บทที่ 3

การศึกษากระบวนการทำความสะอาดและสภาพปัจจุบัน

ในบทนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการทำความสะอาดรองเท้าและชุดปฏิบัติการสำหรับห้องสะอาดและการสร้างโรงทำความสะอาด โดยทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ซึ่งจะส่งผลให้องค์กรได้รับประโยชน์สูงสุดจากการเลือกลงทุนในทางเลือกที่เหมาะสม ในการสร้างห้องทำความสะอาดชุดคลีนรูมสำหรับอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสต์ โดยในบทนี้จะกล่าวถึงเนื้อหาดังต่อไปนี้ คือ 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล 3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านค่าใช้จ่ายในการส่งซักชุดปฏิบัติการสำหรับห้องสะอาดของโรงงานกรณีศึกษา และต้นทุนโครงการในกรณีต้องการดำเนินการซักเองและ 3.3 กระบวนการในการซักชุดปฏิบัติการสำหรับห้องสะอาด

3.1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาโรงงานตัวอย่างนี้ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการบันทึก ซึ่งข้อมูลจะประกอบด้วยข้อมูลแบบปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) โดยมุ่งศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อต้นทุนที่มีผลต่อการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการสร้างห้องซักชุดปฏิบัติการสำหรับห้องสะอาด (คลีนรูม)

แหล่งข้อมูล (Source of Data)

1. แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากข้อมูลที่มีผู้รวบรวมไว้ทั้งหน่วยงานของรัฐและเอกชน ดังนี้

1.1. ศึกษาตำรา บทความ ทฤษฎีหลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับกระบวนการซักที่ดำเนินการภายใต้สภาวะห้องควบคุมความสะอาด

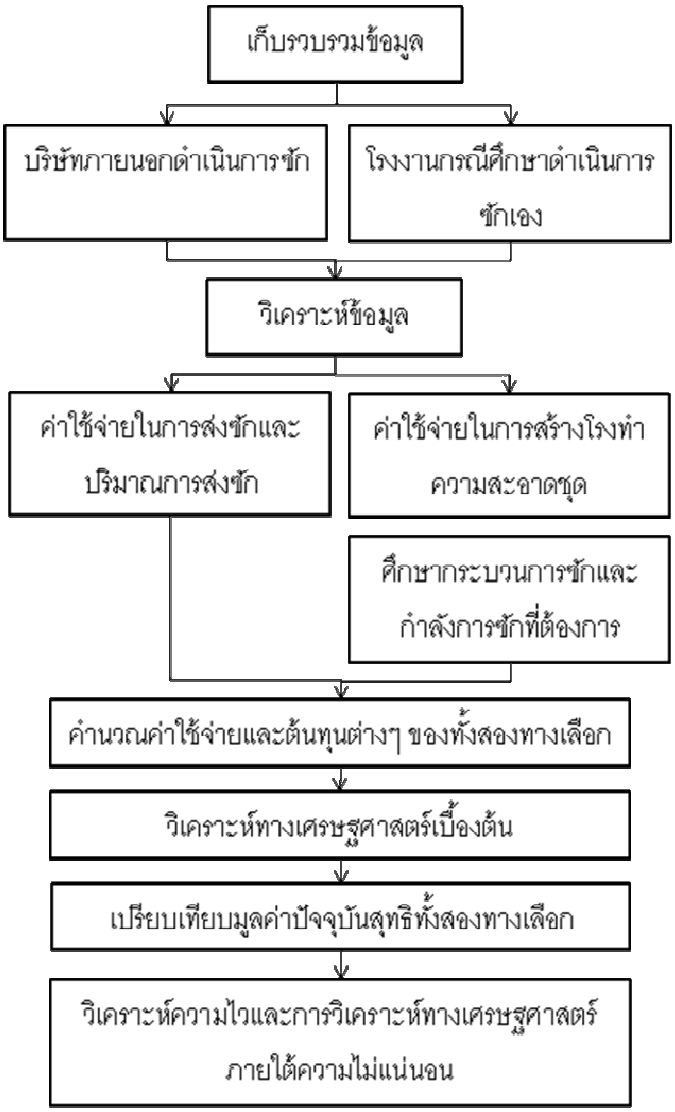
1.2. หนังสือทางวิชาการ วิทยานิพนธ์ และรายงานที่เกี่ยวข้อง

1.3. ข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการดำเนินการซักจากบริษัทผู้ผลิตภายนอก

2. แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ได้จากการเก็บข้อมูลจากกลุ่มบริษัทภายนอกที่รับดำเนินการซักและบริษัทต้นแบบที่มีการดำเนินการซักเองจำนวนอย่างน้อย 2 บริษัท โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

2.1. ขอจดหมายจากบริษัทเพื่อขอความร่วมมือในเยี่ยมชมบริษัทภายนอกที่รับดำเนินการซักและบริษัทต้นแบบที่มีการดำเนินการซักเอง

2.2. ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองจากการขอข้อมูลที่ทางบริษัทกรณีศึกษาได้เก็บรวบรวมไว้ผู้วิจัยได้มีการกำหนดขั้นตอนรายละเอียดของการทำงานวิจัยดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1
แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานวิจัย

3.2. การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เสียไปในการส่งซักชุดปฏิบัติการสำหรับห้องสะอาดของโรงงานกรณีศึกษา โดยค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะผันแปรตามจำนวนพนักงานฝ่ายผลิตกับจำนวนชุดที่ถูกใช้

2) การวิเคราะห์ต้นทุนโครงการในกรณีต้องการดำเนินการซักเอง โดยต้นทุนในส่วนนี้แบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ต้นทุนเพื่อการลงทุนแรกเริ่มและต้นทุนการดำเนินงาน

2.1. ต้นทุนเพื่อการลงทุนแรกเริ่มเป็นค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการจัดตั้งหรือเริ่มทำ ค่าใช้จ่ายประเภทนี้เป็นมูลค่าของปัจจัยการผลิตที่จำเป็นต้องใช้ในโครงการเพื่อเป็นฐานการผลิต อาจเรียกว่าเป็นค่าใช้จ่ายสำหรับปัจจัยคงที่ (Fixed Cost) อาทิเช่น ค่าสร้างห้องสะอาด (คลีนรูม) ค่าเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ ซึ่งค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะไม่แปรผันตามปริมาณการผลิต

2.2. ต้นทุนการดำเนินงานเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องเตรียมไว้เพื่อการดำเนินทรัพย์สินที่ต้องลงทุนไปเพื่อให้เกิดผลผลิตหรือปฏิบัติการได้ อาทิเช่น ค่าแรง ค่าน้ำ ค่าไฟ และวัสดุอื่นๆ ซึ่งค่าใช้จ่ายเหล่านี้จะแปรผันตามปริมาณการผลิต

3.2.1. การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของการซักชุดปฏิบัติการสำหรับห้องสะอาดในกรณีว่าจ้างบริษัทภายนอก

ผู้ทำการศึกษาจำเป็นต้องทราบค่าใช้จ่ายในการส่งซักอุปกรณ์คลีนรูม (ชุด และรองเท้า) ให้แก่บริษัทภายนอกทำความสะอาด โดยความถี่ในการส่งซักของโรงงานกรณีศึกษาเป็นวันเว้นวัน หรือปริมาณในการส่งซักต่อวันจะเท่ากับจำนวนพนักงานฝ่ายผลิตต่อกะ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 2,760 คน คิดเป็นจำนวนชุดคลีนรูมทั้งหมด 2,760 ชุด และรองเท้าคลีนรูม 2,760 คู่ แสดงดังตารางที่ 3.1

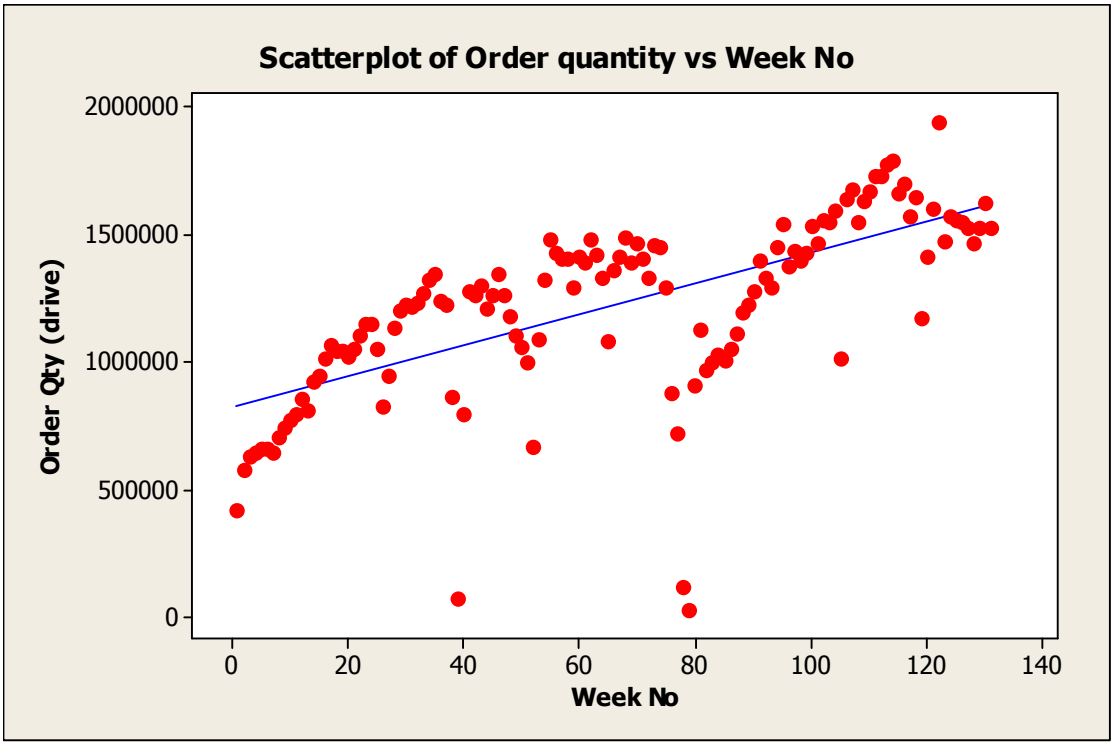
- ค่าใช้จ่ายในการส่งชุดซัก = จำนวนพนักงานฝ่ายผลิตต่อกะ x (ราคาค่าซักรองเท้าคลีนรูม + ราคาค่าซักชุดคลีนรูม) x 7 (หนึ่งสัปดาห์)

ตารางที่ 3.1

แสดงค่าใช้จ่ายในการซักชุดปฏิบัติการสำหรับห้องสะอาด

ค่าใช้จ่ายในการส่งซัก	ราคา (บาท)
รองเท้าคลีนรูม (คู่)	8.28
ชุดคลีนรูม (ชุด)	12.75
รวมค่าใช้จ่ายต่อชุดต่อพนักงานฝ่ายผลิต	21.03

เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการส่งชุดซักจะแปรผันตรงกับจำนวนพนักงานฝ่ายผลิตที่สวมใส่ชุดคลีนรูมปฏิบัติงาน จำนวนพนักงานฝ่ายผลิตนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณยอดการผลิตที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งภาพที่ 3.2 แสดงจำนวนยอดการผลิตต่อสัปดาห์ในช่วงปี 2549 - ปี 2552



ภาพที่ 3.2

จำนวนยอดการผลิตต่อสัปดาห์ในช่วงปี 2549 - ปี 2552

จากข้อมูลจำนวนยอดการผลิตต่อสัปดาห์ในช่วง 3 ปีนี้ จะนำมาวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยนี้จะออกมาในรูปสมการการพยากรณ์ [Y = f(x)] เพื่อพยากรณ์จำนวนยอดการผลิตในอนาคตว่ามีแนวโน้มเป็นอย่างไร โดยทฤษฎีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) คือการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพียง 1 ตัวกับตัวแปรตาม 1 ตัว โดยกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ตัวแบบจากกราฟแผนภาพการกระจาย (Scatter Plot) ตัวอย่างความสัมพันธ์อาจกำหนดได้ในรูปต่อไปนี้ เช่น สมการเส้นตรงเต็มรูป : $Y = \beta_0 + \beta_1 X + e$

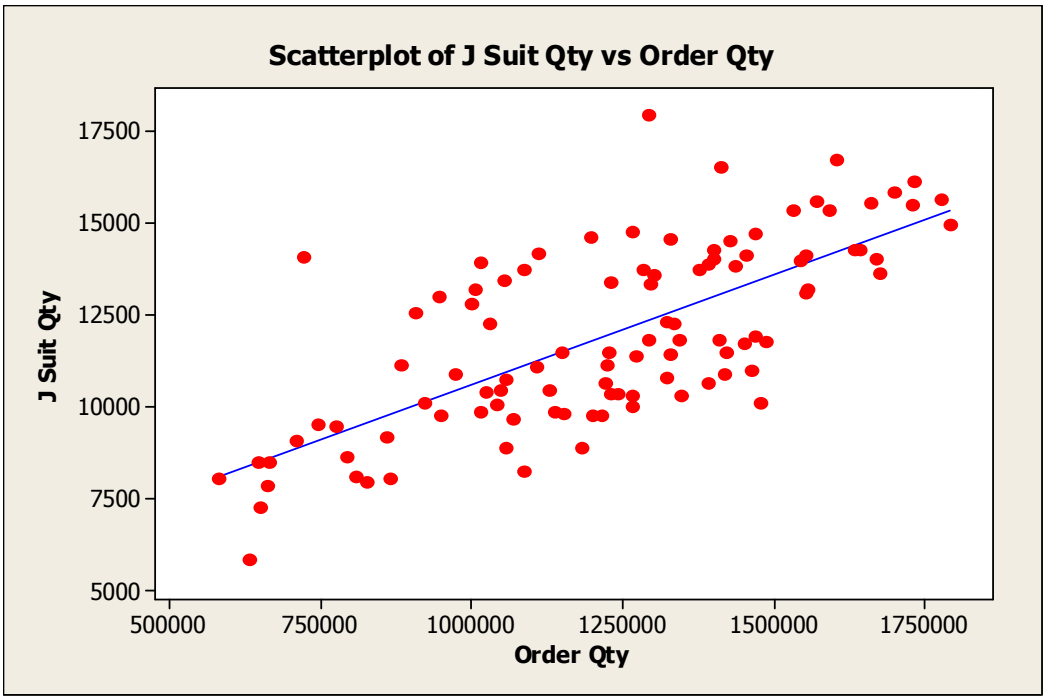
จากข้อมูลสามารถทำการวิเคราะห์การถดถอยซึ่งได้สมการ ดังนี้

The regression equation: ปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้า (Order Quantity) = 818,382 + 6,075 จำนวนสัปดาห์ (Week Number) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของ ปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้า (Order Quantity) และจำนวนสัปดาห์ (Week Number) ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแทบสามารถแสดงได้ ดังนี้

Regression Analysis: Order versus Week No

```
The regression equation is
Order = 818382 + 6075 Week No


Predictor    Coef  SE Coef      T      P
Constant   818382    46563  17.58  0.000
Week No    6075.0    612.1   9.92  0.000


S = 264946   R-Sq = 43.3%   R-Sq(adj) = 42.9%


Analysis of Variance

Source           DF           SS           MS      F      P
Regression        1  6.91347E+12  6.91347E+12  98.49  0.000
Residual Error  129  9.05531E+12  70196219391
Total           130  1.59688E+13
```

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเป็น 43.3% และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้วเป็น 42.9% ซึ่งไม่สูงมากนักเนื่องจากข้อมูลมีการกระจายและมีลักษณะข้อมูลซ้ำตามฤดูกาล ต่อมาหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชุดกับปริมาณการผลิตในช่วง 3 ปี จะได้แนวโน้มดัง ภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3

ปริมาณชุดคลีนรูมที่ส่งซักต่อสัปดาห์ในช่วงปี 2549 - ปี 2552

จากข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชุดกับปริมาณการผลิตในช่วง 3 ปีนี้ จะนำมาวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เพื่อพยากรณ์จำนวนปริมาณชุดคลีนรูมและยอดการผลิตในอนาคต จากข้อมูลสามารถทำการวิเคราะห์การถดถอยซึ่งได้สมการ ดังนี้

The regression equation: ปริมาณชุดคลีนรูมที่ต้องใช้สำหรับปฏิบัติการ (Jumpsuit Quantity) = 4,607 + 0.00598 ปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้า (Order Quantity) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของ ปริมาณชุดคลีนรูมที่ต้องใช้สำหรับปฏิบัติการ (Jumpsuit Quantity) และปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้า (Order Quantity) ผ่านโปรแกรมสำเร็จรูปมินิแทบสามารถแสดงได้ดังนี้

Regression Analysis: J Suit Qty versus Order

```
The regression equation is
J Suit Qty = 4607 + 0.00598 Order


Predictor       Coef    SE Coef      T      P
Constant      4606.9      732.2   6.29  0.000
Order      0.0059831  0.0005814  10.29  0.000


S = 1741.08   R-Sq = 51.2%   R-Sq(adj) = 50.7%
```

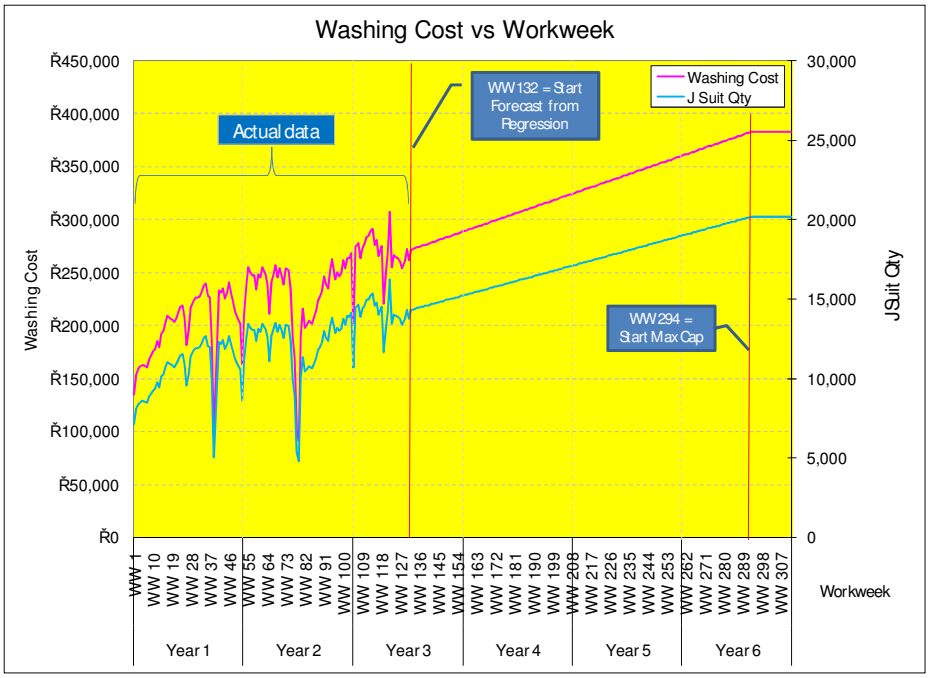
```
Analysis of Variance

Source           DF         SS         MS       F      P
Regression        1  321003009  321003009  105.89  0.000
Residual Error  101  306168319    3031369
Total           102  627171328
```

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเป็น 51.2% และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้วเป็น 50.7% ซึ่งไม่สูงมากนักเนื่องจากข้อมูลมีการกระจายและมีลักษณะข้อมูลซ้ำตามฤดูกาล

จากนั้นนำทั้งสองสมการถดถอยที่ได้จากข้างต้น มาทำนายค่าซักชุดต่อสัปดาห์กับจำนวนชุดที่ส่งซักต่อสัปดาห์ในอนาคตจากสมการถดถอย

1. จากสมการ ปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้า (Order quantity) = 818,382 + 6,075 จำนวนสัปดาห์ (Week number) ทำนายการผลิตในอนาคต เนื่องจากพื้นที่การผลิตมีจำกัดดังนั้นกำลังการผลิตได้สูงสุดที่คำนวณได้ที่ 2,598,519 ชิ้นต่อสัปดาห์ จากนั้นจึงใช้ความสัมพันธ์นี้คำนวณหาปริมาณที่สามารถจะผลิตได้ในอนาคต โดยจะทำการศึกษาเป็นช่วงเวลา 6 ปี จากการใช้ข้อมูลจริงในช่วงสามปี

2. จากสมการ ปริมาณชุดคลีนรูม = 4,607 + 0.00598(ปริมาณการผลิตต่อสัปดาห์) ทำนายใช้คำนวณหาปริมาณชุดที่ส่งซักต่อสัปดาห์จากปริมาณการผลิตต่อสัปดาห์ที่ได้ข้างต้น ซึ่งสามารถนำไปคำนวณค่าใช้จ่ายในการส่งซักต่อสัปดาห์ในอนาคตได้จาก ปริมาณชุดที่ส่งซักต่อสัปดาห์ x ค่าใช้จ่ายในการซักรองเท้าและชุดคลีนรูม โดยจะทำการศึกษาเป็นช่วงเวลา 6 ปี จากการใช้ข้อมูลจริงสองปีครึ่ง ซึ่งนำมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าซักชุดต่อสัปดาห์และจำนวนชุดที่ส่งซักต่อสัปดาห์ ได้ดังแสดงในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4

ค่าใช้จ่ายและปริมาณชุดคลีนรูมที่ส่งซักต่อสัปดาห์ในช่วงปี 2549 - ปี 2555

กระบวนการในการซักชุดปฏิบัติการสำหรับห้องสะอาด

ทำการศึกษากระบวนการในการซักชุดปฏิบัติการสำหรับห้องสะอาด เพื่อประเมินค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในการสร้างและดำเนินการห้องซักชุดคลีนรูม สำหรับอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสต์ โดยทำการศึกษากระบวนการจากการเยี่ยมชมบริษัทภายนอกดังแสดงในภาพที่ 3.5 และนำมาประยุกต์ใช้

แผนผังแสดงกระบวนการซัก

ภาพที่ 3.5

แผนผังแสดงกระบวนการซัก

คำจำกัดความ

- DI water : น้ำปราศจากอิออน โดยผ่าน Ion Exchange Resins
- Clark alfa : ผงซักฟอกชนิดที่ใช้สำหรับชุดคลีนรูม
- S_100 OB : ผงซักฟอกชนิดที่ใช้สำหรับกำจัดคราบฝังแน่นในชุดคลีนรูม

เครื่องจักรและอุปกรณ์สำหรับกระบวนการซัก

- เครื่องซักผ้าที่เหมาะสำหรับห้องสะอาด (Cleanroom)
- เครื่องอบผ้าที่เหมาะสำหรับห้องสะอาด (Cleanroom)
- รถเข็นและโต๊ะที่ทำจากวัสดุสเตนเลสสตีล
- Micro process controlled detergent dispenser.

วัสดุที่ใช้ในกระบวนการซัก

- Clak Alfa (น้ำยาปรับผ้านุ่มชนิดที่ใช้สำหรับชุดคลีนรูม)
- S_100 OB (ผงซักฟอกชนิดที่ใช้สำหรับกำจัดคราบฝังแน่นในชุดคลีนรูม)
- DI water (น้ำปราศจากอิออน โดยผ่านกระบวนการการกรองไอออนโดยใช้เรซิน (Ion Exchange Resins)
- Gloves (ถุงมือ)
- Plastic bag (ถุงพลาสติกสำหรับบรรจุภัณฑ์)

1. ขั้นตอนการเตรียมชุดก่อนการซักมี ดังนี้

1.1. พนักงานห้องซักจะต้องทำการเตรียมชุดก่อนการซักที่ห้องเตรียมชุด (Store room) โดยแยกชุดและรองเท้าให้ได้ตามปริมาณที่เหมาะสมดังนี้.

1.1.1. จำนวนชุดคลีนรูมที่สามารถซักได้มากที่สุดต่อหนึ่งรอบต้องไม่เกิน 102 ชุด.

1.1.2. จำนวนรองเท้าคลีนรูมที่สามารถซักได้มากที่สุดต่อหนึ่งรอบต้องไม่เกิน 102 คู่.

2. การตรวจสอบก่อนการซัก (Pre-inspection)

2.1. ตรวจดูวัสดุ หรือสิ่งของที่ติดมากับชุด เพื่อป้องกันไม่ให้เข้าไปติดค้างในเครื่องซักผ้า

2.2. แยกชุดออกเป็นแต่ละขนาด ตรวจสอบความสมบูรณ์ของชุดว่ามีรอยขาดหรือมีคราบสกปรกมาก ถ้ามีรอยเปื้อนมาก ๆ ให้นำไปซักด้วยน้ำยาเสริมพลังซัก 30 มิลลิลิตร ผสมกับ น้ำเปล่า 5 ลิตร ซึ่งซักด้วยมือก่อนนำเข้าเครื่องซัก หรือถ้าชุดมีรอยขาดควรนำไปซ่อมแซมก่อนการซัก

2.3. ตรวจสอบค่าวัดความต้านทานประจุไฟฟ้าสถิต (ESD Resistance) ในชุดคลีนรูม

3. ความถี่ในการซัก

3.1. ชุดและรองเท้าคลีนรูมจะถูกรวบรวมและนำไปซักวันเว้นวันโดยไม่อนุญาตให้ซักรวมกัน

4. ก่อนการซัก จะต้องทำการล้างเครื่องซักก่อนโดยใช้โปรแกรม 69 (โปรแกรมสำหรับทำความสะอาดถังซัก) ซึ่งมีขั้นตอนการซักชุดมีดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

แสดงโปรแกรมการล้างถังซัก

Program#69 : Cleaning Drum of Cleaning M/C						
Process	Step	Temp	Time (s)	Detergent Clak alfa (ml)	Detergent S_1000B (ml)	RPM
Pre-wash	1	-	60	-	-	300
Drain	1	-	100	-	-	300-600
Total			**160**			

5. นำชุดที่ผ่านกระบวนการขั้นต้นใส่ในเครื่องซักผ้าและกดเลือกโปรแกรม โดยใส่ชุดและรองเท้าได้ไม่เกิน 102 ชุดต่อรอบการซัก

6. ใช้น้ำยาเคมี

- Alfa (น้ำยาปรับผ้านุ่มชนิดที่ใช้สำหรับชุดคลีนรูม)…150 มิลิลิตร
- S_100 (ผงซักฟอกชนิดที่ใช้สำหรับกำจัดคราบฝังแน่นในชุดคลีนรูม)...80 มิลิลิตร

7. ในการซักชุดและรองเท้าคลีนรูม เครื่องซักจะถูกตั้งโปรแกรมซึ่งทำการทดลองแล้วว่ามีประสิทธิภาพในเรื่องความสะอาดมากที่สุดและใช้เวลาน้อยที่สุด คือซักโปรแกรม 35 ซึ่งใช้เวลาในการซักทั้งหมด 29 นาที แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3

แสดงโปรแกรมการซักชุดและรองเท้าคลีนรูม

Program#35 : Washing M/C						
Process	Step	Temp	Time (s)	Detergent Clak alfa (ml)	Detergent S_1000B (ml)	RPM
Pre-wash	1	40 C	60	-	-	300
Drain	1	-	100	-	-	300-600
Main-wash	1	65 C	240	150	80	300
Drain	2	-	100	-	-	300-600
Rinse	1	-	180	-	-	300
Drain	3	-	100	-	-	300-600
Extract	1	-	60	-	-	1500
Rinse	2	-	180	-	-	300
Drain	4	-	100	-	-	300-600
Rinse	3	-	180	-	-	300
Drain	5	-	100	-	-	300-600
Rinse	4	-	100	-	-	300
Drain	6	-	90	-	-	300-600
Extract	2	-	60	-	-	1500-2400
Drain	7	-	90	-	-	300-600
Total			1740			

8. นำเข้าเครื่องอบ โดยแสดงโปรแกรมการอบชุดและรองเท้าคลีนรูมดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4

โปรแกรมการอบชุดและรองเท้าคลีนรูม

	Jumpsuit (นาที)	**จำนวนซัก**	**เวลา**
อบลมร้อน	60 C	102	30
เป่าลมเย็น	30 C	102	15
	Booties	**จำนวนซัก**	**เวลา (นาที)**
อบลมร้อน	60 C	102	30
เป่าลมเย็น	30 C	102	15

9. หลังจากแห้งอย่างสมบูรณ์แล้วนำออกจากเครื่องและนำไปใส่รถเข็นแตนเลส (ภายใต้ Laminar) ระวังอย่าให้ตกพื้น จากนั้นนำไปบรรจุใส่ถุง

10. นำบรรจุใส่ถุงอลูมินัม และปิดปากถุงให้เรียบร้อย จากนั้นติดบาร์โค้ดที่แต่ละถุง และส่งแลบ

11. สุ่มตรวจสอบคุณภาพชุดหลังการซักจะมีการตรวจสอบ 2 แบบคือ

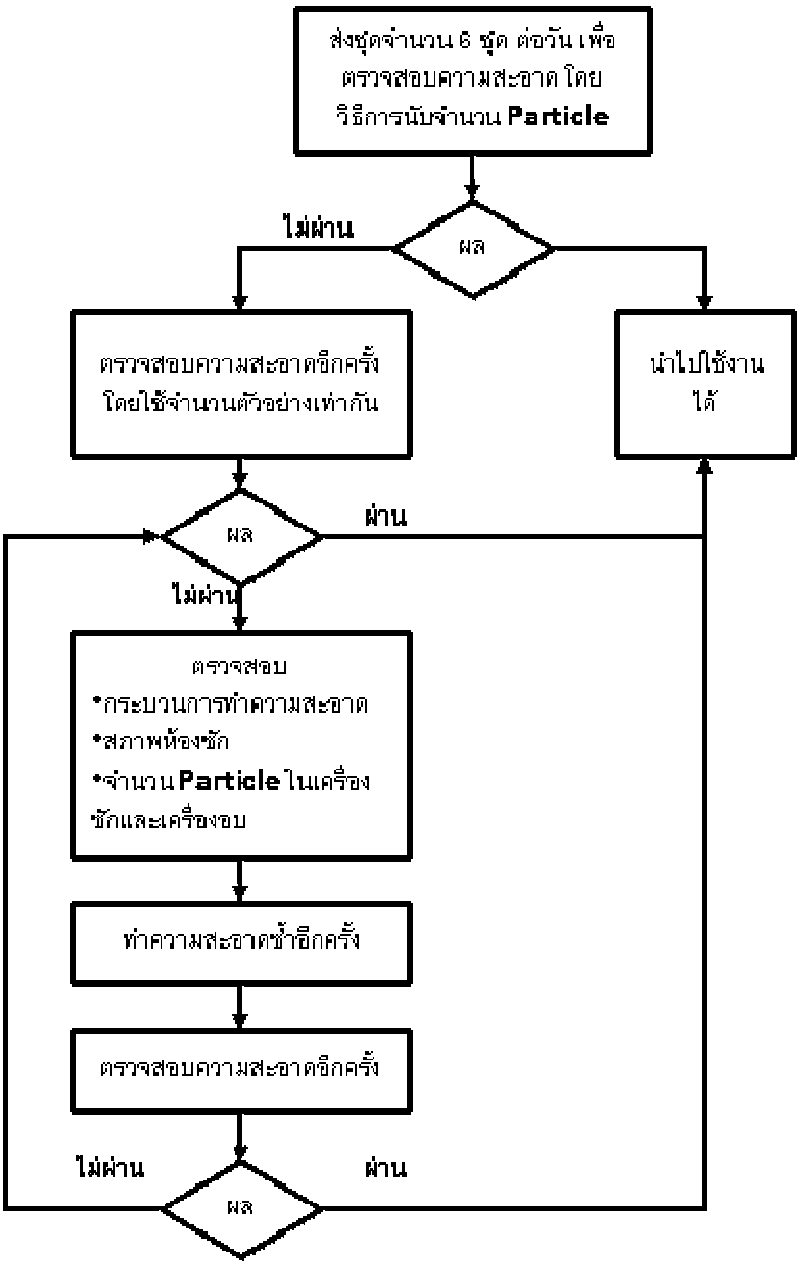
11.1. *APC Test method* คือ การส่งชุดตรวจสอบความสะอาดโดยใช้วิธีการทดสอบปริมาณฝุ่นที่มีอยู่ในชุดจากเครื่อง APC

<u>วิธีการทดสอบปริมาณฝุ่น</u>

a. ใช้เครื่องนับจำนวนอนุภาคของ 1 CFM. (Cubic feet per minute หรือ ปริมาณการระบายอากาศ กำหนดเป็นปริมาตรอากาศลูกบาศก์ฟุตต่อหนึ่งนาที) และใช้ Cumulative Mode ที่ขนาดอนุภาค 0.5 ไมครอนหรือใหญ่กว่า.
b. กำหนดจำนวนรอบการหมุนของถัง (Drum Tumbler) ที่ 10 rpm. (Round per minute หรือ จำนวนรอบต่อหนึ่งนาที)
c. เครื่องนับทำการวัดจำนวนอนุภาคภายในถังที่ว่างเปล่า 5 นาที เพื่อกำหนดเป็นมาตรฐาน
d. เครื่องนับทำการวัดจำนวนอนุภาคภายใน ถังที่มีตัวอย่างที่ต้องการทดสอบอนุภาค 5 นาที โดยกำหนดเครื่องนับให้เก็บอนุภาคครั้งละ 1 นาที จำนวน 5 ครั้ง
e. การคำนวณการวัดจำนวนอนุภาค ดังสูตรด้านล่างนี้

$$\text{Particle count} = \frac{\text{จำนวนอนุภาคที่วัดได้มากที่สุด- จำนวนอนุภาคในสภาวะมาตรฐาน}}{\text{จำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ}}$$

ซึ่งจะทำการส่งชุดจำนวน 6 ชุดต่อวันไปทำการทดสอบค่าปริมาณฝุ่นในชุด เพื่อตรวจสอบความสะอาด โดยวิธีการนับจำนวนอนุภาค (Particle Count) ถ้าไม่ผ่านให้ทำการซักใหม่ทั้งกลุ่ม แสดงดังภาพที่ 3.6

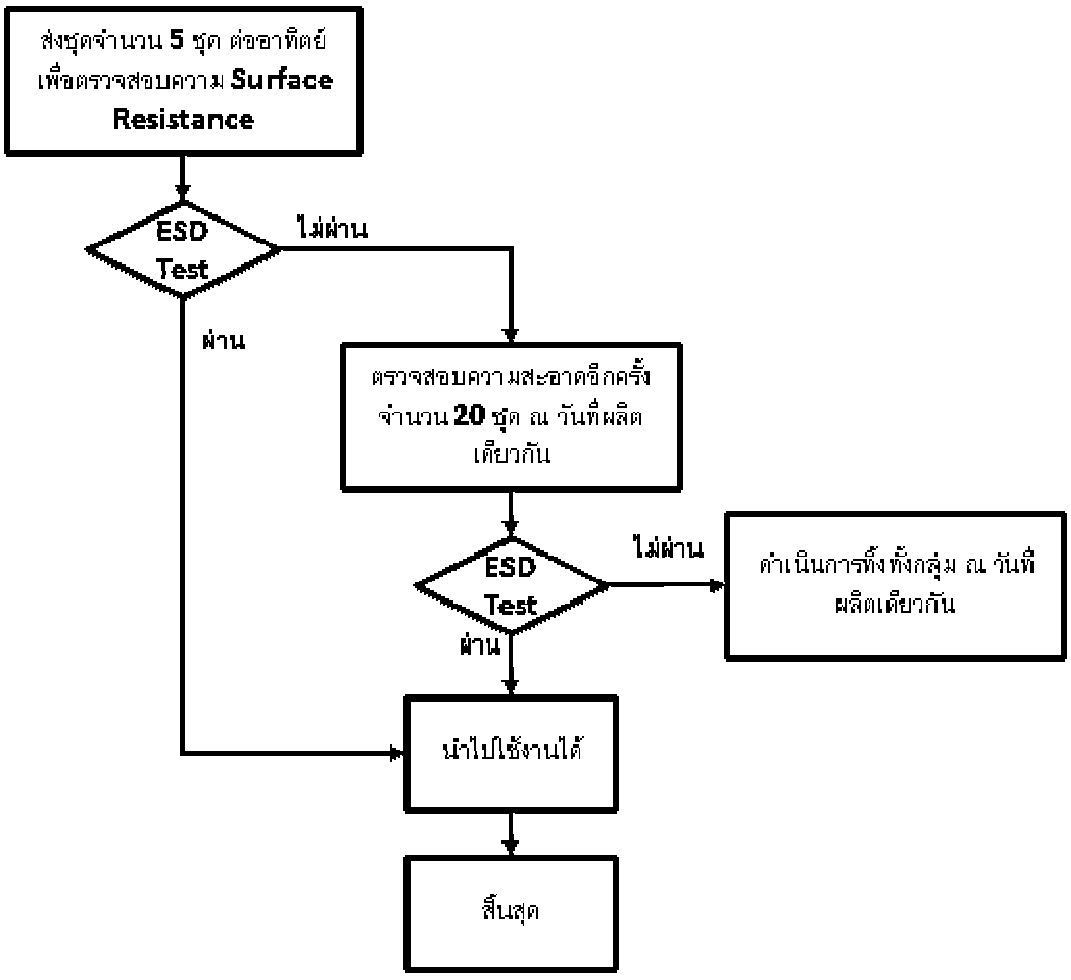


ภาพที่ 3.6

ขั้นตอนการตรวจสอบความสะอาดในชุดและรองเท้าคลีนรูม

ที่มา: ฐานข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

11.2. *Surface Resistance Test* คือ ทำการสุ่ม 5 ชุดไปทำการทดสอบค่า ESD Test ถ้าไม่ผ่านให้ทำการสุ่ม 20 ชุดที่ผลิตวันเดียวกันไปตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง ถ้ายังไม่ผ่านให้ทำการทิ้งทั้งกลุ่ม แสดงขั้นตอนการทดสอบค่า Surface Resistance โดย ESD Test ดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7

ขั้นตอนการทดสอบค่า Surface Resistance จาก ESD Test

ที่มา: ฐานข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

ส่วนค่าใช้จ่ายต่างๆ สำหรับการสุ่มตรวจสอบคุณภาพชุดหลังการซักนั้น เป็นค่าใช้จ่ายของโครงการเดิมที่ดำเนินการโดยฝ่ายตรวจสอบคุณภาพอยู่แล้ว ในที่นี้จึงจะไม่นำมาคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการคำนวณต้นทุน

3.2.2. **ค่าใช้จ่ายในการสร้างโรงทำความสะอาดชุด**

การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน เป็นการวางแผนทางการเงินด้วยข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการศึกษาด้านต่างๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางการเงินและเพื่อประเมินโครงการในเชิงเศรษฐกิจ ในบทนี้จะกล่าวถึงค่าใช้จ่ายเบื้องต้นที่บริษัทกรณีศึกษาจะต้องทำการลงทุนเพื่อดำเนินการสร้างโรงทำความสะอาดชุดภายในโรงงานซึ่งแบ่งค่าใช้จ่ายเป็น 2 ประเภท คือ

ต้นทุนคงที่ คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน และต้นทุนแปรผันคือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ส่วนประกอบของต้นทุนหรือค่าใช้จ่าย ในการลงทุนสร้างโรงทำความสะอาดชุดภายในโรงงานส่วนประกอบของต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายต่างๆ ซึ่งได้จากการรวบรวมจากบริษัทภายนอกของบริษัทกรณีศึกษา ในปี 2551 สามารถแบ่งออกมาได้ ดังนี้

1) ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (Investment Cost) เป็นค่าใช้จ่ายในการสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกในการทำความสะอาดชุด หรือเรียกว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนของโครงการ ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างห้องสะอาดระดับ 100 (Cleanroom Class 100) ราคาเครื่องซักผ้า ราคาเครื่องอบผ้า ราคาเครื่องปิดผนึกถุงพลาสติก ราคาโต๊ะสแตนเลส รถเข็นสแตนเลส และรวมทั้งค่าอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ในกระบวนการทำความสะอาด

2) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operating Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นนับตั้งแต่เริ่มโครงการจนถึงวันที่เริ่มดำเนินการผลิตหรือให้บริการซึ่งค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสำหรับโรงทำความสะอาดชุดคลีนรูมจะประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าในการทำงานของเครื่องซักผ้าและเครื่องอบผ้า ค่าซ่อมบำรุงห้องสะอาด ค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักร ค่าแรงงานในการผลิต ค่าประกันร้อยละ 1 ของ Capital ค่าบริหารและอื่นๆ

3.2.2.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างโรงทำความสะอาดชุดภายในโรงงานมีรายละเอียด ดังนี้

1) อาคาร สำหรับโรงทำความสะอาดชุดคลีนรูม จะมีส่วนประกอบของค่าใช้จ่าย ดังนี้

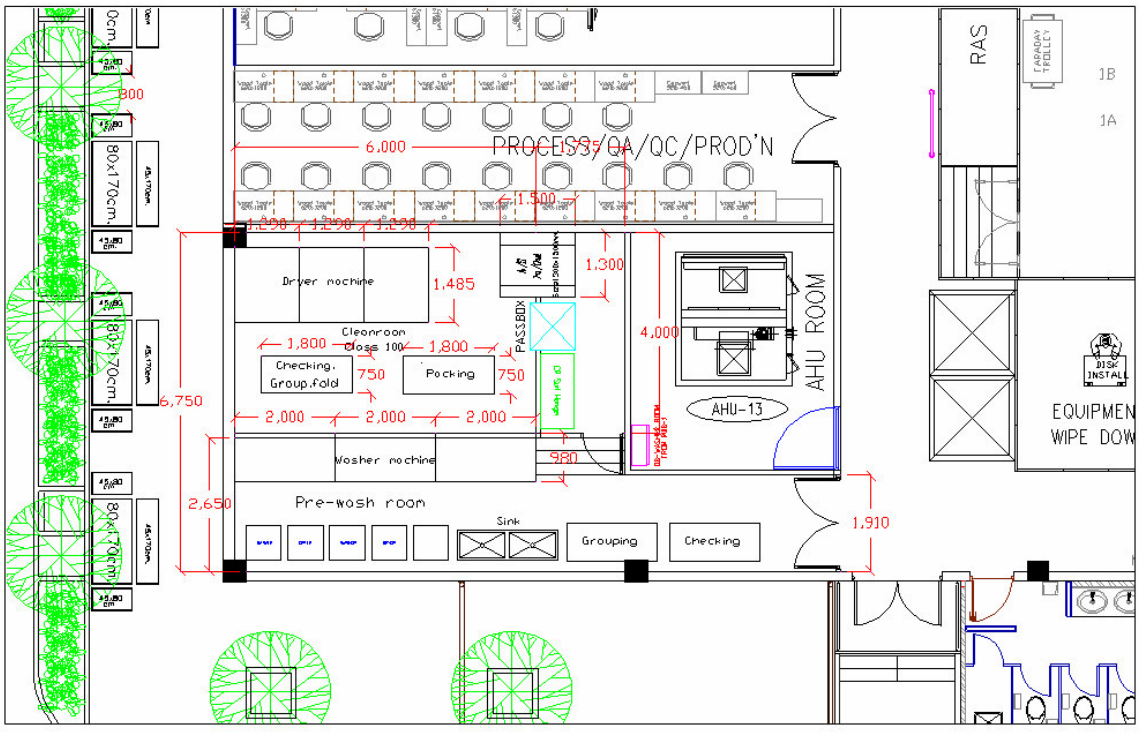
a. ค่าที่ดินและค่าเสียโอกาสเป็นค่าใช้จ่ายของโครงการเดิมซึ่งในที่นี้จะไม่นำมาคิดเป็นค่าใช้จ่าย

b. ค่าก่อสร้างห้องสะอาดระดับ 100 (Clean room Class 100) 5,739,466 บาท แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.5 และภาพที่ 3.8

ตารางที่ 3.5

แสดงค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างห้องสะอาดระดับ 100

Item	Description	Unit	Q'Ty	Material	Labour	Total
A	AIR CONDITION UNIT	JOB	1	2,014,500	44,200	2,058,700
B	REFRIGERANT PIPING SYSTEM	JOB	1	237,732	65,824	303,556
C	CONDENSATE DRAIN SYSTEM	JOB	1	5,500	1,200	6,700
D	ELECTRICAL SYSTEM	JOB	1	802,960	80,100	883,060
E	DUCT WORK AND FILTER SYSTEM	JOB	1	735,900	127,400	863,300
F	BUILDING WORK	JOB	1	1,375,150	173,000	1,548,150
G	UTILITIES WORKS	JOB	1	30,000	8,000	38,000
H	SYSTEM COMMISSIONING AND CERTIFIED	JOB	1	0	8,000	8,000
I	TEMPORARY PROTECTION	JOB	1	18,000	6,000	24,000
J	DEMOLITION WORKS	JOB	1	0	6,000	6,000
	SUBTOTAL					5,739,466



Propose layout

ภาพที่ 3.8

แผนผังห้องซักชุดปฏิบัติการ

ที่มา: ฐานข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

ห้องสะอาดจะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วนคือ ระบบระบายอากาศ (Ventilation system), โครงสร้างของห้องสะอาด (Structure of Clean room) และอุปกรณ์ประกอบจำเป็นอื่นๆ

1. Ventilation system ประกอบด้วย
   - HVAC System & AHU
   - Filter
   - FFU
   - Exhaust
2. Filter ที่ใช้สำหรับห้องสะอาดมี 2 ประเภท
   i. Chemical Filter - Alumina
   ii. Particle Filter
      - HEPA = High Efficiency Particulate Air
      - ULPA = Ultra Low Penetrating Air
3. โครงสร้างห้องสะอาดและอุปกรณ์ประกอบจำเป็นอื่นๆ
   - เพดานและอุปกรณ์ติดตั้งการส่องแสงสว่าง
   - ผนัง
   - พื้น (Raised Floor System)
   - แผ่นดักจับเศษฝุ่นหรือเศษปนเปื้อนต่างๆที่ใช้วางก่อนเข้าห้องควบคุมฝุ่น (Sticky mat)
   - อุปกรณ์ที่ช่วยลดฝุ่นจากคนหรือเครื่องจักรก่อนเข้าห้องสะอาดโดยผ่านห้องนี้ (Air Shower)
   - อุปกรณ์ที่ช่วยควบคุมฝุ่นจากเครื่องจักร เครื่องมือ ก่อนเข้าห้องสะอาดโดยผ่านช่องนี้ (Pass Box)
   - อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการแลกเปลี่ยนความดันระหว่างสภาวะภายนอกและภายในห้องสะอาด Pressure Release Damper

ซึ่งมาตรฐานของผู้รับเหมาในการสร้างระบบคลีนรูมนั้นจะต้องได้ตรงกับมาตรฐาน ISO ดังกล่าวข้างต้น

มาตรฐานการสร้างห้องสะอาดclass 100ของบริษัทรับสร้างห้องซัก
อุปกรณ์มาตรฐานสำหรับห้องสะอาด
AIR CONDITION UNIT 1. AIR HANDLING UNIT (REFRIGERANT) - AHU. CAP. 72000 Kcal / Hr SET - SUPPLY FAN 22400 CMH - CHILL WATER 228 LPM
2. OUTDOOR TYPE MAKE-UP AIR UNIT (REFRIGERANT) - AHU. CAP. 30303 Kcal / Hr SET - SUPPLY FAN 2550 CMH - PRE & MEDIUM FILTER SET
3. STEEL HANGER PLATFORM SET 4. VIBRATION ISOLATOR LOT
REFRIGERANT PIPING SYSTEM 1. COPPER TUBE TYPE "L" ASTM B-88 2. FITTING & ACCESSORIES LOT 3. CLOSE CELL PIPE INSULATION 4 SIGHT GLASS SET 2 5. DRYER 6. REFRIGERANT LOT 7. PIPE SUPPORT AND HANGER LOT
CONDENSATE DRAIN SYSTEM 1. PVC PIPE C/W INSULATION

ภาพที่ 3.9

รายละเอียดของมาตรฐานอุตสาหกรรมในการสร้างห้องสะอาด (Clean Room)

ที่มา: ฐานข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

มาตรฐานการสร้างห้องสะอาดclass 100 ของบริษัทรับสร้างห้องซัก
อุปกรณ์มาตรฐานสำหรับห้องสะอาด
ELECTRICAL SYSTEM 1. CONTROL AND WIRING - SIGNAL CABLE & CONDUIT - ROOM TEMP AND RH A36 SENSOR - CONTROLLER
2. FAN FILTER CONTROLLER LOT 3. LIGHTING FIXTURE SET 4. CONSUMMABLE MATERIALS LOT 5. FILTER SYSTEM
ACCESSORIES SUPPORT & HANGER 1.CLOSED CELL INSULATION 2. FANFILTER 3. VOLUME DAMPER 4. RETURN SYSTEM LOT 5. ROOM PRESSURE CONTROL DAMPER

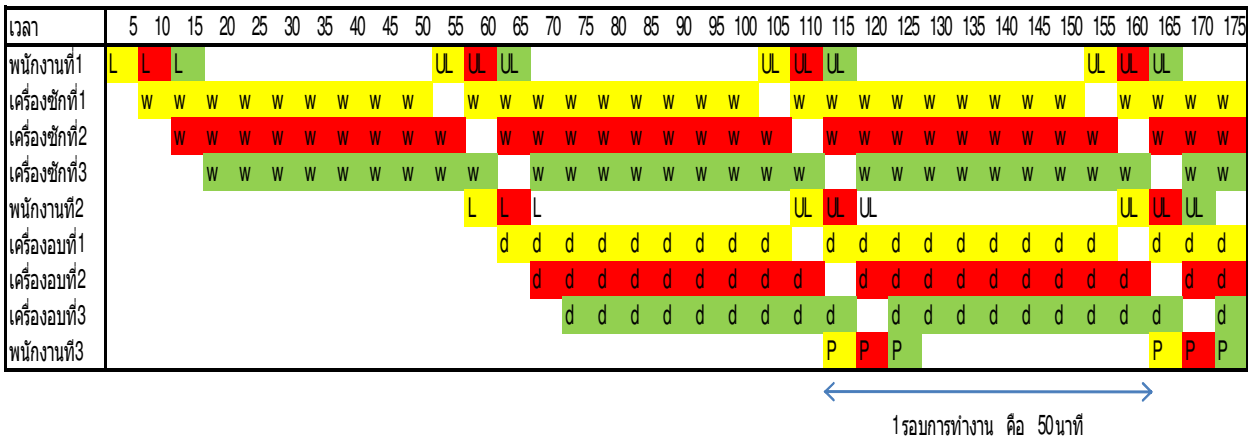
ภาพที่ 3.9 (ต่อ)

รายละเอียดของมาตรฐานอุตสาหกรรมในการสร้างห้องสะอาด (Clean Room)

ที่มา: ฐานข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

2) เครื่องจักร รวมถึงอุปกรณ์สำหรับใช้ในกระบวนการทำความสะอาดชุดคลีนรูม จะประกอบด้วยรายละเอียดของจำนวนเครื่องและ ค่าใช้จ่าย ดังนี้

ในเบื้องต้นได้ทำการคำนวณหากำลังการผลิตของเครื่องซัก และเครื่องอบ โดย 1 รอบการทำงาน ของเครื่องซักใช้เวลา (Cycle time) 50 นาที (ดู ภาพที่ 3.10 ประกอบ) ซึ่งประกอบด้วยเวลาในการซัก 45 นาทีและ 5 นาทีสำหรับการนำผ้าเข้าและออกจากเครื่อง และ 1 รอบการทำงานของเครื่องอบ ประกอบด้วย เวลาในการอบ 45 นาทีและ 5 นาทีสำหรับการนำผ้าเข้าและออกจากเครื่อง



ภาพที่ 3.10

รอบเวลาการทำงานของกระบวนการทำความสะอาดชุดและรองเท้าคลีนรูม

โดยเครื่องซักผ้า W4600X (จาก ภาพที่ 3.11 และภาพที่ 3.12 ประกอบ) มีความจุ 60 kg ต่อหนึ่งรอบการซัก หรือ 120 ชิ้นต่อ 1 รอบการซัก และมีอัตราการใช้กำลังการผลิต (Machine Utilization) ที่ 85% ดังนั้นในการทำงาน 1 รอบจึงคาดว่ามีการซัก 102 ชิ้นต่อหนึ่งรอบการซัก

Main specifications			W4280X	W4350X		W4600X	
Rated capacity,	filling factor 1:10	kg/lb	28/65	35/80		60/135	
Drum,	volume	litre	280	350		600	
	diameter	ø mm	830	920		980	
Extraction max		rpm	805	650		630	
G-factor			300	220		220	
Heating alternatives, 230/400V	electricity	kW	-	25		40.8	
	steam		x	x		x	
	non-heated		x	x		x	
Consumption data "Normal 60°C" 1:10*			Steam	El	Steam	El C/H	Steam C/H
Total time		min	**	49	**	45	**
Water consumption (cold/hot)		litre	312/0	320/67	387/0	598/105	598/105
Energy consumption (motor/heating)		kWh	0.7/0	1.1/3.4	1.1/0	2.1/5.4	2.1
Steam consumption		kg	8.3	-	10.2	-	8***

* Water temperature 15°C cold water and 65°C hot water.
** Depending on steam pressure.
*** Steam consumption, cold water only, 18kg

Certified in accordance with ISO 9001 and ISO 14001 and approved IP 24D.

ภาพที่ 3.11

รายละเอียดของเครื่องซักผ้า

ที่มา: ฐานข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

Main specifications		T4900				T41200			
Rated capacity, filling factor 1:18	kg/lb	50/110				66.7/147			
filling factor 1:25	kg/lb	36/80				48/105			
Drum volume	litre	900				1200			
Drum diameter	mm	1240				1240			
Heating alternatives									
gas	BTU/h (kW)	218 430 (64)				279 865 (82)			
steam at 700 kPa	kW	82				82			
el	kW	48/60				60/72			
Consumption data*		Gas	Steam	El 48 kW	El 60 kW	Gas	Steam	El 60 kW**	El 72 kW**
Total time at 45/60 kg	min	26	31	35	28	27	34	35	26
Energy consumption at 45/60 kg	kWh	26.2	43.5	27.4	28	35.6	49	34.8	30.8
Evaporation	g/min	865	735	651	803	1070	876	854	923
Energy kWh/litre water evaporated	kWh/l	1.16	1.91	1.2	1.2	1.23	1.64	1.17	1.28

* At rated capacity 100% cotton load at 50% initial moisture dryed to 0%.
** Test load 48 kg/100 lbs.

Certified in accordance with ISO 9001 and ISO 14001 and approved IP 42.

ภาพที่ 3.12

รายละเอียดของเครื่องอบผ้า

ที่มา: ฐานข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

เครื่องซักและเครื่องอบจำเป็นที่ต้องติดตั้งคู่กันเนื่องจากพื้นที่จำกัดและลดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเนื่องจากผ้าสัมผัสพื้น ดังนั้นในกรณีศึกษานี้จึงทำการคำนวณหากำลังการผลิตของเครื่องซักเพียงชนิดเดียว โดย

$$Capacity \quad per \quad week = \frac{7day \times Working(hr) \times Lot \quad size \times Mc \quad Utilization}{Cycle \quad time}$$

$$= \frac{7 \times 22 \times 60\min \times 60kg \times \quad 85\%}{50mn \quad \times 0.5\frac{kg}{pcs}}$$

$$= 18{,}850 \; pcs / \quad week$$

โดยที่ ;

Capacity per week คือ ปริมาณสูงสุดที่เครื่องจักรจะสามารถทำความสะอาดได้ต่อสัปดาห์

Lot size คือ ปริมาณการซักต่อรอบ

Cycle time คือ เวลาที่ใช้ทำความสะอาดใน 1 รอบ

Machine Utilization คือ ประสิทธิภาพจากอัตราการใช้เครื่องจักร

จากนั้นนำกำลังการผลิต (Capacity) มาหาจำนวนเครื่องที่ต้องการ โดยจำนวนเครื่องที่ต้องการ (Machine Requirement)

$$Machine \quad \text{Re}\, quirement = \frac{Booties \quad \text{Re}\, quirement}{Machine \quad Capacity}$$

$$For \quad Booties; \quad Mc \quad \text{Re}\, quirement = \frac{20{,}146}{18{,}850} = 1.07$$

$$For \quad Jumpsuit; \quad Mc \quad \text{Re}\, quirement = \frac{20{,}146}{18{,}850} = 1.07$$

โดยที่;

Machine requirement คือ จำนวนเครื่องจักรที่ต้องการใช้ในกระบวนการ

ดังนั้น จำนวนเครื่องทั้งหมดที่ต้องการคือ 2.14 เครื่อง จากข้อมูลยอดการผลิตที่มีแนวโน้มที่สูงขึ้น เพื่อรองรับการขยายกำลังการผลิตในอนาคตและเพียงพอที่จะรองรับปริมาณการผลิตสูงสุดที่พื้นที่การผลิตจะสามารถรองรับได้เท่ากับ 2,598,519 ชิ้นต่อสัปดาห์ ดังนั้นจึงตัดสินใจลงทุนในเครื่องซักและเครื่องอบอย่างละ 3 เครื่อง (สามารถซักได้ 8,078 ชิ้นต่อวัน หรือ 2,948,616 ชิ้นต่อปี)

2.1. เครื่องซักผ้า Model W4600H ราคา 1,080,000 บาทต่อ 1 เครื่อง (จากภาพที่ 3.13 ประกอบ) เครื่องซักผ้าสำหรับคลีนรูมนี้มีคุณสมบัติในการซักชุดคลีนรูมซึ่งมีไยผ้าพิเศษต่างจากผ้าทั่วไป โดยวัสดุทั้งภายในและภายนอกเครื่องที่ใช้ต้องเป็นสเตนเลส 100% (Stainless Steel Panels) และไม่ก่อให้เกิดการกัดกร่อนภายในเนื้อวัสดุ และมีระบบในการซักต่างจากเครื่องซักผ้าทั่วไป คือ

- Extraction System
- Coin-meter (only W4280X, W4350X)
- Five compartment supply injector (only W4600X)
- Third water inlet valve (only W4600X)

และ Clarus Control ซึ่งเป็นระบบที่ผู้ใช้สามารถตั้งโปรแกรมเองได้ไว้ในหน่วยความจำของเครื่อง ซึ่งสำคัญมากกับการทดลองซักชุดในสภาวะต่างๆ และเก็บโปรแกรมนั้นไว้ โดยจำนวนเครื่องที่ใช้ทั้งหมด 3 เครื่อง รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 3,240,000 บาท

ภาพที่ 3.13
เครื่องซักผ้า
ที่มา: ฐานข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

2.2. เครื่องอบผ้า Model T41200 ราคา 420,000 บาทต่อ 1 เครื่อง (จากภาพที่ 3.14 ประกอบ) เครื่องอบผ้าสำหรับคลีนรูมนี้มีคุณสมบัติในการอบชุดคลีนรูมซึ่งมีไยผ้าพิเศษต่างจากผ้าทั่วไป โดยวัสดุทั้งภายในและภายนอกเครื่องที่ใช้ต้องเป็นสเตนเลส 100% (Stainless Steel Front และ Stainless Steel Drum) และไม่ก่อให้เกิดการกัดกร่อนภายในเนื้อวัสดุ และมีระบบในการอบต่างจากเครื่องอบผ้าทั่วไป คือ

- Frequency Controlled Motor
- Fresh air Intake
- Indicator Lamp for Finished Drying Cycle
- RMC (Residual Moisture Control)
- Sliding Door (Separate Data Sheet)
- Tilting Forward (Separate Data Sheet)
- Clarus Control ซึ่งเป็นระบบที่ผู้ใช้สามารถตั้งโปรแกรมเองได้ไว้ในหน่วยความจำของเครื่อง ซึ่งสำคัญมากกับการทดลองอบชุดในสภาวะต่างๆ และเก็บโปรแกรมนั้นไว้ โดยจำนวนเครื่องที่ใช้ทั้งหมด 3 เครื่อง รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 1,260,000 บาท

ภาพที่ 3.14
เครื่องอบผ้า
ที่มา: ฐานข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

2.3. เครื่องปิดผนึกถุงพลาสติกราคา 40,000 บาทต่อ 1 เครื่อง (จากภาพที่ 3.15 ประกอบ) จำนวนที่ใช้ทั้งหมด 1 เครื่อง คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 40,000 บาท รายละเอียดของเครื่องดังต่อไปนี้

- Model : Table Top Vacuum Packager (European Style Model)
- เครื่องปิดผนึกถุงระบบสุญญากาศ (Vacuum Sealer) แบบตั้งโต๊ะ ตัวเครื่องแบบยุโรป ทำจากสแตนเลสสตีล มีโปรแกรมการทำงานถึง 10 โปรแกรม พร้อม Functions การทำงาน 2 ระบบ Auto และ Manual เหมาะสำหรับใช้งานอุตสาหกรรมอาหาร ห้องแล็บ โรงพยาบาล และอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิคส์ เป็นต้น

ภาพที่ 3.15
เครื่องปิดผนึกถุงระบบสุญญากาศ
ที่มา: ฐานข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

2.4.ภาพที่ 3.16 โต๊ะสแตนเลสราคา 3,000 บาทต่อ 1 ตัว (จาก ภาพที่ 3.16 ประกอบ) จำนวนที่ใช้ทั้งหมด 6 ตัว คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 18,000 บาท รายละเอียดของเครื่องดังต่อไปนี้

- โต๊ะแสตนเลสชนิดทำด้วยแสตนเลสเกรด 304
- ขนาด 80 x 110 x 75 C.M. และมีโครงตลอดแนว
- ขนาดขา 38 ม.ม.

ภาพที่ 3.16

โต๊ะสแตนเลส

ที่มา: ฐานข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

2.5. รถเข็นสแตนเลส Model 314 ราคา 3,000 บาทต่อ 1 ตัว (จากภาพที่ 3.17 ประกอบ) จำนวนที่ใช้ทั้งหมด 2 ตัว คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 6,000 บาท รายละเอียดของเครื่องดังต่อไปนี้

- รถเข็นเอนกประสงค์ชนิดทำด้วยแสตนเลสแข็งแรง ทน รับงานหนัก
- แบบ 2 ชั้น
- ขนาด 40 X 60 X 86 ซ.ม.
- โครงสร้างเป็นท่อกลม ขนาด 1 นิ้ว (25 M.M.)
- ลูกซอย เป็นสแตนเลสเพลา ขนาด 4.5 M.M.
- ขอบ กันตก 15 C.M.
- ช่องว่างระหว่างเพลาแต่ละเส้น 4 C.M.
- ขนาดล้อ 2 นิ้ว (คู่พิเศษ) ดูรูปขนาย

- รับน้ำหนักได้ 200 กิโลกรัม
- แข็งแรงสวยงาม

ภาพที่ 3.17

รถเข็นสแตนเลส

ที่มา: ฐานข้อมูลบริษัทกรณีศึกษา

ตารางที่ 3.6

แสดงการสรุปค่าใช้จ่ายในการลงทุน

รายการ	จำนวน (ชุด)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวมทั้งหมด (บาท)
ค่าก่อสร้างห้องสะอาดระดับ 100 (Clean room Class 100)	1	5,739,466	5,739,466
เครื่องซักผ้า	3	1,080,000	3,240,000
เครื่องอบผ้า	3	420,000	1,260,000
เครื่องปิดผนึกถุงพลาสติก	1	40,000	40,000
โต๊ะ	6	3,000	18,000
รถเข็น	2	3,000	6,000
รวมเงินลงทุนทั้งหมด			10,303,466

ดังนั้น จากการการศึกษาความเป็นไปได้ของค่าใช้จ่ายในการลงทุนซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ ค่าอาคารเป็นเงิน 5,739,466 บาท และค่าเครื่องจักรรวมถึงอุปกรณ์ต่างๆ เป็นเงิน 4,564,000 เพื่อใช้ดำเนินการสร้างโรงทำความสะอาดชุดภายในโรงงาน

ดังแสดงในตารางที่ 3.6 จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในส่วนของด้านการก่อสร้างอาคารให้เป็นห้องสะอาดระดับ 100 คิดเป็นร้อยละ 56 ของจำนวนเงินลงทุนทั้งหมด

3.2.2.2 ต้นทุนแปรผัน

ต้นทุนแปรผันต่อรอบการซักของรองเท้าและชุดปฏิบัติการสำหรับห้องสะอาด โดยปริมาณการซักรองเท้าคลีนรูม 1 รอบ, ปริมาณการซัก 102 คู่ต่อรอบ และซักชุดปฏิบัติการสำหรับห้องสะอาด 1 รอบ, ปริมาณการซัก 102 ชุดต่อรอบ

ปริมาณการซักต่อรอบ (Lot size) คิดจาก ความจุ 60 kg ต่อหนึ่งรอบการซัก โดย 1 ชิ้นของชุดและรองเท้า 1 คู่มีน้ำหนัก 0.5 kg. ดังนั้น จึงได้ 120 ชิ้นหรือคู่ และเมื่อคิดที่อัตราการใช้กำลังการผลิต (Machine Utilization) ที่ 85% จะได้ปริมาณการซักต่อรอบที่ 102 ชิ้นต่อหนึ่งรอบ

$$\frac{Laundry \quad Load(kg) \times Mc \quad Utilization}{Laundry \quad Weight\left(kg/pcs\right)} = \frac{60kg \times 85\%}{0.5\,kg/pcs} = 102\,pcs/cycle$$

โดยที่ ;

Laundry Load (kg) คือ ความจุสูงสุดที่เครื่องจักรสามารถรับน้ำหนักได้ (หน่วยกิโลกรัม)

Laundry Weight (kg) คือ น้ำหนักของชุดที่ทำความสะอาด (หน่วยกิโลกรัมต่อชิ้น)

Machine Utilization คือ ประสิทธิภาพจากอัตราการใช้เครื่องจักร (หน่วยเปอร์เซนต์)

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโครงการ เป็นค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปเพื่อการดำเนินงานของโครงการ ต่อเนื่องตลอดอายุโครงการเป็นเวลา 10 ปี ดังตารางที่ 3.7 ประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

1. ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการทำความสะอาดชุดแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ โดยในที่นี้จะคิดจากส่วนของเครื่องซักผ้า โดยเครื่องซักผ้ากินไฟฟ้า 40.8 กิโลวัตต์ต่อเครื่อง ใช้งาน 45 นาทีต่อรอบการซัก มีปริมาณชุดที่เข้าไปซัก 51 ชุด (ชุดคลีนรูมและรองเท้า) ต่อรอบ ปริมาณราคาค่าไฟฟ้า 1.6 บาทต่อหน่วย (อัตราค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสำหรับธุรกิจขนาดใหญ่ซึ่งใช้ไฟฟ้าแรงดันตั้งแต่ 69 กิโลโวลต์ขึ้นไป) คิดเป็นเงิน 0.96 บาทต่อชุด และในส่วนของเครื่องอบผ้ากินไฟฟ้า 60 กิโลวัตต์ต่อเครื่อง ใช้งาน 45 นาทีต่อรอบการซัก มีปริมาณชุดที่เข้าไปซัก 51 ชุด (ชุดคลีนรูมและ

รองเท้า) ปริมาณราคาค่าไฟฟ้า 1.6 บาทต่อหน่วย คิดเป็นเงิน 1.41 บาทต่อชุด ดังนั้นค่าไฟที่ใช้ในการทำความสะอาดชุดทั้งหมด*คิดเป็นเงิน 2.37 บาทต่อชุด*

2. ค่าน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดชุด คือ โดยในที่นี้จะคิดจากส่วนของเครื่องซักผ้าเท่านั้น โดยเครื่องซักผ้าใช้น้ำ DI 600 ลิตรต่อรอบการซัก มีปริมาณชุดที่เข้าไปซัก 51 ชุด (ชุดคลีนรูมและรองเท้า) ต่อรอบ ปริมาณราคาค่าน้ำ 0.14 บาทต่อลิตร *คิดเป็นเงิน 1.65 บาทต่อชุด*

3. ค่าสารเคมีในการทำความสะอาดประกอบด้วย Clak Alfa และ S_100 OB โดย Clak Alfa ใช้ 140 กรัมต่อรอบการซักมีปริมาณชุดที่เข้าไปซัก 51 ชุด (ชุดคลีนรูมและรองเท้า) ต่อรอบ ปริมาณราคา Clak Alfa 500 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นเงิน 1.37 บาทต่อชุด และ S_100 OB ใช้ 130 กรัมต่อรอบการซักมีปริมาณชุดที่เข้าไปซัก 51 ชุด (ชุดคลีนรูมและรองเท้า) ต่อรอบ ปริมาณราคา S_100 OB 150 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นเงิน 0.38 บาทต่อชุด ดังนั้น ค่าสารเคมีที่ใช้ในการทำความสะอาดชุดทั้งหมด*คิดเป็นเงิน 1.75 บาทต่อชุด*

4. ค่าบรรจุภัณฑ์โดยใช้ PE bag 29 x 56" จำนวน 6 ชิ้นต่อรอบการซักมีปริมาณชุดที่เข้าไปซัก 51 ชุด (ชุดคลีนรูมและรองเท้า) ต่อรอบ ราคา PE bag 29 x 56" 1.29 บาทต่อชิ้น *คิดเป็นเงิน 0.15 บาทต่อชุด*

5. ค่าพนักงานปฏิบัติการมีการว่าจ้างพนักงานเพิ่มเติม คุณสมบัติจบการศึกษาตั้งแต่ ปวช.จำนวน 3 คน โดยค่าจ้างคิดเป็นรายวัน วันละ 303.5 บาทต่อวัน (รวมค่าจ้างล่วงเวลา) ทำงาน 50 นาทีต่อรอบ มีปริมาณชุดที่เข้าไปซัก 51 ชุด (ชุดคลีนรูมและรองเท้า) ต่อรอบ *คิดเป็นเงิน 1.24 บาทต่อชุด*

ตารางที่ 3.7

การสรุปค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

รายการ	จำนวนเงิน(บาทต่อชุด)
ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการทำความสะอาด	2.37
ค่าน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดชุด	1.65
ค่าสารเคมีในการทำความสะอาด	1.75
ค่าบรรจุภัณฑ์โดยใช้ PE bag 29x56"	0.15
ค่าพนักงานปฏิบัติการมีการว่าจ้างพนักงานเพิ่มเติม	1.24
รวม	7.16

ดังนั้นจากการการศึกษาความเป็นไปได้ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการซึ่งประกอบด้วย 5ส่วนหลักๆ คือ ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ค่าสารเคมี ค่าบรรจุภัณฑ์ และค่าพนักงานปฏิบัติการ เพื่อใช้ดำเนินการทำความสะอาดชุดและรองเท้าคลีนรูม สรุปดังตารางที่ 3.7 ซึ่งจะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในส่วนค่าไฟฟ้านั้น จะสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 33 ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งหมด ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อผลประโยชน์ที่จะได้รับ ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการในกรณีที่ค่าไฟฟ้า มีการเปลี่ยนแปลง