บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย วิจารณ์และข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยของชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนสำหรับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟที่เรียกว่าผลิตภัณฑ์ Scorpio ซึ่งมีขนาด 2.5 นิ้ว ผลิตภัณฑ์นี้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่บริษัทตัวอย่างได้นำเข้าสู่ตลาด Notebook Computer เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์รุ่นเก่าจะพบว่าผลิตภัณฑ์รุ่น 2.5 นิ้ว มีขนาดเล็กลงกว่าผลิตภัณฑ์รุ่นเก่า และเมื่อทำการศึกษาก็พบว่าสิ่งสำคัญที่สุดอย่างหนึ่งสำหรับอุตสาหกรรมเกี่ยวกับฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ คือ เรื่องความสะอาดไม่ว่าจะเป็นความสะอาดของชิ้นส่วนย่อยแต่ละชิ้น รวมไปถึงสภาพแวดล้อม อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผลิต จะต้องได้รับการควบคุมเรื่องความสะอาดอย่างเคร่งครัดโดยมีการผลิตงานในห้องสะอาด (Clean Room) ยิ่งผลิตภัณฑ์มีขนาดเล็กลงเท่าใด การควบคุมเรื่องความสะอาดยิ่งต้องมีมากขึ้นเท่านั้นเพราะผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กลงจะมีความยุ่งยากและความซับซ้อนในการผลิตมากขึ้น ในระดับชิ้นส่วนย่อยก่อนเข้าสู่สายการประกอบก็เช่นกัน จะเห็นว่ากระบวนการทำความสะอาดแบบเดิมที่ใช้กับผลิตภัณฑ์รุ่นเก่าไม่สามารถนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ที่มีขนาดเล็กลงได้ เพราะลูกค้าต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีความสะอาดมากขึ้นเพื่อให้ความน่าเชื่อได้ (Reliability) ของผลิตภัณฑ์ยังคงอยู่ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์จะมีขนาดเล็กลง

6.1 การศึกษากระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยในปัจจุบัน

จากการศึกษากระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยการเข้าสู่สายการประกอบชุดหัวอ่าน – เขียนในปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง พบว่ากระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ยังคงเป็นกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยแบบเดิมที่ใช้กับผลิตภัณฑ์รุ่นเก่าที่มีขนาดใหญ่กว่าและมีข้อกำหนดเกี่ยวกับความสะอาดของชิ้นส่วนย่อยและชุดประกอบหัวอ่าน - เขียนสำเร็จรูปที่เข้มงวดน้อยกว่าผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ คือ รุ่น 2.5 นิ้ว ข้อกำหนดเกี่ยวกับความสะอาดของผลิตภัณฑ์สามารถวัดได้จากปริมาณของอนุภาคฝุ่น (Dust Particle) ที่ตกค้างอยู่บนชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะทำการตรวจสอบโดยเทคนิคที่เรียกว่า LPC (Liquid Particle Count) ความต้องการของลูกค้าในเรื่องความสะอาดของผลิตภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์รุ่น 2.5 นิ้ว ซึ่งกำหนดโดยใช้ค่า LPC ลดลงถึง 50% เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์รุ่นเก่า คือค่า LPC ลดลงจาก 12,000 อนุภาค / ตารางเซนติเมตร เหลือเพียง 6,000 อนุภาค / ตารางเซนติเมตร ค่า LPC ของในปัจจุบันของผลิตภัณฑ์รุ่น 2.5 นิ้ว ทั้งระดับชิ้นส่วนย่อยและชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูป สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ค่า LPC สำหรับชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน-เขียนของผลิตภัณฑ์ 2.5 นิ้ว ในปัจจุบัน

ชิ้นส่วน	การทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อย					LPC (จำนวนอนุภาค / ตารางเซนติเมตร)	
	ล้างโดย Suppliers		ล้างเองในโรงงาน		ไม่ล้าง		
	Aqueous System	Solvent System	Aqueous System	Solvent System		ค่าที่ได้	Spec.
1. Nut			Yes			15,500	12,000
2. Spacer			Yes			8,500	10,000
3. Washer			Yes			13,250	10,000
4. Balance Arm	Yes					2,800	3,000
5. Suspension	Yes					1,008	3,000
6. Flex Clip					Yes	10,230	10,000
7. Anti - Rotation Screws			Yes			24,355	10,000
8. Balance Weight			Yes			2,300	6,000
9. C - Clip					Yes	8,900	10,000
10. Shipping Comb			Yes			8,548	20,000
11. Screws			Yes			18,563	10,000
12. Slider (Read - Write Head)		Yes				1,035	3,000
13. ชุดประกอบหัวอ่าน - เขียนสำเร็จรูป				Yes		7,532	6,000

จากตารางที่ 6.1 ค่า LPC ของชุดประกอบหัวอ่าน – เขียน หลังการทำความสะอาดครั้งสุดท้ายด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent cleaning ยังคงมากกว่าค่าที่กำหนด คือ ค่า LPC มีค่าเท่ากับ 7,532 อนุภาค / ตารางเซนติเมตร ซึ่งชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนในล็อตดังกล่าวจะต้องถูกนำมาล้างใหม่ หากพบว่าการล้างครั้งที่ 2 ยังคงไม่ได้ตามสเปคที่กำหนดจำเป็นจะต้องนำงานล็อตนั้นไปทำการถอดชิ้นส่วนย่อยออก แล้วทำการล้างชิ้นส่วนย่อยแต่ละชิ้นใหม่ซึ่งทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการล้างและสูญเสีย Indirect material ในการผลิต อีกทั้งชิ้นส่วนย่อยเหล่านี้เมื่อนำไปประกอบเป็นชุดหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปอีกครั้งก็จะถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกรดต่ำกว่าของเดิมเพราะถือว่าชิ้นส่วนย่อยเป็นงาน Rework จึงขายได้ในราคาที่ต่ำกว่าปกติ

6.2 การวิเคราะห์แนวทางในการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อย

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์แนวทางในการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยก่อนส่งเข้าสู่สายการประกอบชุดหัวอ่าน – เขียน ซึ่งมี 3 ทางเลือกที่เป็นไปได้และน่าสนใจ คือ

- **ทางเลือกที่** 1 ล้างด้วยเครื่องล้างแบบ Aqueous หรือ Solvent system
- **ทางเลือกที่** 2 ล้างด้วยเครื่อง Solvent Cleaning System เท่านั้น
- **ทางเลือกที่** 3 ล้างโดย Suppliers

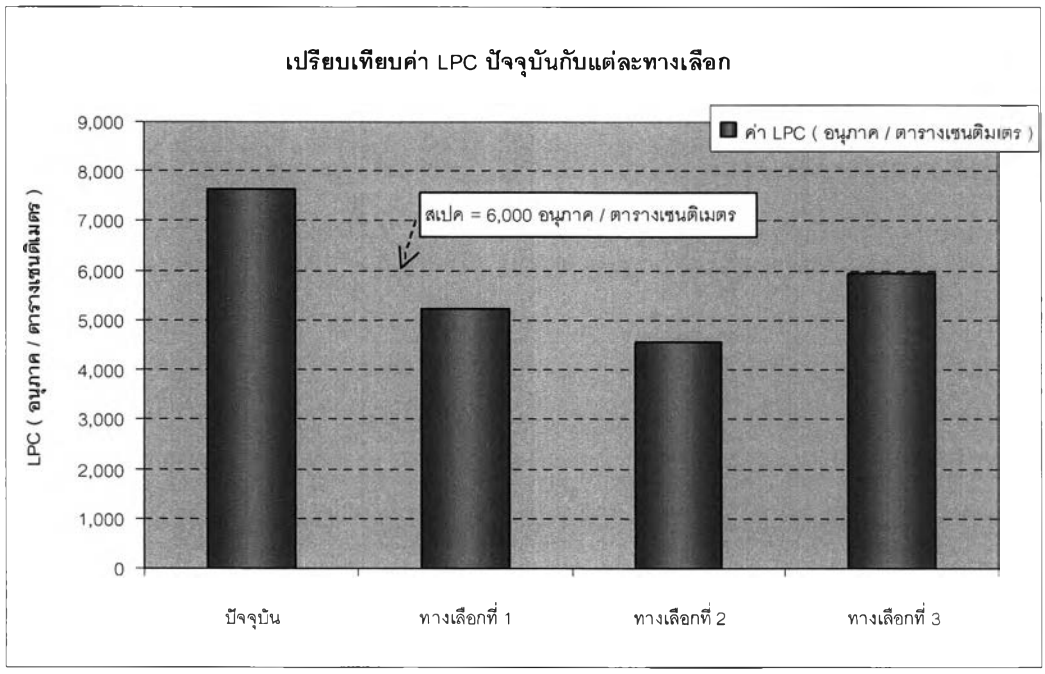
จากการศึกษาผลของการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดประกอบหัวอ่าน – เขียน แล้วตรวจสอบและแสดงผลออกมาในรูปของค่า LPC (Liquid Particle Count) ซึ่งหมายถึงจำนวนอนุภาคฝุ่นที่ตกค้างอยู่บนชิ้นส่วนย่อยแต่ละชนิด อนุภาคของฝุ่นที่วัดออกมาในรูปของค่า LPC อาจมาจากหลายสาเหตุดังนี้

- ปริมาณฝุ่นในสภาพแวดล้อมของการผลิต
- กระบวนการผลิตพื้นผิวสุดท้าย (Surface finished) ของชิ้นส่วนย่อยที่ไม่ดีพอทำให้เกิดความขรุขระและหลุดร่อนออกมาได้และแสดงออกมาในรูปของค่า LPC
- ความสลับซับซ้อนในการขึ้นรูปของชิ้นส่วนย่อยทำให้เกิดซอกเล็กซอกน้อยและยากแก่การทำความสะอาด
- ความสกปรกที่เกิดจากเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต เช่น คราบน้ำมันหล่อลื่น สารหล่อเย็น น้ำยาขัดต่าง ๆ ฯลฯ
- คุณภาพและกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ

จากการทดลองหาค่า LPC ของชุดประกอบหัวอ่าน - เขียนจากทั้ง 3 ทางเลือกและเปรียบเทียบกับค่า LPC ที่ได้จากกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูป สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6.2 และ ภาพที่ 6.1

ตารางที่ 6.2 ค่า LPC ที่ได้จากกระบวนการทำความสะอาดปัจจุบันเปรียบเทียบกับ 3 ทางเลือก

วิธีการทำความสะอาด	ค่า LPC (อนุภาค / ตารางเซนติมเตร)
กระบวนการทำความสะอาดปัจจุบัน	7,632
ทางเลือกที่ 1	5,230
ทางเลือกที่ 2	4,563
ทางเลือกที่ 3	5,964



ภาพที่ 6.1 เปรียบเทียบค่า LPC จากกระบวนการทำความสะอาดปัจจุบันกับ 3 ทางเลือก

เนื่องการหาแนวทางในการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยเป็นตัวแบบในการตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยง ผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ของการเกิดสภาวะในรูปความน่าจะเป็นที่อาจจะกำหนดได้จากภาวะวิสัยด้วยการใช้ข้อมูลในอดีต ซึ่งจากการศึกษาพบว่าหลักการของโอกาสมากที่สุดในการเกิดเหตุการณ์อนาคต (Most probable future principle or most likely future principle) เหมาะสมสำหรับการใช้ประกอบการตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยงในการหาแนวทางในการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อย ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบสภาวะที่เกิดขึ้นจริง (State of nature) ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 5 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นในการเกิดสภาวะที่เกิดขึ้นจริง ระหว่าง

s_1 = การทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยจาก Suppliers ได้ตามข้อกำหนด

และ

s_2 = การทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยจาก Suppliers ไม่ได้ตามข้อกำหนด

จากข้อมูลในอดีตพบว่าความน่าจะเป็นที่ s_2 จะเกิดขึ้นมีมากถึง 85% ซึ่งถือว่ามีโอกาสเกิดขึ้นสูงกว่าสภาวะ s_1 เป็นอย่างมาก ดังนั้นโดยหลักการของโอกาสมากที่สุดในการเกิดเหตุการณ์อนาคตแล้ว จะถือว่าสภาวะที่เกิดขึ้นด้วยความน่าจะเป็นที่สูงที่สุดนั้น จะมีการเกิดอย่างแน่นอน และถือว่าสภาวะที่เกิดขึ้นจริงอื่น ๆ ไม่มีโอกาสเกิดขึ้นเลย ดังนั้นภายใต้หลักการนี้ จะทำให้ตัวแบบของการตัดสินใจเปลี่ยนจากการตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยงเป็นการตัดสินใจภายใต้ข้อสมมติว่ามีความแน่นอน ซึ่งสามารถแสดงตัวแบบการตัดสินใจภายใต้ข้อสมมติว่ามีความแน่นอนนี้ผ่านตัวแบบการตัดสินใจในรูปตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 6.3 ตัวแบบการตัดสินใจในรูปตาราง

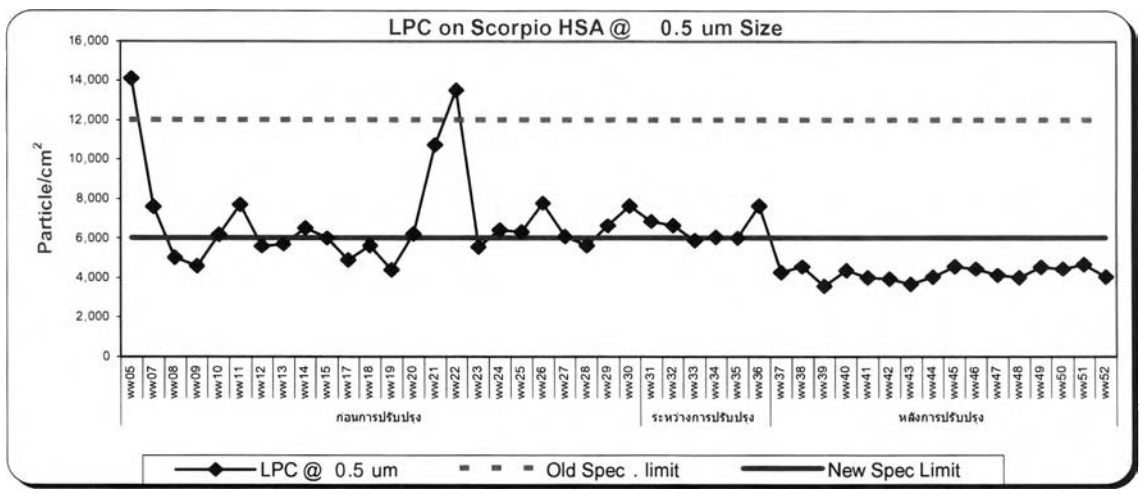
A : ทางเลือกที่เป็นไปได้	S : การทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยจาก Suppliers ไม่ได้ตามข้อกำหนด
a_1 : การล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Aqueous หรือ Solvent	5,230
a_2 : การล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent เท่านั้น	4,563
a_3 = การล้างโดย Suppliers	5,964

สำหรับงานวิจัยฉบับนี้มูลค่าของผลลัพธ์ (Value of the outcome) ในการตัดสินใจเลือกทางเลือก คือ ค่า LPC (Liquid particle count) จากการทดสอบชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนในห้องปฏิบัติการ ซึ่งค่า LPC ถือว่าเป็นผลลัพธ์แบบภาวะวิสัย (Objective) คือเป็นปริมาณทางกายภาพ โดยต้องการมูลค่าของผลลัพธ์ คือ ค่ายิ่งน้อยยิ่งดี (Smaller is better) ดังนั้นจะพบว่าจากตารางที่ 6.3 ทางเลือก a_2 คือ การล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent เท่านั้นจะให้ค่า LPC ที่น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 2 ทางเลือก กล่าวคือ จะให้ค่า LPC = 4,563 อนุภาคต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยที่มีประสิทธิภาพสูงสุด การศึกษาในครั้งนี้ทำให้โรงงานตัวอย่างได้รับทราบว่าการทำความสะอาดที่ผลิตภัณฑ์สุดท้าย คือ ชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปด้วยกระบวนการทำความสะอาดที่ดีที่สุดในปัจจุบัน ก็ไม่

สามารถทำความสะอาดได้ดีพอหากชิ้นส่วนย่อยที่นำมาประกอบยังคงมีอนุภาคฝุ่นตกค้างอยู่เกินกว่าค่าที่กำหนด

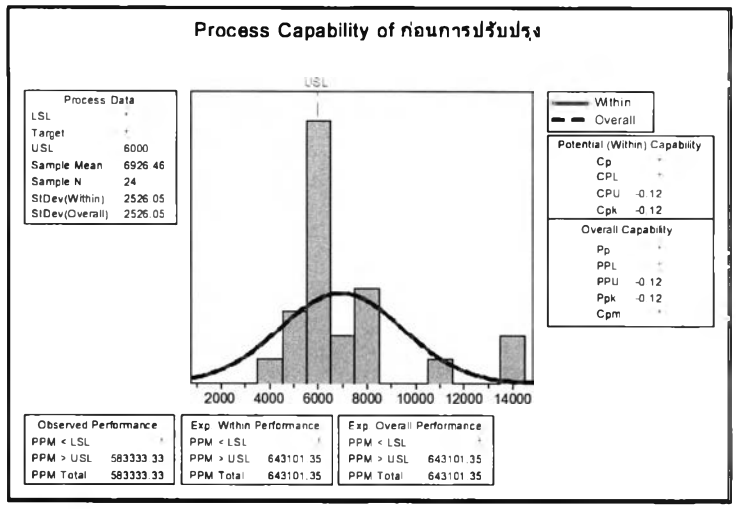
6.3 สรุปผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

หลังจากทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับค่า LPC ของชุดประกอบหัวอ่าน – เขียน แล้ว ได้ทำการศึกษาและทดลองเกี่ยวกับทางเลือกทั้ง 3 ทางดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จากนั้นได้ทำการปรับปรุงวิธีการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยก่อนเข้าสู่สายการประกอบด้วยการล้างโดยเครื่องล้างระบบ Solvent system จากกราฟในภาพที่ 6.2 แสดงให้เห็นด้วยค่า LPC ของชุดประกอบหัวอ่าน – เขียน ว่าค่า LPC ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเริ่มมีการนำวิธีการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยด้วยวิธีการใหม่ คือ การทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent system

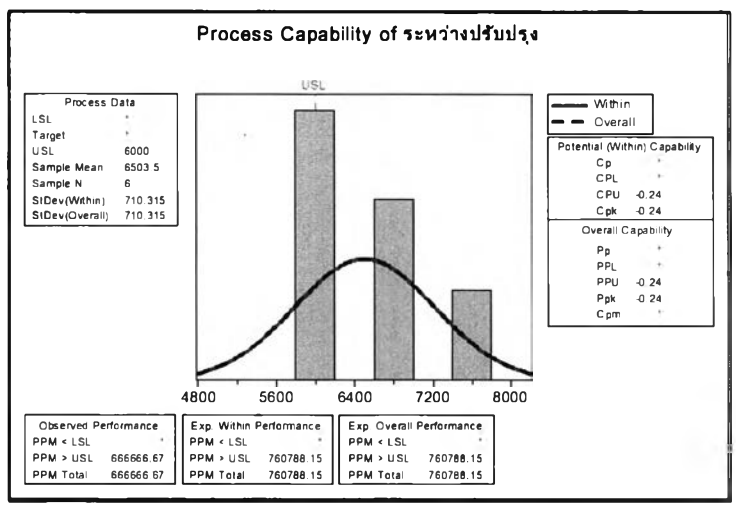


ภาพที่ 6.2 ค่า LPC ของชุดประกอบหัวอ่าน – เขียน ก่อน ระหว่าง และหลังการปรับปรุง

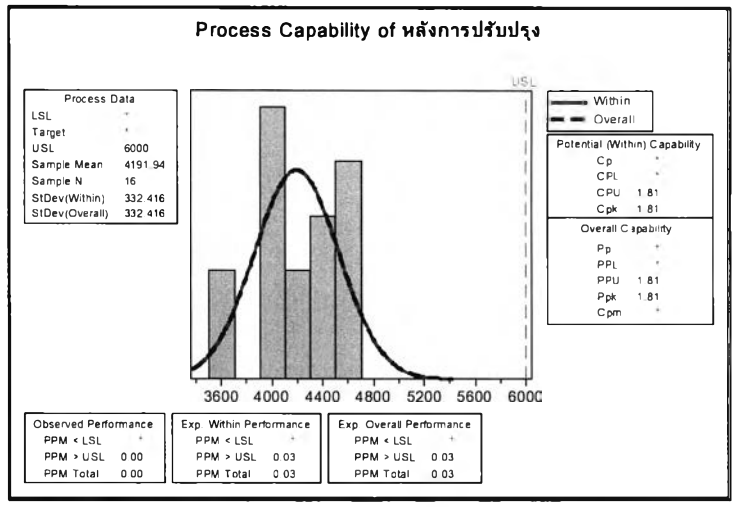
ผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถของกระบวนการล้างซึ่งในที่นี้จะแสดงด้วยค่า Cpk ของค่า LPC ที่ได้ก่อนการปรับ ระหว่างทำการปรับปรุง และหลังการปรับปรุง โดยได้นำ Program MINITAB มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผลการคำณวนค่า Cpk โดยใช้ Program MINITAB แสดงได้ดังภาพที่ 6.3 ภาพที่ 6.4 และภาพที่ 6.5 ตามลำดับ



ภาพที่ 6.3 ค่า Cpk ของกระบวนการล้างชิ้นส่วนย่อยก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 6.4 ค่า Cpk ของกระบวนการล้างชิ้นส่วนย่อยระหว่างการปรับปรุง



ภาพที่ 6.5 ค่า Cpk Cpk ของกระบวนการล้างชิ้นส่วนย่อยหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบค่า Cpk ของกระบวนการล้างในช่วงเวลา ก่อนปรับปรุง ระหว่างการปรับปรุง และหลังการการปรับปรุง ดังนี้

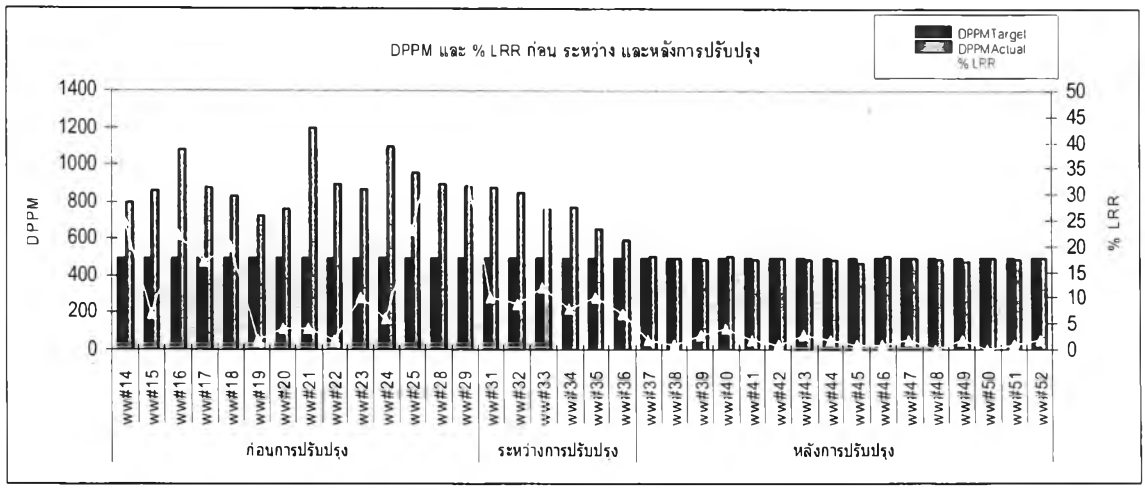
ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบค่า Cpk ของกระบวนการล้างในแต่ละช่วงเวลา

ช่วงเวลา	ก่อนการปรับปรุง	ระหว่างการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ค่า Cpk	- 0.12	- 0.24	1.81

จากตารางที่ 6.4 จะพบว่าค่า Cpk หลังการปรับปรุง คือ การล้างชิ้นส่วนย่อยก่อนเข้าสู่สายการประกอบด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent system สามารถทำให้ค่า Cpk ของค่า LPC สูงขึ้นจาก – 0.12 เป็น 1.81 ซึ่งถือว่ากระบวนการล้างมีความสามารถในการล้างอยู่ในระดับที่น่าพอใจเพราะค่า Cpk ที่ได้มีค่ามากกว่า 1.33

ตารางที่ 6.5 เปรียบเทียบค่า DPPM และ % LRR ของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟก่อน ระหว่าง และหลังการปรับปรุง

ช่วงเวลา		DPPM Target	DPPM Actual	% LRR
ก่อนการปรับปรุง	ww#14	500	795	25
	ww#15	500	862	7
	ww#16	500	1077	22
	ww#17	500	875	17
	ww#18	500	836	20
	ww#19	500	729	2
	ww#20	500	765	4
	ww#21	500	1199	4
	ww#22	500	892	2
	ww#23	500	865	10
	ww#24	500	1103	6
	ww#25	500	953	23
	ww#28	500	894	44
	ww#29	500	886	37
ระหว่างการปรับปรุง	ww#31	500	876	10
	ww#32	500	852	9
	ww#33	500	765	12
	ww#34	500	774	8
	ww#35	500	658	10
	ww#36	500	598	7
หลังการปรับปรุง	ww#37	500	501	2
	ww#38	500	499	1
	ww#39	500	487	3
	ww#40	500	501	4
	ww#41	500	487	2
	ww#42	500	498	1
	ww#43	500	489	3
	ww#44	500	488	2
	ww#45	500	467	1
	ww#46	500	502	1
	ww#47	500	498	2
	ww#48	500	485	0
	ww#49	500	475	2
	ww#50	500	497	0
	ww#51	500	488	1
	ww#52	500	499	2



ภาพที่ 6.6 เปรียบเทียบค่า DPPM และ % LRR ของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟก่อน ระหว่าง และหลังการปรับปรุง

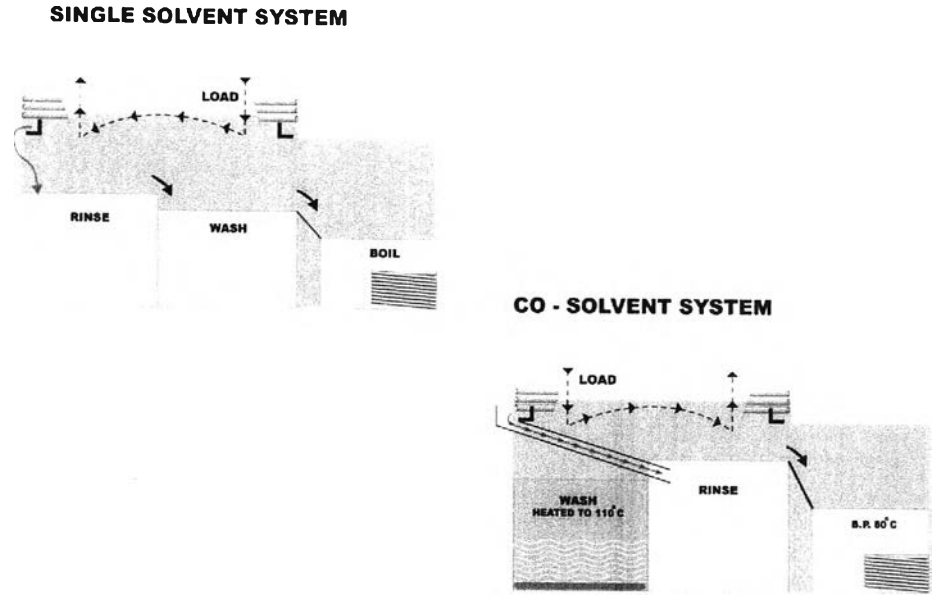
จากตารางที่ 6.5 และภาพที่ 6.6 จะพบว่าค่า DPPM เฉลี่ยหลังการปรับปรุงลดลงจาก 911 เป็น 491 และ % LRR เฉลี่ย ลดลงจาก 16 % เป็น 2 %

6.4 ข้อเสนอเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยจากทางเลือก a_2

จากข้อมูลที่แสดงถึงค่า LPC ก่อนและหลังการปรับปรุงรวมทั้ง ค่า Cpk ในหัวข้อ 6.3 จะพบว่า ทางเลือกที่ 2 คือการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยก่อนเข้าสู่สายการประกอบด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent system นั้นทำให้ค่า LPC ได้ตามสเปคที่กำหนด แต่ค่า Cpk ของกระบวนการล้างน่าจะมีค่าเพิ่มขึ้นได้อีก ดังนั้นจึงมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความสามารถของกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยให้มีมากขึ้น ผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมว่า ฝุ่นหรืออนุภาคที่ยังตกค้างอยู่บนชิ้นส่วนย่อยหรือชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปที่แสดงออกมาในรูปของค่า LPC (Liquid particle count) น่าจะมีวิธีที่สามารถทำให้ค่า LPC ลดลงได้อีก จึงขอเสนอวิธีศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเป็นประโยชน์ในการนำมาปรับปรุงการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยจากทางเลือก a_2 ดังต่อไปนี้

1. ควรทำการวิเคราะห์อนุภาคฝุ่นที่ได้จากการกรองอนุภาคจากน้ำหลังการวัดค่า LPC แล้วทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM / EDX (Scanning Electron Microscopy / Energy Dispersive X-Ray Spectrometer) เพื่อให้ทราบอนุภาคที่ตกค้างอยู่นั้นมีแหล่งกำเนิดมาจากวัตถุดิบชนิดใด เพราะลำพังการทดสอบค่า LPC จะทำให้ทราบเฉพาะจำนวนอนุภาคที่ตกค้างอยู่บนผิวชิ้นส่วนย่อย แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าอนุภาคที่ตกค้างอยู่นั้นเป็นอนุภาคชนิดใด

2. เมื่อทราบแหล่งที่มาของอนุภาคที่ตกค้างแล้วก็จะทำให้ทราบว่า Solvent ชนิดใดที่สามารถทำความสะอาดอนุภาคตกค้างนั้น ๆ ได้ เพราะจากการศึกษาพบว่าเครื่องล้างระบบ Solvent system สามารถนำ Solvent 2 ชนิดมาใช้ร่วมกันได้ ด้วยเหตุผลที่ว่าอนุภาคบางชนิดจะถูกทำความสะอาดได้ดีด้วย Solvent บางชนิดเท่านั้น ซึ่งใช้ Solvent 2 ชนิดร่วมกันจะเรียกว่าระบบ Co – Solvent ภาพที่ 6.6 แสดงถึงโครงสร้างการทำงานของเครื่องล้างที่มีการประยุกต์ใช้ Solvent 2 ร่วมกัน



ภาพที่ 6.7 เปรียบเทียบการทำงานของเครื่องล้างระบบ Single solvent และ Co – Solvent

6.5 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาในการวิจัยเรื่องการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยของชุดประกอบหัวอ่าน – เขียน พบว่าในการดำเนินงานเกิดปัญหาและอุปสรรค ดังนี้

(1) เนื่องจากระบบการตรวจสอบเรื่องค่า LPC จาก Suppliers ไม่มีการสุ่มตรวจสอบจากชิ้นส่วนที่รับเข้ามาอย่างต่อเนื่อง จะมีการสุ่มตัวอย่างมาตรวจเมื่อพบว่าชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปมีค่า LPC เกินกว่าค่าที่กำหนดเท่านั้น ซึ่งการกระทำดังกล่าวไม่ได้ก่อให้เกิดประโยชน์ต่องานในปัจจุบัน เพราะปัญหาได้เกิดไปแล้ว

(2) ปัจจุบันเชื่อถือเพียงค่า LPC ที่เป็นข้อมูลจาก Suppliers เท่านั้นเพราะไม่มีการสุ่มตรวจสอบซ้ำ จะพบว่าหาก Suppliers ไม่มีความซื่อสัตย์พอก็อาจส่งชิ้นส่วนย่อยที่ไม่ได้ตามข้อกำหนดปนมาได้ เพราะการทำความสะอาดซ้ำเมื่อพบว่าชิ้นส่วนย่อยไม่ผ่านตามข้อกำหนดจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ตามมา ดังนั้นการที่ไม่มีขั้นตอนสุ่มตรวจเช็คอย่างเป็นระบบจะทำให้การแก้ไขปัญหาไม่ตรงจุดและข้อมูลที่ได้จะไม่เป็นปัจจุบัน

(3) ค่า LPC เป็นสิ่งที่ไวต่อสิ่งแวดล้อม จะพบว่าถึงแม้จะมีการทำความสะอาดชิ้นส่วนดีเพียงใด แต่หากนำชิ้นส่วนหลังการทำความสะอาดไปเก็บไว้ในสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นก็จะทำให้ค่า LPC ของชิ้นส่วนนั้นสูงขึ้นมาได้ ดังนั้นนอกจากการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยให้ได้ค่า LPC ตามที่กำหนดแล้ว จะต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อมและการเก็บชิ้นส่วนย่อยหลังการทำความสะอาดอย่างเหมาะสม เพื่อไม่ให้ฝุ่นจากแหล่งต่าง ๆ กลับมาสร้างความสกปรกให้กับชิ้นงานอีกครั้งหนึ่ง

(4) การตรวจสอบค่า LPC เป็นการตรวจสอบที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่โรงงานตัวอย่างยอมรับและเชื่อถือข้อมูลจาก Suppliers เพียงด้านเดียวโดยไม่มีการสุ่มตรวจสอบซ้ำ แต่จะทำการสุ่มชิ้นส่วนย่อยมาตรวจเมื่อพบว่าชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปมีค่า LPC สูงกว่าสเปคเท่านั้น

(5) มีความแตกต่างของค่า LPC ที่ทำการตรวจสอบและส่งมาโดย Suppliers โดยพบว่าค่า LPC ที่ Suppliers ส่งมาจะได้ค่าตามสเปค แต่เมื่อมีการสุ่มชิ้นส่วนย่อยมาตรวจสอบภายในโรงงานเองจะมีค่าสูงกว่าและมากกว่าสเปคที่กำหนด ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากว่าชิ้นส่วนตัวอย่างที่ Suppliers นำไปตรวจสอบนั้นได้ผ่านการทำความสะอาดอย่างดีที่สุดเพื่อให้ค่า LPC ผ่าน แต่

ชิ้นส่วนจริงที่ส่งมายังโรงงานอาจไม่มีการควบคุมเรื่องความสะอาดที่ดีพอ จึงทำให้ค่าที่สุ่มมาตรวจภายในโรงงานสูงกว่าค่าจาก Suppliers

(6) เนื่องจากโรงงานตัวอย่างมี Suppliers ของแต่ละชนิดจำนวนน้อยราย จะพบว่าการตอบรับในการแก้ปัญหาเรื่องความสะอาดของชิ้นส่วนย่อยจาก Suppliers แต่ละรายจะไม่ดีเท่าที่ควร เพราะ Suppliers เชื่อมั่นว่าโรงงานตัวอย่างไม่มีทางเลือก

6.6 ข้อเสนอแนะในการพัฒนางานวิจัยในอนาคต

(1) ควรมีการจัดระบบในการสุ่มตรวจสอบค่า LPC จากชิ้นส่วนย่อยที่รับมาจาก Suppliers เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพที่แท้จริงในการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยของ Suppliers แต่ละราย

(2) ควรมีการจัดหา Suppliers ของแต่ละชิ้นส่วนย่อยให้มีจำนวนรายมากขึ้น และมีการแบ่งเปอร์เซนต์การสั่งซื้อตามคุณภาพและความเหมาะสม เพราะหากพบว่า Suppliers เจ้าใดมีปัญหาเรื่องคุณภาพโรงงานตัวอย่างจะสามารถไปสั่งอีกรายหนึ่งได้ ซึ่งจะมีผลทำให้ Suppliers แต่ละเจ้ามีความพยายามที่จะรักษาประสิทธิภาพในการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยให้ดีที่สุด เพราะเกรงว่าจะได้รับการยกเลิกคำสั่งซื้อจากโรงงานตัวอย่าง

(3) เนื่องจากการหา LPC เป็นการตรวจสอบที่ต้องเสียค่าใช้สูงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของจำนวนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม เพื่อให้การสุ่มตัวอย่างสามารถเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดที่ต้องการตรวจสอบในครั้งนั้นและสามารถนำผลการตรวจสอบที่ได้มาใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

(4) ควรมีการหาความสัมพันธ์ (Correlation) ในเรื่องกระบวนการและวิธีการในการตรวจสอบค่า LPC ระหว่างโรงงานตัวอย่างและ Suppliers เพราะหากวิธีการในตรวจสอบอีกทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบแตกต่างกัน จะไม่สามารถนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกันได้ และหากมีการนำข้อมูลจากกระบวนการตรวจสอบที่แตกต่างกันมาเปรียบเทียบกันอาจทำให้มีการหลงประเด็นในการแก้ปัญหาได้

(5) การศึกษาและวิเคราะห์เรื่องการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยอาศัยข้อมูลและกระบวนการผลิต รวมทั้งกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยของ Suppliers และโรงงานตัวอย่างในช่วงเวลาการผลิตเพียงช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นหากมีการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือกระบวนการทำความสะอาดที่มีสภาพแตกต่างไปจากช่วงเวลาที่ทำการวิจัย ต้องมีการปรับปรุงข้อมูลต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการวิเคราะห์กระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดประกอบหัวอ่าน - เขียน

(6) แนวทางในการศึกษาที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ควรมีการปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสมกับลักษณะอุตสาหกรรมและโรงงานอื่น ๆ หากมีการทำการศึกษาต่อไป