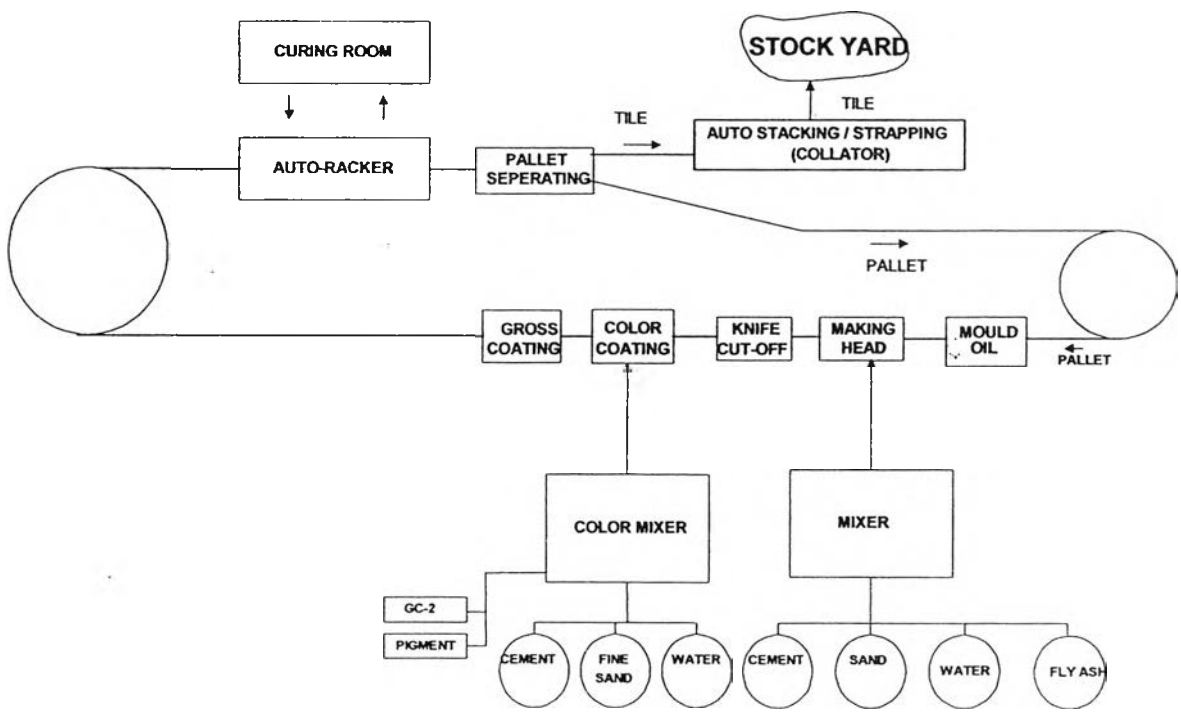
บทที่ 3
โรงงานตัวอย่างและสภาพก่อนการปรับปรุง

โรงงานตัวอย่างที่ทำการวิจัยนั้นมีจำนวนสายการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีต และ สายการผลิตครอบหลังคาคอนกรีต โดยแบ่งเป็นสายการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีตจำนวน 2 สายการผลิต ใน 2 สายการผลิตได้แยกผลิตกระเบื้องที่มีรูปลอนแตกต่างกัน โดยสายการผลิตที่ 1 จะผลิตกระเบื้องที่มีรูปลอนกาบกล้วย สำหรับสายการผลิตที่ 2 จะผลิตกระเบื้องที่มีรูปลอนเล็กซึ่งขอบเขตการวิจัยจะเลือกที่สายการผลิตที่ 2 ซึ่งผลิตกระเบื้องสีน้ำเงิน สำหรับสายการผลิตครอบหลังคาคอนกรีตนั้นจะมีทั้งหมด 3 สายการผลิตซึ่งอยู่นอกขอบเขตงานวิจัยนี้จะไม่นำมากล่าวถึง เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อคุณภาพกระเบื้อง จึงศึกษาถึงกระบวนการผลิตและสิ่งที่ต้องสนใจเป็นสำคัญอย่างละเอียด

3.1 กระบวนการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีต



รูปที่ 3.1 แสดงสายการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีต

กระบวนการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีตไม่ว่าจะเป็นกระเบื้องหลังคาคอนกรีตลอนธรรมดา ลอนกาบกล้วย หรือลอนคลื่น จะมีกระบวนการผลิตที่เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันเฉพาะส่วนของหัวรีดขั้นรูปเท่านั้น สำหรับกระเบื้องสีน้ำเงินซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เลือกมาทำการวิจัยนั้น มีการผลิตเฉพาะประเภทลอนธรรมดา ซึ่งกระบวนการผลิตของกระเบื้องหลังคาคอนกรีตสีน้ำเงินนั้นนั้นแสดงลักษณะสายการผลิต สำหรับขั้นตอนการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีต สามารถแสดงในรูปของแผนผังการผลิตตามรูปที่ 3.2

3.1.1 การผสมส่วนผสมปูนทราย (Mixing Process)

การผสมส่วนผสมปูนทราย หรือ การผสมมอร์ต้า (Mortar) จะเป็นการผสมวัตถุดิบต่างๆที่ใช้ในการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีตเข้าด้วยกัน โดยวัตถุดิบที่นำมาใช้ประกอบไปด้วย ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภท 1, ทรายบก, น้ำ ซึ่งสัดส่วนผสมของทรายบกจะมีปริมาณมากที่สุด เนื่องจากสามารถลดต้นทุนการใช้ปูนซีเมนต์ลงได้มาก

- ก่อนเริ่มการผสมทางพนักงานผู้รับผิดชอบต้องทำหน้าที่กำหนดค่าต่างๆให้กับโปรแกรมผสมก่อนการผลิต ดังนี้
- สัดส่วนผสมปูนทราย หรือ Sand/Cement Ratio

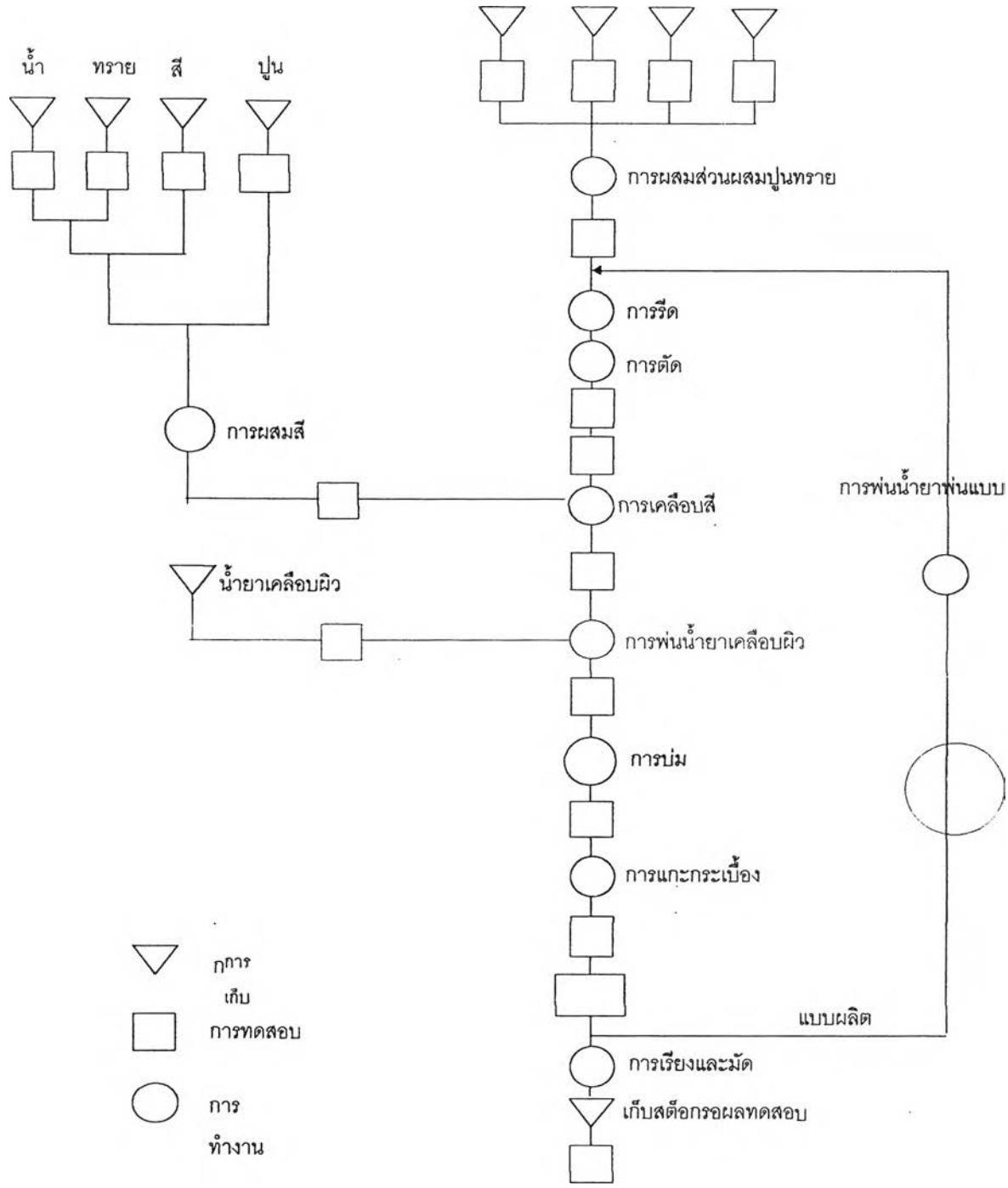
การกำหนดจะมีหลักเกณฑ์จากพิจารณาความสามารถของเครื่องจักรโดยเฉพาะหัวรีดและคุณภาพของวัตถุดิบโดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาดคละและปริมาณดินเหนียวของทราย ซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้จะถูกนำมาวิเคราะห์และกำหนดโดยผู้มีประสบการณ์

- ค่าความชื้นส่วนผสมหรือมอร์ต้าที่ต้องการ

การกำหนดจะมีหลักเกณฑ์โดยพิจารณาจากลักษณะรูปลอนและความชื้นของวัตถุดิบ

- ค่าความชื้นทรายเริ่มต้น

พนักงานเครื่องผลิตจะต้องทดสอบค่าความชื้นทรายเริ่มต้น โดยการสุ่มตัวอย่างจากยุ้งทรายและทดสอบหาความชื้น เพื่อนำมาเป็นค่าเริ่มต้นในการกำหนดปริมาณน้ำต่อไป



รูปที่ 3.2 แสดงผังกระบวนการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีต

เมื่อกำหนดสูตรที่ต้องการให้กับโปรแกรมแล้ว ระบบการชั่งวัตถุดิบจะเริ่มทำงานโดยการชั่งทรายเป็นอันดับแรก เนื่องจากทรายที่ปริมาณการใช้ต่อถังมากที่สุดจึงต้องให้เริ่มชั่งก่อน และปูนซีเมนต์จะถูกชั่งในเวลาใกล้เคียงกันและชั่งเสร็จก่อนทราย โดยทรายที่ชั่งต้องนำค่าปูนซีเมนต์ที่ชั่งได้นั้นคำนวณกับค่าสัดส่วนปูนทรายที่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้น เมื่อทรายและปูนซีเมนต์ชั่งเสร็จน้ำจะถูกชั่งโดยนำค่าความชื้นส่วนผสมที่กำหนดคำนวณเทียบกับค่าความชื้นทราย

สำหรับค่าความชื้นทรายนั้นได้จากการกำหนดที่เครื่องผลิตในตอนเริ่มผลิต แต่สำหรับการผสมใน Batch ต่อๆไป จะใช้ประสบการณ์จากพนักงานผลิตเป็นผู้ทำการปรับค่าความชื้นทราย

เมื่อระบบชั่งได้ชั่งวัตถุดิบทุกประเภทเตรียมไว้แล้ว เกจที่ใต้ถังชั่งปูนและทรายจะเปิดออกพร้อมกันและลงสู่ถังผสม (Mixer) โดยใบกวนส่วนผสมและใบปาดส่วนผสมจะทำงานกวนส่วนผสมซึ่งมีปูนและทรายจนถึงเวลาที่กำหนด ในขั้นตอนนี้เรียกว่า การผสมแห้ง (Wet Mix) PLC จะทำการสั่งให้วาล์วน้ำเปิดปล่อยน้ำที่ชั่งเตรียมไว้ลงสู่ถังผสม (Mixer) มาผสมรวมกับส่วนผสมแห้งในขั้นตอนแรกโดยผสมจะถึงระยะเวลาที่กำหนด ในขั้นตอนนี้เรียกว่า การผสมเปียก (Dry Mix) จากนั้นฝาเกจถังผสมจะเปิดออกเพื่อปล่อยส่วนผสมลงสู่สายพานลำเลียงเพื่อเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปกระเบื้องต่อไป

สำหรับคุณภาพที่ต้องการสำหรับขั้นตอนการผสมปูนทรายก็คือ

- ความชื้นส่วนผสมต้องได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

โดยการควบคุมความชื้นส่วนผสมให้คงที่จะต้องควบคุมในเรื่องความชื้นทรายให้คงที่เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด

- ปริมาณส่วนผสมต้องคงที่ตามช่วงควบคุม

โดยการควบคุมปริมาณส่วนผสมให้ได้ค่าที่ถูกต้องจะต้องควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของระบบชั่งเป็นสิ่งสำคัญ

- ส่วนผสมที่ได้ต้องมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenous)

เนื่องจากการให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันนั้นมาจากการผสมที่มีคุณภาพทั้งอุปกรณ์ของเครื่องผสม เช่น ใบปาด ใบกวน ระบบการชั่งต่างๆจะมีส่วนทำให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้

3.1.2 การขึ้นรูปกระเบื้อง (Forming Process)

กระบวนการนี้จะเป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับคุณภาพของกระเบื้องที่ผลิตออกมา เนื่องจากเป็นกระบวนการขึ้นรูปเป็นชิ้นงานหรือตัวกระเบื้องเพื่อให้กระเบื้องที่ได้มีความแข็งแรง ไม่รั่วซึม และมีความอัดแน่นสม่ำเสมอ

เมื่อส่วนผสมที่ผ่านกระบวนการผสมแล้วจะถูกลำเลียงด้วยสายพานลงสู่ชุดขึ้นรูปกระเบื้อง (Tile Machine) โดยส่วนผสมจะถูกปล่อยลงเข้าที่ชุด Pug box เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เก็บส่วนผสมให้มีระดับความสูงตามที่กำหนด เพื่อปล่อยลงในชุดหัวรีดได้อย่างสม่ำเสมอและคุณสมบัติของ Pug box จะต้องมีความคงทนและผนังจะต้องสามารถกันการจับตัวเป็นก้อนปูนแข็งของส่วนผสมได้ด้วย

จากนั้นส่วนผสมจะไหลลงที่ส่วนล่างของ Pug box ทำให้ระดับของส่วนผสมลดลงเรื่องๆ เนื่องจากถูกใช้ไปในชุดหัวรีด โดยส่วนผสมจะไหลงมาที่หนามคุ้ยปูนซึ่งส่วนประกอบนี้ทำหน้าที่นำพาส่วนผสมให้กระจายเข้าไปในชุดหัวรีดได้รวดเร็วและมีความสม่ำเสมอยิ่งขึ้น ซึ่งการสึกหรอของหนามคุ้ยปูนที่ไม่เท่ากันและไม่คงทนจะทำให้ส่วนผสมที่จะถูกรีดนั้นจะไม่สม่ำเสมอตามไปด้วย

ส่วนผสมก่อนถูกรีดเป็นรูปกระเบื้องได้นั้นจะต้องมีแบบผลิตมารองรับส่วนล่างเพื่อขึ้นรูป โดยแบบผลิตถูกนำพาเข้ามาด้วยชุด Propulsion Unit ซึ่งทำหน้าที่สัมพันธ์กับความเร็วรอบหัวรีดและหนามคุ้ยปูน

เมื่อส่วนผสมถูกนำเข้ารีดโดยชุดหัวรีดซึ่งประกอบไปด้วย

- ลูกกลิ้ง (Roller) ทำหน้าที่อัดส่วนผสมให้เป็นรูปลอนของกระเบื้อง โดยแต่ละลอนจะมีลูกกลิ้งที่รูปแบบแตกต่างกันไปตามรูปลอนกระเบื้องที่ผลิต

- ชุดปาดผิวหน้าส่วนผสม (Slipper) ทำหน้าที่ปาดผิวหน้าของส่วนผสมที่รีดขึ้นรูปแล้วให้เรียบและมีความหนาที่แน่นอนตามมาตรฐาน

- Static Pin เป็นแท่งเหล็กที่ติดตั้งอยู่ระหว่างลอนรับน้ำทั้ง 2 ข้างของกระเบื้อง โดยทำหน้าที่กั้นส่วนผสมให้ไหลขึ้นไปที่บริเวณส่วนโค้งของลอนกระเบื้อง เพื่อให้กระเบื้องมีส่วนผสมที่สม่ำเสมอทั่วทั้งแผ่นกระเบื้อง

ส่วนผสมเมื่อถูกรีดอัดออกมานั้นจะเป็นแผ่นตามรูปลอนของกระเบื้องที่ผลิต แต่ยังไม่แยกออกจากกันเป็นแผ่นกระเบื้องเนื่องจากยังไม่ได้ผ่านกระบวนการตัด

สำหรับคุณภาพที่ต้องการในกระบวนการนี้คือ

- ความอัดแน่นของกระเบื้องต้องได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

3.1.3 การตัดกระเบื้อง (Cutting Process)

กระบวนการนี้เป็นกระบวนการเพื่อแยกส่วนของกระเบื้องเปียกออกเป็นแผ่น โดยการแยกส่วนกระเบื้องจะใช้วิธีการตัดเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกใช้มีดตัดชุดที่ 1 เพื่อตัดแยกส่วนกระเบื้อง และขั้นตอนที่ 2 โดยใช้มีดตัดชุดที่ 2 เพื่อตัดส่วนที่เหลือจากขั้นตอนแรกออกให้หมด โดยต้องปรับตั้งให้ความเร็วของใบมีดตัดสัมพันธ์กับความเร็วของกระเบื้องที่เข้ามา

3.1.4 การผสมสี (Color Mixing Process)

กระบวนการผสมสีเป็นกระบวนการเตรียมส่วนผสมของสี หรือ การเตรียม Slurry เพื่อใช้ในการเคลือบสีต่อไป โดยวัตถุดิบที่นำมาใช้ผสมสีจะประกอบไปด้วย ปูนซีเมนต์, ทรายแก้วหรือทรายแม่น้ำ, ผงสี (Pigment), น้ำ, สารแขวนลอยประเภทสบู่

สำหรับสารแขวนลอยประเภทสบู่นั้น ภายในโรงงานงานที่นำมาเป็นกรณีศึกษามีหน่วยงานสำหรับผลิตสารประเภทนี้และจะเปรียบเสมือนเป็นผู้จำหน่ายหรือ Supplier ให้กับสายการผลิตที่ 2 ด้วย

ระบบการผสมนั้นจะเริ่มต้นด้วยการชั่งส่วนผสมเตรียมไว้ทั้ง ปูนซีเมนต์, ทรายแก้ว น้ำผสมสี, สารแขวนลอยประเภทสบู่ จะถูกชั่งด้วยระบบชั่งอัตโนมัติ จะมีเพียงผงสี (Pigment) ที่มีการเตรียมด้วยพนักงาน โดยในโรงงานที่เป็นกรณีศึกษานั้นได้มีหน่วยงานสำหรับทำหน้าที่เตรียมผงสีตามสูตรที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน และจัดส่งให้แต่ละสายการผลิต สำหรับโรงงานอื่นๆนั้นจะเป็นพนักงานผลิตในสายการผลิตเป็นผู้เตรียมการชั่งสีเอง

ระบบการผสมจะเริ่มต้นปล่อยน้ำผสมสีด้วยวาล์วลงที่ถังผสม และตามด้วยทรายแก้วซึ่งมีปริมาณมากที่สุดในส่วนผสม ระหว่างนี้ใบกวนส่วนผสมจะกวนส่วนผสมไปด้วยตลอดเวลา และพนักงานจะใส่ผงสีที่ได้เตรียมไว้ลงในถังผสมเมื่อเห็นว่าทรายปล่อยหมดแล้ว เมื่อเวลาช่วงนี้ผ่านไปสารแขวนลอยประเภทสบู่จะถูกปล่อยจะหลอดแก้วที่ชั่งไว้ สำหรับปูนซีเมนต์จะถูกปล่อยลงมาเป็นลำดับสุดท้าย ขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งฝาถังผสมเปิดใช้เวลาประมาณ 3 -4 นาที จากนั้น

I 21175960

ระบบจะรอการนำไปใช้โดยปั๊มไดอะแฟรม แต่ระยะเวลาที่จะป้อนส่วนผสมสีเข้าสู่สายการผลิตจะขึ้นกับพนักงานผสมสีพิจารณาตามความเหมาะสมโดยไม่ให้สีที่ใช้ในการผลิตขาด

การควบคุมคุณภาพของส่วนผสมสีจะพิจารณาในเรื่องดังนี้

- ความข้นเหลวของส่วนผสมสีต้องอยู่ในค่ามาตรฐาน โดยความข้นเหลวสีถ้ามากหรือน้อยเกินไปจะส่งผลต่อเฉดสีกระเบื้องที่ผ่านการเคลือบสีไปแล้ว ทั้งทางด้านเฉดของสีและตัวเม็ดสี เพราะทำให้การมองเห็นสีกระเบื้องแตกต่างกันไป

- ระยะเวลาที่ใช้ส่วนผสมสีต้องใช้ในช่วงเวลาไม่แตกต่างกันมากนัดในแต่ละถังผสม เพราะจะทำให้เฉดสีแต่ละแผ่นไม่เท่ากันได้ แต่ทั้งนี้ขึ้นกับพนักงานที่ควบคุมเวลาการใช้สีด้วยไม่ให้มีการนับเวลาผิดพลาดไป

3.1.5 การเคลือบสี (Color Coating Process)

กระบวนการเคลือบสีนั้นจะมีการแบ่งเป็น 3 ประเภทตามประเภทของตัวสินค้า คือ

1. การเคลือบสีพื้นสีเดียว ใช้ผลิตกระเบื้องประเภทสีเดียว
2. การเคลือบสี 2 สี ใช้ผลิตกระเบื้องประเภทมีสีเหลือบ 2 สี และสีพื้น 1 สี
3. การเคลือบสี 3 สี ใช้ผลิตกระเบื้องประเภทมีสีเหลือบ 2 สี และสีพื้น 1 สี

สำหรับกระเบื้องสีน้ำเงินที่มาเป็นกรณีศึกษานั้นเป็นการผลิตแบบการเคลือบสีพื้นสีเดียว ดังนั้นจะอธิบายการทำงานของเครื่องจักรเฉพาะระบบการเคลือบแบบดังกล่าวเท่านั้น

กระบวนการเคลือบสีจะเริ่มจากปั๊มดูดสีจะถังสำรองใต้เครื่องขึ้นมาที่ส่วนป้อนสี โดยส่วนผสมสีจะไหลออกมามีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันเพียงใดจะขึ้นกับการปรับระยะของประตูจ่ายสีให้สูงหรือต่ำ และขึ้นกับการไหลตัวของส่วนผสมสีด้วย

เมื่อสีที่ผ่านออกจากประตูจ่ายสีแล้วจะถูกพาให้ไหลลงมาที่แปรงปัดสีด้วยลูกกลิ้งสี สำหรับสีที่เหลือเกินออกจากแปรงจะถูกพาให้ไหลย้อนกับลงที่ถังสำรองใต้เครื่อง เพื่อที่สามารถนำกลับมาใช้เคลือบสีได้อีกครั้ง

สีที่ไหลลงมาที่แปรงปัดสีจะถูกลูกกลิ้งเล็กซึ่งกดอยู่กับขนแปรงเป็นตัวดีดให้เกิดละอองของสีออกไปลงที่ผิวกระเบื้องจนเกิดเป็นสีติดบนกระเบื้อง ดังนั้นส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือความพร้อมใช้งานของแปรงปัดสี ขนแปรง และความสะอาด และเพื่อให้ขายของกระเบื้องมีสีเต็มสม่ำเสมอต้องทำการยกกระเบื้องให้สูงขึ้นเล็กน้อยเพื่อให้สีลงที่ขอบกระเบื้องได้เต็มที

สำหรับสีที่อยู่ในถังสำรองนั้นจะต้องกวนให้ส่วนผสมนั้นไม่จับตัว เพราะส่วนผสมจะแข็งตัวเมื่อระยะเวลาผ่านไป ดังนั้นถ้ามีการหยุดของเครื่องจักรในสายการผลิตต้องระมัดระวังไม่ให้ส่วนผสมสีมีการจับตัวเป็นก้อนแข็ง เพราะจะไม่สามารถนำไปใช้งานได้อีกต่อไป

คุณภาพของกระเบื้องที่ผ่านกระบวนการนี้คือ

- น้ำหนักของสีกระเบื้องจะต้องสม่ำเสมออยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด
- ความสม่ำเสมอของสีกระเบื้องในแผ่นเดียวกัน

3.1.6 การเคลือบน้ำยาเคลือบเงา (GEP Coating Process)

กระบวนการพ่นเคลือบน้ำยาเคลือบเงานั้นจะเป็นกระบวนการที่ทำให้ผิวของกระเบื้องมีความมันเงาสวยงามและสีคงทนต่อสภาพอากาศได้ดี ดังนั้นความสม่ำเสมอของน้ำยาเคลือบเงาที่อยู่บนผิวของกระเบื้องจึงเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสนใจมาก

กระบวนการพ่นน้ำยาเคลือบเงาเริ่มด้วยการส่งน้ำยาจากถังแรงดันด้วยแรงดันที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน เข้ามาที่ระบบการพ่นโดยผ่านฮีทเตอร์ให้ความร้อนเพื่ออุ่นน้ำยาให้มีอุณหภูมิคงที่ตามที่กำหนดไว้ ถ้าอุณหภูมิมีค่าสูงมากเกินไปจะทำให้สารที่ประกอบอยู่ภายในระเหยตัวได้เร็วเกินไป และประสิทธิภาพของฟิล์มที่เคลือบผิวจะลดน้อยลง แต่ถ้าอุณหภูมิมีค่าต่ำเกินไปจะทำให้น้ำยาไม่ไหลตัวและความข้นเหลวเริ่มเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำยาที่ออกจากหัวพ่นน้อยเกินไป

เมื่อผ่านระบบการให้ความร้อนจะผ่านเข้าปั๊มน้ำยา ซึ่งจะเพิ่มแรงดันน้ำยาด้วยอัตรา 30 ต่อ 1 เพื่อทำให้สามารถมีแรงดันพอจะลงมาบนผิวกระเบื้องได้ดี ทำให้ปั๊มน้ำยาเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ต้องมีการบำรุงรักษาอย่างดี

น้ำยาที่ผ่านออกจากปั๊มจะผ่านการกรองทำความสะอาดด้วยกรองน้ำยา(Filter) เพื่อกำจัดเศษฝุ่นตะกอนต่างๆที่อาจปนมากับระบบให้ออกไป เพราะถ้าไม่ทำความสะอาดให้ดีจะทำให้เกิดการอุดตันที่หัวพ่น

เมื่อผ่านตามระบบดังกล่าวน้ำยาจะออกจากหัวพ่นด้วยแรงดันจากปั๊ม สำหรับหัวพ่นต้องมีแหล่งลมที่ทำหน้าที่เปิดหัวพ่นให้ทำงานด้วยอีกส่วนหนึ่ง ดังนั้นชุดปรับสภาพลมของลมเปิดหัวพ่นต้องพร้อมใช้งานตลอดเวลา

คุณภาพของกระเบื้องที่ผ่านกระบวนการนี้คือ

- น้ำหนักของน้ำยาเคลือบผิวกระเบื้องจะต้องสม่ำเสมออยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนด
- ความสม่ำเสมอของน้ำยาเคลือบผิวกระเบื้องในแผ่นเดียวกัน

3.1.7 การบ่มกระเบื้อง (Curing Process)

กระเบื้องที่ผ่านกระบวนการพ่นเคลือบน้ำยามาแล้วนั้นจะเป็นกระเบื้องที่มีความชื้นและไม่มีความแข็งแรงยังไม่สามารถนำเข้ารัดเรียงได้ ต้องผ่านกระบวนการอบหรือบ่มกระเบื้องให้แห้งเสียก่อน โดยขั้นตอนการบ่มกระเบื้องแบ่งได้เป็น

1. การขนถ่ายกระเบื้องเปียกเข้าห้องบ่ม

การขนถ่ายกระเบื้องจะใช้รถงา (Forklift) ทำหน้าที่ขนถ่ายกระเบื้องเปียกและแห้งสลับกับในแต่ละห้องบ่มเข้าสายการผลิต โดยที่สายการผลิตจะมีเครื่องซึ่งทำหน้าที่สลับกระเบื้องเปียกออกและนำกระเบื้องแห้งเข้าเรียกว่าเครื่องแร็ค (Racker) ในขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 30 –45 นาที ขึ้นกับความจุกระเบื้องของห้องบ่มแต่ละโรงงาน

2. การหมุนเวียนอากาศให้ฟิล์มแห้ง (Dry film)

การหมุนเวียนอากาศให้ฟิล์มแห้งนั้นวัตถุประสงค์เพื่อให้น้ำยาเคลือบเงาบนผิวกระเบื้องแห้ง เพราะถ้าไม่ทำให้แห้งก่อนบ่มเมื่อให้ความร้อนช่วงเวลาบ่มฟิล์มของน้ำยาเคลือบเงาจะเสียหายไปด้วย การหมุนเวียนอากาศใช้พัดลมดูดอากาศ (Blower) ขนาดใหญ่ดูดอากาศจะห้องบ่ม เพื่อให้มีอากาศหมุนเวียนผ่านผิวกระเบื้องตลอดเวลา โดยปกติจะใช้เวลาช่วงนี้ประมาณ 3 ชั่วโมง

3. การบ่ม

เมื่อกระเบื้องครบระยะเวลาการ Dry Film แล้ว พนักงานจะปิดประตูห้องบ่ม เพื่อทำการให้ความร้อนด้วยแผงความร้อนหรือ Heater กับตัวกระเบื้องตามค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เป็นระยะเวลาประมาณ 5 ชั่วโมง

4. การระบายความร้อน

เมื่อครบระยะเวลาบ่ม พนักงานจะเปิดประตูห้องบ่มเพื่อให้ระบายความร้อนออกจากห้องบ่มก่อน เป็นเวลาประมาณ 30 นาที ก่อนที่จะยกกระเบื้องแห้งนี้เข้าสายการผลิตเพื่อนำไปแกะแยกออกจากแบบผลิตต่อไป

การควบคุมคุณภาพของกระเบื้องในกระบวนการนี้จะต้องควบคุมเรื่อง

- ระยะเวลาการ Dry film และระยะเวลาการบ่มกระเบื้องให้ถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนด โดยต้องอบรมพนักงานให้มีความเข้าใจกับวิธีปฏิบัติงานการเปิด-ปิดห้องบ่มอย่างเคร่งครัด

- อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องบ่มต้องเหมาะสมตามที่ออกแบบไว้ตั้งแต่เริ่มต้น แต่ในกระบวนการบ่มนี้ยังไม่มีระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิอย่างชัดเจนมากนัก

3.1.8 การแกะกระเบื้อง (Depalleting Process)

เมื่อกระเบื้องแห้งที่ผ่านการบ่มแล้วได้ถูกลำเลียงออกจากห้องบ่มสู่สายการผลิต จะผ่านมายังชุดใบมีดแกะกระเบื้องเพื่อทำหน้าที่แยกกระเบื้องออกจากแบบผลิต โดยการแกะกระเบื้องจะต้องควบคุมระยะการติดตั้งใบมีดให้เหมาะสมกับกระเบื้องที่ผ่านเข้ามา ถ้าไม่สัมพันธ์กันจะส่งผลให้ขอบกระเบื้องมีรอยบิ่นเนื่องจากการแกะได้

สำหรับแบบผลิตที่ถูกแยกออกมาแล้ว จะผ่านเข้าสายการผลิตอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ในการขึ้นรูปกระเบื้องต่อไป

3.1.9 การรัดเรียงและนำเข้าลานกองเก็บ (Packing Process)

กระเบื้องเมื่อแกะแยกออกจากแบบผลิตเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จะนำเข้าสู่เครื่องจักรที่ทำหน้าที่เรียงกระเบื้องเป็นตั้งและนำสายรัดเพื่อรัดกระเบื้องแยกออกเป็นชุด โดยกระเบื้อง 1 มัดจะมี 40 แผ่น เมื่อครบ 40 แผ่นจะถูกชุดหนีบยกมาวางบนพาเลทไม้ และรอรถยกยกกระเบื้องออกสู่ลานกองเก็บต่อไป สำหรับกระเบื้องที่อยู่ในลานกองเก็บนั้นยังไม่สามารถนำไปจ่ายสินค้าเพื่อการจัดบรรทุกได้ ต้องรอผลทดสอบคุณภาพกระเบื้องก่อนจำหน่าย โดยเฉพาะการทดสอบความแข็งแรงของกระเบื้องเป็นเวลา 7 วัน

3.2 การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา

จากขอบเขตของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ระบุเน้นการแก้ไขปัญหาที่มีความสำคัญมากที่สุด คือการแก้ไขปัญหากระเบื้องสีน้ำเงินมีเฉดสีไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นเพื่อให้ทราบถึงสถานะปัจจุบันของปัญหากระเบื้องสีน้ำเงินสีไม่สม่ำเสมอที่ได้รับการร้องเรียนจากลูกค้านั้น จึงได้ทำการเก็บข้อมูลกระเบื้องเสียโดยเก็บข้อมูลเฉพาะประเภทของเสียที่เป็นเรื่องเฉดสีไม่สม่ำเสมอเท่านั้น โดยเป็นการเก็บกระเบื้องเสียภายหลังจากนำมาแกะออกจากแบบแล้ว ได้ดำเนินการศึกษาเก็บข้อมูลกระเบื้องเสียเนื่องจากสีไม่สม่ำเสมอของกระเบื้องสีน้ำเงิน ในช่วงเดือน มีนาคม ถึง เดือนมิถุนายน 2545 ซึ่งรายละเอียดดังข้อมูลตามตารางที่ 3.1

เดือน	Lot	วันที่ผลิต	จำนวนกระเบื้องบนลานกอง (แผ่น)	จำนวนกระเบื้องที่สุ่ม (แผ่น)	จำนวนกระเบื้องดี (แผ่น)	จำนวนกระเบื้องเสีย (เฉดสี) (แผ่น)
มีนาคม	6450306	8/3/45	54,125	324	302	22
	6450314	13/3/45	51,848	311	297	14
	6450328	27/3/45	57,981	351	326	25
	6450331	29/3/45	54,388	324	309	15
เมษายน	6450406	6/4/45	57,984	351	334	17
	6450411	10/4/45	56,849	351	311	40
	6450416	20/4/45	57,466	351	327	24
พฤษภาคม	6450502	2/5/45	51,231	297	277	20
	6450510	8/5/45	53,848	324	312	12
	6450518	16/5/45	53,496	324	291	33
	6450523	21/5/45	53,147	324	296	28
มิถุนายน	6450601	1/6/45	53,568	324	289	35
	6450606	6/6/45	52,387	324	315	9
	6450617	15/6/45	52,192	311	279	32
	6450624	22/6/45	52,218	311	271	40
รวม			812,728	4,901	4,536	365

*ที่มา หน่วยงานควบคุมคุณภาพ โรงงานตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลกระเบื้องเสียจากสีช่วงเดือนมีนาคม ถึง เดือนมิถุนายน 2545

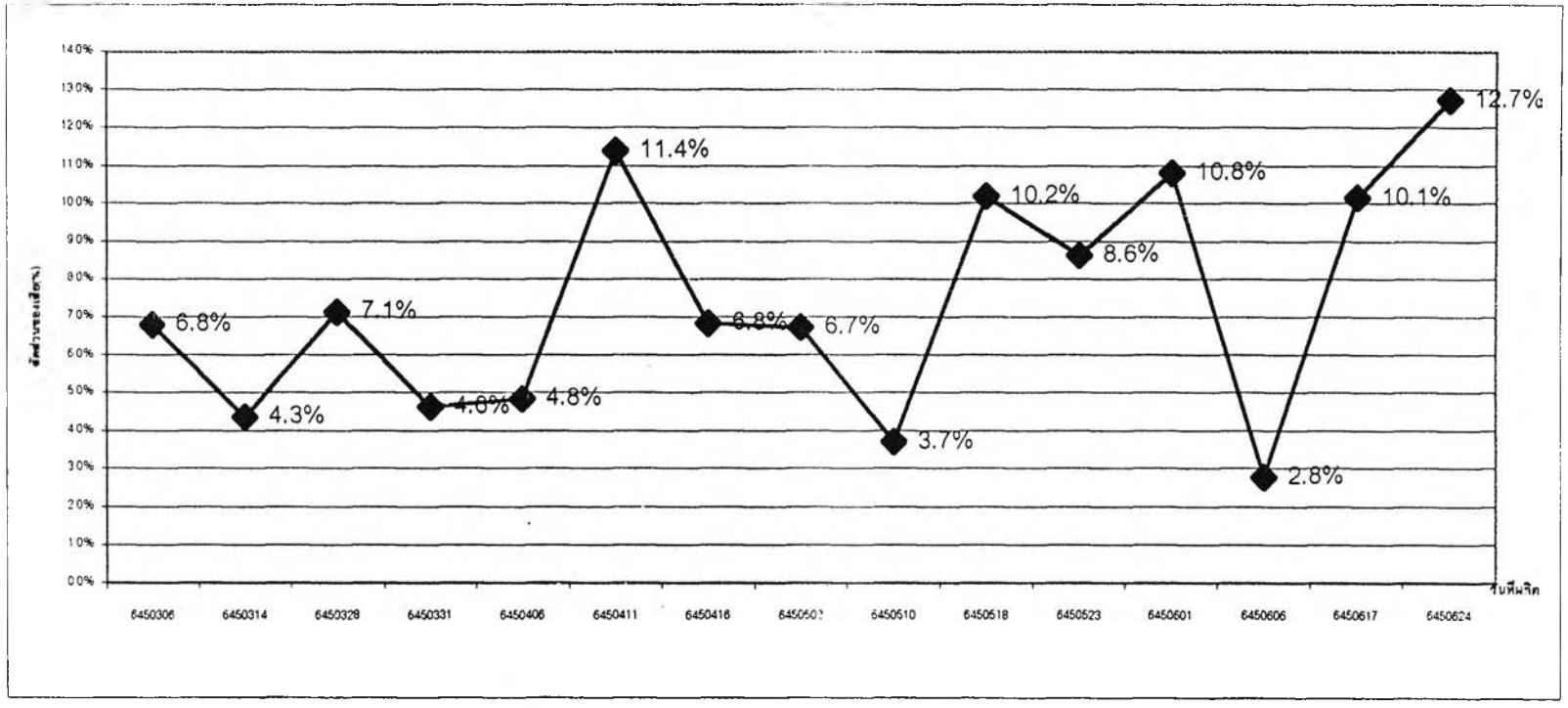
จากข้อมูลข้างต้น ได้คำนวณปริมาณกระเบื้องเสียเป็นสัดส่วนเทียบกับปริมาณกระเบื้องที่สุ่มทั้งหมด เพื่อนำไปเป็นเกณฑ์การเปรียบเทียบผลการแก้ไขก่อนปรับปรุงและภายหลังการปรับปรุง สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.2 ซึ่งสามารถทราบได้ว่าสภาพก่อนการปรับปรุงของปัญหากระเบื้องสีไม่สม่ำเสมอของโรงงานตัวอย่าง มีจำนวนสัดส่วนของเสีย 7.4% ดังนั้นจะใช้สัดส่วนดังกล่าวจะนำไปใช้เป็นตัววัดผลการปรับปรุงแก้ไขในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

เดือน	Lot	จำนวนกระเบื้องที่สุ่ม	จำนวนกระเบื้องเสีย (เฉดสี)	สัดส่วนของเสีย
มีนาคม	6450306	324	22	6.8%
	6450314	311	14	4.3%
	6450328	351	25	7.1%
	6450331	324	15	4.6%
เมษายน	6450406	351	17	4.8%
	6450411	351	40	11.4%
	6450416	351	24	6.8%
พฤษภาคม	6450502	297	20	6.7%
	6450510	324	12	3.7%
	6450518	324	33	10.2%
	6450523	324	28	8.6%
มิถุนายน	6450601	324	35	10.8%
	6450606	324	9	2.8%
	6450617	311	32	10.1%
	6450624	311	40	12.7%
รวม		4,901	365	7.4%

*ที่มา หน่วยงานควบคุมคุณภาพ โรงงานตัวอย่าง

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลสัดส่วนกระเบื้องเสียจากเฉดสีไม่สม่ำเสมอช่วงเดือนมี.ค. -มิ.ย. 2545

จากข้อมูลข้างต้น เมื่อพิจารณาแนวโน้มของข้อมูลสัดส่วนกระเบื้องเสียจากเฉดสีไม่สม่ำเสมอนั้น มีปริมาณที่สูงในแต่ละรุ่นที่ผลิตกระเบื้องสีน้ำเงิน สามารถแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงกราฟเส้นแนวโน้มสัดส่วนกระเบื้องเสียจากสีไม่สม่ำเสมอในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน 2545

3.3 การจัดตั้งทีมงาน

สำหรับโรงงานที่นำมาเป็นกรณีศึกษานั้น ได้จัดตั้งทีมงานเพื่อทำหน้าที่ในการแก้ไขปัญหาคุณภาพกระเบื้องที่ได้รับข้อร้องเรียนจากลูกค้า ซึ่งทางหน่วยงานดูแลระบบบริหารคุณภาพได้แจ้งต่อ QMR เพื่อแต่งตั้งคณะทำงานเพื่อเข้ามาแก้ไขปัญหา โดยหลักเกณฑ์การตั้งคณะทำงานนั้นพิจารณาจาก

1. ต้องมาจากหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ฝ่ายผลิต ส่วนวิศวกรรม แผนกส่งเสริมคุณภาพงาน ส่วนพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นต้น
2. ประสบการณ์การทำงานในสายงานผลิตต้องไม่น้อยกว่า 5 ปี

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวทำให้สามารถคัดเลือกบุคคลเพื่อแต่งตั้งเป็นคณะทำงานแก้ไขปัญหาคุณภาพกระเบื้อง ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้คือเรื่องการแก้ไขปัญหาสีกระเบื้องไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นคณะทำงานจะประกอบด้วย

1. ผู้จัดการส่วนผลิตโรงงานกรณีศึกษา ประสบการณ์ 18 ปี
2. ผู้จัดการส่วนพัฒนาผลิตภัณฑ์ ประสบการณ์ 15 ปี
3. ผู้จัดการโรงงานกระเบื้อง ก. ประสบการณ์ 10 ปี
4. ผู้จัดการแผนกบำรุงรักษา ประสบการณ์ 8 ปี
5. วิศวกรแผนกส่งเสริมคุณภาพ ประสบการณ์ 7 ปี
6. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ข. ประสบการณ์ 6 ปี
7. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ก. ประสบการณ์ 6 ปี

(ผู้ประสานงานการทำงานและเป็นผู้จัดทำวิทยานิพนธ์)

คณะทำงานทั้งหมดได้ประกาศแต่งตั้งจากกรรมการผู้จัดการของบริษัท โดยระบุหน้าที่ความรับผิดชอบที่ชัดเจน โดยทำหน้าที่วิเคราะห์หาสาเหตุและกำหนดวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกี่ยวข้องกับข้อร้องเรียนและปัญหาด้านคุณภาพที่สำคัญ

สำหรับในวิทยานิพนธ์นี้ทางคณะทำงานจะทำหน้าที่หลักดังนี้

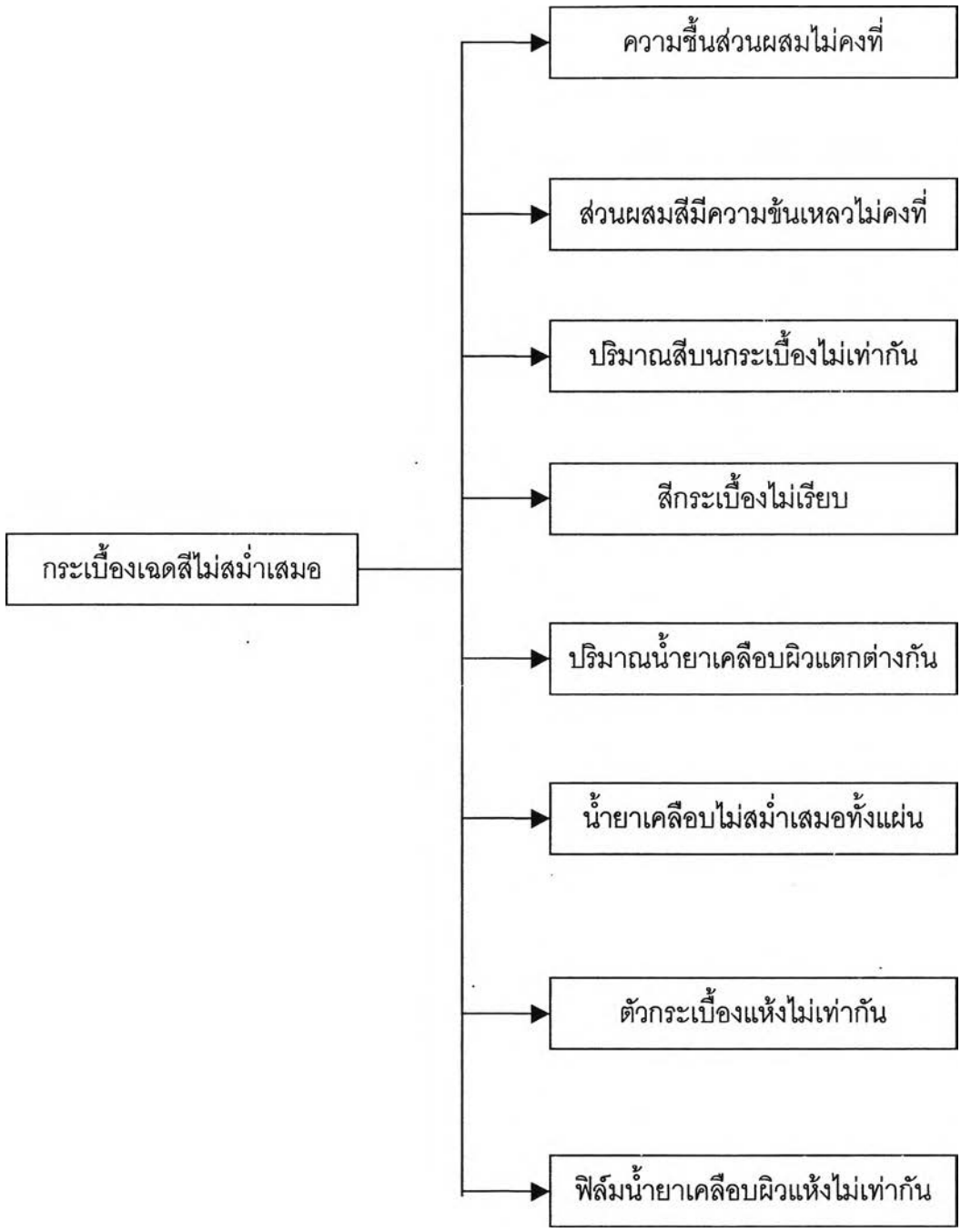
1 วิเคราะห์ปัญหาและระดมสมองวิเคราะห์จัดทำแผนผังแสดงสาเหตุและผล
2 การประเมิน FMEA ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง
3 การแก้ไขปรับปรุงต่างๆ
4 จัดทำมาตรฐานต่างๆ

3.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาคุณภาพ

การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาคุณภาพนั้นเป็นการระดมความคิดของทีมงาน โดยแต่ละทีมงานจะเป็นตัวแทนส่วนหนึ่งจากคณะทำงานแก้ไขปัญหาของบริษัท และผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในแต่ละสาขาทั้งที่เป็นพนักงานภายในบริษัทและบุคคลภายนอกบริษัท

สำหรับในกระบวนการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีต ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาคุณภาพนั้นจะทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เป็นข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตที่ส่งผลให้กระเบื้องมีเฉดสีไม่สม่ำเสมอ และเพื่อสามารถนำข้อบกพร่องและสาเหตุของข้อบกพร่องไปวิเคราะห์ในรายละเอียดต่อไป เนื่องจากกระเบื้องเฉดสีไม่สม่ำเสมอเป็นของเสียที่เกิดขึ้นภายหลังกระบวนการผลิต จึงต้องวิเคราะห์เพื่อหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องหรือเป็นปัจจัยลำดับที่ 1 ที่ส่งผลให้กระเบื้องมีเฉดสีไม่สม่ำเสมอ และนำปัจจัยลำดับที่ 1 ซึ่งคือข้อบกพร่องในกระบวนการทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องต่อไป ทางคณะทำงานได้พิจารณาโดยตั้งคำถามในการใช้เป็นหลักในการวิเคราะห์ว่ามีข้อขัดข้องหรือข้อบกพร่องใดของกระบวนการที่ส่งผลต่อการเกิดของเสียบ้าง หรือเป็นข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตที่ส่งผลทำให้ทำให้เกิดกระเบื้องเสียจากเฉดสีไม่สม่ำเสมอ โดยสามารถแสดงดังรูปที่ 3.4

สำหรับที่มาของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตที่ส่งผลต่อคุณภาพสีกระเบื้องนั้น มาจากการระดมความคิดเห็นของคณะทำงานหลักของบริษัท โดยอาศัยข้อมูลและทฤษฎีต่างๆที่ได้ จากการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีต รวมไปถึงข้อมูลจากการจัดอบรมสัมมนาเชิงอภิปราย ไม่ว่าจะเป็นเรื่องส่วนผสมปูนทราย ส่วนผสมสี แบบผลิตกระเบื้อง เป็นต้น (แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ค.) ข้อมูลเหล่านี้จะมาช่วยให้คณะทำงานวิเคราะห์สาเหตุต่างๆของข้อบกพร่องได้สะดวกมากยิ่งขึ้น และรวมไปถึงการเชิญพนักงานผลิตที่ปฏิบัติงานที่สายการผลิตซึ่งเป็นผู้ใกล้ชิดกับเครื่องจักรนั้นๆมากที่สุด มาให้คำคิดเห็นสำหรับปัญหาต่างๆที่พบระหว่างทำการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีต เป็นการส่งเสริมให้พนักงานผลิตมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นด้วย



รูปที่ 3.4 แสดงแผนผังของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดกระเบื้องเฉดสีไม่สม่ำเสมอ

จากข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตที่ได้จำแนกโดยคณะทำงาน สามารถอธิบายในแต่ละข้อบกพร่องได้ดังนี้

1. ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่ จะมีผลทำให้ปริมาณน้ำที่อยู่ในชั้นสีถูกดูดซึมลงในชั้นตัวกระเบื้องไม่เท่ากัน และส่งผลให้ความเข้มข้นของสีจะไม่เท่ากันตามไปด้วย เมื่อพิจารณากระเบื้องด้วยสายตาจะพบเฉดสีกระเบื้องเข้มจางแตกต่างกัน

2. ส่วนผสมมีความข้นเหลวไม่คงที่ จะทำให้ผิวของสีกระเบื้องมีความหยาบหรือละเอียดแตกต่างกัน ส่งผลให้การมองเฉดสีกระเบื้องจะมีการหักเหของแสงแตกต่างกันไป ผลคือการมองเห็นเฉดสีไม่สม่ำเสมอ

3. ปริมาณสีบนกระเบื้องไม่เท่ากัน การที่ความเข้มข้นของสีไม่เท่ากันทั่วแผ่นจะส่งผลทำให้การมองเฉดสีกระเบื้องแตกต่างกันตามปริมาณของสีที่มีอยู่บนผิวกระเบื้องด้วย

4. สีกระเบื้องไม่เรียบ จะทำให้การมองเห็นสีบนผิวกระเบื้องมีความหยาบละเอียดแตกต่างกันไป ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้กระเบื้องมีเฉดสีไม่สม่ำเสมอด้วย

5. ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวแตกต่างกัน จะทำให้โอกาสที่จะเกิดฝ้าขาวมีมากน้อยแตกต่างกัน และจะทำให้ความเข้มของสีที่มีปริมาณน้ำยาเคลือบผิวมากจะมีความเข้มสีมาก กระเบื้องที่มองเห็นจะมีลักษณะสีเข้มกว่าปริมาณน้ำยาเคลือบผิวน้อย

6. น้ำยาเคลือบผิวไม่สม่ำเสมอทั่วแผ่น การที่น้ำยาเคลือบผิวไม่ทั่วแผ่นจะทำให้เกิดช่องว่างพอที่จะทำให้ผิวของสีทำปฏิกริยากับอากาศและเกิดเป็นฝ้าขาวได้ (เอกสารประกอบการอบรม Slurry, 2542)

7. ตัวกระเบื้องแห้งไม่เท่ากัน เป็นผลทำให้การทำปฏิกริยาของปูนซีเมนต์ในตัวกระเบื้องไม่อิ่มตัว และจะทำปฏิกริยาภายในต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งอิ่มตัว ระหว่างนั้นจะทำให้เกิดเป็นฝ้าขาวลอยขึ้นที่ผิวหน้าของกระเบื้องได้ และการมองเห็นสีกระเบื้องจะเป็นจุดขาวทำให้เฉดสีไม่สม่ำเสมอ

8. ฟิล์มน้ำยาเคลือบผิวแห้งไม่เท่ากัน จะทำให้ความแข็งแรงของฟิล์มเพื่อกันการเกิดฝ้าขาวนั้นลดลง และมีโอกาสที่กระเบื้องจะมีผิวหน้าขุ่นขาวได้ การมองเห็นสีกระเบื้องจะมีความแตกต่างกันด้วยเช่นกัน

เมื่อได้ทราบถึงลักษณะการเกิดข้อบกพร่องและสิ่งที่ทำให้เป็นผลกระทบต่อคุณภาพของเฉดสีกระเบื้องแล้วนั้น ทางคณะทำงานจึงได้ดำเนินการวิเคราะห์ถึงสาเหตุต่างๆจากปัจจัยการผลิต 5 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปัจจัยการผลิตจากเครื่องจักร (Machine), ปัจจัยการผลิตจากวัตถุดิบ (Material), ปัจจัยการผลิตจากวิธีการปฏิบัติงาน (Method), ปัจจัยการผลิตจากพนักงาน (Man) และปัจจัยการผลิตจากการวัด (Measurement) โดยเป็นการวิเคราะห์ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่ส่งผลต่อความแตกต่างของสีกระเบื้อง โดยใช้เครื่องมือคุณภาพคือแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของปัญหา (Cause and Effect Diagram) สาเหตุที่เลือกเครื่องมือชนิดนี้มาใช้เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้แสดงเพื่อสรุปรวมเอาสาเหตุหรือปัจจัยจำนวนมากมายที่มีผลต่อคุณลักษณะด้านคุณภาพ แล้วแสดงไว้ในแผ่นภาพหรือผังเพียงแผ่นเดียวได้อย่างเป็นระบบ ช่วยให้การวิเคราะห์สรุปสาเหตุของปัญหาทางคุณภาพเป็นไปอย่างมีประสิทธิผลดียิ่ง (Kume, 1985)

โดยในการวิเคราะห์แผนภาพแสดงสาเหตุและผลนั้น ทางคณะทำงานหลักได้เชิญผู้ที่มีประสบการณ์ และ ผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับปัญหานั้นๆ มาร่วมกันระดมความคิดเพื่อค้นหาสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตด้วย เพื่อที่สามารถค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้อย่างดี โดยได้สรุปข้อบกพร่องของกระบวนการผลิตได้ดังนี้

3.4.1 สาเหตุของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตเรื่องความชื้นส่วนผสมไม่คงที่

คณะทำงานที่ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อขัดข้องดังกล่าว จะแบ่งเป็นกลุ่มคณะทำงานหลักที่ได้จัดตั้งขึ้น และกลุ่มผู้มีประสบการณ์ในสาขาที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

<u>คณะทำงานหลักของบริษัท</u>

1. ผู้จัดการโรงงานกระเบื้อง ก.
2. วิศวกรแผนกส่งเสริมคุณภาพ
3. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ข.
4. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ก.

<u>ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง</u>

1. หัวหน้างานผลิตกระเบื้อง 1
2. หัวหน้างานผลิตกระเบื้อง 2

เมื่อดำเนินการจัดตั้งทีมย่อยเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในเรื่องส่วนผสมมีความชื้นไม่คงที่ จึงได้ดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุและตัดปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ รวมไปถึงปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อปัญหามากออก สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 3.5 สำหรับในรายละเอียดของการวิเคราะห์นั้นได้แสดงตามรายละเอียดดังนี้

<u>ปัจจัยการผลิตด้านเครื่องจักร</u>

ระบบชั่งน้ำหนักวัตถุดิบผสมกระเบื้องมีความสำคัญมากในระบบการผสมและส่งผลต่อค่าความชื้นส่วนผสมเป็นอย่างมาก เนื่องจากปริมาณปูนซีเมนต์ที่มากขึ้นหรือปริมาณน้ำที่น้อยลง ทำให้อัตราส่วนความชื้นผิดปกติไป สำหรับอุปกรณ์ต่างๆที่จะส่งผลต่อค่าน้ำหนักวัตถุดิบคือชุด Loadcell ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมาก สำหรับอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอีกส่วนคือระบบการคำนวณน้ำหนักต่างๆให้มีความถูกต้องคือ ระบบ PLC (Programmable Logic Control) ซึ่งเป็นจุดที่มีความสำคัญอีกส่วนหนึ่ง การผสมวัตถุดิบนั้นการไม่เข้ากันของส่วนผสมจะมีส่วนทำให้ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่ เนื่องจากความชื้นนั้นจะระเหยและแทรกตัวออกตามช่องว่างต่างๆที่เกิดจากการไม่ประสานกันของส่วนผสม โดยระยะเวลาการผสมเปียกและสภาพของใบกวนจะมีความสำคัญมาก ซึ่งสามารถส่งผลทำให้เกิดปัญหาความชื้นได้

<u>ปัจจัยการผลิตด้านวัตถุดิบ</u>

ส่วนปัจจัยการผลิตด้านวัตถุดิบนั้นความสม่ำเสมอของความชื้นทรายจะเป็นสาเหตุสำคัญเนื่องจากปริมาณของวัตถุดิบที่ผสมในส่วนผสมจะมีทรายเป็นส่วนประกอบมากที่สุดถึง 70% ดังนั้นน้ำที่อยู่ภายในทรายจะมีปริมาณมากและส่งผลต่อปริมาณน้ำในส่วนผสมโดยรวมด้วย ความไม่สม่ำเสมอของความชื้นทรายเกิดขึ้นได้จากประสิทธิภาพในการระบายน้ำออกของยุ้งกองเก็บทรายไม่ดีพอ เพราะทรายที่ถูกนำมาจากแหล่งทรายนั้นจะมีปริมาณความชื้นสูงมาก และสาเหตุในเรื่องฝนสาดเข้ายุ้งทรายไม่นำมาแก้ไขเพราะเป็นสาเหตุที่ไม่สามารถควบคุมได้ จะควบคุมเพียงการป้องกันไม่ให้มีฝนสาดเข้ายุ้งเท่านั้น ขนาดคละของทรายไม่คงที่เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่มีความสำคัญ โดยขนาดคละของทรายที่แตกต่างออกไปเนื่องจากมีการเปลี่ยนแหล่งทรายของผู้ขาย ซึ่งเป็นจุดที่ไม่สามารถควบคุมได้โดยตรง แต่สามารถกระทำโดยการเจรจาและควบคุมสูตรผลิตให้ได้ตามมาตรฐาน แต่สำหรับการนำทรายสองยุ้งผสมรวมกันมีโอกาสเกิดขึ้นได้จึงเลือกเป็นสาเหตุที่สำคัญ

ปัจจัยการผลิตด้านพนักงาน

พนักงานเครื่องผลิตเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ส่วนผสมมีความชื้นไม่สม่ำเสมอได้เนื่องจากการควบคุมให้ส่วนผสมคงที่ทุกครั้งได้ต้องทำการปรับค่าความชื้นทรายให้เหมาะสมกับความชื้นทรายจริง ถ้าไม่ปรับค่าความชื้นทรายไม่ถูกต้องจะส่งผลต่อความไม่สม่ำเสมอของค่าความชื้นส่วนผสมได้โดยทันที โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่มีค่าความชื้นทรายค่อนข้างสูงมากๆ

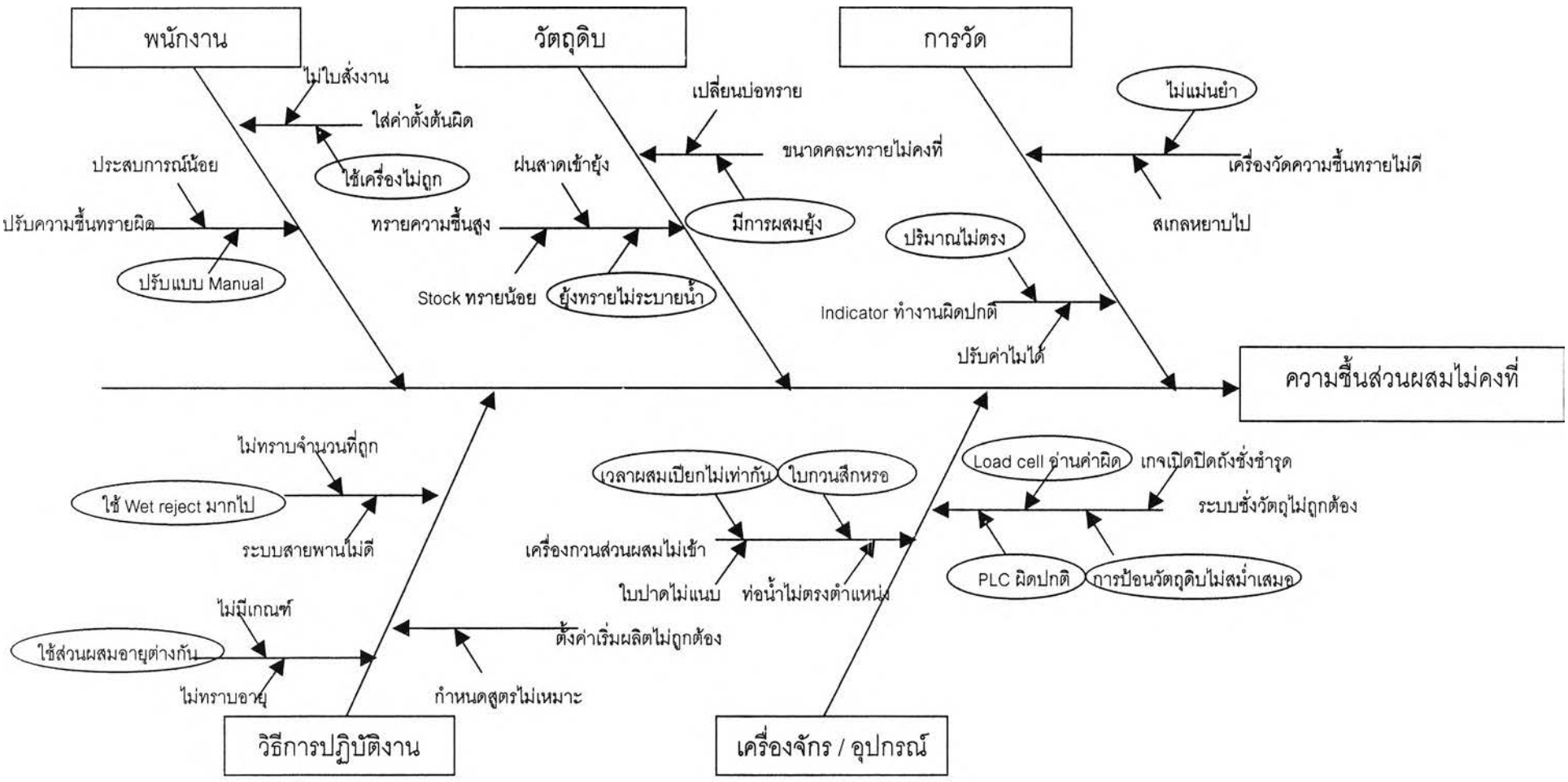
ปัจจัยการผลิตด้านวิธีการปฏิบัติงาน

สำหรับส่วนผสมนั้นถ้ามีการนำไปใช้ที่ระยะเวลาแตกต่างกันมากๆ จะส่งผลให้ค่าความชื้นแตกต่างกันมากเช่นกัน และในกระบวนการผลิตนั้นโอกาสที่จะนำส่วนผสมไปใช้ไม่เท่ากันค่อนข้างมากเนื่องจากกระบวนการผลิตมีการหยุดต่อเนื่อง หรือ หยุดในระยะเวลาอันสั้นแต่ความถี่สูงจะส่งผลให้ระยะเวลารวมนั้นใช้ไม่เท่ากัน ซึ่งระบบการบันทึกระยะเวลาการใช้งานยังไม่ดีพอ และการนำ Wet Reject หรือของเสียเปียกกลับมาผสมในส่วนผสมถ้ามากเกินไปจะส่งผลสำคัญต่อความผันแปรของความชื้นส่วนผสม

ปัจจัยการผลิตด้านการวัด

ชุดแสดงผลค่าน้ำที่ชั่ง (Indicator) ไม่มีความแม่นยำ เนื่องจากเป็นการแสดงผลผ่านการอ่านค่าจาก Load cell ทำให้มีส่วนสำคัญมาก และถ้าผิดปกติไปจะเกิดข้อขัดข้องขึ้นได้ง่าย สำหรับเครื่องมือวัดความชื้นส่วนผสมถ้าไม่แม่นยำและไม่มีระบบการดูแลรักษาที่ดีจะส่งผลต่อความไม่สม่ำเสมอของความชื้นส่วนผสมได้เช่นกัน

จากการวิเคราะห์ปัญหาและแจกแจงสาเหตุ พร้อมทั้งเลือกสาเหตุที่สามารถควบคุมได้และมีผลที่สำคัญทำให้เกิดปัญหาไปเพื่อทำการวิเคราะห์โดยละเอียด และได้ทำเครื่องหมายวงกลมลงในสาเหตุที่เลือกไปวิเคราะห์ ในแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้อง ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของ ข้อบกพร่องเรื่องความชื้นส่วนผสมกระเบื้องไม่คงที่

3.4.2 สาเหตุของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตเรื่องความข้นเหลวสีไม่คงที่

คณะทำงานที่ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อขัดข้องดังกล่าว จะแบ่งเป็นกลุ่มคณะทำงานหลักที่ได้จัดตั้งขึ้น และกลุ่มผู้มีประสบการณ์ในสาขาที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

<u>คณะทำงานหลักของบริษัท</u>

1. ผู้จัดการส่วนพัฒนาผลิตภัณฑ์
2. ผู้จัดการโรงงานกระเบื้อง ก.
3. ผู้จัดการแผนกบำรุงรักษา
4. วิศวกรแผนกส่งเสริมคุณภาพ
5. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ข.
6. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ก.

<u>ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง</u>

1. วิศวกรพัฒนาผลิตภัณฑ์
2. นักวิเคราะห์เคมี (บริษัทภายในเครือ)

เมื่อดำเนินการจัดตั้งทีมย่อยเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในเรื่องความข้นเหลวไม่คงที่ จึงรวบรวมข้อมูลและประสบการณ์ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้องดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.6 สามารถอธิบายในรายละเอียดได้ดังนี้

การผสมสีนั้นเป็นกระบวนการที่ส่งผลต่อคุณภาพของความสม่ำเสมอของสีกระเบื้องโดยตรง ดังนั้นผลกระทบจากข้อขัดข้องนี้จะค่อนข้างสูงมาก เนื่องจากส่วนผสมมีสีที่แตกต่างกันไปจะส่งผลต่อสีบนกระเบื้องจะแตกต่างกันในแต่แผ่นด้วย

<u>ปัจจัยการผลิตด้านเครื่องจักร</u>

ปัจจัยการผลิตด้านเครื่องจักรจะมุ่งเน้นวิเคราะห์ที่เครื่องผสมสีเป็นสำคัญ โดยการที่เครื่องผสมสีจะทำให้ความข้นเหลวของส่วนผสมไม่เท่ากัน มาจากปริมาณของวัตถุดิบที่ชั่งลงมาผสมปริมาณผิดไปจากสูตรที่กำหนด ซึ่งความผิดปกติของ Load cell ชั่งวัตถุดิบเป็นสาเหตุที่สำคัญที่สุด สำหรับการกวนส่วนผสมไม่เข้ากันเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลทำให้เกิดข้อขัดข้องนี้ได้ สำหรับเวลาในการปั่นส่วนผสมให้เข้ากันถ้าเวลาไม่แน่นอน หรือ ใช้เวลาน้อยเกินไปจะส่งผลต่อเฉดสีที่ไม่เข้ากัน ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุที่สำคัญเช่นกัน

ปัจจัยการผลิตด้านวัตถุดิบ

คุณภาพของวัตถุดิบเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ส่วนผสมมีเฉดสีไม่เท่ากันด้วย โดยคุณภาพของ GCและผงสีมีความสำคัญมาก เพราะถ้าเฉดสีของผงสีผิดปกติไปการผลิตจะได้สีที่ผิดไปทันที อุณหภูมิของปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสมสีมีส่วนสำคัญเช่นกันที่ส่งผลให้ต้องใช้น้ำในส่วนผสมไม่คงที่ และส่งผลให้เฉดสีนั้นมีความเข้มข้นไม่เท่ากันและสีที่ได้จะไม่เท่ากัน สำหรับความชื้นทรายแก้วที่แห้งเกินไปบนสายพานจะทำให้การใช้น้ำในถังผสมแรกและถังผสมปลายรุ่นจะแตกต่างกัน จึงมีส่วนสำคัญ

ปัจจัยการผลิตด้านผู้ปฏิบัติงาน

พนักงานจะใส่สีที่ชั่งเตรียมไว้ในถุงซึ่งมีโอกาสที่พนักงานจะหลงลืมขั้นตอนนี้โดยไม่ได้ใส่หรือถ้าใส่ก็ไม่ได้ตามลำดับขั้นตอนของการผสมวัตถุดิบ จึงเป็นสาเหตุแรกที่เลือกมาวิเคราะห์โดยละเอียด สำหรับการตั้งปริมาณน้ำก่อนผลิตเป็นส่วนที่มีโอกาสทำให้เฉดส่วนผสมสีผิดปกติได้เนื่องจากพนักงานจะไม่สามารถทราบปริมาณน้ำมาตรฐานของแต่ละสีเนื่องจากไม่มีการกำหนดไว้แน่ชัด ซึ่งทุกสาเหตุที่ดังกล่าวเป็นการผิดพลาดจากกระบวนการทำงานของคน ดังนั้นจะเลือกทุกสาเหตุเป็นสาเหตุที่สำคัญ

ปัจจัยการผลิตด้านวิธีการปฏิบัติงาน

วิธีการหรือเวลาการนำส่วนผสมสีไปใช้นั้นไม่ถูกต้อง หรือเวลาที่ใช้ส่วนผสมสีไม่ถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ทำให้เฉดสีของส่วนผสมจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ดังนั้นเมื่อเกินระยะเวลามาตรฐานมีโอกาสที่สีกระเบื้องจะผิดไปจากที่ควรจะเป็น สาเหตุดังกล่าวนี้ได้นำไปวิเคราะห์ในรายละเอียดต่อไป สำหรับการตั้งปริมาณน้ำก่อนผลิตเป็นส่วนที่มีโอกาสทำให้เฉดส่วนผสมสีผิดปกติได้เนื่องจากไม่สามารถทราบปริมาณน้ำมาตรฐานของแต่ละสีเนื่องจากไม่มีการกำหนดไว้แน่ชัด ดังนั้นเลือกสาเหตุนี้เป็นสาเหตุที่สำคัญ

ปัจจัยการผลิตด้านการวัด

คุณภาพของส่วนผสมสีจะทำการวัดที่ค่าความข้นเหลวของสีซึ่งจะใช้อุปกรณ์การวัดคือกรวยวัดความข้นเหลวสี ซึ่งมีโอกาสที่การอ่านค่าจะไม่เท่ากันทุกครั้งที่ทดสอบเนื่องจากใช้พนักงานในการจับเวลาของการไหลของสี

เมื่อได้ทราบถึงสาเหตุต่างๆของข้อขัดข้องดังกล่าวแล้ว ทางคณะทำงานได้ร่วมกันพิจารณาสาเหตุต่างๆเหล่านั้นเพื่อเลือกสาเหตุที่มีศักยภาพ หรือสาเหตุที่สำคัญ โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมสาเหตุนั้นๆ จากสาเหตุข้างต้นทางคณะทำงานพบว่าทุกสาเหตุสามารถควบคุมได้ (Controllable) เนื่องจากเป็นเรื่องของวิธีการปฏิบัติ การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นเรื่องที่ภายในโรงงานตัวอย่างสามารถควบคุมได้ จากรายละเอียดในแต่ละสาเหตุทำให้สามารถเลือกหรือจำแนกสาเหตุที่สำคัญของข้อขัดข้องได้ และทำสัญลักษณ์วงกลมลงในสาเหตุที่เลือกไปวิเคราะห์ FMEA ในแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้อง ดังรูปที่ 3.6

3.4.3 สาเหตุของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตเรื่องปริมาณสีบนกระเบื้องไม่เท่ากัน

คณะทำงานที่ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อขัดข้องดังกล่าว จะแบ่งเป็นกลุ่มคณะทำงานหลักที่ได้จัดตั้งขึ้น และกลุ่มผู้มีประสบการณ์ในสาขาที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

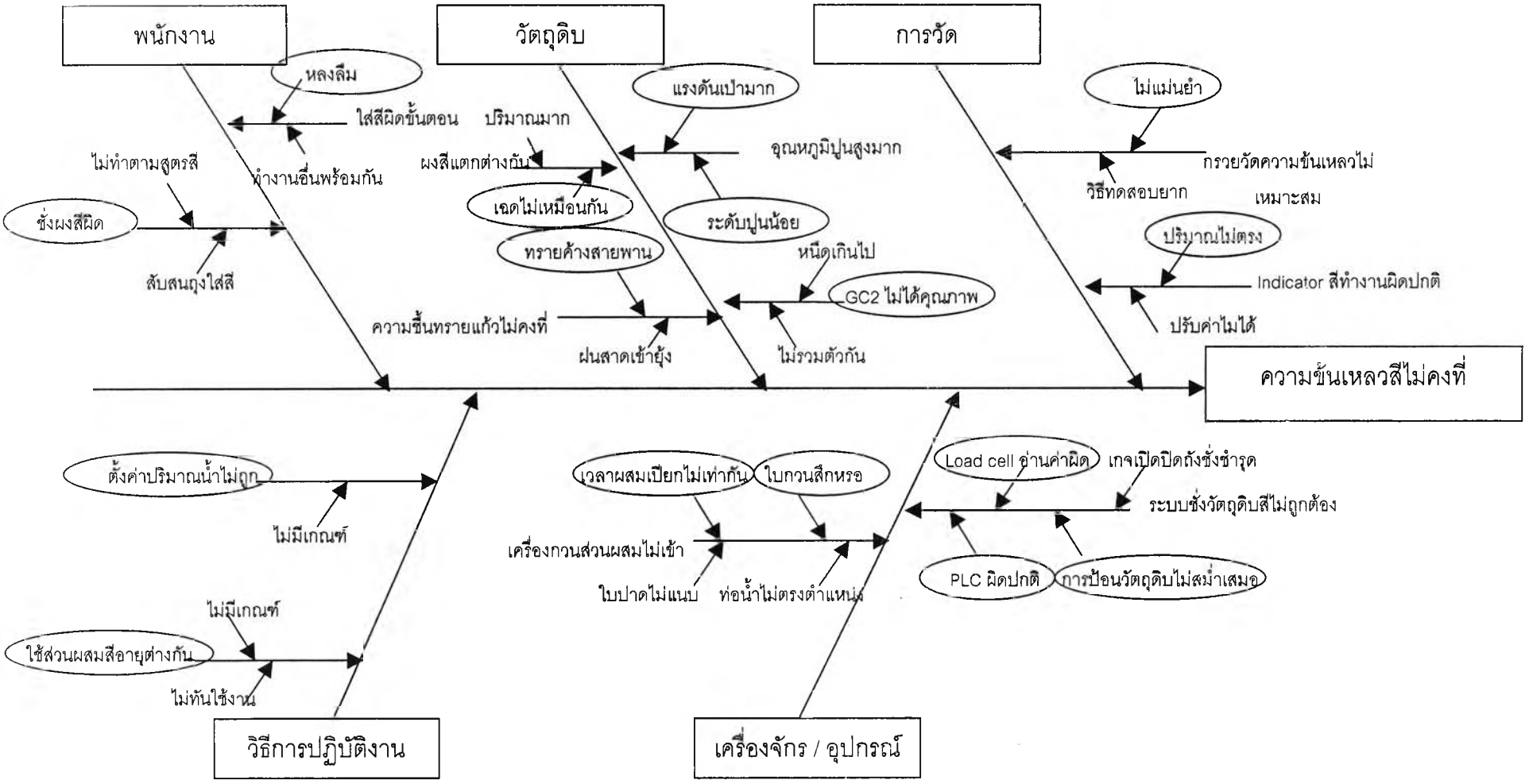
<u>คณะทำงานหลักของบริษัท</u>

1. ผู้จัดการส่วนพัฒนาผลิตภัณฑ์
2. ผู้จัดการโรงงานกระเบื้อง ก.
3. ผู้จัดการแผนกบำรุงรักษา
4. วิศวกรแผนกส่งเสริมคุณภาพ
5. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ข.
6. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ก.

<u>ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง</u>

1. วิศวกรพัฒนาผลิตภัณฑ์
2. นักวิเคราะห์เคมี (บริษัทภายในเครือ)

เมื่อดำเนินการจัดตั้งทีมย่อยเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในเรื่องปริมาณสีบนกระเบื้องไม่เท่ากัน จึงรวบรวมข้อมูลและประสบการณ์ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้องดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.7 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้



รูปที่ 3.6 แสดงแผนภาพแสดงสาเหตุและผล ของข้อบกพร่องเรื่องความข้นเหลวสีไม่คงที่

ปัจจัยการผลิตด้านเครื่องจักร

ประตูจ่ายสีไม่พร้อมใช้งานจะส่งผลต่อคุณภาพของสี รวมไปถึงความเร็วกระเบื้องถ้าไม่สม่ำเสมอจะทำให้ปริมาณสีที่ลงบนกระเบื้องแต่ละแผ่นไม่เท่ากัน แต่สาเหตุนี้จะมีผลต่อข้อขัดข้องน้อยเนื่องจากความสะอาดของสายพานจะสะอาดตลอดเวลา อีกทั้งสาเหตุการส่งสีจากถังสำรองใต้เครื่องไม่สม่ำเสมอจะทำให้ปริมาณสีที่รอไหลลงประตูจ่ายสีนั้นน้อยตามไปด้วย และส่งผลให้น้ำหนักสีบนกระเบื้องแผ่นนั้นๆมากน้อยแตกต่างกัน ซึ่งสาเหตุนี้มีความสำคัญในอันดับต้นๆ สำหรับสาเหตุเรื่องอุปกรณ์ส่งสีไม่พร้อมใช้งาน จะส่งผลต่อปริมาณสีที่ลงบนกระเบื้องมากน้อยแตกต่างกัน โดยเฉพาะการปรับตั้งระยะความสูง หรือการสึกหรอของอุปกรณ์

ปัจจัยการผลิตด้านวัตถุดิบ

คุณภาพของวัตถุดิบจะหมายถึงคุณภาพของส่วนผสมสี ซึ่งส่วนผสมสีต้องมีความข้นเหลวสีอยู่ภายในค่ามาตรฐาน เนื่องจากถ้าสีข้นหรือเหลวเกินไปทำให้การไหลลงบนตัวกระเบื้องไม่เท่ากัน ส่งผลให้ปริมาณสีต่อแผ่นไม่เท่ากันและจะมองเห็นเฉดสีไม่เท่ากันด้วย ซึ่งสาเหตุต่างๆเหล่านี้ทุกสาเหตุสามารถส่งผลต่อคุณภาพของสีได้โดยตรง

ปัจจัยการผลิตด้านผู้ปฏิบัติงาน

พนักงานปรับระยะประตูจ่ายสีโดยอาศัยประสบการณ์พิจารณาจากสีกระเบื้องที่ได้พ่นเคลือบออกไปแล้ว โดยไม่ได้อาศัยหลักเกณฑ์อ้างอิงใดๆ ทำให้มีโอกาสผิดพลาดได้ง่ายเพราะขึ้นกับการพิจารณาของพนักงาน สาเหตุนี้จึงเป็นสาเหตุที่สำคัญสามารถส่งผลต่อคุณภาพของสี

ปัจจัยการผลิตด้านวิธีการปฏิบัติงาน

การกำหนดเกณฑ์ต่างๆไม่ชัดเจนเช่นการกำหนดระดับสีในถังสำรองใต้เครื่องไม่ได้กำหนดระดับที่เหมาะสมสำหรับเติมสี หรือ ระยะการปรับตั้งประตูจ่ายสี ไม่มีหลักเกณฑ์ที่ชัดเจน

ปัจจัยการผลิตด้านการวัด

ความไม่แน่นอนของค่าน้ำหนักที่ได้จากเครื่องชั่งน้ำหนัก หรือ ถาดรองชำรุดเสียหาย รวมไปถึงวิธีการทดสอบที่ไม่ถูกต้องจะส่งผลให้การทดสอบหาค่าน้ำหนักสีผิดพลาดได้ แต่จากการวิเคราะห์พบว่าค่าน้ำหนักที่ชั่งได้ไม่เคยมีความผิดปกติ อีกทั้งถาดรองไม่มีลักษณะชำรุด จึงไม่นำสาเหตุนี้มาวิเคราะห์ในรายละเอียด

เมื่อได้ทราบถึงสาเหตุต่างๆของข้อขัดข้องดังกล่าวแล้ว ทางคณะทำงานได้ร่วมกันพิจารณาสาเหตุต่างๆเหล่านั้นเพื่อเลือกสาเหตุที่มีศักยภาพ หรือสาเหตุที่สำคัญ โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมสาเหตุนั้นๆ จากสาเหตุข้างต้นทางคณะทำงานพบว่าทุกสาเหตุสามารถควบคุมได้ (Controllable) เนื่องจากเป็นเรื่องของวิธีการปฏิบัติ การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นเรื่องที่ภายในโรงงานตัวอย่างสามารถควบคุมได้ จากรายละเอียดในแต่ละสาเหตุทำให้สามารถเลือกหรือจำแนกสาเหตุที่สำคัญของข้อขัดข้องได้ และทำสัญลักษณ์วงกลมลงในสาเหตุที่เลือกไปวิเคราะห์ FMEA ในแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้อง ดังรูปที่ 3.7

3.4.4 สาเหตุของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตเรื่องสีกระเบื้องไม่เรียบ

คณะทำงานที่ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อขัดข้องดังกล่าว จะแบ่งเป็นกลุ่มคณะทำงานหลักที่ได้จัดตั้งขึ้น และกลุ่มผู้มีประสบการณ์ในสาขาที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

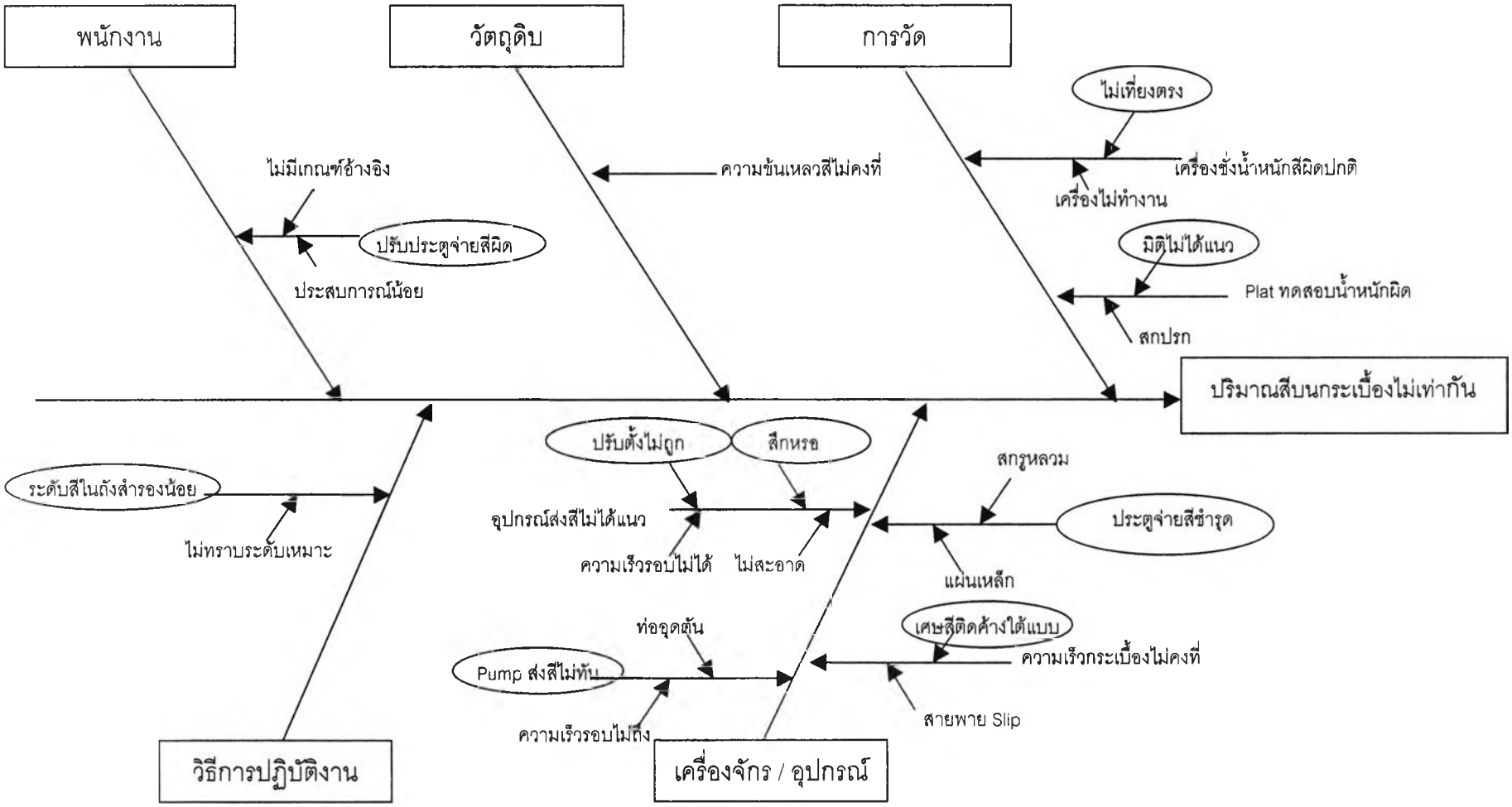
<u>คณะทำงานหลักของบริษัท</u>

1. ผู้จัดการโรงงานกระเบื้อง ก.
2. ผู้จัดการแผนกบำรุงรักษา
3. วิศวกรแผนกส่งเสริมคุณภาพ
4. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ก.

เมื่อดำเนินการจัดตั้งทีมย่อยเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในเรื่องสีกระเบื้องไม่เรียบ จึงรวบรวมข้อมูลและประสบการณ์ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้องดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.8 สามารถอธิบายในรายละเอียดได้ดังนี้

<u>ปัจจัยการผลิตด้านเครื่องจักร</u>

ปัจจัยด้านเครื่องจักรที่เป็นส่งผลเรื่องความเรียบของสี คืออุปกรณ์ต่างๆที่อยู่ภายในเครื่องเคลือบสี เช่น สภาพแปรงสเปรย์สีถ้าไม่สะอาดหรือขนแปรงสั้นเกินไปจะส่งผลต่อลักษณะเม็ดสี รวมไปถึงการปรับตั้งรอบสเปรย์สีไม่ถูกต้องจะส่งผลเช่นกัน แต่สาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อข้อขัดข้องที่สุดคือสภาพของแปรงสเปรย์สี ซึ่งนำสาเหตุทั้งสองวิเคราะห์ในรายละเอียดต่อไป



รูปที่ 3.7 แสดงแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อบกพร่องเรื่องปริมาณสีบนกระเบื้องไม่เท่ากัน

ปัจจัยการผลิตด้านวัตถุดิบ

คุณภาพของวัตถุดิบในกระบวนการนี้จะหมายถึงคุณภาพของส่วนผสมสี ซึ่งส่วนผสมสีมีความข้นเหลวไม่คงที่ จะส่งผลให้ขณะปัดสีลงบนกระเบื้องนั้นความข้นเหลวสีที่มีค่ามากกว่าหรือสีข้นจะทำให้เม็ดสีมีลักษณะใหญ่สีจะดูหยาบ ในทางตรงกันข้ามเม็ดสีจะดูเล็กและละเอียดกว่าถ้าใช้ส่วนผสมที่มีค่าความข้นเหลวต่ำกว่า

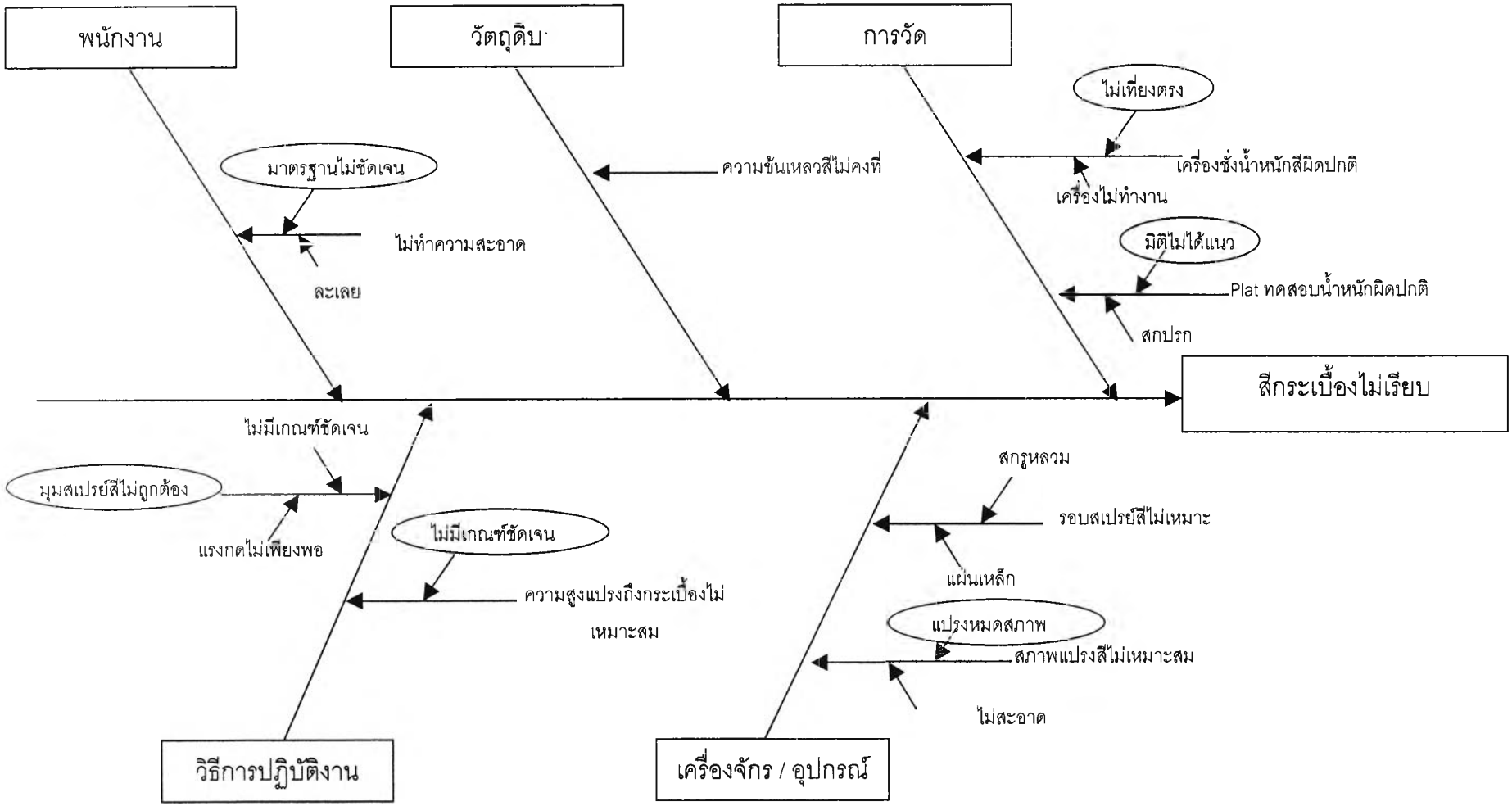
ปัจจัยการผลิตด้านวิธีการปฏิบัติงาน

มุมสเปรย์สีไม่ถูกต้องจะส่งผลให้ลักษณะของเม็ดสีและความเรียบของสีไม่สม่ำเสมอ และสำหรับการปรับตั้งความสูงของแปรงไม่เหมาะสมจะส่งผลต่อคุณภาพของสีกระเบื้องด้วย

ปัจจัยการผลิตด้านการวัด

ความไม่แน่นอนของค่าน้ำหนักที่ได้จากเครื่องชั่งน้ำหนัก หรือ ถาดรองชำรุดเสียหาย รวมไปถึงวิธีการทดสอบที่ไม่ถูกต้องจะส่งผลให้การทดสอบหาค่าน้ำหนักสีผิดพลาดได้ แต่จากการวิเคราะห์พบว่าค่าน้ำหนักที่ชั่งได้ไม่เคยมีความผิดปกติ อีกทั้งถาดรองไม่มีลักษณะชำรุด จึงไม่นำสาเหตุนี้มาวิเคราะห์ในรายละเอียด

เมื่อได้ทราบถึงสาเหตุต่างๆของข้อขัดข้องดังกล่าวแล้ว ทางคณะทำงานได้ร่วมกันพิจารณาสาเหตุต่างๆเหล่านั้นเพื่อเลือกสาเหตุที่มีศักยภาพ หรือสาเหตุที่สำคัญ โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมสาเหตุนั้นๆ จากสาเหตุข้างต้นทางคณะทำงานพบว่าทุกสาเหตุสามารถควบคุมได้ (Controllable) เนื่องจากเป็นเรื่องของวิธีการปฏิบัติ การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นเรื่องที่ภายในโรงงานตัวอย่างสามารถควบคุมได้ จากรายละเอียดในแต่ละสาเหตุทำให้สามารถเลือกหรือจำแนกสาเหตุที่สำคัญของข้อขัดข้องได้ และทำสัญลักษณ์วงกลมลงในสาเหตุที่เลือกไปวิเคราะห์ FMEA ในแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้อง รูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อบกพร่องเรื่องสีกระเบื้องไม่เรียบ

3.4.5 สาเหตุของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตเรื่องปริมาณน้ำยาเคลือบผิวแตกต่างกัน

คณะทำงานที่ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อขัดข้องดังกล่าว จะแบ่งเป็นกลุ่มคณะทำงานหลักที่ได้จัดตั้งขึ้น และกลุ่มผู้มีประสบการณ์ในสาขาที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

<u>คณะทำงานหลักของบริษัท</u>

1. ผู้จัดการส่วนผลิต
2. ผู้จัดการโรงงานกระเบื้อง ก.
3. ผู้จัดการแผนกบำรุงรักษา
4. วิศวกรแผนกส่งเสริมคุณภาพ
5. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ก.
6. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ข.

<u>ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง</u>

1. วิศวกรประจำส่วนวิศวกรรม
2. ผู้จัดการแผนกวิศวกรรมและเทคนิค

เมื่อดำเนินการจัดตั้งทีมย่อยเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในเรื่องปริมาณน้ำยาเคลือบผิวไม่แตกต่างกัน จึงรวบรวมข้อมูลและประสบการณ์ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้องดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.9 สามารถอธิบายในรายละเอียดได้ดังนี้

น้ำยาเคลือบผิวทำหน้าที่เป็นส่วนป้องกันอากาศจากภายนอกไม่ให้ทำลายสีให้หมดอายุก่อนเวลาอันสมควร ดังนั้นปริมาณน้ำยาเคลือบผิวที่มากพอจะช่วยป้องกันชั้นสีได้อย่างเต็มที่ ในการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตจะใช้น้ำหนักน้ำยาเคลือบผิวเป็นเกณฑ์ทดสอบ โดยน้ำหนักน้ำยาเคลือบผิวที่ไม่สม่ำเสมอจะส่งผลให้เฉดสีกระเบื้องจะซีดจางไม่เท่ากัน เพราะถูกบรรยากาศโดยรอบทำลายไม่เท่ากัน

<u>ปัจจัยการผลิตด้านเครื่องจักร</u>

แรงดันน้ำยาที่ไม่คงที่จะทำให้ปริมาณน้ำยาที่ออกจากหัวพ่นไม่คงที่ และน้ำหนักน้ำยาที่ได้จะไม่คงที่ด้วยเช่นกัน แรงลมที่ใช้เป่าหัวพ่นที่มากน้อยแตกต่างกันจะส่งผลให้ช่องว่างของหัวพ่นมากน้อย และปริมาณน้ำยาที่ ไหลผ่านช่องว่างนี้จะไม่เท่ากันด้วย ระบบการทำงานของ Heater

ผิดปกติจะส่งผลให้น้ำยาเคลือบผิวมีความหนืดที่ไม่คงที่ อัตราการไหลออกจากหัวพ่นจะไม่คงที่เช่นกัน ซึ่งสาเหตุทั้งหมดนี้ยกเว้นลมเปิดหัวพ่นเป็นสาเหตุที่สำคัญและส่งผลต่อการเกิดปัญหาข้อขัดข้องดังกล่าว สำหรับสาเหตุลมเปิดหัวพ่นไม่สม่ำเสมอยังไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำยาเคลือบผิวมากนักจึงได้ละเว้นเรื่องนี้

ปัจจัยการผลิตด้านวัตถุดิบ

คุณภาพของน้ำยาเคลือบผิวที่ไม่ดีจะส่งผลต่อน้ำหนักน้ำยาเคลือบผิวด้วย เช่นน้ำยาที่มีความหนืดไม่ได้ตามมาตรฐานอาจเนื่องจากปริมาณส่วนผสมที่มากน้อยแตกต่างกันไป หรือมีการใช้น้ำยาหมุนเวียนกลับมาใช้มากไปจะทำให้การไหลของน้ำยาไม่ดีเท่าที่ควร

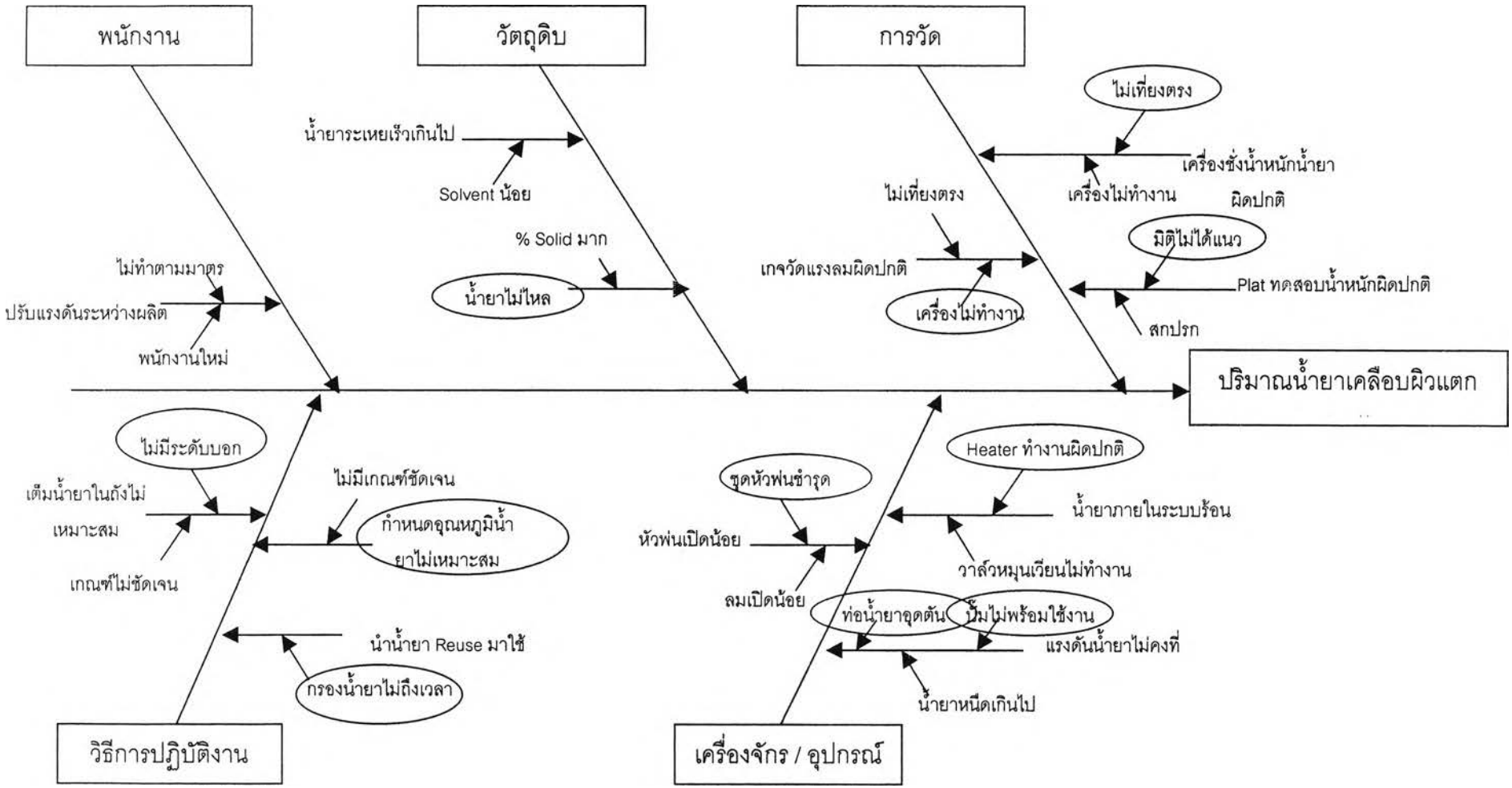
ปัจจัยการผลิตด้านวิธีการปฏิบัติงาน

วิธีการที่จะใช้ควบคุมน้ำยาให้มีความหนืดคงที่ หรือการควบคุมอุณหภูมิของน้ำยาที่หมุนเวียนในระบบยังไม่มีเกณฑ์หรือวิธีการที่ชัดเจน รวมไปถึงวิธีการควบคุมปริมาณการใช้น้ำยาที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ด้วย ทำให้ไม่สามารถควบคุมปัจจัยการผลิตบางอย่างได้ และมีโอกาสที่เกิดข้อขัดข้องเรื่องน้ำหนักน้ำยาเคลือบผิวไม่สม่ำเสมอตามมา

ปัจจัยการผลิตด้านการวัด

การทดสอบเพื่อควบคุมคุณภาพของน้ำหนักน้ำยาเคลือบผิวจะใช้ถาดทดสอบและกระดาษทดสอบ เพื่อรองน้ำยาที่ชุดพ่นเพื่อนำมาทดสอบหาค่าน้ำหนักน้ำยา ซึ่งถ้าชุดทดสอบไม่มีความสมบูรณ์ หรือ เครื่องชั่งน้ำหนักที่ใช้ไม่มีความแม่นยำจะส่งผลต่อการอ่านบันทึกค่าที่ผิดปกติไปได้ จากการพิจารณาที่สถานที่ทำงานจริงและอุปกรณ์จริงพบว่าถาดทดสอบอยู่ในสภาพดีตั้งแต่เริ่มใช้งาน แต่อาจมีการเสียหายระหว่างการทดสอบจึงยังนำสาเหตุนี้มาพิจารณารายละเอียด รวมไปถึงเกจวัดระดับแรงลมต่างๆที่ไม่ทำงานเลือกมาวิเคราะห์แก้ไขต่อไป

เมื่อได้ทราบถึงสาเหตุต่างๆของข้อขัดข้องดังกล่าวแล้ว ทางคณะทำงานได้ร่วมกันพิจารณาสาเหตุต่างๆเหล่านั้นเพื่อเลือกสาเหตุที่มีศักยภาพ หรือสาเหตุที่สำคัญ โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมสาเหตุนั้นๆ จากสาเหตุข้างต้นทางคณะทำงานพบว่าทุกสาเหตุสามารถควบคุมได้ (Controllable) เนื่องจากเป็นเรื่องของวิธีการปฏิบัติ การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นเรื่องที่ภายในโรงงานตัวอย่างสามารถควบคุมได้ จากรายละเอียดในแต่ละสาเหตุทำให้สามารถเลือกหรือจำแนกสาเหตุที่สำคัญของข้อขัดข้องได้ และทำสัญลักษณ์วงกลมลงในสาเหตุที่เลือกไปวิเคราะห์ FMEA ในแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้อง ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อบกพร่องเรื่องปริมาณน้ำยาเคลือบผิวแตกต่างกัน

3.4.6 สาเหตุของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตเรื่องน้ำยาเคลือบผิวไม่สม่ำเสมอทั่วแผ่น

คณะทำงานที่ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อขัดข้องดังกล่าว จะแบ่งเป็นกลุ่มคณะทำงานหลักที่ได้จัดตั้งขึ้น และกลุ่มผู้มีประสบการณ์ในสาขาที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

<u>คณะทำงานหลักของบริษัท</u>

1. ผู้จัดการส่วนผลิต
2. ผู้จัดการโรงงานกระเบื้อง ก.
3. ผู้จัดการแผนกบำรุงรักษา
4. วิศวกรแผนกส่งเสริมคุณภาพ
5. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ก.
6. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ข.

<u>ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง</u>

1. วิศวกรประจำส่วนวิศวกรรม
2. ผู้จัดการแผนกวิศวกรรมและเทคนิค

เมื่อดำเนินการจัดตั้งทีมย่อยเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในเรื่องน้ำยาเคลือบผิวไม่สม่ำเสมอทั่วแผ่น จึงรวบรวมข้อมูลและประสบการณ์ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้องดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.10 หน้า 61 สามารถอธิบายในรายละเอียดได้ดังนี้

<u>ปัจจัยการผลิตด้านเครื่องจักร</u>

แรงลมดูดของเครื่องบำบัดกลิ่นน้ำยาแรงเกินไปจะทำให้เปลวน้ำยาไม่คงที่ ตลอดทั้งสภาพของหัว Tip ต้องพร้อมใช้งานด้วย รวมไปถึงการทำงานผิดปกติของ Heater เลือกเป็นสาเหตุที่มีผลต่อคุณภาพ

ปัจจัยการผลิตด้านวัตถุดิบ

คุณภาพของน้ำยาเคลือบผิวที่ไม่ดีจะส่งผลต่อน้ำหนักน้ำยาเคลือบผิวด้วย เช่นน้ำยาที่มีความหนืดไม่ได้ตามมาตรฐานอาจเนื่องจากปริมาณส่วนผสมที่มากน้อยแตกต่างกันไป หรือมีการใช้น้ำยาหมุนเวียนกลับมาใช้มากไปจะทำให้การไหลของน้ำยาไม่ดีเท่าที่ควรจะเป็นสาเหตุเดียวกับข้อขัดข้องเรื่องน้ำหนักน้ำยาเคลือบผิวไม่สม่ำเสมอ

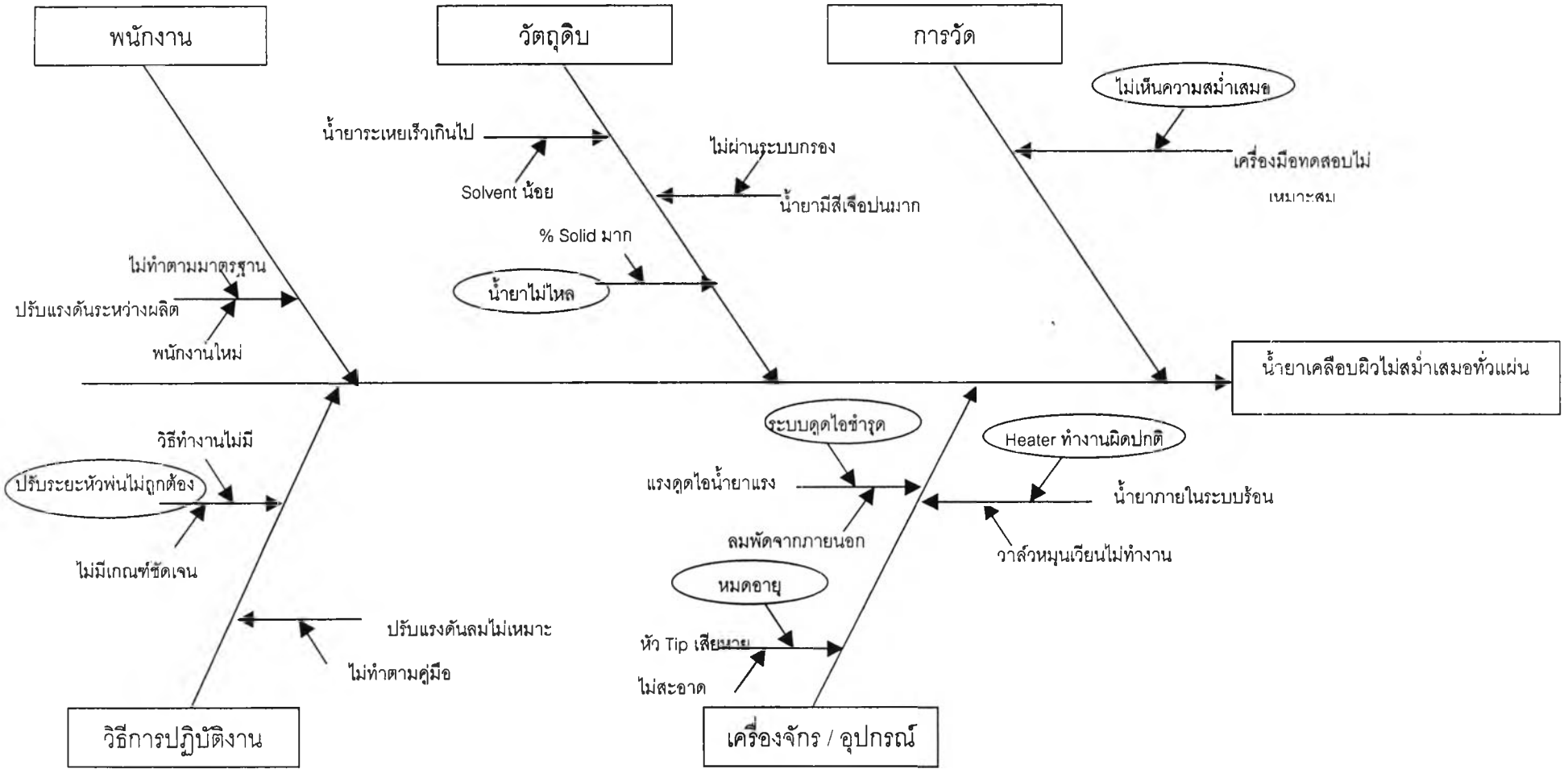
ปัจจัยการผลิตด้านวิธีการปฏิบัติงาน

มาตรฐานหรือวิธีการทำงาน โดยเฉพาะวิธีการปรับระยะหัวพ่นต่างๆอาจยังไม่ชัดเจนและทำให้เกิดความสับสนในการนำไปใช้งานได้ ซึ่งจะนำไปวิเคราะห์รายละเอียดต่อไป

ปัจจัยการผลิตด้านการวัด

วิธีการทดสอบนั้นไม่มีวิธีการทดสอบหรือวัดค่าความครอบคลุมที่ชัดเจน จะทำให้ไม่ทราบลักษณะหรือปริมาณความบกพร่องว่ามีมากน้อยเพียงใด เบื้องต้นใช้วิธีสุ่มตัวอย่างเพื่อลอกพิล์มกระเบื้องเพื่อดูรอยรั่วเท่านั้น

เมื่อได้ทราบถึงสาเหตุต่างๆของข้อขัดข้องดังกล่าวแล้ว ทางคณะทำงานได้ร่วมกันพิจารณาสาเหตุต่างๆเหล่านั้นเพื่อเลือกสาเหตุที่มีศักยภาพ หรือสาเหตุที่สำคัญ โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมสาเหตุนั้นๆ จากสาเหตุข้างต้นทางคณะทำงานพบว่าทุกสาเหตุสามารถควบคุมได้ (Controllable) เนื่องจากเป็นเรื่องของวิธีการปฏิบัติ การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นเรื่องที่ภายในโรงงานตัวอย่างสามารถควบคุมได้ จากรายละเอียดในแต่ละสาเหตุทำให้สามารถเลือกหรือจำแนกสาเหตุที่สำคัญของข้อขัดข้องได้ และทำสัญลักษณ์วงกลมลงในสาเหตุที่เลือกไปวิเคราะห์ FMEA ในแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้อง ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อบกพร่องเรื่องน้ำยาเคลือบผิวไม่สม่ำเสมอทั่วแผ่น

3.4.7 สาเหตุของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตเรื่องตัวกระเบื้องแห้งไม่เท่ากัน

คณะทำงานที่ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อขัดข้องดังกล่าว จะแบ่งเป็นกลุ่มคณะทำงานหลักที่ได้จัดตั้งขึ้น และกลุ่มผู้มีประสบการณ์ในสาขาที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

<u>คณะทำงานหลักของบริษัท</u>

1. ผู้จัดการส่วนผลิต
2. ผู้จัดการโรงงานกระเบื้อง ก.
3. ผู้จัดการแผนกบำรุงรักษา
4. วิศวกรแผนกส่งเสริมคุณภาพ
5. วิศวกรพัฒนาผลิตภัณฑ์
6. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ก.
7. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ข.

<u>ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง</u>

1. วิศวกรประจำส่วนวิศวกรรม
2. นักวิจัยอาวุโสงานคอนกรีต (บริษัทในเครือ)

เมื่อดำเนินการจัดตั้งทีมย่อยเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในเรื่องตัวกระเบื้องแห้งไม่เท่ากัน จึงรวบรวมข้อมูลและประสบการณ์ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้องดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.11 สามารถอธิบายในรายละเอียดได้ดังนี้

ข้อขัดข้องในเรื่องกระเบื้องแต่ละแผ่นแห้งไม่เท่ากันนั้นจะเป็นการเกี่ยวข้องกับกระบวนการบ่มกระเบื้องโดยเฉพาะ โดยที่ผลกระทบเรื่องคุณภาพของสีกระเบื้องจากข้อขัดข้องนี้คือจะส่งผลให้เกิดจ้ำสีดำเกิดขึ้นทั่วไปที่ผิวกระเบื้อง ทำให้จุดที่มีปัญหานั้นสีแตกต่างหรือในบางกรณีเกิดขึ้นทั่วทั้งแผ่นและทำให้สีแตกต่างจากแผ่นอื่นๆ

<u>ปัจจัยการผลิตด้านเครื่องจักร</u>

ระบบการบ่มให้ความร้อนเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะ Heater ถ้าเกิดชำรุดเสียหายหรือมีตำแหน่งการติดตั้งที่ไม่ถูกต้องจะส่งผลให้การให้ความร้อนไม่ได้ถึงระดับที่กำหนดในมาตรฐาน และพัดลมหมุนเวียนจะเป็นอีกอุปกรณ์ที่สำคัญ ถ้าเกิดประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมตกลงไป แรงลมไม่เพียงพอ จะทำให้ความร้อนไปไม่ทั่วถึงตัวกระเบื้องแต่ละแผ่น สาเหตุทั้งหมดเป็นสาเหตุที่สำคัญและดำเนินการวิเคราะห์รายละเอียดต่อไป สำหรับประสิทธิภาพการเก็บความร้อนของ

ห้องบ่มนั้นไม่เลือกมาแก้ไขเนื่องจากเป็นสาเหตุที่ต้องมีงบประมาณลงทุนค่อนข้างสูง และมีกำหนดระยะเวลาแก้ไขในช่วงสั้นเท่านั้น รวมไปถึงปัจจัยภายนอกเช่นอุณหภูมิความชื้นภายนอกสูง ซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้

ปัจจัยการผลิตด้านผู้ปฏิบัติงาน

พนักงานถ้ามีการเปิดปิดประตูห้องบ่มไม่ถูกต้อง หรือ มีการนับเวลาผิดไปจะทำให้ระยะเวลาการให้ความร้อนของแต่ละห้องไม่เท่ากัน ส่งผลให้กระเบื้องแห้งไม่เท่ากันได้ แต่ทั้งนี้เป็นสาเหตุที่ส่งผลโดยตรงต่อระยะเวลาการบ่มและส่งผลต่อตัวกระเบื้องแห้งไม่เท่ากันได้

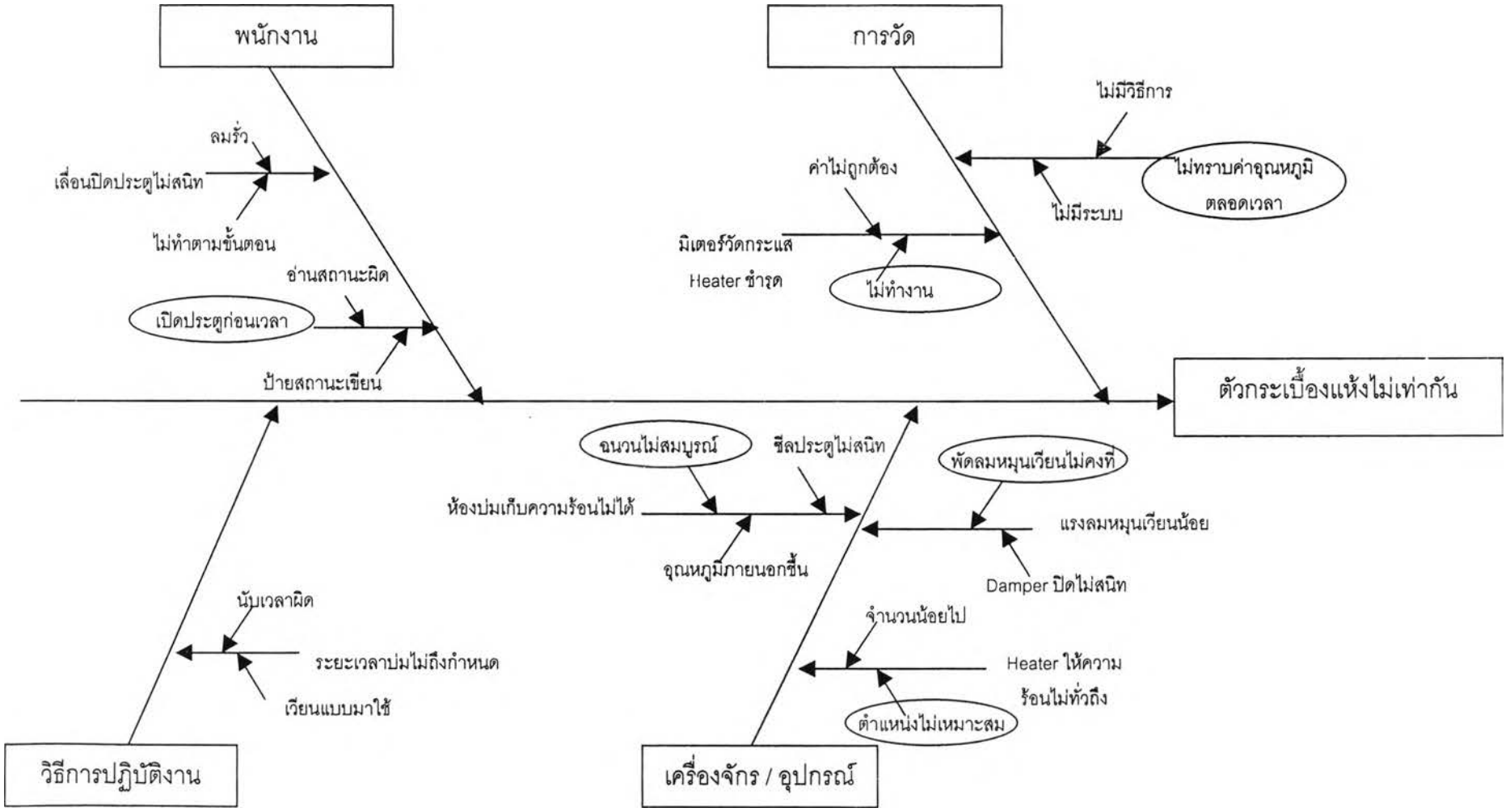
ปัจจัยการผลิตด้านวิธีการปฏิบัติงาน

โรงงานเมื่อต้องการปริมาณแบบผลิตเพื่อนำมาผลิตเป็นจำนวนมาก การเปิดห้องบ่มก่อนกำหนดจึงเกิดขึ้นได้ และทำให้ไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งจะเป็นช่วงที่มีการผลิตเป็นจำนวนมากและแบบผลิตที่มีไม่เพียงพอ เป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้เนื่องจากจำนวนแบบผลิตที่มีจำกัด

ปัจจัยการผลิตด้านการวัด

การที่ไม่สามารถทราบถึงอุณหภูมิขณะบ่มได้นั้น จะทำให้ไม่สามารถควบคุมกระบวนการได้ และข้อขัดข้องจะไม่ถูกนำไปแก้ไข จึงเป็นสาเหตุที่สำคัญอย่างยิ่งทำให้เกิดปัญหาข้อบกพร่องขึ้นมา

เมื่อได้ทราบถึงสาเหตุต่างๆของข้อขัดข้องดังกล่าวแล้ว ทางคณะทำงานได้ร่วมกันพิจารณาสาเหตุต่างๆเหล่านั้นเพื่อเลือกสาเหตุที่มีศักยภาพ หรือสาเหตุที่สำคัญ โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมสาเหตุนั้นๆ จากสาเหตุข้างต้นทางคณะทำงานพบว่าเกือบทุกสาเหตุสามารถควบคุมได้ (Controllable) จากรายละเอียดในแต่ละสาเหตุทำให้สามารถเลือกหรือจำแนกสาเหตุที่สำคัญของข้อขัดข้องได้ และทำสัญลักษณ์วงกลมลงในสาเหตุที่เลือกไปวิเคราะห์ FMEA ในแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้อง ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงแผนภาพแสดงสาเหตุและผล ของข้อบกพร่องเรื่องตัวกระเบื้องแห้งไม่เท่ากัน

3.4.8 สาเหตุของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตเรื่องฟิล์มเคลือบผิวกระเบื้องแห้งไม่เท่ากัน

คณะทำงานที่ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อขัดข้องดังกล่าว จะแบ่งเป็นกลุ่มคณะทำงานหลักที่ได้จัดตั้งขึ้น และกลุ่มผู้มีประสบการณ์ในสาขาที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

<u>คณะทำงานหลักของบริษัท</u>

1. ผู้จัดการส่วนผลิต
2. ผู้จัดการโรงงานกระเบื้อง ก.
3. ผู้จัดการแผนกบำรุงรักษา
4. วิศวกรแผนกส่งเสริมคุณภาพ
5. วิศวกรพัฒนาผลิตภัณฑ์
6. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ก.
7. วิศวกรประจำส่วนผลิตโรงงาน ข.

<u>ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง</u>

1. วิศวกรประจำส่วนวิศวกรรม
2. นักวิจัยอาวุโสงานคอนกรีต (บริษัทในเครือ)

เมื่อดำเนินการจัดตั้งทีมย่อยเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในเรื่องฟิล์มเคลือบผิวกระเบื้องแห้งไม่เท่ากัน จึงรวบรวมข้อมูลและประสบการณ์ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้องดังกล่าว สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.12 สามารถอธิบายในรายละเอียดได้ดังนี้

ปัญหาฟิล์มเคลือบผิวแห้งไม่เท่ากันจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของกระเบื้องโดยเฉพาะเรื่องสี เมื่อกระเบื้องที่ฟิล์มยังไม่แห้งผ่านเข้าสู่ระบบการบ่มกระเบื้อง จะทำให้หยดน้ำที่กลั่นตัวออกมาระหว่างกระบวนการบ่มหยดลงบนผิวกระเบื้องจะทำให้เกิดเป็นจ้ำๆและเป็นลักษณะจุดสีขาวตามตำแหน่งที่น้ำหยดลงมา เนื่องมาจากฟิล์มของน้ำยาเคลือบผิวยังไม่แข็งตัวจึงไม่สามารถป้องกันหยดน้ำที่เกิดขึ้นได้

ปัจจัยการผลิตด้านเครื่องจักร

การระบายอากาศที่ดีจะช่วยให้ฟิล์มเคลือบผิวแห้งได้ทั่วถึงและตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน ซึ่งปล่องระบายอากาศที่มีรอยรั่วและประสิทธิภาพของพัดลมดูดอากาศ(Blower) จะทำให้การแห้งของฟิล์มไม่ดี

ปัจจัยการผลิตด้านผู้ปฏิบัติงาน

พนักงานถ้ามีการเปิดปิดประตูห้องบ่มไม่ถูกต้อง หรือ มีการนับเวลาผิดไปจะทำให้ระยะเวลาการปล่อยฟิล์มเคลือบผิวให้แห้งไม่ได้ตามมาตรฐาน

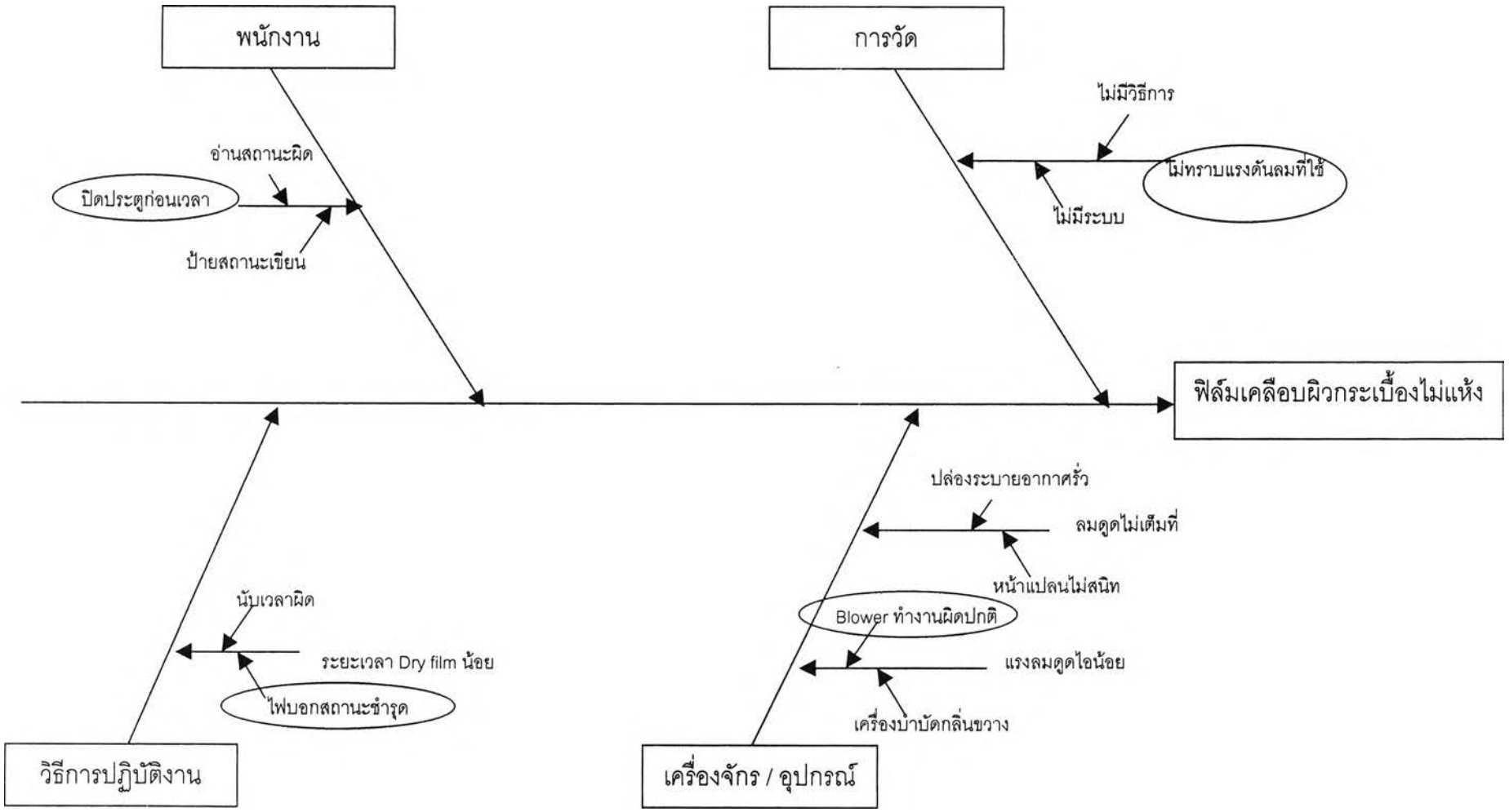
ปัจจัยการผลิตด้านวิธีการปฏิบัติงาน

การกำหนดระยะเวลา Dry film น้อยเกินไปจะส่งผลต่อการแห้งของฟิล์มเคลือบผิว และมาจากสาเหตุของไฟบอกสถานะ การเปิดปิดห้องบ่มเป็นสำคัญ

ปัจจัยการผลิตด้านการวัด

การที่ไม่สามารถทราบถึงแรงดันลมขณะปล่อยให้ฟิล์มแห้งนั้น จะทำให้ไม่สามารถควบคุมกระบวนการได้ และข้อขัดข้องจะไม่ถูกนำไปแก้ไข ซึ่งในปัจจุบันโรงงานจะใช้ อุปกรณ์การวัดแรงลม มาเพื่อใช้วัดแรงลมชั่วคราวเมื่อต้องการจะทราบค่า

เมื่อได้ทราบถึงสาเหตุต่างๆของข้อขัดข้องดังกล่าวแล้ว ทางคณะทำงานได้ร่วมกันพิจารณาสาเหตุต่างๆเหล่านั้นเพื่อเลือกสาเหตุที่มีศักยภาพ หรือสาเหตุที่สำคัญ โดยพิจารณาความสามารถในการควบคุมสาเหตุนั้นๆ จากสาเหตุข้างต้นทางคณะทำงานพบว่าทุกสาเหตุสามารถควบคุมได้ (Controllable) เนื่องจากเป็นเรื่องของวิธีการปฏิบัติ การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นเรื่องที่ภายในโรงงานตัวอย่างสามารถควบคุมได้ จากรายละเอียดในแต่ละสาเหตุทำให้สามารถเลือกหรือจำแนกสาเหตุที่สำคัญของข้อขัดข้องได้ และทำสัญลักษณ์วงกลมลงในสาเหตุที่เลือกไปวิเคราะห์ FMEA ในแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อขัดข้อง ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อบกพร่อง เรื่องฟิล์มเคลือบผิวกระเบื้องไม่แห้ง

จากการวิเคราะห์สาเหตุและผลของปัจจัยการผลิตที่ส่งผลกระทบต่อข้อบกพร่องที่กำหนดขึ้นที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ทำให้ทางคณะทำงานหลักสามารถเฉพาะเจาะจงถึงสาเหตุของปัญหาที่ที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่องโดยตรงหรือมีนัยสำคัญ และทำให้การแก้ไขปัญหาของข้อบกพร่องนั้นได้ตรงจุดถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหามากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหานั้นสามารถดำเนินงานที่มีช่วงระยะเวลาอันสั้นได้

สำหรับภาพรวมของความสัมพันธ์ของสาเหตุต่างๆของปัญหาที่สำคัญของข้อบกพร่องต่างๆ สามารถสรุปได้เป็นแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อบกพร่อง (Cause and Effects Diagram) โดยแสดงไว้ในรูปที่ 3.5 ถึง รูปที่ 3.12 ซึ่งสาเหตุสำคัญที่ส่งผลต่อข้อบกพร่องจะเลือกไว้โดยการทำสัญลักษณ์วงกลมแสดงไว้ในแผนภาพ เพื่อนำสาเหตุที่เลือกเหล่านั้นไปวิเคราะห์ในรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effects Analysis หรือ PFMEA) และบันทึกรายการต่างๆลงในตาราง FMEA ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยคณะทำงานหลัก เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ถึงลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีตสีน้ำเงิน

โดยสาเหตุที่เลือกนั้นจะถูกระบุไว้ในสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องที่มีศักยภาพ และพิจารณาถึงระดับคะแนนการเกิดขึ้นของสาเหตุของข้อบกพร่องนั้นว่ามีความถี่มากน้อยเพียงใด รวมทั้งพิจารณาถึงกระบวนการควบคุมในปัจจุบันของโรงงานตัวอย่างเกี่ยวกับการควบคุมสาเหตุต่างๆของข้อขัดข้องนั้น มีความสามารถในการตรวจสอบมากน้อยเพียงใด ซึ่งในรายละเอียดจากกล่าวในหัวข้อ 3.5 การสรุปประเด็นปัญหาและสาเหตุลงในตาราง FMEA ต่อไป

3.5 สรุปประเด็นปัญหาและสาเหตุในตาราง FMEA

ภายหลังที่ทางคณะทำงานทุกคณะทำงานที่ได้ดำเนินการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อการเกิดข้อบกพร่องที่จำแนกออกมานั้น ได้ดำเนินการวิเคราะห์ตามเทคนิควิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effect Analysis หรือ PFMEA) โดยพัฒนาตารางการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิต หรือ ตาราง FMEA ซึ่งตัวอย่างของตาราง FMEA ได้แสดงไว้ใน.ภาคผนวก ก สำหรับการดำเนินการสรุปประเด็นข้อบกพร่อง สาเหตุของข้อบกพร่อง และการบันทึกรายละเอียดต่างๆในตาราง FMEA สามารถอธิบายตามองค์ประกอบของตาราง PFMEA โดยหมายเลขแต่ละขั้นตอนจะระบุไว้ในตัวอย่างตาราง FMEA ที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.3 ดังนี้

1. หมายเลข FMEA โดยทางคณะทำงานได้กำหนดหมายเลข FMEA ให้มีมาตรฐานและความหมายของหมายเลขดังนี้

TNP-FMEA-01/45 = ชื่อโรงงานตัวอย่าง – ชื่อตาราง -- ครั้งที่ทำ FMEA / ปีที่ทำ

2. ชื่อผลิตภัณฑ์ ใช้ชี้บ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ทำการวิเคราะห์ โดยในวิทยานิพนธ์นี้ผลิตภัณฑ์ที่นำมาวิเคราะห์คือกระเบื้องหลังคาคอนกรีต สีน้ำเงิน

3. จัดทำโดย ให้ใส่ชื่อคณะทำงานหลักที่เป็นผู้รับผิดชอบในการจัดทำ FMEA ขึ้น ซึ่งได้ระบุคณะทำงานหลักตามที่ได้กำหนดขึ้นจากกรรมการผู้จัดการ

4. หมายเลขผลิตภัณฑ์ ให้ใส่หมายเลขรุ่นหรือรหัสกลุ่ม ของผลิตภัณฑ์

5. วันที่ป้อน ให้ระบุวันที่ที่เริ่มต้นเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ในตาราง FMEA นั้นๆ

6. วันที่ของ FMEA ให้ระบุถึงวันที่ที่จัดทำต้นฉบับตาราง FMEA นี้ โดยให้รวมถึงวันที่ที่ได้รับการทบทวนครั้งล่าสุดด้วย

7. คณะทำงานหลัก ให้ลงรายชื่อตำแหน่งของคณะทำงานที่เป็นผู้รับผิดชอบ และมีประสบการณ์ตลอดทั้งความสามารถที่จะเข้าไปดำเนินการแก้ไขได้ ซึ่งรายชื่อตำแหน่งที่ระบุคือคณะทำงานหลักที่ได้แต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากกรรมการผู้จัดการของบริษัทที่เป็นกรณีศึกษา

การวิเคราะห์ลักษณะบกพร่องและผลกระทบสำหรับกระบวนการผลิต

1. หมายเลข FMEA

หน้า 1 ของ 13 หน้า

2. ชื่อผลิตภัณฑ์

3. จัดทำโดย

4.หมายเลขผลิตภัณฑ์

5. วันที่ป้อน (Key Date)

6.วันที่ของFMEA(ครั้งแรก)

7. คณะผู้ทำงานหลัก :

วันที่ของFMEA(ทบทวน)

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
กระบวนการ / หน้าที่การทำงาน	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของข้อบกพร่อง	SEV	สาเหตุกลไกของข้อบกพร่อง	OCC	การควบคุมกระบวนการปัจจุบัน	DET	RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	วันที่กำหนดให้แก้ไขเสร็จสิ้นตามเป้าหมายและความรับผิดชอบ	ผลการปฏิบัติ					
											ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	SEV	OCC	DET	RPN

ตารางที่ 3.3 แสดงตัวอย่างตารางการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิต

8. กระบวนการ/หน้าที่ของกระบวนการ ให้ระบุถึงรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับกระบวนการหรือการปฏิบัติงานที่ทำการวิเคราะห์ เช่น การผสมส่วนผสม การขึ้นรูปกระเบื้อง เป็นต้น

9. ลักษณะข้อบกพร่อง ข้อบกพร่องด้านศักยภาพได้รับการจำกัดความไว้ในลักษณะซึ่งกระบวนการสามารถล้มเหลวทางศักยภาพได้ ในการสอดคล้องกับข้อกำหนดต่างๆในกระบวนการผลิต ซึ่งในช่องลักษณะข้อบกพร่องจะทำการบันทึกรายการข้อบกพร่องที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น โดยอาจเป็นสาเหตุหนึ่งร่วมกับสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานขั้นตอนถัดไปก็ย่อมได้ อย่างไรก็ดีในการจัดทำ FMEA ทางคณะทำงานได้ตั้งสมมติฐานว่าวัตถุดิบต่างๆที่ใช้ผลิตกระเบื้องที่เข้ามามีความถูกต้อง

10. ผลกระทบด้านศักยภาพของข้อบกพร่อง โดยผลกระทบด้านศักยภาพของข้อบกพร่องอาจนิยามว่าเป็นผลกระทบที่เกิดขึ้นกับลูกค้า ซึ่งความหมายของลูกค้า คือกระบวนการทำงานในขั้นตอนถัดไป หน่วยงานถัดไป รวมไปถึงลูกค้าภายนอกคือผู้ซื้อผลิตภัณฑ์จากโรงงาน ซึ่งการประเมินจะต้องพิจารณาความสำคัญของลูกค้าแต่ละประเภทเป็นกรณีไป

11. ภาวะรุนแรง (Severity) เป็นการประเมินสภาพความรุนแรงของผลกระทบที่จะเกิดกับลูกค้าตามความหมายที่ได้ระบุไว้ในช่องที่ 10 โดยการประเมินนั้นเป็นการประเมินถึงความรุนแรงของปัญหาหรือข้อบกพร่อง (Severity) ที่มีต่อกระบวนการผลิต และลูกค้า ค่าความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity ,S) เป็นค่าที่ชี้บ่งความรุนแรงของผลกระทบจากลักษณะข้อบกพร่อง โดยถ้าผลกระทบมีความรุนแรงต่อกระบวนการผลิต และลูกค้ามาก ค่า Severity จะมีค่าสูงตามไปด้วย โดยทั่วไปจะประมาณค่าความรุนแรงมีระดับคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 10 ซึ่งการประเมินและให้คะแนนนั้นจะกระทำโดยคณะทำงานหลักของบริษัท โดยอ้างอิงจากเกณฑ์การประเมินและค่าคะแนนความรุนแรง (S) ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.5 จากนั้นดำเนินการประเมินค่าคะแนนความรุนแรงของข้อบกพร่องที่กำหนดต่อกระบวนการผลิตและลูกค้าสรุปไว้ในตาราง FMEA สำหรับค่าคะแนนความรุนแรงของข้อบกพร่องต่างๆในกระบวนการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีตได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.4

12. สาเหตุด้านศักยภาพ/กลไกของข้อบกพร่อง สาเหตุด้านศักยภาพของข้อบกพร่อง ให้ระบุในเชิงอธิบายว่าข้อบกพร่องนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร จากสาเหตุอะไร โดยอธิบายในลักษณะที่เป็นสิ่งซึ่งสามารถแก้ไขหรือควบคุมได้ ซึ่งทางคณะทำงานได้ร่วมกันระดมความคิดและวิเคราะห์คัดเลือกสาเหตุที่มีความสำคัญต่อการเกิดข้อบกพร่อง และเป็นสาเหตุที่สามารถแก้ไขหรือควบคุมได้จากแผนภาพแสดงสาเหตุและผลของข้อบกพร่อง ตามรายละเอียดที่ได้อธิบายไปแล้วในข้างต้น

ซึ่งในปัญหาของข้อบกพร่องมีหลายสาเหตุที่เกี่ยวข้องจึงได้ระบุสาเหตุมากกว่าหนึ่งสาเหตุสำหรับแต่ละข้อบกพร่อง และระบุไว้ในตาราง FMEA

ข้อบกพร่อง	ค่าคะแนนความรุนแรง (Severity)
ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	8
ส่วนผสมสีมีความข้นเหลวไม่คงที่	7
ปริมาณสีบนกระเบื้องไม่เท่ากัน	7
สีกระเบื้องไม่เรียบ	6
ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวแตกต่างกัน	7
น้ำยาเคลือบไม่สม่ำเสมอทั้งแผ่น	7
ตัวกระเบื้องแห้งไม่เท่ากัน	6
ฟิล์มน้ำยาเคลือบผิวแห้งไม่เท่ากัน	8

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าคะแนนความรุนแรงของข้อบกพร่องการเกิดกระเบื้องสีไม่สม่ำเสมอ

13. การเกิดขึ้น (Occurs) หรือการประเมินคะแนนของโอกาสการเกิดขึ้นของสาเหตุข้อบกพร่อง (Occurrence, O) เป็นการคาดการณ์ว่าสาเหตุหรือกลไกของข้อบกพร่องที่ได้ระบุไว้ในช่องก่อนหน้านี้ จะมีความถี่ในการเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด โดยตัวเลขการจัดลำดับแนวโน้มการเกิดขึ้นจะใช้ระดับคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 10 สำหรับคณะทำงานได้นำเกณฑ์การประเมินและค่าโอกาสการเกิดขึ้นของสาเหตุข้อบกพร่องที่อ้างอิงไว้ในตารางที่ 3.6 โดยเป็นการประเมินร่วมกันของผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ในคณะทำงานหลักของบริษัท สำหรับค่าคะแนนที่ได้รับการประเมินแล้วนั้นได้ระบุไว้ในตาราง FMEA

14. การควบคุมกระบวนการปัจจุบัน การควบคุมกระบวนการปัจจุบัน ได้แก่รายละเอียดของการควบคุม ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้มีความเป็นไปได้ในการเกิดข้อบกพร่องเพิ่มขึ้นมาอีก หรือเป็นการตรวจพบว่าข้อบกพร่องอาจจะเกิดขึ้นหรือไม่ การควบคุมเหล่านี้สามารถเป็นการควบคุมกระบวนการ อาทิ กำหนดการพิสูจน์ข้อผิดพลาด หรือการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ

15. การตรวจพบ (Detection) ได้แก่การประเมินความสามารถของการควบคุมกระบวนการในปัจจุบันที่ได้เสนอไว้ โดยได้อธิบายถึงวิธีการตรวจสอบหาสาเหตุต่างๆในกระบวนการผลิต ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่าง การตรวจสอบโดยใช้อุปกรณ์การตรวจสอบความผิดปกติแบบอัตโนมัติ หรือแม้แต่วิธีการตรวจสอบด้วยสายตาของพนักงานผลิต วิธีต่างๆเหล่านี้จะนำมาวิเคราะห์และประเมินความสามารถว่าสามารถตรวจสอบพบสาเหตุของข้อบกพร่องหรือไม่ ซึ่งข้อควรระวังคือ กรณีที่ค่า Occurrence มีค่าต่ำไม่ได้หมายความว่าค่า Detection จะต้องมีค่าต่ำไปด้วย

16. ทั้งนี้ค่า Detection ขึ้นกับความสามารถของกระบวนการปัจจุบันในการตรวจสอบ ส่วน Occurrence ขึ้นกับลักษณะข้อกำหนดในการทำงานของกระบวนการผลิต ในการผลิตผลิตภัณฑ์ (สุภาวดี, 2541) สำหรับเกณฑ์การประเมินและค่าโอกาสความสามารถตรวจสอบสาเหตุข้อบกพร่องที่อ้างอิงมาใช้นั้น แสดงไว้ในตารางที่ 3.7 หน้า 78 เมื่อดำเนินการประเมินค่าต่างๆโดยคณะทำงานหลักของบริษัทแล้วนั้น จึงนำค่าประเมินและวิธีการควบคุมต่างๆระบุไว้ในตาราง FMEA

17. ดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) เมื่อประเมินค่าต่างๆทั้งในด้านความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity ,S) , โอกาสการเกิดขึ้นของสาเหตุข้อบกพร่อง (Occurrence ,O) และความสามารถในการตรวจสอบพบสาเหตุของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต (Detection ,D) ครบถ้วนแล้วนั้น ทางคณะทำงานจึงดำเนินการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number หรือ ค่า RPN) ของแต่ละปัจจัยที่มีผลกระทบต่อคุณภาพกระเบื้องที่อยู่ในกระบวนการผลิต และส่งผลต่อกระเบื้องเสียจากสีไม่สม่ำเสมอ

โดยค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number หรือ ค่า RPN) เป็นผลการคูณกันระหว่างค่า Severity, Occurrence และ Detection หรือสามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$RPN = (S) \times (O) \times (D)$$

ค่า RPN นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการระบุความเสี่ยงของกระบวนการผลิตที่นำมาเป็นกรณีศึกษาว่ามีโอกาสล้มเหลว หรือเกิดลักษณะที่บกพร่องขึ้นมากน้อยเพียงใด และใช้สำหรับระบุ

ลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องนั้นๆด้วย ค่า RPN ที่ได้คำนวณไว้แล้วนั้นระบุลงในตาราง FMEA ในหัวข้อ RPN

ระดับ	รายละเอียด	การจัดลำดับ
สูงมาก	จัดให้เป็นอันดับภาระความรุนแรงสูงมาก เมื่อข้อบกพร่องด้านศักยภาพนั้นให้อิทธิพลต่อความปลอดภัยในการใช้ผลิตภัณฑ์ และ/หรือเกี่ยวข้องกับความไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ในระเบียบข้อบังคับของทางราชการ นอกจากนั้นยังอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้(เครื่องจักร,การประกอบ) (9 มีการเตือน ,10 ไม่มีการเตือน)	10 9
สูง	ได้แก่ กรณีที่ลูกค้าไม่พอใจมาก เนื่องจากธรรมชาติของข้อบกพร่องนั้นๆเอง อาทิ ผลิตภัณฑ์ใช้งานไม่ได้ ทั้งนี้ ไม่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หรือความเป็นไปได้ตามข้อกำหนดในระเบียบของทางราชการ นอกจากนั้น ยังอาจก่อให้เกิดการทำลายการปฏิบัติงานในกระบวนการหรือการประกอบที่ตามมา และ/หรือจำเป็นต้องมีการแก้ไขสำคัญ	8 7
ปานกลาง	จัดให้เป็นอันดับปานกลาง เนื่องจากข้อบกพร่องนั้นทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พึงพอใจบางประการ ลูกค้าได้รับความไม่สะดวกสบาย หรือได้รับการรบกวนจากข้อบกพร่องนั้น ลูกค้าสามารถสังเกตเห็นความเสื่อมสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์หรือระบบย่อยบางประการได้ นอกจากนั้น ยังอาจเป็นสาเหตุให้ต้องซ่อมแซม/แก้ไข และ/หรือทำให้อุปกรณ์ชำรุด	6 5 4
ต่ำ	จัดให้เป็นอันดับต่ำ เนื่องจากธรรมชาติของข้อบกพร่องสร้างความรำคาญให้กับลูกค้าเพียงเล็กน้อย ลูกค้าอาจสามารถสังเกตเห็นความเสื่อมสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์หรือระบบย่อยได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น	3 2
น้อย	ไม่มีเหตุผลที่คาดว่าส่วนเล็กน้อยในธรรมชาติของข้อบกพร่องนั้น จะเป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบอย่างจริงจังต่อสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์หรือระบบลูกค้าส่วนใหญ่อาจไม่สังเกตเห็นข้อขัดข้องนี้ก็ได้	1

อ้างอิงจากวิทยานิพนธ์ของนิพนธ์ ขวนะปราณี , 2543:70

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อ ภาระรุนแรงของผลกระทบ

ระดับ	รายละเอียด	การจัดลำดับ
สูงมาก	ไม่สามารถหลีกเลี่ยงข้อขัดข้องได้เป็นส่วนใหญ่	10 9
สูง	โดยทั่วไปแล้วสัมพันธ์กับกระบวนการที่คล้ายคลึงกับกระบวนการก่อหน้าซึ่งมักขัดข้องบ่อยๆ	8 7
ปานกลาง	โดยทั่วไปแล้วสัมพันธ์กับกระบวนการที่คล้ายคลึงกับกระบวนการก่อนหน้าซึ่งเคยมีข้อบกพร่องเกิดขึ้นเป็นบางโอกาส แต่ไม่ใช่ส่วนสำคัญๆ	6 5 4
ต่ำ	ข้อขัดข้องเอกเทศสัมพันธ์กับกระบวนการที่คล้ายคลึงกัน	3
ต่ำมาก	เฉพาะข้อขัดข้องเอกเทศเท่านั้นที่สัมพันธ์กับกระบวนการซึ่งเหมือนกับแทบทุกประการ	2
ห่างไกล	ไม่มีแนวโน้มของข้อบกพร่อง ไม่มีข้อบกพร่องใดเลยสัมพันธ์กับกระบวนการซึ่งเหมือนกันแทบทุกประการ	1

อ้างอิงจากวิทยานิพนธ์ของนิพนธ์ ขวนะปราณี , 2543:71

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อ การเกิดขึ้น

ระดับ	รายละเอียด	การจัดลำดับ
ไม่สามารถค้นพบได้	การควบคุมจะไม่สามารถตรวจพบการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง	10
ต่ำมาก	การควบคุมอาจจะไม่สามารถตรวจพบการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง	9
ต่ำ	การควบคุมมีโอกาสที่จะตรวจพบการเกิดขึ้นของข้อบกพร่องน้อย	8 7
ปานกลาง	การควบคุมอาจตรวจพบการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง	6
สูง	การควบคุมมีโอกาสที่จะตรวจพบการเกิดขึ้นของข้อบกพร่องสูง (กระบวนการตรวจพบข้อขัดข้องได้อัตโนมัติ)	4 3
สูงมาก	การควบคุมตรวจพบการเกิดขึ้นของข้อบกพร่องได้เป็นส่วนใหญ่ (กระบวนการป้องกันการดำเนินต่อไปโดยอัตโนมัติ)	2 1

อ้างอิงจากวิทยานิพนธ์ของนิพนธ์ ขวนะปราณี , 2543:71

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินในหัวข้อ การตรวจพบ

18. ปฏิบัติการเสนอแนะ เมื่อข้อบกพร่องได้รับการจัดลำดับโดย RPN ปฏิบัติการเชิงแก้ไขควรได้รับการดำเนินการ ในส่วนที่มีค่าความวิกฤตสูงสุด โดยเลือกหัวข้อที่มีค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number หรือ ค่า RPN) ที่มีค่ามากกว่า 100 (Stamatis, 1995:39) ไปทำการพิจารณากำหนดหามาตรการป้องกันและแก้ไข โดยแนวทางปฏิบัติการแก้ไขเพื่อลดลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต หรือลดค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ซึ่งถือเป็นเป้าหมายในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) โดยการลดค่า RPN นั้นดำเนินการได้ 3 แนวทางคือ

1. ลดค่าความรุนแรง (Severity) เป็นการเปลี่ยนแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตใหม่ การเปลี่ยนแปลงแบบหรือกระบวนการผลิตไม่สามารถกระทำได้โดยง่าย เนื่องจากส่วนที่ต้องใช้การลงทุนสูง และใช้ระยะเวลานานในการแก้ไข ดังนั้นแนวทางที่กระทำได้โดยง่ายกว่านั่นคือ ลดค่าโอกาสการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่อง และปรับปรุงความสามารถในการควบคุมกระบวนการให้เพิ่มมากขึ้น

2. เพื่อลดค่า Occurrence ลดค่าโดยการแก้ไขป้องกันปัญหา และปรับปรุงข้อกำหนดทางด้านวิศวกรรมต่างๆ และข้อกำหนดของกระบวนการผลิตบางส่วน

3. เพื่อลดค่า Detection เป็นส่วนใหญ่ โดยการเพิ่มหรือปรับปรุงเทคนิคการตรวจสอบควบคุมของกระบวนการปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนวิธีการสุ่มตัวอย่าง เปลี่ยนวิธีหรือเครื่องมือในการตรวจสอบ โดยวิธีการควบคุมที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจะส่งผลให้ค่า Occurrence ลดลงด้วยเนื่องจากสามารถตรวจสอบพบได้มากขึ้น ทำให้การแก้ไขปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น

19. วันที่กำหนดให้แก้ไขเสร็จสิ้นตามเป้าหมายและความรับผิดชอบ (สำหรับปฏิบัติการที่เสนอแนะ) พร้อมทั้งระบุชื่อหน่วยงานที่รับผิดชอบ

เมื่อได้ดำเนินการถึงขั้นตอนนี้จะถือได้ว่าเป็นจัดทำตาราง FMEA ในครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ถึงรายละเอียดของข้อบกพร่องต่างๆ และระดับคะแนนความเสี่ยงชี้นำต่างๆในแต่ละข้อบกพร่อง ทางคณะทำงานจึงได้ระบุรายละเอียดต่างๆลงในตารางการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตกระเบื้องหลังคาคอนกรีต สีน้ำเงิน ก่อนการแก้ไขปรับปรุง ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

จากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการผลิตลงในตาราง ทางคณะทำงานได้นำข้อมูลการประเมินคะแนนมาเรียงลำดับตามค่าความเสี่ยงชี้นำ (RPN) มากที่สุดไปหาน้อยที่สุด เพื่อพิจารณาเลือกปัญหาข้อบกพร่องที่มีค่าความเสี่ยงชี้นำ (RPN) มากที่สุดและมีค่าเกิน 100 (ตามหลักเกณฑ์ที่ได้ระบุไว้ในข้างต้น) ซึ่งค่า S, O, D และ RPN ของแต่ละข้อบกพร่องได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.8

ลำดับที่	กระบวนการ	ข้อบกพร่อง	สาเหตุของข้อบกพร่อง	S	O	D	RPN
1	การผสมส่วนผสมปูนทราย	1.1 ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	น้ำหนักวัตถุดิบผิดปกติจากการอ่านค่า Loadcell	8	7	5	280
2	การผสมส่วนผสมปูนทราย	1.1 ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	น้ำหนักวัตถุดิบผิลปกติจากระบบ PLC	8	2	5	80
3	การผสมส่วนผสมปูนทราย	1.1 ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	น้ำหนักวัตถุดิบผิดปกติจากการลำเลียงสายพานไม่คงที่	8	2	5	80
4	การผสมส่วนผสมปูนทราย	1.1 ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	เวลาในการผสมเปียกไม่เท่ากัน	8	2	2	32
5	การผสมส่วนผสมปูนทราย	1.1 ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	ส่วนผสมไม่เข้ากันจากการกวนไม่ได้สม่ำเสมอ	8	3	4	96
6	การผสมส่วนผสมปูนทราย	1.1 ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	รูพรุนจาก Wet Reject ผสมมากเกินไป	8	7	6	336
7	การผสมส่วนผสมปูนทราย	1.1 ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	ใช้ส่วนผสมที่อายุแตกต่างกันมาก	8	7	8	448
8	การผสมส่วนผสมปูนทราย	1.1 ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	ความชื้นทรายไม่คงที่ตลอดทั้งวันการผลิต	8	7	7	392
9	การผสมส่วนผสมปูนทราย	1.1 ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	ปรับตั้งค่าความชื้นไม่ถูกต้องใน SCADA	8	1	5	40
10	การผสมส่วนผสมปูนทราย	1.1 ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	ทรายมีความชื้นแปรปรวนจากน้ำขังในยุ้งทรายระบายน้ำยาก	8	2	4	64
11	การผสมส่วนผสมปูนทราย	1.1 ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	Speedy tester แสดงค่าไม่ถูกต้อง	8	2	4	64
12	การผสมส่วนผสมปูนทราย	1.1 ความชื้นส่วนผสมไม่คงที่	Indicator แสดงปริมาณวัตถุดิบไม่ตรงค่าจริง	8	1	4	32

ตารางที่ 3.8 แสดงผลการประเมิน FMEA ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	กระบวนการ	ข้อบกพร่อง	สาเหตุของข้อบกพร่อง	S	O	D	RPN
13	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	ระบบชั่งวัตถุดิบผิดปกติจาก Loadcell	7	2	5	70
14	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	ระบบ PLC คำนวณค่าปริมาณวัตถุดิบผิดพลาด	7	2	5	70
15	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	อุปกรณ์ลำเลียงส่งวัตถุดิบไม่คงที่	7	2	5	70
16	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	เวลาการกวนส่วนผสมไม่เท่ากัน	7	4	2	56
17	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	สีไม่เข้ากันเนื่องจากใบกวนสึกหรอ	7	2	5	70
18	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	ปริมาณน้ำผสมสีไม่คงที่	7	2	6	84
19	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	ใช้ส่วนผสมสีที่อายุแตกต่างกัน	7	7	8	392
20	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	น้ำหนักผงสีผิดมาตรฐาน	7	2	5	70
21	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	พนักงานใส่สีผิดขั้นตอน	7	2	6	84
22	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	ผงสีมีเฉดสีไม่เหมือนกัน	7	2	5	70
23	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	ปริมาณน้ำไม่คงที่โดยอุณหภูมิปูนในถังไม่คงที่	7	2	4	56
24	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	ปริมาณน้ำไม่คงที่โดยมีทรายแห้งค้างสายพาน	7	8	7	392
25	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	กรวยทดสอบความข้นเหลวไม่แม่นยำ	7	2	5	70
26	การผสมสี	2.1 ความข้นเหลวสีไม่คงที่	Indicator แสดงปริมาณวัตถุดิบไม่ตรง	7	2	5	70
28	การเคลือบสี	3.1 ปริมาณสีบนกระเบื้องไม่เท่ากัน	ความเร็วกระเบื้องไม่คงที่	7	3	4	84
29	การเคลือบสี	3.1 ปริมาณสีบนกระเบื้องไม่เท่ากัน	ระยะการจ่ายสีไม่คงที่	7	2	5	70
30	การเคลือบสี	3.1 ปริมาณสีบนกระเบื้องไม่เท่ากัน	ไดอะแฟรมปั๊มสีส่งสีไม่ทันใช้	7	2	2	28
31	การเคลือบสี	3.1 ปริมาณสีบนกระเบื้องไม่เท่ากัน	การดันสีขึ้นไปบนประตูจ่ายสีน้อยเกินไป	7	5	5	175
32	การเคลือบสี	3.1 ปริมาณสีบนกระเบื้องไม่เท่ากัน	Plate ทดสอบน้ำหนักสีมีมิติผิดขนาด	7	2	4	56
33	การเคลือบสี	3.1 ปริมาณสีบนกระเบื้องไม่เท่ากัน	ระยะประตูจ่ายสีไม่ถูกต้อง	7	2	4	56

ตารางที่ 3.8 แสดงผลการประเมิน FMEA ก่อนการปรับปรุง(ต่อ)

ลำดับที่	กระบวนการ	ข้อบกพร่อง	สาเหตุของข้อบกพร่อง	S	O	D	RPN
34	การเคลือบสี	3.2 สีกระเบื้องไม่เรียบ	ระยะแปรงกด Roller ไม่แน่นอน	6	6	7	252
35	การเคลือบสี	3.2 สีกระเบื้องไม่เรียบ	น้ำหนักสีผิดปกติจากเครื่องชั่งน้ำหนักผิดปกติ	6	2	5	60
36	การเคลือบสี	3.2 สีกระเบื้องไม่เรียบ	Plate ทดสอบน้ำหนักสีมีมิติผิดขนาด	6	2	6	72
37	การเคลือบสี	3.2 สีกระเบื้องไม่เรียบ	ระดับความสูงแปรงไม่คงที่	6	2	5	60
38	การเคลือบสี	3.2 สีกระเบื้องไม่เรียบ	มุมสเปรย์แปรงไม่คงที่	6	2	5	60
39	การเคลือบน้ำยาเคลือบผิว	4.1 ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวกระเบื้องแตกต่างกัน	แรงดันน้ำยาเคลือบผิวไม่คงที่	7	2	4	56
40	การเคลือบน้ำยาเคลือบผิว	4.1 ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวกระเบื้องแตกต่างกัน	Heater ทำงานร้อนเกินไปขณะเครื่องหยุด	7	2	7	98
41	การเคลือบน้ำยาเคลือบผิว	4.1 ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวกระเบื้องแตกต่างกัน	เปลวน้ำยาเคลือบผิวไม่เป็นรูปแบบแน่นอน	7	4	5	140
42	การเคลือบน้ำยาเคลือบผิว	4.1 ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวกระเบื้องแตกต่างกัน	ไม่กรองน้ำยาหมุนเวียนตามกำหนด	7	2	3	42
43	การเคลือบน้ำยาเคลือบผิว	4.1 ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวกระเบื้องแตกต่างกัน	อุณหภูมิน้ำยาไม่คงที่	7	2	5	70
44	การเคลือบน้ำยาเคลือบผิว	4.1 ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวกระเบื้องแตกต่างกัน	ระดับน้ำยาในถัง Pressure น้อยไป	7	2	4	56
45	การเคลือบน้ำยาเคลือบผิว	4.1 ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวกระเบื้องแตกต่างกัน	น้ำยาไหลออกได้ช้าเนื่องจากมีปริมาณ Solid มากไป	7	2	5	70
46	การเคลือบน้ำยาเคลือบผิว	4.1 ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวกระเบื้องแตกต่างกัน	เครื่องชั่งน้ำหนักผิดปกติ	7	2	5	70
47	การเคลือบน้ำยาเคลือบผิว	4.1 ปริมาณน้ำยาเคลือบผิวกระเบื้องแตกต่างกัน	Plate ทดสอบน้ำหนักน้ำยามีมิติผิดขนาด	7	1	5	35
48	การเคลือบน้ำยาเคลือบผิว	4.2 น้ำยาเคลือบผิวไม่สม่ำเสมอทั่วแผ่น	ลมดูดไอน้ำยาแรงไปทำให้เปลวพ่นไม่สม่ำเสมอ	7	2	4	56
49	การเคลือบน้ำยาเคลือบผิว	4.2 น้ำยาเคลือบผิวไม่สม่ำเสมอทั่วแผ่น	ปรับระยะหัวพ่นไม่ถูกต้อง	7	2	3	42
50	การเคลือบน้ำยาเคลือบผิว	4.2 น้ำยาเคลือบผิวไม่สม่ำเสมอทั่วแผ่น	รูปแบบน้ำยาเคลือบผิวจากการพ่นไม่เท่ากัน	7	8	8	448
51	5. การบ่มกระเบื้อง	5.1 กระเบื้องแห้งไม่เท่ากันทุกแผ่น	อุณหภูมิระหว่างการบ่มไม่คงที่	6	7	8	336

ตารางที่ 3.8 แสดงผลการประเมิน FMEA ก่อนการปรับปรุง(ต่อ)

ต้นฉบับ หน้าขาดหาย

จากตารางข้างต้น ทางคณะทำงานหลักได้ดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องจากสาเหตุต่างๆในแต่ละหัวข้อ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดค่าความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ให้ลดลงต่ำกว่า 100 และเพื่อการปรับปรุงคุณภาพของกระเบื้องหลังคาคอนกรีตสีน้ำเงินให้ค่าของเสียที่สุ่มพบหลังการผลิตลดลงจากค่าปัจจุบันต่อไป