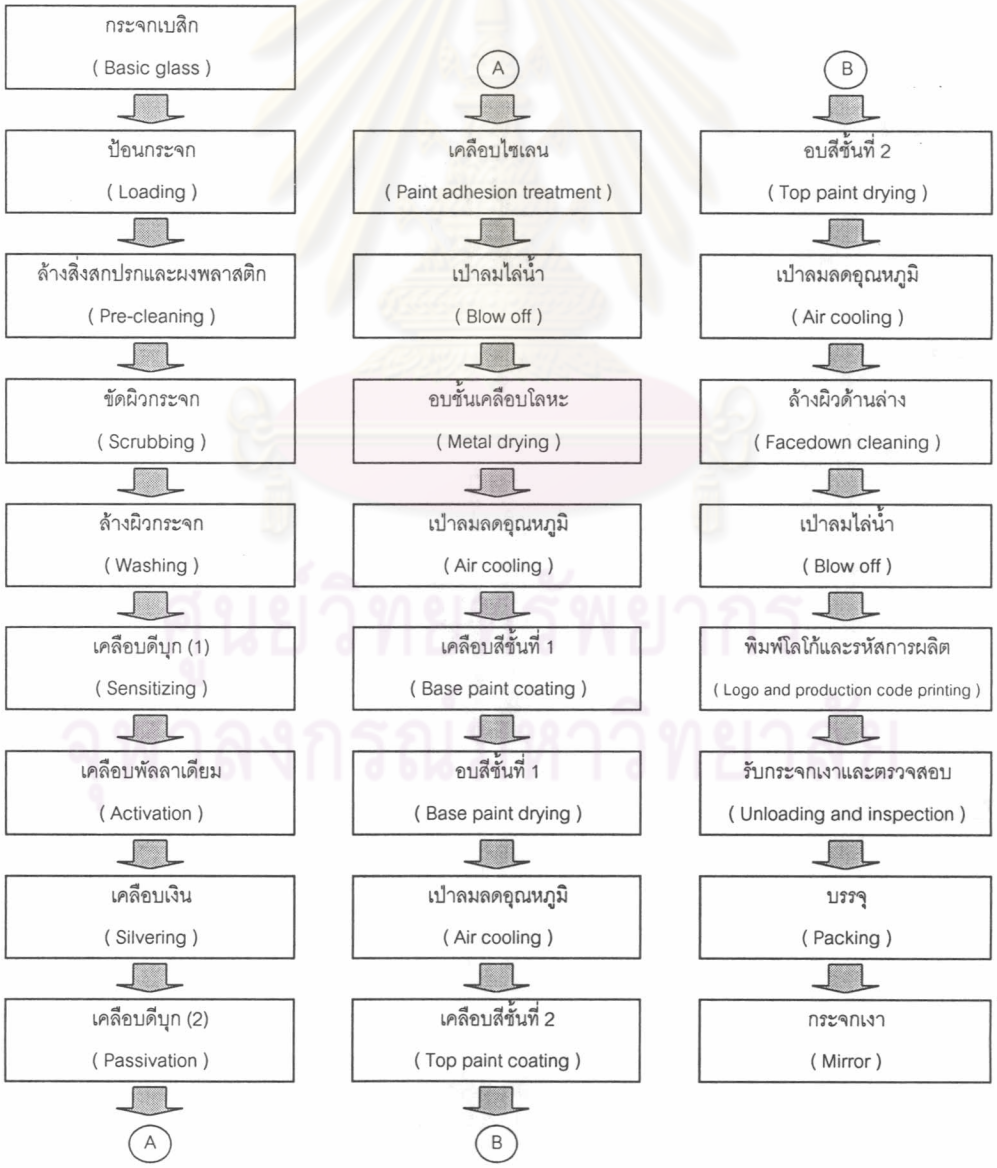
บทที่ 3

การศึกษาสภาพสายการผลิต

การศึกษาสภาพสายการผลิต ประกอบด้วยการศึกษากระบวนการผลิตกระจกเงา และสภาพปัญหาการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตกระจกเงา

3.1 กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตกระจกเงา มีขั้นตอนในการผลิตสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กระบวนการผลิตกระจกเงา

กระบวนการผลิตกระจกเงา เริ่มต้นจากการนำกระจกเบสิก ที่ผ่านการคัดเลือกคุณภาพเป็นพิเศษจากกระบวนการผลิตกระจกแผ่นเรียบ (Float process) ความหนา 2, 3, 5 และ 6 มม. ทั้งกระจกใสและกระจกสีต่าง ๆ ถูกนำมาป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิต ในขั้นตอนนี้จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของกระจกทุกแผ่น เพื่อคัดแยกรอยตำหนิที่สามารถเห็นได้ชัดเจน ได้แก่ กระจกแตก รอยกะเทาะ และรอยขีดข่วน เป็นต้น ซึ่งกระจกเสียเหล่านี้จะต้องไม่นำมาป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิต

จากนั้นกระจกเบสิกจะเข้าสู่ขั้นตอนการทำความสะอาดผิวด้านบน ด้วยการฉีดล้างด้วยน้ำและขัดด้วยแปรงขัดแบบโรลเลอร์ (Roller brush) เพื่อล้างเอาสิ่งสกปรกและผงพลาสติกที่ใช้โรยคั่นระหว่างแผ่นกระจกออก แล้วขัดด้วยซีเรียมออกไซด์ (Cerium oxide) และแปรงขัดแบบจานหมุน (Disk brush)

ผิวกระจกถูกฉีดล้างด้วยน้ำสะอาด เพื่อไล่เอาสิ่งสกปรกและสารเคมีที่ใช้ทำความสะอาดผิวกระจกออกให้หมด แล้วเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องล้าง ขัดด้วยแปรงขัดแบบโรลเลอร์ และฉีดล้างด้วยน้ำบริสุทธิ์ เพื่อเตรียมผิวกระจกให้พร้อมก่อนการเคลือบด้วยสารเคมี

ผิวกระจกถูกทำให้เกิดประจุไฟฟ้า ด้วยการสเปรย์สารละลายดีบุกคลอไรด์ (Tin chloride solution) จากนั้นสเปรย์ทับด้วยสารละลายพัลลาเดียมคลอไรด์ (Palladium chloride solution) เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการยึดเกาะของชั้นเคลือบเงินกับผิวกระจก แล้วสเปรย์ทับด้วยสารละลายซิลเวอร์ (Silver solution) และสารละลายรีดิวเซอร์ (Reducer solution) เพื่อให้เกิดเป็นชั้นสะท้อนของภาพ หลังจากนั้นสเปรย์ทับด้วยสารละลายดีบุกคลอไรด์ (Tin chloride solution) อีกครั้งหนึ่ง เพื่อป้องกันการเกิดเป็นสารประกอบออกไซด์ของชั้นเคลือบเงิน แล้วสเปรย์ทับด้วยสารละลายไซเลน (Silane solution) อีกชั้นหนึ่ง เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการยึดเกาะของชั้นเคลือบสีกับชั้นเคลือบที่เป็นโลหะ แล้วฉีดล้างด้วยน้ำบริสุทธิ์

กระจกเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องเป่าลมแรงดันสูง (High pressure blower) เพื่อเป่าลมไล่น้ำให้แห้ง อบไล่ความชื้นและเพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะของชั้นเคลือบโลหะกับผิวกระจกให้มากขึ้น ด้วยหลอดความร้อนอินฟราเรด (Infrared heater) แล้วเป่าลมลดอุณหภูมิ

กระจกที่ถูกเคลือบด้วยชั้นโลหะเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะเข้าสู่ขั้นตอนการเคลือบสีชั้นที่ 1 ด้วยการเคลื่อนที่ผ่านเครื่องทำม่านสี (Curtain coater machine) ด้วยความเร็วสูงที่ 80 เมตรต่อนาที ขณะที่ความเร็วของเครื่องจักรปกติจะเท่ากับ 6 เมตรต่อนาที วัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้เพื่อป้องกันความเสียหายทางคุณภาพที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมี (Chemical protection) ของชั้นเคลือบเงิน อบให้แห้งด้วยหลอดความร้อนอินฟราเรด แล้วเป่าลมลดอุณหภูมิ

จากนั้นกระจกจะถูกสั่งให้เลี้ยวกลับด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ เข้าสู่เครื่องทำม่านสี เคลือบสีชั้นที่ 2 เพื่อให้เกิดความคงทนทางกายภาพต่อสภาพการใช้งาน (Physical protection) อบไล่ตัวทำละลายของสี ด้วยลวดความร้อน (Resistance heater) อบให้แห้งและเพื่อเพิ่มความแข็ง (hardness) ของชั้นเคลือบสี ด้วยหลอดความร้อนอินฟราเรด แล้วเป่าลมลดอุณหภูมิ

ผิวกระจกด้านล่างหรือด้านที่ไม่ได้เคลือบสารเคมี จะเคลื่อนที่ผ่านโรลเลอร์แบบฟองน้ำ (Sponge roller) ที่ดูดซับสารละลายเฟอริคคลอไรด์ (Ferric chloride solution) ขัดด้วยแปรงขัดแบบโรลเลอร์ ฉีดล้างด้วยน้ำ เพื่อล้างผิวด้านล่างให้สะอาด แล้วเป่าลมไล่น้ำให้แห้ง

ด้านหลังกระจกเงาหรือด้านที่เคลือบสี จะถูกพิมพ์โลโก้และรหัสการผลิต ที่ใช้บ่งบอกวันที่และเวลาที่ทำการผลิต ด้วยเครื่องอิงค์เจ็ต (Inkjet machine) จากนั้นกระจกเงาจะเคลื่อนที่ออกจากกระบวนการผลิต

พนักงานจะรับกระจกเงา ตรวจสอบคุณภาพ คัดแยกกระจกดีและกระจกเสียออกจากกัน เทียบกับมาตรฐานที่กำหนดโดยฝ่ายควบคุมคุณภาพ กระจกดีจะถูกใส่ลงในพัลเล็ตให้ครบจำนวนตามมาตรฐานการบรรจุกระจกเงาแต่ละความหนาและขนาด โดยระหว่างแผ่นกระจกจะคั่นด้วยกระดาษ เพื่อป้องกันความเสียหายของชั้นเคลือบที่อาจเกิดขึ้นในขณะเคลื่อนย้ายกระจก พัลเล็ตกระจกเงาที่บรรจุครบจำนวนแล้ว จะต้องติดใบสลิปเพื่อบ่งชี้สถานะของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ชนิด ความหนา ขนาดของกระจกเงา จำนวนแผ่นต่อพัลเล็ต รหัสการผลิต และการประทับตราว่าผ่านการตรวจสอบจากฝ่ายควบคุมคุณภาพ หลังจากนั้นจะทำการผูกมัดด้วยเชือกมะนิลา เพื่อป้องกันการเสียหายขณะขนย้าย ซึ่งจะทำการขนส่งด้วยรถโฟล์คลิฟท์ นำไปจัดเก็บและเก็บรักษาในอาคารเก็บสินค้า ให้กระจกเงาอยู่ในสภาพที่ดี พร้อมที่จะส่งมอบให้ลูกค้าต่อไป

3.2 ลักษณะของของเสีย

ของเสียที่ตรวจพบในกระบวนการผลิตกระจกเงา มีทั้งรอยตำหนิที่มาจากกระจกที่นำผลิตเป็นกระจกเงา และรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระจกเงาเอง ซึ่งสามารถจำแนกตามลักษณะของรอยตำหนิที่ตรวจพบออกเป็นทั้งหมด 10 ชนิด ดังนี้

(1) สี

เป็นตำหนิที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระจกเงา ในขั้นตอนของการเคลือบสี ชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ลักษณะของรอยตำหนิที่พบอยู่เสมอ ได้แก่ สีแว็บ, สีเป็นหลุมฟองอากาศเล็ก ๆ, สีเป็นเม็ด, ม่านสีขาด, และสีสะบัดหยด เป็นต้น

(2) จุดดำ

เป็นตำหนิที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระจกเงา มีลักษณะเป็นจุดสีดำเล็ก ๆ มีขนาดและรูปร่างไม่แน่นอน พบในชั้นเคลือบเงิน

(3) สเปรย์

เป็นตำหนิที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระจกเงา เนื่องจากเกิดความผิดปกติในขั้นตอนการเคลือบสารเคมีลงบนผิวกระจก

(4) กะเทาะ

เป็นรอยกะเทาะหรือรอยบิ่น ที่เกิดขึ้นที่ขอบหรือมุมของกระจกเงา

(5) รอยขีดข่วน

เป็นรอยขีดข่วนที่เกิดขึ้นที่ผิวกระจกเงา ทั้งผิวด้านนอกและผิวด้านในชั้นเคลือบเงิน

(6) กระจกแตก

กระจกที่แตกในกระบวนการผลิตกระจกเงา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(7) ฟองอากาศ

เป็นฟองอากาศที่อยู่ในเนื้อกระจก ที่นำมาผลิตเป็นกระจกเงา

(8) สโตน

เป็นเศษวัสดุหรือวัตถุดิบที่ไม่หลอมเป็นเนื้อเดียวกันกับกระจก ที่นำมาผลิตเป็นกระจกเงา

(9) จุดขาว

เป็นตำหนิที่เกิดขึ้นในชั้นเคลือบกระจกเงา มองเห็นเป็นจุดสีขาวเล็ก ๆ ในชั้นเคลือบเงิน

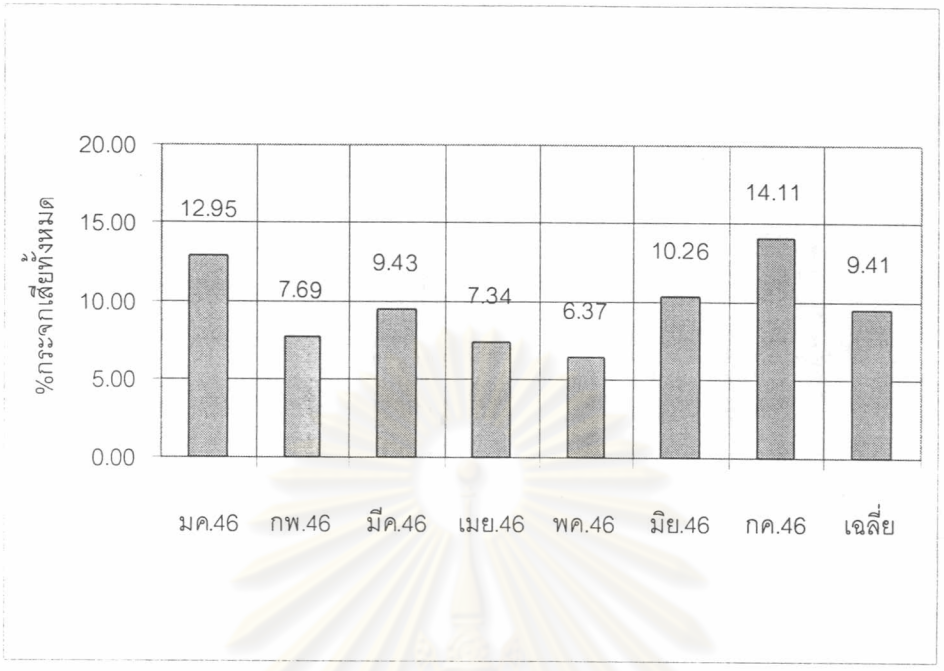
(10) ดริพ

เป็นฟองอากาศขนาดเล็กที่เกิดขึ้นที่ผิวกระจก ที่นำมาผลิตเป็นกระจกเงา

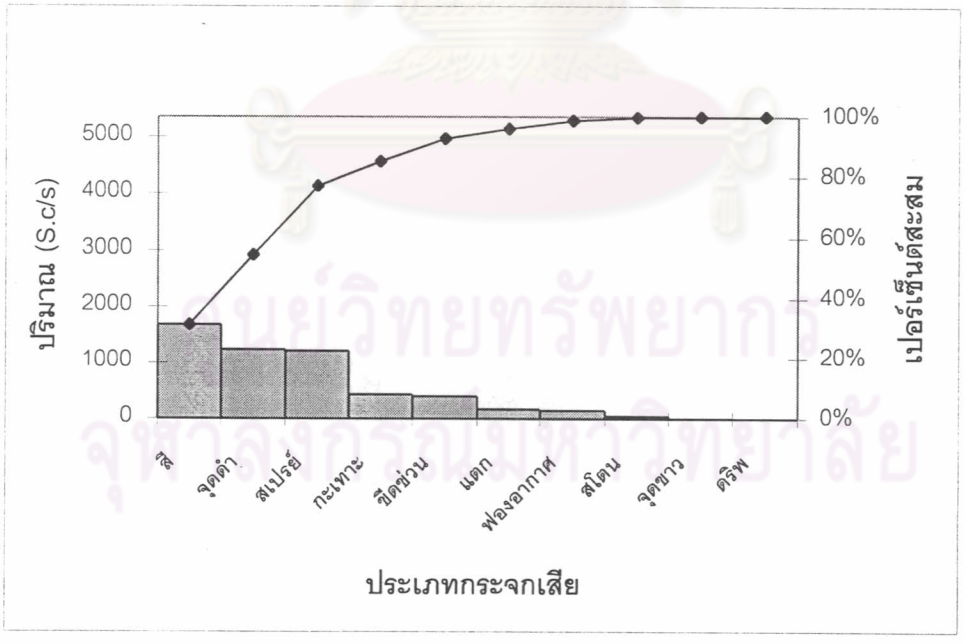
3.3 ปัญหาของการเกิดของเสียก่อนการแก้ไข

ปัญหาของการเกิดของเสียที่ตรวจพบในกระบวนการผลิตกระจกเงา จากการเก็บข้อมูลของเสียตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง กรกฎาคม 2546 แสดงได้ดังรูปที่ 3.2 พบว่ามีของเสียเกิดขึ้นทั้งหมดโดยเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 9.41% และเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิพาเรโต แสดงได้ดังรูปที่ 3.3 พบว่า สาเหตุมาจากของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระจกเงา โดยมาจากของเสียหลัก ๆ 3 ชนิดด้วยกัน คือรอยตำหนิสี, จุดดำ และสเปรย์ ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้จะมุ่งแก้ปัญหาการเกิดของเสียหลักข้างต้นเป็นสำคัญ เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตที่ได้ในกระบวนการผลิตกระจกเงา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 กราฟแท่งแสดงของเสียทั้งหมดตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง กรกฎาคม 2546



รูปที่ 3.3 แผนภูมิพาเรโตของเสียตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง กรกฎาคม 2546

3.4 การวิเคราะห์และค้นหาปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสีย

ในการวิเคราะห์และค้นหาปัจจัยที่ทำให้เกิดของเสีย กระบวนการของขั้นตอนการพัฒนาแนวทางปรับปรุง เริ่มต้นจากการใช้ข้อมูลจากบันทึกการผลิตในแต่ละวัน ของเสียที่เกิดขึ้นจากสาเหตุต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ จะถูกบันทึกไว้โดยหัวหน่วยผลิต และในทุก ๆ สัปดาห์ จะมีการประชุมร่วมกันระหว่างผู้จัดการฝ่าย วิศวกร หัวหน้าหน่วยผลิต และพนักงานระดับปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง เพื่อระดมความคิดเห็น หาแนวทางในการแก้ปัญหาและการปรับปรุงในกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยังได้มีการใช้ข้อมูลที่เป็นข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งความรู้ที่ได้จากการไปศึกษาดูงานยังต่างประเทศ มาเป็นข้อมูลสนับสนุนการแก้ปัญหาในครั้งนี้ด้วย

เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ (FMEA) นี้ จะนำมาใช้ในการพิจารณาในรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนแรก ไปจนสิ้นสุดกระบวนการ จนได้ผลิตภัณฑ์กระจกเงาออกมา ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์ถึงสิ่งที่อาจจะทำให้เกิดความบกพร่อง และเป็นสาเหตุของปัญหา และมีผลทำให้เกิดความสูญเสีย นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาไปถึงว่ากระบวนการนั้นมีอุปกรณ์หรือตัวตรวจจับลักษณะความบกพร่องนั้นหรือไม่ และสามารถแสดงผลได้ชัดเจนแค่ไหน ซึ่งในการประเมินผลจะต้องมีการให้คะแนนในแต่ละส่วนงาน และนำมาพิจารณาว่าส่วนงานไหน มีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องรีบเข้าไปแก้ไขปัญหา โดยจะมีแนวทางปฏิบัติการแก้ไข ผู้รับผิดชอบ และมีกำหนดวันที่เสร็จสิ้น เพื่อใช้ติดตามผลการดำเนินงาน และเป็นการควบคุมให้กระบวนการเหล่านั้นดำเนินไปอย่างถูกต้อง และเป็นไปตามแผนงานที่ตั้งเป้าหมายไว้ ดังนั้น เทคนิคดังกล่าวจึงเป็นแนวทางเริ่มต้นในการค้นหาปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุ โดยจะมีการวิเคราะห์ข้อมูลรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ และวางแนวทางในการแก้ไขปัญหา รวมไปถึงการควบคุมกระบวนการผลิต

ในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิตนี้ จะใช้ผู้ประเมินในฝ่ายผลิตกระจกเงา จำนวน 4 ท่าน ซึ่งประกอบไปด้วยผู้จัดการฝ่าย 1 ท่าน วิศวกร 2 ท่าน และหัวหน้าหน่วยผลิต อีก 1 ท่าน มาให้คะแนนของความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity, S) การเกิดขึ้นของสาเหตุของข้อบกพร่อง (Occurrence, O) และความสามารถในการตรวจจับ หรือควบคุมข้อบกพร่อง (Detection, D) โดยนำคะแนนจากผู้ประเมินทั้ง 4 ท่าน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และนำค่า S O D ที่ได้ มาคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number

หรือ RPN) ของแต่ละปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำให้เกิดของเสีย จากนั้นได้นำค่า RPN มาจัดลำดับคะแนนจากมากไปน้อย ซึ่งแสดงได้ใน ภาคผนวก ก ดังรูปที่ ก-1 เพื่อกำหนดลำดับความสำคัญของแนวทางแก้ไขปัญหาก่อนหลัง แต่ในการดำเนินการแก้ไขปัญหาจากการปฏิบัติงานจริง มีงานบางส่วนที่ได้ทำไปก่อน โดยไม่ได้เรียงตามลำดับของค่า RPN เนื่องจากเป็นงานที่ดำเนินการได้โดยง่าย ใช้เวลาน้อย และสามารถทำได้เองในหน่วยงาน

การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตกระจกเงา จะต้องเริ่มต้นด้วยการพิจารณาการไหลของกระบวนการผลิตกระจกเงาก่อน เพื่อให้ทราบว่าส่วนใดของกระบวนการผลิตที่มีผลทำให้เกิดของเสีย

จากแผนภูมิของกระบวนการผลิตในรูปที่ 3.1 จะเห็นว่ากระบวนการผลิตกระจกเงาเป็นลักษณะกึ่งอัตโนมัติ คือเครื่องจักรจะทำการผลิตก็ต่อเมื่อ มีการป้อนกระจกเข้าไปในสายการผลิต ซึ่งจะสามารถวิเคราะห์หาส่วนของขั้นตอนการปฏิบัติงาน ที่มีผลต่อการเกิดของเสียในแต่กิจกรรมของกระบวนการผลิต ได้ดังในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1 ซึ่งเป็นตารางการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิตกระจกเงา โดยเริ่มจากการพิจารณาลักษณะแนวโน้มของข้อบกพร่อง ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากข้อบกพร่องนั้น ประเมินค่าเป็นความรุนแรง (Severity) ที่เกิดจากผลกระทบ ขั้นต่อไปจะวิเคราะห์หาสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้น และประเมินค่าเป็นโอกาสที่จะสามารถเกิดขึ้นได้ (Occurrence) และสุดท้ายต้องทำการประเมินว่ามีวิธีการที่จะทำการตรวจจับหรือควบคุมข้อบกพร่องนั้นได้หรือไม่ (Detection) ตัวเลขจากการประเมิน ทั้ง 3 ค่า จะนำมาคูณกัน เพื่อให้ได้เป็นค่าตัวเลขกำหนดลำดับก่อนหลังตามความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number, RPN) ถ้าเป็นตัวเลขที่มีค่ามาก แสดงให้เห็นว่าปัญหานั้นมีความเสี่ยงสูงและ ทำให้เกิดผลกระทบรุนแรงและเป็นปัญหาสำคัญ มีความจำเป็นที่ต้องได้รับการแก้ไขโดยด่วน

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิตกระจกเงา ดังแสดงในตารางที่ ก-1 จะไล่เรียงลำดับของกระบวนการผลิต ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์สาเหตุของข้อบกพร่องและผลกระทบที่ทำให้เกิดของเสียในขั้นตอนการป้อนกระจกเบสิก แนวโน้มของข้อบกพร่องอาจทำให้เกิดการป้อนกระจกผิดด้าน โดยวางผิวกระจกด้านล่างของกระจกเบสิกเป็นด้านเคลือบสารเคมี ซึ่งอาจทำให้การเคลือบเงินเกิดเป็นรอยตำหนิจุดดำได้ เนื่องจากผิวกระจกด้านล่างของกระจกเบสิกจะเป็นด้านที่สัมผัสกับน้ำดีบุกในกระบวนการผลิตกระจกแผ่นเรียบ ดังนั้นผิวกระจกล่างจะถูก

เคลือบด้วยสารประกอบดีบุก ถ้าสารประกอบดีบุกนี้ล้างออกไม่หมดในกระบวนการผลิตกระจกเงา จะไปรบกวนการเกิดปฏิกิริยาในขั้นตอนของการเคลือบเงิน ซึ่งในการเคลือบเงินบนผิวกระเบสิกที่ผิดด้าน จะทำให้เกิดของเสียนั่นคือ ให้ค่าความรุนแรงมีค่าประเมินเป็นเลข 8 และสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดปัญหานี้ คือ การที่กระจกเบสิกใส่มาในพัลเล็ตวางผิดด้านมาก่อน โดยปกติจะต้องวางให้ผิวด้านบนของกระจกเบสิกอยู่ด้านใน ชิดกับหลังพัลเล็ตเสมอ ซึ่งเหตุการณ์ในลักษณะนี้เกิดขึ้นน้อยครั้ง จึงให้ค่าประเมินเป็นตัวเลข 2 และความบกพร่องของการป้อนกระจกผิดด้าน สามารถตรวจสอบได้ก่อนที่จะป้อนกระจกเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยการสังเกตจากรอยตัดกระจกที่ขอบ ซึ่งปกติการตัดกระจกเบสิกจากกระบวนการผลิตกระจกแผ่นเรียบ รอยตัดจะปรากฏที่ขอบกระจกของผิวด้านบนเท่านั้น ดังนั้นจึงให้ค่าประเมินเป็นตัวเลข 3 เมื่อนำมาคูณกันก็จะได้เป็นตัวเลข RPN เป็น 48 ตัวเลขนี้จะต้องทำการเปรียบเทียบกับค่าการวิเคราะห์ในขั้นตอนอื่น ๆ ต่อไป

นอกจากการหาค่าตัวเลขลำดับของความเสี่ยงของกระบวนการ และผลกระทบของข้อบกพร่องที่นำเสนอในตารางแล้ว การวิเคราะห์จะมีประโยชน์มากขึ้น โดยการกำหนดแนวทางในการปฏิบัติและวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องนั้น และกำหนดผู้รับผิดชอบ ตลอดจนกำหนดวันที่ ที่จะทำการปฏิบัติให้เสร็จสิ้น ซึ่งจะทำให้สามารถติดตามผลการดำเนินงาน และนำกลับมาประเมินผลได้อีก โดยการพิจารณาค่าของตัวเลขประเมินที่มีค่าลดลงภายหลังเสร็จสิ้นการแก้ไข และติดตามผลงาน ถ้าตัวเลขของการประเมินมีค่าลดลงแสดงว่า ผลการของปฏิบัติการแก้ไขและการป้องกันสามารถบรรลุตามเป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้นลดลงในที่สุด การประเมินค่า RPN หลังการแก้ไขสำหรับการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิตกระจกเงานี้ ได้สรุปไว้ในภาคผนวก ก ดังรูปที่ ก-2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปจากตารางการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิตกระจกเงา สามารถแยกประเภทของเสียออกได้เป็น 2 สาเหตุใหญ่ ๆ คือ

- กระจกเงาเสียเนื่องจากกระจกเบสิกไม่มีคุณภาพ
- กระจกเงาเสียเนื่องจากสาเหตุในกระบวนการผลิต

(1) กระจกเงาเสียเนื่องจากกระจกเบสิกไม่มีคุณภาพ

ลักษณะของกระจกเบสิกที่ไม่มีคุณภาพคือ กระจกเบสิกที่มีรอยตำหนิเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ได้แก่

- รอยกะเทาะ
- รอยขีดข่วน
- ฟองอากาศ
- สโตน
- ดริพ
- คราบกาว คราบน้ำมัน
- กระจกแตก
- กระจกเก่า

เนื่องจากกระจกเบสิกที่นำมาใช้ผลิตเป็นกระจกเงา ต้องผ่านการคัดเลือกคุณภาพเป็นพิเศษในกระบวนการผลิตกระจกแผ่นเรียบ และต้องผ่านการตรวจสอบโดยฝ่ายควบคุมคุณภาพ นอกจากนี้ที่ฝ่ายผลิตกระจกเงา จะมีการตรวจรับและตรวจสอบกระจกเบสิก ก่อนที่จะนำมาป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิตกระจกเงา ถ้าตรวจพบรอยตำหนิที่ไม่ผ่านมาตรฐาน หรือข้อบกพร่องใด ๆ ที่อาจทำให้เกิดกระจกเงาเสีย จะทำการคัดแยกออก และแจ้งไปยังหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินการในขั้นตอนอื่น ๆ ที่เหมาะสมต่อไป

(2) กระจกเงาเสียจากสาเหตุในกระบวนการผลิต

ประเภทของรอยตำหนิต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระจกเงา ที่สำคัญได้แก่

- จุดดำ
- สเปรย์
- สี

จุดดำ เป็นรอยตำหนิที่มีลักษณะเป็นจุดเล็ก ๆ สีดำ ปรากฏอยู่ในชั้นเคลือบเงิน จะตรวจพบได้หลังจากที่กระจกเบสิกถูกผลิตเป็นกระจกเงาแล้วเท่านั้น และส่วนของขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการผลิตกระจกเงาที่มีแนวโน้มของการเกิดข้อบกพร่อง สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

- **ส่วนของการทำความสะอาดผิวกระจก** ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ การล้างสิ่งสกปรกและผงพลาสติก การขัดผิวกระจก และการล้างผิวกระจก ซึ่งในส่วนนี้ผลกระทบจากข้อบกพร่องคือ การทำให้เกิดรอยตำหนิจุดดำ ที่มีสาเหตุสำคัญมาจากผิวกระจกถูกล้างไม่สะอาดดีพอ ยังคงมีสิ่งสกปรกเหลือติดอยู่บนผิวกระจกเป็นเฉพาะในบางจุดหรือบางตำแหน่ง

- **ส่วนของการเคลือบสารเคมีบนผิวกระจก** ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การเคลือบดีบุก (1) การเคลือบพัลลาเดียม การเคลือบเงิน การเคลือบดีบุก (2) และการเคลือบไซเลน ซึ่งในส่วนนี้ผลกระทบจากข้อบกพร่องคือ การทำให้เกิดรอยตำหนิจุดดำ ที่มีสาเหตุสำคัญมาจากความผิดปกติในการเคลือบสารเคมี ด้วยการสเปรย์น้ำยาเคมีต่าง ๆ ลงบนผิวกระจก

สเปรย์ เป็นรอยตำหนิที่มีลักษณะที่ทำให้ชั้นเคลือบของโลหะต่างๆ ไม่สมบูรณ์ เช่น เคลือบแล้วเกิดเป็นรอยด่าง เป็นแนวไม่เรียบอย่างสม่ำเสมอ หรือเคลือบไม่ติด รอยตำหนิประเภทนี้ สามารถตรวจพบได้ทั้งระหว่างการผลิต และหลังจากที่ผลิตเป็นกระจกเงาเรียบร้อยแล้ว และส่วนของขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการผลิตกระจกเงาที่มีแนวโน้มของข้อบกพร่อง สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- **ส่วนของการทำความสะอาดผิวกระจก** ประกอบด้วยขั้นตอนของการขัดผิวกระจก และการล้างผิวกระจก ซึ่งในส่วนนี้ผลกระทบจากข้อบกพร่องคือ การทำให้เกิดรอยตำหนิสเปรย์ ที่มีสาเหตุสำคัญมาจากผิวกระจกถูกล้างไม่สะอาด ทำให้การเคลือบดีบุก (1) จะทำปฏิกิริยากับผิวกระจกไม่ดีพอ การเคลือบชั้นโลหะอื่นๆ ในลำดับถัดไป จะมีผลทำให้ชั้นเคลือบโลหะเหล่านั้น หลุดลอกได้ง่าย

- **ส่วนของการเคลือบสารเคมีบนผิวกระจก** ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ได้แก่ การเคลือบดีบุก (1) การเคลือบพัลลาเดียม การเคลือบเงิน การเคลือบดีบุก (2) และการเคลือบไซเลน ซึ่งในส่วนนี้ผลกระทบจากข้อบกพร่อง คือการทำให้เกิดรอยตำหนิสเปรย์ที่มีสาเหตุสำคัญมาจากความผิดปกติในการทำปฏิกิริยาของการเคลือบสารเคมี ด้วยการสเปรย์น้ำยาเคมีต่าง ๆ ลงบนผิวกระจก รวมทั้งการมีสิ่งสกปรกหรือน้ำสกปรก หล่นหรือหยดลงบนผิวกระจกขณะเคลือบสารเคมี

สี เป็นรอยตำหนิที่มีลักษณะทำให้ชั้นเคลือบสีเกิดเป็นรอยไม่เรียบอย่างสม่ำเสมอ เช่น การเกิดฟองอากาศในชั้นเคลือบสี สีเคลือบไม่เต็มจากม่านสีขาด สีเป็นเม็ด และสีสะบัดหยดเป็นต้น สามารถตรวจพบได้ทั้งระหว่างการผลิต และหลังจากที่ผลิตเป็นกระจกเงาเรียบร้อยแล้ว และส่วนของขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการผลิตกระจกเงาที่มีแนวโน้มของข้อบกพร่อง สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

- **ส่วนของการเคลือบสีชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2** ข้อบกพร่อง คือการทำให้เกิดรอยตำหนิสี ที่มีสาเหตุสำคัญมาจากความผิดปกติในการเคลือบสี ได้แก่ ขั้นตอนการผสมสี การทำม่านสี การปรับม่านสี การควบคุมการเคลือบสี และการทำความสะอาดหลังการใช้เครื่องทำม่านสี รวมทั้งมีสิ่งสกปรกหล่นบนผิวกระจกก่อนการเคลือบสี และการไม่ได้มีการตรวจสอบเครื่องทำม่านสีอย่างตลอดเวลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย