



## บทที่ 3

## การศึกษาด้านวิศวกรรม

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการลงทุนของโครงการ ในด้านของการตลาดผลปรากฏออกมาว่า มีความเป็นไปได้เนื่องจากลักษณะแนวโน้มของอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้น และมีความสมดุลกันระหว่างอุปสงค์และอุปทาน ดังนั้นในขั้นตอนต่อไปจึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ความสามารถของโครงการในการผลิตผลิตภัณฑ์ให้ได้ปริมาณที่สอดคล้องกับผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการตลาด โดยเลือกเทคโนโลยีการผลิตให้มีความเหมาะสมที่สุด ด้วยการพิจารณาเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ รายละเอียดของกระบวนการผลิต ขนาดกำลังการผลิต เครื่องจักรกลและอุปกรณ์การผลิต วัตถุดิบ สถานที่ตั้งโรงงาน รวมทั้งการสาธารณสุขภาค เพื่อให้ทราบถึงต้นทุนการผลิต

จากการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการด้านวิศวกรรมนี้ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

#### คุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์

โครงการจะทำการผลิตผ้าดีส์เบอร์กทั้งหมด 88 รูปแบบด้วยกัน โดยจะทำการผลิต 2 เกรด คือ เกรด P และเกรด M ซึ่งจะทำการผลิตให้ได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.97-2517 โดยในตารางที่ 3.1 แสดงถึงขนาดระบุและมวลต่อชุดของผลิตภัณฑ์ และแสดงมาตรฐานคุณสมบัติทางกลในตารางที่ 3.2 นอกจากนี้ในภาคผนวก ข จะมีภาพแสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ในแต่ละรูปแบบ

ตารางที่ 3.1 ขนาดระบุและมวลต่อชุดของผ้าดิสค์เบรกในแต่ละชนิด

ลำดับที่	รหัสสินค้า	ขนาดระบุ (ซม.) (กว้าง*ยาว*หนา)	ปริมาตรเนื้อ ผ้าเบรก(ซม <sup>3</sup> .)	มวลต่อชุด (กิโลกรัม)
1	A-233WK	12.7*5.5*1.65	52.5	0.3885
2	A-97K	12.9*5.6*1.55	63.8	0.4721
3	A-49K	13.1*5.0*1.50	52.0	0.3848
4	A-135K	13.8*5.4*1.55	69.5	0.5143
5	A-22K	7.7*6.9*1.50	38.5	0.2849
6	A-127K	13.0*4.8*1.70	41.2	0.3049
7	A-150K	12.9*5.0*1.35	42.0	0.3108
8	A-149K	9.8*3.5*1.60	26.5	0.1961
9	A-100WK	11.2*4.7*1.50	39.15	0.2897
10	A-137WK	12.5*4.8*1.53	49.0	0.3626
11	A-248WK	13.1*5.2*1.65	57.2	0.4233
12	A-211WK	12.4*4.8*1.50	45.5	0.3367
13	A-308WK	14.0*5.3*1.85	63.0	0.4662
14	A-111WK	11.6*4.6*1.50	34.65	0.2564
15	A-107K	10.7*3.9*1.60	33.0	0.2442
16	A-71K	6.1*5.7*1.50	24.5	0.1813
17	A-37K	5.7*5.5*1.45	22.5	0.1665
18	A-107WK	10.5*4.1*1.60	35.0	0.2590
19	AN-327WK	9.7*3.8*1.65	27.45	0.2031
20	A-252WK	13.0*4.8*1.60	50.6	0.3744
21	A-88K	11.7*4.7*1.45	44.0	0.3256
22	A-277WK	12.3*4.7*1.60	45.5	0.3367

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสสินค้า	ขนาดระบุ (ซม.) (กว้าง*ยาว*หนา)	ปริมาตรเนื้อ ผ้าเบรก(ซม <sup>3</sup> .)	มวลต่อชุด (กิโลกรัม)
23	A-280WK	10.1*3.5*1.50	29.0	0.2146
24	A-77K	12.8*5.2*1.54	45.45	0.3363
25	A-80K	10.6*5.0*1.40	40.0	0.2960
26	A-113K	11.9*4.8*1.50	44.5	0.3293
27	A-23K	7.9*5.6*1.50	29.0	0.2146
28	A-12K	6.3*6.6*1.42	25.2	0.1865
29	A-72K	10.7*4.6*1.40	32.0	0.2368
30	A-102K	11.1*4.9*1.50	43.0	0.3182
31	A-236K	11.9*5.3*1.50	48.0	0.3552
32	A-222WK	10.7*4.2*1.50	31.5	0.2331
33	A-74K	12.8*5.0*1.35	28.8	0.2131
34	A-303WK	12.1*6.9*1.50	49.05	0.3630
35	A-50K	10.9*6.5*1.53	47.5	0.3515
36	A-38K	7.7*6.0*1.45	32.0	0.2368
37	A-109K	10.7*4.6*1.50	41.0	0.3034
38	A-110WK	12.77*5.2*1.55	54.0	0.3996
39	A-312WK	12.5*5.1*1.60	46.55	0.3445
40	A-314K	9.8*4.4*1.45	25.075	0.1856
41	A-86K	11.2*4.7*1.45	42.5	0.3145
42	A-129K	11.2*4.2*1.50	35.5	0.2627
43	A-131K	12.5*4.1*1.50	35.5	0.2627
44	A-273WK	10.4*4.1*1.50	35.5	0.2627



ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสสินค้า	ขนาดระบุ (ซม.) (กว้าง*ยาว*หนา)	ปริมาตรเนื้อ ผ้าเบรค(ซม <sup>3</sup> .)	มวลต่อชุด (กิโลกรัม)
45	A-216K	7.8*6.1*1.35	28.35	0.2098
46	A-41K	10.7*3.7*1.40	27.9	0.2065
47	A-93K	9.45*4.5*1.40	30.6	0.2264
48	A-208WK	9.0*6.5*1.50	39.0	0.2886
49	A-298WK	9.2*6.5*1.50	39.0	0.2886
50	A-76K	10.7*4.7*1.40	37.8	0.2797
51	A-62K	10.7*4.6*1.60	40.0	0.2960
52	A-116K	9.9*4.6*1.50	20.3	0.1502
53	A-249WK	12.8*5.1*1.50	50.5	0.3737
54	A-133K	13.3*5.2*1.55	55.0	0.4070
55	A-96K	13.3*4.7*1.55	51.5	0.3811
56	GD-533	6.3*5.5*1.425	23.13	0.1712
57	FDB167	7.8*6.7*1.50	32.73	0.2422
58	FDB29	10.9*3.9*1.75	37.68	0.2788
59	FDB22	10.9*3.9*1.00	15.70	0.1162
60	FDB270	10.0*6.2*1.80	45.63	0.3767
61	FDB428	10.5*5.8*1.77	47.97	0.3550
62	FDB201	5.4*6.5*1.77	24.57	0.1818
63	FDB126	9.9*8.2*1.55	61.82	0.4575
64	FDB317	12.5*6.5*1.66	60.25	0.4558
65	GD549	7.9*6.4*1.35	38.59	0.2856
66	FDB192	7.6*6.6*1.65	41.40	0.3064



ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสสินค้า	ขนาดระบุ (ซม.) (กว้าง*ยาว*หนา)	ปริมาตรเนื้อ ผ้าเบรค(ซม <sup>3</sup> .)	มวลต่อชุด (กิโลกรัม)
67	FDB303	9.5*5.0*1.70	44.46	0.3290
68	FDB622	9.5*5.3*1.7	35.00	0.2590
69	FDB296	12.5*3.9*1.625	19.91	0.1473
70	FDB163	9.0*7.1*1.90	58.32	0.4316
71	FDB256	15.8*5.8*1.95	71.47	0.5289
72	FDB577	15.2*6.2*1.80	56.75	0.4200
73	FDB578	12.2*4.5*1.60	28.60	0.2116
74	FDB11	7.7*7.0*1.50	37.40	0.2768
75	FDB2	6.2*5.6*1.50	29.21	0.2162
76	FDB243	9.0*7.4*1.75	63.25	0.4681
77	FDB415	10.8*6.0*1.935	57.01	0.4219
78	FDB328	6.2*5.5*1.35	18.54	0.1372
79	FDB320	9.5*5.0*1.70	47.71	0.3531
80	FDB354	11.5*5.9*1.75	73.29	0.5423
81	FDB42	7.8*6.5*1.70	40.38	0.2988
82	FDB71	6.8*5.5*1.64	31.92	0.2362
83	FDB142	9.0*7.1*1.90	59.74	0.4421
84	FDB393	9.0*3.8*1.20	43.81	0.3242
85	FDB430	11.0*8.5*1.77	42.77	0.3165
86	FDB540	9.5*4.9*1.90	43.20	0.3197
87	FDB541	8.7*5.3*1.50	32.34	0.2393
88	FDB85	7.8*6.2*1.42	35.55	0.2631

ตารางที่ 3.2 มาตรฐานของการทดสอบคุณสมบัติทางกลของผ้าดิสค์เบรก

อุณหภูมิสูงสุดที่ใช้ทดสอบ องศาเซลเซียส	สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	อัตราการสึกสูงสุด
100	0.25-0.60	5.0
150	0.25-0.60	7.5
200	0.25-0.60	10.0
250	0.25-0.60	20.0
300	0.25-0.60	35.0
350	0.20-0.60	70.0

#### กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของชุดเบรกรถยนต์ สามารถแบ่งขั้นตอนในการผลิตได้เป็น สองส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนที่เป็นงานเหล็ก (Backing Plate) ซึ่งเป็นส่วนของแผ่นเหล็กที่นำมาปิดข้างหลังของเนื้องาน โดยในส่วนนี้จะทำการสั่งทำจากโรงงานเหล็กตามแบบที่ต้องการ เมื่อได้รับแผ่นเหล็กนี้จะต้องนำมาทำการตรวจสอบก่อน จากนั้นนำไปยังเครื่องยิงทรายเพื่อทำความสะอาดและช่วยเพิ่มเนื้อที่ในการติดกาทำให้แผ่นเหล็กกับเนื้องานติดกันได้ดีมากขึ้นและนำไปตากาว ซึ่งใช้ Liquid Resin และนำไปตั้งทิ้งไว้สักครู่เพื่อรอนำไปประกบกับเนื้องาน

2. ส่วนที่เป็นเนื้องาน เมื่อทำการซึ้หน้าหนักของวัตถุดิบตามสูตรที่กำหนดแล้วนำมาใส่ลงในเครื่องผสมสารหรือ MIXER โดยจะใส่สารที่ละตัวไปไม่นำมาใส่พร้อมกันจากนั้นนำสารที่ผ่านการผสมตามสูตรไปยังเครื่องอัดขึ้นรูปหรือนำไป PREFORM ตามแบบแม่พิมพ์ และเมื่อผ่านกรรมวิธีนี้จะได้นื่องานออกมาที่มีความผิดและเหนียว

เมื่อได้สองส่วนนี้แล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ นำส่วนที่เป็นแผ่นเหล็ก (Backing Plate) และส่วนเนื้องาน นำมาประกบกันโดยจะมีแม่พิมพ์ของงานมาบล็อกไว้ให้ประกบกันได้รูปร่างที่ต้องการ โดยใช้เครื่องอัดความร้อน ซึ่งขั้นตอนนี้ เรียกว่า Heat Press และหลังจากการทำ Heat Press ในแต่ละครั้งก่อนที่จะทำการใส่วัตถุดิบลงไปใหม่จะต้องมีการพ่นสาร โพลีเอทาลีนอีโมชั้นที่แม่พิมพ์ก่อนทุกครั้ง เพื่อทำความสะอาด

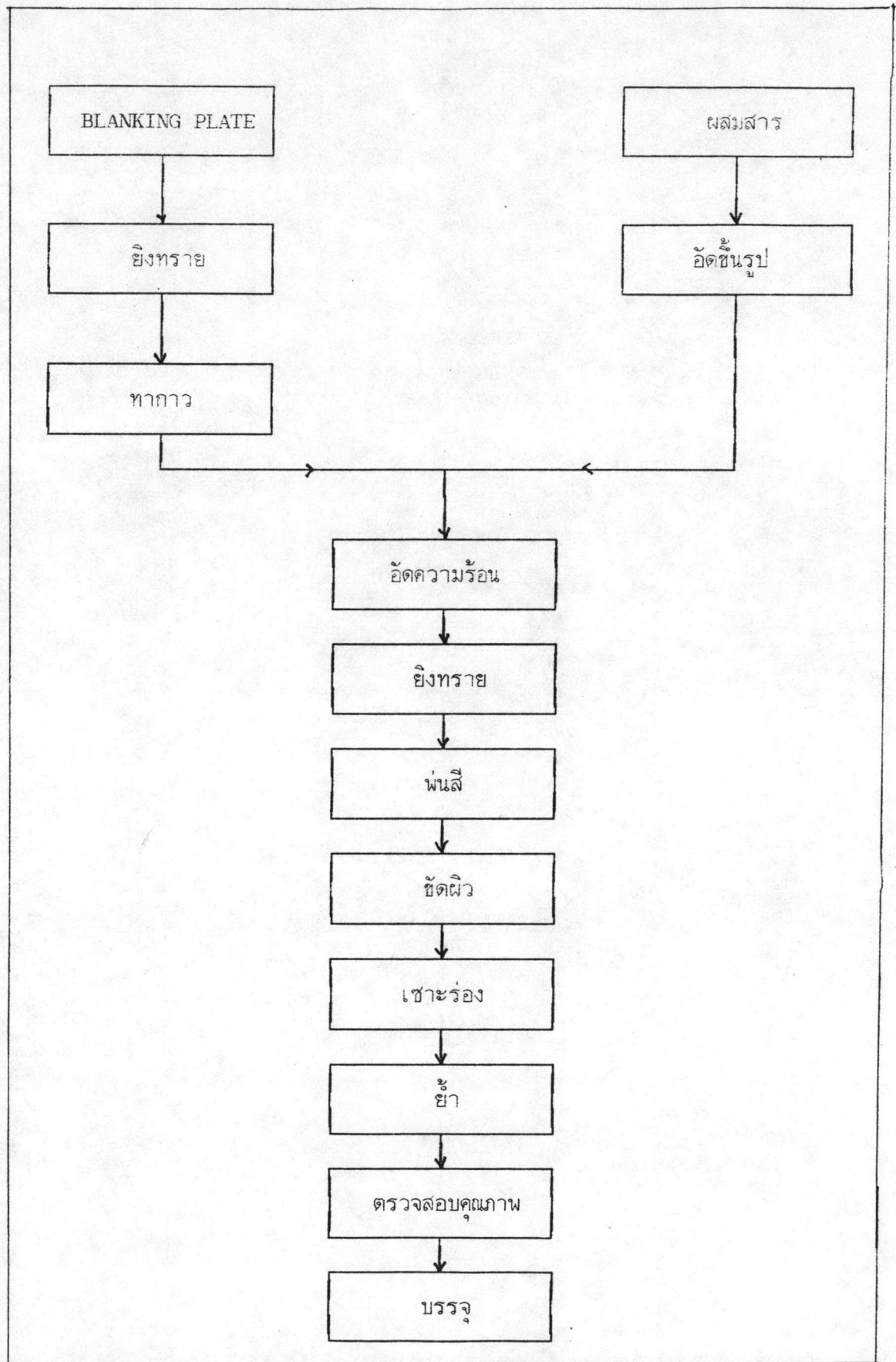
จากชิ้นงานที่ได้จะต้องผ่านการยิงทรายอีกครั้งหนึ่งเพื่อเป็นการทำความสะอาด และนำไปยังเครื่องขัดผิวหน้าเพื่อทำการขัดผิวหน้าให้สะอาดและสวยงามและทำการพ่นสี จากนั้นจะทำการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง ในลักษณะของชุดเบรกรถยนต์ในแต่ละชนิดนั้นบางชนิดจะต้องมีการเซาะร่องซึ่งต้องนำไปยังเครื่องเซาะร่อง และนำไปตกแต่งโดยการตัดขอบและทำการตรวจสอบแล้วนำมาทำการย้ายยึดตัวกิปเปอร์ที่ผ่านการตรวจสอบมาแล้ว เพื่อเพิ่มความแน่นและความแข็งแรงของชิ้นงาน และในขั้นตอนนี้สุดท้ายก็คือการประทับตราผลิตภัณฑ์และนำมาทำการบรรจุลงในกล่อง โดยชุดเบรกรถยนต์ 1 ชุดนั้น จะมีชิ้นงานอยู่ 4 ชิ้นด้วยกัน แล้วนำไปเก็บเข้าคลังเพื่อรอการจำหน่าย เทน้อสิ่งอื่นใดก็คือ ผู้ผลิตจะต้องทำการทดสอบคุณสมบัติทางกลให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ มอก.97-2517 โดยกระบวนการผลิตที่กล่าวมานี้แสดงได้ดังรูปที่ 3.1

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพจะทำการตรวจสอบในเรื่องของ ความถ่วงจำเพาะ การทดสอบแรงเฉียร์ และ การทดสอบความเสียด (Friction Test) ซึ่งจะมีการตรวจสอบคุณภาพระหว่างการผลิตและหลังการผลิต โดยจะทำการสุ่มตัวอย่างชิ้นงานมา 2 ชิ้น

### กำลังการผลิตและโปรแกรมการผลิต

จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการตลาด ทำให้ทราบถึงกำลังการผลิตของโครงการนี้มีค่าเท่ากับ 3,000 ชิ้นต่อวัน หรือมีค่าเท่ากับ 216,000 ชุดต่อปี โดยในปีแรกจะทำการผลิต 50% ของปริมาณผลิตภัณฑ์ทั้งหมด และ 75% ในปีที่ 2 และในอีกสามปีต่อไปจะทำการผลิต 90% ของกำลังการผลิต (อายุของโครงการ 5 ปี) สำหรับรูปแบบที่จะทำการผลิตในปีแรก จะทำการผลิต 50 รูปแบบ และทำการผลิตเพิ่มอีก 20 รูปแบบในปีที่ 2 หลังจากนั้นจะทำการผลิตครบรูปแบบตลอดอายุโครงการ ทั้งนี้จะต้องสอดคล้องกับความต้องการทางการตลาด และเทคนิคทางการผลิต ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3.3





รูปที่ 3.1

ขั้นตอนการผลิต

## ตารางที่ 3.3 โปรแกรมการผลิตของโครงการ

หน่วย : ชุดต่อปี

ลำดับ	รหัสสินค้า	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3-5	
		เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M
1	A-233WK	2280	1350	3310	1755	3928	1973
2	A-97K	1270	840	1800	1000	2115	1057
3	A-49K	1860	1240	2675	1580	3176	1763
4	A-135K	7460	3930	11075	5620	13248	6606
5	A-22K	5575	-	8260	-	9864	-
6	A-127K	10560	5490	15730	7962	18832	9425
7	A-150K	1600	-	2300	-	2712	-
8	A-149K	2000	1240	2900	1580	3435	1762
9	A-100WK	2000	1240	2900	1580	3435	1762
10	A-137WK	3765	2120	5540	2900	6606	3347
11	A-248WK	6900	3680	10240	5250	12243	6166
12	A-211WK	850	990	1160	1215	1356	1322
13	A-308WK	490	840	620	995	705	1057
14	A-111WK	725	750	990	850	1145	881
15	A-107K	1365	940	1945	1140	2290	1233
16	A-71K	630	550	840	550	969	528
17	A-37K	580	-	770	-	881	-
18	A-107WK	340	500	405	480	440	440
19	AN-327WK	875	650	1208	700	1409	705
20	A-252K	340	550	405	550	440	528

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

หน่วย : ชุดต่อปี

ลำดับ	รหัสสินค้า	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3-5	
		เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M
21	A-88K	780	550	1060	550	1233	528
22	A-277WK	-	790	-	920	-	969
23	A-77K	680	550	915	550	1057	528
24	A-80K	1070	-	1505	-	1762	-
25	A-113K	1070	750	1505	850	1762	881
26	A-23K	1070	-	1505	-	1762	-
27	A-72K	1270	-	1800	-	2114	-
28	A-102K	680	-	770	-	881	-
29	A-236K	980	750	1360	850	1586	881
30	A-222WK	580	-	770	-	881	-
31	A-74K	580	-	770	-	881	-
32	A-303WK	-	750	-	850	-	881
33	A-38K	1070	-	1505	-	1762	-
34	A-109K	960	650	1330	700	1552	705
35	A-110WK	915	650	1270	700	1480	705
36	A-86K	580	-	770	-	881	-
37	A-129K	390	450	475	410	528	352
38	A-216K	340	500	405	480	440	440
39	A-93K	580	450	770	410	881	352
40	A-208WK	-	750	-	850	-	881



ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

หน่วย : ชุดต่อปี

ลำดับ	รหัสสินค้า	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3-5	
		เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M
41	A-298WK	-	750	-	850	-	881
42	FDB29	1070	-	1505	-	1762	-
43	FDB192	580	-	770	-	881	-
44	FDB303	784	1040	1210	1290	1410	1410
45	A-96K	580	-	770	-	881	-
46	FDB22	580	-	770	-	881	-
47	FDB270	290	650	330	700	352	706
48	FDB428	340	534	405	540	440	512
49	FDB11	580	-	770	-	881	-
50	FDB2	580	-	770	-	881	-
51	FDB243	-	-	-	850	-	881
52	FDB415	-	-	-	850	-	881
53	FDB320	-	-	-	700	-	706
54	FDB42	-	-	770	-	881	-
55	FDB71	-	-	770	-	881	-
56	FDB142	-	-	-	850	-	881
57	FDB393	-	-	-	850	-	881
58	FDB430	-	-	-	850	-	881
59	FDB85	-	-	770	-	881	-
60	FDB296	-	-	-	850	-	881

## ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

หน่วย : ชุดต่อปี

ลำดับ	รหัสสินค้า	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3-5	
		เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M
61	FDB163	-	-	330	480	352	440
62	GD-549	-	-	405	480	440	440
63	A-280WK	-	-	-	580	-	564
64	A-12K	-	-	475	-	528	-
65	A-131K	-	-	-	550	-	528
66	A-273WK	-	-	-	550	-	528
67	A-41K	-	-	475	-	528	-
68	A-76K	-	-	475	-	528	-
69	A-62K	-	-	475	-	528	-
70	A-116K	-	-	-	550	-	528
71	A-249WK	-	-	-	-	-	528
72	A-133K	-	-	-	-	528	-
73	GD-533	-	-	-	-	528	-
74	FDB167	-	-	-	-	528	-
75	FDB201	-	-	-	-	440	-
76	FDB126	-	-	-	-	-	528
77	FDB317	-	-	-	-	-	528
78	FDB622	-	-	-	-	-	528
79	FDB256	-	-	-	-	-	528
80	FDB577	-	-	-	-	-	528

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

หน่วย : ชุดต่อปี

ลำดับ	รหัสสินค้า	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3-5	
		เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M
81	FDB578	-	-	-	-	-	352
82	FDB328	-	-	-	-	-	528
83	FDB354	-	-	-	-	-	528
84	FDB540	-	-	-	-	-	528
85	FDB541	-	-	-	-	-	528
86	A-50K	-	-	-	-	352	-
87	A-312WK	-	-	-	-	-	352
88	A-314WK	-	-	-	-	-	265
รวม		70536	37464	105803	56197	126963	67337
		108,000		162,000		194,400	

จากตารางที่ 3.3 จะเห็นได้ว่าปริมาณการผลิตในปีแรกมีค่าเท่ากับ 108,000 ชุด ปีที่ 2 เท่ากับ 162,000 ชุด และปีที่ 3-5 มีค่าเท่ากับ 194,400 ชุด ดังนั้นจากการศึกษาความต้องการทางการตลาดภายในประเทศจะเห็นได้ว่า ส่วนแบ่งทางการตลาดของโครงการนี้มีมูลค่าโดยประมาณเท่ากับ ร้อยละ 15.5 ในปีแรก และร้อยละ 24.0 ในปีต่อมา



## วัตถุดิบ

ในการผลิตชุดเบรกรถยนต์ในโครงการนี้จะทำการผลิตด้วยกัน 2 เกรดคือเกรด M และเกรด P ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกรดของวัตถุดิบที่ใช้ทำการผลิต โดยใช้เทคนิคในการผลิตที่เหมือนกัน ทั้งเวลาในการ Heat Press อุณหภูมิที่ใช้และความดัน

วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตชุดเบรกรถยนต์ มีอยู่ สองส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนที่เป็นเหล็ก (BACKING PLATE) ในส่วนนี้จะทำการสั่งทำจากโรงงานเหล็ก ตามรูปแบบแม่พิมพ์ที่กำหนด โดยทั้ง 2 เกรดจะใช้เหล็กที่เหมือนกัน

2. ส่วนที่เป็นเนื้อผ้าเบรก ซึ่งสามารถแบ่งตามคุณสมบัติของสารดังนี้คือ

1) แอสเบสตอส (ASBESTOS) โดยในส่วนนี้จะมีหน้าที่เป็นเบรกหรือส่วนของเนื้อเบรก ซึ่งมีหลายชนิดและหลายเกรดด้วยกัน โดยในโครงการนี้เกรด P จะใช้ 7D-3 สำหรับเกรด M ใช้ 7M

2) ฟิโนลิก เรซิน (POWDER PHENOLIC RESIN) ซึ่งมีหน้าที่เป็นตัวประสาน โดยสารชนิดนี้ถ้าหากใช้กับผ้าเบรกรถยนต์ธรรมดาทั่วไป หรือเกรด P จะใช้ฟิโนลิก เรซิน ชนิด PGA-2470 JIA 5956-01 แต่ถ้าใช้กับผ้าเบรกรถยนต์ชนิดที่จะใช้งานหนัก (Heavy Duty) หรือเกรด M จะใช้ชนิด PGA-2473 JIA 5874

3) ฟิลเลอร์ (FILLER) เป็นสารช่วยเร่งปฏิกิริยาและยังเป็นตัวประสานทำให้ส่วนผสมต่าง ๆ เข้ากันเป็นเนื้อเดียว ซึ่งจะใช้ฟิลเลอร์ตัว CANADIAN BARITE (Barytes W-125)

4) ฟริคชันดิสท์ (FRICTION DIST) ทำหน้าที่เป็นตัวยึด ช่วยเพิ่มความฝืด ความแข็งให้กับผ้าเบรก โดยใช้ COLLAN 10A ซึ่งเป็นตัวที่นิยมใช้ ทำมาจากเปลือกเม็ดมะม่วงหิมพานต์บด โดยต้องทำการสั่งซื้อจากประเทศ ฟิลิปปินส์และสหรัฐอเมริกา

5) อลูมิเนียมผง (ALMINIUM OXIDE ANHYDEROUS) เป็นตัวระบายความร้อน

6) เหล็กฟรูน (SPONGE IRON POWDER)

7) เหล็กฝอยที่มีคาร์บอนต่ำ (LOW CARBON STEEL WOOL) ขนาดไม่เกิน 3 มม.

8) RUBBER PARTICLES เช่น เศษยางรถยนต์

9) ฝุ่นสีต่าง ๆ โดยจะใช้ AMORPHOUS GRAPHITE เป็นตัวกำหนดสีผ้าเบรก

เนื่องจากการผลิตให้ได้ผลิตภัณฑ์ 1 ชุดของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดนั้น จะใช้แผ่นเหล็กหรือ Blanking Plate จำนวน 4 แผ่น และแผ่นเหล็กนี้จะมีรูปแบบที่ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ซึ่งในส่วนี้จะทำการสั่งทำจากโรงงานเหล็กโดยเฉพาะตามรูปแบบที่กำหนด โดยในตารางที่ 3.4 จะแสดงถึงปริมาณของแผ่นเหล็กที่ต้องใช้ในโปรแกรมการผลิต สำหรับวัตถุดิบในส่วนของเนื้อสาร ในการผลิตผลิตภัณฑ์ 1 ชุดของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดนั้นจะใช้น้ำหนักของเนื้อสารที่แตกต่างกัน แต่น้ำหนักของเนื้อสารผ้าเบรคทั้งสองเกรดจะมีค่าที่เท่ากัน โดยในตารางที่ 3.5 จะแสดงค่าน้ำหนักของเนื้อสารของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดต่อชุด และปริมาณของวัตถุดิบส่วนที่เป็นเนื้อผ้าเบรคที่ต้องจัดหาให้สอดคล้องกับโปรแกรมการผลิต

ตารางที่ 3.4 ปริมาณแผ่นเหล็กที่จะใช้ในโปรแกรมการผลิต

หน่วย: ชิ้นต่อปี

ลำดับ	รหัสสินค้า	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3-5
1	A-233WK	14520	20260	23604
2	A-97K	8440	11200	12688
3	A-49K	12400	17020	19756
4	A-135K	45560	66780	79416
5	A-22K	22300	33040	39456
6	A-127K	64200	94768	113028
7	A-150K	6400	9200	10848
8	A-149K	12960	17920	20788
9	A-100WK	12960	17920	20788
10	A-137WK	23540	33760	39812
11	A-248WK	42320	61960	73636

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

หน่วย : ล้านบาท

ลำดับ	รหัสสินค้า	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3-5
12	A-211WK	7360	9500	10712
13	A-308WK	5320	6460	7048
14	A-111WK	5900	7360	8104
15	A-107K	9220	12340	14092
16	A-71K	4720	5560	5988
17	A-37K	2320	3080	3524
18	A-107WK	3360	3540	3520
19	AN-327WK	6100	7623	8456
20	A-252K	3560	3820	3872
21	A-88K	5320	6440	7044
22	A-277WK	3160	3680	3876
23	A-77K	4920	5860	6340
24	A-80K	4280	6020	7048
25	A-113K	7280	9420	10572
26	A-23K	4280	6020	7048
27	A-72K	5080	7200	8456
28	A-102K	2720	3800	3524
29	A-236K	6920	8840	9868
30	A-222WK	2320	3080	3524
31	A-74K	2320	3080	3524
32	A-303WK	3000	3400	3524



ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

หน่วย : ชิ้นต่อปี

ลำดับ	รหัสสินค้า	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3-5
33	A-38K	4280	6020	7048
34	A-109K	6440	8120	9028
35	A-110WK	6260	7880	8740
36	A-86K	2320	3080	3524
37	A-129K	3360	3540	3520
38	A-216K	3360	3540	3520
39	A-93K	4120	4720	4932
40	A-208WK	3000	3400	3524
41	A-298WK	3000	3400	3524
42	FDB29	4280	6020	7048
43	FDB192	2320	3080	2112
44	FDB303	7660	10000	11280
45	A-96K	2320	3080	3524
46	FDB22	2320	3080	3524
47	FDB270	3760	4120	4232
48	FDB428	3440	3780	3808
49	FDB11	2320	3080	3524
50	FDB2	2320	3080	3524
51	FDB243	-	3400	3524
52	FDB415	-	3400	3524
53	FDB320	-	2800	2824

## ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

หน่วย : พันต่อปี

ลำดับ	รหัสสินค้า	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3-5
54	FDB42	-	3080	3524
55	FDB71	-	3080	3524
56	FDB142	-	3400	3524
57	FDB393	-	3400	3524
58	FDB430	-	3400	3524
59	FDB85	-	3080	3524
60	FDB296	-	-	3524
61	FDB163	-	-	3168
62	GD-549	-	3540	2110
63	A-280WK	-	2320	2256
64	A-12K	-	1900	2112
65	A-131K	-	2200	2112
66	A-273WK	-	2200	2112
67	A-41K	-	1900	2112
68	A-76K	-	1900	2112
69	A-62K	-	1900	2112
70	A-116K	-	2200	2112
71	A-249WK	-	-	2112
72	A-133K	-	-	2112
73	GD-533	-	-	2112
74	FDB167	-	-	2112

## ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

หน่วย : ชิ้นต่อปี

ลำดับ	รหัสสินค้า	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3-5
75	FDB201	-	-	1760
76	FDB126	-	-	2112
77	FDB317	-	-	2112
78	FDB622	-	-	2112
79	FDB256	-	-	2112
80	FDB577	-	-	2112
81	FDB578	-	-	1408
82	FDB328	-	-	2112
83	FDB354	-	-	2112
84	FDB540	-	-	2112
85	FDB541	-	-	2112
86	A-50K	-	-	1408
87	A-312WK	-	-	1408
88	A-314WK	-	-	1060
รวม		432000	648000	777600

จากตารางที่ 3.4 แสดงปริมาณของวัตถุดิบส่วนที่เป็นเหล็กนั้นก็คือ แผ่น BACKING PLATE สำหรับโปรแกรมการผลิต ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าปริมาณที่จะต้องใช้ในโปรแกรมการผลิตในปีที่ 1 ,ปีที่ 2 และปีที่ 3-5 นี้คือ 432,000 , 648,000 และ 777,600 แผ่น ตามลำดับ



ตารางที่ 3.5 ปริมาณของวัตถุดิบในส่วนที่เป็นเนื้อผ้าเบรกสำหรับโปรแกรมการผลิต

หน่วย : กิโลกรัม

ลำดับ	รหัสสินค้า	มวลต่อชุด	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3-5	
			เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M
1	A-233WK	0.3885	885.78	524.48	1285.94	681.82	1526.03	766.51
2	A-97K	0.4721	599.57	396.56	849.78	472.10	998.49	499.01
3	A-49K	0.3848	715.73	477.15	1029.34	607.98	1222.12	678.40
4	A-135K	0.5143	3836.68	2021.20	5695.87	2890.37	6813.45	3397.47
5	A-22K	0.2849	1588.32	-	2353.27	-	2810.25	-
6	A-127K	0.3049	3219.74	1673.90	4796.08	2427.61	5741.88	2873.68
7	A-150K	0.3108	497.28	-	714.84	-	842.89	-
8	A-149K	0.1961	392.20	243.16	568.69	309.84	673.60	345.53
9	A-100WK	0.2897	579.40	359.23	840.13	457.73	995.12	510.45
10	A-137WK	0.3626	1365.19	768.71	2008.80	1051.54	2395.34	1213.62
11	A-248WK	0.4233	2920.77	1557.74	4334.59	2222.33	5182.46	2610.07
12	A-211WK	0.3367	286.20	333.33	390.57	409.09	456.57	445.12
13	A-308WK	0.4662	228.44	391.61	289.04	463.87	328.67	492.77
14	A-111WK	0.2564	185.89	192.30	253.84	217.94	293.58	225.89
15	A-107K	0.2442	333.33	229.55	474.97	278.39	559.22	301.10
16	A-71K	0.1813	114.22	99.72	152.29	99.72	175.68	95.73
17	A-37K	0.1665	96.57	-	128.21	-	146.69	-
18	A-107WK	0.2590	88.06	129.50	104.90	124.32	113.96	113.96
19	AN-327WK	0.2031	177.71	132.02	245.34	142.17	286.17	143.19
20	A-252K	0.3744	127.30	205.92	151.63	205.92	164.74	197.68

## ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

หน่วย : กิโลกรัม

ลำดับ	รหัสสินค้า	มวลต่อชุด	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3-5	
			เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M
21	A-88K	0.3256	253.97	179.08	345.14	179.08	401.46	171.92
22	A-277WK	0.3367	-	265.99	-	309.76	-	326.26
23	A-77K	0.3363	228.68	184.97	307.71	184.97	355.47	177.57
24	A-80K	0.2960	316.72	-	445.48	-	521.55	-
25	A-113K	0.3293	352.35	246.98	495.60	279.91	580.23	290.11
26	A-23K	0.2146	229.62	-	322.97	-	378.13	-
27	A-72K	0.2368	300.74	-	426.24	-	500.60	-
28	A-102K	0.3182	216.38	-	245.01	-	280.33	-
29	A-236K	0.3552	348.10	266.40	483.07	301.92	563.35	312.93
30	A-222WK	0.2331	135.20	-	179.40	-	205.36	-
31	A-74K	0.2131	123.60	-	164.09	-	187.74	-
32	A-303WK	0.3630	-	272.25	-	308.55	-	319.80
33	A-38K	0.2368	253.38	-	356.38	-	417.24	-
34	A-109K	0.3034	291.26	323.12	403.52	212.38	470.88	213.90
35	A-110WK	0.3996	365.63	507.49	507.49	279.72	591.41	281.72
36	A-86K	0.3145	182.41	-	242.17	-	277.07	-
37	A-129K	0.2627	102.45	118.22	124.78	107.71	138.71	92.47
38	A-216K	0.2098	71.33	104.90	84.97	100.70	92.31	92.31
39	A-93K	0.2264	131.31	101.88	174.33	92.82	199.46	79.69

## ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

หน่วย : กิโลกรัม

ลำดับ	รหัสสินค้า	มวลต่อชุด	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3-5	
			เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M
40	A-208WK	0.2886	-	216.45	-	245.31	-	254.26
41	A-298WK	0.2886	-	216.45	-	245.31	-	254.26
42	FDB29	0.2788	298.32	-	419.59	-	491.25	-
43	FDB192	0.3064	177.71	-	235.93	-	269.94	-
44	FDB303	0.3290	287.88	342.16	398.09	424.41	463.89	463.89
45	A-96K	0.3811	221.04	-	293.45	-	335.75	-
46	FDB22	0.1162	67.40	-	89.47	-	102.37	-
47	FDB270	0.3377	97.93	219.51	111.44	236.39	118.87	238.42
48	FDB428	0.3550	120.70	189.57	143.78	191.70	156.20	181.76
49	FDB11	0.2768	160.54	-	213.14	-	243.86	-
50	FDB2	0.2162	125.40	-	166.47	-	190.47	-
51	FDB243	0.4681	-	-	-	397.89	-	412.40
52	FDB415	0.4219	-	-	-	358.62	-	371.69
53	FDB320	0.3531	-	-	-	247.17	-	249.29
54	FDB42	0.2988	-	-	230.08	-	263.24	-
55	FDB71	0.2362	-	-	181.87	-	208.09	-
56	FDB142	0.4421	-	-	-	375.79	-	389.49
57	FDB393	0.3242	-	-	-	275.57	-	285.62
58	FDB430	0.3165	-	-	-	269.03	-	278.84
59	FDB85	0.2631	-	-	202.59	-	231.79	-



## ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

หน่วย : กิโลกรัม

ลำดับ	รหัสสินค้า	มวลต่อชุด	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3-5	
			เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M
60	FDB296	0.1473	-	-	-	125.21	-	129.77
61	FDB163	0.4316	-	-	142.43	207.17	151.92	189.90
62	GD-549	0.2856	-	-	115.67	137.09	125.66	125.66
63	A-280WK	0.2146	-	-	-	124.47	-	121.03
64	A-12K	0.1865	-	-	88.59	-	98.47	-
65	A-131K	0.2627	-	-	-	144.49	-	138.71
66	A-273WK	0.2627	-	-	-	144.49	-	138.71
67	A-41K	0.2065	-	-	98.09	-	109.03	-
68	A-76K	0.2797	-	-	132.86	-	147.68	-
69	A-62K	0.2960	-	-	140.60	-	156.29	-
70	A-116K	0.1502	-	-	-	82.61	-	79.31
71	A-249WK	0.3737	-	-	-	-	-	197.31
72	A-133K	0.4070	-	-	-	-	214.90	-
73	GD-533	0.1712	-	-	-	-	90.39	-
74	FDB167	0.2422	-	-	-	-	127.88	-
75	FDB201	0.1818	-	-	-	-	880.00	-
76	FDB126	0.4575	-	-	-	137.09	-	241.56
77	FDB317	0.4459	-	-	-	-	-	235.44
78	FDB622	0.2590	-	-	-	-	-	136.75
79	FDB256	0.5289	-	-	-	-	-	279.26

## ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

หน่วย : กิโลกรัม

ลำดับ	รหัสสินค้า	มวลต่อชุด	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3-5	
			เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M	เกรด P	เกรด M
80	FDB577	0.4200	-	-	-	-	-	221.76
81	FDB578	0.2116	-	-	-	-	-	74.48
82	FDB328	0.3172	-	-	-	-	-	167.48
83	FDB354	0.5423	-	-	-	-	-	286.33
84	FDB540	0.3197	-	-	-	-	-	168.80
85	FDB541	0.2393	-	-	-	-	-	126.35
86	A-50K	0.3515	-	-	-	-	123.73	-
87	A-312WK	0.3445	-	-	-	-	-	121.26
88	A-314WK	0.1856	-	-	-	-	-	49.18
รวม			23698.43	13491.50	35380.72	22543.35	43189.61	23877.83
			37,189.93		57,924.07		67,067.44	

เนื่องจากในระหว่างกระบวนการผลิตจะเกิดการสูญเสียปริมาณวัตถุดิบไป 15 % ดังนั้น ปริมาณวัตถุดิบสำหรับส่วนที่เป็นเนื้อผ้าเบรกที่จะต้องจัดหา เพื่อให้สอดคล้องกับโปรแกรมการผลิต ของโครงการ ซึ่งแสดงในตารางที่ 3.5 สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

ปีที่ 1	ผลิตผลิตภัณฑ์ เกรด P	70,536 ชุด	ต้องใช้เนื้อสารทั้งสิ้น	27,253 กิโลกรัม
	ผลิตผลิตภัณฑ์ เกรด M	37,464 ชุด	ต้องใช้เนื้อสารทั้งสิ้น	15,515 กิโลกรัม
ปีที่ 2	ผลิตผลิตภัณฑ์ เกรด P	105,803 ชุด	ต้องใช้เนื้อสารทั้งสิ้น	40,688 กิโลกรัม
	ผลิตผลิตภัณฑ์ เกรด M	56,197 ชุด	ต้องใช้เนื้อสารทั้งสิ้น	25,925 กิโลกรัม
ปีที่ 3-5	ผลิตผลิตภัณฑ์ เกรด P	126,963 ชุด	ต้องใช้เนื้อสารทั้งสิ้น	49,668 กิโลกรัม
	ผลิตผลิตภัณฑ์ เกรด M	67,337 ชุด	ต้องใช้เนื้อสารทั้งสิ้น	27,460 กิโลกรัม

นอกจากวัตถุดิบทั้งสองส่วนที่สำคัญนี้แล้ว ยังได้ศึกษาวัตถุดิบที่ใช้ประกอบในกระบวนการผลิตอื่น ๆ อีกเช่น กาว Liquid Resin สารโพลีเอทิลีน อิมัลชัน ทราาย สีผง พลังงานไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น

### เครื่องจักรกลและอุปกรณ์การผลิต

เมื่อทำการศึกษากระบวนการผลิต รวมทั้งวัตถุดิบที่จะต้องทำการจัดสรรให้สอดคล้องกับโปรแกรมการผลิตของโครงการซึ่งมีกำลังการผลิต 216,000 ชุดต่อปี ดังนั้นขั้นตอนต่อไปก็คือ การคัดเลือกขนาดเครื่องจักรที่เหมาะสมกับกำลังการผลิตและผู้จำหน่ายเครื่องจักรกล รวมทั้งอุปกรณ์ที่สำคัญในการผลิตและอุปกรณ์ช่วยการผลิต ซึ่งมีดังนี้คือ

#### 1. เครื่องจักรและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการผลิต ประกอบด้วย

- เครื่องผสมสาร (MIXER) ซึ่งมีความจุของสารขนาด 800 ลิตร หรือเป็นสารผสมที่สามารถทำการผสมสารที่มีน้ำหนักได้อย่างน้อย 1,000 ปอนด์ โดยใช้เวลาในการผสมสารแต่ละครั้ง 1 ชั่วโมง 30 นาที หรือประมาณ 100 ลิตรต่อ 25 นาที จำนวน 1 เครื่อง พร้อมทั้งอุปกรณ์ในการขนถ่ายสารและเครื่องชั่งน้ำหนักด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์

- เครื่องปั๊มขึ้นรูปไฮดรอลิก (PERFORMING MACHINES) โดยมีขนาดแรงดันของเครื่องรวม 75 ตัน โดยในแต่ละครั้งจะทำงานได้ประมาณ 10 ชิ้น จำนวน 2 เครื่อง พร้อมอุปกรณ์ในการขนถ่ายชิ้นงานและแม่แบบขึ้นงานในการขึ้นรูป (Mould Preform)

- เครื่องอัดความร้อน (HEAT PRESS) ขนาดแรงดันของเครื่องเท่ากับ 175 ตัน และเป็นแบบ 6 ชั้น โดยจะใช้กำลังไฟเท่ากับ 720\*6 วัตต์ต่อ 1 Mould โดยใช้ความร้อนในการอัดประมาณ 180 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการอัดความร้อนแต่ละครั้งประมาณ 6 นาที จำนวน 2 เครื่อง พร้อมอุปกรณ์ในการขนถ่ายชิ้นงานและแม่แบบขึ้นงานในการอัดความร้อน (Mould Heat Press)

#### 2. เครื่องจักรและอุปกรณ์ช่วยในการผลิต เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการตกแต่งให้เกิดความสวยงาม ประกอบด้วย

- เครื่องพ่นสี (PAINTING) จำนวน 1 เครื่อง โดยมีถังจุความดัน และหัวฉีดสเปรย์





- เครื่องขัดผิว (SURFACE GRINDER) จำนวน 1 เครื่อง ซึ่งมีลักษณะการขัดผิวในแนวระนาบ ขนาดกำลังขับของมอเตอร์เท่ากับ 15 แรงม้า และ โต๊ะที่วางชิ้นงานในการขัดผิวมีลักษณะเป็นแบบโรตารี

- เครื่องยิงทราย (WHELLABRATOR/SHOT BLASTING) จำนวน 1 เครื่อง

- เครื่องย้ำและเครื่องเซาะร่อง (RIVETTING MACHINE AND SAW CUTTER) จำนวนอย่างละ 1 เครื่อง

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพ ประกอบด้วย

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบความถ่วงจำเพาะ

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบแรงเชียร์

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบความผิด โดยใช้เครื่องทดสอบโดยเฉพาะคือเครื่อง

Friction Tester

การพิจารณาเลือกซื้อเครื่องจักรกล และอุปกรณ์การผลิตให้เหมาะสมกับโครงการมากที่สุด จะพิจารณาจากปัจจัยดังต่อไปนี้คือ

1) เงินลงทุนต่ำ

2) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำ

3) สามารถให้ผลตอบแทนสูง ถึงแม้ปริมาณการผลิตน้อย

4) สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะตามที่ต้องการได้ดี

สำหรับหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกบริษัทผู้ผลิต คือ

1) ราคาที่เหมาะสม

2) ใช้เวลาในการติดตั้งเครื่องจักรน้อยที่สุด