

ได้ผ่านการตรวจประเมินคุณภาพหนังสือเรียนอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช ๒๕๖๒
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๔ ครั้งที่ ๑ ประกาศลำดับที่ ๔๕๑



รหัสวิชา 20102-2007

หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชาและคำอธิบายรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พุทธศักราช ๒๕๖๒ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

กรรมวิธีการผลิต

Manufacturing Process



วิชย โรบโรส

124.-

กรรมวิธีการผลิต (Manufacturing Process)

รหัสวิชา 20102 - 2007

หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ

เรียบเรียงโดย
วิชัย ไรมไธสง

กรรมวิธีการผลิต (Manufacturing Process)

ISBN 978-616-495-059-7

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย



บริษัทวังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-5 โทรสาร 0-2891-0742 Mobile : 08-85851521

e-Mail : wangaksorn9@gmail.com

Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

<http://www.wangaksorn.com>

ID Line : @wangaksorn



พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2563

จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2561

โดยบริษัทวังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ
ดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ
นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทฯ เท่านั้น
ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้
เป็นสิทธิ์โดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย
โดยบริษัทวังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

กรรมวิธีการผลิต

(Manufacturing Process)

รหัสวิชา 20102 - 2007

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการ การผลิตชิ้นส่วนในงานอุตสาหกรรม
2. เลือกกรรมวิธีการผลิตให้เหมาะสมกับการผลิตชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ในงานอุตสาหกรรม
3. มีกิจนิสัยในการทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผน สร้างสรรค์ มีความปลอดภัย มีความรับผิดชอบ ต่อตนเองและส่วนรวม

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับ หลักการ กระบวนการ
2. เลือกกรรมวิธีการผลิตชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ในงานอุตสาหกรรม

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับหลักการของกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นส่วนที่เป็นโลหะและอโลหะด้วยเครื่องมือกล การขึ้นรูปร้อน การขึ้นรูปเย็น การขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้าและทางเคมี



ตารางวิเคราะห์สมรรถนะรายวิชา
วิชากรรมวิธีการผลิต 20102 - 2007

ท-ป-น 2-0-2 จำนวน 2 คาบ/สัปดาห์ รวม 36 คาบ

สมรรถนะรายวิชา บทที่	แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการกระบวนการ	เลือกกรรมวิธีการผลิตชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ในงานอุตสาหกรรม
1. กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐาน	✓	
2. คุณสมบัติของวัสดุอุตสาหกรรม	✓	
3. กรรมวิธีการผลิตโลหะ	✓	✓
4. กรรมวิธีผลิตต่อโลหะ	✓	✓
5. กรรมวิธีหล่อขึ้นรูป	✓	✓
6. การอบชุบ	✓	✓
7. กรรมวิธีการผลิตชิ้นงานจากโลหะผง	✓	✓
8. พลาสติก	✓	✓
9. การขึ้นรูปในสภาพร้อน	✓	✓
10. การขึ้นรูปในสภาพเย็น	✓	✓
11. การอัดขึ้นรูป	✓	✓
12. การขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้าและเคมี	✓	✓
13. การขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลพื้นฐาน	✓	✓
14. การขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลอัตโนมัติ	✓	✓



คำนำ

วิชาการวิธีการผลิต รหัสวิชา **20102 - 2007** จัดอยู่ในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างกลโรงงาน ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้แบ่งเป็น **14** บทเรียน ได้**จัดแผนการจัดการเรียนรู้ / แผนการสอนที่มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated)** ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ ตัวอย่าง แบบฝึกปฏิบัติ และคำถามเพื่อการทบทวนเพื่อฝึกทักษะประสบการณ์ **เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer)** เป็นผู้สอนตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ **และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้มาเป็นผู้จัดการชี้แนะ (Teacher Roles)** จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้ และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักทำงานร่วมกัน (Grouping) ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่นำไปทำงานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) เป้าหมายอาชีพอันยังประโยชน์ (Productive Career) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (Noble Life) เหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจและวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกัน เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ กำลังแรงงาน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ เป็นการเตรียมความพร้อมเข้าสู่ประชาคมอาเซียน

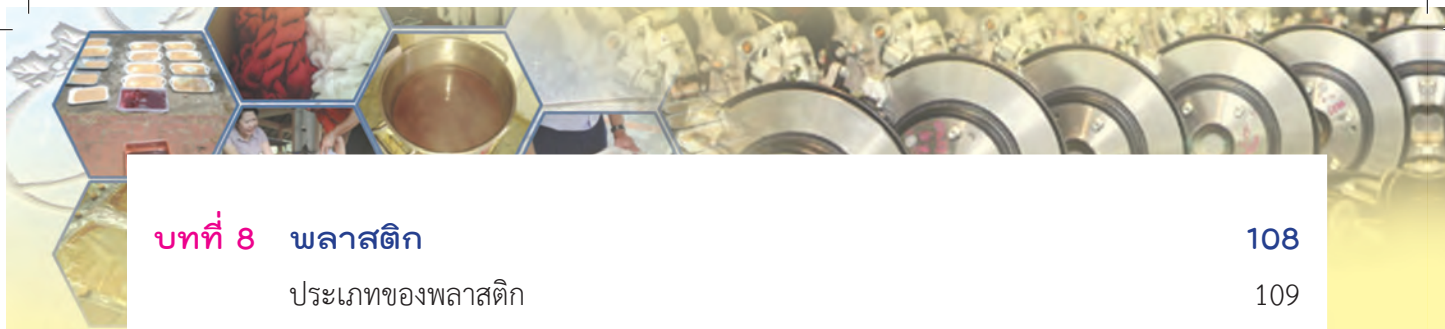
วิชัย โรมไธสง



สารบัญ

บทที่ 1	กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐาน	1
	ความหมายของการผลิต	3
	ประเภทของกรรมวิธีการผลิต	9
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1	18
บทที่ 2	คุณสมบัติของวัสดุอุตสาหกรรม	20
	ความหมายของวัสดุอุตสาหกรรม	21
	สมบัติของวัสดุงานช่างอุตสาหกรรม	22
	ชนิดของวัสดุอุตสาหกรรม	26
	การเลือกใช้งานวัสดุงานช่างอุตสาหกรรม	27
	การทดสอบวัสดุ	28
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2	35
บทที่ 3	กรรมวิธีการผลิตโลหะ	37
	กรรมวิธีการถลุงเหล็กดิบ	39
	กรรมวิธีการผลิตเหล็กหล่อ (Iron)	42
	กรรมวิธีผลิตเหล็กกล้า	46
	ชนิดของเหล็กกล้าคาร์บอนผสมพิเศษ	51
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 3	55
บทที่ 4	กรรมวิธีการผลิตอลูมิเนียม	57
	ชนิดของโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	58
	กรรมวิธีการผลิตโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	62
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4	67

บทที่ 5	กรรมวิธีการหล่อขึ้นรูป	69
	แบบหล่อทราย (Sand Casting)	70
	การหล่อแบบเชลล์โมลด์ (Shell Molding)	74
	กระบวนการโฟลีสไตรีนขยายตัว (Expand Polystyrene Process)	75
	การหล่อแบบอินเวสต์เมนต์หรือกระบวนการซีพิงหาย	
	Investment Casting- (Lost Wax Process)	76
	กระบวนการหล่อแบบถาวร (Permanent Mold Casting Process)	78
	การหล่อแบบตาย (Die Casting)	79
	ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการหล่อ	81
	การตรวจสอบการหล่อโลหะ	83
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 5	84
บทที่ 6	การอบชุบ	86
	อิทธิพลของธาตุต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณสมบัติเหล็กในการอบชุบ	88
	ประเภทของการอบชุบ	89
	การทดสอบความแข็งของชิ้นงานที่ผ่านการอบชุบ	94
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 6	96
บทที่ 7	กรรมวิธีการผลิตชิ้นงานจากโลหะผง	98
	คุณลักษณะของโลหะผง	100
	กรรมวิธีการผลิตผงโลหะ	101
	การเตรียมผงโลหะด้วยวิธีพิเศษ	102
	การขึ้นรูปด้วยผงโลหะ	103
	ผลิตผลจากการขึ้นรูปด้วยผงโลหะ	105
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7	106



บทที่ 8	พลาสติก	108
	ประเภทของพลาสติก	109
	การเตรียมพลาสติก	116
	กรรมวิธีการขึ้นรูปพลาสติก	118
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 8	124
บทที่ 9	การขึ้นรูปในสภาพร้อน	126
	การรีดขึ้นรูป (Rolling)	127
	การตีขึ้นรูป (Forging)	128
	การอัดรีด (Extrusion)	131
	การผลิตท่อ (Pipe and Tube Manufacture)	133
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 9	135
บทที่ 10	การขึ้นรูปในสภาพเย็น	137
	การดึงท่อ (Tube Drawing)	138
	การดึงลวด (Wire Drawing)	139
	การขึ้นรูปด้วยการหมุน (Metal Spinning)	140
	การดันขึ้นรูป (Stretch Forming)	140
	การอัดหรือตีขึ้นรูปเย็น (Swaging or Cold Forging)	141
	การปั๊มเหรียญหรือปั๊มูน (Coining and Embossing)	142
	การรีดขึ้นรูป (Roll Forming)	142
	การดัดโลหะแผ่น (Plate Bending)	143
	การย้ำหัวและการย้ำมุม (Riveting and Staking)	144
	การเข้าตะเข็บ (Seaming)	145
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 10	146

บทที่ 11 การอัดขึ้นรูป	148
เครื่องอัด	149
การขับเคลื่อนเครื่องอัด	154
หลักการทางกลสำหรับการแปรรูปขึ้นงาน	155
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 11	159
 บทที่ 12 การขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้าและเคมี	 161
การกัดโลหะด้วยไฟฟ้า	162
หลักการทำงานของ EDM	163
กรรมวิธีสปาร์คขึ้นงานด้วยเครื่อง EDM	164
คุณสมบัติของอิเล็กโทรดในกรรมวิธี EDM	166
โอเวอร์คัต (Overcut)	167
ระบบไดอิเล็กทริก (Dielectric system)	168
ระบบเซอร์โว (Servo system)	170
สูตรในการคำนวณหาค่าปัจจัยประสิทธิภาพ	171
การกัดวัสดุด้วยวิธีไฟฟ้าเคมี	171
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 12	175
 บทที่ 13 การขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลพื้นฐาน	 177
การกลึง	179
การกัด	182
งานไส	184
การเจาะ	186
การคว้าน	188
การเลื่อย	189
การเจียรระไน	191
การแท่งขึ้นรูป	193
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 13	195

บทที่ 14 การขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลอัตโนมัติ	197
เครื่องจักรกลเอ็นซี (NC : Numerical Control)	198
เครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC : Computerized Numerical Control)	199
วิวัฒนาการเครื่องจักรกลซีเอ็นซี	200
ข้อแตกต่างระหว่างเครื่องจักรกลทั่วไปกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี	201
หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี	203
การทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีในการขึ้นรูปชิ้นงาน	204
องค์ประกอบของการควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซี	206
แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 14	211

คำถามเพื่อการทบทวน	213
---------------------------	------------

คำศัพท์ท้ายบท	218
----------------------	------------

บรรณานุกรม	228
-------------------	------------





บทที่ 1

กระบวนการผลิตขั้นพื้นฐาน



จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

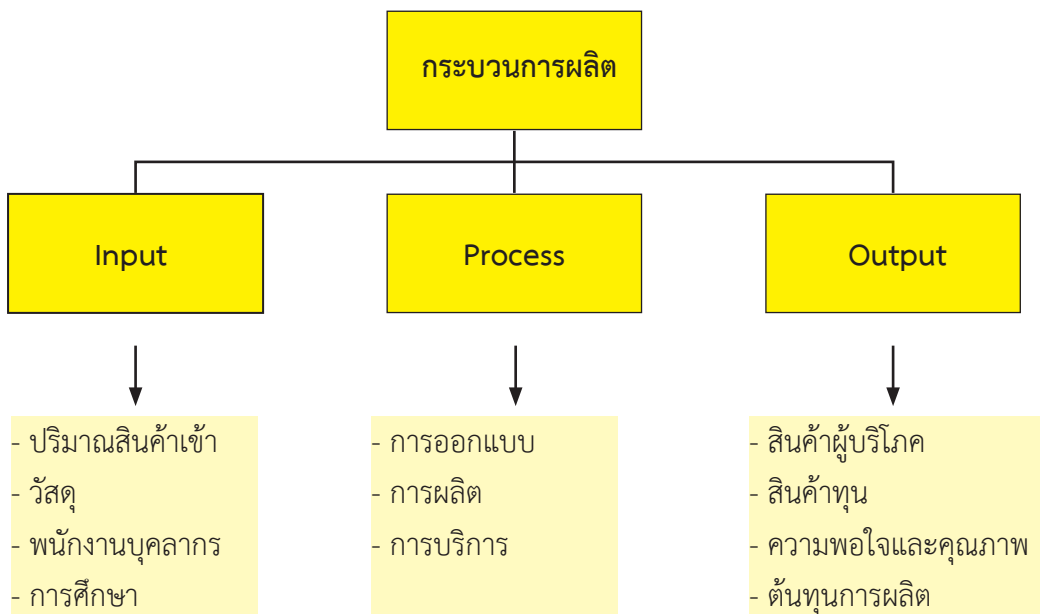
หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนจะมีความสามารถดังนี้

1. นิยามกระบวนการผลิตและการผลิต
2. อธิบายแผนผังกระบวนการผลิต
3. อธิบายองค์ประกอบของอุตสาหกรรม
4. จำแนกประเภทอุตสาหกรรม
5. ระบุประเภทลักษณะการผลิต
6. เปรียบเทียบความแตกต่างของเครื่องจักรอเนกประสงค์ และเครื่องจักรที่ใช้งานเฉพาะอย่าง
7. บอกประเภทของกรรมวิธีการผลิต



กระบวนการผลิต หมายถึง กระบวนการแปรรูปวัตถุดิบให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ (Products) ซึ่งในการนี้ผู้ประกอบการจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรและองค์ประกอบทางความรู้ต่าง ๆ ถ้าผู้ประกอบการใช้สิ่งที่จำเป็นเหล่านี้อย่างคุ้มค่าก็จะได้รับผลกำไรเป็นสิ่งตอบแทน โดยผ่านสิ่งที่เรียกว่า ระบบการผลิตซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบเข้า (Input) กระบวนการผลิต (Process) และผลิตภัณฑ์ (Output) ดังรูปที่ 1.1

ระบบการผลิตสมัยใหม่นั้นนอกจากจะต้องมีการวิจัยวัสดุและผลิตภัณฑ์แล้วยังต้องมีกระบวนการผลิตที่เหมาะสมและมีคุณภาพดี คือ ต้องมีความปลอดภัย ก่อให้เกิดมลภาวะน้อยที่สุดหรือไม่เกิดเลย รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้ต้องมีคุณภาพที่ดี



รูปที่ 1.1 แผนผังกระบวนการผลิต



ความหมายการผลิต

Production หมายถึง กิจกรรมต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มขึ้นทั้งในรูปของสินค้าเพื่อการอุปโภค บริโภค สินค้าสำเร็จรูป หรือในด้านบริการต่าง ๆ เช่น การผลิตยารักษาโรค การผลิตอาหาร กระจก การฟอกหนัง บริการจากโรงพยาบาล มหาวิทยาลัยและบริษัทเดินรถประจำทาง เป็นต้น

Manufacturing หมายถึง การผลิตสินค้าที่จับต้องได้ เช่น รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า อาหารกระป๋อง ผลิตภัณฑ์ที่ได้แบ่งออกเป็น

1. **สินค้าเพื่ออุปโภค บริโภค (Consumer goods)** เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องเรือน ยารักษาโรค และอื่น ๆ เป็นต้น
2. **สินค้าสำเร็จรูป (Producer goods)** คือ สินค้าที่จะนำไปผลิตต่อ เช่น เหล็กแผ่น เหล็กเส้น ยางแผ่น หนังสัตว์ที่ฟอกแล้ว เป็นต้น

ความหมายอุตสาหกรรม

อุตสาหกรรม หมายถึง การทำสิ่งของเพื่อให้เป็นสินค้าหรือทำอะไรก็ตาม อันทำให้ผลที่ออกมา มีมูลค่าเพิ่มในทางด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรมอาจจำแนกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. **อุตสาหกรรมที่นำหรือสกัดจากทรัพยากรธรรมชาติ** เช่น การเพาะปลูก การป่าไม้ การเลี้ยง สัตว์ การประมง การทำเหมืองแร่ เป็นต้น
2. **อุตสาหกรรมการผลิต** จากเป็นการนำเอาวัตถุดิบมาปรุงแต่ง ดัดแปลง แปรสภาพด้วยแรง มนุษย์หรือเครื่องจักรก็ตาม เพื่อเปลี่ยนสภาพมาเป็นเครื่องอุปโภค บริโภค เช่น การผลิตอาหาร การผลิต รองเท้า การผลิตรถยนต์ การผลิตยา เป็นต้น
3. **อุตสาหกรรมบริการ** เป็นการดำเนินการในลักษณะการให้บริการ เช่น การค้าขาย การขนส่ง การท่องเที่ยว การธนาคารและโรงแรม เป็นต้น

ประเภทอุตสาหกรรมแบ่งตามขนาดออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. **อุตสาหกรรมขนาดใหญ่** ได้แก่ อุตสาหกรรมถลุงเหล็ก อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมผลิต รถยนต์ ดังรูปที่ 1.2 เป็นต้น



(ก) อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์



(ข) อุตสาหกรรมการถลุงเหล็ก

รูปที่ 1.2 แสดงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

2. อุตสาหกรรมขนาดกลาง ได้แก่ อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ อุตสาหกรรมประกอบหรือผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังรูปที่ 1.3 เป็นต้น



รูปที่ 1.3 แสดงอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า

3. อุตสาหกรรมขนาดย่อม เป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวหรืออุตสาหกรรมหัตถกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา อุตสาหกรรมเครื่องจักรสาน การประดิษฐ์ของชำร่วย ดังรูปที่ 1.4 เป็นต้น



รูปที่ 1.4 แสดงอุตสาหกรรมขนาดย่อม

อุตสาหกรรมการผลิตยังสามารถจำแนกประเภทออกจากลักษณะการผลิต คือ

1. การจำแนกจากจำนวนในการผลิต แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

1.1 การผลิตจำนวนมาก (Mass Production) เป็นการผลิตเป็นจำนวนมากในระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งผลผลิตเกินกว่า 100,000 ชิ้นต่อปี โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นมีคุณภาพขึ้นกับการสั่งซื้อโดยเฉพาะ จะต้องมีการเลือกใช้เครื่องจักรที่เหมาะสมกับการผลิตชิ้นงาน

1.2 การผลิตแบบพอประมาณ (Moderate Production) เป็นการผลิตปริมาณมากและบางครั้งก็อาจผลิตอย่างต่อเนื่อง แต่ผลผลิตมีความแปรปรวนมากขึ้นกับความต้องการของผู้ผลิต จำนวนผลผลิตจะอยู่ระหว่าง 2,500 - 100,000 ชิ้นต่อปี

1.3 การผลิตแบบรับงานย่อยเป็นช่วง (Job Lot Production) เป็นการผลิตที่มีความผันแปรมากและจำนวนการผลิตจะถูกจำกัดด้วยจำนวนขายมาก การผลิตจะขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนที่มาประกอบการผลิต แต่แต่ละครั้งอยู่ระหว่าง 10 - 500 ชิ้นต่อรุ่น

2. การจำแนกตามประเภทผลิตภัณฑ์ ซึ่งระบุตามประเภทของสิ่งที่ผลิตเลย เช่น

2.1 อาหารและกรรมวิธีการผลิตอาหาร

2.2 เครื่องไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2.3 เครื่องยนต์และอุปกรณ์ขนส่ง

2.4 อุปกรณ์สุขภัณฑ์ เครื่องปั้น อุปกรณ์ความร้อน ความเย็น

2.5 สิ่งก่อสร้าง

2.6 เครื่องเรือนและงานไม้

2.7 ผลิตภัณฑ์เครื่องหิน ดินเหนียวและแก้ว

2.8 ผลิตภัณฑ์โลหะเบื้องต้นและอื่น ๆ

หลักการของอุตสาหกรรมการผลิต

ในอุตสาหกรรมการผลิต จะใช้ทรัพยากรที่จำเป็น 3 ประการ คือ

1. ทรัพยากรธรรมชาติ (Natural Resources) ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม
2. ทรัพยากรมนุษย์ (Human Resources) หมายถึง ความคิดและกำลังกาย ในการผลิตสิ่งต่าง ๆ
3. ทรัพยากรทุน (Capital Resources) หมายถึง เงิน โรงงาน เครื่องจักร กำลังคน และสิ่ง

อำนวยความสะดวกและติดต่อต่าง ๆ

องค์ประกอบของอุตสาหกรรมการผลิต ประกอบไปด้วย

1. การวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เป็นการวางแผนและออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ทำออกมารวมทั้งการวิจัยตลาดของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ทดลองทำต้นแบบ
2. เครื่องมือในการผลิต (Production Tooling) เป็นการวางแผนเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นจะต้องใช้ในการผลิต
3. การควบคุมการผลิต (Production Control) เป็นการจัดขั้นตอนการผลิต การเคลื่อนที่ของวัตถุดิบและจุดที่คน และเครื่องจักรจะต้องทำงานในการผลิต
4. การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) เพื่อที่จะรักษามาตรฐานของวัตถุดิบ วัตถุดิบที่อยู่ระหว่างการผลิตและผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จแล้ว
5. การจัดการงานบุคคล (Personal Management) อุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีคนงานที่มีความชำนาญงานในการใช้ และควบคุมเครื่องจักร การจัดการงานบุคคลเป็นการจ้าง ฝึกอบรม และตรวจทานการทำงานของคนงานเหล่านี้
6. การผลิต (Manufacturing) หลังจากการออกแบบ วางแผน และจัดเครื่องมือแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการผลิต ซึ่งเป็นการแปรรูปวัตถุดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ
7. การตลาด (Marketing) เป็นการขนส่ง และจำหน่ายผลิตภัณฑ์ซึ่งรวมทั้งการโฆษณาและบริการด้วย

หลักเกณฑ์การผลิตในแง่ของเศรษฐกิจ

ราคาของผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน การขาย สถานที่และค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับเครื่องจักร แรงงานและวัตถุดิบ การผลิตในแง่เศรษฐกิจนี้ก็เพื่อหวังผลกำไร แต่จะต้องคำนึงถึงราคาและคู่แข่งรวมทั้งความต้องการของผลิตภัณฑ์

สิ่งแรกที่เราควรคำนึงถึงในการใช้เครื่องจักรกล คือ ประสิทธิภาพของเครื่องจักรในการทำงาน จะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมการผลิต

หลักเกณฑ์ 3 ประการของการผลิตที่ควรคำนึงถึงในแง่ของเศรษฐกิจ

1. มีประโยชน์ใช้สอยและมีคุณภาพที่เหมาะสม
2. เลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติทางด้านกายภาพ ลักษณะที่ปรากฏแก่สายตา ราคาถูกและง่ายต่อการผลิต
3. ทุนและผู้ประกอบการ

การออกแบบผลิตภัณฑ์

ในการผลิตเพื่อการแข่งขัน การออกแบบต้องพิจารณาเกี่ยวกับวัสดุ กรรมวิธีการผลิตและการเก็บรักษาที่มีราคาต่ำ ผลิตภัณฑ์ควรจะมี ความแข็งแรงทนทานต่อการสึกหรอและกัดกร่อน อายุการใช้งานยาวนาน ให้ได้ผลกำไรมาก ใช้วัสดุที่มีคุณภาพปานกลาง ราคาถูก พิจารณาการตกแต่งที่สวยงาม ประกอบด้วย การเก็บรักษาชิ้นส่วนที่ออกแบบสามารถทำได้ง่ายและไม่เพิ่มทุนราคาผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

วัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรม

วัสดุที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. โลหะ (Metals) คือ วัสดุที่ได้จากการถลุงสินแร่ต่าง ๆ ได้แก่ เหล็ก ทองแดงอลูมิเนียม นิกเกิล ดีบุก สังกะสี ทองคำ ตะกั่ว เป็นต้น โลหะเมื่อถลุงได้จากสินแร่ในตอนแรกส่วนใหญ่จะเป็นโลหะเนื้อค่อนข้างบริสุทธิ์ มีเนื้ออ่อนไม่แข็งแรงเพียงพอที่จะนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมโดยตรง ต้องนำไปปรับปรุงคุณสมบัติก่อนการใช้งาน โลหะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1.1 วัสดุโลหะประเภทเหล็ก (Feros Metals) หมายถึง โลหะที่มีพื้นฐานเป็นเหล็กประกอบอยู่ ได้แก่ เหล็กเหนียว เหล็กหล่อ เหล็กกล้า เป็นต้น เป็นวัสดุโลหะที่ใช้กันมากที่สุดในวงการอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงสูง สามารถปรับปรุงคุณภาพและเปลี่ยนแปลงรูปทรงได้หลายวิธี เช่น การหล่อ การกลึง การอัดรีดขึ้นรูป เป็นต้น

1.2 วัสดุโลหะประเภทไม่ใช่เหล็ก (Non-Feros Metals) หมายถึง โลหะที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเหล็กเลยในขณะที่เป็นโลหะบริสุทธิ์ ได้แก่ ดีบุก อะลูมิเนียม สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง ทองคำ เงิน ทองคำขาว แมกนีเซียม พลวง เป็นต้น วัสดุประเภทนี้บางชนิดราคาสูงกว่าเหล็กมาก จึงต้องกำหนดใช้กับงานทางอุตสาหกรรมบางประเภทที่เหมาะสมเท่านั้น เช่น ทองแดงใช้กับงานไฟฟ้า ดีบุกใช้กับงานที่ต้องการทนต่อการกัดกร่อนเป็นสนิม อะลูมิเนียมใช้กับงานที่ต้องการน้ำหนักเบา เป็นต้น

2. อโลหะ (Nonmetal) เช่น ไฮโดรเจน ฮีเลียม คาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน ฟลูออรีน นีออน ฟอสฟอรัส กำมะถัน คลอรีน อาร์กอน ซิลิเนียม โบรมีน คริปทอน ไอโอดีน ซีลีเนียม และเรดอนซึ่งมีสถานะเป็นได้ทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊ส คือ ธาตุที่มีคุณสมบัติต่างจากโลหะและธาตุกึ่งโลหะ ในด้านการแตกตัวของไอออน (Ionization) และเป็นฉนวนไฟฟ้าหรือกึ่งตัวนำไฟฟ้า (ขณะที่โลหะเป็นตัวนำไฟฟ้า)

เป็นฉนวนความร้อน อโลหะมีจุดหลอมเหลวต่ำมีหลายสถานะ (ขณะที่โลหะส่วนใหญ่ที่เป็นสารบริสุทธิ์มีจุดหลอมเหลวสูง กล่าวคือ เป็นของแข็ง ที่ STP ยกเว้นปรอท) ด้านชนิดและปริมาณ อโลหะมีจำนวนชนิดน้อยกว่า คือ เพียง 22 ชนิด (ขณะที่โลหะมีมากกว่า 80 ชนิด) แต่สารในโลกมีปริมาณธาตุองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอโลหะ ทั้งเปลือกโลก บรรยากาศ พื้นน้ำ และสิ่งมีชีวิต ล้วนมีธาตุองค์ประกอบเกือบทั้งหมดเป็นอโลหะทางเคมี อโลหะแตกตัวในสารละลาย ให้ประจุไฟฟ้าลบ

อโลหะมีคุณสมบัติความวาวและความดันที่หลากหลาย (ขณะที่โลหะบริสุทธิ์มีความวาวแบบโลหะ) ในการทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน อโลหะเป็นตัวออกซิไดซ์ที่ดี กล่าวคือ ทำหน้าที่รับอิเล็กตรอน (ขณะที่โลหะเป็นตัวรีดิวซ์ที่ดี กล่าวคือทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอน) ออกไซด์ของอโลหะส่วนใหญ่เป็นกรด

การเลือกเครื่องจักรและกรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตที่ดีต้องอยู่กับเครื่องจักร หลักการที่ดีในการเลือกจะมุ่งถึงปริมาณในการผลิต เครื่องจักรชนิดหนึ่งจะเหมาะสมกับการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่ง ๆ ในโรงงานเล็กหรือเป็นการผลิตเป็นรายชิ้น ใช้เครื่องแบบอเนกประสงค์ เช่น เครื่องกลึง เครื่องเจาะ และเครื่องไส ส่วนเครื่องจักรที่ใช้งานเฉพาะอย่าง จะใช้กับงานที่ผลิตเป็นจำนวนมาก และผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานเดียวกัน เช่น เครื่องเจียรในลูกสูบหรือเจียรในกระบอกสูบ ซึ่งสามารถผลิตงานได้อย่างรวดเร็วมีคุณภาพ โดยมีราคาผลิตภัณฑ์ต่ำ

การเลือกเครื่องจักรและกระบวนการผลิตให้ดีที่สุดเพื่อการผลิตสินค้า ควรจะรู้จักวิธีการผลิตหลาย ๆ วิธี ควรพิจารณา คือ ปริมาณของผลิตภัณฑ์ คุณภาพ ประโยชน์ใช้สอยและขีดจำกัดในการทำงานของเครื่องจักร

ความแตกต่างระหว่างเครื่องจักรอเนกประสงค์กับเครื่องจักรที่ใช้งานเฉพาะอย่าง สรุปได้ดังนี้

เครื่องจักรอเนกประสงค์	เครื่องจักรที่ใช้งานเฉพาะอย่าง
1. สามารถปฏิบัติงานกับวัสดุได้หลายชนิด 2. สามารถปรับเครื่องให้ทำการผลิตได้อย่างยืดหยุ่น รับชิ้นงานได้หลายแบบ 3. ใช้ในกิจการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง 4. ผลิตสินค้าได้มากชนิด แต่ได้ปริมาณน้อย 5. ใช้คนงานจำนวนมากและต้องมีทักษะสูง 6. ราคาถูก 7. หาซื้อง่าย 8. ซ่อมแซมง่าย 9. ไม่ล้าสมัย ขายต่อราคาไม่ตก	1. สามารถปฏิบัติงานกับวัสดุได้เฉพาะอย่าง 2. ผลิตงานได้น้อยแบบ เพราะออกแบบให้ผลิตเฉพาะอย่าง 3. ใช้ในกิจการผลิตแบบต่อเนื่อง 4. ผลิตสินค้าได้น้อยชนิด แต่ได้ปริมาณมาก 5. ใช้คนงานน้อย และต้องมีทักษะไม่สูง 6. ราคาแพง 7. หาซื้อยาก 8. ซ่อมแซมยาก 9. ล้าสมัยง่าย ขายต่อราคาตก

ปัจจัยด้านการผลิต

จะต้องพิจารณาในการออกแบบผลิตภัณฑ์ การออกแบบที่สมบูรณ์ต้องทำให้สามารถผลิตสิ่งนั้นได้ด้วยปัจจัยด้านการผลิตที่สำคัญ มีหลายประการ ดังนี้

1. การเลือกการผลิตที่เหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตของเครื่องจักรและเครื่องมือที่มีอยู่ ลำดับการผลิต และการประกอบชิ้นส่วน ความรู้และความสามารถของพนักงานตลอดจนเทคโนโลยีและกรรมวิธีผลิตใหม่ ๆ

2. การใช้วัสดุหรือส่วนประกอบที่ซื้อจากแหล่งอื่น ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติและคุณภาพที่ต้องการ เช่น น้ำหนักเบา ไม่ผุกร่อนง่าย และราคาถูก

3. การระบุขีดความสามารถ คือ ช่วงที่ยอมให้ขนาดและปริมาณมีค่ามากหรือน้อยกว่ามาตรฐานได้

4. การออกแบบให้ทำงานง่าย หมายถึง การทำงานให้รวดเร็วยิ่งขึ้นโดยลดเวลาการใช้เครื่องและแรงงาน นอกจากนี้การออกแบบให้ทำงานง่ายยังช่วยในด้านการฝึกพนักงานด้วย

5. การออกแบบโดยให้มีชิ้นส่วนประกอบขนาดมาตรฐาน มีความสำคัญมากเพราะจะช่วยลดชนิดและขนาดของส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ ผลดีของการออกแบบตามมาตรฐาน ได้แก่

5.1 สามารถเปลี่ยนชิ้นส่วนประกอบได้ง่าย และช่วยลดงานในการแยกเก็บส่วนต่าง ๆ ตลอดจนบริการลูกค้าได้รวดเร็ว

5.2 ผลิตได้ครั้งละมากๆ เพราะต้องการจำนวนมาก จึงใช้เครื่องจักรกลและแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ต้องหยุด

5.3 สะดวกในการวางแผนและควบคุมงานผลิต การควบคุมคุณภาพในปริมาณของเสียอาจจะสามารถทำได้เต็มที่



ประเภทของกรรมวิธีการผลิต

ประเภทของกรรมวิธีการผลิต สามารถจำแนกออกได้ 5 ประเภทดังนี้

กรรมวิธีเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ

การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ จะทำให้วัสดุพื้นฐานกลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้งานได้ตามแต่ลักษณะงานต่าง ๆ มีกรรมวิธีพอสรุปได้ ดังนี้