

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SimaPro (Version 7.1) ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากการศึกษาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการ Life Cycle Assessment (LCA) นั้นประกอบไปด้วยข้อมูลและตัวเลขจำนวนมาก จึงต้องใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาประยุกต์ใช้

หลังจากที่นำข้อมูลรายการสารเข้าและสารออกของผลิตภัณฑ์มาประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้โปรแกรม SimaPro แล้ว ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life cycle impact assessment: LCIA) ด้วยวิธี Eco-Indicator 99 เพื่อให้ทราบว่ากระบวนการย่อยใดที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

ตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมของ Eco-indicator 99 ถูกพัฒนาขึ้นมาจาก Eco-indicator 95 ซึ่ง Eco-indicator 99 จะจัดกลุ่มของตัวชี้วัดที่บ่งบอกถึงผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้น ในขณะที่ Eco-indicator 95 เป็นการกำหนดดัชนีชี้วัดทางด้านสิ่งแวดล้อมตามลักษณะของผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง แต่ดัชนีชี้วัดนั้นยังไม่คำนึงถึงผลกระทบต่อสุขภาพ ไม่ได้บ่งบอกถึงระดับอันตรายในสารที่เป็นพิษ โดยมีการระบุเพียงปริมาณเท่านั้น อีกทั้ง Eco-indicator 95 ไม่ได้ระบุถึงผลกระทบที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรต่างๆ ที่จะส่งผลให้ทรัพยากรลดลงหรือหมดสิ้นไป

4.1 การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์

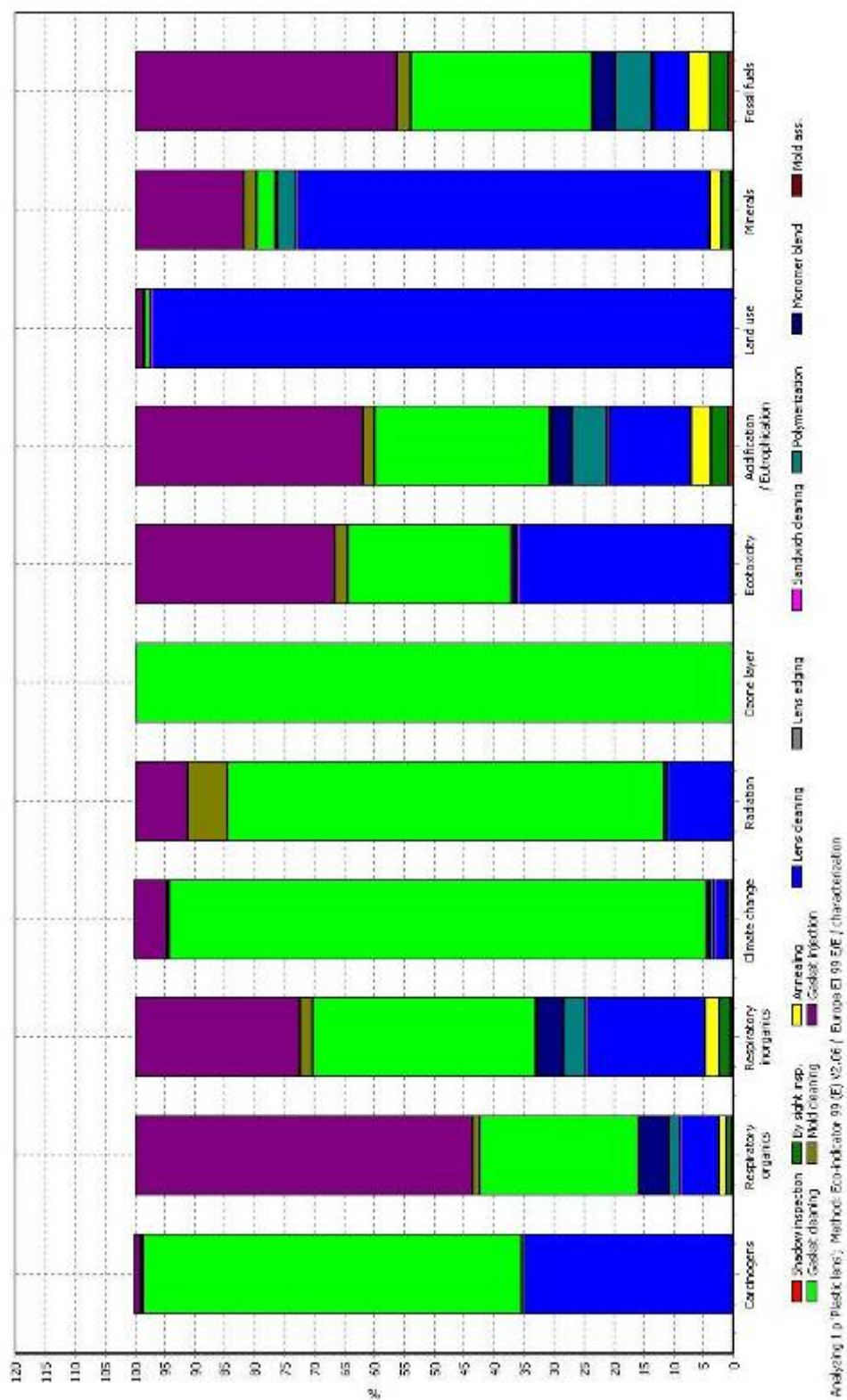
การประเมินผลกระทบในกระบวนการหล่อของผลิตภัณฑ์เลนส์แว่นตาพลาสติก ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SimaPro (Version 7.1) และนำข้อมูลที่ได้มาประเมินผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี Eco-Indicator 99 ซึ่งจะจัดกลุ่มของผลกระทบที่ได้จากการวิเคราะห์ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ผลกระทบต่อสุขภาพ (Damage to Human Health) ได้แก่ การเกิดสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Carcinogens), สารอินทรีย์ที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ (Respiratory organics), สารอนินทรีย์ที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ (Respiratory inorganics), การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change), การเกิดกัมมันตภาพรังสี (Radiation) และ การทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ (Ozone layer depletion)

2. ผลกระทบต่อการคงอยู่ของสิ่งแวดล้อม (Damage to ecosystem quality) ได้แก่ ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์ (Ecotoxicity) และ ภาวะความเป็นกรด (Acidification) การเพิ่มธาตุอาหารพืชในน้ำ (Eutrophication) และการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ (Land use)

3. ผลกระทบต่อทรัพยากร (Damage to mineral and fossil resource) ได้แก่ ทรัพยากรแร่ธาตุ (Minerals) และ เชื้อเพลิงธรรมชาติ (Fossil fuels)

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ นี้ สามารถสรุปเป็นกราฟเชิงเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการผลิตได้ ดังภาพที่ 4.1 ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่า กระบวนการล้างวงแหวนพลาสติก (Gasket cleaning) เป็นกระบวนการที่มีนัยสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในเกือบทุกด้านของผลกระทบ อาจเนื่องมาจากกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกนี้มีการใช้สารจำพวกไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน ซึ่งเป็นสารที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ เป็นจำนวนมาก โดยค่าปริมาณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ของแต่ละกระบวนการผลิต จะถูกแสดงเป็นค่าตัวเลขเชิงปริมาณและตัวเลขในหน่วยเทียบร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.1

กราฟแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ตามตัวชี้วัด Eco-indicator 99

ตารางที่ 4.1

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ตามตัวชี้วัด Eco-indicator 99

Impact category	Unit	Total	Shadow insp.	By sight insp.	Annealing	Lens cleaning	Lens edging
Carcinogens	DALY	2.73E-07	5.52E-12	2.39E-11	2.69E-11	9.56E-08	5.28E-12
Respiratory organics	DALY	1.04E-09	2.46E-12	1.07E-11	1.20E-11	6.57E-11	1.26E-12
Respiratory inorganics	DALY	7.15E-07	3.22E-09	1.39E-08	1.57E-08	1.41E-07	1.63E-09
Climate change	DALY	1.20E-06	1.09E-09	4.74E-09	5.32E-09	2.60E-08	5.55E-10
Radiation	DALY	4.34E-09	0.00	0.00	0.00	4.71E-10	3.00E-12
Ozone layer	DALY	2.67E-07	7.58E-17	3.28E-16	3.69E-16	7.16E-12	2.85E-15
Ecotoxicity	PAF*m2yr	7.05E-02	2.18E-05	9.45E-05	1.06E-04	2.51E-02	1.31E-05
Acidification/ Eutrophication	PDF*m2yr	2.26E-02	1.55E-04	6.70E-04	7.53E-04	3.11E-03	7.78E-05
Land use	PDF*m2yr	4.28E-02	3.73E-06	1.62E-05	1.82E-05	4.16E-02	3.08E-06
Minerals	MJ surplus	3.04E-03	1.15E-05	4.97E-05	5.58E-05	2.09E-03	6.53E-06
Fossil fuels	MJ surplus	1.54E+00	1.13E-02	4.91E-02	5.51E-02	8.72E-02	5.69E-03

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ตามตัวชี้วัด Eco-indicator 99

Impact category	Sandwich cleaning	Polymerization	Monomer blend	Mold assembly	Gasket cleaning	Mold cleaning	Gasket injection
Carcinogens	1.90E-12	4.60E-11	6.34E-10	1.14E-12	1.73E-07	9.83E-10	2.98E-09
Respiratory organics	1.89E-13	2.05E-11	5.14E-11	5.09E-13	2.79E-10	1.07E-11	5.91E-10
Respiratory inorganics	2.17E-10	2.68E-08	3.20E-08	6.65E-10	2.68E-07	1.43E-08	1.98E-07
Climate change	7.04E-11	9.11E-09	7.45E-09	2.26E-10	1.08E-06	5.02E-09	6.50E-08
Radiation	1.32E-13	0.00	2.31E-11	0.00	3.17E-09	2.84E-10	3.87E-10
Ozone layer	3.11E-15	6.31E-16	9.69E-14	1.57E-17	2.67E-07	1.14E-12	1.91E-10
Ecotoxicity	6.83E-06	1.82E-04	6.13E-04	4.51E-06	1.93E-02	1.48E-03	2.36E-02
Acidification/ Eutrophication	9.69E-06	1.29E-03	8.33E-04	3.20E-05	6.59E-03	4.72E-04	8.60E-03
Land use	2.35E-07	3.11E-05	4.14E-06	7.71E-07	4.49E-04	4.01E-05	6.60E-04
Minerals	1.27E-06	9.56E-05	6.07E-06	2.37E-06	9.50E-05	6.92E-05	5.51E-04
Fossil fuels	7.65E-04	9.43E-02	5.78E-02	2.34E-03	4.64E-01	3.56E-02	6.75E-01

ตารางที่ 4.2

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ เป็นเปอร์เซ็นต์

Impact category	Unit	Total	Shadow insp.	By sight insp.	Annealing	Lens cleaning	Lens edging
Carcinogens	%	100	2.02E-03	8.76E-03	9.84E-03	3.50E+01	1.93E-03
Respiratory organics	%	100	2.36E-01	1.02	1.15	6.29	1.21E-01
Respiratory inorganics	%	100	4.50E-01	1.95	2.19	1.97E+01	2.28E-01
Climate change	%	100	9.11E-02	3.95E-01	4.43E-01	2.16	4.62E-02
Radiation	%	100	0.00	0.00	0.00	1.09E+01	6.92E-02
Ozone layer	%	100	2.84E-08	1.23E-07	1.38E-07	2.68E-03	1.07E-06
Ecotoxicity	%	100	3.09E-02	1.34E-01	1.51E-01	3.56E+01	1.86E-02
Acidification/ Eutrophication	%	100	6.85E-01	2.97	3.33	1.38E+01	3.44E-01
Land use	%	100	8.72E-03	3.78E-02	4.24E-02	9.71E+01	7.19E-03
Minerals	%	100	3.78E-01	1.64	1.84	6.89E+01	2.15E-01
Fossil fuels	%	100	7.36E-01	3.19	3.58	5.67	3.70E-01

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ เป็นเปอร์เซ็นต์

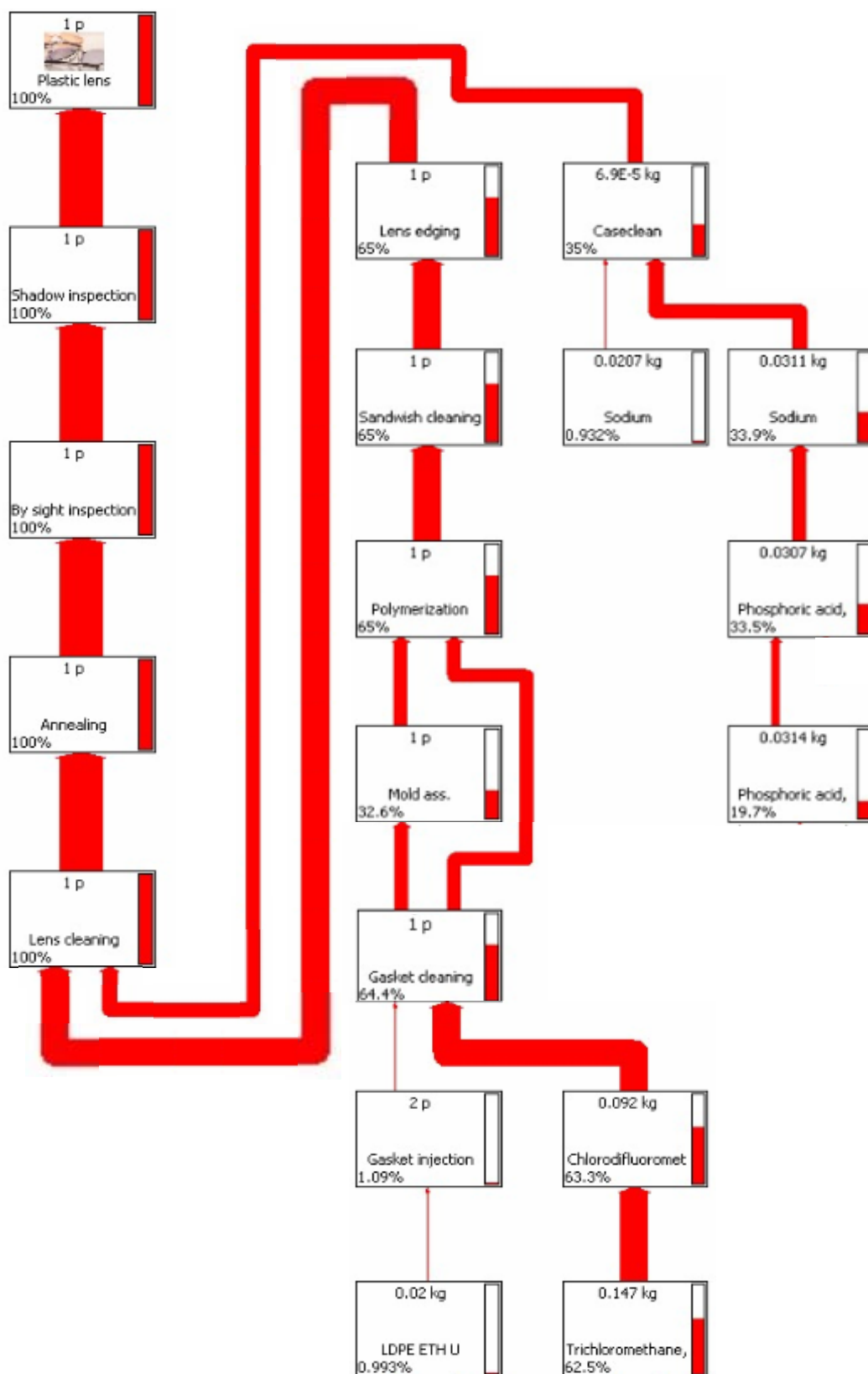
Impact category	Sandwich cleaning	Polymerization	Monomer blend	Mold assembly	Gasket cleaning	Mold cleaning	Gasket injection
Carcinogens	6.96E-04	1.68E-02	2.32E-01	4.18E-04	6.33E+01	3.60E-01	1.09
Respiratory organics	1.81E-02	1.96	4.92	4.87E-02	2.67E+01	1.02	5.65E+01
Respiratory inorganics	3.04E-02	3.75	4.48	9.30E-02	3.74E+01	2.00	2.77E+01
Climate change	5.87E-03	7.59E-01	6.21E-01	1.88E-02	8.96E+01	4.18E-01	5.41
Radiation	3.03E-03	0.00	5.32E-01	0.00	7.31E+01	6.55	8.92
Ozone layer	1.17E-06	2.36E-07	3.63E-05	5.86E-09	9.99E+01	4.28E-04	7.15E-02
Ecotoxicity	9.68E-03	2.58E-01	8.69E-01	6.39E-03	2.73E+01	2.10	3.35E+01
Acidification/ Eutrophication	4.29E-02	5.70	3.69	1.41E-01	2.92E+01	2.09	3.81E+01
Land use	5.50E-04	7.26E-02	9.66E-03	1.80E-03	1.05	9.37E-02	1.54
Minerals	4.17E-02	3.15	2.00E-01	7.81E-02	3.13	2.28	1.82E+01
Fossil fuels	4.98E-02	6.13	3.76	1.52E-01	3.02E+01	2.31	4.39E+01

การประเมินผลกระทบของกระบวนการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติก จะประเมินผลกระทบที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญเป็นหลัก ได้แก่ การเกิดสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Carcinogens) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) การทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ (Ozone layer depletion) ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์ (Ecotoxicity) และภาวะความเป็นกรด/การเพิ่มธาตุอาหารพืชในน้ำ (Acidification/Eutrophication)

4.1.1 การเกิดสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Carcinogens)

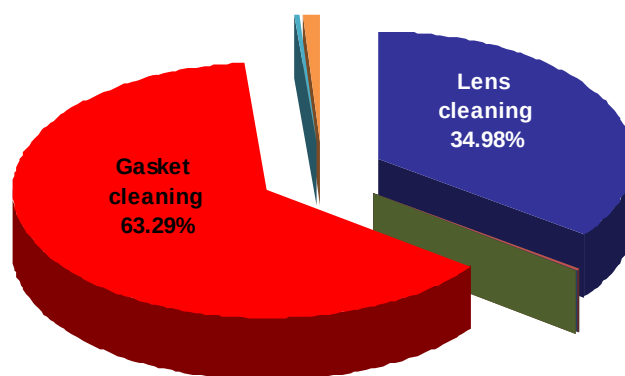
สารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Carcinogens) คือสารหรือวัตถุที่มีการแผ่รังสี ที่เป็นตัวกระตุ้นที่ก่อให้เกิดมะเร็ง

ภาวะการเกิดสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติก ในขั้นตอนการหล่อขึ้นรูปจำนวน 1 ชิ้น แสดงดังภาพที่ 4.2 ซึ่งพบว่าขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุดคือการผลิตไตรคลอโรมีเทน (Trichloromethane) ซึ่งอยู่ในขั้นตอนย่อยของกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติก (Gasket cleaning) โดยอัตราส่วนของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการเกิดสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งของแต่ละกระบวนการถูกแสดงด้วยกราฟในภาพที่ 4.3 ซึ่งจากกราฟพบว่ากระบวนการล้างวงแหวนพลาสติก เป็นกระบวนการที่มีผลกระทบมากที่สุด เนื่องจากกระบวนการนี้มีการใช้สารประเภทสารไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HCFC) ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งผิวหนังในมนุษย์ ส่วนกระบวนการที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดคือ กระบวนการล้างเลนส์ (Lens cleaning) เนื่องจากมีการใช้สารจำพวกฟอสเฟต ซึ่งมีสารตั้งต้นประเภทกรดฟอสฟอริก ซึ่งเป็นสารที่อันตรายต่อสุขภาพ และอาจส่งผลให้เกิดโรคมะเร็งในตับได้



ภาพที่ 4.2

แผนผังแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการเกิดสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง



* กระบวนการที่ไม่ได้ระบุรายละเอียด % ผลกระทบ หมายถึงกระบวนการนั้นไม่ได้มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ

ภาพที่ 4.3

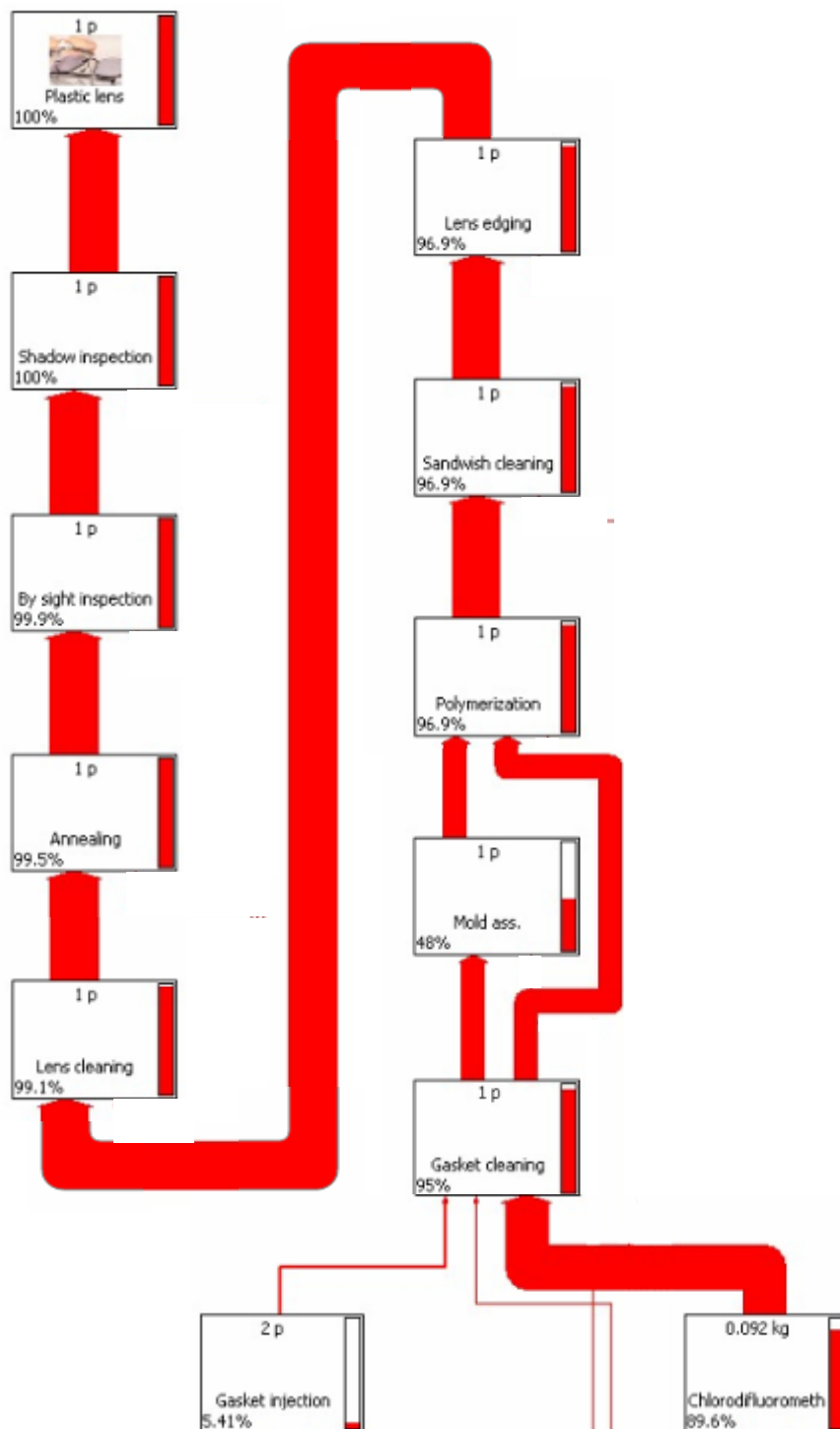
กราฟแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการเกิดสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งของแต่ละกระบวนการ

4.1.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) คือการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่เกิดจากองค์ประกอบของบรรยากาศโลกเปลี่ยนแปลงไป อันเกิดเนื่องจากการกระทำของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมถึงการแปรปรวนหรือเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนี้ก่อให้เกิดผลกระทบตามมามากมายและยังเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมโลก เช่น ภาวะโลกร้อน (Global warming) หรือการเกิดภาวะเรือนกระจก (Greenhouse effect)

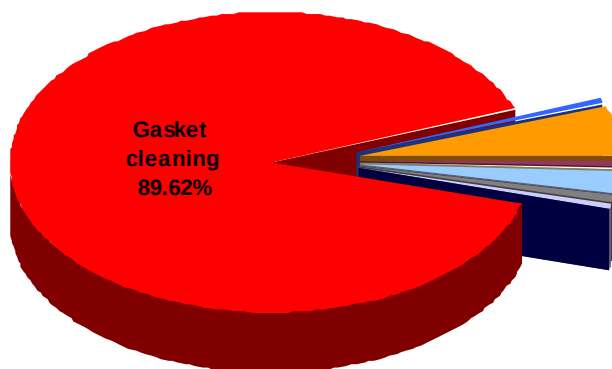
ภาวะการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกในขั้นตอนการหล่อขึ้นรูปจำนวน 1 ชิ้น แสดงดังภาพที่ 4.4 ซึ่งพบว่าขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุดคือการผลิตคลอโรไดฟลูออโรมีเทน (Chlorodifluoromethane) ซึ่งอยู่ในขั้นตอนย่อยของกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติก (Gasket cleaning) โดยอัตราส่วนของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแต่ละกระบวนการถูกแสดงด้วยกราฟในภาพที่ 4.5 ซึ่งจากกราฟจะเห็นว่ากระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกเป็นกระบวนการที่มีผลกระทบมากที่สุด เนื่องจากกระบวนการนี้มีการใช้สารประเภทสารไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HCFC) ซึ่งเป็นสารที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบ และสารประเภทสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอนนี้ไม่สามารถย่อยสลายในชั้นบรรยากาศทั่วไปได้ แต่จะลอยขึ้นไปสะสมในชั้นบรรยากาศที่อยู่บนนอกโลก สูง 11 กิโลเมตรขึ้นไป หรือชั้นสตราโตสเฟียร์ (Stratosphere) และเมื่อเจอรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ สารเหล่านี้จะ

กลายเป็นอนุภาคคลอรีน ซึ่งไปทำลายชั้นโอโซนที่ทำหน้าที่เสมือนเกราะป้องกันและสกัดกั้นรังสีอัลตราไวโอเล็ตไม่ให้ตกสู่พื้นโลกในปริมาณที่มากเกินไป



ภาพที่ 4.4

แผนผังแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



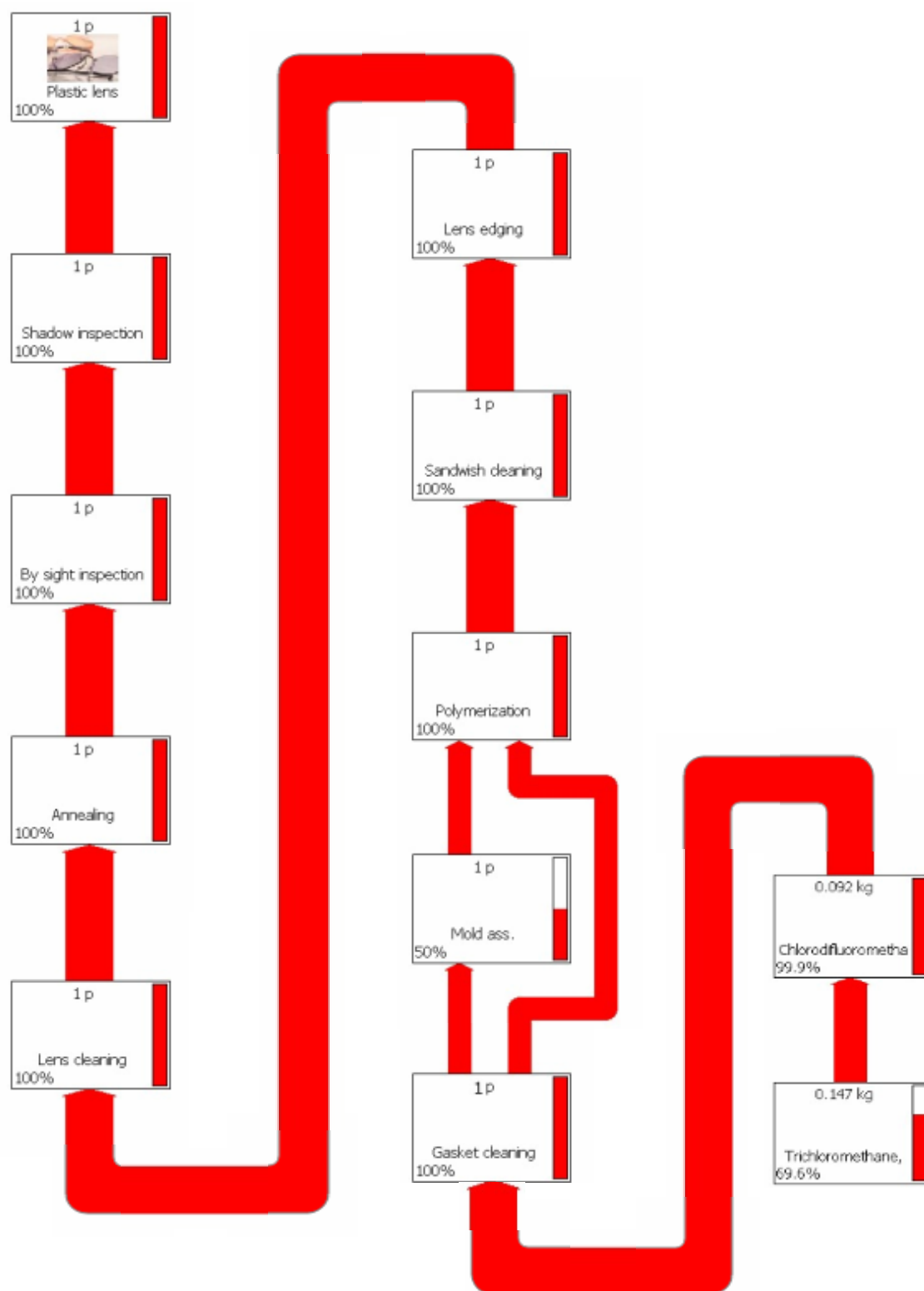
* กระบวนการที่ไม่ได้ระบุรายละเอียด % ผลกระทบ หมายถึงกระบวนการนั้นไม่ได้มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ

ภาพที่ 4.5

กราฟแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแต่ละกระบวนการ

4.1.3 การทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ (Ozone layer depletion)

ภาวะการทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกในขั้นตอนการหล่อขึ้นรูปจำนวน 1 ชิ้น แสดงดังภาพที่ 4.6 ซึ่งพบว่าขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุดคือการผลิตไตรคลอโรมีเทน (Trichloromethane) ซึ่งอยู่ในขั้นตอนย่อยของกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติก (Gasket cleaning) โดยอัตราส่วนของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแต่ละกระบวนการถูกแสดงด้วยกราฟในภาพที่ 4.7 ซึ่งจากกราฟ จะเห็นว่ากระบวนการล้างวงแหวนพลาสติก (Gasket cleaning) เป็นกระบวนการที่มีผลกระทบมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลกระทบด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากกระบวนการนี้มีการใช้สารประกอบสารไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HCFC) ซึ่งไปทำลายชั้นโอโซน (Ozone layer) ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศ ที่เป็นตัวกรองรังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet, UV) ดังนั้นการที่ชั้นโอโซนถูกทำลาย จะทำให้รังสียูวีจากแสงอาทิตย์สามารถส่องลงมาถึงพื้นผิวโลกได้มากขึ้น ส่งผลให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Greenhouse effect) ที่อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น หรือที่เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global warming) และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์คือ เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งผิวหนังและโรคต่อกระจก



ภาพที่ 4.6

แผนผังแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการทำลายไอโซนในชั้นบรรยากาศ



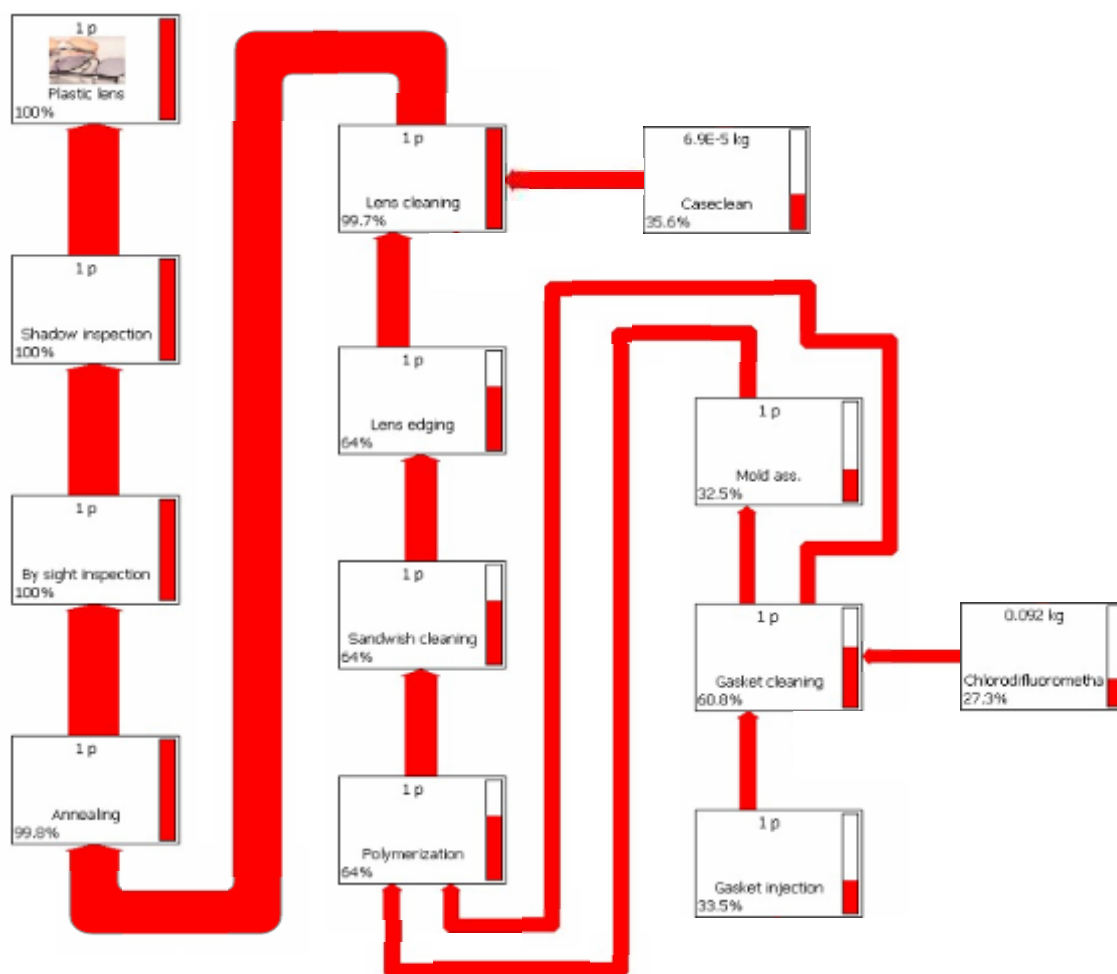
* กระบวนการที่ไม่ได้ระบุรายละเอียด % ผลกระทบ หมายถึงกระบวนการนั้นไม่ได้มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ

ภาพที่ 4.7

กราฟแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศของแต่ละกระบวนการ

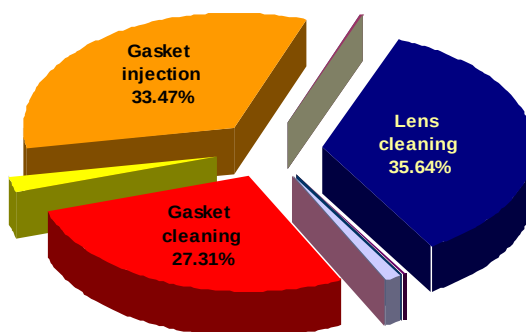
4.1.4 ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศ (Ecotoxicity)

ภาวะการเกิดความเป็นพิษต่อระบบนิเวศตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกในขั้นตอนการหล่อขึ้นรูปจำนวน 1 ขั้น แสดงดังภาพที่ 4.8 ซึ่งพบว่าขั้นตอนที่ก่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุดคือการผลิต Caseclean ซึ่งอยู่ในขั้นตอนย่อยของกระบวนการล้างเลนส์แว่นตาพลาสติก (Lens cleaning) โดยอัตราส่วนของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแต่ละกระบวนการถูกแสดงด้วยกราฟในภาพที่ 4.9 ซึ่งจากกราฟจะเห็นว่ากระบวนการล้างเลนส์ (Lens cleaning) เป็นกระบวนการที่มีผลกระทบมากที่สุด เนื่องจากกระบวนการนี้มีการใช้สารประกอบจำพวกฟอสเฟตในการล้างทำความสะอาด ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารพืชในน้ำ ทำให้เกิดความไม่สมดุลของระบบนิเวศ อีกทั้งกระบวนการล้างยังมีการใช้น้ำเป็นจำนวนมากอีกด้วย



ภาพที่ 4.8

แผนผังแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์



* กระบวนการที่ไม่ได้ระบุรายละเอียด % ผลกระทบ หมายถึงกระบวนการนั้นไม่ได้มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ

ภาพที่ 4.9

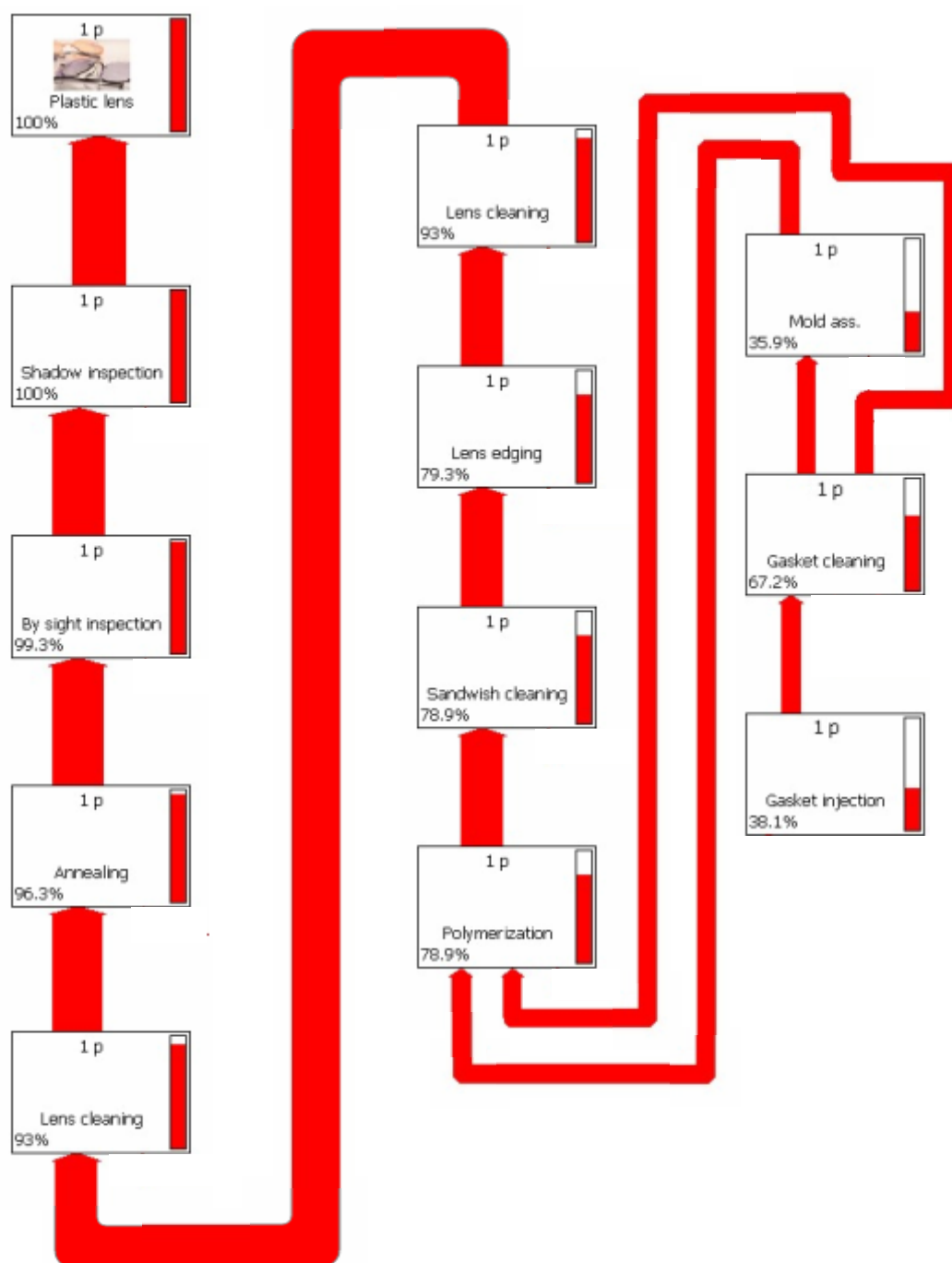
กราฟแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านความเป็นพิษต่อระบบนิเวศของแต่ละกระบวนการ

4.1.5 ภาวะความเป็นกรด/การเพิ่มธาตุอาหารพืชในน้ำ (Acidification/Eutrophication)

ภาวะความเป็นกรด (Acidification) เกิดจากการปลดปล่อยก๊าซบางชนิดออกมาสู่สิ่งแวดล้อม และไปรวมตัวกับความชื้นในบรรยากาศ กลายเป็นก๊าซกรดและตกลงสู่พื้นโลก ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจากการเกิดภาวะความเป็นกรดคือ การกัดกร่อนวัสดุต่างๆ เช่น โลหะ หินปูน และคอนกรีต ทำให้เกิดการสึกหลอ อีกทั้งยังก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในแม่น้ำลำธารอีกด้วย

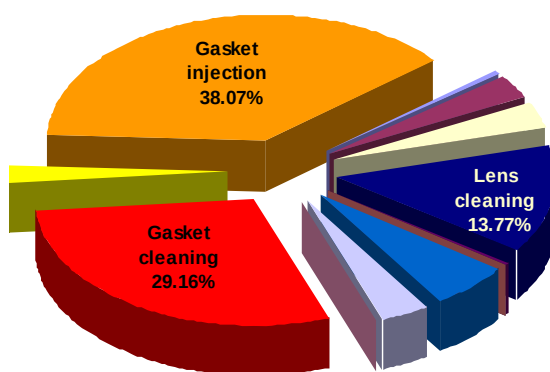
การเพิ่มธาตุอาหารพืชในน้ำ (Eutrophication) เป็นปรากฏการณ์ที่แหล่งน้ำต่างๆ อุดมไปด้วยธาตุอาหาร โดยเฉพาะสารจำพวกฟอสเฟตหรือฟอสฟอรัสและไนโตรเจน ซึ่งเป็นสารที่กระตุ้นให้พืชตระกูลสาหร่ายในแหล่งน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยใช้ออกซิเจนที่มีอยู่ และไปปกคลุมทั่วบริเวณผิวน้ำของแหล่งน้ำ ทำให้แสงอาทิตย์ไม่สามารถส่องผ่านไปยังได้น้ำได้ ส่งผลให้พืชชนิดอื่นๆ ที่อยู่ใต้น้ำขาดออกซิเจนและไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ และยังส่งผลกระทบต่อปลูสัตว์น้ำที่กินพืชได้น้ำเป็นอาหาร ทำให้ขาดแหล่งอาหารและออกซิเจนในการดำรงชีวิต และตายในที่สุด

ภาวะการเกิดความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์ตลอดวัฏจักรชีวิตของการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกในขั้นตอนการหล่อขึ้นรูปจำนวน 1 ชั้น แสดงดังภาพที่ 4.10 โดยอัตราส่วนของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านการเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของแต่ละกระบวนการถูกแสดงด้วยกราฟในภาพที่ 4.11 ซึ่งจากกราฟจะเห็นว่ากระบวนการฉีดวงแหวนพลาสติก (Gasket injection) เป็นกระบวนการที่มีผลกระทบมากที่สุด เนื่องมาจากกระบวนการผลิตสารตั้งต้นที่ใช้ในการผลิตวงแหวนพลาสติก รองลงมาคือกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติก (Gasket cleaning) เนื่องจากกระบวนการนี้มีการใช้สารเคมีประเภทที่มีคลอรีน (Chlorine) เป็นส่วนประกอบ ซึ่งสามารถเปลี่ยนสภาพกลายเป็นก๊าซได้เมื่อสัมผัสกับบรรยากาศ อันดับสามคือกระบวนการล้างเลนส์ (Lens cleaning) เนื่องจากกระบวนการนี้มีการใช้สารประกอบจำพวกฟอสเฟตในการล้างทำความสะอาด ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีผลกระทบต่อ การเพิ่มธาตุอาหารพืชในน้ำ



ภาพที่ 4.10

แผนผังแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านภาวะความเป็นกรด / การเพิ่มธาตุอาหารพืชในน้ำ
(Acidification/Eutrophication)



* กระบวนการที่ไม่ได้ระบุรายละเอียด % ผลกระทบ หมายถึงกระบวนการนั้นไม่ได้มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ

ภาพที่ 4.11

กราฟแสดงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านภาวะความเป็นกรด/การเพิ่มธาตุอาหารพืชในน้ำ

(Acidification/Eutrophication) ของแต่ละกระบวนการ

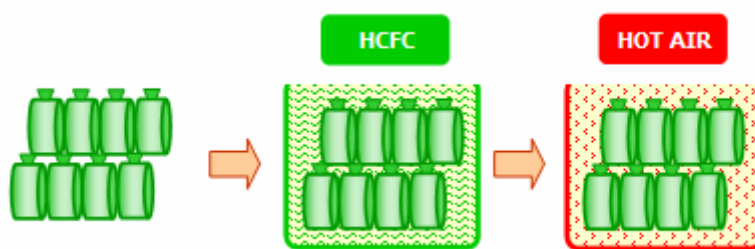
4.2 การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสามารถลดลงได้ ถ้ามีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบหรือกระบวนการที่ใช้

เนื่องจากพิธีสารมอนทรีออล (Montreal Protocol) ได้กำหนดมาตรการควบคุมการผลิต การใช้ การจำกัด การลดหรือเลิกใช้สารเคมีที่ทำลายชั้นโอโซน ได้แก่ คลอโรฟลูออโรคาร์บอน ฮาลอน คาร์บอนเตตระคลอไรด์ เมทิลคลอโรฟอร์ม และเมทิลโบรไมด์ ดังนั้นทางบริษัทจึงมีนโยบายในการหาวัตถุดิบหรือสารเคมีทดแทนสารไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HCFC) ซึ่งถูกกำหนดให้ยกเลิกการใช้ในปี พ.ศ. 2573 สำหรับประเทศที่พัฒนาแล้ว และปี พ.ศ. 2583 สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา ที่ใช้ในกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติก ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก โดยวัตถุดิบที่ถูกนำมาใช้ทดแทนในกระบวนการนี้คือน้ำ

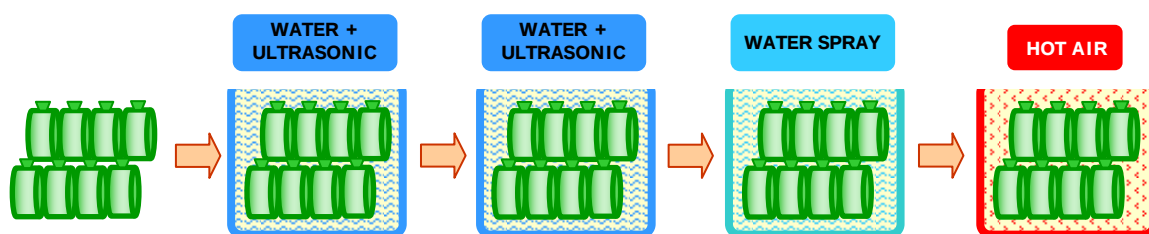
กระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกตามวิธีการเดิมถูกแสดงในภาพที่ 4.12 โดยเริ่มจากการนำวงแหวนพลาสติกมาจัดเรียงใส่ตะแกรงสำหรับล้าง จากนั้นนำไปจุ่มลงในสารไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HCFC) จากนั้นนำมาทำให้แห้งด้วยความร้อน

กระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกตามวิธีการใหม่ซึ่งใช้น้ำในการล้าง แสดงในภาพที่ 4.13 การล้างจะใช้น้ำร่วมกับการสั่น (Ultrasonic) และใช้น้ำพ่นเป็นฝอยในการล้างครั้งสุดท้าย ก่อนจะทำให้แห้งโดยใช้อากาศร้อน โดยสารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกด้วยวิธีการใหม่นี้แสดงในภาพที่ 4.14 และตารางที่ 4.3



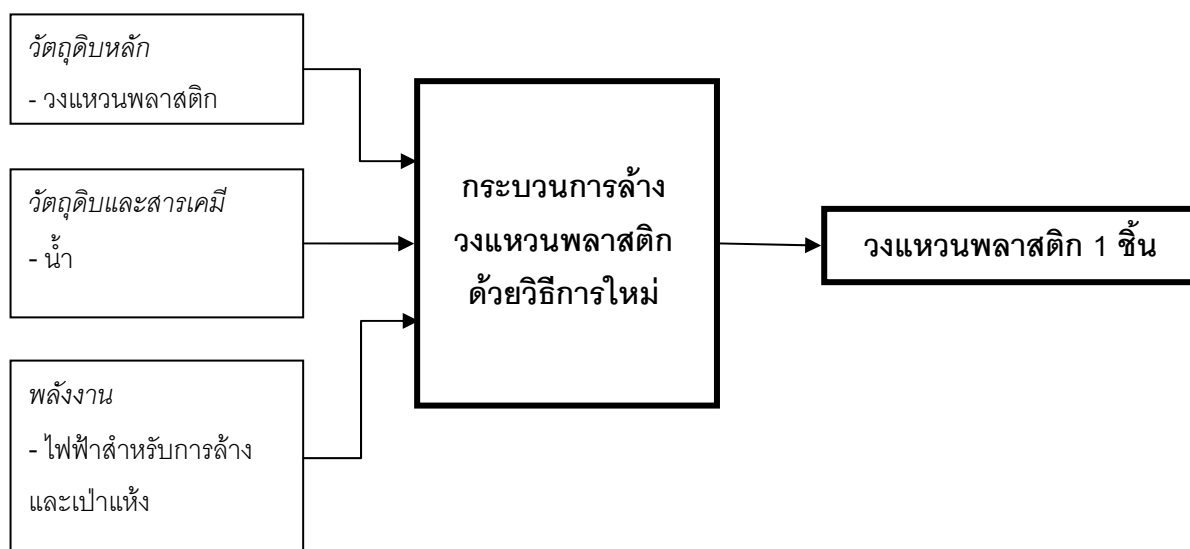
ภาพที่ 4.12

กระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกแบบเดิม



ภาพที่ 4.13

กระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกแบบใหม่



ภาพที่ 4.14

สารขาเข้าและสารขาออกในกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกด้วยวิธีการใหม่

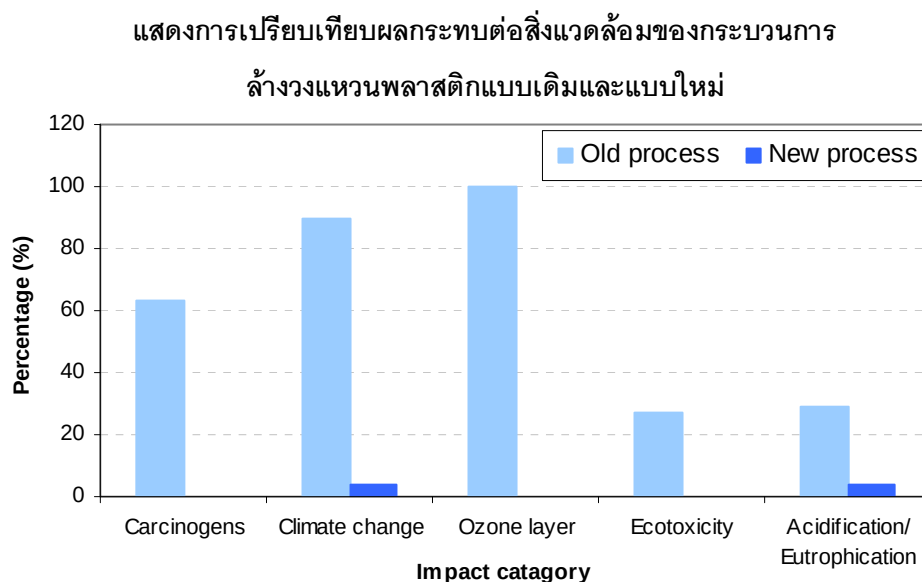
ตารางที่ 4.3

ข้อมูลแสดงปริมาณสารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกด้วยวิธีการใหม่สำหรับการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกจำนวน 1 ชิ้น

สารเคมีและพลังงานที่เกี่ยวข้อง	ปริมาณ	หน่วย
น้ำ	3.5223	oz
เวลา	60	sec
ไฟฟ้าสำหรับการล้างและเป่าแห้ง	3.125×10^{-2}	kWh

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เมื่อนำข้อมูลรายการสารขาเข้าและสารขาออกของกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกด้วยวิธีการใหม่มาประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SimaPro และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกับวิธีการเดิม ดังแสดงในภาพที่ 4-15



ภาพที่ 4.15

กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกแบบเดิมและแบบใหม่

จากกราฟจะเห็นว่าผลกระทบที่ส่งผลต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งได้แก่ การเกิดสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Carcinogens) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) การทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ (Ozone layer depletion) ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศน์ (Ecotoxicity) และภาวะความเป็นกรด/การเพิ่มธาตุอาหารพืชในน้ำ (Acidification/Eutrophication) มีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นการใช้น้ำทดแทนสารเคมีจำพวกไฮโดรฟลูออโรคาร์บอนในกระบวนการล้างวงแหวนพลาสติกนี้สามารถลดปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการปล่อยมลพิษออกสู่บรรยากาศได้