

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้วิธีการตามมาตรฐาน ISO 14040 Life cycle assessment – Principles and framework ซึ่งเป็นการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ที่ประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมาย ขอบเขต การวิเคราะห์และจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ (ISO 14041: Goal and scope definition and Life Cycle Inventory analysis) การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ISO 14042: Life Cycle Impact Assessment) และการแปลผลข้อมูล (ISO 14043: Life Cycle Interpretation)

3.1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตการศึกษา (Goal and scope definition)

3.1.1 เป้าหมายของการศึกษา

- 1) เพื่อจัดทำบัญชีรายการด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยรายการสารขาเข้าและสารขาออกของการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกชนิด CR-39 ที่มีดัชนีการหักเหของแสง 1.50 ในขั้นตอนกระบวนการหล่อขึ้นรูป (Casting process)
- 2) เพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เลนส์แว่นตาพลาสติกพลาสติกชนิด CR-39 ที่มีดัชนีการหักเหของแสง 1.50 ในขั้นตอนกระบวนการหล่อขึ้นรูป (Casting process) ในเชิงปริมาณ

3.1.2 ขอบเขตของการศึกษา

3.1.2.1 หน้าที่ของผลิตภัณฑ์ (Function) ที่ต้องการศึกษา

ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาคือ ผลิตภัณฑ์เลนส์หล่อ (Cast lens) ที่เป็นเลนส์แว่นตาพลาสติกชนิด CR-39 และมีดัชนีการหักเหของแสง 1.50

3.1.2.2 หน่วยวัดหน้าที่การทำงาน (Functional unit) และปริมาณอ้างอิง (Reference flow) ทำการศึกษามิติผลิตภัณฑ์เลนส์หล่อ (Cast lens) ที่มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นเลนส์แว่นตาพลาสติกชนิด CR-39
- ดัชนีการหักเหของแสง 1.50
- ค่าสายตา (Optical power) 0.00
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter) 70 มิลลิเมตร
- จำนวน 1 ชิ้น

ผลิตภัณฑ์เลนส์หล่อที่ศึกษา เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตเพื่อจำหน่ายตามสายการผลิตปกติ และเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมาตรฐานซึ่งใช้ในการตรวจสอบคุณสมบัติของเลนส์ (Quality check) ก่อนที่จะนำไปจำหน่ายหรือส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป จึงทำให้ผลิตภัณฑ์เลนส์แว่นตาพลาสติกชนิดนี้ มีการผลิตเป็นจำนวนมาก

3.1.2.3 ขอบเขตของระบบ (System boundary)

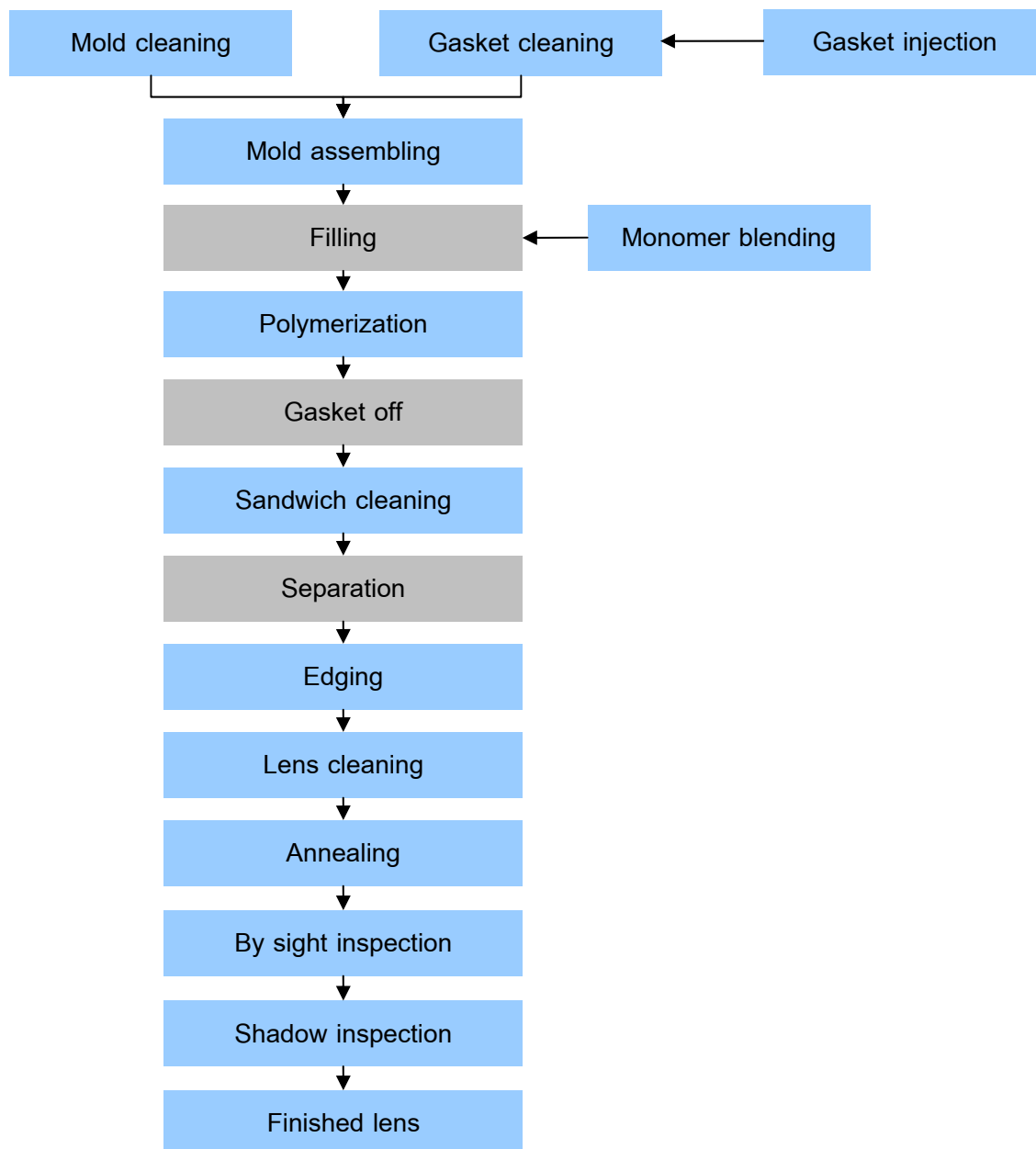
ขอบเขตของระบบในการศึกษา ประกอบด้วยกระบวนการผลิต 12 กระบวนการย่อย (Unit process) ดังนี้

- 1) การผลิตวงแหวนพลาสติก (Gasket injection)
- 2) การล้างแม่แบบ (Mold cleaning)
- 3) การล้างวงแหวนพลาสติกหรือแกสเก็ต (Gasket cleaning)
- 4) การประกอบแม่แบบ (Mold assembling)
- 5) การเตรียมมอนอเมอร์ (Monomer blending)
- 6) การอบขึ้นรูปด้วยความร้อน (Polymerization)
- 7) การล้างชิ้นงานแซนวิช (Sandwich cleaning)
- 8) การเจียรขอบเลนส์ (Edging)
- 9) การล้างเลนส์ (Lens cleaning)
- 10) การอบอ่อน (Annealing)
- 11) การตรวจสอบด้วยไฟฟลูเรสเซนต์ (By sight inspection)
- 12) การตรวจสอบด้วยเงา (Shadow Inspection)

3.2 การวิเคราะห์บัญชีรายการ (Life cycle inventory analysis)

บัญชีรายการจะแสดงถึงการใช้ทรัพยากรและการปล่อยของเสียในกระบวนการต่างๆ

3.2.1 กระบวนการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกชนิดหล่อ (Cast lens)

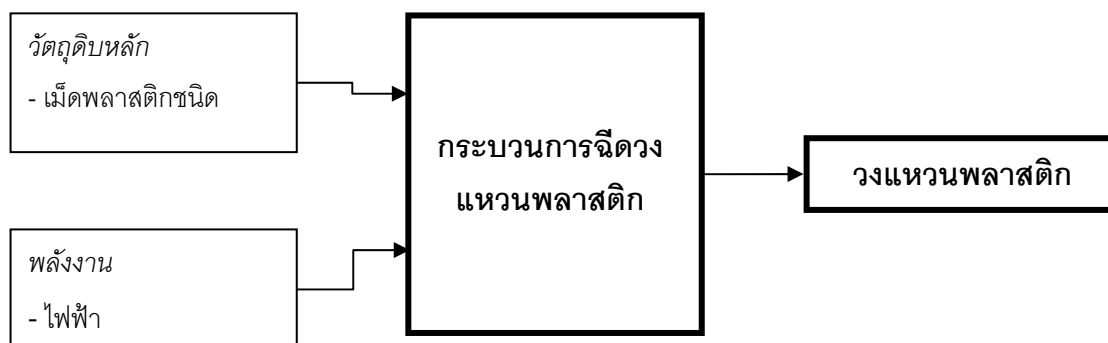


ภาพที่ 3.1

กระบวนการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกชนิดหล่อ (Cast lens)

3.2.2 กระบวนการผลิต

3.2.2.1 การผลิตวงแหวนพลาสติก (Gasket injection)



ภาพที่ 3.2

สารเข้าและสารออกในกระบวนการผลิตวงแหวนพลาสติก

กระบวนการผลิตวงแหวนพลาสติก

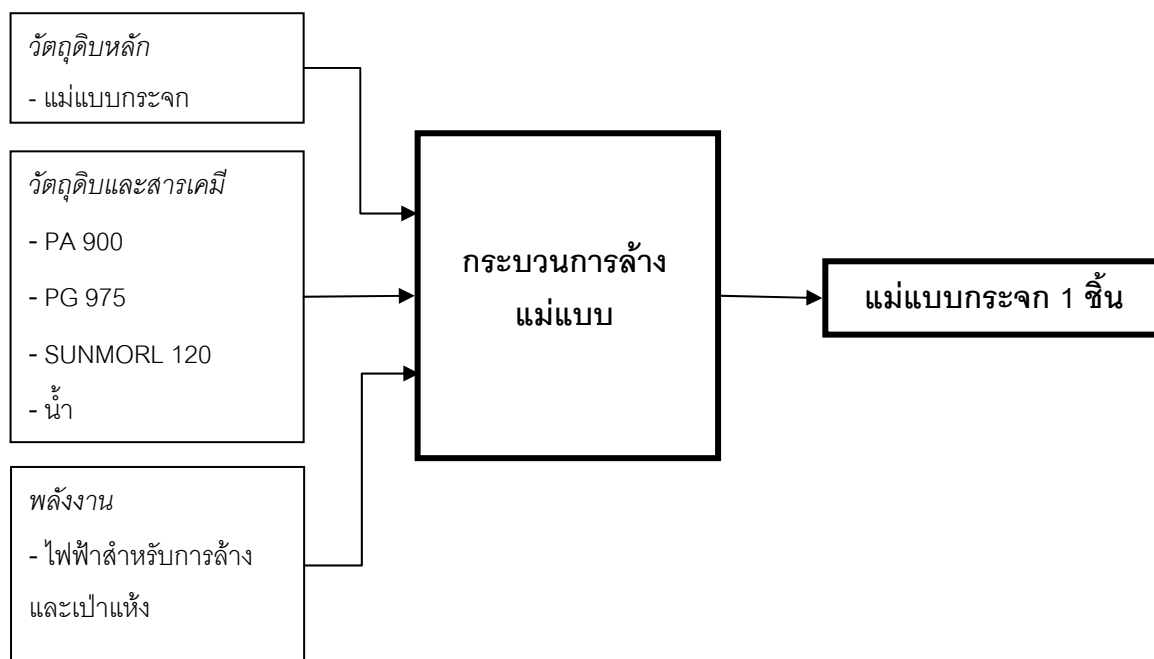
วงแหวนพลาสติก (Gasket) ผลิตจากเม็ดพลาสติกชนิด EUL (Ethylene Butene Co-polymer) ซึ่งผลิตโดยใช้เครื่องฉีดพลาสติก (Injection machine) เข้าสู่แม่แบบ เพื่อให้ได้ลักษณะตามที่ต้องการ

ตารางที่ 3.1

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตวงแหวนพลาสติกสำหรับการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
เม็ดพลาสติกชนิด EUL	10	g
เวลา	45	Sec
ไฟฟ้า	0.36	kWh

3.2.2.2 การล้างแม่แบบ (Mold cleaning)



ภาพที่ 3.3

สารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการล้างแม่แบบ

กระบวนการล้างแม่แบบ

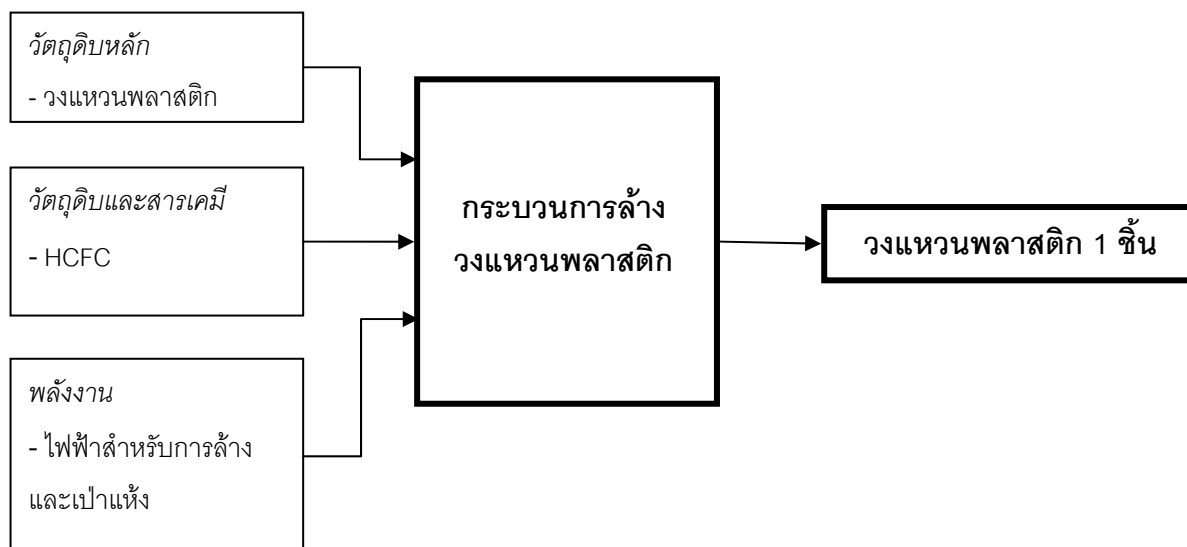
การล้างแม่แบบ ทำเพื่อล้างคราบสกปรกและเศษพลาสติกออกจากแม่แบบก่อนทำการประกอบ โดยการใช้ สารเคมีชนิด PA900 (Semi aqueous cleaner) และ PG975 (Alkaline cleaner) จากนั้นล้างออกด้วยน้ำผสม SUNMORL 120 (Nonionic surfactant) ที่บรรจุอยู่ใน Ultrasonic bath และเป่าให้แห้งด้วยอากาศร้อน

ตารางที่ 3.2

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการล้างแม่แบบสำหรับการผลิตเลนส์
แว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
PA 900	6.7×10^{-2}	oz
PG 975	0.20	oz
Detergent SUNMORL 120	7.9	cm ³
น้ำเปล่า	1.07	oz
เวลา	95	Sec
ไฟฟ้าสำหรับการล้างและเป่าแห้ง	9.1×10^{-3}	kWh

3.2.2.3 การล้างวงแหวนพลาสติกหรือแกสเก็ต (Gasket cleaning)



ภาพที่ 3.4

สารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติก

กระบวนการล้างวงแหวนพลาสติก

การล้างวงแหวนพลาสติก ทำเพื่อล้างคราบสกปรกและเศษพลาสติกออกจากวงแหวนพลาสติกก่อนทำการประกอบ โดยการใช้ สารเคมีชนิด HCFC ที่บรรจุอยู่ใน Ultrasonic bath และเป่าให้แห้งด้วยอากาศร้อน (วงแหวนพลาสติก เป็นส่วนที่ช่วยกำหนดความหนาให้กับชิ้นงานเลนส์แว่นตาพลาสติก)

ตารางที่ 3.3

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกสำหรับการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
HCFC	46	g
เวลา	90	sec
ไฟฟ้าสำหรับการล้างและเป่าแห้ง	1.2×10^{-3}	kWh

3.2.2.4 การประกอบแม่แบบ (Mold assembling)



ภาพที่ 3.5

สารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการประกอบแม่แบบ

กระบวนการประกอบแม่แบบ

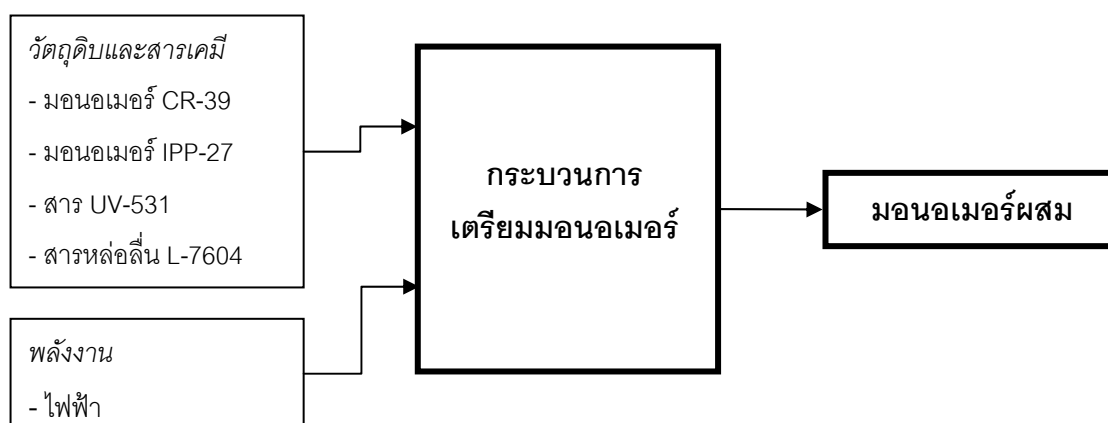
หลังจากที่แม่แบบกระจกและวงแหวนพลาสติกผ่านกระบวนการล้างเรียบร้อยแล้ว จะถูกนำมาประกอบเข้าด้วยกัน แล้วอัดให้แน่นด้วยแรงดันลม หลังจากนั้นนำมอดอร์มาฉีดลงในแม่แบบ

ตารางที่ 3.4

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการประกอบแม่แบบสำหรับการผลิต
เลนส์เว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
เวลา	22	sec
ไฟฟ้า	3.1×10^{-3}	kWh

3.2.2.5 การเตรียมมอนอเมอร์ (Monomer blending)



ภาพที่ 3.6

สารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการเตรียมมอนอเมอร์

กระบวนการเตรียมมอนอเมอร์

ผสมสารเคมีต่างๆ เข้าด้วยกัน ได้แก่ Diethylene glycol bis (allyl carbonate); CR-39, Diisopropyl peroxydicarbonate; IPP-27, 2-Hydroxy-4-n-octoxybenzophinone; UV-531 และ Polyalkyleneoxide modified polydimethylsiloxane; L-7604 จากนั้นทำการผสมให้เข้ากันและกำจัดฟองอากาศ เป็นเวลา 80 นาที และนำมอนอเมอร์ที่ได้ไปฉีดเข้าสู่แม่แบบประกอบ

ตารางที่ 3.5

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเตรียมมอนอเมอร์สำหรับการผลิต
เลนส์แว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
CR-39	0.875	g
IPP-27	0.125	g
UV-531	3×10^{-4}	g
L-7604	6×10^{-6}	g
เวลา	4800	Sec
ไฟฟ้า	3×10^{-5}	kWh

3.2.2.6 การอบขึ้นรูปด้วยความร้อน (Polymerization)



ภาพที่ 3.7

สารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการอบขึ้นรูปด้วยความร้อน

กระบวนการอบขึ้นรูปด้วยความร้อน

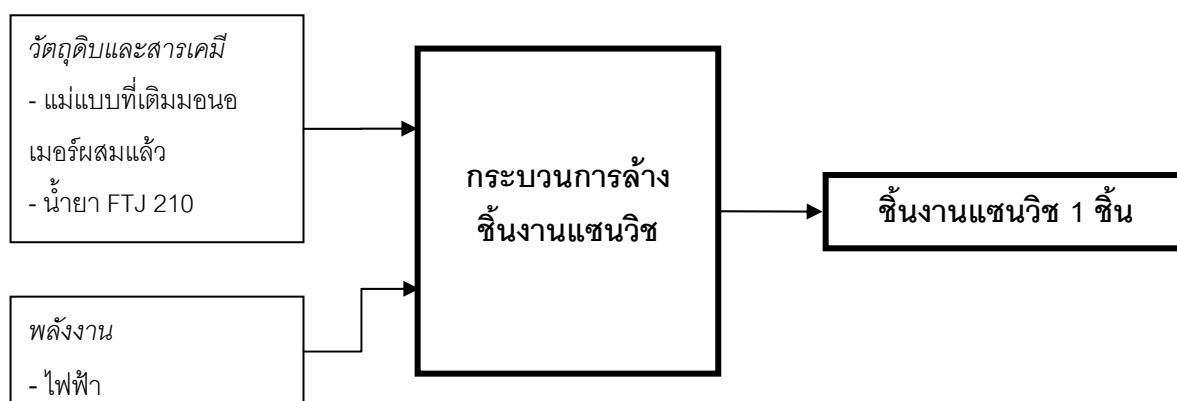
นำแม่แบบประกอบที่ทำการฉีดมอนอเมอร์เรียบร้อยแล้ว เข้าอบด้วยความร้อนตามโปรแกรมอุณหภูมิที่ตั้งไว้ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำแม่แบบประกอบที่อบแล้ว มาแกะวงแหวนพลาสติกออก จะได้ชิ้นงานแซนวิช (ชิ้นงานแซนวิชคือชิ้นงานที่มีแม่แบบประกอบอยู่ด้านบนและด้านล่าง และมีชิ้นงานเลนส์แว่นตาพลาสติกอยู่ตรงกลาง แต่ไม่มีวงแหวนพลาสติกแล้ว)

ตารางที่ 3.6

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการอบขึ้นรูปด้วยความร้อนสำหรับการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
เวลา	24	hr
ไฟฟ้า	0.125	kWh

3.2.2.7 การล้างชิ้นงานแซนวิช (Sandwich cleaning)



ภาพที่ 3.8

สารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการล้างชิ้นงานแซนวิช

กระบวนการล้างชิ้นงานแซนวิช

เป็นการล้างคราบมอดเมอร์ที่เกิดการพอลิเมอไรเซชันไม่สมบูรณ์ออกจากแม่แบบ โดยใช้ Detergent FTJ210 (Semi aqueous solution) หลังจากนั้นนำชิ้นงานแซนวิชไปแยกแม่แบบ และชิ้นงานเลนส์แว่นตาพลาสติกออกจากกัน (Separation)

ตารางที่ 3.7

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการล้างชิ้นงานแซนวิชสำหรับการผลิต
เลนส์แว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
Detergent FTJ-210	7.1×10^{-3}	oz
เวลา	20	sec
ไฟฟ้า	8.3×10^{-4}	kWh

3.2.2.8 การเจียรขอบเลนส์ (Edging)



ภาพที่ 3.9

สารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการเจียรขอบเลนส์

กระบวนการเจียรขอบเลนส์

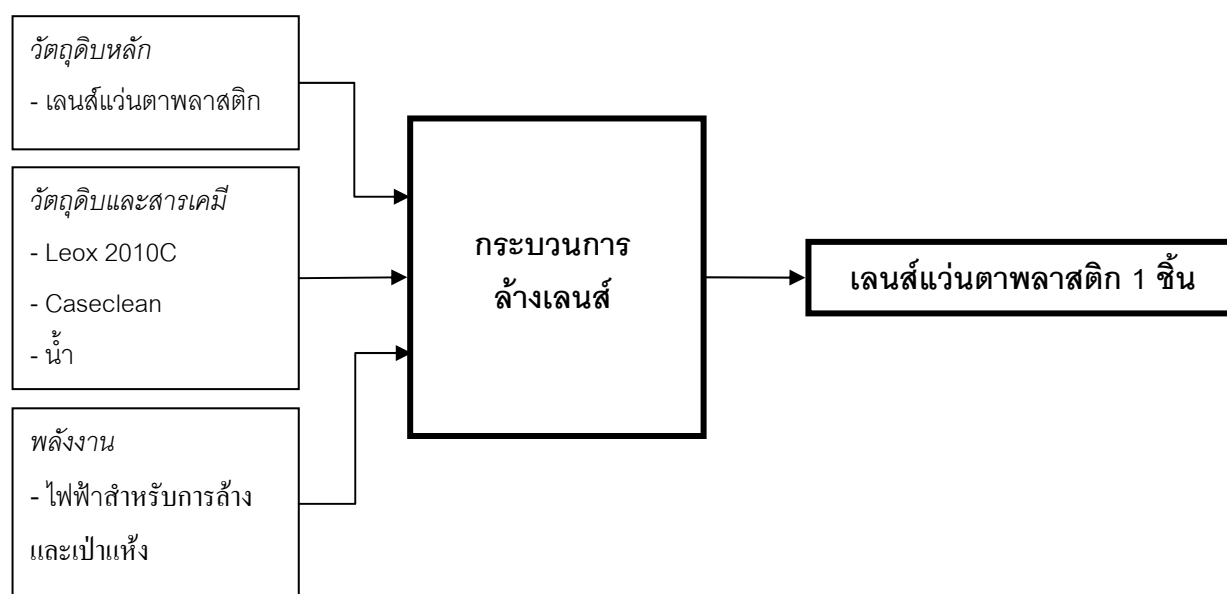
หลังจากได้ชิ้นงานเลนส์แว่นตาพลาสติกแล้ว แต่ชิ้นงานยังมีความคมที่ขอบ จึงต้องเอาไปทำการเจียรขอบ เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ไม่มีความคม โดยการใช้ ผงซักฟอก (Detergent) ชนิดอ่อน ผสมกับน้ำช่วยหล่อลื่นชิ้นงานขณะทำการเจียรขอบ

ตารางที่ 3.8

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเจียรขอบเลนส์สำหรับการผลิต
เลนส์แว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
Detergent	8.45×10^{-2}	oz
น้ำเปล่า	17.671	oz
เวลา	40	Sec.
ไฟฟ้า	7.5×10^{-3}	kWh

3.2.2.9 การล้างเลนส์ (Lens cleaning)



ภาพที่ 3.10

สารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการล้างเลนส์

กระบวนการล้างเลนส์

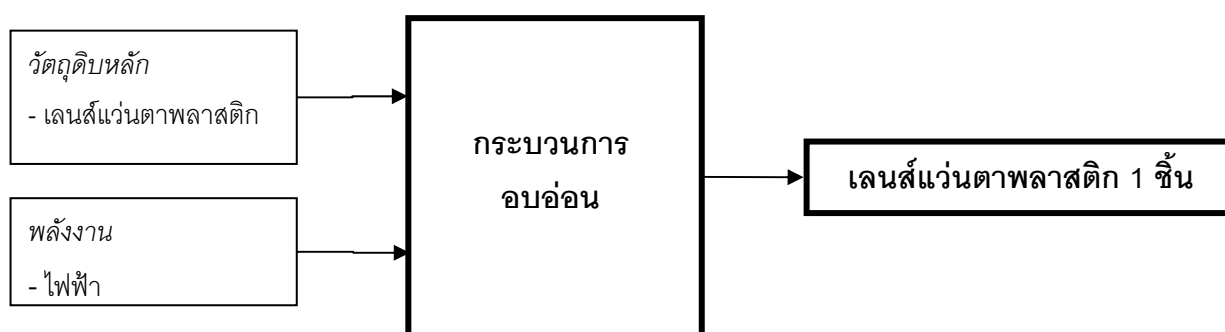
การล้างเลนส์ เพื่อขจัดคราบต่างๆ ออกจากชิ้นงานเลนส์แว่นตาพลาสติก โดยการใช้ผงซักฟอก (Detergent) ชนิดอ่อน ได้แก่ Ployoxyethylene-Polyoxypropylene-Lauryl-Myristyl ether; Leox 2010C และ Caseclean ซึ่งเป็น Surfactant จากนั้นล้างออกด้วยน้ำเปล่า ที่บรรจุอยู่ใน Ultrasonic bath และเป่าให้แห้งด้วยอากาศร้อน

ตารางที่ 3.9

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการล้างเลนส์สำหรับการผลิตเลนส์
แว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
Leox 2010C	2.4×10^{-3}	oz
Caseclean	6.9×10^{-2}	oz
น้ำเปล่า	0.83	oz
เวลา	55	Sec.
ไฟฟ้าสำหรับการล้างและเป่าแห้ง	2.0×10^{-3}	kWh

3.2.2.10 การอบอ่อน (Annealing)



ภาพที่ 3.11

สารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการอบอ่อน

กระบวนการอบอ่อน

การอบอ่อน เป็นการกำจัดความเค้นตกค้าง (Residual stress) ในชิ้นงานเลนส์แว่นตาพลาสติก โดยการอบด้วยความร้อนตามโปรแกรมอุณหภูมิที่ตั้งไว้ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.10

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการอบอ่อนสำหรับการผลิตเลนส์
แว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
เวลา	2	hr
ไฟฟ้า	7.3×10^{-2}	kWh

3.2.2.11 การตรวจสอบด้วยไฟฟลูออเรสเซนซ์ (By sight inspection)



ภาพที่ 3.12

สารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการตรวจสอบด้วยไฟฟลูออเรสเซนซ์

กระบวนการตรวจสอบด้วยไฟฟลูออเรสเซนซ์

เพื่อตรวจสอบความบกพร่องหรือตำหนิของชิ้นงานเลนส์แว่นตาพลาสติก ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ตารางที่ 3.11

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการตรวจสอบด้วยไฟฟลูออเรสเซนซ์
สำหรับการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
เวลา	12	sec
ไฟฟ้า	6.5×10^{-2}	kWh

3.2.2.12 การตรวจสอบด้วยเงา (Shadow inspection)



ภาพที่ 3.13

สารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการตรวจสอบด้วยเงา

กระบวนการตรวจสอบด้วยเงา

เป็นการตรวจสอบความบกพร่องหรือตำหนิของชิ้นงานเลนส์แว่นตาพลาสติก โดยใช้เงา

ตารางที่ 3.12

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการตรวจสอบด้วยเงาสำหรับการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
เวลา	8	sec
ไฟฟ้า	1.5×10^{-2}	kWh

3.2.2.13 สรุปข้อมูลปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติก

ตารางที่ 3.13

สรุปข้อมูลปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติก

กระบวนการ	สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
การผลิตวงแหวนพลาสติก	เม็ดพลาสติกชนิด EUL	10	g
	เวลา	45	Sec
	ไฟฟ้า	0.36	kWh
ล้างแม่แบบ	PA 900	6.7×10^{-2}	oz
	PG 975	0.20	oz
	Detergent SUNMORL 120	7.9	cm ³
	น้ำเปล่า	1.07	oz
	เวลา	95	Sec
	ไฟฟ้าสำหรับการล้างและเป่าแห้ง	9.1×10^{-3}	kWh
ล้างวงแหวนพลาสติก	HCFC	46	g
	เวลา	90	sec
	ไฟฟ้าสำหรับการล้างและเป่าแห้ง	1.2×10^{-3}	kWh
การประกอบแม่แบบ	เวลา	22	sec
	ไฟฟ้า	3.1×10^{-3}	kWh
การเตรียมมอนอเมอร์	CR-39	0.875	g
	IPP-27	0.125	g
	UV-531	3.0×10^{-4}	g
	L-7604	6.0×10^{-6}	g
	เวลา	4800	Sec
	ไฟฟ้า	3.0×10^{-5}	kWh
การอบขึ้นรูปด้วยความร้อน	เวลา	24	hr
	ไฟฟ้า	0.125	kWh

ตารางที่ 3.13 (ต่อ)

สรุปข้อมูลปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติก

กระบวนการ	สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
การล้างชิ้นงานแซนวิช	Detergent FTJ-210	7.1×10^{-3}	oz
	เวลา	20	sec
	ไฟฟ้า	8.3×10^{-4}	kWh
การเจียรขอบเลนส์	Detergent	8.45×10^{-2}	oz
	น้ำเปล่า	17.671	oz
	เวลา	40	Sec.
	ไฟฟ้า	7.5×10^{-3}	kWh
การล้างเลนส์	Leox 2010C	2.4×10^{-3}	oz
	Caseclean	6.9×10^{-2}	oz
	น้ำเปล่า	0.83	oz
	เวลา	55	Sec.
	ไฟฟ้าสำหรับการล้างและเป่าแห้ง	2.0×10^{-3}	kWh
การอบอ่อน	เวลา	2	hr
	ไฟฟ้า	7.3×10^{-2}	kWh
การตรวจสอบด้วยไฟฟลูออเรสเซนซ์	เวลา	12	sec
	ไฟฟ้า	6.5×10^{-2}	kWh
การตรวจสอบด้วยเงา	เวลา	8	sec
	ไฟฟ้า	1.5×10^{-2}	kWh

3.3 การประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life cycle impact assessment)

เป็นการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์เลนส์แว่นตาพลาสติก จากข้อมูลการใช้ทรัพยากรและการปล่อยของเสียหรือสารขาเข้าและสารขาออกที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาการด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลจากการใช้วัตถุดิบ พลังงานและของเสียที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของเลนส์แว่นตาพลาสติก 1 ชิ้น จะถูกนำไปคำนวณเพื่อประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักร

จักรชีวิตของผลิตภัณฑ์โดยใช้โปรแกรม SimaPro และใช้วิธี Eco-indicator 99 ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมตามวิธี Eco-indicator 99 มี 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ผลกระทบต่อสุขภาพ (Damage to Human Health)

ดัชนีผลกระทบต่อสุขภาพจะพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมหรือสารที่เกี่ยวข้องในวัฏจักรชีวิต ภายใต้ความคิดที่ว่า “มนุษย์ควรจะต้องไม่ได้รับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์ การผลิต และกิจกรรมใดๆ ทั้งในเวลาปัจจุบันและอนาคต” การคำนวณผลกระทบต่อสุขภาพ จะอยู่ในรูปของ “จำนวนปีที่สูญเสียไป หรือ Disability – Adjusted Life Years, DALYs”

2. ผลกระทบต่อการคงอยู่ของสิ่งแวดล้อม (Damage to ecosystem quality)

ดัชนีผลกระทบต่อการคงอยู่ของสิ่งแวดล้อมนี้ พัฒนาขึ้นภายใต้ความคิดที่ว่า “สิ่งมีชีวิตควรจะไม่ได้รับผลกระทบทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงปริมาณ และการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ” ซึ่งจะแสดงผลในรูปของ “สัดส่วนในการได้รับผลกระทบในระดับที่อันตราย (Potentially Affected Fraction, PAF) หรือสัดส่วนในการสูญหายไป (Potentially Disappeared Fraction, PDF) ของสิ่งมีชีวิตหนึ่งๆ ต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา”

การพิจารณาค่าสัดส่วนในการได้รับผลกระทบในระดับที่อันตราย หรือ PAF จะดูที่ผลกระทบของสารที่มีความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์ (Ecotoxicity) และจะคำนึงถึงสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในน้ำ (Aquatic) และในดิน (Benthic) เท่านั้น ส่วนการพิจารณาค่า สัดส่วนในการสูญหายไป หรือ PDF นั้น จะดูที่ผลกระทบของฝนกรด (Acidification) สารอาหารในแหล่งน้ำ (Eutrophication) และการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ (Land use) เป็นหลัก และจะคำนึงถึงการหายไปของพืชเท่านั้น

3. ผลกระทบต่อทรัพยากร (Damage to mineral and fossil resource)

การพิจารณาผลกระทบต่อทรัพยากร จะการพิจารณาถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ในรูปของพลังงานที่จำเป็น สำหรับการหาทรัพยากรมาชดเชยสิ่งที่ใช้ไปในปัจจุบัน (MJ Energy Surplus) เนื่องจากดัชนีชี้วัดนี้ถูกพัฒนาภายใต้ความคิดที่ว่า “ธรรมชาติได้ให้ทรัพยากรแด่มนุษยชาติ ซึ่งทรัพยากรเหล่านี้ควรจะต้องคงอยู่ต่อไปในอนาคต” ซึ่งการพิจารณาจะพิจารณาเฉพาะทรัพยากรที่ให้พลังงาน เนื่องจากความหลากหลายของทรัพยากรธรรมชาติ จึงทำให้ไม่สามารถหาค่าดัชนีที่ถูกต้องสำหรับทรัพยากรทุกประเภทได้ ดังนั้น ผลกระทบต่อทรัพยากร จะถูกคำนวณในรูปของ “พลังงานที่ต้องการในการผลิตพลังงานในปริมาณเท่ากันในอนาคต, หน่วย MJ Energy Surplus”

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามตัวชี้วัด Eco-indicator 99 แสดงในตารางที่ 3-17

ตารางที่ 3.14

หมวดของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตามตัวชี้วัด Eco-indicator 99

กลุ่มผลกระทบ	หน่วยวัด
Carcinogens	DALY
Respiratory organics	DALY
Respiratory inorganics	DALY
Climate change	DALY
Radiation	DALY
Ozone layer	DALY
Ecotoxicity	PAF*m2yr
Acidification/ Eutrophication	PDF*m2yr
Land use	PDF*m2yr
Minerals	MJ surplus

3.4 การแปลผลข้อมูล (Life cycle interpretation)

ทำการแปลผลข้อมูลจากขั้นตอนการประเมินผลกระทบ เพื่อให้ทราบว่ากระบวนการใดที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด รวมถึงเพื่อศึกษาแนวทางในการลดผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม