการบำรุงรักษาที่มุ่งแนวคิดให้พนักงานดูแล และดำเนินการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous maintenance)



ภาพที่ 2.4 การแสดงเป้าหมายของการบำรุงรักษา

ที่มา: โกศล ดิษฐ์ธรรม (2547) การจัดการบำรุงรักษาสำหรับงานอุตสาหกรรม

### 2.2.3 การเพิ่มประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของการซ่อมบำรุง

พชร แสงบางปลา (2542) การเพิ่มประสิทธิภาพนั้น มีวิธีต่างๆ มากมาย นักพัฒนาการผลิตทั้งหลายได้พยายามหาวิธีการพัฒนาเทคโนโลยีในเรื่องของการผลิตจนถึงการพัฒนาบุคลากรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพรวมถึงการจัดการเรื่องวัสดุ ความปลอดภัย การจัดส่ง การลดต้นทุน นอกจากนี้แล้วปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ในยุคสมัยใหม่นี้ต้องเป็นเรื่องเครื่องจักร อุปกรณ์ หากมีการเกิดความเสียหายเกิดขึ้นกะทันหัน หรือเครื่องจักร อุปกรณ์ มีสภาพที่ไม่สมบูรณ์ จะทำให้ประสิทธิภาพในการผลิต หรือการให้บริการ ลดลงไปทันที และอาจเกิดความเสียหายอื่นๆ ตามมาอีกมากมาย ดังนั้นจึงมีการหาวิธีการแนวทางบำรุงรักษาสมัยใหม่ในการดูแลเครื่องจักร อุปกรณ์ ตั้งแต่การจัดซื้อ จนกระทั่งจำหน่ายออก

อลงกฎ ชุตินันท์ (2544) ได้ให้คำนิยามของระบบการซ่อมบำรุงที่ดี จะก่อให้เกิดประสิทธิภาพ และ ประสิทธิภาพดังนี้

ลดความเสียหายอันเนื่องมาจากต้องหยุดเครื่องจักรการผลิต เมื่อเกิดเหตุขัดข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โรงงานที่มีกระบวนการผลิต ต่อเนื่องกันจะได้รับผลมากที่สุด

ลดค่าใช้จ่ายอันเกิดจากการซ่อมบำรุง

ลดจำนวนผลผลิตที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน

ประสิทธิภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์สูงขึ้น

ลดต้นทุนการผลิต

การจัดการควบคุมชิ้นส่วนอะไหล่ทำได้ง่ายขึ้น

ความปลอดภัยของพนักงาน การดูแลรักษาเครื่องจักร และสภาพแวดล้อมในการทำงาน ทำได้ดีขึ้น

ความสัมพันธ์ของพนักงานดีขึ้น มีความตั้งใจทำงานเมื่อเครื่องจักร อุปกรณ์ ไม่เสีย โดยการลดการขัดข้องอย่างกะทันหัน ทำให้ทุกคนสบายใจ

ขจัดปัญหาเรื่องการผลิตล่าช้า เนื่องจากการขัดข้องของเครื่องจักร

#### 2.2.3.1 สาเหตุของการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร

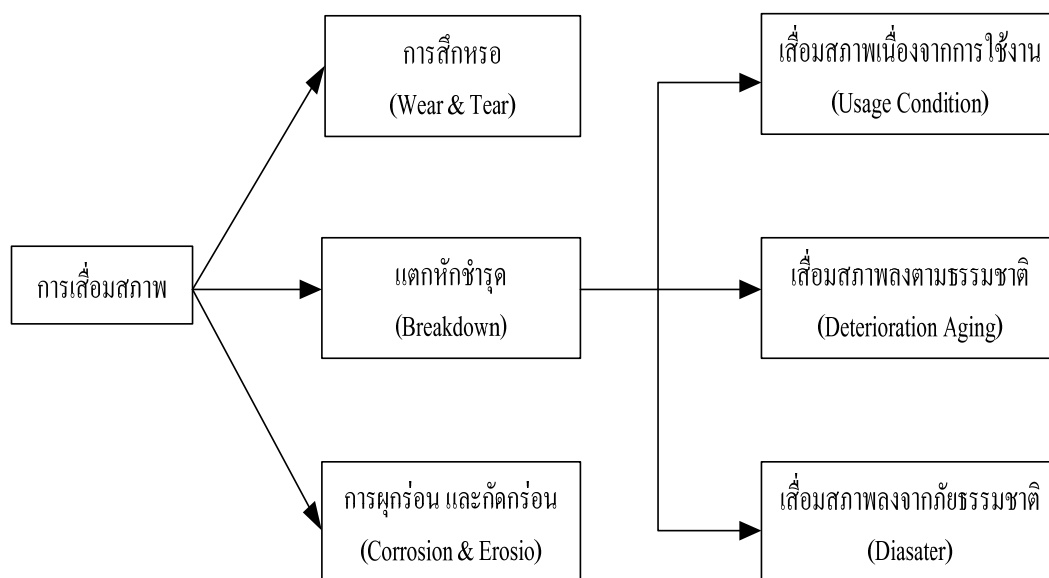
การศึกษารวมชาติของเครื่องจักร โดยเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับ การเสื่อมสมรรถภาพ ชนิดของอาการ ลักษณะที่ขัดข้องของเครื่องจักร อุปกรณ์ รวมทั้งมาตรการการป้องกันต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งระบบซ่อมบำรุงที่ดี โดยสาเหตุของการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร และอุปกรณ์ ส่วนใหญ่ จะเกิดจากการแตกหักชำรุดของเครื่องจักร ซึ่งสาเหตุมาจาก

1) เสื่อมลงเนื่องจากการใช้งาน ซึ่งจะมากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพ และวิธีการใช้งานของเครื่องจักร และอุปกรณ์

2) เสื่อมลงตามธรรมชาติ เช่น จากความล้าของวัสดุ จากความคลาดเคลื่อนต่างๆ ฯลฯ

3) เสื่อมลงเนื่องจากภัยธรรมชาติ เช่น จากพายุ น้ำท่วม แผ่นดินไหว

การสึกหรอไปตามสภาพของการทำงานตามปกติ เกิดจากการฝูกร่อนและการกัดกร่อน จากฝุ่นผงหรือ วัตถุติดไฟ สารเคมี สิ่งเหล่านี้เป็นต้นเหตุสำคัญ ที่ทำให้เครื่องจักร และอุปกรณ์ ไม่สามารถมีสมรรถภาพเหมือนเดิม เรียกว่า “การเสื่อมสภาพ”



ภาพที่ 2.5 สาเหตุของการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร

ที่มา: อลงกฎ ชูตินันท์ (2544) Production Maintenance System โครงการพัฒนาความรู้ทางธุรกิจ

#### 2.2.3.2 สาเหตุของการขัดข้อง และมาตรการป้องกัน

การขัดข้องของเครื่องจักร ตลอดช่วงอายุการใช้งานของเครื่องจักร สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประการคือ

##### 1) การขัดข้องขั้นต้น

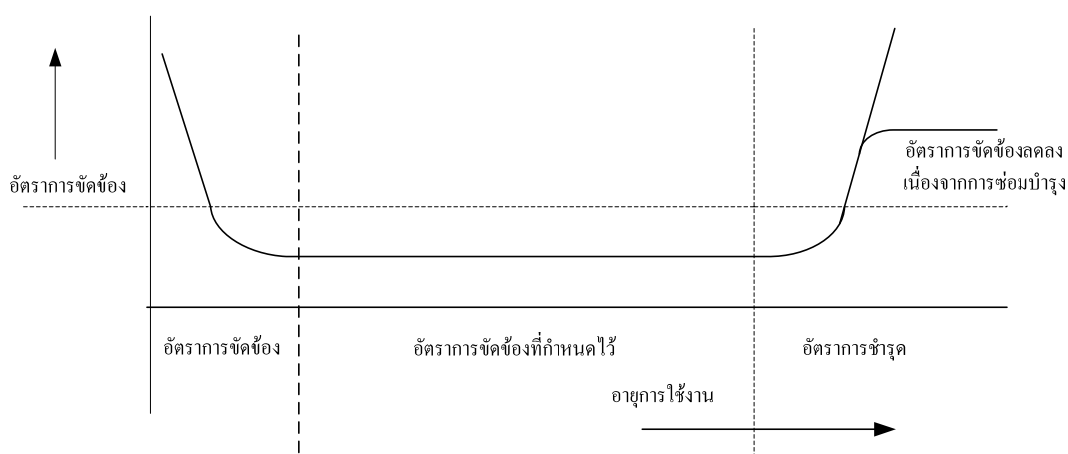
เป็นช่วงที่เครื่องจักรถูกเริ่มใช้งานระยะแรก โดยเฉพาะในช่วงการส่งมอบงานจะพบว่าเครื่องจักร อุปกรณ์ มีอัตราการขัดข้องสูงมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากความผิดพลาดในการออกแบบ ความผิดพลาดในการเลือกใช้วัสดุ ความผิดพลาดในการควบคุมคุณภาพ ความผิดพลาดในการติดตั้ง อัตราดังกล่าวจะค่อยๆลดลง เมื่อมีการแก้ไขสิ่งบกพร่องต่างๆข้างต้นได้แล้วทุกรายการเครื่องจักร อุปกรณ์ ก็จะเข้าสู่สภาพการใช้งานตามปกติ

##### 2) การขัดข้องโดยบังเอิญ

ระยะนี้เป็นช่วงที่เครื่องจักร อุปกรณ์ ยังใหม่ และถูกปรับให้เข้าสู่สภาพใช้งานแล้ว จะเห็นได้ว่าอัตราการเสียจะมีค่อนข้างต่ำ ตลอดอายุการใช้งาน การขัดข้องที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวจะมีเหตุจากส่วนเล็กๆ น้อยๆ เท่านั้น และการชำรุดเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมาจากวิธีการใช้งานเครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งหากปฏิบัติให้ถูกต้องตามคู่มือการใช้ โดยเคร่งครัดก็จะช่วยลดอัตราการขัดข้องลงได้มาก

### 3) การขัดข้องจากการสึกหรอ

ระยะนี้เครื่องจักรถูกใช้งานมาจนกระทั่งชิ้นส่วน และอุปกรณ์ต่างๆ จะสึกหรอจนไม่สามารถทำงานต่อไปได้ อัตราการขัดข้องจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น เมื่อชิ้นส่วน อุปกรณ์ เกิดการสึกหรอ และชำรุดมากขึ้น เพื่อลดอัตราการเกิดเหตุขัดข้องดังกล่าว การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และการซ่อมบำรุงเพื่อการแก้ไข จะมีบทบาทในช่วงการสึกหรอ ในระยะนี้เป็นอย่างมาก



ภาพที่ 2.6 อัตราการขัดข้องในอายุการใช้งานของเครื่องจักร (Bath-Tub Curve)

ที่มา: โกศล ดีศีลธรรม (2548) การจัดการบำรุงรักษาสำหรับงานอุตสาหกรรม

#### 2.2.4 เทคนิคในการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

โรงงานอุตสาหกรรม และอาคารสูง อาคารขนาดใหญ่ รวมไปถึงอาคารสำนักงานต่างๆ โดยทั่วไปในอาคารเหล่านี้จะมีเครื่องจักรขนาดใหญ่ ไม่ว่าจะเป็นใช้ในการการผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม หรือเครื่องจักรที่ใช้ในอาคาร จะต้องมีการควบคุมคุณภาพการทำงานของเครื่องจักร และตัวอุปกรณ์ โดยจำเป็นต้องมีการทำกิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาอย่างมีระบบ มีการเก็บรวบรวมข้อมูล และนำมาวิเคราะห์ เพื่อวางแผนและพัฒนาให้เครื่องจักร และอุปกรณ์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การซ่อมบำรุงจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

Shenoy, D., and Bhadury, B. (1998) การซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance) เป็นการสวามหรือรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตให้เป็นไปตามคุณลักษณะเงื่อนไขการทำงาน ซึ่งการซ่อมบำรุงนี้สามารถครอบคลุมไปถึงกิจกรรม หรืองานที่มีความสัมพันธ์กับการสวามรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือเป็นการซ่อมให้อยู่ในสภาพที่ปกติพร้อมใช้งาน โดยต้องมีการเตรียมความพร้อมในด้าน อะไหล่สำรอง กำลังคน เครื่องมือ สิ่งอำนวยความสะดวกในด้านพื้นที่ นอกจากนี้

การกำหนดงาน หรือกิจกรรมที่รวมไปถึงการทำความสะอาด การหล่อลื่น การเฝ้าติดตาม การวางแผน และการจัดลำดับงาน

Shenoy, D., and Bhadury, B. (1998) วัตถุประสงค์และหน้าที่ของงานซ่อมบำรุงรักษา คือต้องการควบคุม ความสามารถในการจัดหาเครื่องจักรอุปกรณ์ โดยมีต้นทุนต่ำที่สุด และขยายอายุการใช้งานของเครื่องจักรอุปกรณ์

ในระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาแนวใหม่นี้ ระบุหน้าที่ของงานซ่อมบำรุงรักษาไว้ ดังนี้ การวางแผนการซ่อมบำรุง การจัดโครงสร้างการซ่อมบำรุงรวมถึงการสรรหาบุคลากร การสั่งการตามแผนการซ่อมบำรุง การให้คำนิยามและกระบวนการซ่อมบำรุงรักษา การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณการซ่อมบำรุง

Sohei Hibi (1980) การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน คือ การสร้างสรรค์แผนการซ่อมบำรุงอย่างมีหลักการเป็นมาตรฐาน เพื่อดำเนินการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร การเติมน้ำมันหล่อลื่น การถอดเปลี่ยนชิ้นส่วน การซ่อมแซม การจดบันทึกผลการดำเนินงานเพื่อเป็นข้อมูลในการซ่อมบำรุง กรวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ เพื่อค้นหาจุดที่เป็นปัญหา เพื่อสร้างมาตรฐานการแก้ไข โดยที่การดำเนินงานทั้งหมดจะเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีก เพื่อปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงให้สอดคล้องกับสภาพของเครื่องที่เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เครื่องจักรอุปกรณ์จะมีเสถียรภาพสูงขึ้น แต่ทั้งนี้ งานทุกขั้นตอนจะต้องปฏิบัติอย่างถูกต้อง เพราะความผิดพลาดจะทำให้ประสิทธิภาพไม่เพิ่มขึ้นตามความคาดหวังและอาจถึงขั้นที่ร้ายแรงที่สุด คือ ความเชื่อมั่นของเครื่องจักรหมดสิ้นไปเลย การที่เครื่องจักรเกิดการขัดข้องขึ้นจะต้องมีสาเหตุที่แน่นอนชัดเจนอยู่เสมอ การปฏิบัติการซ่อมแซมอย่างฟื้นฟู โดยไม่สามารถระบุหาสาเหตุที่แท้จริง จะทำให้เกิดเหตุขัดข้องในลักษณะเดียวกันซ้ำขึ้นอีก ดังนั้นจึงต้องมีการดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริงของการเกิดเหตุขัดข้องนั้นเสียก่อน แล้วปฏิบัติการซ่อมแซมให้ถูกต้องครบถ้วนกระบวนการนี้ เป็นกระบวนการที่สร้างงานซ่อมบำรุงให้มีมาตรฐานสูงขึ้น เพราะข้อเท็จจริงแล้วเครื่องจักรที่ถูกซ่อมแซมอย่างถูกต้องครบถ้วน ย่อมจะเปราะบางต่อการเกิดสิ่งขัดข้องอย่างง่ายด้าย การปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน มีองค์ประกอบต่างๆ คือ

#### 2.2.4.1 การทำความสะอาดเครื่องจักร และบริเวณโรงงาน

การดูแลทำความสะอาดเครื่องจักร และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ รวมไปถึงบริเวณโดยรอบนั้น โดยสาเหตุหนึ่งของปัญหาเครื่องจักร ก็คือความสกปรก ดังนั้นกิจกรรมพื้นฐานอย่าง 5 ส จึงมีบทบาทที่สำคัญ การปฏิบัติงานในส่วนนี้ถือเป็นงานแม่บทของการซ่อมบำรุง เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการจัดการโรงงาน อาคาร และความรู้สึกของพนักงาน โดยที่การทำความสะอาดเครื่องจักรจะทำให้เกิดผลดังนี้

1) ขณะทำความสะอาดพนักงานจะได้เห็นส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องจักร ซึ่งเป็น การรับรู้สภาพปกติของเครื่องจักรภายนอก เมื่อสังเกตเห็นสภาพผิดปกติพื้นฐาน จะสามารถทำการ แก้ไขได้ ก่อนที่ปัญหาจะลุกลาม

2) การขจัดฝุ่นละออง หรือสิ่งสกปรกบนเครื่องจักร เป็นการช่วยลดความเสี่ยงหรือของ เครื่องจักร และความผิดพลาดในการใช้เครื่องจักร

#### 2.2.4.2 การหล่อลื่น

การเติมน้ำมันหล่อลื่น โดยการตรวจเช็คระดับน้ำมันในแต่ละเครื่องว่าอยู่ในระดับที่ เหมาะสม และทำการบันทึกแบบฟอร์มการตรวจสอบ (Check form) ที่ถูกพัฒนาขึ้น การหล่อลื่น เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเครื่องจักร เนื่องจากรหัสหล่อลื่นจะทำหน้าที่ป้องกันมิให้ส่วนของการ เคลื่อนไหวสัมผัสกันโดยตรง นอกจากจะป้องกันความเสียหายของเครื่องจักรจากการสึกหรอ และ ความร้อนแล้ว ยังช่วยให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรสูง เนื่องจากการหมุน การ เคลื่อนไหวเป็นไปอย่างราบรื่น ด้วยความฝืดที่น้อยที่สุด การดำเนินการเพื่อการหล่อลื่นเครื่องจักร ดูเป็นสิ่งที่ง่าย ที่ไม่น่าจะมีวิธีการซับซ้อน การซ่อมบำรุงส่วนใหญ่ จะข้ามขั้นตอนเรื่องของงาน หล่อลื่นไป และทำให้มองข้ามความจำเป็นในการที่ต้องมีระบบงานหล่อลื่นที่มีประสิทธิภาพ การ หล่อลื่นเป็นงานขั้นพื้นฐาน ในการป้องกันการชำรุด และช่วยลดความเสี่ยง เนื่องจากการเสียดสี ของชิ้นส่วนโลหะของเครื่องจักรทุกชนิด ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรสูงขึ้น

##### 1) การวางระบบงานหล่อลื่น

เพื่อให้งานทางด้านหล่อลื่นมีประสิทธิภาพสูงสุดในทางปฏิบัติ จะต้องมีการจัดการ ระบบหล่อลื่น โคนศึกษาจากคู่มือการใช้งานของเครื่องจักร หรือคำแนะนำของผู้ผลิตสารหล่อลื่นที่ เชื่อถือได้ จัดทำสัญลักษณ์ประเภท และชนิดน้ำมันหล่อลื่น เพื่อป้องกันการใช้วัสดุที่ผิดพลาด ควร มีการทำเครื่องหมาย, สี ลงไปบนสิ่งต่างๆ จัดทำบันทึกการหล่อลื่นที่เหมาะสม เพื่อป้องกันความ ผิดพลาด และเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับงานซ่อมบำรุง

##### 2) การวางแผนงานหล่อลื่น

การวางแผนงานระบบหล่อลื่น อาศัยหลักการวางแผนงานทั่วไป โดยจะพิจารณาใน รายละเอียดที่จำเป็นจะต้องหล่อลื่น

##### 3) การควบคุมงานหล่อลื่น

โดยทั่วไปนิยมใช้บัตรควบคุมงานหล่อลื่น ซึ่งเป็นบัตรประจำของแต่ละเครื่อง

##### 4) ความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานหล่อลื่น

การกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ มีอยู่ 2 แนวคิดใหญ่ๆ คือ การใช้พนักงานซ่อมบำรุง เป็นผู้ปฏิบัติงานหล่อลื่นทั้งหมด ส่วนอีกแนวคิดหนึ่ง คือ การใช้พนักงานฝ่ายผลิตเป็นผู้ปฏิบัติงาน

หล่อลื่นซ่อมบำรุง โดยทั้ง 2 แนวคิดนี้มีข้อดี และข้อเสียในตัวเอง วิธีการใช้พนักงานซ่อมบำรุงเป็นผู้ปฏิบัติงานหล่อลื่นจะได้รับความนิยมมากกว่า เพราะไม่มีการเกี่ยงงอนเรื่องความรับผิดชอบสอบสวนหาสาเหตุ เมื่อเครื่องจักรเกิดเสียหายได้ง่าย สามารถถ่ายทอดเทคนิคใหม่ให้แก่พนักงานได้ง่าย และพนักงานรับได้เร็ว เนื่องจากมีความชำนาญสามารถควบคุมกรรมวิธีการหล่อลื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่มีข้อเสียคือ พนักงานเกิดความเบื่อหน่ายต่องาน

ส่วนการใช้พนักงานฝ่ายผลิตเป็นผู้ปฏิบัติงานหล่อลื่นนั้น จะมีผลดีในด้านการมีส่วนร่วมในการทำงานด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักร แต่ผลเสียที่จะได้รับคือ ไม่มีผู้รับผิดชอบเฉพาะเรื่องอาจเกิดความผิดพลาดในเรื่องการถ่ายทอดงานกันเองได้ หากไม่มีการกำหนดความรับผิดชอบและขอบเขตของงานให้เด่นชัด อีกทั้งกรรมวิธีการหล่อลื่นควบคุมได้ยาก นอกจากจะได้รับการฝึกอบรมที่เพียงพอ

#### 2.2.4.3 การตรวจสอบสภาพ

การตรวจสอบสภาพเครื่องจักร มีเป้าหมายเพื่อค้นหาความบกพร่องขั้นต้น ซึ่งอาจจะนำไปสู่การขัดข้องของเครื่องจักร จนถึงต้องหยุดเครื่องจักรในระยะต่อไป โดยทั่วไปการขัดข้องของเครื่องจักรไม่มีคุณลักษณะที่แน่นอน อาการที่เกิดขึ้นจะสะสมจนกลายเป็นความเสียหายที่รุนแรง อาจใช้เวลายาว หรือสั้นที่สามารถตรวจพบได้ก่อน หรือไม่สามารถตรวจพบเลยก็ได้ การตรวจสอบสภาพเครื่อง ในช่วงเวลาที่เหมาะสมที่อาจกระทำด้วยการสังเกตจากภายนอกด้วยสายตา (Visual) หรืออาจทำการตรวจสอบตามแผ่นรายการตรวจสอบ (Check list) และบันทึกผลการตรวจสอบลงในแบบฟอร์ม ตรวจสอบสภาพจึงเข้ามามีบทบาท ในการป้องกันลูกกลามของปัญหา ก่อนที่เครื่องจักรจะขัดข้องจนต้องหยุดการใช้งาน การตรวจสอบตามรอบเวลา เพียงแค่กิจกรรมทำความสะอาดเครื่องจักรคงไม่เพียงพอ ดังนั้นการตรวจติดตามการปฏิบัติการจึงเป็นการตรวจจับอาการที่เป็นสัญญาณเตือน ซึ่งผู้ปฏิบัติการจะต้องทำการตรวจเช็ค การตรวจสอบสภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

##### 1) การตรวจสอบภายนอก

โดยที่การตรวจสอบภายนอกกระทำได้โดยสังเกต และการตรวจสอบด้วยความรู้สึก อาศัยประสาทสัมผัส และ ความรู้สึกของผู้ตรวจสอบสภาพเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ ด้วยการฟังเสียง การสัมผัสเตือน ความรู้สึก การมองเห็น การได้กลิ่น ความร้อนที่สูงขึ้น เป็นต้น

##### 2) การตรวจสอบภายใน

การตรวจสอบภายในสามารถดำเนินการโดยการตรวจสอบชิ้นส่วนภายในของเครื่องจักร เช่น เกียร์ ลูกปืน พัดลมพัดของชิ้นส่วน เมื่อเกิดอาการที่ผิดปกติขึ้นก็สามารถดำเนินการแก้ไขเบื้องต้นโดยผู้ปฏิบัติงาน เช่น การขันยัดให้แน่น การเติมสารหล่อลื่น หรือการเปลี่ยนชิ้นส่วน ถ้า

หากไม่มีการตรวจจับอาการผิดปกติ หรือการแก้ไขเบื้องต้น ก็อาจเกิดปัญหาตามมา จนเกิดความเสียหายขึ้น การตรวจสภาพด้วยกรรมวิธี อาศัยกรรมวิธีที่มีหลักเกณฑ์ และการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม แล้วเปรียบเทียบกับข้อกำหนด หรือมาตรฐานทางวิศวกรรม เพื่อตัดสินใจว่าเครื่องจักรมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นหรือไม่ สามารถใช้วิธีการปรับแต่งให้ปกติ โดยการกำหนดช่วงเวลาสำหรับตรวจสภาพ ดังนั้นความถี่ในการตรวจสอบอาจใช้ประสบการณ์ และการกำหนดการจำแนกตามประเภทของเครื่องจักร

#### 2.2.4.4 การปรับแต่ง และเปลี่ยนชิ้นส่วน

ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร แม้ว่าจะได้มีการรักษาความสะอาด และทำการหล่อลื่นเพียงใดก็ตาม ความคลาดเคลื่อน และความสึกหรอของชิ้นส่วน ย่อมเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การปรับแต่ง และการเปลี่ยนชิ้นส่วน จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร และยังช่วยให้เครื่องจักรกลับเข้าสู่สภาพที่จะทำงานภายในขอบเขตที่กำหนดของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

#### 2.2.4.5 การบันทึก และการจัดเก็บข้อมูล

การบันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นกิจกรรมที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยเฉพาะการจัดเก็บประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักร ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญเพื่อนำมาวิเคราะห์ใช้ในการสนับสนุนต่อการวางแผน และการจัดทำกำหนดการบำรุงรักษา ส่วนคู่มือการใช้งาน (Instruction manual) แบบเครื่องจักร (Drawing) ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บจะช่วยให้สามารถตัดสินใจในการวางแผน ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกสามารถแสดงผลลัพธ์ ดังนี้

1) การประเมินความน่าเชื่อถือของระบบ (Reliability system) ที่รวมถึงองค์ประกอบหรือชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่อง ทำให้สามารถประเมินความถี่ของกิจกรรมบำรุงรักษา และการวางแผนการผลิต

2) กำหนดอายุการใช้งานของเครื่องจักร ทำให้เราสามารถวางแผนการจัดซื้อเครื่องจักรในช่วงเวลาที่เหมาะสมได้

3) คาดการณ์การเกิดความขัดข้อง และการวางแผนแก้ไขก่อนที่จะเกิดการขัดข้องขึ้น

4) รอบระยะเวลาในการตรวจเช็ค หรือการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนก่อนที่จะเกิดเหตุขัดข้อง เช่น การตรวจซ่อมใหญ่ (Overhaul)

5) ใช้เป็นข้อมูลในการจัดการคลังอะไหล่ เพื่อให้มีการสำรองอะไหล่ที่เหมาะสม (Optimum level) และมีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาที่ต่ำ

#### 2.2.4.6 การวางแผนเพื่อกำหนดตารางการบำรุงรักษา

ในการวางแผนและกำหนดการบำรุงรักษา สำหรับทุกกิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันควรมีการวางแผนล่วงหน้าในรายละเอียด โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ข้อมูลจากประวัติการบำรุงรักษา แผนงานในการจัดเตรียมทรัพยากร เช่น อะไหล่ วัสดุ แรงงาน และประมาณช่วงเวลาของการดำเนินการ ดังนั้นในทุกกิจกรรมของงานบำรุงรักษาควรมีการวางแผนล่วงหน้า ในรายละเอียดด้วยการใช้ข้อมูลจากประวัติการบำรุงรักษาที่บันทึกไว้ โดยมีการระบุรายละเอียดในการทำกิจกรรมตามรอบ เช่น รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน ครึ่งปี และแผนกำหนดการรายปี รวมทั้งการติดตามผล เพื่อเปรียบเทียบกับแผนงานที่ประมาณการไว้ แล้วใช้ผลต่างที่เบี่ยงเบนจากแผนมาเป็นแนวทางในการปรับแก้ไขแผนงาน ซึ่งการจัดทำกำหนดการดังกล่าว ควรพิจารณาถึงผลกระทบต่อการเดินเครื่องให้น้อยที่สุด ซึ่งอาจใช้แนวทาง ดังนี้

- 1) การกำหนดตามระยะการใช้งาน เช่น ทำการตรวจเช็คในทุกๆ 5,000 ชั่วโมงของการเดินเครื่อง หรืออาจใช้รอบการตั้งเครื่อง
- 2) รอบของการตรวจสภาพ โดยใช้การประมาณช่วงเวลาที่อาจเกิดการขัดข้องและศึกษาได้จากคู่มือ หรือประวัติการซ่อม
- 3) กำหนดตามช่วงเวลาปฏิทิน โดยกำหนดงานในแต่ละช่วง เช่น เดือน ไตรมาส และรอบปี หรืออาจใช้ช่วงเวลาก่อนและหลังเลิกงานก็ได้ การตรวจสอบมักนิยมใช้มาตรฐานเป็น 1 วัน 1 สัปดาห์ 4 สัปดาห์ 3 เดือน 4 เดือน 6 เดือน 1 ปี 2 ปี

#### 2.2.4.7 การฝึกอบรมบุคลากร

ปัจจัยแห่งความสำเร็จในการดำเนินการบำรุงรักษา โดยเฉพาะบุคลากรเป็นทรัพยากรที่สำคัญ เช่น ช่างเทคนิค และผู้ควบคุมงาน ควรได้รับการฝึกอบรม ให้สามารถดำเนินการต่างๆ อย่างเป็นระบบ เช่น การบำรุงรักษา การติดตาม และการซ่อมแซม

#### 2.2.4.8 การจัดการและควบคุมคลังอะไหล่

เครื่องจักรที่เกิดการขัดข้อง โดยทั่วไปจะประสบปัญหาในเรื่องของการรอคอยชิ้นส่วนอะไหล่ จึงทำให้เกิดเวลาว่างขึ้น และทำให้สูญเสียเวลา ซึ่งมีผลกระทบต่อความสูญเสียการผลิต ดังนั้นจึงจำเป็นในการจัดการคลังอะไหล่ แต่ก็ต้องพิจารณาแผนงานที่เหมาะสมในการกำหนดรายการ และปริมาณที่เหมาะสม โดยมีปัจจัยต่างๆ ที่ลดผลกระทบต่อกำลังวัสดุและการตอบสนองการให้บริการ ได้แก่ อัตราการใช้อะไหล่ แหล่งในการจัดหา ระยะเวลาในการส่งมอบ และความพร้อมอะไหล่ในตลาด โดยทั่วไปการจัดการระดับอะไหล่ในคลังมักมีการจัดทำมาตรฐานของชิ้นส่วน อย่างเช่น ลูกปืน มอเตอร์ ปั๊ม เป็นต้น จะทำให้สามารถลดระดับของปริมาณอะไหล่ลงได้มาก และสะดวกต่อการจัดเก็บ

### 1) การจัดทำมาตรฐาน

เพื่อใช้เป็นแนวทางของการปฏิบัติงานให้กับพนักงาน และสื่อสารให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ ด้วยการฝึกอบรม

### 2) การจัดทำงบประมาณ

ได้ถูกใช้ในการติดตาม และควบคุมค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมของงานบำรุงการรักษารายอย่างประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นข้อมูลฐาน (Baseline) สำหรับการจัดทำงบประมาณที่เหมาะสม ในครั้งต่อไป โดยมีการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงเทียบกับการประมาณการ

## 2.3 การวัดประสิทธิผลการซ่อมบำรุง

การวัดประสิทธิผลของการซ่อมบำรุงนั้น เป็นการนำเอาวิธีการคำนวณ มาทำรายงานความน่าเชื่อถือ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของเครื่องจักรระหว่างหยุดขัดข้องเป็นตัวบอกความน่าเชื่อถือ เรียกว่า ดัชนีเครื่องจักร ซึ่งการวัดค่ามีดังนี้

2.3.1 ความพร้อมของเครื่องจักร (Availability Factor) เป็นดัชนีหลักที่แสดงให้เห็นภาพรวมของการบริหารงานบำรุงรักษา ว่ามีประสิทธิภาพเพียงไร โดยเฉพาะประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

$$MA = \frac{T_m}{T_m + T_s}$$

หรือใช้สูตร

$$A = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR}$$

2.3.2 ความขัดข้องของเครื่องจักร เป็นดัชนีหลักที่แสดงให้เห็นถึงสภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์หรือระบบ จำเป็นต้องทำการบำรุงรักษาเพียงไร โดยหาได้จากสูตร

$$MB = \frac{T_s}{T_s + T_m}$$

2.3.3 เวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้อง เป็นดัชนีที่บอกถึงความน่าเชื่อถือได้ (Reliability) ของเครื่องจักร โดยเฉลี่ยจะเดินได้นานเท่าไร โดยไม่หยุดซ่อมเลย (Mean Time between Failures; MTBF)

$$MTBF = \frac{T_w}{N_{msw}}$$

2.3.4 เวลาเฉลี่ยที่หยุดซ่อมแซม เป็นดัชนีที่บอถึงความสามารถในการดูแลเครื่องจักรของหน่วยงานบำรุงรักษา โดยมีความหมายว่า ถ้าเครื่องจักรหยุดจะใช้เวลาซ่อม โดยเฉลี่ยนานเท่าไรต่อครั้ง (Mean time to repair ; MTTR)

$$MTTR = \frac{T_s}{N_{msw}}$$

2.3.5 อัตราการเสีย เป็นดัชนีตัวหนึ่งที่บอกความเสื่อมสภาพของเครื่องจักรในแต่ละช่วงการใช้งาน ซึ่งจะมีอัตราการเสียแตกต่างกัน อัตราการเสียจะเป็นส่วนกลับของ MTBF นั่นคือแสดงให้เห็นถึงความถี่ของการเกิดความเสียหายในช่วงเวลาหนึ่ง

$$FR = \frac{1}{MTBF}$$

#### ความหมาย

|      |                                  |                                      |
|------|----------------------------------|--------------------------------------|
| A    | : Availability                   | คือ ความพร้อมใช้งาน                  |
| MA   | : Machine Availability           | คือ ความพร้อมของเครื่องจักร          |
| MB   | : Machine Breakdown              | คือ ความขัดข้องของเครื่องจักร        |
| FR   | : Failure Rate                   | คือ อัตราการเสีย                     |
| LT   | : Loading Time                   | คือ เวลาภาระ                         |
| Nmsw | : Number Machine Stopped Working | คือ จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุดซ่อม |
| MTBF | : Mean time between Failures     | คือ เวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง      |
| MTTR | : Mean time to Repair            | คือ เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม           |
| Ts   | : Shutdown Time                  | คือ เวลาที่หยุดซ่อมแซม               |
| Tm   | : Machine all the time           | คือ เวลาที่ใช้เครื่องจักรทั้งหมด     |
| Tw   | : Time machine actually worked   | คือ เวลาเครื่องจักรทำงานจริง         |
| UDT  | : Unplanned Down Time            | คือ เวลาหยุด                         |

การใช้สถิติเพื่อประเมิน หรือ คำนวณความน่าเชื่อถือ เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน รวมไปถึงการออกแบบที่ต้องคำนึงถึงการจัดวางตำแหน่ง และกำหนดการเดินเครื่องจักรอุปกรณ์ด้วย (วัฒนา เชียงกุล และเกรียงไกร คำรัตน์, 2546 Maintenance the Profit Maker บำรุงรักษายางานเพิ่มกำไรบริษัท)

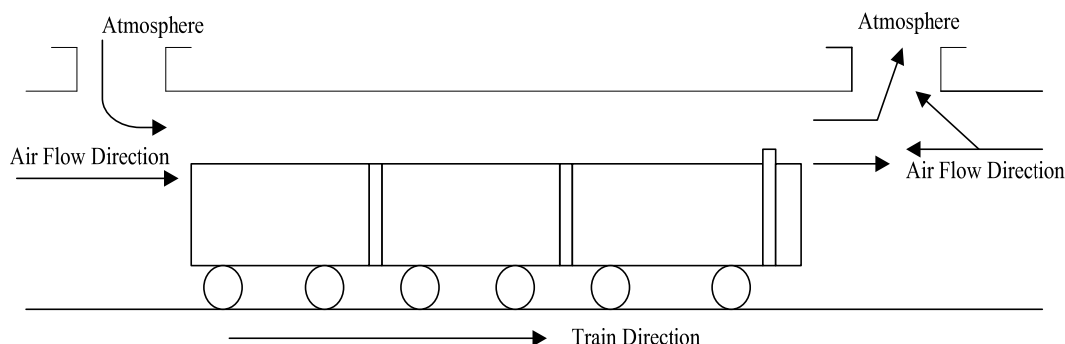
## 2.4 หลักการทำงานของพัฒนาระบบระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน

ระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน ถือเป็นอีกระบบหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อธุรกิจนี้ เนื่องจากการเดินรถไฟฟ้าใต้ดินจะยึดหลักของความปลอดภัยในชีวิตของผู้มาใช้บริการขนส่งมวลชนนี้เป็นหลักสำคัญ เพราะฉะนั้นระบบระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินจึงเป็นระบบที่เป็น Life Safety ของหน่วยงานนี้ ดังนั้นอุปกรณ์ในระบบจะต้องมีสภาพ และความพร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา

หลักการทำงานของระบบระบายอากาศในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินคือ พัฒนในอุโมงค์จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อ มีการแจ้งเตือนมาจากระบบ Fire Alarm ผ่านทางสาย Linear Heat Detection (LHD) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการรายงานอุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุดและต่ำสุดในอุโมงค์ โดย LHD ซึ่ง ประกอบด้วย Fiber Optic จะถูกติดตั้งตลอดตามความยาวของแนวของอุโมงค์ จะส่งสัญญาณมาที่ตัว Controller เพื่อบอกอุณหภูมิทุกๆ จุดตลอดแนวสาย Cable ในอุโมงค์ เมื่อ LHD ของระบบ Fire Alarm แจ้งเหตุเพลิงไหม้หรือแจ้งอุณหภูมิที่สูงกว่าค่าที่ตั้งไว้จะส่งสัญญาณ Alarm เป็นสัญญาณ Analog (4-20 mA.) ผ่านระบบ SCADA เพื่อแจ้งใช้เจ้าหน้าที่ทราบ เจ้าหน้าที่ Operation จะเป็นคนตัดสินใจในการสั่งงานว่าจะทำการใช้ช่างซ่อมบำรุงตรวจสอบและแก้ไข และสั่งงานให้พัฒนาระบบระบายอากาศในอุโมงค์ทำงานตาม Function ใด โดยหลักการทำงานของพัฒนาระบบระบายอากาศในอุโมงค์แบ่งออกเป็น 4 สถานะดังนี้

### 2.4.1 การทำงานในสถานะปกติ (Normal Operation)

ในกรณีที่พัฒนาระบบระบายอากาศยังไม่ได้ทำงาน การระบายอากาศภายในอุโมงค์จะเกิดขึ้นได้จากการเคลื่อนที่ของรถไฟฟ้าเอง ส่วนพัฒนาระบบระบายอากาศจะทำงานก็ขึ้นอยู่กับค่าของ อุณหภูมิที่ตรวจวัดค่าได้จาก (Temperature Detection) บริเวณรางใกล้ๆ สถานี โดยอุณหภูมิที่ถูกควบคุมไว้อยู่ในช่วง 45°C



ภาพที่ 2.7 การระบายอากาศในอุโมงค์ที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของรถไฟฟ้า

#### 2.4.2 การทำงานภายในสภาวะคับคั่ง (Congested Operation)

ในกรณีที่มีผู้โดยสารหนาแน่น ทำให้รถไฟฟ้าต้องจอดที่สถานีนานขึ้น เป็นเหตุให้อุณหภูมิในอุโมงค์สูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ ระบบพัดลมระบายอากาศจะทำงาน เพื่อควบคุมให้อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอุโมงค์อยู่สูงกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอกต้องไม่เกิน  $5^{\circ}\text{C}$

#### 2.4.3 การทำงานในสภาวะฉุกเฉิน (Emergency Operation)

ในกรณีเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้ภายในอุโมงค์รถไฟฟ้า ระบบระบายอากาศจะสั่งการให้พัดลมระบายอากาศเฉพาะอุโมงค์ที่เกิดเพลิงไหม้ จะระบายควันไฟไปในทิศทางตรงกันข้ามกับการอพยพของคนในอุโมงค์ที่เกิดเพลิงไหม้ สถานีที่อยู่ใกล้จุดเกิดเหตุจะทำการเป่าอัดอากาศและพัดลมที่อยู่ด้านไกลสถานีจะทำการดูดอากาศ/ควันไฟออกไปปล่อยที่ VB หรือ IVS

#### 2.4.4 การทำงานในสภาวะซ่อมบำรุง (Maintenance Operation)

ในขณะที่ปิดให้บริการ ช่วงหยุดการเดินรถ จะมีเจ้าหน้าที่ และพนักงานซ่อมบำรุงเครื่องมือ อุปกรณ์ และระบบต่างๆ เข้าไปปฏิบัติงานภายในอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดิน พัดลมระบายอากาศในอุโมงค์ยังจะทำงานในลักษณะ Push – Pull คือการอัดอากาศเข้าด้านหนึ่ง และดูดอากาศออกอีกด้านหนึ่ง การดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์เหล่านี้จึงมีความสำคัญตามมาด้วยดังนี้

2.4.4.1 Tunnel Ventilation Fan (TVF) หรือ มีชื่อเรียกว่าพัดลมระบายอากาศภายในอุโมงค์ รถไฟฟ้าใต้ดิน ทำหน้าที่ระบายอากาศภายในอุโมงค์ เป็นพัดลมขนาด 108 KW. ทำงานได้ 2 ทิศทางคือ Supply และ Extract จะมี Variable Speed Drive เป็นตัวปรับความเร็วรอบของตัวพัดลม โดย TVF จะทำหน้าที่ในการดูด และอัดอากาศ ภายในอุโมงค์ จะมีอัตราการไหลของอากาศอยู่ที่  $70 \text{ m}^3/\text{s}$  ในสถานีหนึ่งจะมีพัดลม TVF อยู่ 4 ตัว จะติดตั้งอยู่บริเวณหัว และท้ายสถานี อย่างละ 2 ตัว

2.4.4.2 Under Platform Extract Fan (UPE.F) หรือ มีชื่อเรียกว่า พัดลมระบายอากาศใต้พื้นชานชาลา ทำหน้าที่ระบายอากาศจากบริเวณรางรถไฟ โดยทำการดูดอากาศใต้พื้นชานชาลาจาก

ช่องลมได้ขานชาลาออกไปทางอาคารระบายอากาศที่ปลายสุดของสถานี มีอัตราการไหลของอากาศอยู่ที่ 40 m<sup>3</sup>/s เป็นพัดลมขนาด 99 KW. ทำงานได้ทิศทางเดียว คือ Extract ทำหน้าที่ดูดอากาศได้พื้นขานชาลา จะทำงานควบคู่กับ Soft Start ในสถานีหนึ่งจะมีพัดลม UPE.F อยู่ 4 ตัว จะติดตั้งอยู่บริเวณหัว และท้ายสถานี อย่างละ 2 ตัว

2.4.4.3 Damper เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการไหลของอากาศ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อปิดกั้น หรือเปิดการไหลของอากาศ โดยประกอบด้วยใบพัดสี่เหลี่ยมหลายใบในกรอบ และใช้งานคู่กับ “Electrical Actuator” Damper จะถูกออกแบบให้สามารถทนแรงกดดันมหาศาลจากปรากฏการณ์ “Piston Effect” Damper จะต้องสามารถทนอุณหภูมิได้ 250 องศาเซลเซียส ภายใน 1 ชั่วโมง Damper ที่ใช้อยู่เป็นระบบ Hydraulic มีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ แบบ Fail save Close และแบบ Fail save Open

2.4.4.4 Control Panel เป็นตู้ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบระบายอากาศภายในอุโมงค์ทั้งหมด ภายในสถานีจะแบ่งตู้ควบคุมออกเป็น 3 ส่วนดังต่อไปนี้

#### 1) Tunnel Ventilation Control Panel (TVCP)

เป็นตู้ควบคุมการทำงานของระบบระบายอากาศในอุโมงค์ทั้งหมดภายในสถานี ซึ่งจะมีแผง Mimic Panel ประกอบด้วยชุดควบคุมและอุปกรณ์ตรวจสอบสถานะจะติดตั้งอยู่ด้านหน้าของ VCP มีหน้าที่ในการแจ้งสถานะการทำงาน และจัดเตรียมเพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานของระบบที่หน้าตู้ได้ (TVCP) ถือว่าเป็นหัวใจหลักของการควบคุมการทำงานภายในระบบ ซึ่งภายในหนึ่งสถานีจะมี TVCP อยู่ 2 ตู้ จะติดตั้งอยู่บริเวณหัว และท้ายสถานี อย่างละ 1 ตู้

#### 2) Tunnel Ventilation Repeater Panel (TVRP)

เป็นตู้ควบคุมการทำงานซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อให้มีการ Override Control ระบบระบายอากาศรวมทั้ง TVF & UPE และอุปกรณ์ต่างๆในกรณีฉุกเฉิน การควบคุม TVRP จะต้องควบคุมโดยบุคคลที่ได้รับอนุญาตหรือ หน่วยงานเฉพาะเท่านั้น ซึ่งจะมีกุญแจที่ใช้ในการเปิดฝาด้านตู้ และมี KEY SWITCH สำหรับเปิด การใช้งานแบบ LOCAL ที่หน้าตู้ โดยตู้ TVRP จะถูกติดตั้งไว้ที่ถูกติดตั้งไว้ที่ห้อง SOR ของสถานี

#### 3) Fireman Control Panel (FP)

หน้าที่การทำงานของตู้ FP จะมีลักษณะการสั่งงานเหมือนกับตู้ TVRP ทุกประการ แต่ตู้ FP จะถูกติดตั้งไว้ที่ทางเข้า Entrance ของสถานี จะใช้ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์เพลิงไหม้ภายในสถานี ที่ทีมงานที่ควบคุมระบบไม่สามารถทำงานภายในสถานีได้

## 2.5 การศึกษาที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาที่เกี่ยวข้อง เป็นข้อมูลที่สำคัญอย่างยิ่งในการอ้างอิงที่ดี และยังเป็นแนวทางในการทำการศึกษ ซึ่งจะเป็นการรวบรวมเอาเนื้อหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ดังต่อไปนี้

พรชัย ลิ้มภูวัฒน์และคณะ (2537) ได้กล่าวถึงการเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องจักรให้สูงขึ้นโดยใช้แนวความคิดทางด้านการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข มาใช้นอกจากนี้ยังได้มีการนำเอาวิธีการวัดต่างๆ มาใช้ เช่น แนวโน้มของการเกิดเวลาสูญเสีย อัตราของความรุนแรงในการซ่อมแซมเครื่องจักร

สุพลเชษฐ์ เพ็ชรรัตน์ (2550) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการศึกษาการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องจักรงานอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป กล่าวคือ ได้ทำการจัดวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน ในลักษณะที่ป้องกันไม่ให้เครื่องจักรหยุดทำงาน โดยเน้นการศึกษาเฉพาะโรงงานตัวอย่าง ซึ่งเป็นโรงงานที่ยังขาดกระบวนการจัดการด้านการซ่อมบำรุงรักษา โดยจะทำการบำรุงรักษาจากการที่เครื่องจักรหยุดทำงานในหน้างานเท่านั้น

จากการศึกษาและประเมินผลโดยเปรียบเทียบผลจากการทำการซ่อมบำรุงก่อนที่จะเข้าไปศึกษากับระบบซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว สามารถทำให้ประสิทธิภาพของค่า Mean Time Between Failure เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเป็น 7.85 เปอร์เซ็นต์ ค่า Mean Time To Repair ลดลง โดยเฉลี่ยเป็น 62.23 เปอร์เซ็นต์, ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเป็น 0.85 เปอร์เซ็นต์ และค่าของอัตราการใช้ของเครื่องจักรลดลง โดยเฉลี่ยเป็น 43.61 เปอร์เซ็นต์

ผกามาศ ภูมิสุราษฎร์ (2550) การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดปัญหาสถานีฐานไม่สามารถให้บริการได้ของโทรศัพท์ระบบ WLL (Wireless Local Loop) งานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาการระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามแผน (Planned Maintenance) โดยสามารถลดจำนวนครั้งในการเกิดเหตุการณ์ขัดข้องของระบบ WLL ลงเหลือ 3.75 ครั้งต่อสถานีฐาน (ลดลง 35.46 เปอร์เซ็นต์) เวลาที่อุปกรณ์เกิดขัดข้อง ลดลง 53.28 เปอร์เซ็นต์

รองศาสตราจารย์ ดร. สุทิน อยู่สุข และคณะ การระบายอากาศทั่วไป งานวิจัยนี้ทำขึ้นเพื่อเป็นแผนการสอนหน่วยที่ 2 เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการระบายอากาศแบบทั่วไป และอธิบายรายละเอียดของการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง