

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

หลังจากทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลตามขั้นตอนและขอบเขตการทำวิจัยดังกล่าวไว้ในบทที่ 3 ในบทนี้เป็นการแสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการประเมินวัฏจักรชีวิต โดยทำการแบ่งการแสดงผลออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ 1) การจัดทำบัญชีรายการซึ่งประกอบไปด้วยการแสดงผลของสารขาเข้าและสารขาออกในแต่ละขั้นตอน โดยจะแสดงทั้งรูปแบบชนิดและปริมาณของข้อมูล 2) การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้จากการประเมินวัฏจักรชีวิตของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ 3) การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ในขั้นตอนต่าง ๆ ของวัฏจักรชีวิต ในแต่ละส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และฐานข้อมูลต่างประเทศ 4) การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของข้อมูล และ 5) การวิเคราะห์ความไวของปัจจัยต่าง ๆ โดยผลการศึกษาทั้งหมดมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Life Cycle Inventory Analysis)

การจัดทำบัญชีรายการทำให้ทราบถึงข้อมูลในแต่ละขั้นตอนตลอดวัฏจักรชีวิตของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยแสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่เข้าสู่กระบวนการ (Input) และปัจจัยที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ (Output) ซึ่งจะแสดงทั้งชนิดและปริมาณของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทรัพยากรพลังงาน ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์พลอยได้ ขยะ ของเสีย และมลพิษต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลในการจัดทำบัญชีรายการส่วนหนึ่งได้จากการเก็บข้อมูลจริงจากกระบวนการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์บางส่วนได้จากการอ้างอิงข้อมูลจากผู้ที่ได้ทำการศึกษาไว้แล้ว เนื่องจากบางข้อมูลต้องอาศัยวิธีการและเครื่องมือที่ซับซ้อน เป็นผลให้ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์เป็นระยะเวลาอันยาวนาน อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายสูง ซึ่งการอ้างอิงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลอื่นนั้นสามารถแก้ปัญหาในส่วนนี้ได้

จากที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 การศึกษาวิจัยนี้ได้แบ่งการประเมินวัฏจักรชีวิตของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ออกเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบในการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขั้นตอนการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขั้นตอนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขั้นตอนการขนส่ง ขั้นตอนการใช้งาน และขั้นตอนการกำจัดขยะและของเสีย ซึ่งบัญชีรายการในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 บัญชีรายการในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบในการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลวัตถุดิบในการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟทั้งหมด 13 ส่วนประกอบ สามารถแสดงรายละเอียดดังตาราง 4.1-4.13

ตาราง 4.1 วัตถุดิบในการผลิต Breather filter

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. เส้นใยฝ้าย	8.13E-05	3. สารดูดความชื้น	8.13E-05
2. กระดาษ	8.13E-05	4. PP	8.13E-05

ตาราง 4.2 วัตถุดิบในการผลิต Crash stop

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. เม็ดพลาสติก	2.35E-04	12. กระดาษถูกฟูก	1.51E-05
2. สารช่วยชำระล้าง	1.08E-06	13. แอลกอฮอล์	2.55E-06
3. สารทำความสะอาดวัสดุ	1.35E-06	14. ยางสังเคราะห์	1.42E-06
4. สารดูดความชื้น	2.69E-07	15. เส้นใยฝ้าย	1.53E-08
5. โซดาไฟ	1.45E-06	16. ไม้	6.14E-08
6. เกลือแกง	1.47E-05	17. ฝ้ายทำความสะอาด	3.93E-07
7. สารป้องกันตะกรัน	3.88E-07	18. ไบมีด	1.56E-08
8. น้ำหล่อเย็น	7.18E-04	19. PVC	5.72E-07
9. จารบี	3.78E-08	20. BOPP	8.92E-08
10. น้ำมันหล่อลื่น	1.18E-06	21. น้ำประปา	2.33E-02
11. LDPE	7.19E-06	22. น้ำมันดีเซล (ผลิต)	1.85E-07

ตาราง 4.3 วัตถุดิบในการผลิต Glass disk substrate

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. แผ่นแก้ว	1.09E-02	15. ไนโตรเจน	2.34E-07
2. ผงขัดขอบ	6.09E-05	16. น้ำยาล้างแผ่นแก้วชนิดที่ 1	1.17E-04
3. ผงขัดชิ้นงาน	9.34E-03	17. น้ำยาล้างแผ่นแก้วชนิดที่ 2	2.99E-05
4. น้ำยาล้างชนิดที่ 1	2.30E-03	18. น้ำยาล้างแผ่นแก้วชนิดที่ 3	9.52E-06
5. น้ำยาล้างชนิดที่ 2	1.16E-06	19. น้ำยาล้างแผ่นแก้วชนิดที่ 4	1.56E-03

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
6. น้ำยาดัดชนิดที่ 3	1.94E-04	20. น้ำยาล้างแผ่นแก้วชนิดที่ 5	1.15E-04
7. น้ำยาดัดชนิดที่ 4	3.00E-04	21. น้ำยาล้างแผ่นแก้วชนิดที่ 6	1.15E-03
8. น้ำยาดัดชนิดที่ 5	3.35E-05	22. น้ำยาล้างแผ่นแก้วชนิดที่ 7	1.13E-04
9. น้ำยาดัดชนิดที่ 6	2.99E-05	23. กรดกำมะถัน	9.12E-06
10. น้ำยาดัดชนิดที่ 7	1.63E-04	24. PP	2.34E-04
11. แผ่นรองแก้ว	1.28E-04	25. ยางสังเคราะห์	6.96E-04
12. น้ำหล่อเย็น	1.61E-05	26. กระจกยกลูกฟูก	1.40E-05
13. น้ำยาช่วยชำระล้าง	1.11E-05	27. น้ำประปา	3.90E+01
14. แอลกอฮอล์	1.02E-02	28. ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ผลิต)	5.15E-03

ตาราง 4.4 วัตถุดิบในการผลิต Head stack arm

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. อะลูมิเนียม	1.52E-03	3. ทองเหลือง	3.89E-05
2. เหล็กกล้าไร้สนิม	3.89E-04		

ตาราง 4.5 วัตถุดิบในการผลิต Head stack flex circuit

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. แผงวงจรแบบอ่อน	4.56E-04	17. LDPE	3.50E-04
2. แอลกอฮอล์	3.27E-04	18. ตัวเก็บประจุ	8.98E-06
3. ตะกั่วเปียก	4.00E-05	19. ตัวต้านทาน	8.98E-06
4. น้ำยาประสาน	1.62E-06	20. ตัวขยายสัญญาณ	8.98E-06
5. ไนโตรเจน	3.34E-02	21. วงจรรวม	4.74E-04
6. กาวติดวงจรรวม	8.10E-06	22. น้ำมันหล่อลื่น	8.39E-07
7. จารบี	3.55E-07	23. กาว	7.23E-07
8. น้ำมันหล่อลื่นเครื่องติดกาว	2.44E-09	24. ยางสังเคราะห์	1.03E-04
9. น้ำยาบำรุงเครื่องวาง	2.56E-08	25. ผ้าทำความสะอาด	3.51E-05
10. น้ำยาบำรุงเครื่องอบ	2.85E-06	26. อะลูมิเนียม	1.42E-06
11. น้ำยาหล่อลื่นเครื่องอบ	4.64E-07	27. PP	2.73E-05
12. น้ำยาล้างเครื่องอบ	2.73E-06	28. PU (ชนิดแข็ง)	2.61E-05

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
13. สารป้องกันตะกรัน	4.75E-04	29. PVC	5.57E-07
14. โซดาไฟ	3.70E-05	30. PPS	1.17E-08
15. เกลือแกง	6.04E-05	31. PET	6.60E-06
16. สารปรับสภาพน้ำ	2.62E-04	32. น้ำประปา	4.82E-01

ตาราง 4.6 วัตถุดิบในการผลิต Latch

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. เม็ดพลาสติกชนิดที่ 1	2.69E-04	11. แอลกอฮอล์	1.44E-06
2. เม็ดพลาสติกชนิดที่ 2	2.69E-04	12. APET	7.20E-03
3. เหล็กกล้าไร้สนิม	1.35E-05	13. LDPE	4.40E-05
4. สารช่วยชำระล้าง	1.73E-06	14. PVC	6.78E-06
5. เกลือแกง	4.56E-04	15. กระดาษลูกฟูก	1.28E-04
6. สารป้องกันตะกรัน	2.85E-06	16. BOPP	6.69E-07
7. น้ำหล่อเย็น	7.61E-04	17. เส้นใยฝ้าย	1.35E-08
8. จารบี	4.74E-08	18. ไม้	5.40E-08
9. น้ำมันหล่อลื่น	5.29E-06	19. น้ำประปา	3.91E-07
10. ยางสังเคราะห์	6.00E-06	20. น้ำมันดีเซล (ผลิต)	3.19E-01

ตาราง 4.7 วัตถุดิบในการผลิต Motor base

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. เหล็กกล้าไร้สนิม (แท่ง)	5.56E-03	28. น้ำยาปรับสภาพชนิดที่ 5	1.33E-04
2. เหล็กกล้าไร้สนิม (แผ่น)	3.78E-05	29. น้ำยาป้องกันการกัดกร่อน	1.29E-06
3. ทองแดง	1.55E-03	30. สารป้องกันตะกรัน	3.45E-06
4. สังกะสี	3.11E-04	31. โซดาไฟ	1.46E-06
5. แม่เหล็ก	1.24E-03	32. เกลือแกง	1.73E-04
6. น้ำมันหล่อลื่น	1.43E-05	33. สารช่วยชำระล้าง (ชนิดข้น)	1.63E-07
7. กาวติดชุดขดลวด	1.30E-05	34. จารบี	3.39E-08
8. กาวติดฝาปิด	2.30E-06	35. ยางธรรมชาติ	6.21E-07
9. สารช่วยชำระล้าง (ชนิดปกติ)	2.76E-04	36. PVC	2.80E-05

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
10. กาวติดปลอกหุ้ม	4.30E-06	37. ผงหมึกพิมพ์	6.73E-06
11. อะลูมิเนียม	3.34E-02	38. LLDPE	3.37E-07
12. PBT	6.53E-06	39. APET	1.64E-03
13. แผงวงจรแบบอ่อน	1.91E-04	40. กระดาษลูกฟูก	1.12E-03
14. ฉนวนป้องกัน	3.72E-04	41. ไม้	3.13E-03
15. เหล็ก	9.75E-04	42. LDPE	1.43E-03
16. กระดาษ	1.20E-04	43. PPS	8.35E-08
17. ลวดตะกั่ว	1.87E-04	44. EPR	1.23E-08
18. ตัวนำไฟฟ้า	1.30E-06	45. ลวดตะกั่ว (ชนิดบาง)	5.14E-06
19. กาวติดชุดมอเตอร์	2.40E-06	46. หัวแร้ง	2.56E-06
20. PET	7.00E-05	47. ไนลอน	2.22E-07
21. แอลกอฮอล์	2.42E-03	48. ยางสังเคราะห์	3.26E-04
22. น้ำยาทำความสะอาด	3.45E-03	49. PP	7.33E-05
23. กาวติดฐาน	5.20E-05	50. PU (ชนิดแข็ง)	4.26E-07
24. น้ำยาปรับสภาพชนิดที่ 1	5.14E-06	51. PU (ชนิดอ่อน)	9.53E-06
25. น้ำยาปรับสภาพชนิดที่ 2	6.43E-06	52. น้ำประปา	3.45E-01
26. น้ำยาปรับสภาพชนิดที่ 3	9.00E-06	53. ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ผลิต)	4.88E-05
27. น้ำยาปรับสภาพชนิดที่ 4	1.09E-05		

ตาราง 4.8 วัตถุดิบในการผลิต PCBA

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. แผ่นวงจรพิมพ์	1.02E-02	22. PVC	1.16E-05
2. ตะกั่วเปียก	2.50E-04	23. ยางผสม	1.20E-07
3. ตัวเชื่อมสัญญาณ	1.65E-03	24. กระดาษ	1.57E-04
4. แอลกอฮอล์	9.20E-05	25. EVA	3.37E-07
5. จารบี	9.09E-07	26. PP	9.46E-06
6. ตัวเก็บประจุ	2.11E-03	27. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง	1.97E-07
7. ตัวควบคุมสัญญาณ	2.11E-03	28. เส้นใยฝ้าย	3.30E-05
8. ตัวต้านทาน	2.11E-03	29. ไม้	2.86E-03

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
9. ตัวขยายสัญญาณ	2.11E-03	30. หัวแร้ง	1.03E-07
10. วงจรรวม	7.93E-04	31. ไนลอน	4.84E-05
11. น้ำยาทำความสะอาด	1.76E-06	32. LLDPE	6.25E-05
12. ลวดตะกั่ว	1.27E-07	33. กระดาษลูกฟูก	1.47E-04
13. น้ำยาประสาน	4.38E-06	34. ใบบิ้น	7.79E-07
14. ตะกั่วแท่ง	6.55E-07	35. ไนลอนผสม	2.74E-06
15. น้ำยาช่วยตัด	1.75E-07	36. เหล็กกล้าไร้สนิม (แท่ง)	6.51E-08
16. น้ำมันหล่อลื่น	2.78E-09	37. ไนลอนแข็ง	4.84E-09
17. อะลูมิเนียม	1.01E-06	38. LDPE	7.58E-06
18. ยางสังเคราะห์	3.53E-05	39. ทองแดง	1.15E-06
19. PTFE	6.22E-06	40. สังกะสี	4.23E-06
20. ยางลาเทค	3.41E-06	41. PU (ชนิดอ่อน)	1.18E-07
21. PET	4.57E-05	42. น้ำปราศจากไอออน	4.36E-05

ตาราง 4.9 วัตถุดิบในการผลิต Ramp

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. เม็ดพลาสติกชนิดที่ 1	6.81E-04	9. LDPE	1.01E-05
2. เม็ดพลาสติกชนิดที่ 2	9.73E-04	10. PVC	1.28E-07
3. น้ำหล่อเย็น	1.54E-03	11. กระดาษลูกฟูก	6.54E-05
4. จารบี	9.11E-08	12. BOPP	3.10E-07
5. น้ำมันหล่อลื่น	3.72E-05	13. เส้นใยฝ้าย	5.19E-08
6. ยางสังเคราะห์	2.40E-05	14. ไม้	2.07E-07
7. แอลกอฮอล์	1.10E-05	15. น้ำมันดีเซล (ผลิต)	7.94E-07
8. PC	4.69E-04		

ตาราง 4.10 วัตถุดิบในการผลิต Recirculation filter

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. เส้นใยฝ้าย	2.27E-05	3. PP	2.27E-05
2. กระดาษ	2.27E-05		

ตาราง 4.11 วัตถุดิบในการผลิต Suspension

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. เหล็กกล้าไร้สนิม	6.29E-05	15. ยางสังเคราะห์	1.02E-05
2. แผงวงจรแบบอ่อน	2.33E-06	16. เส้นใยฝ้าย	1.34E-05
3. ทองแดง	1.86E-06	17. กระดาษ	1.20E-04
4. สารช่วยชำระล้างชนิดที่ 1	1.15E-05	18. น้ำยาทำความสะอาด	2.44E-07
5. สารช่วยชำระล้างชนิดที่ 2	1.08E-05	19. ยางธรรมชาติ	1.78E-04
6. สารช่วยชำระล้างชนิดที่ 3	1.72E-05	20. PVC	4.43E-04
7. แอลกอฮอล์	2.27E-05	21. PP	3.90E-04
8. ไนโตรเจน	4.23E-03	22. PU (ชนิดอ่อน)	6.86E-05
9. น้ำยาป้องกันไฟฟ้าสถิต	1.45E-07	23. PET	9.83E-04
10. สารปรับสภาพน้ำ	2.87E-06	24. LDPE	1.60E-04
11. โซดาไฟ	1.11E-05	25. กระดาษลูกฟูก	6.33E-04
12. สารป้องกันตะกรัน	8.03E-06	26. น้ำประปา	5.63E-01
13. เกลือแกง	1.11E-04	27. น้ำมันดีเซล (ผลิต)	8.48E-06
14. ฝ้ายทำความสะอาด	1.43E-05		

ตาราง 4.12 วัตถุดิบในการผลิต Top cover

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. เหล็กกล้าไร้สนิม	2.55E-02	17. คลอรีนน้ำ	3.05E-03
2. น้ำมัน	3.09E-04	18. เกลือแกง	4.82E-03
3. สารช่วยล้างชั้นต้นชนิดที่ 1	1.17E-03	19. LDPE	6.73E-04
4. สารช่วยล้างชั้นต้นชนิดที่ 2	2.74E-03	20. กระดาษลูกฟูก	3.35E-03
5. สารช่วยล้างชั้นต้นชนิดที่ 3	5.14E-03	21. PET	3.22E-03
6. แอลกอฮอล์	1.20E-04	22. PVC	6.18E-05
7. กาวติดขอบ	8.81E-04	23. ไม้	2.29E-02
8. สารช่วยล้างชั้นสุดท้าย	4.65E-05	24. ยางสังเคราะห์	2.65E-04
9. กรดไนตริก	5.86E-03	25. PP	5.26E-05
10. สารปรับสภาพน้ำ	3.92E-06	26. ไนลอน	3.01E-05
11. PACL	4.08E-03	27. ฝ้ายทำความสะอาด	2.10E-04

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
12. ปูนขาว	1.94E-03	28. LLDPE	7.01E-05
13. โซดาไฟ	1.76E-03	29. เส้นใยฝ้าย	1.32E-04
14. สารปรับแต่งคุณภาพ	1.23E-05	30. กระดาษ	1.87E-06
15. กรดเกลือ	5.69E-04	31. น้ำประปา	6.39E+00
16. สารป้องกันตะกรัน	1.64E-04	32. ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ผลิต)	1.50E-03

ตาราง 4.13 วัตถุดิบในการผลิต VCM Coil

รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)	รายการวัตถุดิบ	ปริมาณ (kg)
1. ขดลวด	4.34E-04	11. น้ำยาทำความสะอาด	1.78E-06
2. แอลกอฮอล์	5.13E-06	12. น้ำยาเช็ดงาน	8.56E-05
3. น้ำยาประสาน	3.03E-06	13. ยางสังเคราะห์	4.71E-06
4. น้ำยาเคลือบทองแดง	1.70E-06	14. PP	1.54E-06
5. กาวติดงาน	5.34E-06	15. PU (ชนิดแข็ง)	6.02E-08
6. ตะกั่วแท่ง	1.67E-05	16. ผ้าทำความสะอาด	1.59E-06
7. สารช่วยล้างชั้นดิน	1.52E-06	17. HDPE	1.04E-04
8. สารปรับสภาพน้ำ	8.91E-06	18. PPS	1.53E-08
9. โซดาไฟ	1.81E-05	19. ยางธรรมชาติ	2.57E-05
10. สารป้องกันตะกรัน	8.91E-06	20. น้ำประปา	4.03E-01

การศึกษาวิจัยในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบในการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลภายในโรงงานผลิตจำนวน 10 ส่วนประกอบ ได้แก่ Crash stop, Glass disk substrate, Head stack flex circuit, Latch, Motor base, PCBA, Ramp, Suspension, Top cover และ VCM Coil สำหรับอีก 3 ส่วนประกอบที่เหลือ ได้แก่ Breather filter, Head stack arm และ Recirculation filter มีข้อจำกัดในด้านการขอความอนุเคราะห์ข้อมูลภายในโรงงาน ทำให้ข้อมูลสำหรับการผลิตส่วนประกอบกลุ่มนี้มีเฉพาะวัตถุดิบทางตรงที่เป็นส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ โดยข้อมูลดังกล่าวผ่านการวิเคราะห์หาปริมาณวัตถุดิบที่ใช้สุทธิต่อการผลิตหนึ่งหน่วยการทำงาน ซึ่งการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้จะวิเคราะห์หาปริมาณวัตถุดิบในการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และอาศัยฐานข้อมูลในการผลิตวัตถุดิบจากฐานข้อมูลต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข และ

วิเคราะห์หาสารออกจากระบบ ซึ่งสารออกจากระบบจะสนใจเฉพาะก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตวัตถุดิบเท่านั้นตามขอบเขตที่ศึกษา

4.1.2 บัญชีรายการในขั้นตอนการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

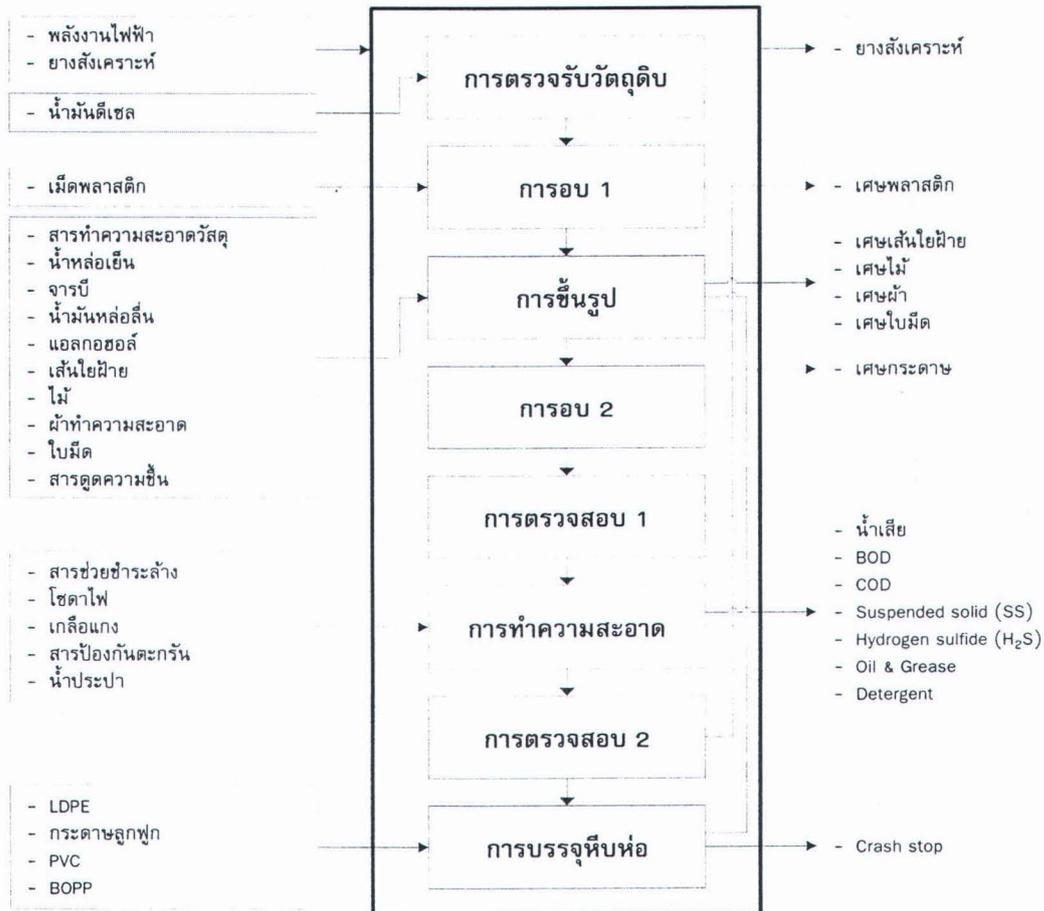
การผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ทั้งหมด 10 ส่วนประกอบ ได้แก่ Crash stop, Glass disk substrate, Head stack flex circuit, Latch, Motor base, PCBA, Ramp, Suspension, Top cover และ VCM Coil ยกเว้นเพียง 3 ส่วนประกอบ ได้แก่ Breather filter, Head stack arm และ Recirculation filter ที่มีข้อจำกัดในด้านการขอความอนุเคราะห์ข้อมูล ทำให้ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับการผลิต ในแต่ละส่วนประกอบข้างต้นมีกระบวนการผลิตแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต มีรายละเอียดของกระบวนการผลิตดังนี้

4.1.2.1 Crash stop

กระบวนการผลิตของโรงงานดังรูป 4.1 เริ่มจากการตรวจรับวัตถุดิบทุกชนิดที่เข้ามาภายในโรงงานให้ตรงตามคุณภาพและปริมาณ จากนั้นทำการอบวัตถุดิบหลักของส่วนประกอบเพื่อไล่ความชื้นออกให้หมด แล้วนำวัตถุดิบเข้าเครื่องขึ้นรูปพลาสติก ต่อมานำชิ้นงานที่ได้เข้าเครื่องอบเพื่อรักษารูปร่างให้ได้ตามคุณลักษณะ จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพ แล้วส่งไปยังเครื่องล้างเพื่อทำความสะอาดชิ้นงาน ต่อมาทำการตรวจสอบคุณภาพครั้งสุดท้ายก่อนนำไปบรรจุหีบห่อเพื่อส่งให้กับลูกค้าต่อไป โดยมีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการดังตาราง 4.14

ตาราง 4.14 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Crash stop

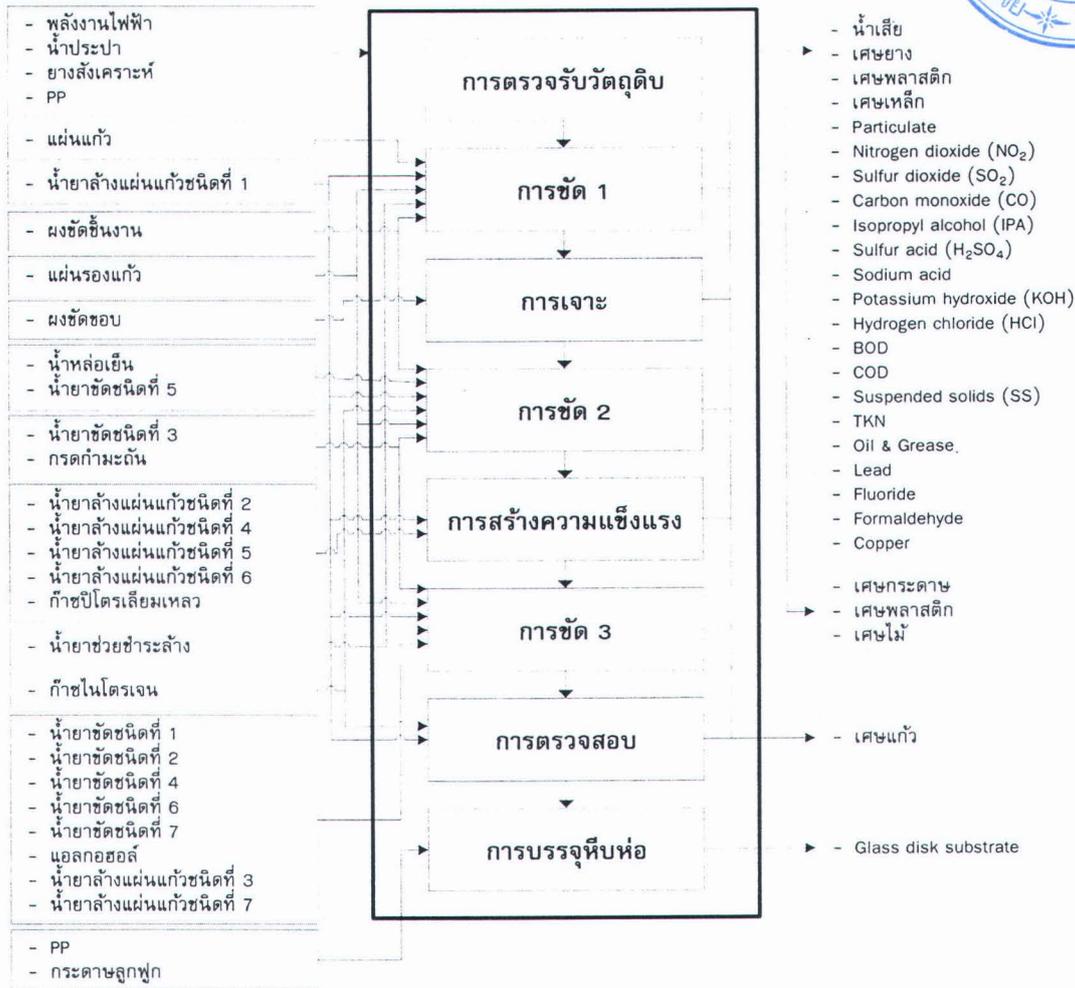
กระบวนการผลิต Crash stop		
สารขาเข้า	พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า 1.64E-02 kWh
	เชื้อเพลิง	น้ำมันดีเซล 1.85E-07 kg
สารขาออก	ขยะและของเสีย	พลาสติก ยาง ผ้า ไม้ กระดาษ เหล็ก
	มลพิษทางอากาศ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าและน้ำมันดีเซล H ₂ S
	มลพิษทางน้ำ	น้ำเสีย SS, Oil & Grease, BOD, COD, Detergent



รูป 4.1 รายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Crash stop

4.1.2.2 Glass disk substrate

กระบวนการผลิตของโรงงานดังรูป 4.2 เริ่มจากการตรวจรับวัตถุดิบทุกชนิดที่เข้ามาภายในโรงงานให้ตรงตามคุณภาพและปริมาณ จากนั้นนำวัตถุดิบหลักมาขัดผิวให้เรียบ แล้วทำการเจาะรูพร้อมกับการตกแต่งขอบชิ้นงาน ต่อมาทำการขัดผิวชิ้นงานอีกครั้งจนชิ้นงานมีลักษณะพื้นผิวที่ใสและมันเงา จากนั้นสร้างความแข็งแรงให้ชิ้นงานมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ โดยใช้สารเคมี แล้วขัดผิวชิ้นงานเป็นครั้งสุดท้ายก่อนที่จะส่งไปยังเครื่องล้างเพื่อทำความสะอาด ต่อมาทำการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานให้ตรงตามคุณลักษณะ จากนั้นทำการบรรจุหีบห่อพร้อมกับการเก็บรักษาเพื่อส่งให้กับลูกค้าต่อไป โดยมีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการดังตาราง 4.15



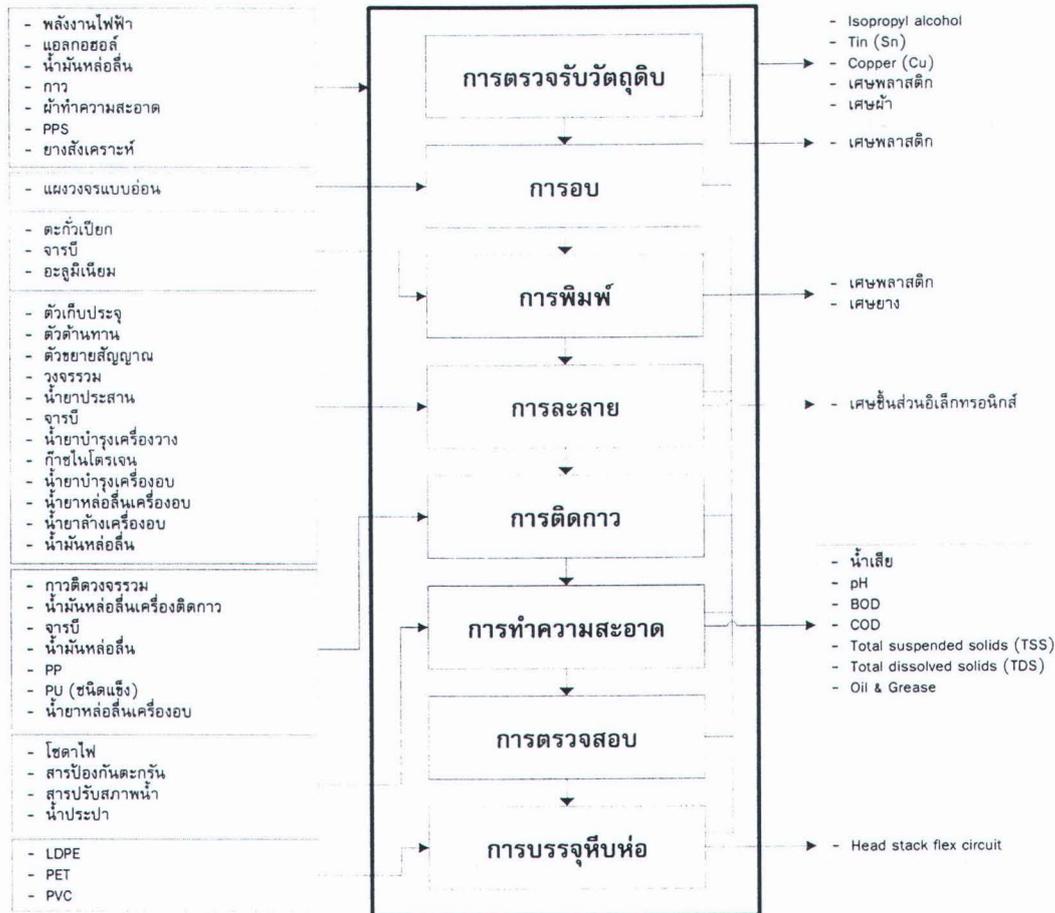
รูป 4.2 รายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Glass disk substrate

ตาราง 4.15 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Glass disk substrate

กระบวนการผลิต Glass disk substrate		
สารขาเข้า	พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า 7.50E-01 kWh
	เชื้อเพลิง	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 5.15E-03 kg
สารขาออก	ขยะและของเสีย	แก้ว เหล็ก ยาง กระดาษ พลาสติก ไม้
	มลพิษทางอากาศ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าและก๊าซปิโตรเลียมเหลว Particulate, NO ₂ , SO ₂ , CO, IPA, H ₂ SO ₄ , Sodium acid, KOH, HCl
	มลพิษทางน้ำ	น้ำเสีย SS, Oil & Grease, BOD, COD, TKN, Lead, Fluoride, Formaldehyde, Copper

4.1.2.3 Head stack flex circuit

กระบวนการผลิตของโรงงานดังรูป 4.3 เริ่มจากการตรวจรับวัตถุดิบทุกชนิดที่เข้ามาภายในโรงงานให้ตรงตามคุณภาพและปริมาณ จากนั้นทำการอบวัตถุดิบหลักเพื่อลดความชื้นก่อนเข้าสู่กระบวนการถัดไป แล้วทำการพิมพ์ตะกั่วลงบนแผงวงจรให้ตรงตามรูปแบบที่วางไว้ ต่อมานำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มาติดกับแผงวงจรให้ครบก่อนทำการละลายตะกั่วด้วยความร้อน จากนั้นนำกาวแบบพิเศษมาติดเข้ากับบางชิ้นส่วนเพื่อยึดให้แข็งแรง แล้วนำชิ้นงานเข้าไปยังเครื่องล้างทำความสะอาด ต่อมาทำการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานให้ตรงตามข้อกำหนดก่อนบรรจุหีบห่อเพื่อส่งให้กับลูกค้าต่อไป โดยมีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการดังตาราง 4.16



รูป 4.3 รายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Head stack flex circuit

ตาราง 4.16 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Head stack flex circuit

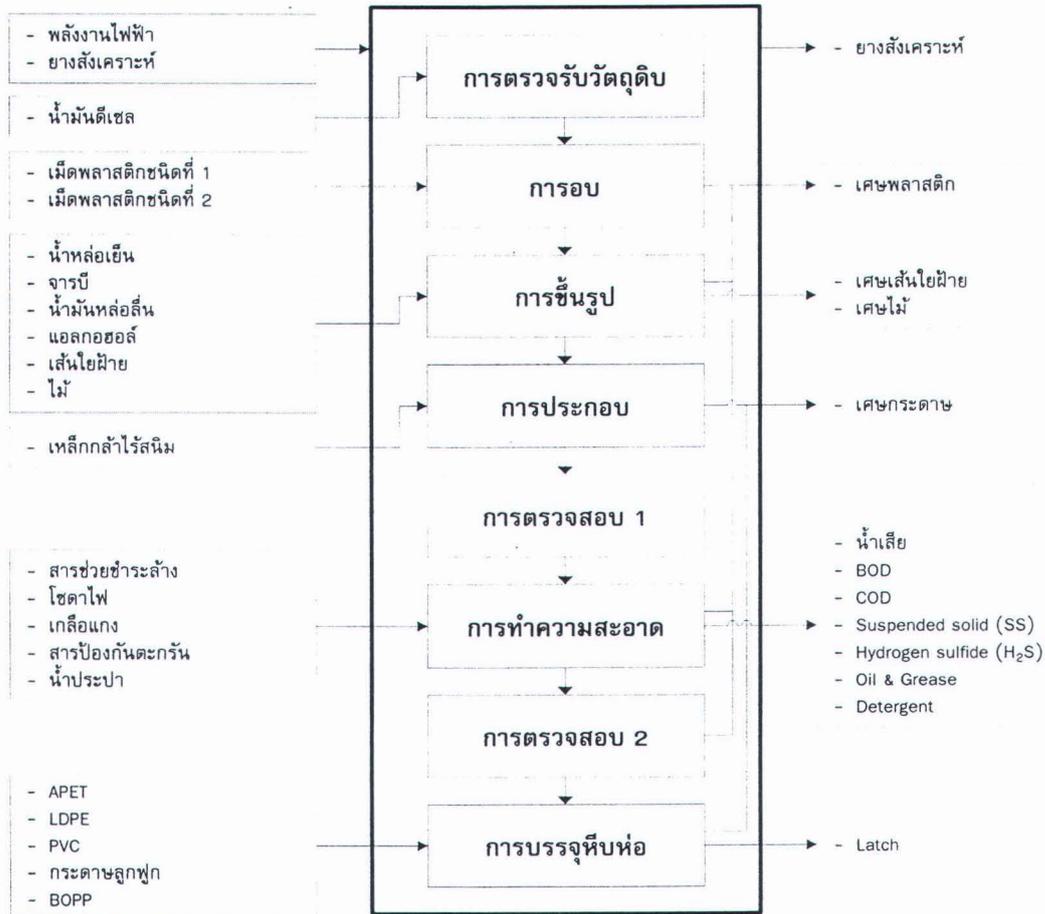
กระบวนการผลิต Head stack flex circuit		
สารขาเข้า	พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า 1.72E-01 kWh
สารขาออก	ขยะและของเสีย	พลาสติก ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ขาง ผ้า
	มลพิษทางอากาศ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้า Copper, Tin, IPA
	มลพิษทางน้ำ	น้ำเสีย TDS, TSS, Oil & Grease, BOD, COD

4.1.2.4 Latch

กระบวนการผลิตของโรงงานดังรูป 4.4 เริ่มจากการตรวจรับวัตถุดิบทุกชนิดที่เข้ามาภายในโรงงานให้ตรงตามคุณภาพและปริมาณ จากนั้นทำการอบวัตถุดิบหลักของส่วนประกอบเพื่อไล่ความชื้นออกให้หมด แล้วนำวัตถุดิบเข้าเครื่องขึ้นรูปพลาสติก ต่อมานำชิ้นงานที่ได้ประกอบเข้ากับลูกกลิ้งขนาดเล็ก จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพ แล้วส่งไปยังเครื่องล้างเพื่อทำความสะอาดชิ้นงานพร้อมทำการอบเพื่อให้ชิ้นงานแห้ง จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพครั้งสุดท้ายก่อนนำไปบรรจุหีบห่อเพื่อส่งให้กับลูกค้าต่อไป โดยมีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการดังตาราง 4.17

ตาราง 4.17 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Latch

กระบวนการผลิต Latch		
สารขาเข้า	พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า 3.59E-02 kWh
	เชื้อเพลิง	น้ำมันดีเซล 3.91E-07 kg
สารขาออก	ขยะและของเสีย	พลาสติก ขาง ไม้ กระดาษ
	มลพิษทางอากาศ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าและน้ำมันดีเซล H ₂ S
	มลพิษทางน้ำ	น้ำเสีย SS, Oil & Grease, BOD, COD, Detergent



รูป 4.4 รายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Latch

4.1.2.5 Motor base

กระบวนการผลิตของโรงงานดังรูป 4.5 เริ่มจากการตรวจรับวัตถุดิบทุกชนิดที่เข้ามาภายในโรงงานให้ตรงตามคุณภาพและปริมาณ ก่อนนำวัตถุดิบหลักเข้าไปยังสายการผลิตต้องผ่านการล้างทำความสะอาด แล้วอีกส่วนหนึ่งจะทำการเตรียมสารเคมีให้พร้อมใช้งาน ต่อมาทำการประกอบชิ้นงานชุดที่ 1 พร้อมกับทำการยึดให้ตรงตามตำแหน่ง จากนั้นบรรจุน้ำมันเข้าไปภายในช่องว่างเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ แล้วทำการประกอบชิ้นงานชุดที่ 2 เข้าทางด้านหลังชิ้นงาน ต่อมาทำการประกอบชุดชิ้นงานชุดที่ 3 และ 4 ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานให้ตรงตามคุณลักษณะ แล้วทำการตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนทำการบรรจุหีบห่อเพื่อส่งให้กับลูกค้าต่อไป โดยมีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการดังตาราง 4.18

ตาราง 4.18 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Motor base

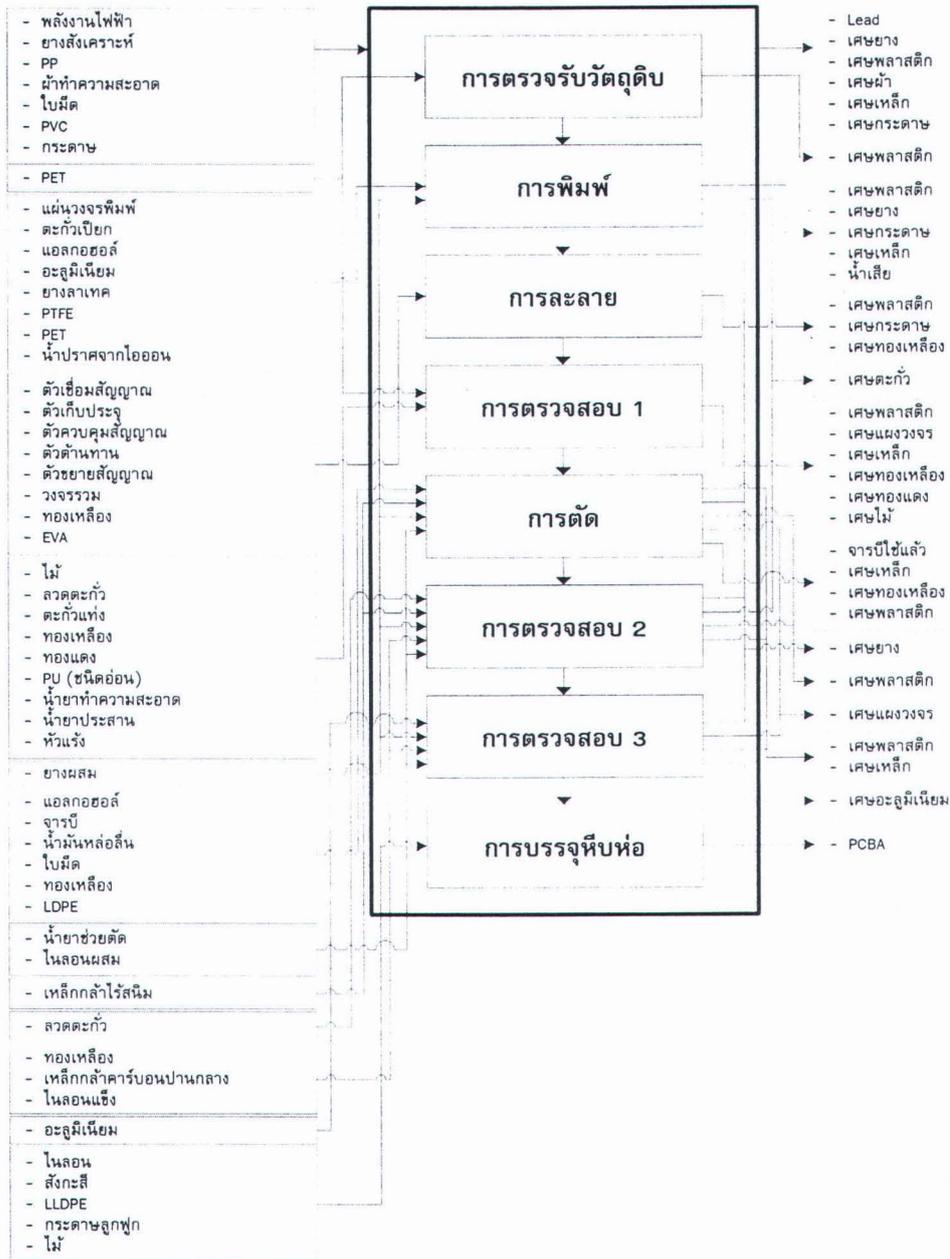
กระบวนการผลิต Motor base		
สารขาเข้า	พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า 1.59E-01 kWh
	เชื้อเพลิง	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 4.88E-05 kg
สารขาออก	ขยะและของเสีย	เหล็ก ทองเหลือง แม่เหล็ก อะลูมิเนียม ทองแดง กระดาษ พลาสติก ขาง ไม้
	มลพิษทางอากาศ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าและก๊าซปิโตรเลียมเหลว
	มลพิษทางน้ำ	น้ำเสีย TDS, TSS, Oil & Grease, BOD, COD

4.1.2.6 PCBA

กระบวนการผลิตของโรงงานดังรูป 4.6 เริ่มจากการตรวจรับวัตถุดิบทุกชนิดที่เข้ามาภายในโรงงานให้ตรงตามคุณภาพและปริมาณ จากนั้นทำการพิมพ์ตะกั่วลงบนแผงวงจรให้ตรงตามรูปแบบที่วางไว้ แล้วนำชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มาติดกับแผงวงจรให้ครบก่อนทำการละลายตะกั่วด้วยความร้อน ต่อมาทำการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานให้ตรงตามที่กำหนด จากนั้นทำการตัดแยกชิ้นงานออกเป็น ส่วน ๆ แล้วเริ่มทดสอบการทำงานของแผงวงจรจำนวน 2 ครั้ง โดยแต่ละครั้งตรวจสอบหน้าที่การทำงานแตกต่างกัน สุดท้ายทำการบรรจุหีบห่อเพื่อส่งให้กับลูกค้าต่อไป โดยมีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการดังตาราง 4.19

ตาราง 4.19 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต PCBA

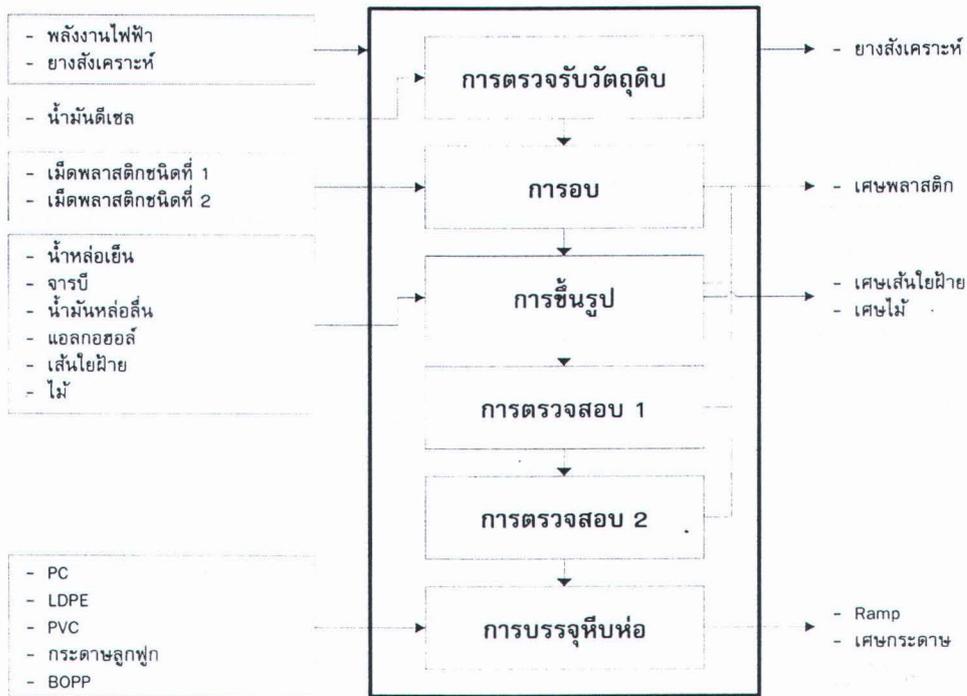
กระบวนการผลิต PCBA		
สารขาเข้า	พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า 2.30E-01 kWh
สารขาออก	ขยะและของเสีย	แผงวงจร ตะกั่ว พลาสติก กระดาษ ขาง เหล็ก ทองแดง จารบี ทองเหลือง อะลูมิเนียม ไม้ ผ้า
	มลพิษทางอากาศ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้า ตะกั่ว
	มลพิษทางน้ำ	น้ำเสีย



รูป 4.6 รายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต PCBA

4.1.2.7 Ramp

กระบวนการผลิตของโรงงานดังรูป 4.7 เริ่มจากการตรวจรับวัตถุดิบทุกชนิดที่เข้ามาภายในโรงงานให้ตรงตามคุณภาพและปริมาณ จากนั้นทำการอบวัตถุดิบหลักของส่วนประกอบเพื่อไล่ความชื้นออกให้หมด แล้วนำวัตถุดิบเข้าเครื่องขึ้นรูปพลาสติก ต่อมาทำการตรวจสอบคุณภาพให้ตรงตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปบรรจุหีบห่อเพื่อส่งให้กับลูกค้าต่อไป โดยมีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการดังตาราง 4.20



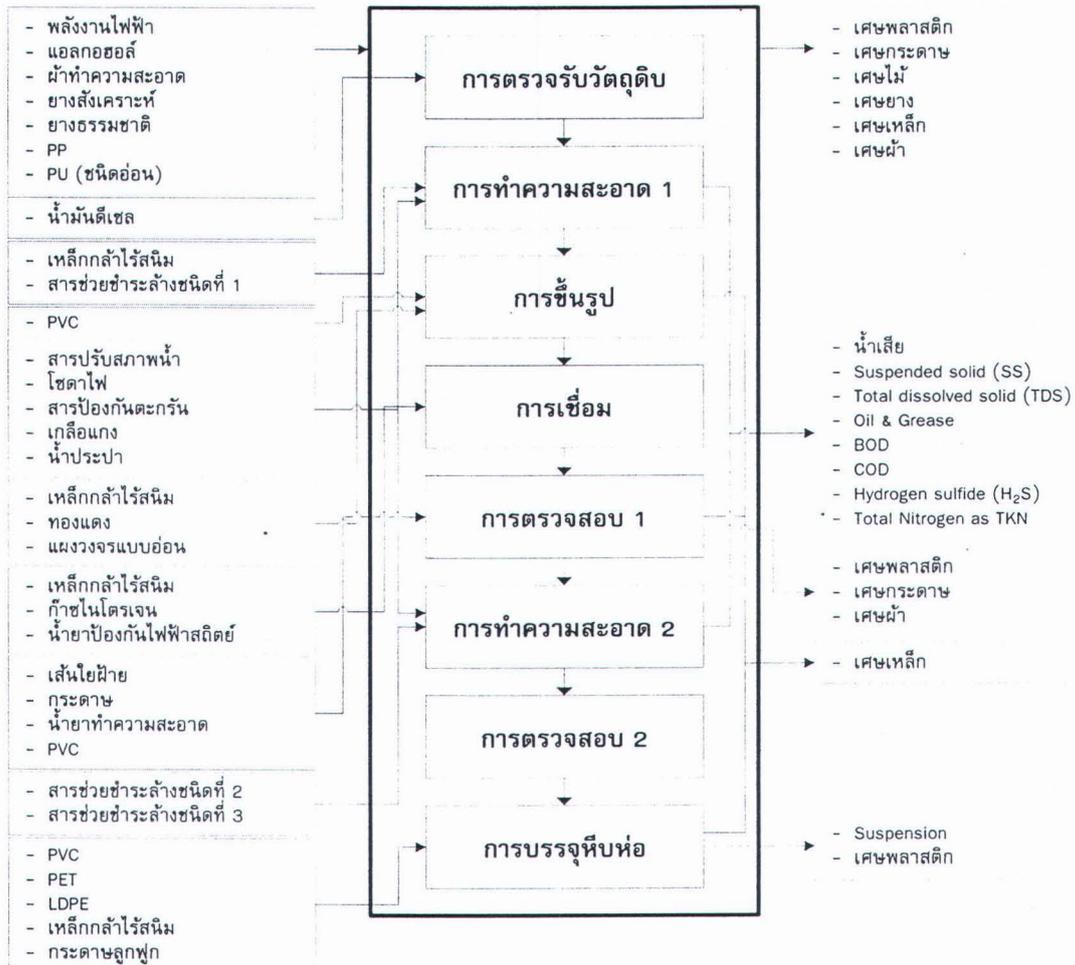
รูป 4.7 รายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Ramp

ตาราง 4.20 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Ramp

กระบวนการผลิต Ramp		
สารขาเข้า	พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า 3.97E-02 kWh
	เชื้อเพลิง	น้ำมันดีเซล 7.94E-07 kg
สารขาออก	ขยะและของเสีย	พลาสติก ยาง ไม้ กระดาษ
	มลพิษทางอากาศ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าและน้ำมันดีเซล
	มลพิษทางน้ำ	-

4.1.2.8 Suspension

กระบวนการผลิตของโรงงานดังรูป 4.8 เริ่มจากการตรวจรับวัตถุดิบทุกชนิดที่เข้ามาภายในโรงงานให้ตรงตามคุณภาพและปริมาณ จากนั้นล้างทำความสะอาดวัตถุดิบหลักก่อนนำไปขึ้นรูปตามที่กำหนด แล้วทำการเชื่อมวัตถุดิบหลักเข้าด้วยกันจนเป็นชิ้นงาน ต่อมาทำการตรวจสอบคุณลักษณะการทำงานก่อนนำเข้าเครื่องล้างเพื่อกำจัดเศษฝุ่นละอองและอนุภาคต่าง ๆ จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพให้ตรงตามข้อกำหนด ก่อนนำไปบรรจุหีบห่อเพื่อส่งให้กับลูกค้าต่อไป โดยมีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการดังตาราง 4.21



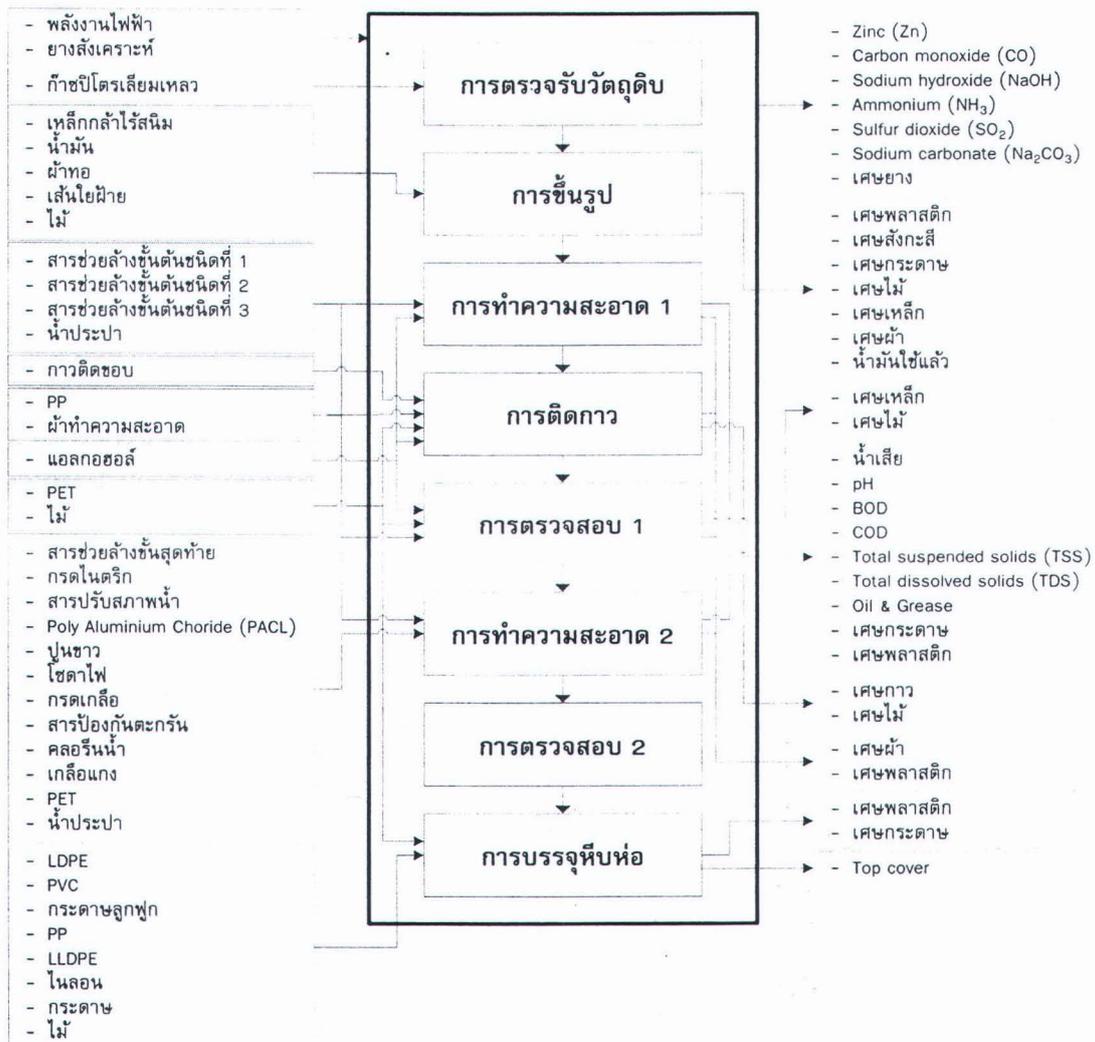
รูป 4.8 รายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Suspension

ตาราง 4.21 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Suspension

กระบวนการผลิต Suspension		
สารขาเข้า	พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า 6.29E-02 kWh
	เชื้อเพลิง	น้ำมันดีเซล 8.48E-06 kg
สารขาออก	ขยะและของเสีย	เหล็ก พลาสติก กระดาษ ไม้ ยาง ผ้า
	มลพิษทางอากาศ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าและน้ำมันดีเซล
	มลพิษทางน้ำ	น้ำเสีย TDS, TSS, Oil & Grease, BOD, COD, H ₂ S, TKN

4.1.2.9 Top cover

กระบวนการผลิตของโรงงานดังรูป 4.9 เริ่มจากการตรวจรับวัตถุดิบทุกชนิดที่เข้ามาภายในโรงงานให้ตรงตามคุณภาพและปริมาณ จากนั้นนำวัตถุดิบหลักมาขึ้นรูปโดยเครื่องจักรอัตโนมัติ แล้วทำการล้างทำความสะอาดชิ้นงานก่อนส่งไปติดกาวแบบพิเศษ ต่อมาทำการตรวจสอบคุณภาพให้ตรงตามข้อกำหนด จากนั้นนำชิ้นงานไปล้างก่อนส่งไปตรวจสอบคุณภาพอีกเป็นครั้งสุดท้ายและนำไปบรรจุหีบห่อเพื่อส่งให้กับลูกค้าต่อไป โดยมีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการดังตาราง 4.22



รูป 4.9 รายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Top cover

ตาราง 4.22 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต Top cover

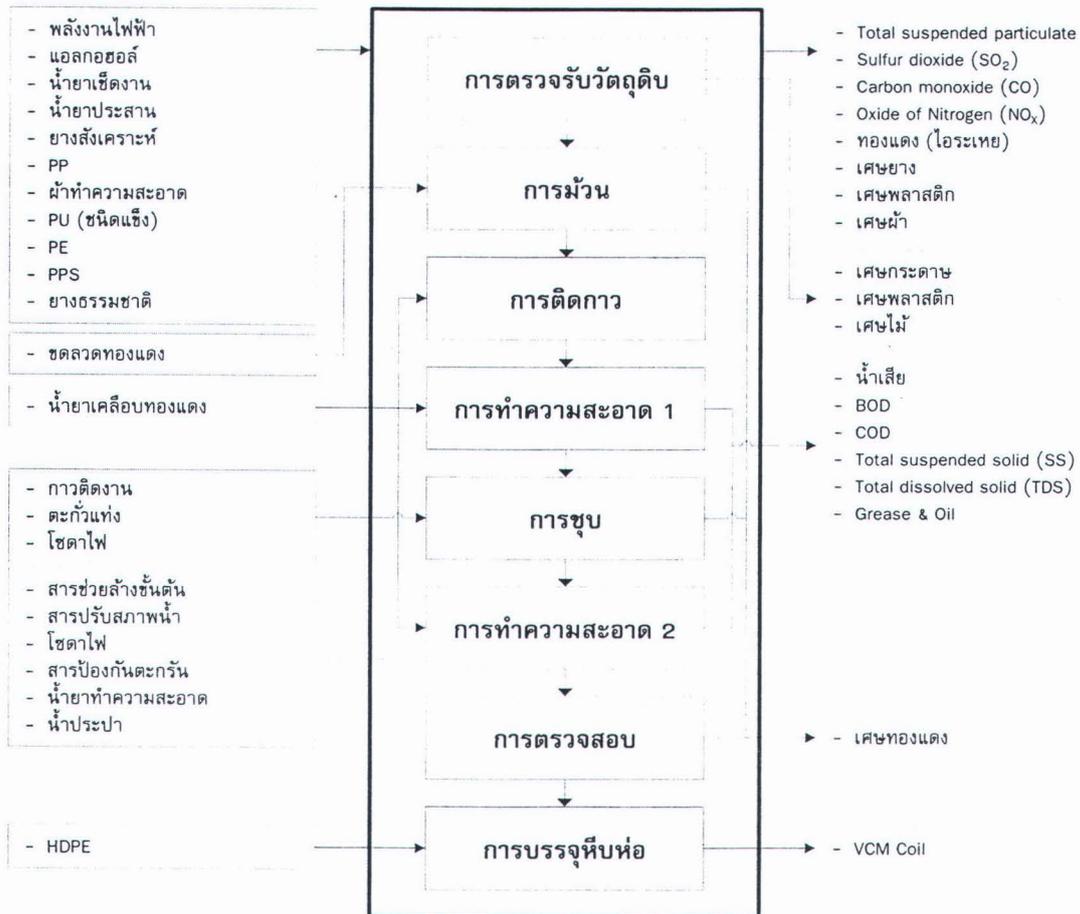
กระบวนการผลิต Top cover		
สารขาเข้า	พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า 2.30E-02 kWh
	เชื้อเพลิง	ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 1.50E-03 kg
สารขาออก	ขยะและของเสีย	เหล็ก กาว น้ำมัน พลาสติก สังกะสี กระดาษ ไม้ ยาง ผ้า
	มลพิษทางอากาศ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าและก๊าซปิโตรเลียมเหลว Zinc, CO, NaOH, SO ₂ , Ammonium, Na ₂ CO ₃
	มลพิษทางน้ำ	น้ำเสีย TDS, TSS, Oil & Grease, BOD, COD

4.1.2.10 VCM Coil

กระบวนการผลิตของโรงงานดังรูป 4.10 เริ่มจากการตรวจรับวัตถุดิบทุกชนิดที่เข้ามาภายในโรงงานให้ตรงตามคุณภาพและปริมาณ จากนั้นทำการม้วนทองแดงซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักให้มีรูปร่างตามที่ต้องการ แล้วทำการติดกาวเพื่อยึดขดลวดเข้าด้วยกัน ต่อมาอบชิ้นงานด้วยความร้อนจนมีคุณสมบัติที่คงตัว จากนั้นล้างทำความสะอาด แล้วนำชิ้นงานออกไปชุบสารเคมีชนิดพิเศษ ต่อมาส่งเข้าไปล้างทำความสะอาดโดยเครื่องล้างอัตโนมัติ จากนั้นทำการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานให้ตรงตามข้อกำหนดก่อนนำไปบรรจุหีบห่อเพื่อส่งให้กับลูกค้าต่อไป โดยมีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการดังตาราง 4.23

ตาราง 4.23 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต VCM Coil

กระบวนการผลิต VCM Coil		
สารขาเข้า	พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า 3.97E-02 kWh
สารขาออก	ขยะและของเสีย	ทองแดง พลาสติก ผ้า ยาง กระดาษ ไม้
	มลพิษทางอากาศ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้า CO, Copper, NO ₂ , SO ₂ , TSP
	มลพิษทางน้ำ	น้ำเสีย TDS, TSS, Oil & Grease, BOD, COD



รูป 4.10 รายการสารเข้า-ออกในกระบวนการผลิต VCM Coil

4.1.3 บัญชีรายการในขั้นตอนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

การประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในงานวิจัยนี้ศึกษาจากฐานข้อมูล Ecoinvent 2.0 เนื่องจากเป็นฐานข้อมูลที่มีความละเอียด และเป็นฐานข้อมูลที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการประกอบเท่านั้นปริมาณ 1.7125 kWh ต่อการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ขนาด 2.5 นิ้ว จำนวน 1 ชิ้น สำหรับในส่วนของวัตถุดิบหลักในกระบวนการ ทำการอ้างอิงจากการเก็บข้อมูลจริงภายในโรงงานผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยมีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกดังตาราง 4.24

ตาราง 4.24 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในขั้นตอนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ขั้นตอนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์		
สารขาเข้า	วัตถุดิบ	Breather filter, Crash stop, Glass disk substrate, Head stack arm, Head stack flex circuit, Latch, Motor base, PCBA, Ramp, Recirculation filter, Suspension, Top cover และ VCM Coil
	พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า 1.7125 kWh
สารขาออก	มลพิษ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้า

4.1.4 บัญชีรายการในขั้นตอนการขนส่ง

การขนส่งในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 5 ช่วงดังที่กล่าวในหัวข้อ 3.4.4 ในขั้นตอนนี้ทำการพิจารณาและเก็บข้อมูลหลายด้าน ได้แก่ รูปแบบการขนส่ง น้ำหนักบรรทุก ระยะทางการขนส่ง พบว่าข้อมูลการขนส่งมีทั้งแบบภายในประเทศและต่างประเทศ มีรายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข จากข้อมูลของสถานประกอบการและการตั้งสมมติฐานสามารถสามารถแบ่งรูปแบบการขนส่ง ออกเป็น 8 ประเภท ได้แก่ เครื่องบินขนส่ง (แบบปกติ) เครื่องบินขนส่ง (แบบข้ามทวีป) เรือบรรทุกสินค้า รถตู้บรรทุกกิ่งพวง 18 ล้อ รถบรรทุกขยะ 10 ล้อ รถตู้บรรทุก 10 ล้อ รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ และรถตู้บรรทุก 4 ล้อขนาดเล็ก โดยมีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกดังตาราง 4.25 และ 4.26

ตาราง 4.25 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในขั้นตอนการขนส่ง (ขาไป)

ช่วงที่	รายการ	ประเภทของข้อมูล	ปริมาณ (tkm)
1	สารขาเข้า	รูปแบบการขนส่ง	- เครื่องบินขนส่ง (แบบปกติ) 5.65E-02 - เครื่องบินขนส่ง (แบบข้ามทวีป) 6.08E-05 - เรือบรรทุกสินค้า 2.04E-01 - รถตู้บรรทุก 10 ล้อ 6.47E-02 - รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 2.37E-02
	สารขาออก	มลพิษ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการขนส่ง
2	สารขาเข้า	รูปแบบการขนส่ง	- รถตู้บรรทุก 10 ล้อ 6.50E-03 - รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 7.67E-05
	สารขาออก	มลพิษ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการขนส่ง

ช่วงที่	รายการ	ประเภทของข้อมูล		ปริมาณ (tkm)
3	สารขาเข้า	รูปแบบการขนส่ง	- เรือบรรทุกสินค้า - รถตู้บรรทุกกิ่งฟุ้ง 18 ล้อ	3.77E-01 1.64E-02
	สารขาออก	มลพิษ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการขนส่ง	
4	สารขาเข้า	รูปแบบการขนส่ง	- เรือบรรทุกสินค้า - รถตู้บรรทุกกิ่งฟุ้ง 18 ล้อ	3.77E-01 7.76E-02
	สารขาออก	มลพิษ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการขนส่ง	
5	สารขาเข้า	รูปแบบการขนส่ง	- รถบรรทุกขยะ 10 ล้อ - รถตู้บรรทุก 4 ล้อขนาดเล็ก	5.17E-03 1.23E-03
	สารขาออก	มลพิษ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการขนส่ง	

ตาราง 4.26 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในขั้นตอนการขนส่ง (ขากลับ)

ช่วงที่	รายการ	ประเภทของข้อมูล		ปริมาณ (km)
1	สารขาเข้า	รูปแบบการขนส่ง	- รถตู้บรรทุก 10 ล้อ - รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่	4.05E-03 2.15E-03
	สารขาออก	มลพิษ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการขนส่ง	
2	สารขาเข้า	รูปแบบการขนส่ง	- รถตู้บรรทุก 10 ล้อ - รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่	4.06E-04 6.97E-06
	สารขาออก	มลพิษ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการขนส่ง	
3	สารขาเข้า	รูปแบบการขนส่ง	- รถตู้บรรทุกกิ่งฟุ้ง 18 ล้อ	5.14E-04
	สารขาออก	มลพิษ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการขนส่ง	
4	สารขาเข้า	รูปแบบการขนส่ง	- รถตู้บรรทุกกิ่งฟุ้ง 18 ล้อ	2.43E-03
	สารขาออก	มลพิษ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการขนส่ง	
5	สารขาเข้า	รูปแบบการขนส่ง	- รถบรรทุกขยะ 10 ล้อ - รถตู้บรรทุก 4 ล้อขนาดเล็ก	3.23E-04 8.22E-04
	สารขาออก	มลพิษ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการขนส่ง	

4.1.5 บัญชีรายการในขั้นตอนการใช้งาน

การทำงานของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่เป็นส่วนประกอบหลักของคอมพิวเตอร์แบบพกพา มีเพียงการใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนเท่านั้น จากการศึกษาอัตราการใช้พลังงานจาก

ข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์พบว่า โหมดการทำงานปกติและโหมดการเตรียมพร้อมใช้งานมีกำลังไฟฟ้า 1.675 และ 0.175 W ตามลำดับ (Western digital, 2010) และระยะเวลาการใช้งานของแต่ละโหมดอยู่ที่ 50.25 และ 57.60 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ตามลำดับ โดยพิจารณาตลอดอายุการใช้งาน 4 ปี มีรายละเอียดบัญชีรายการสารเข้า-ออกดังตาราง 4.27

ตาราง 4.27 บัญชีรายการสารเข้า-ออกในขั้นตอนการใช้งานฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ขั้นตอนการใช้งานฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์		
สารขาเข้า	พลังงาน	พลังงานไฟฟ้า 19.60 kWh
สารขาออก	มลพิษ	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้า

4.1.6 บัญชีรายการในขั้นตอนการกำจัดขยะและของเสีย

การกำจัดขยะและของเสียของกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่หมดอายุการใช้งานแล้วในงานวิจัยนี้มีเพียง 2 ส่วน ได้แก่ การฝังกลบ (Landfill) และการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) มีรายละเอียดของขยะและของเสียดังตาราง 4.28 ในส่วนของการนำกลับมาใช้ใหม่ กลุ่มวัสดุของเหล็ก อะลูมิเนียม ทองแดง และตะกั่วสามารถนำไปทดแทนเป็นวัสดุตั้งต้นได้ร้อยละ 90.5, 99.0, 76.3 และ 64.7 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้น (Ecoinvent, 2007)

ตาราง 4.28 ขยะและของเสียจากกระบวนการผลิตและฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่หมดอายุการใช้งาน

รายการขยะและของเสีย	ปริมาณ (kg)	รายการขยะและของเสีย	ปริมาณ (kg)
1. พลาสติก	1.97E-02	10. จารบี	3.64E-08
2. ยาง	1.30E-03	11. กาว	8.11E-05
3. ผ้า	4.27E-04	12. เหล็ก	2.49E-02
4. ไม้	2.04E-02	13. ทองเหลือง	4.28E-05
5. กระดาษ	4.08E-02	14. อะลูมิเนียม	5.88E-02
6. แก้ว	1.09E-02	15. ทองแดง	1.49E-03
7. ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	2.23E-02	16. ตะกั่ว	2.29E-06
8. แม่เหล็ก	1.24E-03	17. น้ำมัน	3.09E-04
9. แผงวงจร	4.89E-06	18. สังกะสี	2.21E-02



4.2 การประเมินก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

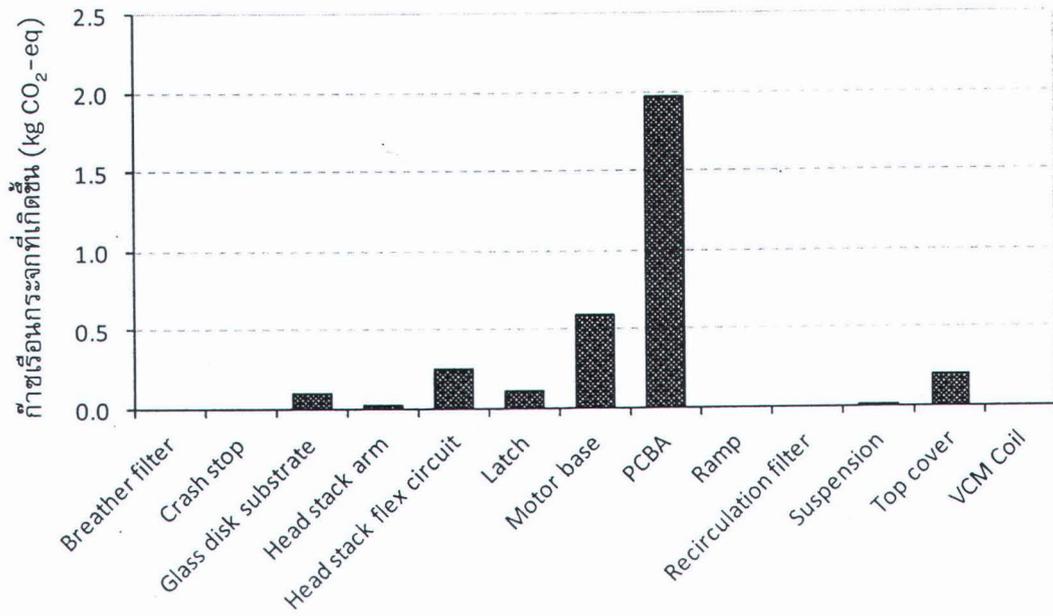
การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์สามารถแยกการวิเคราะห์ตามขั้นตอนได้ดังนี้

4.2.1 การประเมินก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบในการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จะใช้ข้อมูลวัสดุ และทรัพยากรจากฐานข้อมูลต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.5 และใช้ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกจากตาราง 2.1 มีรายละเอียดการประเมินผลดังตาราง 4.29 และแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากวัตถุดิบของส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แต่ละชนิดดังรูป 4.11

ตาราง 4.29 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ

ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)
1. Breather filter	9.21E-04
2. Crash stop	8.46E-04
3. Glass disk substrate	1.08E-01
4. Head stack arm	2.09E-02
5. Head stack flex circuit	2.59E-01
6. Latch	1.15E-01
7. Motor base	5.97E-01
8. PCBA	1.97E+00
9. Ramp	5.26E-03
10. Recirculation filter	2.03E-04
11. Suspension	7.92E-03
12. Top cover	2.04E-01
13. VCM Coil	2.36E-03
รวม	3.29E+00



รูป 4.11 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการจัดหาวัสดุ

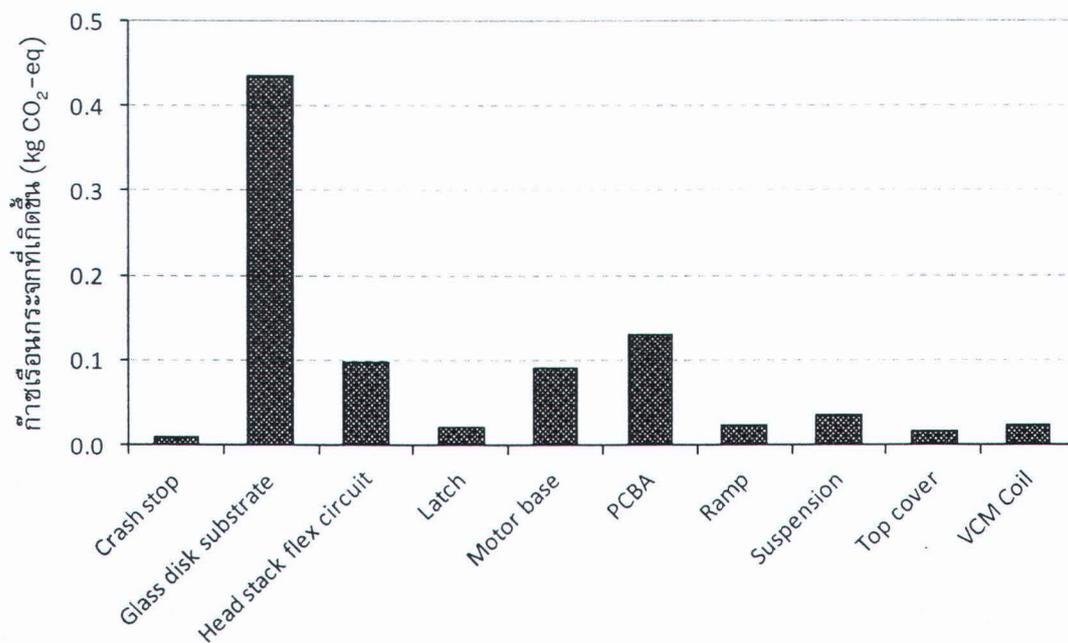
4.2.2 การประเมินก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จำนวน 10 ส่วนประกอบ ได้แก่ Crash stop, Glass disk substrate, Head stack flex circuit, Latch, Motor base, PCBA, Ramp, Suspension, Top cover และ VCM Coil มีรายละเอียดดังตาราง 4.30 และแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกแยกตามส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ดังรูป 4.12

ตาราง 4.30 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	สารขาเข้า	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)
1. Crash stop	- พลังงานไฟฟ้า 1.64E-02 kWh - น้ำมันดีเซล 1.85E-07 kg	9.19E-03
2. Glass disk substrate	- พลังงานไฟฟ้า 7.50E-01 kWh - ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 5.15E-03 kg	4.35E-01
3. Head stack flex circuit	- พลังงานไฟฟ้า 1.72E-01 kWh	9.67E-02
4. Latch	- พลังงานไฟฟ้า 3.59E-02 kWh - น้ำมันดีเซล 3.91E-07 kg	2.01E-02

ส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ	สารขาเข้า	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)
5. Motor base	- พลังงานไฟฟ้า 1.59E-01 kWh - ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 4.88E-05 kg	8.93E-02
6. PCBA	- พลังงานไฟฟ้า 2.30E-01 kWh	1.29E-01
7. Ramp	- พลังงานไฟฟ้า 3.97E-02 kWh - น้ำมันดีเซล 7.94E-07 kg	2.23E-02
8. Suspension	- พลังงานไฟฟ้า 6.29E-02 kWh - น้ำมันดีเซล 8.48E-06 kg	3.53E-02
9. Top cover	- พลังงานไฟฟ้า 2.30E-02 kWh - ก๊าซปิโตรเลียมเหลว 1.50E-03 kg	1.71E-02
10. VCM Coil	- พลังงานไฟฟ้า 3.97E-02 kWh	2.23E-02
รวม		8.76E-01



รูป 4.12 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากขั้นตอนการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

4.2.3 การประเมินก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ มีรายละเอียดดังตาราง 4.31

ตาราง 4.31 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ขั้นตอน	สารขาเข้า	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)
การประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	- พลังงานไฟฟ้า 1.7125 kWh	9.61E-01

4.2.4 การประเมินก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการขนส่ง

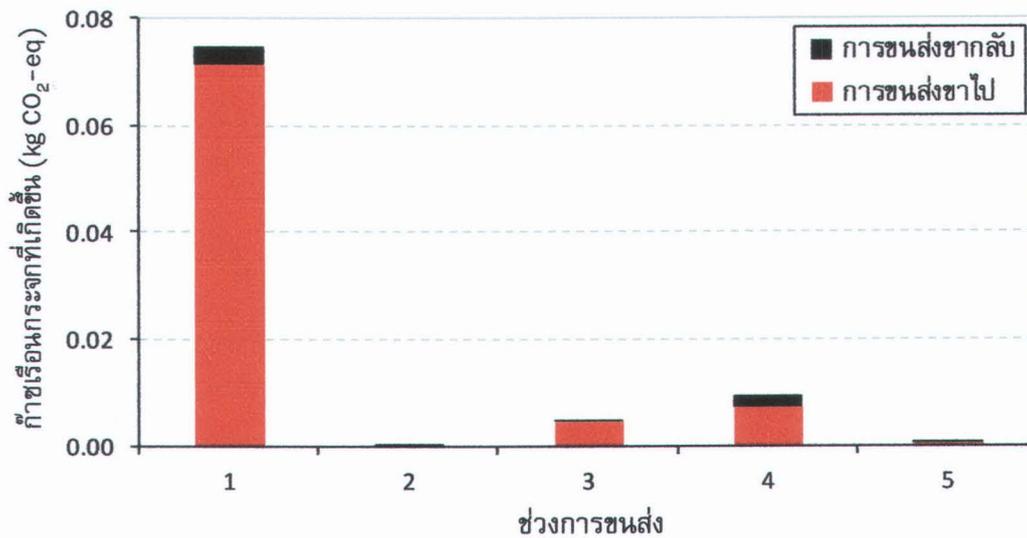
การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของการขนส่งทั้ง 5 ช่วง อาศัยข้อมูลจากฐานข้อมูลวัฏจักรชีวิตของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทยสำหรับการขนส่งภายในประเทศ และ Ecoinvent 2.0 สำหรับการขนส่งต่างประเทศ เนื่องจากเป็นฐานข้อมูลที่มีความละเอียด และเป็นฐานข้อมูลที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยการขนส่งเข้าไปทำการพิจารณาแบบบรรทุกแบบน้ำหนักเต็ม และพิจารณาการขนส่งจากกลับที่เป็นรถบรรทุกเปล่า มีรายละเอียดดังตาราง 4.32 และ 4.33 และแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกแยกตามช่วงการขนส่งดังรูป 4.13

ตาราง 4.32 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการขนส่ง (ขาไป)

ช่วงการขนส่ง	รายละเอียดการขนส่ง	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)
1	- เครื่องบินขนส่ง (แบบปกติ) 5.65E-02 tkm - เครื่องบินขนส่ง (แบบข้ามทวีป) 6.08E-05 tkm - เรือบรรทุกสินค้า 2.04E-01 tkm - รถตู้บรรทุก 10 ล้อ 6.47E-02 tkm - รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 2.37E-02 tkm	7.13E-02
2	- รถตู้บรรทุก 10 ล้อ 6.50E-03 tkm - รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 7.67E-05 tkm	2.97E-04
3	- เรือบรรทุกสินค้า 3.77E-01 tkm - รถตู้บรรทุกกิ่งฟุ้ง 18 ล้อ 1.64E-02 tkm	4.50E-03
4	- เรือบรรทุกสินค้า 3.77E-01 tkm - รถตู้บรรทุกกิ่งฟุ้ง 18 ล้อ 7.76E-02 tkm	7.23E-03
5	- รถบรรทุกขยะ 10 ล้อ 5.17E-03 tkm - รถตู้บรรทุก 4 ล้อขนาดเล็ก 1.23E-03 tkm	5.07E-04
รวม		8.39E-02

ตาราง 4.33 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการขนส่ง (ขากลับ)

ช่วงการขนส่ง	รายละเอียดการขนส่ง	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)
1	- รถตู้บรรทุก 10 ล้อ 4.05E-03 km - รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 2.15E-03 km	3.24E-03
2	- รถตู้บรรทุก 10 ล้อ 4.06E-04 km - รถตู้บรรทุก 6 ล้อขนาดใหญ่ 6.97E-06 km	2.35E-04
3	- รถตู้บรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ 5.14E-04 km	4.19E-04
4	- รถตู้บรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ 2.43E-03 km	1.98E-03
5	- รถบรรทุกขยะ 10 ล้อ 3.23E-04 km - รถตู้บรรทุก 4 ล้อขนาดเล็ก 8.22E-04 km	3.55E-04
รวม		6.23E-03



รูป 4.13 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากขั้นตอนการขนส่ง

4.2.5 การประเมินก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการใช้งาน

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการใช้งาน มีรายละเอียดดังตาราง 4.34

ตาราง 4.34 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการใช้งานฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ขั้นตอน	สารขาเข้า	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)
การใช้งาน	- พลังงานไฟฟ้า 19.60 kWh	1.10E+01

4.2.6 การประเมินก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการกำจัดขยะและของเสีย

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการกำจัดขยะและของเสีย ในส่วนของการฝังกลบทำการคำนวณโดยกำหนดใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดขยะแบบการฝังกลบ โดยอ้างอิงตามข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบดินของรายงานจากคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC, 2007) สำหรับวัสดุอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากข้อมูลในแหล่งอ้างอิงและมีองค์ประกอบของคาร์บอนจะใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 2.32 tCO₂e/ ตันมูลฝอย หากเป็นวัสดุที่ไม่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบให้คิดเป็นศูนย์ (คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2552) สำหรับการนำกลับมาใช้ใหม่ทำการพิจารณาในสมมติฐานให้สามารถใช้ทดแทนวัตถุดิบตั้งต้นของกระบวนการผลิตได้ มีรายละเอียดดังตาราง 4.35 และ 4.36

ตาราง 4.35 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการกำจัดขยะและของเสียจากโรงงาน

รูปแบบการกำจัด	รายการขยะและของเสีย	ปริมาณ (kg)	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)
ฝังกลบ	- พลาสติก	1.90E-02	4.40E-02
	- ยาง	1.30E-03	4.06E-03
	- ผ้า	4.27E-04	8.54E-04
	- ไม้	2.04E-02	6.80E-02
	- กระดาษ	4.08E-02	1.20E-01
	- แก้ว	6.12E-03	0.00E+00
	- ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	4.85E-06	0.00E+00
	- แม่เหล็ก	5.74E-06	0.00E+00
	- แผงวงจร	4.89E-06	0.00E+00
	- จารบี	3.64E-08	8.44E-08
- กาว	8.11E-05	1.88E-04	

รูปแบบการกำจัด	รายการขยะและของเสีย	ปริมาณ (kg)	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)
นำกลับมาใช้ใหม่	- เหล็ก	1.85E-02	-2.94E-02
	- ทองเหลือง	4.23E-06	-1.08E-05
	- อะลูมิเนียม	1.56E-04	-1.88E-03
	- ทองแดง	1.28E-04	-3.40E-04
	- ตะกั่ว	2.29E-06	-3.89E-05
	- น้ำมัน	3.09E-04	-5.17E-04
	- สังกะสี	2.21E-02	-6.83E-02
รวม			1.36E-01

ตาราง 4.36 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการกำจัดฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ที่ใช้งานแล้ว

รูปแบบการกำจัด	รายการขยะและของเสีย	ปริมาณ (kg)	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)
ฝังกลบ	- พลาสติก	7.64E-04	1.77E-03
	- แก้ว	4.80E-03	0.00E+00
	- แม่เหล็ก	1.23E-03	0.00E+00
	- ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	2.23E-02	0.00E+00
นำกลับมาใช้ใหม่	- อะลูมิเนียม	5.87E-02	-7.08E-01
	- เหล็ก	6.39E-03	-1.02E-02
	- ทองเหลือง	3.86E-05	-9.84E-05
	- ทองแดง	1.36E-03	-3.60E-03
รวม			-7.20E-01

ผลการประเมินก๊าซเรือนกระจกในขั้นตอนการกำจัดขยะและของเสีย ทั้งในส่วนของขยะและของเสียจากโรงงานและฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ที่ใช้งานแล้วแสดงการสรุปผลในตาราง 4.37 จะเห็นว่าขยะและของเสียจากโรงงานถูกนำไปฝังกลบยังแหล่งกำจัดเป็นส่วนใหญ่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมา แต่ในส่วนของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ที่ใช้งานแล้วมีส่วนประกอบภายในจำนวนมากที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้คิดเป็นร้อยละ 69.5 ของส่วนประกอบทั้งหมด ทำให้สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จำนวนมาก

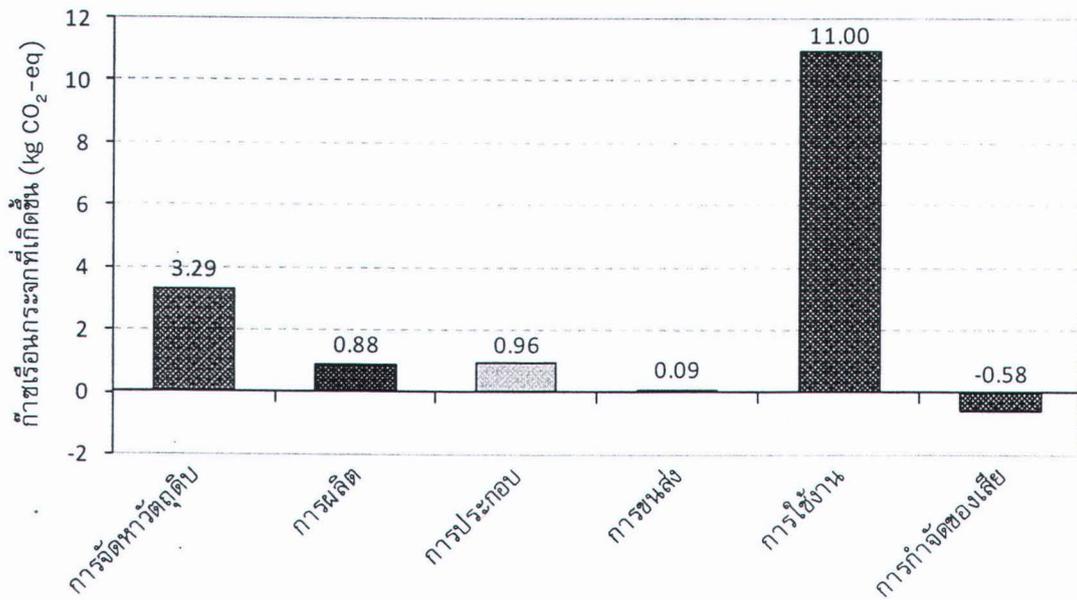
ตาราง 4.37 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนการกำจัดขยะและของเสีย

การกำจัดขยะและของเสีย	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)
1. ขยะและของเสียจากโรงงาน	1.36E-01
2. ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ใช้งานแล้ว	-7.20E-01
รวม	-5.84E-01

จากการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้ง 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบในการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ 2) ขั้นตอนการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ 3) ขั้นตอนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ 4) ขั้นตอนการขนส่ง 5) ขั้นตอนการใช้งาน และ 6) ขั้นตอนการกำจัดขยะและของเสีย สามารถแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากทั้ง 6 ขั้นตอนดังตาราง 4.38 และรูป 4.14 พบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ทั้งสิ้น 15.64 kg CO₂-eq ขั้นตอนการใช้งานมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด 11.00 kg CO₂-eq หรือคิดเป็นร้อยละ 70.33 ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมาคือขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ ขั้นตอนการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขั้นตอนการผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ขั้นตอนการขนส่ง และขั้นตอนการกำจัดขยะและของเสีย ตามลำดับ

ตาราง 4.38 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกแยกตามขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิต	ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)
1. การจัดหาวัตถุดิบ	3.29
2. การผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	0.88
3. การประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	0.96
4. การขนส่ง	0.09
5. การใช้งาน	11.00
6. การกำจัดขยะและของเสีย	-0.58
รวม	15.64



รูป 4.14 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกแยกตามขั้นตอนตลอดวัฏจักรชีวิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

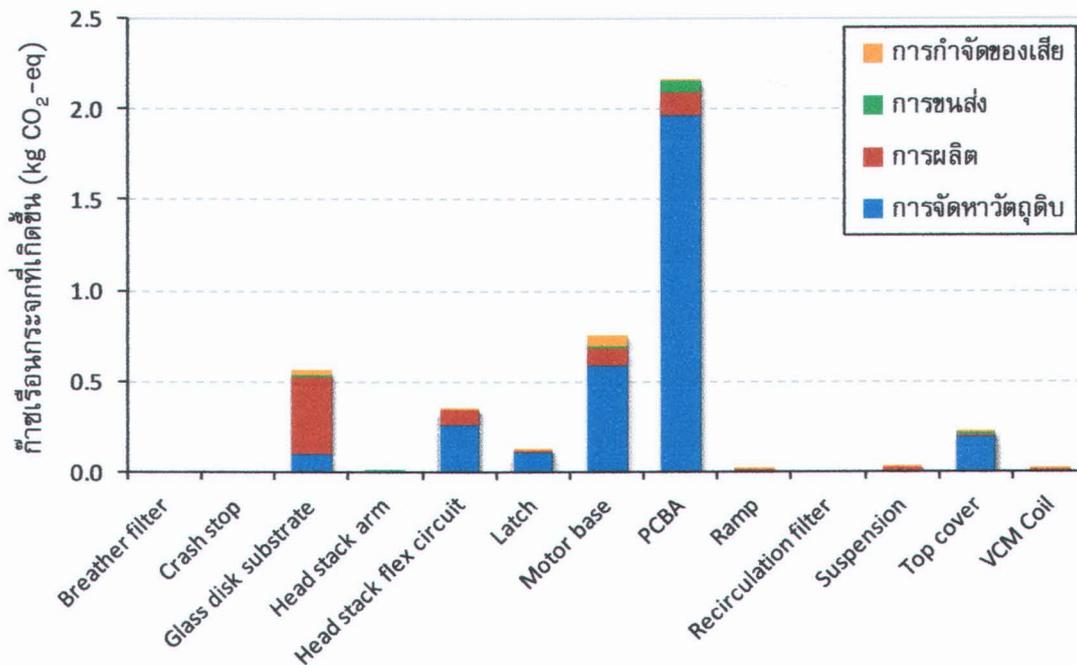
4.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกของส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

การประเมินก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แต่ละชนิด ทำการรวบรวมข้อมูลจากขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิตส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ การขนส่ง (พิจารณาช่วงการขนส่งวัตถุดิบมายัง โรงงานผลิต การขนส่งส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มายัง โรงงานประกอบ และการขนส่งขยะและของเสียมายังแหล่งกำจัด) และการกำจัดขยะและของเสีย มีรายละเอียดแสดงดังตาราง 4.39 และรูป 4.15 พบว่า PCBA เป็นส่วนประกอบที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดถึง 2.18 kg CO₂-eq หรือคิดเป็นร้อยละ 49.77 ของส่วนประกอบทั้งหมด รองลงมาคือ Motor base, Glass disk substrate, Head stack flex circuit, Top cover, Latch, Suspension, VCM Coil, Ramp, Head stack arm, Crash stop, Breather filter และ Recirculation filter ตามลำดับ

ตาราง 4.39 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกแยกตามส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ส่วนประกอบ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)				
	การจัดหาวัตถุดิบ	การผลิต	การขนส่ง	การกำจัดของเสีย	รวม
1. Breather filter	9.21E-04	0.00E+00	5.93E-06	0.00E+00	9.27E-04
2. Crash stop	8.46E-04	9.19E-03	7.01E-05	4.69E-04	1.06E-02
3. Glass disk substrate	1.08E-01	4.35E-01	2.96E-04	2.52E-02	5.68E-01

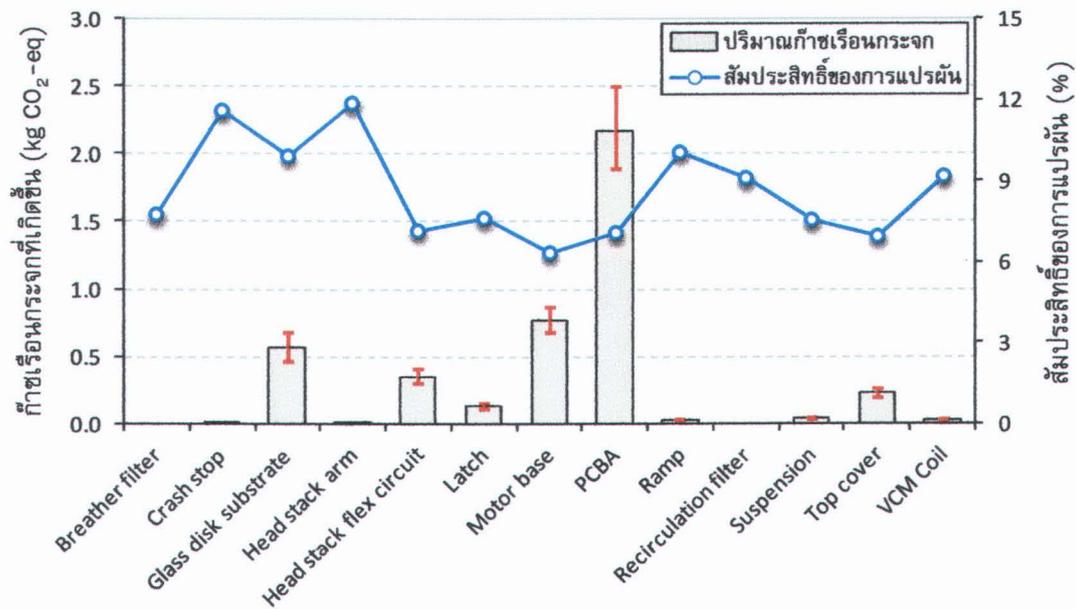
ส่วนประกอบ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น (kg CO ₂ -eq)				
	การจัดหา วัตถุดิบ	การผลิต	การขนส่ง	การกำจัด ของเสีย	รวม
4. Head stack arm	2.09E-02	0.00E+00	2.53E-04	0.00E+00	2.11E-02
5. Head stack flex circuit	2.59E-01	9.67E-02	4.25E-04	5.12E-04	3.56E-01
6. Latch	1.15E-01	2.01E-02	2.21E-03	1.05E-03	1.38E-01
7. Motor base	5.97E-01	8.93E-02	7.87E-03	6.91E-02	7.63E-01
8. PCBA	1.97E+00	1.29E-01	5.93E-02	1.73E-02	2.18E+00
9. Ramp	5.26E-03	2.23E-02	2.06E-04	2.08E-03	2.98E-02
10. Recirculation filter	2.03E-04	0.00E+00	1.24E-06	0.00E+00	2.04E-04
11. Suspension	7.92E-03	3.53E-02	1.67E-04	2.74E-03	4.61E-02
12. Top cover	2.04E-01	1.71E-02	2.55E-03	1.13E-02	2.35E-01
13. VCM Coil	2.36E-03	2.23E-02	2.13E-03	6.36E-03	3.31E-02
รวม	3.29E+00	8.76E-01	7.55E-02	1.36E-01	4.38E+00



รูป 4.15 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกแยกตามส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไคร์ฟ

4.4 การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของข้อมูล

การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของฐานข้อมูลส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ทำการพิจารณาทั้งหมด 13 ส่วนประกอบ ครอบคลุมข้อมูลตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงาน และการกำจัดขยะและของเสีย โดยใช้รูปแบบการวิเคราะห์ตามฐานข้อมูล Ecoinvent ที่กำหนดให้รูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ Lognormal แล้วทำการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลตามสมการ 2.5 จากนั้นทำการจำลองผลการศึกษาค้นโปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro ที่อาศัยการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล โดยกำหนดรอบของการคำนวณผลจำนวน 1,000 รอบ ครอบคลุมช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% มีรายละเอียดแสดงดังรูป 4.16

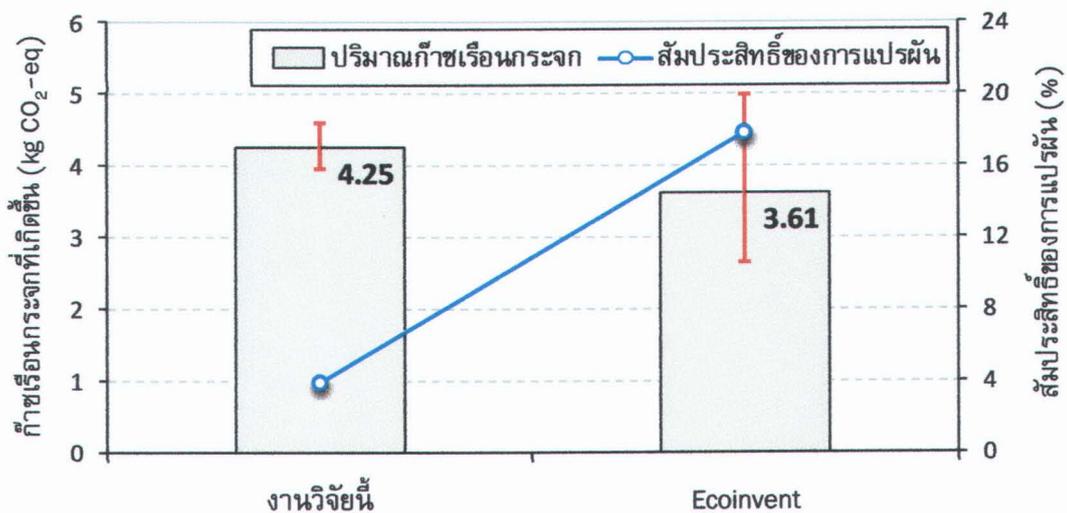


รูป 4.16 ความไม่แน่นอนของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ผลจากการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนพบว่าส่วนประกอบ PCBA มีค่าคลาดเคลื่อนที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เส้นสีแดง) มากที่สุดเท่ากับ 0.16 แสดงว่าส่วนประกอบนี้มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซเรือนกระจกมากกว่าส่วนประกอบอื่น ๆ อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวไม่สามารถใช้เปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซเรือนกระจกแตกต่างกัน เมื่อทำการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผันพบว่า Head stack arm มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 11.90% แสดงว่าส่วนประกอบนี้มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยมากกว่าส่วนประกอบอื่น ๆ หรืออาจกล่าวได้ว่า Head stack arm มีความไม่แน่นอนของข้อมูลมากที่สุด รองลงมาเป็น Crash stop, Ramp, Glass disk substrate, VCM Coil, Recirculation filter, Breather filter, Latch, Suspension, Head stack flex circuit, PCBA, Top cover และ Motor base ตามลำดับ

4.5 การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกกับฐานข้อมูลต่างประเทศ

การประเมินก๊าซเรือนกระจกของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ด้วยวิธีการประเมินวัฏจักรชีวิต เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล Ecoinvent 2.0 ที่ทำการประเมินฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ที่เป็นอุปกรณ์หลักในคอมพิวเตอร์แบบพกพา โดยพิจารณาในกรณีที่ขอบเขตการศึกษาเท่ากันคือการได้มาซึ่งวัตถุดิบและการประกอบฮาร์ดดิสก์ไครฟ์พบว่า งานวิจัยนี้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้น 4.25 kg CO₂-eq พบว่ามีค่าสูงกว่าฐานข้อมูลที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 3.61 kg CO₂-eq เนื่องจากข้อมูลของฐานข้อมูลทำการวิเคราะห์เฉพาะข้อมูลประเภทและน้ำหนักของวัตถุดิบหลัก ไม่ได้พิจารณาวัตถุดิบทางอ้อมที่ใช้สนับสนุนการผลิต รวมถึงสารเคมีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม จึงทำให้ค่าผลกระทบดังกล่าวน้อยกว่าความเป็นจริง อีกทั้งประเภท ปริมาณของวัตถุดิบหลัก และค่าปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ก็มีความแตกต่างกัน สามารถแสดงผลการเปรียบเทียบดังรูป 4.17 อย่างไรก็ตามหากพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตจะพบว่า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงเพียง 0.23 kg CO₂-eq แสดงให้เห็นว่ากลุ่มวัตถุดิบทางอ้อมและสารเคมีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องส่งผลกระทบต่อปริมาณน้อยมากคิดเป็นร้อยละ 5.41 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด



รูป 4.17 การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกกับฐานข้อมูลต่างประเทศ

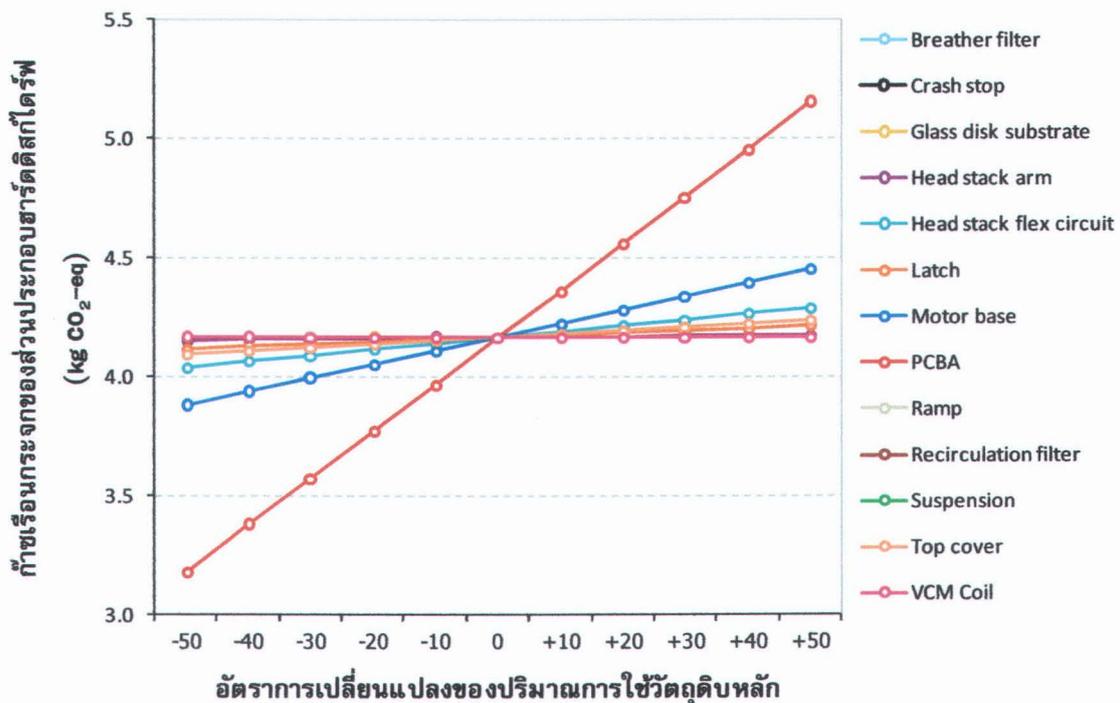
สำหรับความไม่แน่นอนของข้อมูลพบว่าฐานข้อมูล Ecoinvent มีค่าคลาดเคลื่อนที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เส้นสีแดง) มากที่สุดเท่ากับ 0.64 แสดงว่าฐานข้อมูลนี้มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซเรือนกระจกมากกว่าฐานข้อมูลจากงานวิจัยนี้ เมื่อทำการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผันพบว่า ฐานข้อมูล Ecoinvent มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 17.8% แสดงว่าฐานข้อมูลนี้มีความไม่แน่นอนของข้อมูลมากกว่าฐานข้อมูลจากงานวิจัย

4.6 การวิเคราะห์ความไว

การวิเคราะห์ความไวในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณี ได้แก่ การศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบเฉพาะส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และการศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อวงจรชีวิตของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ กำหนดขอบเขตการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรอยู่ในช่วงระหว่าง -50% ถึง +50% ของปริมาณปกติ และมีช่วงของการเปลี่ยนแปลงครั้งละ 10% โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.6.1 การวิเคราะห์ความไวของส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แต่ละชนิดมีปริมาณที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรหรือปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณก๊าซเรือนกระจก จึงทำการวิเคราะห์ความไวของปริมาณวัตถุดิบหลักของส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แต่ละชนิด เนื่องจากลักษณะของเทคโนโลยีการผลิตในอุตสาหกรรมนี้เป็นเครื่องจักรอัตโนมัติ ทำให้ปริมาณการใช้วัตถุดิบและสารเคมีทางอ้อม รวมถึงพลังงานต่าง ๆ ก่อนข้างคงที่ ไม่แปรผันตามปริมาณของวัตถุดิบหลัก แต่จะแปรผันตามจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ โดยพิจารณาจากก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบและการผลิตเท่านั้น ผลการวิเคราะห์ความไวแสดงดังรูป 4.18

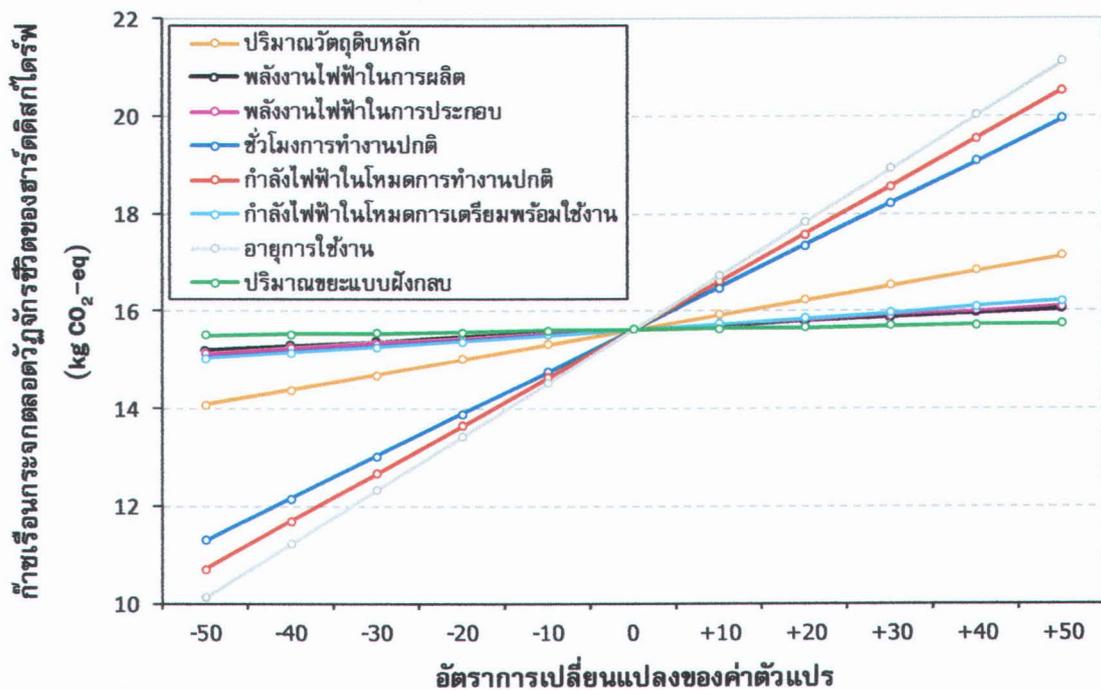


รูป 4.18 การวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงปริมาณวัตถุดิบหลักในการผลิต

จากรูป 4.18 จะเห็นได้ว่าส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ทุกชนิดมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้น เมื่อมีการใช้ปริมาณวัตถุดิบหลักเพิ่มขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้วัตถุดิบหลักของ PCBA มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกของส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไครฟ์สูงที่สุด เมื่อเทียบกับส่วนประกอบอื่น ๆ รองลงมา ได้แก่ Motor base, Head stack flex circuit, Top cover, Latch, Head stack arm, Glass disk substrate, Ramp, VCM Coil, Breather filter, Crash stop, Suspension และ Recirculation filter ตามลำดับ

4.6.2 การวิเคราะห์ความไวของวัฏจักรชีวิตฮาร์ดดิสก์ไครฟ์

ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ในแต่ละช่วงมีปริมาณที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรหรือปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณก๊าซเรือนกระจก จึงทำการวิเคราะห์ความไวของตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ปริมาณวัตถุดิบหลักของส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ พลังงานไฟฟ้าในการผลิตและการประกอบ ชั่วโมงการทำงานปกติ กำลังไฟฟ้าในโหมดการทำงานปกติและการเตรียมพร้อมใช้งาน อายุการใช้งาน และปริมาณขยะแบบฝังกลบ ผลการวิเคราะห์ความไวแสดงดังรูป 4.19



รูป 4.19 การวิเคราะห์ความไวของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรสำคัญของวัฏจักรชีวิต

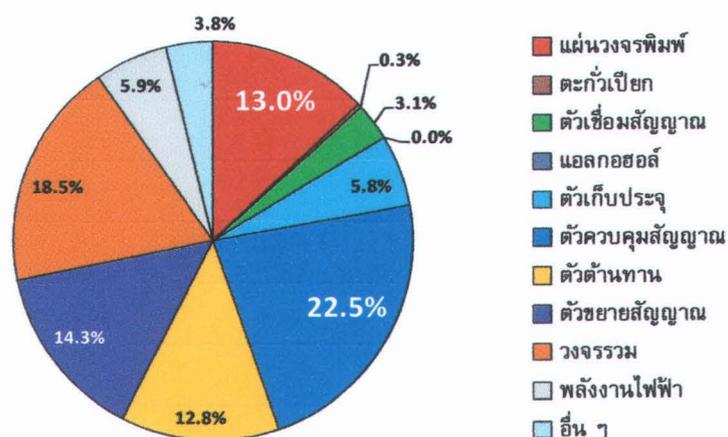
จากรูป 4.19 จะเห็นว่าทุกตัวแปรมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงอายุการใช้งานของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เมื่อเทียบกับตัวแปรอื่น ๆ รองลงมา ได้แก่ กำลังไฟฟ้าในโหมดการทำงานปกติ ชั่วโมงการทำงานปกติ ปริมาณวัตถุดิบหลัก กำลังไฟฟ้าในโหมดการเตรียมพร้อมใช้งาน พลังงานไฟฟ้าในการประกอบ พลังงานไฟฟ้าในการผลิต และปริมาณขยะแบบฝังกลบ ตามลำดับ

4.7 แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไครฟ์

จากการวิเคราะห์ในหัวข้อ 4.3 จะเห็นว่ามียู 3 ส่วนประกอบ ได้แก่ PCBA, Motor base และ Glass disk substrate ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมกันแล้วมีค่ามากกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงทำการเลือก 3 ส่วนประกอบดังกล่าวมาวิเคราะห์อย่างละเอียด เพื่อหาแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.7.1 PCBA

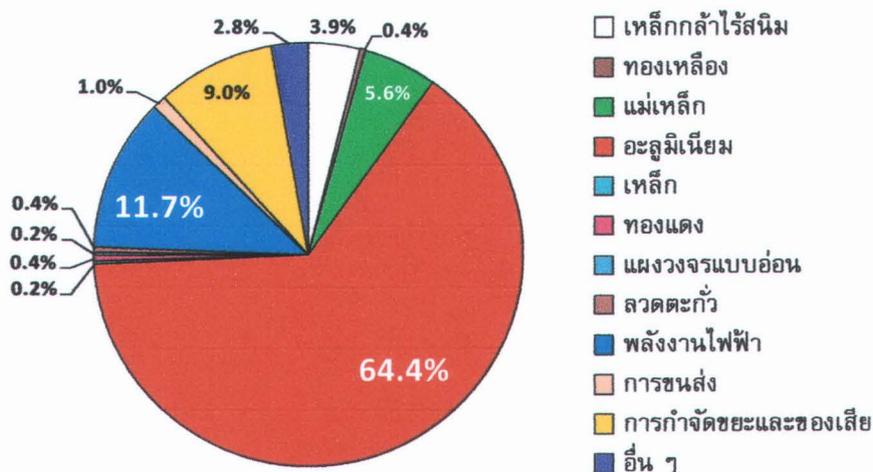
การวิเคราะห์ส่วนประกอบ PCBA อย่างละเอียดแสดงดังรูป 4.20 พบว่าการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ตัวควบคุมสัญญาณ วงจรรวม ตัวขยายสัญญาณ ตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดถึงร้อยละ 73.95 รองลงมาเป็นแผ่นวงจรพิมพ์ สำหรับก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งและการกำจัดของเสียถูกรวมไว้อยู่ในกลุ่มอื่น ๆ เนื่องจากส่งผลกระทบต่อปริมาณน้อยมาก ดังนั้นการลดผลกระทบควรมุ่งเน้นไปที่การใช้พื้นที่ของแผ่นวงจรพิมพ์ให้น้อยที่สุดหรือการเลือกใช้วัสดุอื่นที่มีผลกระทบต่อปริมาณน้อยกว่ามาทดแทน อีกทั้งควรลดการใช้ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ข้างต้นลงให้เหลือเท่าที่จำเป็น



รูป 4.20 สัดส่วนปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของ PCBA

4.7.2 Motor base

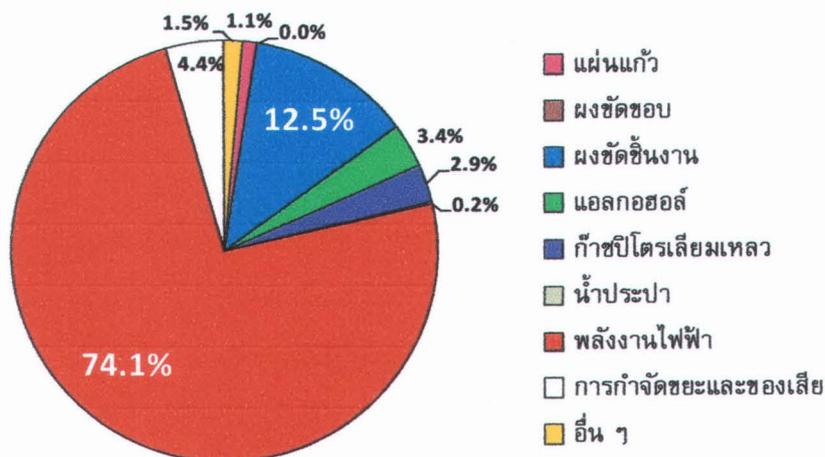
การวิเคราะห์ส่วนประกอบ Motor base อย่างละเอียดแสดงดังรูป 4.21 พบว่าการผลิตอะลูมิเนียมมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดถึงร้อยละ 64.39 รองลงมาเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต และการกำจัดของขยะและของเสีย ตามลำดับ ดังนั้นการลดผลกระทบต่อความมุ่งเน้นไปที่การออกแบบให้โครงสร้างหลักของ Motor base มีการใช้อะลูมิเนียมลดลงหรือการเลือกใช้วัสดุอื่นที่มีผลกระทบต่อขนาดแทน ในส่วนของการผลิตควรหาแนวทางการลดใช้พลังงานลงโดยการจัดการใช้พลังงานให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่ทำให้กระบวนการผลิตลดลงและคุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง อีกทั้งควรลดขยะและของเสียที่เกิดขึ้นภายในโรงงานลงให้มากที่สุด โดยเฉพาะในกลุ่มของกระดาษและพลาสติก



รูป 4.21 สัดส่วนปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของ Motor base

4.7.3 Glass disk substrate

การวิเคราะห์ส่วนประกอบ Glass disk substrate อย่างละเอียดแสดงดังรูป 4.22 พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดถึงร้อยละ 74.09 รองลงมาเป็นการผลิตผงขัดชิ้นงาน และการกำจัดของขยะและของเสีย ตามลำดับ ดังนั้นการลดผลกระทบต่อความมุ่งเน้นไปที่การลดใช้พลังงานลงโดยการจัดการใช้พลังงานให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่ทำให้กระบวนการผลิตลดลงและคุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง ในส่วนของผงขัดชิ้นงานควรใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดหรือการเลือกใช้วัสดุอื่นที่มีผลกระทบต่อขนาดแทน อีกทั้งควรลดขยะและของเสียที่เกิดขึ้นภายในโรงงานลงให้มากที่สุด โดยเฉพาะในกลุ่มของกระดาษและพลาสติก



รูป 4.22 สัดส่วนปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของ Glass disk substrate

4.8 แนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์

ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสำคัญต่อการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิด โดยเฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะต้องมีฮาร์ดดิสก์ไครฟ์เป็นส่วนประกอบหลัก ใช้ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลของระบบปฏิบัติการ โปรแกรม และข้อมูลต่าง ๆ ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าปริมาณการผลิตมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น (สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, 2554) เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกประเภนี้มาใช้ภายในชีวิตประจำวัน อย่างไรก็ตามการผลิตฮาร์ดดิสก์ไครฟ์มีการใช้วัตถุดิบ สารเคมี และพลังงานจำนวนมาก ประกอบกับขั้นตอนการใช้งานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนตามอายุการใช้งาน 4 ปี ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อม ในงานวิจัยนี้ได้ใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตมาวิเคราะห์วัฏจักรชีวิตของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ เพื่อหาปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกจากระบบ พบว่ายังมีก๊าซเรือนกระจกปลดปล่อยออกมาในขั้นตอนต่าง ๆ ของฮาร์ดดิสก์ไครฟ์จำนวนมาก ซึ่งสามารถสรุปและเสนอแนะแนวทางการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกดังนี้

4.8.1 เนื่องจากส่วนประกอบ PCBA มีการใช้วัสดุจำพวกชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นวัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก ดังนั้นควรปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ในการผลิตให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง หรือออกแบบ PCBA ให้มีขนาดเล็กที่สุดเพื่อลดการใช้วัสดุให้ได้มากที่สุด

4.8.2 เนื่องจากส่วนประกอบ Motor base มีการใช้วัสดุจำพวกอะลูมิเนียม ซึ่งเป็นวัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก ดังนั้นควรปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ในการผลิตให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง หรือออกแบบ Motor base ให้มีขนาดเล็กที่สุดเพื่อลดการใช้วัสดุให้ได้มากที่สุด

4.8.3 เนื่องจากส่วนประกอบ Glass disk substrate มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตสูง ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวนมาก ดังนั้นควรลดใช้พลังงานลงโดยการจัดการใช้พลังงานให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่ทำให้กระบวนการผลิตลดลง และคุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

4.8.4 การขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงานผลิตก่อให้เกิดผลกระทบมากกว่าช่วงการขนส่งอื่น ๆ เนื่องจากวัตถุดิบส่วนใหญ่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานจากระยะทางการขนส่งที่ไกล ดังนั้นควรเปลี่ยนมาใช้วัตถุดิบที่ผลิตภายในประเทศหรือประเทศเพื่อนบ้าน โดยที่คุณภาพของวัตถุดิบเท่าเทียมกัน

4.8.5 การใช้งานฮาร์ดดิสก์ไครฟ์เป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เพราะอาศัยพลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนการทำงานตลอดเวลา ดังนั้นควรออกแบบให้มีอัตราการบริโภคพลังงานไฟฟ้าในโหมดการทำงานปกติลดลงให้มากที่สุด

4.8.6 ขยะที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของกระดาษ พลาสติก และไม้ที่ปนเปื้อนสารเคมี ซึ่งต้องส่งไปกำจัดโดยวิธีการฝังกลบทั้งหมด ดังนั้นควรหาแนวทางในการลดขยะจำพวกนี้ให้น้อยลง โดยการนำกลับมาใช้ใหม่หรือการใช้ซ้ำภายในโรงงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด ก่อนทิ้งออกจากโรงงาน

อย่างไรก็ตามแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ ทั้งในทางเทคนิคและต้นทุนที่เกิดขึ้นด้วย จึงจะสามารถสรุปได้ว่าวิธีการใดเป็นไปได้ และเหมาะสมที่จะนำมาใช้มากที่สุด โดยหลังจากนำแนวทางในการลดผลกระทบดังกล่าวมาใช้แล้ว ควรทำการประเมินวัฏจักรชีวิตอีกครั้งหนึ่งเพื่อเป็นการยืนยันว่าสามารถลดผลกระทบที่เกิดขึ้นได้จริงหรือไม่อย่างไร