บทที่ 3

เฟส I ระยะศึกษาเพื่อนิยามปัญหา

ระยะนี้เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของงานวิจัย โดยเป็นการเข้าไปสำรวจสภาพปัญหาภายในโรงงานกรณีศึกษา หลังจากที่ได้กำหนดขอบเขตในบทที่ 1 แล้วว่าจะพิจารณาเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail ในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (2.5" Hard disk drive) รุ่นซาสต้า ซึ่งจะเริ่มต้นจากการจัดตั้งทีมงานสำหรับแก้ปัญหาคุณภาพของโรงงาน ต่อมาจะเป็นการศึกษารายละเอียดของกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของโรงงานกรณีศึกษา การนิยามถึงของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail และการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางแก้ไข

3.1 ทีมงานสำหรับแก้ปัญหาคุณภาพของโรงงาน

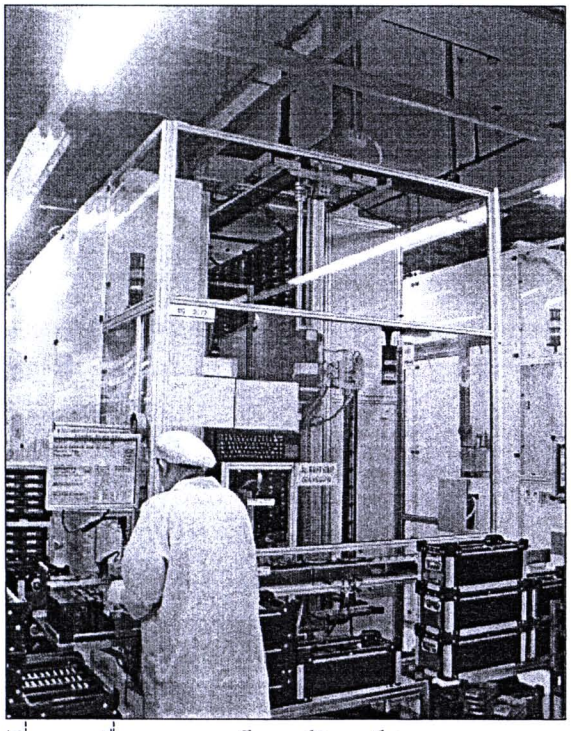
ในการแก้ปัญหาคุณภาพของโรงงานจำเป็นต้องอาศัยการระดมสมองจากผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเป็นอย่างดี เพื่อที่จะให้ได้ข้อมูลและสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สำหรับทีมงานของโรงงานกรณีศึกษาในการแก้ปัญหาของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail ในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (2.5" Hard disk drive) รุ่นซาสต้า ในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย

1) วิศวกรฝ่ายผลิต
2) วิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพ
3) พนักงานฝ่ายผลิต
4) วิศวกรฝ่ายเขียนสัญญาณ
5) วิศวกรฝ่ายวางแผนผังโรงงาน
6) วิศวกรฝ่ายควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ
7) วิศวกรฝ่ายซ่อมบำรุงเครื่องจักร
8) ผู้วิจัย

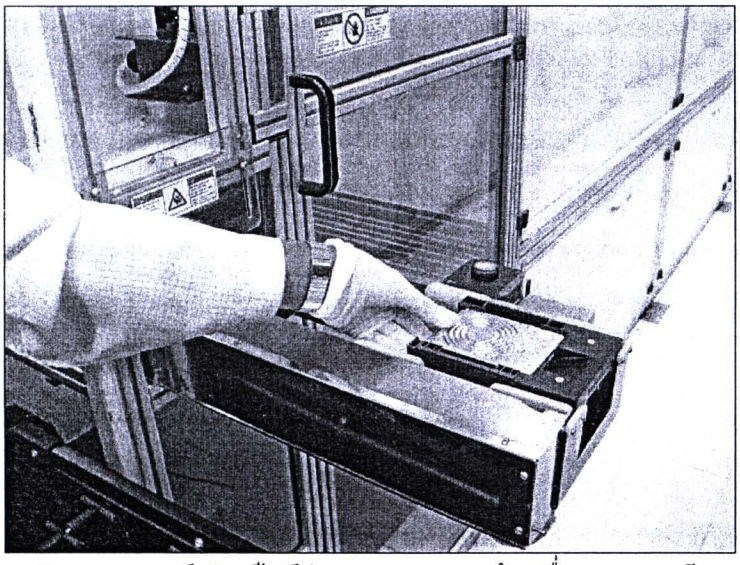
โดยสมาชิกในทีมทุกคนมีหน้าที่ในการแสดงความคิดเห็นถึงประเด็นปัญหาและข้อมูลต่างๆ ที่พิจารณาในที่ประชุม ซึ่งดำเนินการประชุมโดยวิศวกรฝ่ายผลิต และผู้วิจัยทำหน้าที่ติดต่อประสานงาน จดบันทึกการประชุม เสนอแนะความคิดเห็น นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ และสรุปข้อมูลที่ได้จากการประชุม

3.2 กระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของโรงงานกรณีศึกษา

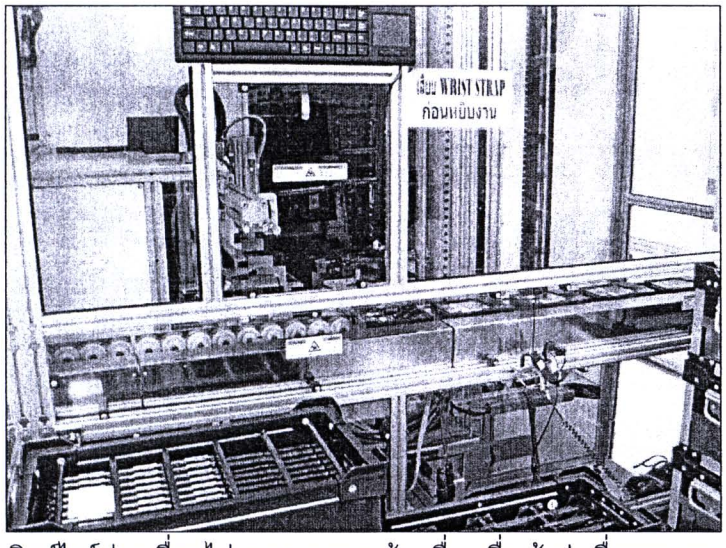
เพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของโรงงานกรณีศึกษา ผู้วิจัยจึงได้เข้าไปทำการศึกษารายละเอียดของกระบวนการในส่วนต่างๆ ทำให้ทราบว่ากระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (2.5" Hard disk drive) รุ่นชาสต้ำของโรงงานกรณีศึกษา มีขั้นตอนไม่แตกต่างจากกระบวนการเขียนสัญญาณบนผลิตภัณฑ์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลรุ่นอื่นๆ กล่าวคือ กระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจะทำการเขียนสัญญาณบนเครื่องที่มีชื่อว่า เครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ (X-Caliber tester) ซึ่งจัดเป็นเครื่องทดสอบที่ทำงานด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติ คือ พนักงานจะทำการวางฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟลงบนสายพานหน้าเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ จากนั้นสายพานจะเคลื่อนย้ายฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟให้ไหลไปตามสายพานหน้าเครื่อง จนไปหยุดอยู่ที่ตำแหน่งหยิบ/ วางฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ แขนกลของเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์จะจับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเข้าสู่ด้านในตู้ทดสอบเพื่อทำการเขียนสัญญาณ แสดงดังรูปที่ 3.1 รูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3 โดยระยะเวลาที่ใช้ในการเขียนสัญญาณประมาณ 9.6 ชั่วโมงต่อฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟหนึ่งตัว โดยเวลานี้คือเวลาที่ได้จากการพัฒนาและทดลองในห้องทดสอบทางวิศวกรรม ทั้งนี้เวลาที่ใช้จริงในการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแต่ละตัวจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแต่ละตัว ซึ่งมีคุณภาพเริ่มต้นไม่เหมือนกันแต่ก็จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 9.6 ชั่วโมงเท่ากับเวลาในห้องทดสอบทางวิศวกรรม



รูปที่ 3.1 เครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ (X-Caliber tester)



รูปที่ 3.2 พนักงานวางฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟลงบนสายพานหน้าเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์



รูปที่ 3.3 ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจะเลื่อนไปบนสายพานหน้าเครื่องเพื่อเข้าสู่เครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์

เมื่อฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟถูกแขนกลของเครื่องทดสอบจับเข้าสู่ด้านในของตู้ทดสอบแล้ว เครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ก็จะเริ่มทำการเขียนและทดสอบสัญญาณไปพร้อมกัน เมื่อทำการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเสร็จเรียบร้อยแล้ว หรือระหว่างการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟแล้วเกิดไม่สำเร็จ มีการตรวจพบอาการเสียบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟขึ้นมาก่อน แขนกลของเครื่องทดสอบก็จะทำการจับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟออกมาวางบนสายพานที่ตำแหน่งหยิบ/ วางฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่บริเวณหน้าตู้ทดสอบ จากนั้นพนักงานจะต้องทำการคัดแยกฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยแยกฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของดีที่ผ่าน

การทดสอบกับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของเสียที่ไม่ผ่านการทดสอบออกจากกัน แล้วส่งไปยังกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไป

สำหรับกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของโรงงานกรณีศึกษานั้นประกอบไปด้วยเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ (X-Caliber tester) ทั้งหมด 23 เครื่อง ที่ใช้สำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (2.5" Hard disk drive) รุ่นซาสต้า

สำหรับรายละเอียดขั้นตอนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของโรงงานกรณีศึกษาประกอบไปด้วยขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอนประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งทั้ง 5 ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญและจำเป็นในการมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นขั้นตอนกระบวนการหลัก ซึ่งก็คือกระบวนการเขียนสัญญาณ กระบวนการ 5 ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีชื่อเรียกว่า การเตรียมซอฟแวร์ในการเขียนสัญญาณ (Test software) การอัดก๊าซฮีเลียม (Helium charge) การติดซีล (Seal install) การจับคู่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Pairing) และการเขียนสัญญาณ (HX-Filler) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 **การเตรียมซอฟแวร์ในการเขียนสัญญาณ** (Test software)

การเตรียมซอฟแวร์ในการเขียนสัญญาณ (Test software) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบว่าซอฟแวร์ที่จะใช้สำหรับกระบวนการเขียนสัญญาณมีความถูกต้องสมบูรณ์ พร้อมที่ใช้ในกระบวนการเขียนสัญญาณหรือไม่ ตรวจดูว่าฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่จะทำการเขียนสัญญาณมีซอฟแวร์ในการเขียนถูกต้องเหมาะสมกับรุ่นของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟหรือไม่ และมีการติดตั้งซอฟแวร์บนเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ (X-Caliber tester) เรียบร้อยก่อนที่จะทำการเขียนสัญญาณ ซึ่งหน้าที่นี้จะดำเนินการโดยวิศวกรฝ่ายเขียนสัญญาณ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ตรวจสอบรุ่นของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการเขียนสัญญาณอย่างละเอียดว่า เป็นฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟรุ่นอะไร ผลิตเพื่อขายให้ลูกค้าอะไร มีรายละเอียดพิเศษอะไรในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ลูกค้าต้องการหรือไม่

2. เมื่อทราบรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่ทำการเขียนสัญญาณอย่างละเอียดแล้ว ตรวจสอบซอฟแวร์ที่มีอยู่ว่าถูกต้องเหมาะสมกับรุ่นของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟหรือไม่ ทำงานได้ถูกต้องและสมบูรณ์หรือไม่ โดยวิศวกรจะทำทดลองในห้องทดสอบทางวิศวกรรมให้แน่ใจก่อนที่จะนำมาใช้ในกระบวนการเขียนสัญญาณจริงในกระบวนการผลิต

3. ถ้าซอฟแวร์ที่มีอยู่ไม่เหมาะสมกับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่ต้องทำการเขียนสัญญาณ วิศวกรฝ่ายเขียนสัญญาณจะต้องทำการพัฒนาและปรับปรุงขึ้นมาใหม่

4. เมื่อมีซอฟแวร์ที่เหมาะสมกับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่จะทำการเขียนสัญญาณ วิศวกรฝ่ายเขียนสัญญาณต้องตรวจสอบกับวิศวกรฝ่ายวางแผนผังโรงงาน ว่าได้กำหนดเครื่องทดสอบเอ็กควร์

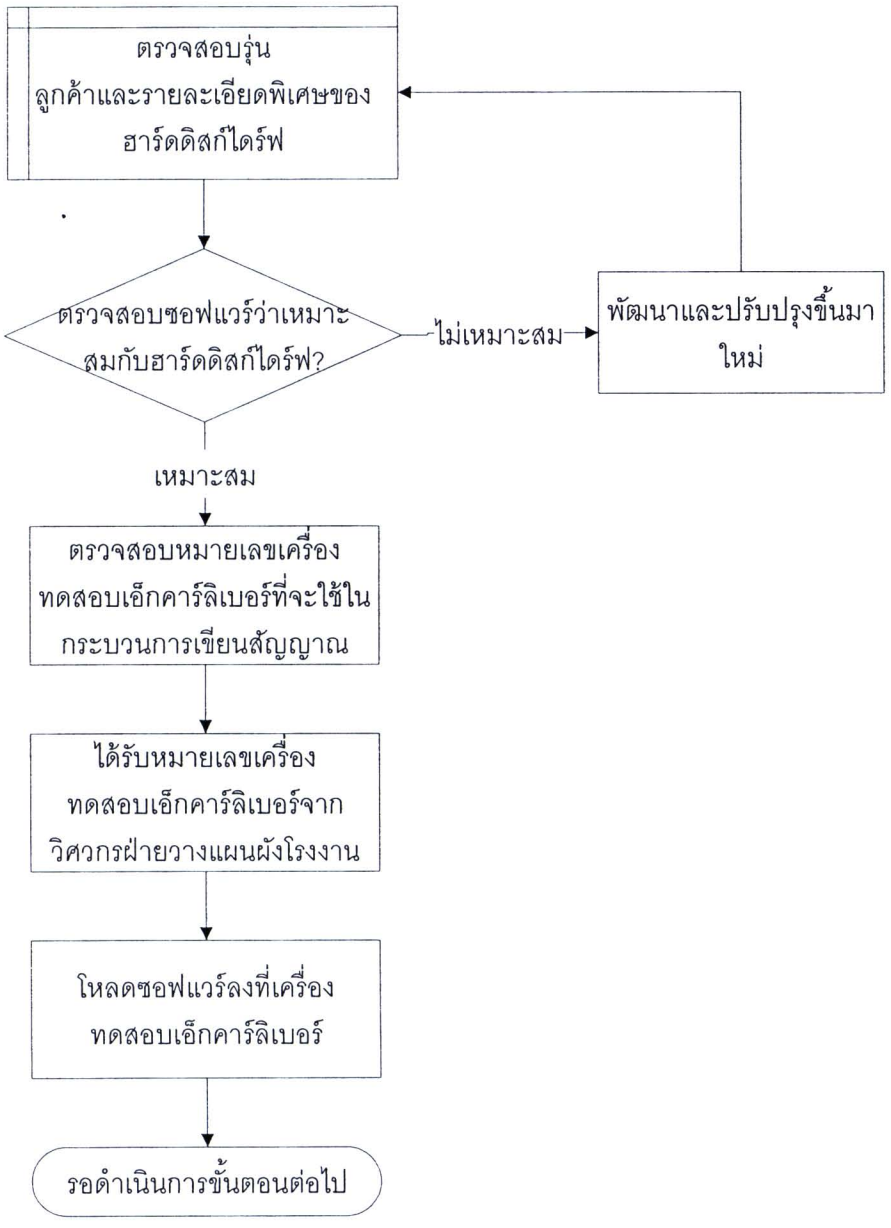
ลิเบอร์ (X-Caliber tester) หมายเลขอะไร ที่จะใช้ในกระบวนการเขียนสัญญาณของผลิตภัณฑ์รุ่นชาสต้า

5. เมื่อได้หมายเลขของเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ (X-Caliber tester) มาจากวิศวกรฝ่ายวางแผนผังโรงงานแล้ว วิศวกรฝ่ายเขียนสัญญาณจะต้องทำการโหลดซอฟแวร์ลงในตู้ทดสอบเครื่องนั้นๆ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อม

6. รอดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

สำหรับแผนภูมิการไหลของกระบวนการเตรียมซอฟแวร์ในการเขียนสัญญาณ (Test software) ดังรูปที่ 3.4

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



รูปที่ 3.4 แผนภูมิการไหลของกระบวนการเตรียมซอฟแวร์ในการเขียนสัญญาณ (Test software)

3.2.2 **การอัดก๊าซฮีเลียม** (Helium charge)

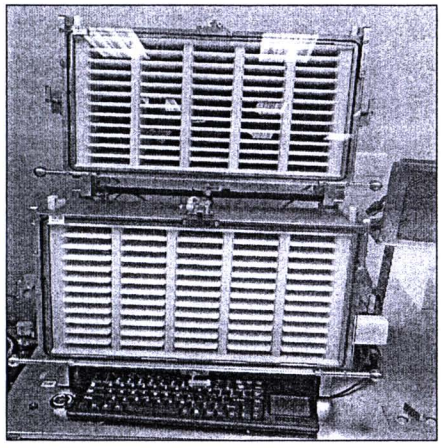
การอัดก๊าซฮีเลียม (Helium charge) เป็นกระบวนการเติมก๊าซฮีเลียมเข้าไปภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยจุดประสงค์ของการเติมก๊าซฮีเลียมเข้าไปภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟก็เพื่อช่วยให้หัวอ่านเขียนซึ่งเป็นชิ้นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่เขียนสัญญาณลงบนแผ่นจานแม่เหล็ก ใช้เวลาในการเขียนสัญญาณและการทดสอบภายหลังการเขียนสัญญาณน้อยลง (ลดระยะเวลาในการเขียนสัญญาณ) ขั้นตอนในกระบวนการนี้จะนำฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟใส่ในช่องเล็กๆ ภายในตู้อัดก๊าซฮีเลียม

(Helium charge chamber) ซึ่งช่องเล็กๆ เหล่านั้นจะมีขนาดเท่ากับตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ พนักงานจะต้องใส่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟภายในช่องเล็กๆ เหล่านั้นให้เต็มตู้ แล้วปล่อยก๊าซฮีเลียมเข้าไปภายในตู้ตามปริมาณที่กำหนดไว้ (Specification)

1. เติมก๊าซฮีเลียมเข้าไปภายในตู้ประมาณ 1.0 ATM

2. ดูดอากาศ (Air) ออกจากฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟด้วยความดันประมาณ 0.008 ATM

จากนั้นเปิดเครื่องเพื่อให้เครื่องเริ่มทำงานอัดก๊าซฮีเลียม ตัวอย่างของเครื่องที่ใช้ในการเติมก๊าซฮีเลียมของโรงงานกรณีศึกษาแสดงในรูปที่ 3.5 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.5 เครื่องที่ใช้ในการเติมก๊าซฮีเลียมเข้าภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Helium charge chamber)

1. เปิดฝาตู้อัดก๊าซฮีเลียม จากนั้นพนักงานฝ่ายผลิตจะนำฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า ใส่ในช่องเล็กๆ ภายในตู้อัดก๊าซฮีเลียม (Helium charge chamber) จนเต็มทั้ง 60 ช่อง และปิดฝา

2. กดปุ่ม START เพื่อเริ่มการอัดก๊าซฮีเลียมเข้าสู่ภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

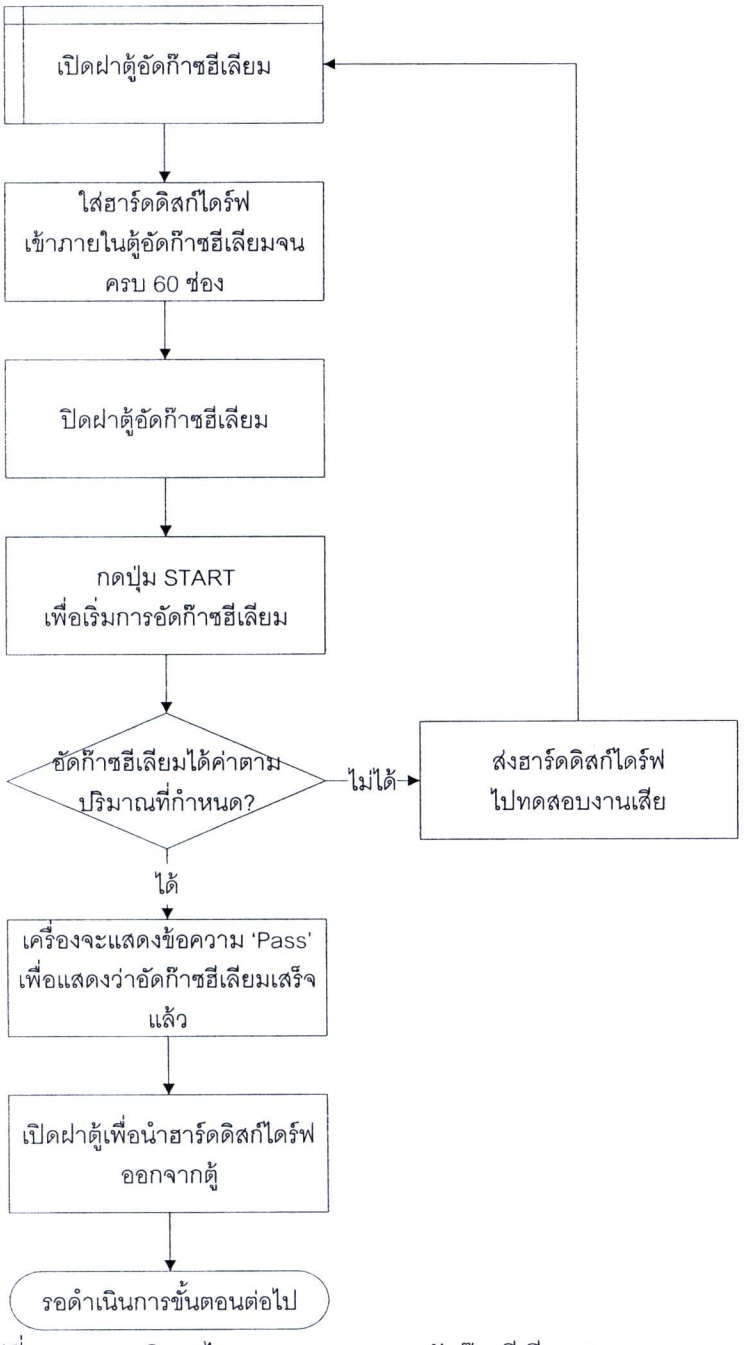
3. จากนั้นตู้อัดก๊าซฮีเลียม (Helium charge chamber) จะทำการอัดก๊าซฮีเลียมเข้าสู่ภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจนได้ค่าตามปริมาณที่กำหนด

4. เมื่อทำการอัดก๊าซฮีเลียมเข้าสู่ภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเสร็จเรียบร้อย เครื่องจะแสดงข้อความ 'PASS' ให้พนักงานทราบว่าการอัดก๊าซฮีเลียมเสร็จเรียบร้อยแล้ว

5. เปิดฝาตู้อัดก๊าซฮีเลียม จากนั้นพนักงานฝ่ายผลิตนำฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟออกจากช่องเล็กๆ ภายในตู้อัดก๊าซฮีเลียม (Helium charge chamber) จนหมด

6. รอดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

สำหรับแผนภูมิการไหลของกระบวนการอัดก๊าซฮีเลียม (Helium charge) ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แผนภูมิการไหลของกระบวนการอัดก๊าซฮีเลียม (Helium charge)

3.2.3 **การติดซีล** (Seal install)

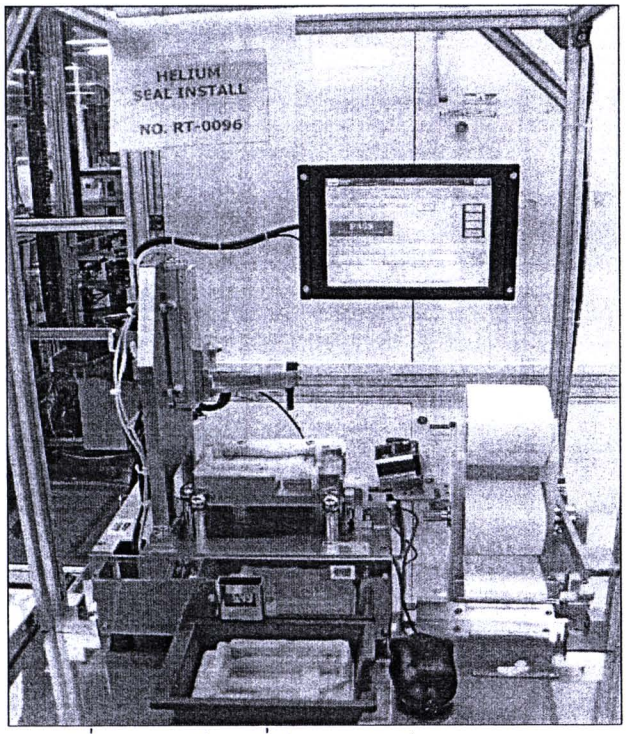
การติดซีล (Seal install) เป็นกระบวนการนำซีลไปติดลงบนตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยตำแหน่งที่ต้องทำการติดซีล ก็คือตำแหน่งที่เรียกว่า Breather filter ซึ่งตำแหน่งนี้เป็นตำแหน่งที่ใช้ในการอัดก๊าซฮีเลียมเข้าไปภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ โดยวัตถุประสงค์ของการติดซีลก็เพื่อป้องกัน

ปริมาณก๊าซฮีเลียมที่อัดเข้าไปภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟในขั้นตอนก่อนหน้านี้รั่วซึมออกมาจากภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสู่ภายนอก

การรั่วซึมของก๊าซฮีเลียมจนปริมาณก๊าซมีน้อยกว่าค่าตามปริมาณที่กำหนด จะส่งผลให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเกิดอาการเสียในระหว่างกระบวนการเขียนสัญญาณ หรือไม่ก็ใช้ระยะเวลาในการเขียนสัญญาณมากขึ้นกว่าปกติ

ในการติดซีลพนักงานฝ่ายผลิตควรที่จะทำทันทีหลังจากที่ทำการอัดก๊าซฮีเลียมเสร็จเรียบร้อย การทิ้งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไว้เป็นเวลานานโดยไม่ทำการติดซีล จะทำให้ปริมาณก๊าซฮีเลียมจะค่อยๆ รั่วซึมออกมาภายนอก

สถานีงานที่ใช้ในการติดซีลของโรงงานกรณีศึกษาแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 สถานีงานที่ใช้ในการติดซีล (Seal install)

โดยมีรายละเอียดการติดซีลดังรายละเอียดต่อไปนี้

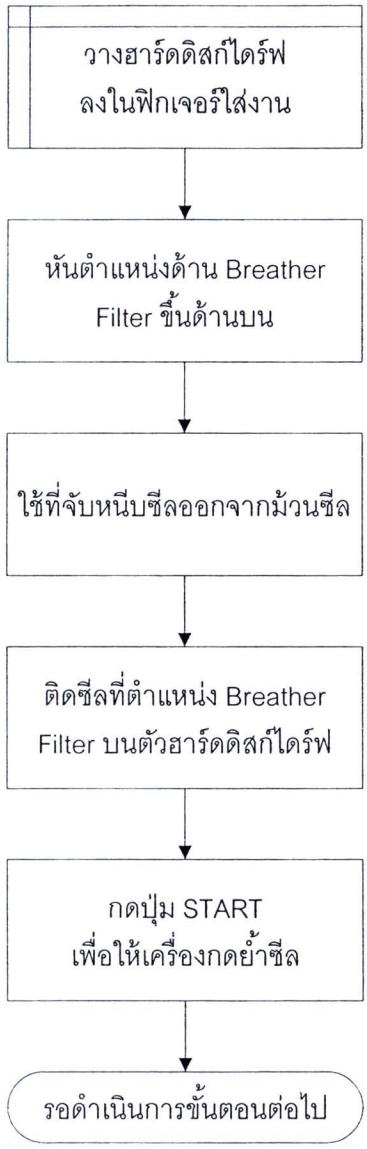
1. พนักงานวางฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟลงในฟิกเจอร์ใส่งาน (Fixture) โดยหันตำแหน่งด้าน Breather filter ขึ้นด้านบน

2. พนักงานใช้ที่หนีบจับซีลออกจากม้วนซีล จากนั้นนำซีลไปติดลงบนตำแหน่ง Breather filter บนตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

3. กดปุ่ม START เพื่อให้เครื่องติดซีลลงมากดทับซีลที่ติดอยู่บนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟอีกครั้ง เพื่อให้ซีลติดสนิท

4. รอดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

สำหรับแผนภูมิการไหลของกระบวนการติดซีล (Seal install) แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แผนภูมิการไหลของกระบวนการติดซีล (Seal install)

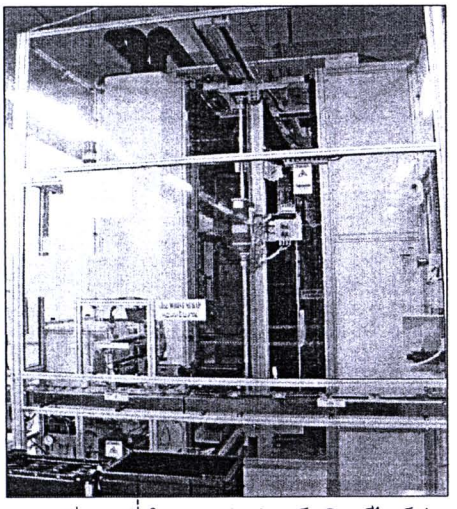
3.2.4 การจับคู่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Pairing)

การจับคู่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Pairing) เป็นกระบวนการของระบบอัตโนมัติที่เกิดขึ้นภายในเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ (X-Caliber tester) จุดประสงค์ของการจับคู่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเนื่องจากว่า ในการวางฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟลงบนสายพานหน้าเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ พนักงานจะ

สามารถวางฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟอะไรก็ได้ (รุ่น, ลูกค้า และความจุของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เป็นต้น) แต่ภายในเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์จะมีช่องเล็กๆ จำนวนมากถึง 1,440 ช่อง ช่องเหล่านี้จะสามารถใส่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟได้ 2 ไดร์ฟต่อหนึ่งช่องในขณะที่ทำการเขียนสัญญาณ โดยเงื่อนไขของการใส่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเข้าไปภายในช่องเล็กๆ เหล่านี้จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์รุ่นเดียวกัน ผลิตเพื่อขายให้ลูกค้ารายเดียวกัน ความจุของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเท่ากัน เนื่องจากว่าซอฟแวร์ที่ใช้ต่อหนึ่งช่องของเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์จะต้องเป็นซอฟแวร์ตัวเดียวกัน เวอร์ชั่นเดียวกัน ฉะนั้นการที่แขนกลของเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์จะจับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเข้าไปเขียนสัญญาณ แขนกลจะเลือกจับคู่แต่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เหมือนกันทุกอย่างเข้าไปไว้ภายในช่องเดียวกัน แล้วเริ่มกระบวนการเขียนสัญญาณ

ส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่พนักงานวางลงบนสายพานหน้าเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ แล้วถูกนำเข้าไปภายในเครื่องแต่ยังไม่สามารถจับคู่กับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตัวอื่นได้ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตัวนั้นจะต้องรออยู่ในช่องเล็กๆ จนกว่าจะสามารถจับคู่กับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตัวอื่นได้ จึงจะเริ่มกระบวนการเขียนสัญญาณ

สถานีงานที่ทำการจับคู่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของโรงงานกรณีศึกษาแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 สถานีงานที่ทำการจับคู่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Pairing)

โดยมีรายละเอียดการจับคู่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. วางฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟลงบนสายพานหน้าเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์

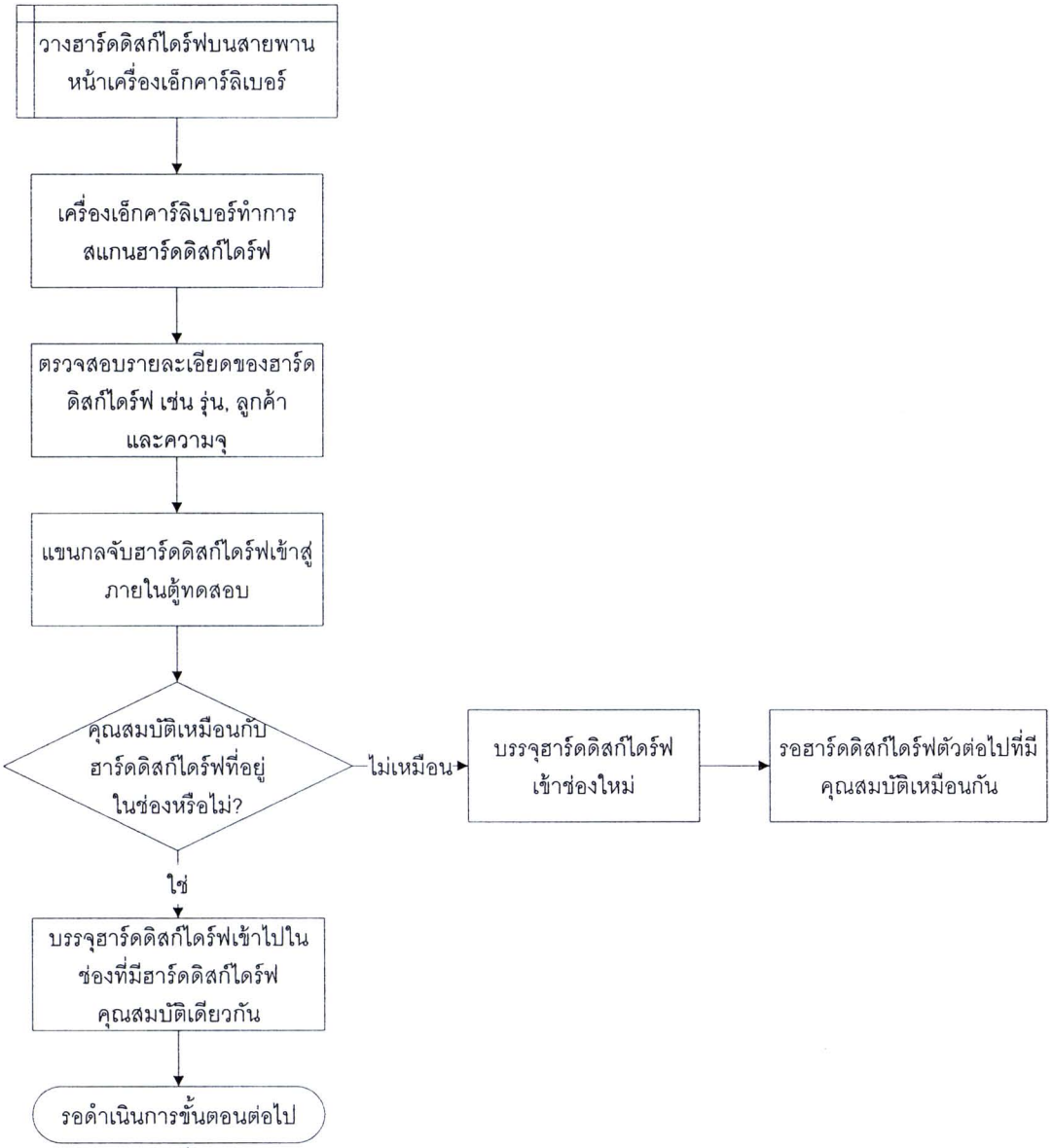
2. เครื่องทำการสแกนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ และตรวจสอบดูรายละเอียดของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เช่น รุ่น, ลูกค้า และความจุของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เป็นต้น

3. แขนกลของเครื่องทดสอบจับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเข้าสู่ด้านในตู้ทดสอบ ถ้าภายในตู้ทดสอบมีฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เหมือนกันอยู่แล้วภายในช่องเล็กๆ หนึ่งตัว ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตัวที่แขนกลกำลังจะหยิบเข้าก็จะถูกใส่เข้าไปในช่องเล็กๆ ช่องเดียวกัน แล้วเริ่มทำการเขียนสัญญาณ

4. แต่ถ้าฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่แขนกลของเครื่องทดสอบกำลังจับเข้าสู่ด้านในตู้ทดสอบไม่มีคุณสมบัติเหมือนกับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตัวที่รออยู่ภายในช่องเล็กๆ ในตู้ทดสอบ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตัวนั้นจะต้องเข้าไปรอในช่องเล็กๆ ช่องใหม่ เพื่อรอฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟตัวต่อไปที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน

5. รอดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

สำหรับแผนภูมิการไหลของการจับคู่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Pairing) แสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แผนภูมิการไหลของกระบวนการจับคู่ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Pairing)

3.2.5 **การเขียนสัญญาณ** (HX-Filler)

การเขียนสัญญาณ (HX-Filler) เป็นกระบวนการของระบบอัตโนมัติที่เกิดขึ้นภายในเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ (X-Caliber tester) จุดประสงค์ก็เพื่อเขียนสัญญาณแม่เหล็กลง

บนแผ่นจานแม่เหล็กจนสัญญาณเต็มหน้าแผ่นจาน หลังจากที่เครื่องทดสอบทำการเขียนสัญญาณเสร็จเรียบร้อยแล้ว เครื่องก็จะทำการทดสอบประสิทธิภาพบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ รวมทั้งทดสอบด้วยว่ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟหรือไม่

โดยมีรายละเอียดการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่จับคู่กับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน อยู่ภายในช่องเล็กๆ ช่องเดียวกันของเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ (X-Caliber tester)

2. เมื่อฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสองตัววางอยู่ในช่องเล็กๆ ของเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์เรียบร้อยแล้ว ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจะถามหาซอฟแวร์เวอร์ชั่นที่ใช้ในการเขียนสัญญาณลงบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ เมื่อเจอซอฟแวร์ที่ใช้ในการเขียนสัญญาณ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟจึงเริ่มกระบวนการเขียนสัญญาณ

3. ระบบอัตโนมัติและซอฟแวร์ทำการเขียนสัญญาณลงบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

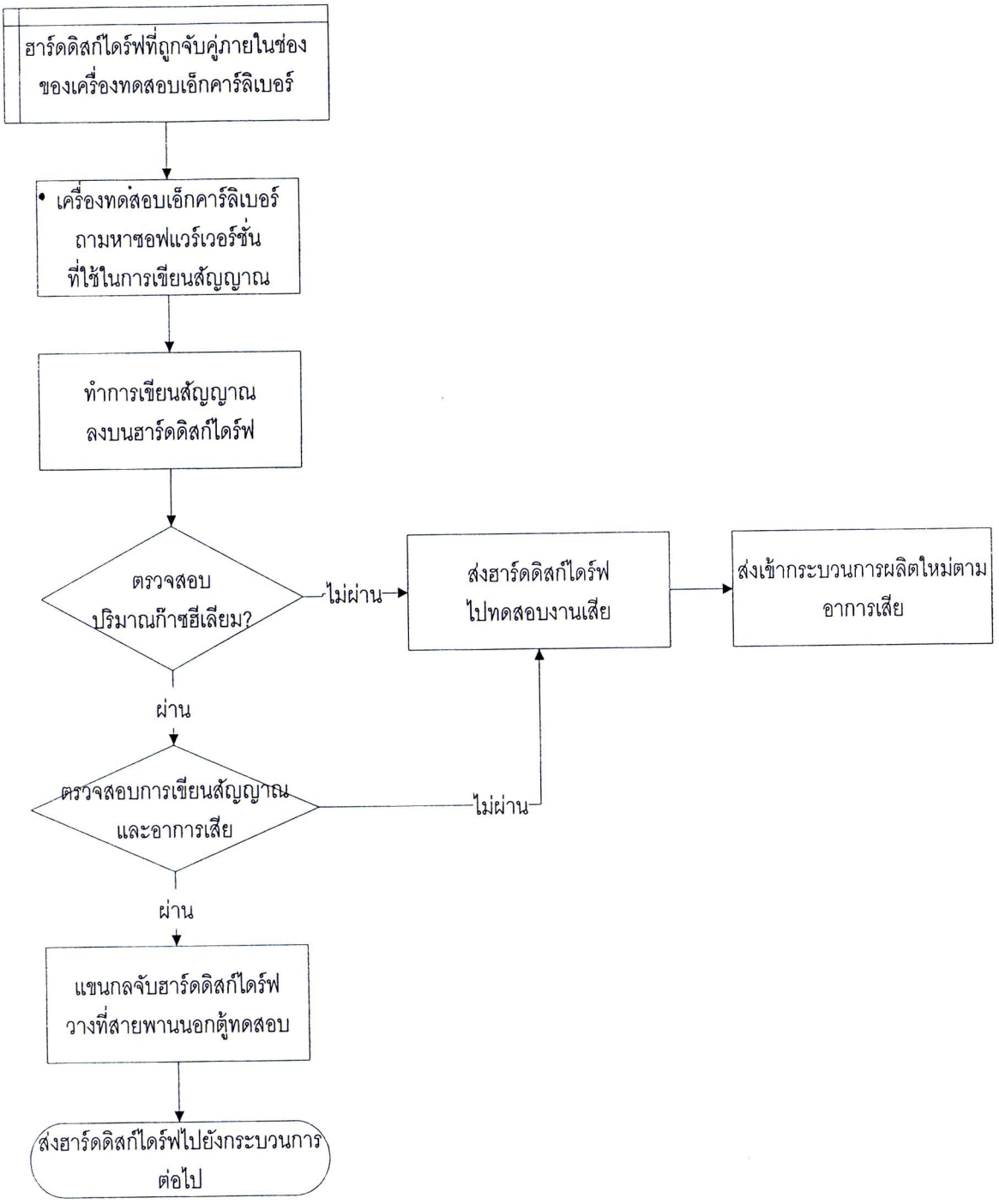
4. ระหว่างที่ทำการเขียนสัญญาณ ระบบจะทำการตรวจสอบปริมาณก๊าซฮีเลียมที่มีอยู่ภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟว่ามีเพียงพอต่อการเขียนสัญญาณหรือไม่ ถ้าปริมาณก๊าซฮีเลียมมีไม่เพียงพอต่อการเขียนสัญญาณ ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟก็จะไม่ผ่านกระบวนการเขียนสัญญาณ และกลายเป็นเป็นงานเสีย แต่ถ้าผ่านการเขียนสัญญาณก็จะดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

5. ตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนสัญญาณเมื่อผ่านการตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว จากนั้นเครื่องก็จะทำการทดสอบประสิทธิภาพบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ รวมทั้งทดสอบด้วยว่ามีข้อบกพร่องหรืออาการเสียเกิดขึ้นบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟหรือส่วนประกอบต่างๆ ของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟหรือไม่

6. หลังผ่านกระบวนการเขียนสัญญาณลงบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ แขนกลของเครื่องทดสอบก็จะทำการจับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟออกมาวางบนสายพานด้านหน้าตู้ทดสอบ ที่ตำแหน่งหยิบ/ วางฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

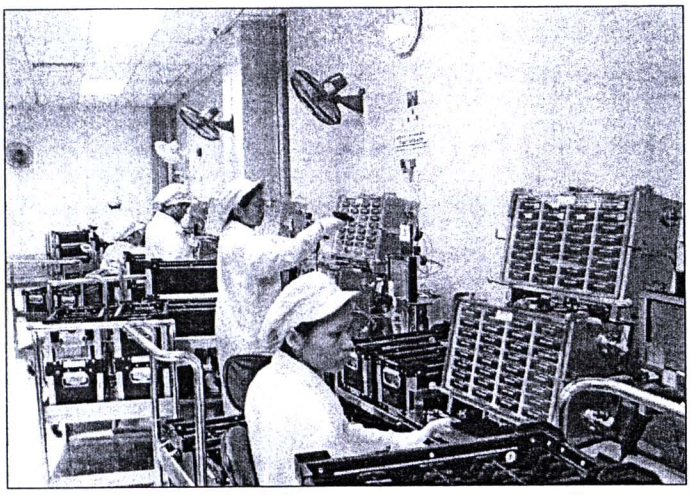
7. เตรียมส่งฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไปยังกระบวนการต่อไป

สำหรับแผนภูมิการไหลของกระบวนการเขียนสัญญาณ (HX-Filler) แสดงดังรูปที่ 3.11

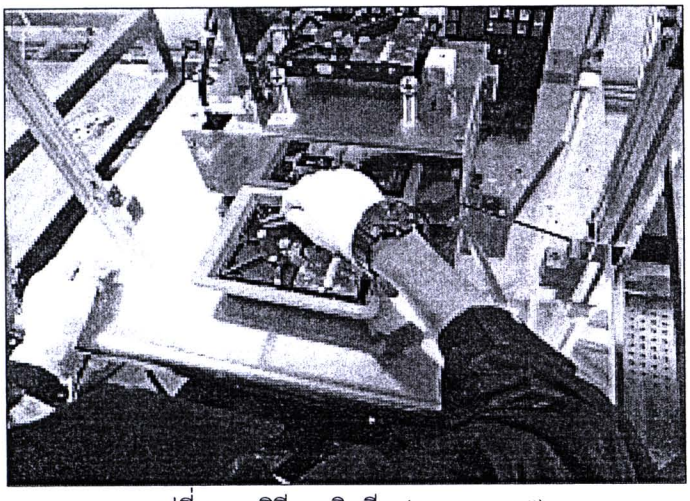


รูปที่ 3.11 แผนภูมิการไหลของกระบวนการเขียนสัญญาณ (HX-Filler)

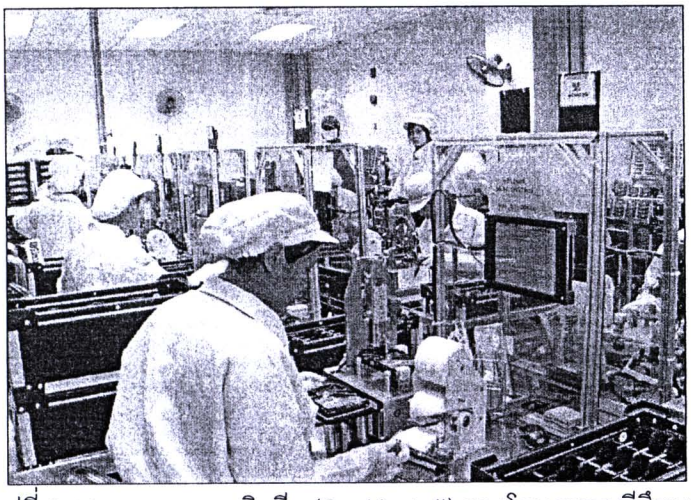
สำหรับภาพภายในกระบวนการเขียนสัญญาณของโรงงานกรณีศึกษา ได้แก่ การอัดก๊าซฮีเลียม (Helium charge) การติดซีล (Seal install) และการเขียนสัญญาณ (HX-Filler) บนเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ (X-Caliber tester) แสดงดังรูปที่ 3.12-3.15



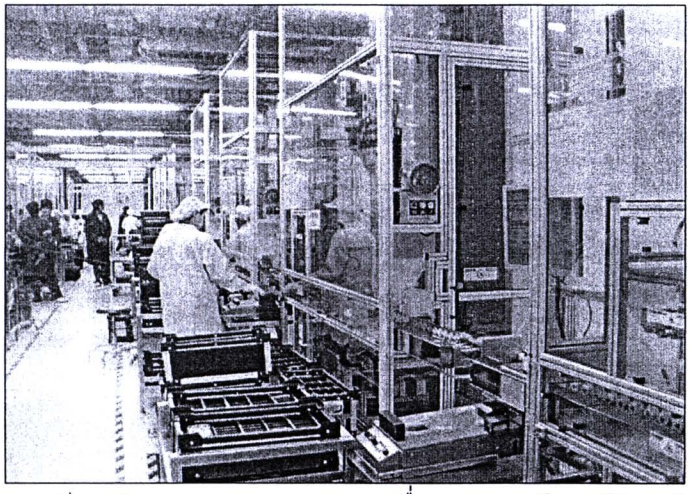
รูปที่ 3.12 กระบวนการอัดก๊าซฮีเลียม (Helium charge) ของโรงงานกรณีศึกษา



รูปที่ 3.13 วิธีการติดซีล (Seal install)



รูปที่ 3.14 กระบวนการติดซีล (Seal install) ของโรงงานกรณีศึกษา



รูปที่ 3.15 กระบวนการเขียนสัญญาณ (HX-Filler) บนเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์ (X-Caliber tester) ของโรงงานกรณีศึกษา

3.3 การนิยามถึงของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail

จากการวิเคราะห์ภายในห้องทดลองทางวิศวกรรม ลักษณะของของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail คือ ของเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องทดสอบเอ็กคาร์ลิเบอร์สามารถตรวจจับได้ว่า ปัจจัยดังที่จะกล่าวไว้ด้านล่างไม่เป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้

1. ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซฮีเลียมภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ต้องมีปริมาณมากกว่าปริมาณที่กำหนด (Specification) โดยค่าที่กำหนดไว้ คือ 77% เมื่อเทียบกับปริมาตรภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

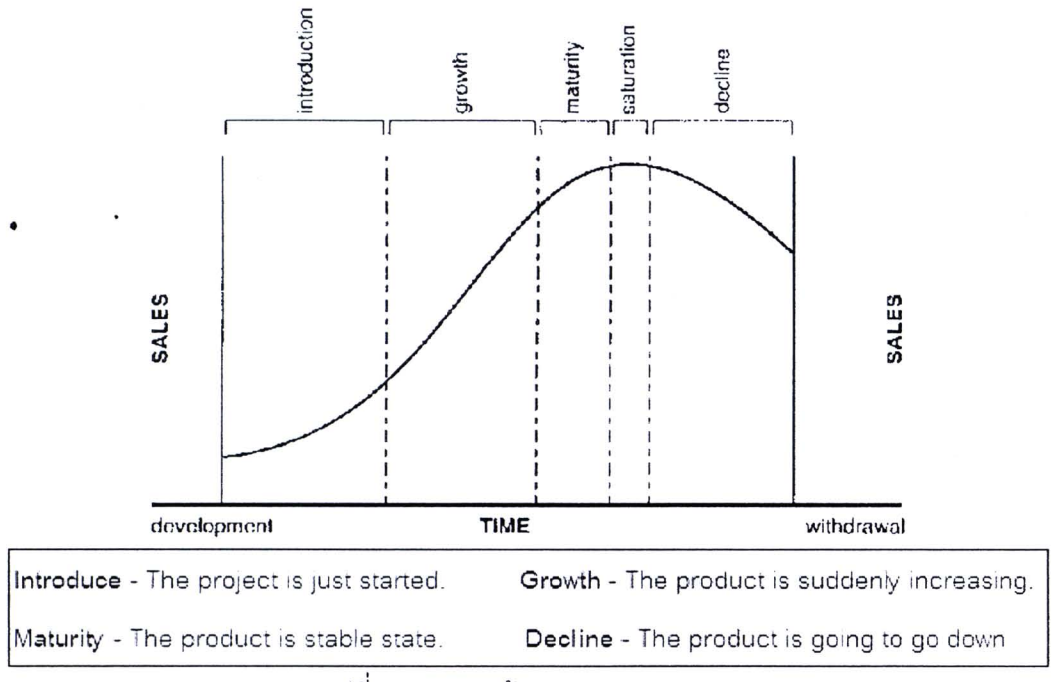
จากค่าที่กำหนด (Specification) ไว้ข้างต้น ถ้าไม่เป็นไปตามค่าที่กำหนด เมื่อฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟเข้าสู่กระบวนการเขียนสัญญาณ ก็จะเกิดการเสียด้วยอาการ Drive exceeded time limit fail ขึ้น เนื่องจากภายในตัวฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟมีปริมาณก๊าซฮีเลียมไม่เพียงพอที่จะช่วยให้กระบวนการเขียนสัญญาณสำเร็จได้

3.4 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาศึกษา

การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาศึกษา ได้ทำการวิเคราะห์จาก 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ด้านการตลาด พิจารณาจากวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ (Product life cycle) ดังแสดงในรูปที่ 3.16 และส่วนแบ่งทางการตลาด (Market share) ดังแสดงในตารางที่ 3.1

2. คุณภาพการผลิตของผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาจากของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิต (Defect)



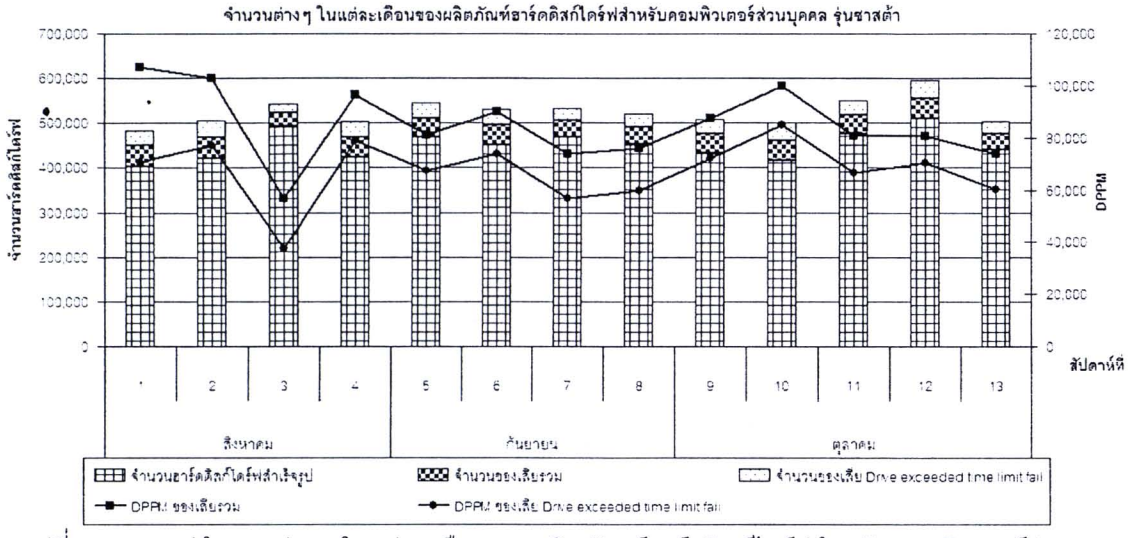
รูปที่ 3.16 ความต้องการทางการตลาด

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในโรงงานกรณีศึกษา

ผลิตภัณฑ์	Market Demand	Market Share (%)	สัดส่วนของเสียเทียบกับการผลิตทั้งหมด (DPPM)
จาไมก้า	Matulity	9.23	4,265.51
ลูน่า	Decline	7.63	3,144.64
ฟิจิ	Matulity	20.37	11,944.05
ฮีลอน	Decline	7.40	1,138.93
เดนาลี่	Matulity	11.96	6,963.50
มารีเนอร์	Growth	5.91	7,736.30
ซาสต้า	Growth	37.50	31,727.24

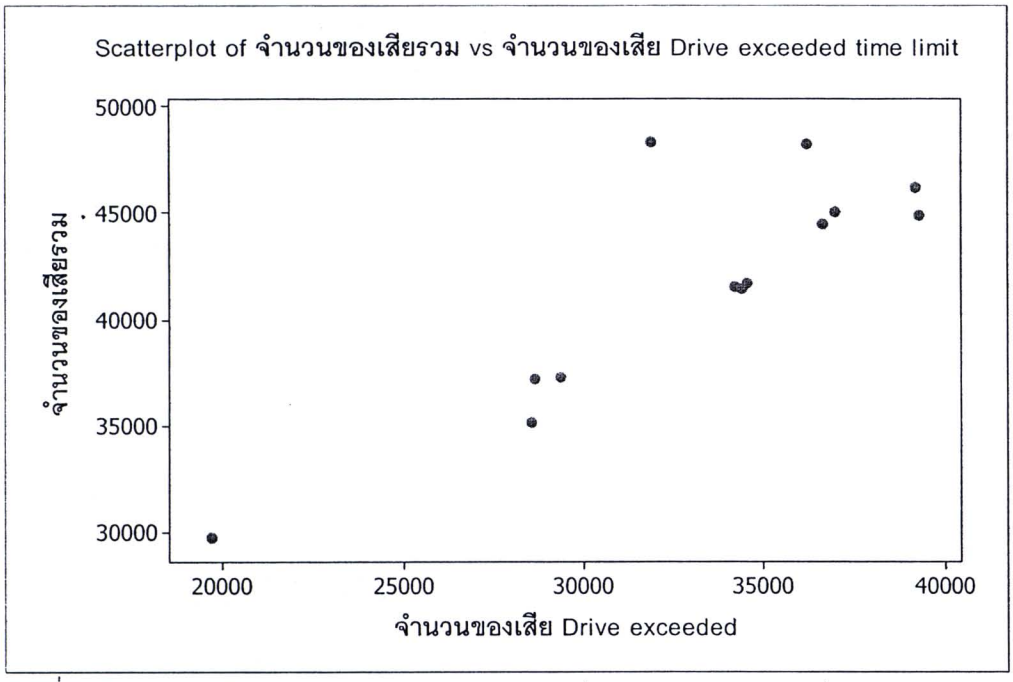
จากข้อมูลด้านการตลาดและคุณภาพการผลิตของผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์รุ่นซาสต้าอยู่ในช่วงที่ตลาดยังมีความต้องการอีกมาก และส่วนแบ่งทางการตลาดสูงมากเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์รุ่นอื่นๆ และเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียเทียบกับการผลิตทั้งหมด (DPPM) จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์แต่ละรุ่นมีสัดส่วนของเสียใกล้เคียงกัน ยกเว้นผลิตภัณฑ์รุ่นซาสต้าที่มีสัดส่วนของเสียสูงกว่าผลิตภัณฑ์รุ่นอื่น

ข้อมูลผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (2.5" Hard disk drive) รุ่นซาสต้า ในแต่ละเดือนสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 กราฟจำนวนต่างๆ ในแต่ละเดือนของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า

จากรูปที่ 3.17 จะเห็นว่า กราฟ DPPM ของเสีย Drive exceeded time limit fail ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67,192 DPPM ต่อสัปดาห์ มีรูปแบบคล้ายคลึงกันกับกราฟ DPPM ของเสียรวมซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84,600 DPPM ต่อสัปดาห์ โดยที่จำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit จำนวนของเสียรวม และจำนวนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำเร็จรูปสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33,056.69 41,620.69 450,349.38 ชิ้นต่อสัปดาห์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit มีอิทธิพลต่อจำนวนของเสียรวม กล่าวคือ รูปแบบของข้อมูลจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit ส่งผลต่อรูปแบบข้อมูลจำนวนของเสียรวม โดยที่จำนวนของเสียประเภทอื่นๆ ที่เหลือมีค่าเกือบจะคงที่ เพื่อตรวจสอบข้อมูลดังกล่าวจึงได้ทำการพล็อตกราฟแผนภาพการกระจายระหว่างจำนวนของเสียรวมกับจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit แสดงในรูปที่ 3.18 และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่า P-value ในการทดสอบสมมติฐานว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ แสดงในตารางที่ 3.2 ได้ดังนี้



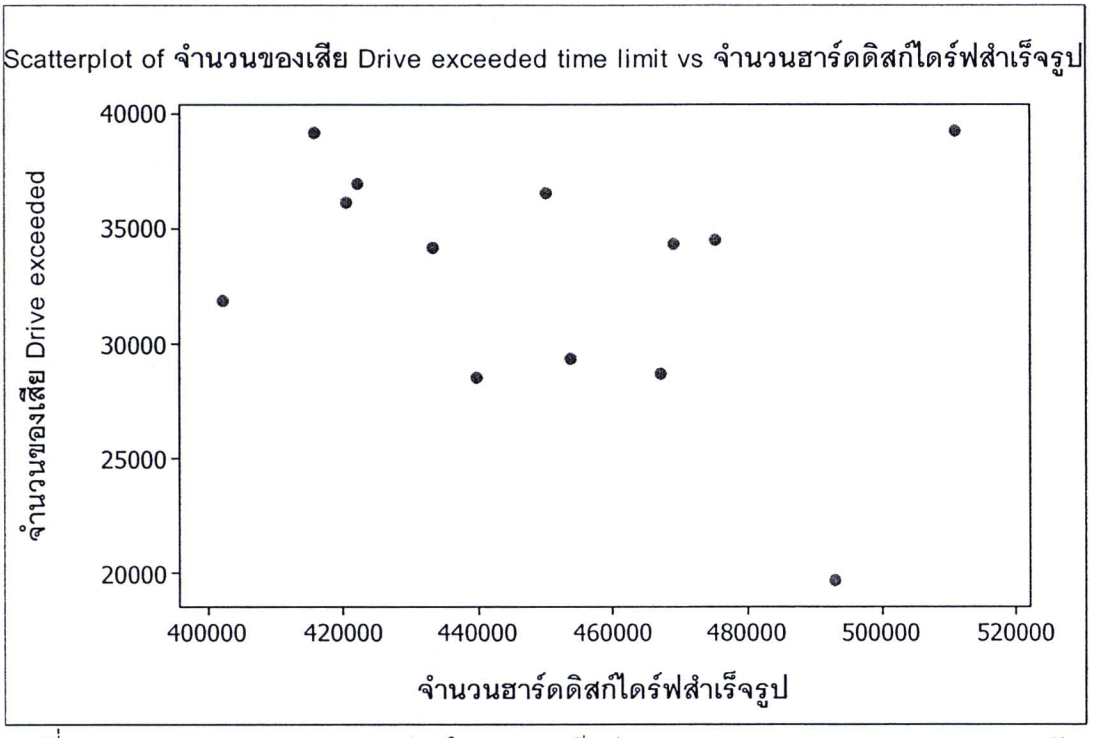
รูปที่ 3.18 แผนภาพการกระจายระหว่างจำนวนของเสียรวมกับจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit ของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า

ตารางที่ 3.2 ค่า r และค่า P-value ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของเสียรวมกับจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit ของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า

ค่า r	ค่า P-value
0.863	0.000

จากตารางที่ 3.2 ค่า r มากกว่า 0.70 ประกอบกับค่า P-value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าจำนวนของเสียรวมมีความสัมพันธ์กับจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยรูปที่ 3.18 แสดงให้เห็นว่า จำนวนของเสียรวมและจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail ของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า มีความสัมพันธ์กันเชิงบวกต่อกัน กล่าวคือ ถ้าจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail มีค่าเพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้จำนวนของเสียรวมมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน หรือในทางกลับกันถ้าจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail มีค่าลดลง ก็จะส่งผลให้จำนวนของเสียรวมมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน

สำหรับกราฟจำนวนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า ในรูปที่ 3.17 มีรูปแบบไม่แน่นอน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 450,349.38 ชิ้นต่อสัปดาห์ และเมื่อทำการพล็อตแผนภาพการกระจายระหว่างจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail กับจำนวนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำเร็จรูป และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่า P-value แสดงได้ดังรูปที่ 3.19 และตารางที่ 3.3 ตามลำดับ เพื่อทดสอบสมมติฐานว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่



รูปที่ 3.19 แผนภาพการกระจายระหว่างจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail กับจำนวนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า

ตารางที่ 3.3 ค่า r และค่า P-value ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail กับจำนวนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า

ค่า r	ค่า P-value
-0.266	0.380

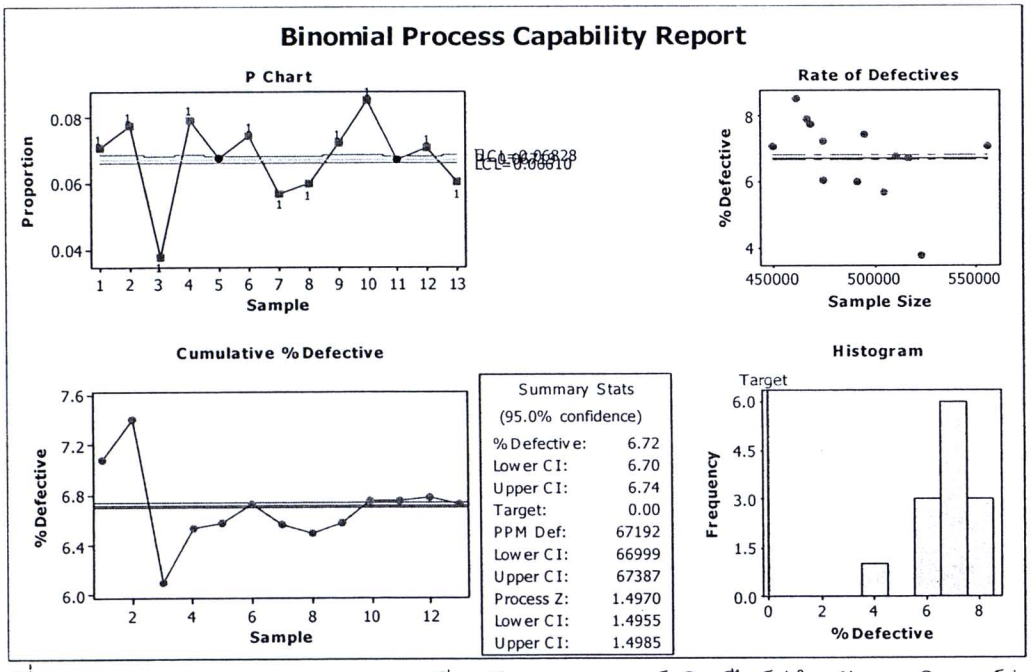
จากตารางที่ 3.3 ค่า r น้อยกว่า 0.70 ประกอบกับค่า P-value มากกว่า 0.05 และรูปที่ 3.19 แสดงให้เห็นว่าจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail กับจำนวนฮาร์ดดิสก์

ไดร์ฟสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล รุ่นซาสต้า ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

3.5 การศึกษาสภาพปัญหาปัจจุบัน

- ภายในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (2.5" Hard disk drive) รุ่นซาสต้าของโรงงานกรณีศึกษา มีกระบวนการประกอบย่อยๆ เป็นจำนวนมากที่ทำให้เกิดของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail ซึ่งส่งผลให้ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟไม่สามารถผ่านกระบวนการไปยังขั้นตอนต่อไปได้ ทำให้ต้องมีงานที่ต้องนำกลับไปทำใหม่ (Rework) หรือในบางครั้งไม่สามารถนำกลับไปทำใหม่ (Rework) ของชิ้นงานได้ ทำให้ต้องทิ้ง (Scrap) ชิ้นงานนั้น สิ่งเหล่านี้ถือเป็นการสูญเสียที่สำคัญอย่างมาก จึงควรมีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดจำนวน ของเสียที่เกิดขึ้นให้ลดน้อยลงให้มากที่สุดหรือแทบไม่มีเลย (Zero Defect)

จากการศึกษาสภาพปัจจุบัน สามารถศึกษาได้จากสัดส่วนของของเสียต่อล้านชิ้นการผลิตที่เกิดขึ้น (Defect Part Per Million; DPPM) ผลจากการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตด้วยข้อมูลระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2552 ของผลิตภัณฑ์รุ่นซาสต้า ในขั้นตอนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ พบว่ามีจำนวนชิ้นงานที่มีอาการเสียประเภท Drive exceeded time limit fail เกิดขึ้นเฉลี่ย 67,192 ชิ้นในหนึ่งล้านชิ้น (Defect Part Per Million; DPPM) แสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ความสามารถของกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (2.5" Hard disk drive) รุ่นซาสต้า

จากรูปที่ 3.20 ค่าความสามารถกระบวนการผลิต (Process Performance; P_{pk}) มีค่า 1.4970/3 = 0.499 แต่เป้าหมายของโรงงานกรณีศึกษาต้องการที่จะพัฒนาไปที่ 1.33

3.6 สรุประยะศึกษาเพื่อนิยามปัญหา

- จากการกำหนดขอบเขตของงานวิจัยในบทที่ 1 ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการเข้าไปสำรวจกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (2.5" Hard disk drive) ของโรงงานกรณีศึกษาและการประชุมระดมสมองจากทีมงานทำให้สามารถกำหนดปัญหาได้ว่าปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข คือ ปัญหาของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail ในกระบวนการเขียนสัญญาณบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (2.5" Hard disk drive) รุ่นซาสต้า เนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่ารายการสินค้าดังกล่าวมีความถี่ในการสั่งผลิตจากลูกค้ามากที่สุด และมีสัดส่วนของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail มากที่สุดเมื่อเทียบกับสัดส่วนของเสียประเภทอื่นๆ โดยถ้าสามารถหาสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหาของเสียดังกล่าวได้ จะทำให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาของเสียบนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟรุ่นอื่นๆ ต่อไปได้ และเมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้แผนภาพการกระจายและการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ทำให้สามารถทราบว่าจำนวนของเสียประเภท Drive exceeded time limit fail มีความสัมพันธ์กับจำนวนของเสียรวม