สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

แนวทางการปรับปรุงกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อย

เนื่องจากพบว่ามีผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนผลิต ซึ่งในที่นี้จะเน้นที่กระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและการทำความสะอาดชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูป จากกระบวนการทำความสะอาดชุดหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูป เปรียบเทียบกันระหว่างผลิตภัณฑ์รุ่นเก่ากับผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ คือ ผลิตภัณฑ์รุ่น Scorpio จะเห็นได้ว่ากระบวนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ที่เป็นชุดหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปเท่านั้นที่เปลี่ยนแปลง ส่วนกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยยังคงเหมือนเดิม จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการเปลี่ยนกระบวนการทำความสะอาดชุดหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปโดยการเปลี่ยนเครื่องล้างจากระบบ Aqueous Cleaning System มาเป็นระบบ Solvent Cleaning System ทำให้ค่า LPC (Liquid Particle Count) ของผลิตภัณฑ์รุ่น Scorpio ลดลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์รุ่นเก่าที่ยังคงใช้เครื่องล้างระบบ Aqueous Cleaning System ดังนั้นสิ่งที่น่าสนใจและน่าจะช่วยในการปรับปรุงคุณภาพในเรื่องของความสะอาดของชิ้นงานได้ คือ การปรับปรุงกระบวนการล้างในระดับชิ้นส่วนย่อยนั่นเอง

การทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยเพื่อลดปริมาณฝุ่นและความสกปรกที่ติดอยู่บนชิ้นส่วนย่อยแต่ละชนิด มีหลายแนวทางที่สามารถทำได้ ทั้งนี้ต้องทำการทดลองเพื่อเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งคุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการและมีความเป็นไปได้ในการผลิตในปริมาณมาก ๆ สำหรับการผลิตแบบ Mass Production

5.1 แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อย

จากการศึกษากระบวนทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปในปัจจุบัน พบว่ามีชิ้นส่วนย่อยที่ผ่านการทำความสะอาดด้วยวิธีการ 3 แบบ คือ

(1) ชิ้นส่วนย่อยที่ล้างโดย Suppliers ในที่นี้ประกอบด้วย

- หัวอ่าน – เขียน (Read – Write Head) ล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent Cleaning System
- Suspension ล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Aqueous Cleaning System
- Balance Arm ล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Aqueous Cleaning System

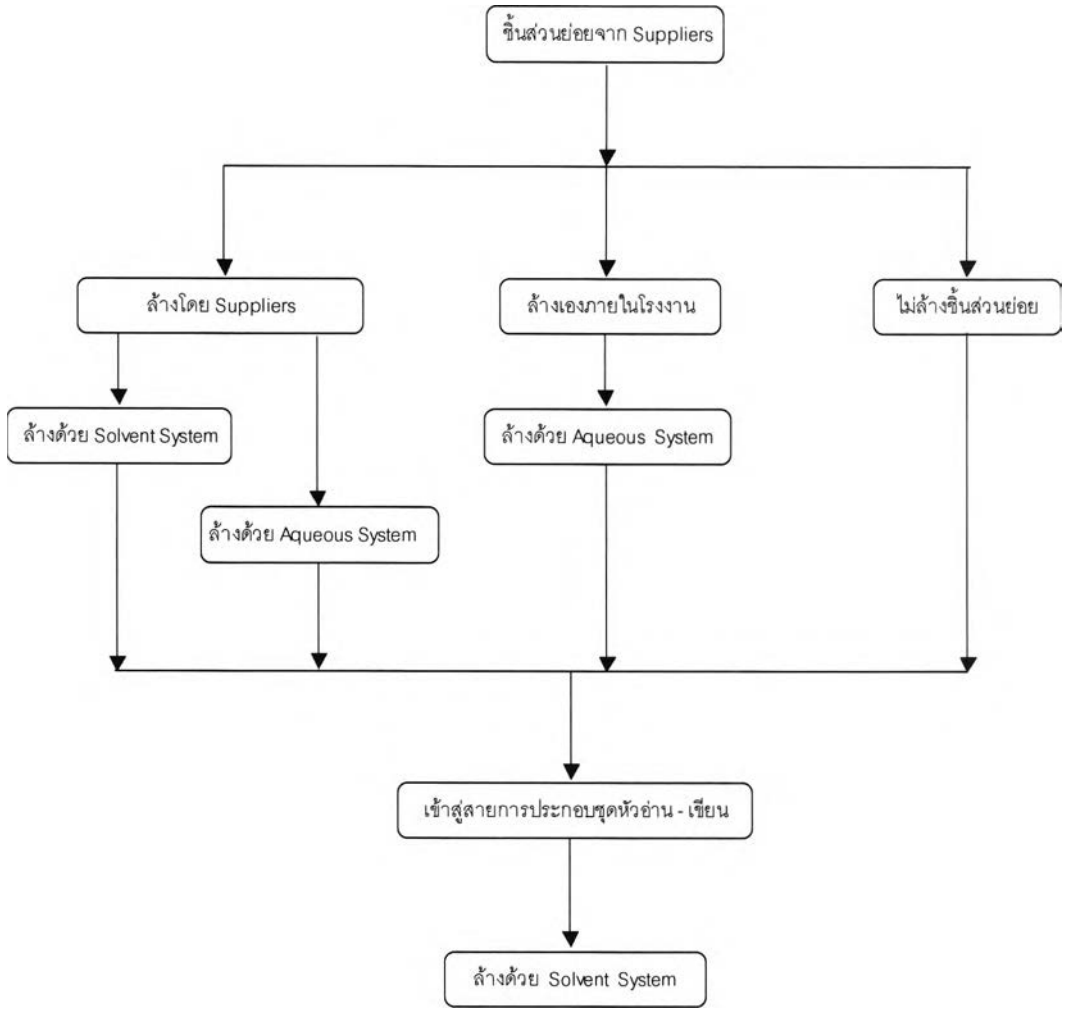
(2) ชิ้นส่วนย่อยที่ทำการล้างเองภายในโรงงานซึ่งจะล้างด้วยเครื่องระบบ Aqueous Cleaning System เท่านั้น ซึ่งชิ้นส่วนย่อยที่ผ่านการล้างเองภายในโรงงานได้แก่

- Nut
- Spacer
- Washer
- Anti – Rotation Screw
- Balance weight
- Shipping
- Screw

(3) ชิ้นส่วนย่อยที่ไม่ผ่านการล้างเลย ซึ่งได้แก่

- Flex Clip
- C – Clip

การไหลของกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยสำหรับผลิตภัณฑ์รุ่น Scorpio ในปัจจุบัน แสดงได้ดัง ภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 กระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยของผลิตภัณฑ์รุ่น Scorpio ในปัจจุบัน

ในการปรับปรุงกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยก่อนที่จะนำมาประกอบเป็นชุดหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปนั้นมีอยู่ 3 ทางเลือกที่มีความเป็นไปได้และน่าศึกษา เพราะทางเลือกที่เป็นไปได้ (Feasible alternative) เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่จำเป็นต้องทราบสำหรับการตัดสินใจ ซึ่งทางเลือกที่เป็นไปได้ หมายถึง แนวทางปฏิบัติที่มีความเป็นไปได้ ที่ผู้ตัดสินใจในที่นี้หมายถึงผู้ทำการวิจัย ต้องทำการตัดสินใจเพื่อปฏิบัติตามแนวทางดังกล่าว โดยมีข้อกำหนดสำหรับการกำหนดทางเลือก คือ ทางเลือกที่กำหนดขึ้นจะต้องมีความเป็นไปได้ และการตัดสินใจจะต้องเลือกเพียงทางเลือกเดียวเท่านั้น ดังนั้นการกำหนดทางเลือกสำหรับการตัดสินใจจึงต้องกำหนดให้ทางเลือกเหล่านี้เกิดขึ้นพร้อมกันไม่ได้ (Mutually exclusive)

โครงสร้างในการตัดสินใจในกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยสำหรับงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

1. ทางเลือกที่เป็นไปได้ (Feasible alternatives)

ถ้าให้ A = เซตของทางเลือก

ดังนั้น $A = \{ a_1, a_2, \ldots, a_m \}$

เมื่อ

a_1 = การล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Aqueous หรือ Solvent

a_2 = การล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent เท่านั้น

a_3 = การล้างโดย Suppliers

ในความเป็นจริงเซตของทางเลือกนี้ อาจจะประกอบด้วยสมาชิกจำนวนนับถ้วนหรือนับไม่ถ้วนก็ได้ แต่ในทางปฏิบัติมักจะกำหนดให้เป็นจำนวนนับถ้วน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความง่ายต่อการตัดสินใจ ทั้งนี้จะถือว่าทางเลือกนี้เป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ (Controllable factor)

2. สภาวะที่เกิดขึ้นจริง (State of nature)

หมายถึงสภาวะที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและมีผลต่อการตัดสินใจเลือกทางเลือก ซึ่งอาจจะมีชื่อเรียกอีกมากมาย อาทิ สภาวะ (States) เหตุการณ์ในอนาคตที่มีความเป็นไปได้ (Possible future) เงื่อนไขภายนอก (External condition) และเหตุการณ์ในอนาคต (Future event) เป็นต้น สำหรับงานวิจัยฉบับนี้จะใช้คำว่า สภาวะที่เกิดขึ้นจริง (State of nature)

ถ้าให้ S = เซตของสภาวะที่เกิดขึ้นจริง

ดังนั้น $S = \{ s_1, s_2, \ldots, s_n \}$

เมื่อ

s_1 = การทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยจาก Suppliers ได้ตามข้อกำหนด

s_2 = การทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยจาก Suppliers ไม่ได้ตามข้อกำหนด

ในการกำหนดเซตของสภาวะที่เกิดขึ้นจริงนี้ จะต้องนิยามให้เป็นสภาวะที่จะเกิดขึ้นพร้อมกันไม่ได้ (Mutually exclusive) และเกิดขึ้นได้ทั้งหมดอย่างครบถ้วน (Collectively exhaustive) ทั้งนี้จะถือว่าสภาวะที่เกิดขึ้นจริงนี้เป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ (Uncontrollable factor) และในความเป็นจริงอาจจะมีจำนวนสมาชิกของเซตของสภาวะที่เกิดขึ้นจริงนี้นับไม่ถ้วน แต่จากประสบการณ์ของผู้ทำการวิจัยและข้อมูลในอดีต จะกำหนดให้มีจำนวนนับถ้วน โดยจะถือว่าเป็นการตัดสินใจภายใต้ความเสี่ยงและจะใช้หลักการของโอกาสที่มากที่สุดในการเกิดเหตุการณ์อนาคต (Most probable future principle or most likely future principle) มาใช้ในการวิเคราะห์ประกอบการตัดสินใจ

3. ผลลัพธ์ในการตัดสินใจเลือกทางเลือก (Outcome)

หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่แน่นอนประการหนึ่งภายใต้สภาวะจริงสภาวะหนึ่ง โดยปกติจะแสดงอยู่ในรูปของมูลค่าของผลลัพธ์ (Value of the outcome) สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ผลลัพธ์ในการตัดสินใจเลือกทางเลือก คือ ค่า LPC (Liquid particle count) จากการทดสอบชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนในห้องปฏิบัติการ ซึ่งค่า LPC ถือว่าเป็นผลลัพธ์แบบภาวะวิสัย (Objective) คือเป็นปริมาณทางกายภาพ โดยต้องการมูลค่าของผลลัพธ์ คือ ค่ายิ่งน้อยยิ่งดี (Smaller is better)

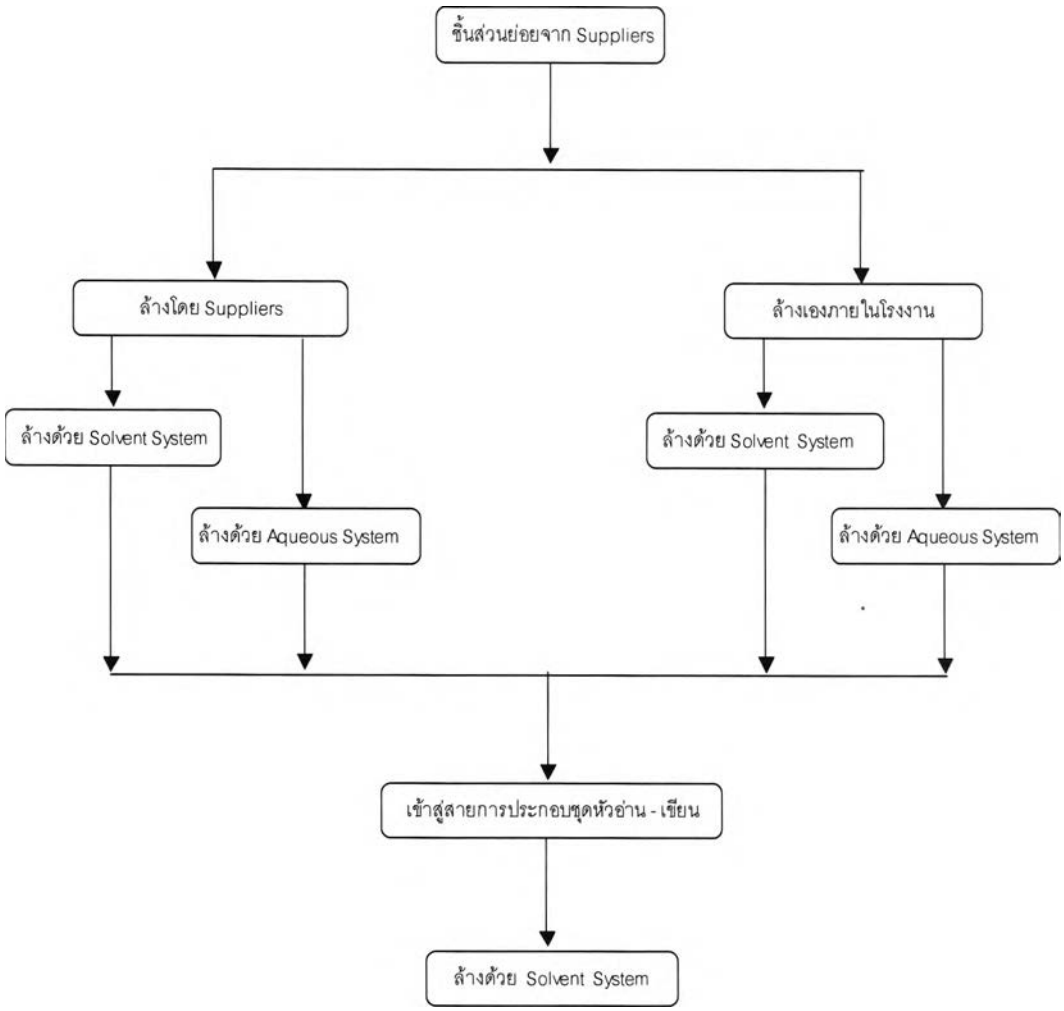
ทางเลือกแต่ละแบบจะต้องทำการศึกษาความเป็นไปได้และประสิทธิภาพในการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อย และศึกษาผลกระทบที่ส่งผลถึงชุดหัวอ่าน – เขียน ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว รายละเอียดของแต่ละทางเลือกแสดงได้ ดังต่อไปนี้

(ก) ทางเลือกที่ 1 การล้างด้วยเครื่องล้างแบบ Aqueous หรือ Solvent system

เงื่อนไขสำหรับทางเลือกที่ 1 คือ ก่อนนำชิ้นส่วนย่อยทุกชิ้นส่วนเข้าสู่สายการประกอบจะต้องผ่านการล้างทำความสะอาดจาก Suppliers หรือภายในโรงงานตัวอย่างเองเพื่อให้เป็นชิ้นส่วนที่มีค่า LPC ตามที่กำหนดสำหรับ Clean room ซึ่งจะเลือกชิ้นส่วนย่อยที่มีค่า LPC ต่ำมาล้างโดยเครื่องล้างระบบ Aqueous system ส่วนชิ้นส่วนที่มีค่า LPC สูงจะนำมาล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent system (จะใช้ค่า LPC ของชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการของโรงงานตัวอย่างเป็นค่าอ้างอิง ซึ่งปกติจะไม่มีการนำมาทดสอบบ่อยครั้งนักเนื่องจากเสียค่าใช้สูง)

I22473774

การไม่ล้างชิ้นส่วนย่อยบางชิ้นส่วนอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่า LPC ของชุดหัวอ่าน – เขียนสูงขึ้นมาได้ เพราะ Suppliers บางรายอาจไม่ได้ควบคุมความสะอาดของชิ้นงานที่ส่งมายังโรงงานอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งบางครั้งอาจส่งชิ้นส่วนย่อยที่สกปรกมาให้ เมื่อไม่มีการทำความสะอาดก่อนส่งเข้าไปในสายการประกอบ ก็จะส่งผลกระทบต่อความสะอาดของชุดหัวอ่าน – เขียนได้ สาเหตุที่ไม่มีการล้างชิ้นส่วนบางชิ้นส่วน ซึ่งได้แก่ Flex Clip และ C – Clip เนื่องจากประวัติค่า LPC ที่ถูกส่งมาโดย Supplier มีแนวโน้มที่ดีมาตลอด แต่ถึงอย่างไรก็ตามไม่ค่อยมีการสุ่มตรวจค่า LPC ของชิ้นส่วนย่อยเหล่านี้เพื่อเป็นการยืนยันผลการตรวจของ Suppliers เพราะยังยึดหลักการปฏิบัติเดิม ๆ จากผลิตภัณฑ์รุ่นเก่าที่ไม่จำเป็นต้องล้างชิ้นส่วนย่อย 2 ชนิดนี้ หากพบว่าค่า LPC ของชุดหัวอ่าน - เขียนออกนอกสเปคจึงมีการเบิกชิ้นส่วนย่อยแต่ละชนิดมาทำการทำการตรวจสอบ ซึ่งบางครั้งเมื่อผลการตรวจสอบออกมาก็ไม่สามารถจะทำอะไรกับชุดหัวอ่าน – เขียน ที่มีปัญหาได้ นอกเสียจากนำมาแยกชิ้นส่วนย่อยออกแล้วทำการล้างใหม่ ซึ่งการทำเช่นนี้จะทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ตามมาอย่างมากมาย ดังนั้นเมื่อสเปคของลูกค้าที่กำหนดให้กับผลิตภัณฑ์รุ่น 2.5 นิ้วแคบลง จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงกระบวนการเดิม ดังนี้



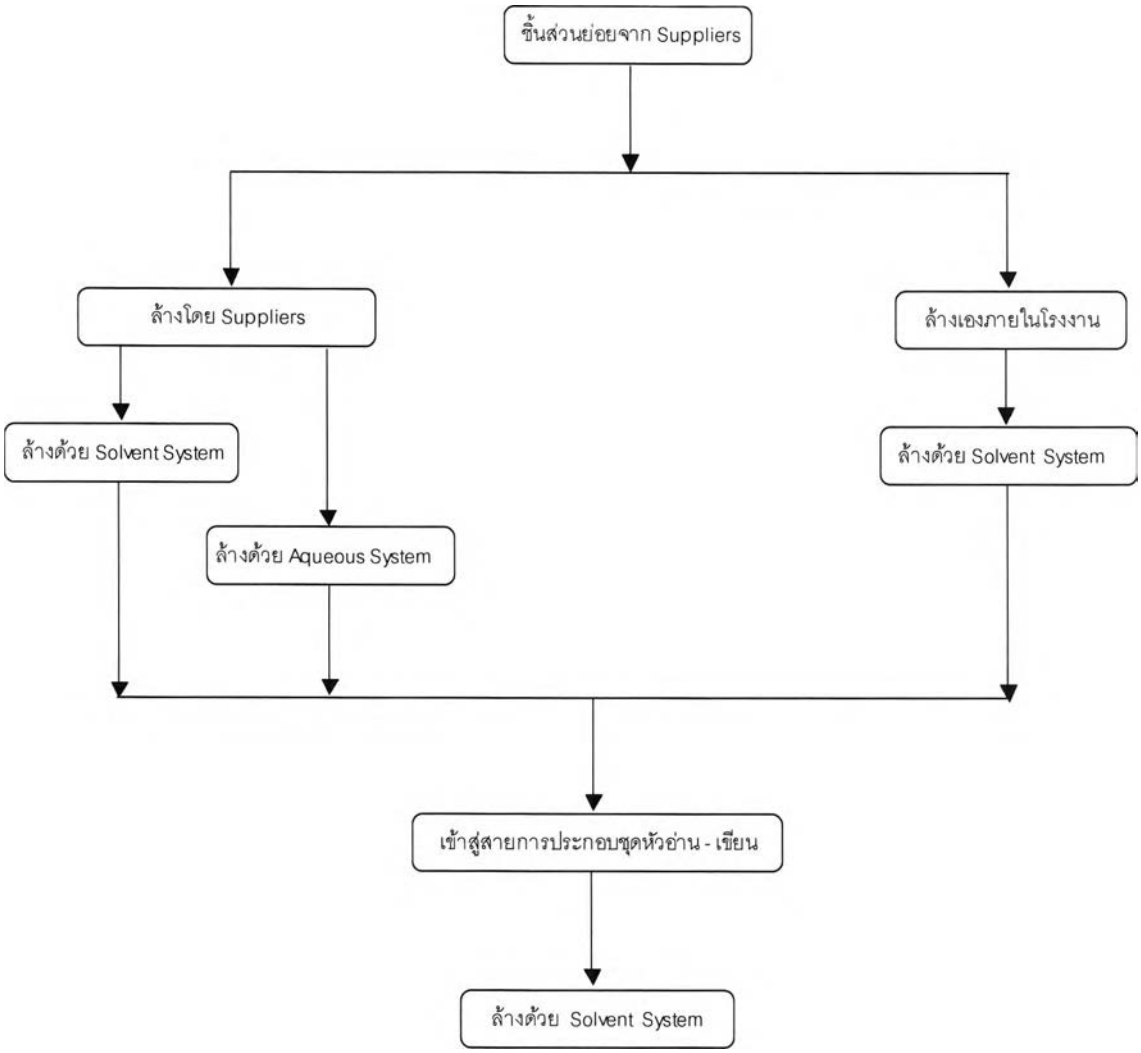
ภาพที่ 5.2 ทางเลือกที่ 1 ยกเลิกการไม่ล้างชิ้นส่วนย่อย

จากภาพที่ 5.2 ทำการยกเลิกการไม่ล้างชิ้นส่วนย่อย 2 ชนิด ซึ่งก็คือ Flex Clip และ C – Clip จะได้ว่าชิ้นส่วนย่อยที่ไม่ผ่านการล้างโดย Suppliers จะต้องผ่านการล้างภายในโรงงานก่อนนำเข้าสู่สายการประกอบ โดยจะมีการนำชิ้นส่วนย่อยบางชิ้นมาล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent Cleaning System ซึ่งจะต้องพิจารณาตามความเหมาะสม นั่นคือจะเลือกชิ้นส่วนที่มีค่า LPC สูงมาล้างด้วยเครื่องระบบ Solvent Cleaning System เพราะสามารถทำความสะอาดชิ้นงานได้ดี

(ข) ทางเลือกที่ 2 การล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent เท่านั้น

เงื่อนไขสำหรับทางเลือกที่ 2 คือ ก่อนนำชิ้นส่วนย่อยทุกชิ้นส่วนเข้าสู่สายการประกอบจะต้องผ่านการล้างทำความสะอาดจาก Suppliers หรือภายในโรงงานตัวอย่างเอง ในที่นี้หากชิ้นส่วนใดผ่านการทำความสะอาดโดย Suppliers และเป็นชิ้นส่วนที่พร้อมใช้ในห้อง Clean room (Clean room ready parts) จะไม่นำมาทำความสะอาดซ้ำ แต่สำหรับชิ้นส่วนที่จะต้องทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างภายในโรงงานตัวอย่างอีกครั้ง ชิ้นส่วนเหล่านี้จะถูกล้างและทำความสะอาดด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent system เท่านั้น (จะใช้ค่า LPC ของชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการของโรงงานตัวอย่างเป็นค่าอ้างอิง ซึ่งปกติจะไม่มีการนำมาทดสอบบ่อยครั้งนักเนื่องจากเสียค่าใช้สูง)

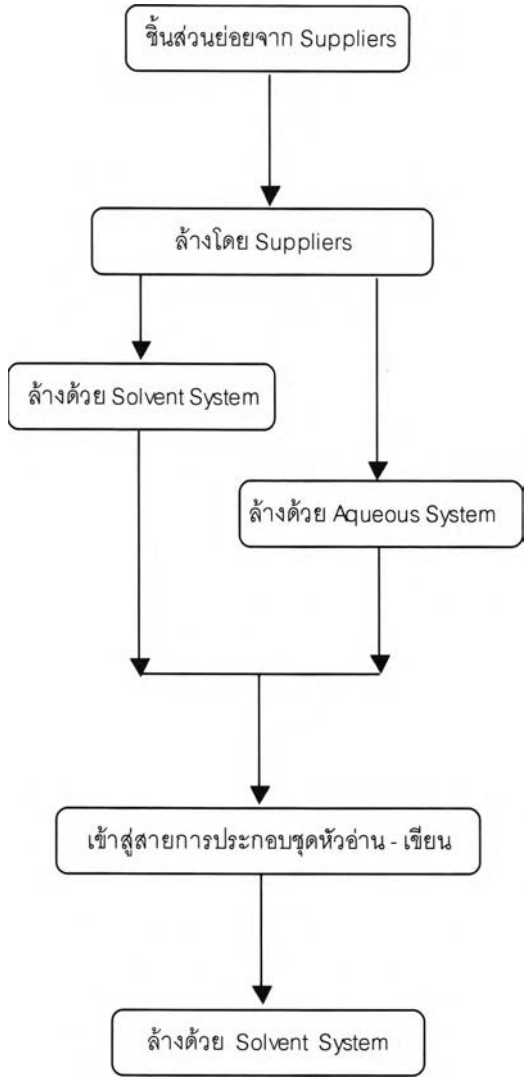
ตามทฤษฎีวิธีที่ 2 นี้น่าจะดีที่สุดสำหรับความสะอาดของชุดหัวอ่าน – เขียน แต่ในทางปฏิบัติต้องทำการศึกษาว่า Capacity ของเครื่องล้างระบบ Solvent Cleaning System มีพอในการล้างทุกชิ้นส่วนย่อย รวมทั้งชุดหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปหรือไม่



ภาพที่ 5.3 ทางเลือกที่ 2 ล้างชิ้นส่วนย่อยด้วยเครื่อง Solvent Cleaning ทั้งหมด

(ค) ทางเลือกที่ 3 การล้างโดย Suppliers

เงื่อนไขสำหรับทางเลือกที่ 3 คือ จะกำหนดให้มีการล้างชิ้นส่วนย่อยทุกชิ้นจาก Suppliers เพื่อให้ได้ค่า LPC ตามข้อกำหนดสำหรับชิ้นส่วนที่ต้องใช้ใน Clean room(Clean room ready parts) ซึ่งโรงงานตัวอย่างจะมีหน้าที่ในการตรวจเช็คค่า LPC ของชิ้นส่วนย่อยว่าได้ตามสเปคที่กำหนดหรือไม่ หากไม่ได้ตามสเปคก็จะส่งงานกลับคืนให้ Suppliers ทำการปรับปรุง ซึ่งทางเลือกนี้อาจจะต้องเพิ่มราคาของชิ้นส่วนย่อยเพราะ Suppliers จะต้องหันไปลงทุนกับกระบวนการล้างเพิ่มเติมซึ่งค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง



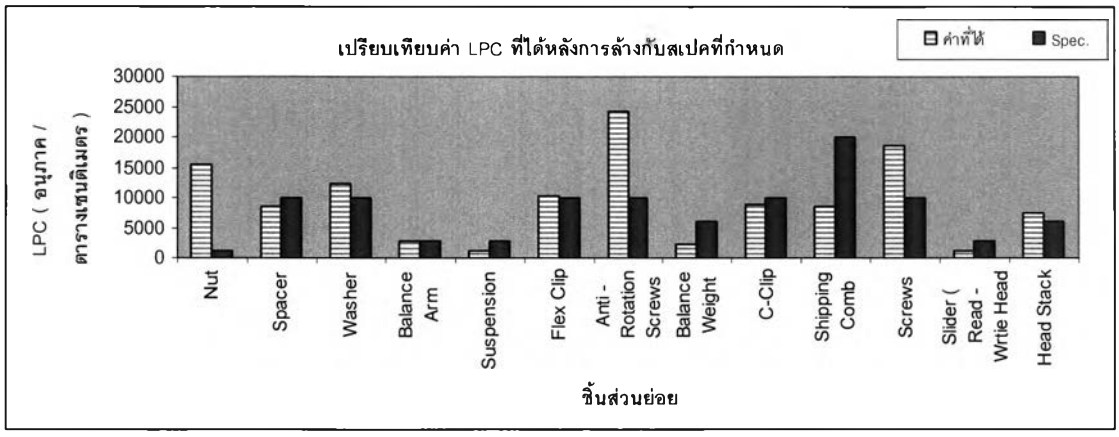
ภาพที่ 5.4 ทุกชิ้นส่วนย่อยล้างโดย Suppliers

ค่า LPC สำหรับชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน-เขียนของผลิตภัณฑ์ Scorpio ในปัจจุบันแสดงได้ดังนี้

เงื่อนไขร่วมกันระหว่าง 3 ทางเลือก คือ จะใช้ค่า LPC ของชิ้นส่วนย่อยที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการของโรงงานตัวอย่างเป็นค่าอ้างอิง ซึ่งปกติจะไม่มีการนำมาทดสอบบ่อยครั้งนักเนื่องจากเสียค่าใช้ในการทดสอบค่อนข้างสูง และเพื่อตัดตัวแปรที่อาจเกิดจากความไม่ซื่อสัตย์ในการเตรียมตัวอย่างในการทดสอบของ Suppliers แต่ละราย ดังนั้นจึงได้มีการสุ่มตัวอย่างชิ้นส่วนย่อยจาก Store มาเพื่อทำการทดสอบค่า LPC เพื่อเป็นค่าอ้างอิง และจะทำการสุ่มตัวอย่างอีกครั้งจากกลุ่มประชากรเดียวกันของชิ้นส่วนย่อยเพื่อนำมาใช้ในการทดลองสำหรับทั้ง 3 ทางเลือกต่อไป

ตารางที่ 5.1 ค่า LPC สำหรับชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน-เขียนของผลิตภัณฑ์ Scorpio 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



ภาพที่ 5.5 กราฟเปรียบเทียบค่า LPC ที่ได้หลังการล้างชิ้นส่วนย่อยกับสเปคที่กำหนด

จากตารางที่ 5.1 และภาพที่ 5.5 จะเห็นได้ว่าค่า L P C ของชิ้นส่วนย่อยทั้งที่ล้างโดย Suppliers หรือ ล้างด้วยเครื่องล้างภายในโรงงานเองมีหลายชิ้นส่วนที่มีค่ามากกว่าสเปคที่กำหนด ซึ่งส่งผลให้ชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปไม่ได้ตามสเปคที่ต้องการด้วย ดังนั้นจึงมีการทดลองหาค่า L P C ของชิ้นส่วนย่อยแต่ละชิ้นส่วนรวมไปถึงชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนสำเร็จรูปที่ได้จากทั้ง 3 ทางเลือกที่สนใจ เพื่อเปรียบเทียบกับค่า L P C ที่ได้จากกระบวนการทำความสะอาดในปัจจุบัน

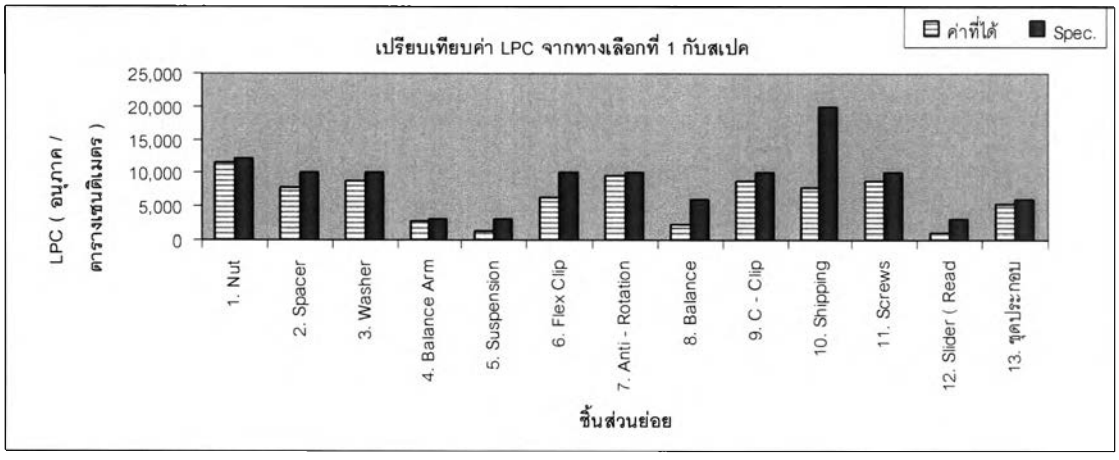
5.2 ผลการทดลองหาค่า LPC จาก 3 ทางเลือกในการปรับปรุงกระบวนการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อย

จากทางเลือกทั้ง 3 ทางในขั้นต้นได้มีการทดลองเพื่อหาค่า LPC จากทุกทางเลือกเปรียบเทียบค่า LPC ที่ได้จากกระบวนการล้างชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์รุ่น Scorpio ได้ดังต่อไปนี้

5.2.1 **ทางเลือกที่** 1 การล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Aqueous หรือ Solvent

ตารางที่ 5.2 ค่า LPC สำหรับชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน- เขียนจากทางเลือกที่ 1

ชิ้นส่วน	การทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อย					LPC (จำนวนอนุภาค / ตารางเซนติเมตร)	
	ล้างโดย Suppliers		ล้างเองในโรงงาน		ไม่ล้าง		
	Aqueous System	Solvent System	Aqueous System	Solvent System		ค่าที่ได้	Spec.
1. Nut				Yes		11,503	12,000
2. Spacer			Yes			7,953	10,000
3. Washer				Yes		8,765	10,000
4. Balance Arm	Yes					2,654	3,000
5. Suspension	Yes					1,206	3,000
6. Flex Clip			Yes			6,230	10,000
7. Anti - Rotation Screws				Yes		9,654	10,000
8. Balance Weight			Yes			2,154	6,000
9. C - Clip			Yes			8,900	10,000
10. Shipping Comb			Yes			7,765	20,000
11. Screws				Yes		8,863	10,000
12. Slider (Read - Write Head)		Yes				890	3,000
13. ชุดประกอบหัวอ่าน - เขียนสำเร็จรูป				Yes		5,230	6,000



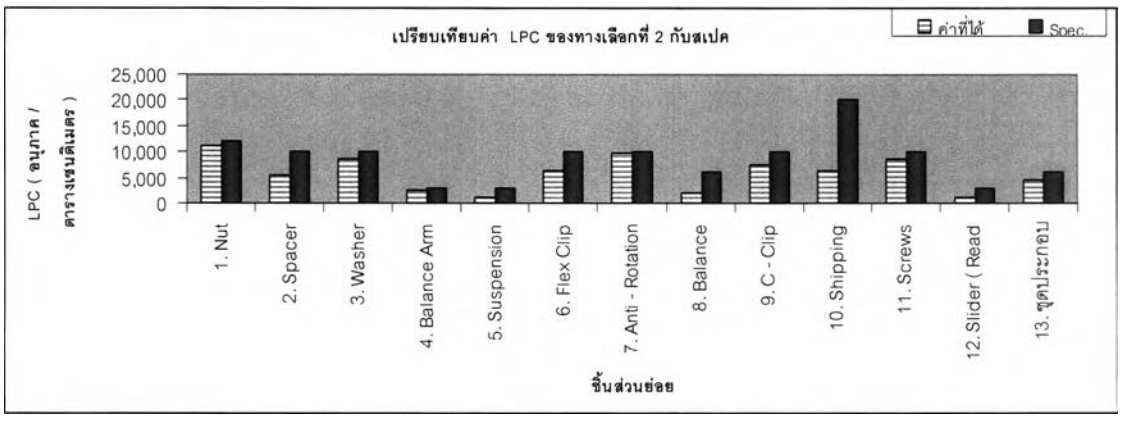
ภาพที่ 5.6 กราฟเปรียบเทียบค่า LPC ที่ได้หลังการล้างชิ้นส่วนย่อยด้วยทางเลือกที่ 1 กับสเปคที่กำหนด

จากตารางที่ 5.2 และ ภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่าการยกเลิกการไม่ล้างชิ้นส่วนย่อย คือ การนำ Flex – clip และ C – Clip มาล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Aqueous cleaning ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้สำหรับล้างชิ้นส่วนย่อยชนิดอื่น ๆ อยู่แล้วในโรงงานตัวอย่าง และการนำชิ้นส่วนย่อยบางชนิดซึ่งเดิมทำการล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Aqueous cleaning และได้ค่า LPC มากกว่าสเปคมาล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent cleaning ทำให้ค่า LPC ของชิ้นส่วนย่อยทุกชนิดได้ตามสเปคที่กำหนด และท้ายที่สุดค่า LPC ของชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนก็ได้ตามที่สเปคกำหนด คือ เท่ากับ 5,230 อนุภาคต่อตารางเซนติเมตร

5.2.2 **ทางเลือกที่** 2 การล้างด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent เท่านั้น

ตารางที่ 5.3 ค่า LPC สำหรับชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน- เขียนจากทางเลือกที่ 2

ชิ้นส่วน	การทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อย					LPC (จำนวนอนุภาค / ตารางเซนติเมตร)	
	ล้างโดย Suppliers		ล้างเองในโรงงาน		ไม่ล้าง		
	Aqueous System	Solvent System	Aqueous System	Solvent System		ค่าที่ได้	Spec.
1. Nut				Yes		11,230	12,000
2. Spacer				Yes		5,430	10,000
3. Washer				Yes		8,654	10,000
4. Balance Arm	Yes					2,531	3,000
5. Suspension	Yes					1,054	3,000
6. Flex Clip				Yes		6,314	10,000
7. Anti - Rotation Screws				Yes		9,765	10,000
8. Balance Weight				Yes		2,130	6,000
9. C - Clip				Yes		7,545	10,000
10. Shipping Comb				Yes		6,456	20,000
11. Screws				Yes		8,755	10,000
12. Slider (Read - Write Head)		Yes				1,020	3,000
13. ชุดประกอบหัวอ่าน - เขียนสำเร็จรูป				Yes		4,563	6,000



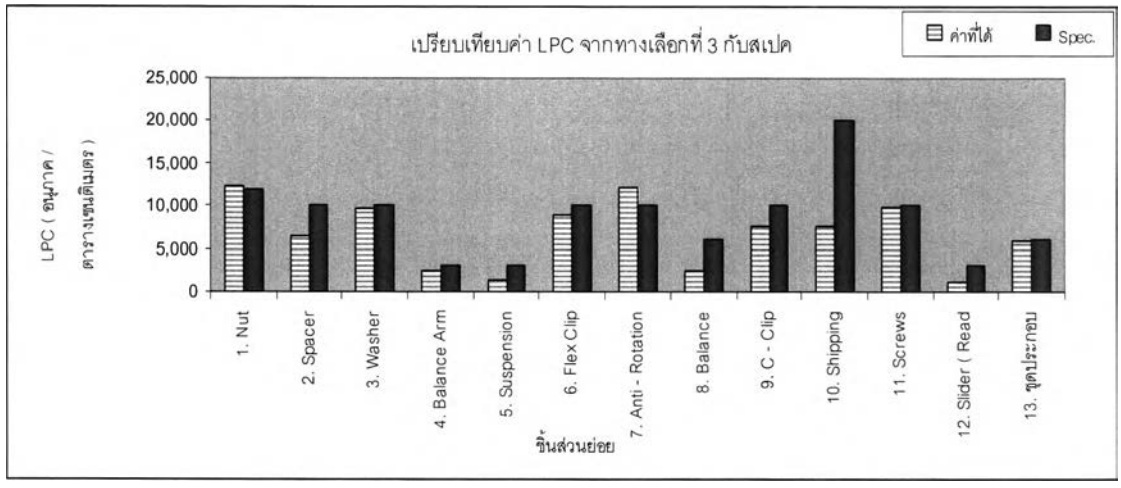
ภาพที่ 5.7 กราฟเปรียบเทียบค่า LPC ที่ได้หลังการล้างชิ้นส่วนย่อยด้วยทางเลือกที่ 2 กับสเปคที่กำหนด

จากตารางที่ 5.3 และ ภาพที่ 5.7 จะเห็นได้ว่าการล้างชิ้นส่วนย่อยทุกชนิดที่ยังไม่ผ่านการล้างโดย Suppliers ด้วยเครื่องล้างระบบ Solvent Cleaning ในโรงงานตัวอย่าง จะเห็นได้ว่า ค่า LPC ของชิ้นส่วนย่อยแต่ละชิ้นส่วนมีค่า LPC ที่ต่ำกว่าสเปค ซึ่งกล่าวได้ว่าชิ้นส่วนย่อยเหล่านั้นมีความสะอาดเป็นที่ยอมรับได้ และเมื่อนำชิ้นส่วนย่อยเหล่านี้ไปประกอบเป็นชุดหัวอ่าน – เขียน ก็ส่งผลให้ค่า LPC ของชุดประกอบหัวอ่าน – เขียนได้ตามที่สเปคกำหนด คือ ค่า LPC เท่ากับ 4,563 อนุภาคต่อตารางเซนติเมตร

5.2.3 **ทางเลือกที่** 3 การล้างโดย Suppliers

ตารางที่ 5.4 ค่า LPC สำหรับชิ้นส่วนย่อยและชุดหัวอ่าน- เขียนจากทางเลือกที่ 3

ชิ้นส่วน	การทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อย					LPC (จำนวนอนุภาค / ตารางเซนติเมตร)	
	ล้างโดย Suppliers		ล้างเองในโรงงาน		ไม่ล้าง		
	Aqueous System	Solvent System	Aqueous System	Solvent System		ค่าที่ได้	Spec.
1. Nut		Yes				12,230	12,000
2. Spacer		Yes				6,430	10,000
3. Washer		Yes				9,654	10,000
4. Balance Arm	Yes					2,431	3,000
5. Suspension	Yes					1,312	3,000
6. Flex Clip	Yes					8,921	10,000
7. Anti - Rotation Screws	Yes					12,105	10,000
8. Balance Weight	Yes					2,518	6,000
9. C - Clip	Yes					7,545	10,000
10. Shipping Comb	Yes					7,655	20,000
11. Screws	Yes					9,832	10,000
12. Slider (Read - Write Head)		Yes				1,154	3,000
13. ชุดประกอบหัวอ่าน - เขียนสำเร็จรูป				Yes		5,964	6,000



ภาพที่ 5.8 กราฟเปรียบเทียบค่า LPC ที่ได้หลังการล้างชิ้นส่วนย่อยด้วยทางเลือกที่ 3 กับสเปคที่กำหนด

จากตารางที่ 5.4 และ ภาพที่ 5.8 จะเห็นได้ว่าการล้างชิ้นส่วนย่อยทุกชนิดโดย Suppliers จะได้ค่า LPC ของชิ้นส่วนย่อยมากกว่าสเปคบ้างและน้อยกว่าสเปคบ้าง และเมื่อนำชิ้นส่วนย่อยเหล่านั้นมาประกอบเป็นชุดประกอบหัวอ่าน – เขียน จะพบว่าค่าLPC ของชุดประกอบหัวอ่าน - เขียน มีค่าใกล้เคียงกับสเปคมาก คือ 5,964 อนุภาคต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งถือว่ามีโอกาสสูงที่ค่า LPC จะมากกว่าสเปค ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าแต่ละ Suppliers มีวิธีการทำความสะอาดชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะใช้เครื่องล้างประเภทเดียวกัน นั่นคือ บาง Suppliers จะใช้เครื่องล้างระบบ Aqueous System และบาง Suppliers ก็ใช้เครื่องล้างระบบ Solvent System ทำให้ยากแก่การควบคุมและติดตามว่าแต่ละ Suppliers มีความน่าเชื่อถือได้ในการทำความสะอาดชิ้นส่วนย่อยแต่ละล็อตด้วยประสิทธิภาพเท่าเดิมหรือไม่