รายงานการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาและพัฒนาเครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก

Study and Development of Drilling Machine for Small Plant

คณะผู้วิจัย

นายชัยวัฒน์ ฑีฆวาณิช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิชัย จันทร์มณี

โครงการวิจัยทุนสนับสนุนงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

งบประมาณผลประโยชน์ ปี พ.ศ. 2551

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก

Drilling Machine for Small Plant

ชัยวัฒน์ ทีฆวาณิช ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิชัย จันทร์มณี

CHAIWAT TEEKAVANISH PICHAI JANMANEE

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการเพาะชำต้นไม้จะนำดินมาบรรจุในถุงดำและนำต้นไม้มาปลูกเมื่อต้นไม้เจริญเติบโตได้ขนาดตามต้องการแล้วจะมีการนำปลูกลงดิน ผู้ประกอบอาชีพจัดสวนทั่วไปแต่เดิมจะขุดหลุมด้วยจอบหรือเสียมโดยใช้แรงงานคน ซึ่งในขั้นตอนการทำนั้นยังพึ่งพาอาศัยแรงงานคนมากกว่าการใช้เครื่องจักรกลทำให้การทำงานล่าช้า เพราะต้องใช้ระยะเวลามากในการจัดเตรียมวัสดุเป็นผลทำให้ต้นทุนของผลผลิตสูงขึ้นการดำเนินการสร้างเครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก ที่สามารถลดต้นทุนการจ้างแรงงาน ทั้งยังสามารถลดความเมื่อยล้าและป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการขุดดิน เครื่องเจาะดินทำงานโดยระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าไปยังชุดเฟืองทดเพื่อลดความเร็วรอบให้ช้าลงตามที่ต้องการจากนั้นส่งต่อไปยังเพลาเพื่อหมุนด้วยความเร็วรอบที่ต้องการ ซึ่งที่ส่วนปลายของเพลามีหัวเจาะที่ทำหน้าที่เจาะดินหมุนไปพร้อมๆกับเพลาและมีฝาครอบที่มีช่องคลายดินด้านข้างอยู่ส่วนปลายของเครื่องซึ่งทำหน้าที่ป้องกันอันตรายจากหัวเจาะ ผลการทดสอบสามารถเจาะดินได้ความกว้างของหลุมประมาณ 10 cm. ลึกประมาณ 15 cm. สามารถนำมาใช้กับการขุดดินและพรวนดินได้ ไปเป็นแนวทางในการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้สูงขึ้นและสามารถนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมต่อไป

Drilling Machine for small plant

Abstract

Nowadays, common process of planting: first step, tree nursery is performed by Bring a tree to black bag that contains a soil, and then is transplanted on a garden after Proper growth. Especially, landscape gardeners often use a hoe and spade that is a tool for digging hole in planting trees. Therefore, these processes have a waste of time and labour because of high investment cost.

This research aim to design and build drilling machine for small plant that can reduce process time, labour, and accident during operation. The working system of designed machine included rotational speed controller with gear box dived by electrical motor and a driving torque is transferred to power shaft, the end of shaft has already mounted the drilling tip with cover guard for protecting an accident during drilling operation, and also cover guard side provide channel for soil release. The results of experiment can be concluded; drilling machine has a performance to dig hole ; 10 cm of width and 15 cm of depth, can be used for a digging and a cultivating, and is the way to improve efficiency for agricultural industry

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัย งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2550

ขอขอบคุณ คณาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และ คณาจารย์สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และ ทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจมาตลอดรวมถึงคณาจารย์นักวิจัยรุ่นพี่ ที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจ และแนะนำในการทำวิจัย

ประโยชน์ของงานวิจัยเล่มนี้ผู้วิจัยได้ตั้งใจทำงานอย่างเต็มความสามารถเพื่อเป็นประโยชน์ส่วนหนึ่งต่อการนำมาพัฒนาการศึกษาด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและ เป็นรากฐานที่ดีต่อผู้วิจัยในการทำวิจัยครั้งต่อไปและคุณค่าใดๆ ที่เกิดจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้คุณพ่อคุณแม่ และครูบาอาจารย์ทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง

ชัยวัฒน์ ฑีฆวาณิช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิชัย จันทร์มณี

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข

กิตติกรรมประกาศ ค

สารบัญ ง

สารบัญตาราง จ

สารบัญรูป ฉ

รายการสัญลักษณ์ ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 บทนำ 1

1.2 ความสำคัญของโครงการ 1

1.3 จุดประสงค์ของโครงการ 1

1.4 ขอบเขตของโครงการ 1

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีสำคัญ

2.1 บทนำ 3

2.2 นิยามศัพย์สำคัญ 3

2.3 แนวคิด 3

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.5 ทฤษฎีที่สำคัญ 6

บทที่ 3 การดำเนินงาน

3.1 บทนำ 43

3.2 การวางแผนและการเตรียมโครงการ 44

3.3 การเตรียมงาน 45

3.4 การดำเนินงาน 47

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลดำเนินงาน

4.1 บทนำ 63

4.2 ขั้นตอนการทดลอง 63

4.3 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง 64

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 บทนำ 69

5.2 สรุปผล 69

5.3 ปัญหาที่พบในการดำเนินโครงการ 69

5.4 ข้อเสนอแนะ 69

เอกสารอ้างอิง 70

ภาคผนวก ก. แบบรายละเอียด 71

ภาคผนวก ข. ตารางที่สำคัญ 81

ภาคผนวก ค. การจัดสวนโดยการใช้เครื่องเจาะดินที่พัฒนา 98

ภาคผนวก ง. คู่มือการใช้เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก 100

ประวัติผู้จัดทำโครงการ 102

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 แสดงสัมพันธ์ระหว่าง SPT N-Value, Consistency, Relative Density (Dr.) 17

ตารางที่ 2.2 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R 775-1969 18

ตารางที่ 2.3 ค่าตัวประกอบความล้า 19

ตารางที่ 2.4 ค่าความปลอดภัย 20

ตารางที่ 2.5 วัสดุงานและมุมจิกของดอกสว่านประเภทต่างๆ 25

ตารางที่ 2.6 ชนิดและการใช้งานของดอกสว่านที่มีมุมคมเลื้อย (มุมคาย) ต่างๆกัน 25

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานโครงการ 44

ตารางที่ 3.2 การวิเคราะห์แนวทางรูปร่างตัวเรือน 48

ตารางที่ 3.3 การวิเคราะห์แนวทางการส่งกำลัง 49

ตารางที่ 3.4 การวิเคราะห์แนวทางรูปร่างหัวเจาะดิน 50

ตารางที่ 3.5 แสดงข้อมูลการทดสอบแรงกดของดิน 51

ตารางที่ 3.6 ผลการทดสอบระบบต่างๆ ครั้งที่ 1 61

ตารางที่ 3.7 ผลการทดสอบระบบต่างๆ ครั้งที่ 2 61

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลอง : ใช้เครื่องเจาะดิน 64

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลอง : ใช้เสียม 66

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 เครื่องเจาะดินขนาดใหญ่ 4

รูปที่ 2.2 เครื่องมือการเกษตรประเภทเสียม 4

รูปที่ 2.3 เครื่องเจาะดินขนาดเล็ก 4

รูปที่ 2.4 การออกแบบคอมพิวเตอร์ 13

รูปที่ 2.5 การออกแบบรถยนต์ 13

รูปที่ 2.6 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล 13

รูปที่ 2.7 แสดงอุปกรณ์ทดสอบการเฉือนตรง 15

รูปที่ 2.8 แสดงอุปกรณ์ทดสอบกำลังเฉือนแบบใบพัด Vane 15

รูปที่ 2.9 แสดงวิธีทดสอบ Standard Penetration Test (SPT) 16

รูปที่ 2.10 คมตัดประเภท Single-Point Tools 22

รูปที่ 2.11 มุมต่างๆของคมตัด 22

รูปที่ 2.12 แบบคมตัด 22

รูปที่ 2.13 ลักษณะดอกสว่าน 23

รูปที่ 2.14 มุมคายของดอกสว่าน 24

รูปที่ 2.15 มุมฟรีหรือมุมหลบของดอกสว่าน 24

รูปที่ 2.16 หน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพานลิ่ม 26

รูปที่ 2.17 การขับเพลาหลายเพลาโดยการใช้โซ่เพียงเส้นเดียว 28

รูปที่ 2.18 การวางเฟืองโซ่สองเฟืองที่ขับกัน 29

รูปที่ 2.19 โซ่โรลเลอร์สองชั้นและสามชั้น 30

รูปที่ 2.20 โซ่บูช 30

รูปที่ 2.21 เฟืองตรง 31

รูปที่ 2.22 เฟืองดอกจอก 32

รูปที่ 2.23 เฟืองหนอน 32

รูปที่ 2.24 ส่วนประกอบภายในของสว่านไฟฟ้า 33

รูปที่ 2.25 ภาพตัดของมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิดกรงกระรอก 36

รูปที่ 2.26 ส่วนประกอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบวาล์วโรเตอร์ 36

รูปที่ 2.27 ตลับลูกปืนประเภทที่ไม่มีเม็ดลูกกลิ้ง 37

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 2.28 ตลับลูกปืนที่มีเม็ดลูกกลิ้ง 38
รูปที่ 2.29 ตลับลูกปืนประเภทที่มีเม็ดกลม 38
รูปที่ 2.30 ตลับลูกปืนที่มีเม็ดยาว 38
รูปที่ 2.31 แสดงทิศทางการรับแรง 39
รูปที่ 2.32 สปริงกด 40
รูปที่ 2.33 สปริงดึง 41
รูปที่ 2.34 สปริงดีด 41
รูปที่ 3.1 แนวคิด (Concept) 47
รูปที่ 3.2 แสดงการหาโมเมนต์บิด 52
รูปที่ 3.3 แสดงการหาอัตราทดของเฟือง 53
รูปที่ 3.4 แสดงการหาความเร็วรอบของมอเตอร์ 54
รูปที่ 3.5 ตัวเรือนเครื่องเจาะดิน 57
รูปที่ 3.6 หัวเจาะดินขนาด 10 mm. 58
รูปที่ 3.7 ฝาครอบหัวเจาะดิน 58
รูปที่ 3.8 ชิ้นส่วนการส่งกำลัง 59
รูปที่ 3.9 ชิ้นส่วนมอเตอร์ 59
รูปที่ 3.10 เครื่องเจาะดิน 60
รูปที่ 4.1 เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก 63
รูปที่ 4.2 ทดสอบเจาะดินโดยเครื่อง 65
รูปที่ 4.3 แสดงผลจากการเจาะดิน 65
รูปที่ 4.4 ทดสอบขุดดินโดยเสียม 67
รูปที่ 4.5 แสดงผลจากการขุดดิน 67
รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องเจาะดิน 68

รายการสัญลักษณ์

π	=	3.1416
P	=	กำลัง (Watt)
n	=	อัตราเร็วรอบ (rpm)
T	=	ทอร์ค (N-m)
F	=	แรงที่กระทำ (N)
r	=	รัศมีจุดที่ต้องการหา (mm)
L	=	ความยาว (mm)
$\sum x$	=	ผลรวมของการบวก
$\bar{x}$	=	ค่าเฉลี่ย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ปัจจุบันการนำไม้ดอกไม้ประดับมาประดับตกแต่งบ้านเรือนสำนักงานและสถานที่ต่างๆ ได้รับความนิยมมากขึ้นทุกขณะเนื่องจากโลกมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วทำให้ชีวิตมนุษย์ห่างไกลจากธรรมชาติมากขึ้น พื้นที่สีเขียวถูกเปลี่ยนเป็นบ้านพักอาศัย สภาพแวดล้อมที่ถูกปนเปื้อนด้วยสารพิษ มนุษย์จึงพยายามนำธรรมชาติเข้ามาไว้ใกล้ตัวเพื่อทดแทนธรรมชาติที่ขาดหายไป การจัดสวนและการนำไม้ดอกไม้ประดับมาตกแต่งบ้านพักอาศัยและสถานที่ต่างๆ จึงได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เราจะมีวิธีการปลูกต้นไม้ และไม้ดอกไม้ประดับเหล่านั้นอย่างไร ให้มีความสะดวกในการใช้งาน และเสียเวลาน้อย การสร้างเครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็กจึงเป็นแนวทางที่จะช่วยให้ผู้รักการปลูกต้นไม้ในปัจจุบันมีวิธีการอย่างง่ายๆ ในการปลูกต้นไม้

1.2 ความสำคัญของโครงการ

ในวงการอสังหาริมทรัพย์มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องเมื่อมีการสร้างบ้านพักอาศัยเกิดขึ้น สภาพแวดล้อมภายในที่พักอาศัยจึงเป็นสิ่งที่ดึงดูดให้ผู้ซื้อพึงพอใจกับสินค้า ทำให้หมู่บ้านจัดสรรต้องมีการจัดสวนหรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสวนอยู่ตลอดเวลาแต่ปัญหาที่พบคือ ผู้ประกอบอาชีพจัดสวนทั่วไปแต่เดิมจะขุดหลุมด้วยจอบหรือเสียมและใช้แรงงานคน ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่เสียเวลาและสิ้นเปลืองแรงงานทางผู้จัดทำโครงการจึงมีความคิดว่าควรสร้างเครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็กขึ้นมา เพื่อเป็นเครื่องทุ่นแรงช่วยลดการเกิดความเมื่อยล้า อีกทั้งช่วยลดต้นทุนและเวลาให้กับเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง

1.3 จุดประสงค์ของโครงการ

1.3.1 เพื่อสร้างเครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก

1.3.2 เพื่อทดสอบหาสมรรถนะในการใช้งานของเครื่องเจาะดิน

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1.4.1 สร้างเครื่องเจาะดินแบบพกพาได้และมีระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแรงดัน 220 V. ความถี่ 50 Hz.

1.4.2 สามารถเจาะดินได้ความกว้างของหลุมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 cm. ความลึกประมาณ 15 cm.

1.4.3 สามารถถอด/เปลี่ยนหัวเจาะและหัวพรวนดินได้

1.4.4 สามารถใช้เจาะดินได้เป็นแบบธรรมดาไม่กระแทก

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาข้อมูลประกอบการสร้างเครื่องเจาะดิน

ก) ศึกษาคุณสมบัติและประเภทของดิน

ข) ศึกษาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและขนาดความสูงของถุงเพาะชำ

ค) ศึกษาข้อมูลกำลังไฟ อัตราทดและความเร็วรอบของมอเตอร์

ง) ศึกษาข้อมูลคมตัดและแรงบิด

จ) ศึกษาข้อมูลรูปแบบของการเจาะดิน

ฉ) ศึกษาการจัดสวนของที่พักอาศัย

1.5.2 ออกแบบ เขียนแบบ จัดหาวัสดุ/อุปกรณ์

1.5.3 วางแผนการผลิต ประกอบชิ้นส่วน สร้างเครื่องเจาะดิน

1.5.4 ทดสอบการทำงานและทำการปรับปรุงแก้ไข

1.5.5 สรุปผลและรวบรวมข้อมูลทั้งหมด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้เครื่องเจาะดินต้นแบบที่สามารถเจาะดินและเปลี่ยนหัวเจาะได้

1.6.2 สามารถลดแรงงานในการจัดสวน

1.6.3 สามารถลดต้นทุนในการจัดสวน

1.6.4 สามารถลดเวลาในการจัดสวน

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ

2.1 บทนำ

การออกแบบผลิตภัณฑ์และชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอย่างเป็นระบบต้องอาศัยความรู้ความสามารถประสบการณ์และความคิด ซึ่งการออกแบบมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอด จึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่ทันสมัยตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลจากแหล่งต่างๆเพื่อนำมาเปรียบเทียบให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจต้องมีการประมาณค่า หรือสมมติฐานขึ้นมาก่อนเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างสมบูรณ์

สิ่งสำคัญคือความรู้ทางวิศวกรรมโดยการประยุกต์ใช้หลักการทางทฤษฎีร่วมกับการคำนวณให้ถูกต้อง เพื่อช่วยในการตัดสินใจและเป็นคำตอบของปัญหาที่จะเกิดขึ้นในการออกแบบ เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติของดิน การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล คมตัด ระบบส่งกำลัง เป็นต้น

2.2 นิยามศัพท์สำคัญ

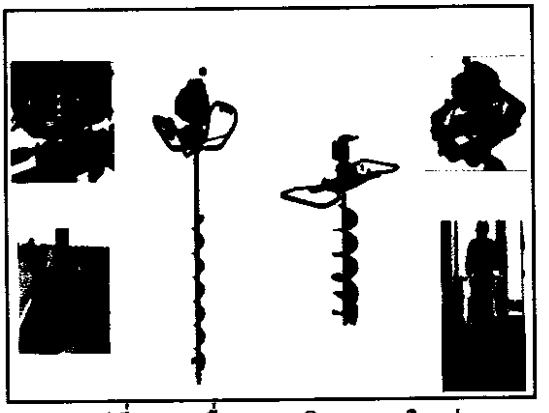
ดิน หมายถึง อะไรก็ตามที่อยู่บนพื้นผิวไม่รวมกับแร่ธาตุ มีความแข็งน้อยกว่าหินฐานวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นพวกที่ไม่ใช่โลหะ

เจาะ หมายถึง การทำจุดให้ผิวงานมีความกว้างและลึกได้ขนาดตามที่ต้องการ

ต้นไม้ขนาดเล็ก หมายถึง ต้นไม้ที่มีลำต้นขนาดเล็กหรือต้นไม้ที่ใช้สำหรับเพาะชำ

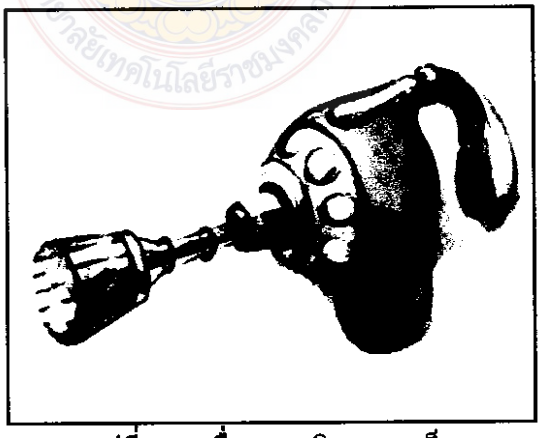
2.3 แนวคิด

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางการเกษตรมีความก้าวหน้าไปมากมีการนำเครื่องจักรเข้ามาใช้มากขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกในการเกษตรและเป็นการประหยัดเวลาและประหยัดแรงคนรวมถึงต้นทุนการผลิต อีกทั้งยังช่วยให้ผลผลิตที่ได้มามีความสมบูรณ์และสามารถจะจำหน่ายสู่ท้องตลาดได้ในราคาที่ดี ซึ่งแต่เดิมในการเพาะปลูกนั้นนิยมการใช้จอบหรือเสียม ผู้จัดทำโครงการจึงมีแนวคิดออกแบบเครื่องมือการเกษตรที่มีรูปแบบสมัยใหม่ ที่เหมาะเป็นเครื่องมือใช้งานในที่พักอาศัย เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้รักการปลูกต้นไม้



รูปที่ 2.1 เครื่องเจาะดินขนาดใหญ่

รูปที่ 2.2 เครื่องมือการเกษตรประเภทเสียม



รูปที่ 2.3 เครื่องเจาะดินขนาดเล็ก

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นายชัยวัฒน์ ทีฆวาณิช [1] ทำการศึกษาและพัฒนาเครื่องเจาะดินแบบใช้มือสำหรับปลูกต้นไม้และพรวนดิน (2545) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องเจาะดินขนาดเล็กให้มีคุณภาพ ผู้วิจัยได้เริ่มการทำงานจากการกำหนดปัญหาขอบเขตในการออกแบบและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับเพื่อที่จะเป็นแนวทางในการออกแบบให้เหมาะสมในการใช้งานมีการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลต่างๆ โดยมีการนำเสนอภาพ 2 มิติ การเขียนแบบเพื่อการผลิต และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ผลการวิจัยคือได้เครื่องเจาะดินแบบใช้มือซึ่งสามารถเจาะขุดดินเพื่อปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก และนำมาใช้กับการขุดดิน พรวนดินในกระถางต้นไม้บอนไซ

นายเจริญ ช่วยรักษา, นายพิทักษ์ ชูเพชร, นายกิตติศักดิ์ สังข์เทพ [2] ทำการสร้างเครื่องเซาะเนื้อมะพร้าว (2547) ที่มีระบบการทำงานที่ทันสมัยสามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนากรรมวิธีการผลิตเครื่องเซาะเนื้อมะพร้าวให้ทันสมัยและปลอดภัยผู้วิจัยได้เริ่มจากการศึกษาข้อมูลรายละเอียดเพื่อนำมาออกแบบรูปร่างลักษณะของชิ้นส่วนและคำนวณขนาดต่างๆของชิ้นส่วนเพื่อสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพผลการวิจัยคือเครื่องเซาะเนื้อมะพร้าวสามารถเซาะเนื้อมะพร้าวได้ครั้งละ 1 ฝา แต่ใช้เวลาในการเซาะเนื้อมะพร้าวไม่นานทำให้ประหยัดเวลา และมีความปลอดภัยในการทำงาน

สุรินทร์ พงศ์สุภสมิทธิ์, ขวัญตรี แสงประชาธนารักษ์, วรทรรศน์ นิรมิตมงคล [3] ศึกษาผลของรูปร่างของส่วนต่างๆของใบมีดจอบหมุน (2546) ที่มีต่อประสิทธิภาพในการพรวนซึ่งจะนำไปสร้างความรู้และทฤษฎีในการออกแบบใบมีดจอบหมุน โดยการศึกษาการทำงานของใบมีด 3 ชนิดที่มีรูปร่างแตกต่างกัน คือ ใบมีดชนิดตัวแอล ใบมีดชนิดตัวซี และใบมีดแบบผสม นำใบมีดดังกล่าวมาทดลองพรวนในกระบะทราย เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต้านทานที่เกิดขึ้น กับรูปร่างของใบมีดจอบหมุน ผลการศึกษาพบว่าส่วนของใบมีดที่มีผลต่อแรงต้านทานที่เกิดขึ้น คือ ขอบคมตัด ลักษณะปลายใบมีดและมุมดัดปลายใบมีด โดยขอบตัดที่เป็นแนวตรงจะก่อให้เกิดแรงกระแทกทำให้แรงต้านทานแนวดิ่งและแนวระดับเกิดการเปลี่ยนแปลงทันทีทันใดก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนซึ่งจะเป็นผลเสียต่อระบบส่งกำลังและเสถียรภาพของเครื่องพรวนจอบหมุน และการออกแบบมุมดัดต้องมีความสัมพันธ์กับแนวโค้งของส่วนดัดปลายเพื่อให้ได้พื้นผิวด้านล่างของการพรวนเรียบและเกิดแรงต้านทานแนวดิ่งซึ่งเป็นแรงยกเครื่องพรวนจอบหมุนขึ้นมีขนาดน้อยกว่าแรงต้านทานในแนวระดับที่ช่วยผลักเครื่องพรวนจอบหมุนไปข้างหน้า เพื่อลดกำลังที่ใช้ในการทำงาน

2.5 ทฤษฎีที่สำคัญ

2.5.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์ [4]

การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) คือ การออกแบบสิ่งของเครื่องใช้ เพื่อนำมาใช้สอยในชีวิตประจำวัน โดยเน้นการผลิตจำนวนมากในรูปสินค้า เพื่อให้ผ่านไปยังผู้บริโภค (Consumer) ในวงกว้าง โดยที่รูปแบบและคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะเป็นปัจจัยสำคัญ ชักจูงผู้บริโภคให้เกิดความกระหายที่จะจ่ายเงินซื้อผลิตภัณฑ์นั้น จากข้อสรุปข้างต้น การออกแบบผลิตภัณฑ์จึงเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายด้านซึ่งควรจะได้พิจารณาคือ

ก) การออกแบบที่สัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์ ควรต้องพิจารณาถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นประการแรกเพื่อจะได้ออกแบบให้ได้ความคงทนถาวรมากน้อย หรือให้เหมาะสมกับการใช้เพียงชั่วคราวของผลิตภัณฑ์นั้น เพราะการออกแบบจะต้องคำนึงถึงวัสดุและเวลาการผลิตไปพร้อมกัน ถ้าออกแบบโดยไม่ได้ศึกษาถึงคุณภาพตามเป้าหมายของการผลิตแล้ว ก็ไม่สามารถออกแบบที่เหมาะสมได้

ข) การออกแบบที่สัมพันธ์กับวัสดุและกระบวนการผลิต

ในที่นี้ใคร่ขอย้ำทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยตรง ด้วยการผลิตสิ่งของเครื่องใช้หรือผลิตภัณฑ์ กำลังการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์จำนวนมาก มีความจำเป็นยิ่ง เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต เช่น เครื่องจักรกล หรือเครื่องทุ่นแรงอื่นๆ ย่อมเหมาะสมกับวัสดุอย่างหนึ่ง ทำให้การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องพิจาราณาถึงวัสดุและกระบวนการผลิตไปพร้อมกัน

ค) การออกแบบที่สัมพันธ์กับหน้าที่ใช้สอย

หน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้น เป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณา แม้การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องกลไกซับซ้อน ผู้ออกแบบจะไม่รู้ระบบการทำงานของผลิตภัณฑ์นั้นทั้งหมด ควรจะรู้การทำงานของผลิตภัณฑ์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ หรือแม้แต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับเครื่องกลไก ผู้ออกแบบจะต้องทำความเข้าใจกับหน้าที่ใช้สอยเป็นประการสำคัญด้วย

ง) การออกแบบที่สัมพันธ์กับความต้องการของผู้บริโภค

อาจจะพิจารณาได้ 2 แบบ คือ ความต้องการที่สอดคล้องกับชีวิตความเป็นอยู่ กับการสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ

ความต้องการที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นอยู่เป็นความต้องการที่เหมาะสมกับสภาพวัฒนธรรม รสนิยม และการใช้ผลิตภัณฑ์นั้นๆความต้องการของผู้บริโภคยังเกี่ยวข้องกับสภาพเศรษฐกิจโดยตรงอีกด้วย ถ้าสภาพสังคมที่กำลังเศรษฐกิจตกต่ำการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง ราคาสูง สินค้าฟุ่มเฟือยหรือเน้นความงามทางการออกแบบมากจนผลิตภัณฑ์นั้นราคาสูง

การออกแบบเช่นนี้ อาจจะไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคได้

ข) การออกแบบที่มีคุณค่าทางความงาม

เพื่อให้ผู้ออกแบบตระหนักถึงความงามที่เด่นชัดร่วมสมัย และมีความคิดสร้างสรรค์แทรกอยู่ในการออกแบบแต่ละชิ้น ความประณีตบรรจงในการออกแบบหรือในผลิตภัณฑ์เป็นคุณค่าส่วนหนึ่งของความงามอีกด้วย

นักออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ ผู้ที่มีความสามารถโดยการฝึกหัด โดยประสบการณ์ทางเทคนิค และโดยความรู้สึกทางสายตาในการรู้จักเลือกวัสดุ โครงสร้าง กลไก รูปร่าง สี การตกแต่งผิวภายนอกและภายในของผลิตภัณฑ์ซึ่งผลิตเป็นจำนวนมากด้วยกรรมวิธีทางอุตสาหกรรม นักออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาจจะทำงานเกี่ยวข้องกับหัวข้อทั้งหมด (วัสดุ โครงสร้าง ฯลฯ) งานของนักออกแบบคือ การปรับปรุงออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับผลิตในโรงงาน ซึ่งจะให้ประโยชน์ใช้สอยที่ดีกว่า รูปร่างที่ดีกว่า ตามความพอใจของผู้ใช้

การออกแบบ (Design) จากรากศัพท์ลาติน คำว่า Design มาจาก Designare หมายถึง กำหนด ออกมา กะ หรือ ขีดเขียน ทำเครื่องหมายไว้

การออกแบบคือ การกำหนดความนึกคิด (Idea) ตามความต้องการตามรูปแบบของการสร้างสรรค์ และรู้จักแก้ไขปรับปรุง สิ่งที่มีอยู่เดิม โดยอาศัยองค์ประกอบต่าง ๆ ให้เกิดความเหมาะสม ได้ประโยชน์ (Function) และความงาม (Beauty) ตามยุคสมัย พื้นฐานการออกแบบแบ่งได้ 3 ประเภท

1. รูปแบบธรรมชาติ
2. รูปแบบเรขาคณิต
3. ลายทางประวัติศาสตร์

จุดมุ่งหมายอันแท้จริงของการผลิตสินค้าคือ ทำอย่างไรจึงจะขายได้มากและมีกำไร เพื่อให้ได้ ตรงจุดมุ่งหมาย นักออกแบบนอกจากจะต้องมีความสามารถในการสร้างสรรค์ มีความรู้เกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิตรวมทั้งเทคนิคต่าง ๆ เป็นอย่างดีพอสมควร นักออกแบบต้องมีประสบการณ์และความชำนาญในเรื่องต่าง ๆ มากมาย นักออกแบบควรจะต้องเป็นจิตรกร, วิศวกร, ช่างเครื่องกล, นักทำหุ่นจำลอง นักขายของหรือเซลแมน และพ่อค้า นอกจากนี้แล้วนักออกแบบควรจะมีความรู้เรื่องกราฟฟิค, กรรมวิธีการผลิต ชนิดของวัสดุ และนักออกแบบต้องเป็นนักค้นคว้าวิจัยและนักสถิติที่ดีอีกด้วย

งานหลักของนักออกแบบคือ ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีประโยชน์ใช้สอยให้ดีที่สุด ความสวยงามเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งแต่ไม่ใช่สิ่งแรก หลังจากออกแบบให้มีหน้าที่ใช้สอย ให้ดีที่สุดแล้วก็เพิ่มความสวยงามด้วยการจัดรูปร่าง การตกแต่งผิว และการกำหนดสี เป็นขั้นสุดท้าย นอกเหนือจากสิ่งอื่นใด นักออกแบบต้องเรียนรู้ให้ซึ้งถึงชนิดและคุณสมบัติของวัสดุชนิดต่าง ๆ แล้วนำมาใช้ให้ถูกต้อง ประหยัดและง่ายต่อการผลิต

ความหมายและขอบเขตของการออกแบบ

การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ การวิเคราะห์หาข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ (Function) ข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ (Consumer, User) ข้อมูลเกี่ยวกับการตลาด (Market) แล้วนำมาออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อผลิตเป็นจำนวนมาก (Mass-Production) ให้อยู่ในความนิยมของตลาดในราคาพอสมควร วิชาการออกแบบ ฯ เป็นวิชาที่ถือปฏิบัติเกี่ยวกับการวิเคราะห์ การสร้างสรรค์และการปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อการผลิตเป็นจำนวนมาก ให้ได้รูปร่างที่ถูกต้องแน่นอนก่อนที่จะลงทุนจำนวนมากเพื่อจัดอุปกรณ์และเครื่องมือในการผลิต และผลิตได้ในราคาพอสมควรที่ผู้ซื้อพอจะซื้อได้

งานออกแบบลายผ้า (Textile) และกระดาษปิดฝาผนัง (Wallpaper) งานออกแบบ ชามกระเบื้อง งานออกแบบเฟอร์นิเจอร์ไม้และงานออกแบบอีกหลายประเภท เช่น เครื่องแก้ว เครื่องเงิน เครื่องเพชรพลอย ฯลฯ ไม่ถือว่าเป็นงานออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ไม่นับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ประกอบด้วยเหตุผลหลายประการหรือประการหนึ่งในหัวข้อดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์เป็นสองมิติ คือ เป็นรูปแบนมีเฉพาะความกว้างกับความยาว

2. สามารถดำเนินงานออกแบบโดยบุคคลคนเดียวได้ (One-Man Job) ไม่ต้องทำร่วมกับผู้เชี่ยวชาญสาขาอื่น ๆ

3. ผลิตภัณฑ์นั้นมีกรรมวิธีการผลิตที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์ที่มีการทำมา แล้วแต่โบราณกาล

4. การลงทุนทำอุปกรณ์ในการผลิตต่ำ ตัวอย่างเช่น ถ้วยกาแฟดินเผากับถ้วยกาแฟพลาสติก แม่แบบปูน พลาสเตอร์สำหรับทำถ้วยกาแฟดินเผาราคาไม่เกินร้อยบาท แต่แม่แบบอุปกรณ์ และเครื่องจักรที่ทำถ้วยพลาสติก ซึ่งต้องประกอบด้วย แม่แบบเหล็ก, ส่วนให้ความร้อน, เครื่องกดหรือฉีด รวมราคาแล้วเป็นหมื่นหรือแสนบาท ผลิตภัณฑ์ถ้วยกาแฟดินเผาจึงไม่นับเข้าเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สมัยโบราณจิตรกรและช่างฝีมือรู้จักคุ้นเคยกับวัสดุจำนวนจำกัด เช่น ทอง เงิน เครื่องปั้นดินเผา แก้วผลึก และเหล็กหล่อ บางคนอาจทำจำเจอยู่กับวัสดุชนิดเดียวหรือสองสามชนิดจนตลอดชีวิต ปัจจุบันวิทยาการได้ก้าวหน้าไปมาก การประดิษฐ์คิดค้นวัสดุชนิดใหม่ได้เพิ่มขึ้นตลอดเวลา นักออกแบบสมัยปัจจุบันจึงมีโอกาสดีกว่าสมัยก่อนๆมาก ทั้งนี้เพราะมีวัสดุพร้อมทั้งกรรมวิธีใหม่ๆ วัสดุชนิดเดียวกัน ผลิตภัณฑ์อย่างเดียวกัน อาจทำได้ด้วยกรรมวิธีหลายอย่าง รูปแบบของผลิตภัณฑ์สมัยใหม่จึงมีขอบเขตกว้างไกล นักออกแบบทำงานได้พิสดารมากขึ้น สำหรับผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเป็นการบันทึกรูปรอยแห่งความรู้สึกนึกคิดของผู้ทำ มีลักษณะเด่นของแต่ละบุคคล ส่วนผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเป็นเพียงภาพแห่งความรู้สสึกนึกคิดของนักออกแบบเท่านั้น หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมผู้ทำได้สร้างได้สัมผัสผลิตภัณฑ์นั้นจากเริ่มต้นจนสำเร็จผู้ทำสอดแทรกอารมณ์ความนึกคิดเข้าไปในรูปผลิตภัณฑ์ รูปผลิตภัณฑ์จึงเป็นสิ่งถ่ายทอดความรู้สึก ลักษณะเฉพาะแทนตัวของผู้ทำสำหรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนักออกแบบอาจจะได้สัมผัสเพียงภาพเขียนในกระดาษและหุ่นจำลองหลังจากส่งแบบไปโรงงานเพื่อผลิตแล้วนักออกแบบไม่มีโอกาสจะได้สัมผัสมันอีกเลยเครื่องจักรและคนงานในโรงงานจะทำหน้าที่แทนผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบางชนิดมีชิ้นส่วนที่ต้องอาศัยทำโดยช่างฝีมือเช่นงานขุบเคลือบผิวโลหะแตะชิ้นส่วนที่ต้องขุบดังกล่าวมีเป็นส่วนน้อย ในกรรมวิธีการผลิตเมื่อเทียบกับส่วนอื่นที่ต้องใช้เครื่องจักร และผลิตภัณฑ์นั้นก็ยังคงความเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอยู่ นักออกแบบต้องเรียนรู้กรรมวิธีการผลิตต่างๆ รู้จักขีดจำกัดการทำงานของกรรมวิธีแต่ละชนิดที่สามารถทำงานได้ดีที่สุด การใช้เกินขีดจำกัดความสามารถย่อมจะไม่เกิดผลดี จะทำให้เกิดความยุ่งยาก ความล่าช้า หรือเพิ่มค่าใช้จ่ายให้มากขึ้น แต่ต้องไม่ลืมว่ามีการคิดค้นวัสดุและกรรมวิธีใหม่ๆ เพิ่มขึ้นทุกวัน การศึกษาติดตามข่าวสารดังกล่าวจะช่วยได้มาก

สมัยแรก ๆ ผลิตภัณฑ์ใดมีระบบการทำงานใหม่ ๆ จะมีประมาณการจำหน่ายมาก ไม่ค่อยคำนึงถึงรูปร่างความสวยงาม จนเมื่อความเสมอภาคของระบบการทำงานของเครื่องจักรกลได้มาถึงรูปแบบของผลิตภัณฑ์จึงมีความสำคัญทันที ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายได้ดีต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการออกแบบดี (Good Design) ซึ่งหมายถึงต้องมีรูปร่างที่สวยงามกว่า (Better Appearance) และระบบการทำงานที่ดีกว่า (Better Mechanical Development)

ในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นองค์กรธุรกิจด้านใดล้วนแล้วแต่ต้องการนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อที่จะรักษาส่วนแบ่งตลาดและเพื่อให้ธุรกิจดำเนินต่อไปในอนาคต กลไกในการสร้างนวัตกรรมใหม่ให้ประสบความสำเร็จในองค์กรนั้น สำคัญคือ จะต้องมีการเชื่อมโยงทีมงาน และองค์ความรู้ต่าง ๆ ภายในและภายนอกองค์กรเข้าด้วยกัน กำหนดเป้าหมายและกระตุ้นให้แต่ละส่วนเกิดความมุ่งมั่นที่จะทำงานในส่วนของตนอย่างสอดประสานกับทีมอื่นๆเพื่อเป้าหมายเดียวกันและหน้าที่ในการสร้าง

และจัดการทีมแห่งการสร้างนวัตกรรมนี้ ย่อมต้องเป็นหน้าที่ของผู้บริหารสูงสุดขององค์กร เช่นเดียวกัน นักออกแบบขององค์กรก็จะต้องเชื่อมโยงสัมพันธ์กับส่วนอื่นๆเพื่อการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ในเบื้องต้นนั้นปัจจัยสำคัญในการทำงานร่วมกับทีมอื่นคือ ต้องมีความเข้าใจในหน้าที่และความรับผิดชอบของแต่ละส่วน มีความเข้าใจในกระบวนการทั้งหมดว่าดำเนินไปอย่างไร และใครอยู่ในขั้นตอนไหน รวมถึงต้องมีความสามารถในการรวมทีมต่าง ๆ เข้าด้วยกันตามความต้องการของงานที่มี ซึ่งสามารถแยกย่อยได้ดังนี้

นักออกแบบกับนักวิจัยและพัฒนา ข้อมูลก่อนการออกแบบเป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับนักออกแบบ นักออกแบบต้องการข้อมูลเพื่อใช้ในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุ เทคโนโลยีการผลิต วิทยาการใหม่ๆ ผู้บริหารจะต้องสนับสนุนให้มีการสื่อสารถึงหน้าที่ของทีมนักออกแบบและทีมวิจัยและพัฒนา เพื่อนำข้อมูลของงานวิจัยมาช่วยเพิ่มคุณภาพของงานออกแบบ และเพื่อให้นักวิจัยและนักออกแบบเข้าใจกระบวนการทำงาน และความรับผิดชอบของแต่ละส่วน เพื่อการสนับสนุนกันในขั้นตอนต่าง ๆ ของงานอย่างมีประสิทธิภาพ

นักออกแบบกับนักการตลาด ในตำราการตลาดนั้นไม่ค่อยได้พูดถึงนักออกแบบมากนัก อาจจะมีบ้างในเรื่องของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ แต่ในความเป็นจริงแล้วในส่วนผสมทางการตลาดทั้ง 4 (4P) นักออกแบบมีบทบาทในทุกๆ ส่วนผสม ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมานั้น การออกแบบเป็นปัจจัยหลักในการก่อให้เกิดประโยชน์ใช้สอย รูปร่าง คุณภาพ ความคงทน ความสะดวกปลอดภัย ประสิทธิภาพ มูลค่าเพิ่มและความงามของผลิตภัณฑ์ สินค้าที่ผ่านการออกแบบเพื่อการแข่งขันด้านราคาจะสามารถควบคุมราคาต้นทุนของสินค้าจากการเลือกใช้วัสดุ การเลือกกระบวนการผลิตที่เหมาะสมกับคุณภาพ และประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ และการออกแบบยังสามารถเพิ่มการรับรู้ในมูลค่าของผลิตภัณฑ์ อันเป็นสิ่งจำเป็นต่อการวางกลยุทธ์ด้านราคา การออกแบบยังส่งผลต่อสถานที่ ช่องทางการจัดจำหน่าย การขนส่ง การส่งเสริมการขายและการบรรจุภัณฑ์ ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นหน้าที่ของนักออกแบบ ที่ต้องทำงานร่วมกับนักการตลาด รวมถึงการสร้างแนวคิดใหม่ๆ ในการส่งเสริมการจำหน่าย จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า นักออกแบบมีบทบาทที่ใกล้ชิดกับนักการตลาดมากในการสร้างความสำเร็จให้ผลิตภัณฑ์

นักออกแบบกับการวิจัยตลาด การวางกลยุทธ์ทางการตลาดมุ่งเน้นในการหาความต้องการของผู้บริโภค เพื่อนำมาสร้างให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเด่นเหนือกว่าคู่แข่งขัน การวิจัยข้อมูลด้านการตลาดจึงเป็นหัวใจในการวางกลยุทธ์ทางการตลาดและนักออกแบบจะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการศึกษาข้อมูลด้วยวิธีการของนักออกแบบและช่วยนักการตลาดในการเปลี่ยนตัวหนังสือจากข้อสรุปงานวิจัยตลาด ให้กลายเป็นสินค้าที่ประสบความสำเร็จ นักออกแบบเข้าไป

ค้นหาความต้องการของผู้บริโภคด้วยวิธีการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมของกลุ่มผู้บริโภคการใช้ผลิตภัณฑ์การดำเนินชีวิต ทำให้สามารถมองเห็นได้ทั้งพฤติกรรมที่เกิดจากความตั้งใจและไม่ได้ตั้งใจ และดูถึงสภาวะล้อมรอบๆตัวผู้บริโภคที่มีผลต่อพฤติกรรมนั้นความสามารถของนักออกแบบในการจินตนาการ ทำให้สามารถเข้าใจถึงความคิดของผู้บริโภคได้ว่าอะไรคือสิ่งที่ผู้บริโภคต้องการ และสามารถสรุปออกมาเป็นภาพเชื่อมโยงเรื่องราวต่างๆ เพื่อใช้ในการร่วมกับนักการตลาด กำหนดแนวคิดด้านการตลาด และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ในอนาคต

นักออกแบบกับผู้ผลิต ในกระบวนการออกแบบนั้นแนวคิดทั้งหมดจะต้องถูกถ่ายทอดออกเป็นแบบเพื่อผลิต เพื่อสื่อสารถึงความต้องการของนักออกแบบให้กลายเป็นจริง โดยทีมที่จะเข้ามามีบทบาทในขั้นตอนนี้ด้วยก็คือ วิศวกร ซึ่งจะเป็นคนที่เข้ามาออกแบบ คำนวณในรายละเอียดต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ให้สามารถผลิตได้จริงตามที่กำหนด แต่วิศวกรนั้นจะเน้นในเรื่องหน้าที่ประสิทธิภาพของรายละเอียดต่างๆ ส่วนนักออกแบบจะเกี่ยวข้องกับขั้นตอนรายละเอียดของสินค้าในเรื่องของอารมณ์ ซึ่งมีความสำคัญต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค

นักออกแบบยังมีบทบาทเกี่ยวเนื่องกับทีมอื่นๆ เช่น นักวิจัย นักจิตวิทยา ฯลฯ ซึ่งทั้งหมดทุกส่วนล้วนแต่มีความสำคัญในการสร้างความสำเร็จของนวัตกรรมใหม่ที่จะนำพาธุระกิจไปสู่อนาคต ความสามารถของแต่ละทีมนั้นมีความสำคัญ แต่ที่สำคัญมากกว่าก็คือ การที่จะสามารถให้แต่ละส่วนทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะงานส่วนใหญ่ไม่สามารถทำให้สำเร็จได้ด้วยคนจำนวนน้อย

ความหมายของผลิตภัณฑ์ใหม่ คือ ผลิตภัณฑ์ใหม่ในระดับโลกเป็นนวัตกรรมที่สร้างขึ้นมาในตลาดไม่เคยมีการผลิตผลิตภัณฑ์นี้มาก่อน เป็นการนำผลิตภัณฑ์เข้าไปจำหน่ายในสายผลิตภัณฑ์หนึ่งๆเป็นครั้งแรก ผลิตภัณฑ์ใหม่ในสายผลิตภัณฑ์เดิมเป็นการนำผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เข้ามาแทนผลิตภัณฑ์ในสายผลิตภัณฑ์เดิม เช่น เปลี่ยนขนาดบรรจุภัณฑ์ เปลี่ยนรสชาติ การปรับปรุงผลิตภัณฑ์เดิม ให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ การวางตำแหน่งสินค้าใหม่ เป็นการนำผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ออกขายในลูกค้าเป้าหมายกลุ่มใหม่ การลดต้นทุน คือการทำผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณสมบัติเหมือนเดิมแต่ต้นทุนต่ำลง

การออกแบบสมัยใหม่ (Modern Design) เป็นผลจากการที่ต้องการรักษาความสมดุลระหว่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีกับศิลปะการออกแบบตกแต่งให้มีความผสมกลมกลืนกันไปในทางที่เหมาะสม ด้วยการเสริมลวดลายทางธรรมชาติเข้าไปในผลผลิตหรือผลงานเป็นการดัดแปลงลวดลาย จึงเกิดเป็นรูปแบบศิลปะแบบใหม่

หลักการออกแบบอุตสาหกรรม โดยเฉพาะทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ต้องพิจารณาด้านต่างๆ ดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย (Function) การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์จะต้องเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน

2. ความปลอดภัย (Safety) ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องด้วย ความปลอดภัยทั้งการใช้งานและหลังการใช้งาน

3. ความแข็งแรง ทนทาน (Durability) คือ สิ่งที่สร้างต้องแข็งแรง ทนทาน ระบบกลไก ระบบไฟฟ้า วัสดุและอุปกรณ์ที่เลือกใช้ที่ดี

4. ความประหยัด (Economic) จะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัดและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม

5. วัสดุ (Material) ต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงานมีความทนทานและประหยัด

6. โครงสร้าง (Construction) ควรทำให้เหมาะกับงาน มีความทนทาน ประหยัดและใช้วัสดุที่เหมาะสม

7. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic) หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งาน

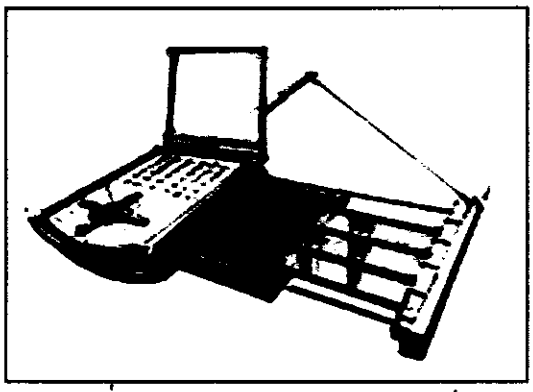
8. ความสวยงาม (Aesthetic) มีรูปร่างและขนาดเหมาะกับการใช้งาน

9. ลักษณะเฉพาะ (Personality) การมีลักษณะเฉพาะอิสระในความคิดเพื่อจะได้แสดงว่าได้วิเคราห์ปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของงาน

10. กรรมวิธีการผลิต (Production) สามารถจะทำการผลิตได้ง่าย

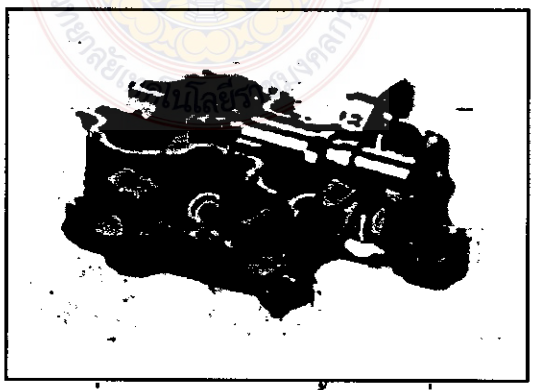
11. การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of Maintenance) ควรสามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ง่าย

12. การขนส่ง (Transportation) คำนึงถึงความปลอดภัย ค่าขนส่ง ต้องบรรจุหีบห่ออย่างไรที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหาย



รูปที่ 2.4 การออกแบบคอมพิวเตอร์

รูปที่ 2.5 การออกแบบรถยนต์



รูปที่ 2.6 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องกล

2.5.2 ดิน [5]

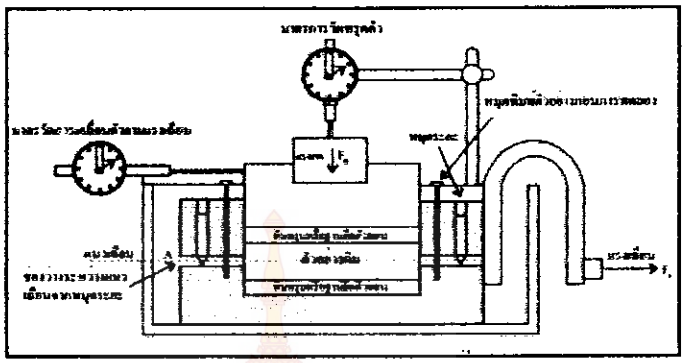
ดิน ในทางวิศวกรรมโยธาและวิศวกรรมธรณี หมายถึง ตะกอนร่วนได้จากหินต้นกำเนิดที่ผ่านกระบวนการทางธรณีวิทยา เช่น กระบวนการผุพัง ผุกร่อนนอกจากนี้แล้วยังรวมถึงอินทรีย์วัตถุอื่นๆ ที่ตกตะกอนทับถมอยู่ การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางกล ตลอดจนพฤติกรรมการตอบสนองต่อแรงที่กระทำจะต้องอาศัยความรู้ทางด้านปฐพีกลศาสตร์เนื่องจากดินในแต่ละพื้นที่จะมีลักษณะส่วนประกอบและสมบัติแตกต่างกันออกไปการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาทดสอบหาสมบัติและความเหมาะสมต่องานจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางด้านธรณีเทคนิคเพื่อกำหนดตำแหน่งและปริมาณตัวอย่างที่จะเก็บให้เป็นตัวแทนของดินในพื้นที่นั้นการประเมินสมบัติของดินจากผลการทดสอบตัวอย่างอาจต้องอาศัยวิเคราะห์ทางสถิติประกอบเพื่อผลที่เชื่อถือได้เมื่อเราได้สมบัติทั้งทางกายภาพและทางวิศวกรรมของดิน เราจึงนำผลการวิเคราะห์ไปใช้

คุณสมบัติทางกลศาสตร์ของดินที่สำคัญประการหนึ่งก็คือ กำลังหรือความแข็งแรงของมวลดิน (Soil Strength) ซึ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์หรือออกแบบฐานราก, ผนังกันดิน, เขื่อนดินและสิ่งก่อสร้างเกี่ยวกับดินและหินอีกหลายอย่าง ทางด้านปฐพีกลศาสตร์ เราถือว่ากำลังของดินคือ ความสามารถของมวลดินในการรับแรงเฉือน (Shearing Strength) ซึ่งแตกต่างจากเหล็กหรือคอนกรีต ซึ่งพิจารณาแรงดึงหรือแรงอัดเป็นสำคัญ เมื่อมวลดินได้รับแรงกระทำไม่ว่าจะเป็นแรงจากภายนอกหรือเนื่องจากน้ำหนักของมวลดินเอง ในระยะแรกจะมีการเคลื่อนตัวเล็กน้อยอยู่ในช่วงของ Elastic แต่เมื่อมีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น การเคลื่อนตัวก็จะสูงขึ้นจนถึงช่วงของ Ultimate โดยมีการเคลื่อนของดินส่วนหนึ่งเฉือนออกจากมวลดินอีกส่วนหนึ่ง เรียกว่า “การเคลื่อนพัง” (Shearing Failure)

การรับน้ำหนักของดินนั้น แบ่งเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ ทราย กับดินเหนียว กำลังรับน้ำหนักของดินจะขึ้นอยู่กับแรงเฉือนของดิน ความหมายของแรงเฉือนคือ แรงที่กระทำขนานกับหน้าตัดที่รับแรงนั้น ซึ่งกำลังรับแรงเฉือนของดินจะแบ่งเป็นหลักๆ 2 อย่าง คือ จากแรงเสียดทานระหว่างเม็ดดิน Friction Angle ซึ่งเป็นคุณสมบัติของดินทราย และแรงจากแรงยึดเหนี่ยวทางเคมีของดินแรงเชื่อมแน่นของดิน (Cohesion of Soil) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของดินเหนียว

ในการหาค่ากำลังเฉือนของดิน (Shear Strength) นั้นจะกระทำได้ทั้งในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) และในภาคสนาม(Field Tests) ซึ่งตัวอย่าง ที่เราใช้ในห้องปฏิบัติการจะต้องเป็นตัวแทนของดินในสนาม จึงจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างให้คงสภาพ (Undisturbed Sample)

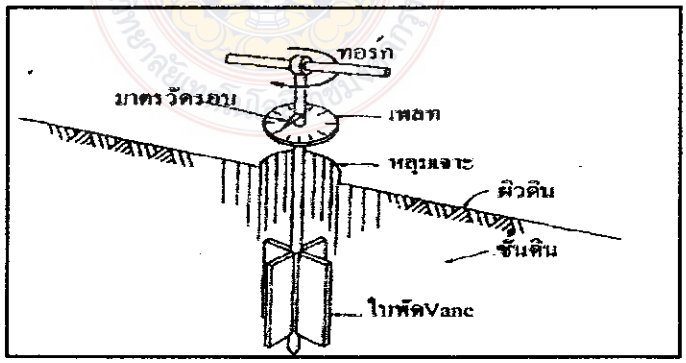
แต่สำหรับดินทรายและกรวดอาจใช้ตัวอย่างปราศสภาพ (Disturbed Sample) ได้แต่อย่างไรก็ตาม ต้องพยายามอัดดินให้มีความหนาแน่นใกล้เคียงกับความหนาแน่นของดินในสนาม สำหรับการทดสอบหากำลังเฉือนที่นิยมในห้องปฏิบัติการมีด้วยกัน 2 วิธีการ คือ การเฉือนตรง (Direct Shear Test)และการกดทดสอบแบบอัดสามแกน (Triaxial Test)



รูปที่ 2.7 แสดงอุปกรณ์ทดสอบการเฉือนตรง

การทดสอบในสนามที่นิยมมากที่สุดมีด้วยกัน 2 วิธีดังนี้

1. วิธี Vane Shear Test ซึ่งจะทดสอบกำลังเฉือนแบบไม่ระบายน้ำในดินเหนียวอิ่มน้ำ หา Shear Strength ของ Saturated Clay



รูปที่ 2.8 แสดงอุปกรณ์ทดสอบกำลังเฉือนแบบใบพัด Vane

2. วิธีตอกทะลวง (Penetrometer Test) จะทำได้ทั้งดินทรายและดินเหนียว โดยอาศัยค่าการทะลวงผ่านในดินแล้วใช้ Empirical Relationship หากำลังเฉือน

การทดสอบ Standard Penetrotin Test เป็นวิธีการทดสอบที่นิยมใช้กันมากในประเทศไทย เพราะระหว่างการทดสอบ สามารถเก็บตัวอย่างดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายมาทำการทดสอบหาค่า กำลังแรงเฉือน (Shear Strength) ของดินได้ด้วย ดังนั้น จุดประสงค์ของการทดสอบSPT จึงนอกจากจะใช้ในการ ประมาณค่า Consistency ของดินที่มีความเชื่อมแน่น (Cohesive soil) แล้ว สามารถใช้หาความแน่นสัมพัทธ์และมุมเสียดทานภายในโดยประมาณของดินทราย (Cohesionless soil) ได้อีกด้วย การทดสอบวิธีนี้ทำได้โดยการตอกกระบอกลูกตุ้มหนัก 63.50 กิโลกรัม(140 ปอนด์) ยกสูง 0.762 เมตร (30 นิ้ว) ให้กระบอกผ่าจมลงไปในชั้นดินก้นหลุมเจาะ เพื่อให้แน่ใจว่าการตอก SPT ครั้งนี้ได้กระทำในชั้นดินคงสภาพ แล้วจึงทำการตอกกระบอกผ่านี้ให้จมลงไปในชั้นดินที่ต้องการทดสอบ โดยการแบ่งนับจำนวนการตอกออกเป็น 3 ช่วง ๆ ละ 15 เซนติเมตร (6 นิ้ว) จนกระบอกผ่าจมลงดิน 3 ช่วงรวม 18 นิ้ว จำนวนครั้งที่ตอกลง 2 ช่วง (12 นิ้ว) สุดท้ายนี้เรียกว่า Standard Penetration

รูปที่ 2.9 แสดงวิธีทดสอบ Standard Penetration Test (SPT)

การทดสอบนี้ เป็นเพียงการวัด Consistency ของดินเท่านั้น แต่ก็มีผู้รู้หลายท่านพยายามหาความสัมพันธ์ของค่า N ไปเป็นคุณสมบัติของแรงต้านกำลังของดินเป็นต้น ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงสัมพันธ์ระหว่าง SPT N-Value,Consistency,Relative Density (Dr.)

ประเภทดิน					
Cohesive Soil			Cohesionless Soil		
SPT N-Value	Consistency	UC.Test (ksc.)	SPT N-Value	Consistency	Dr.(%)
0-1	Very Soft	0.00-0.25	0-4	Very Lose	0-15
2-4	Soft	0.25-0.50	5-10	Loose	15-35
5-8	Medium	0.50-1.00	11-30	Medium	35-65
9-15	Stiff	1.00-2.00	31-50	Dense	65-85
16-30	Very Stiff	2.00-4.00	>50	Very Dense	85-100
>30	Hard	>4.00			

2.5.3 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

ก) เพลา [6] เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่มีความสำคัญเป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง และกำลังที่ส่งผ่านเพลาจะอยู่ในรูปของ โมเมนต์แรงบิด แรงดึง แรงกด หรือแรงดัด หรือหลายแรงรวมกันได้ในการส่งกำลังจากเพลาหนึ่งไปยังอีกเพลาหนึ่ง จำเป็นต้องอาศัยตัวกลาง เช่น เฟือง โซ่ สายพาน เป็นต้น

เพลามีหลายชนิด ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. สตับชาฟต์ (Stub Shaft) หรือบางครั้งเรียก เฮดชาฟต์ (Head Shaft) เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์ มอเตอร์ หรือเครื่องต้นกำลังอื่นๆ มีขนาด รูปร่าง และส่วนยื่นออกมาสำหรับใช้ต่อกับเพลาอื่นๆ

2. เพลาแนว (Line Shaft) หรือเพลาส่งกำลัง (Power Transmission Shaft) หรือเพลาเมน (Main Shaft) เป็นเพลาที่ซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลัง และใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่นๆ โดยเฉพาะ

3. เพลาอ่อน (Flexible Shaft) เป็นเพลาที่สามารถอ่อนหรืองอโค้งได้ เพลาประเภทนี้ทำด้วย สายลวดใหญ่ (Cable) ลวดสปริงหรือลวดเกลียว (Wire Rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้ แต่ส่งกำลังได้น้อย

ข) วัสดุที่ใช้สำหรับทำเพลา

วัสดุที่ใช้สำหรับทำเพลาทั่วไปคือ เหล็กกล้าละมุน แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานต่อแรงกระตุกเป็นพิเศษแล้วมักจะให้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเพลา เช่น AISI 1347 3140 4150 4340 เป็นต้น อย่างไรก็ตามเพื่อให้ได้เพลามีราคาถูกที่สุด ควรพยายามเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าชนิดอื่น

ขนาดของเพลา

เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลาซึ่งเป็นขนาดระบุใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถซื้อได้ทั่วไปนอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลาด้วยขนาดระบุของเพลาดูได้จากตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R 775-1969

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น mm				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

ค) การออกแบบคำนวณหาขนาดเพลา

การคำนวณหาขนาดของเพลาที่พอเหมาะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานในบางครั้งการหาขนาดของเพลาเพื่อให้เพลาทนต่อแรงที่กระทำอย่างเดียวเป็นการไม่เพียงพอ ดังนั้นมุมบิดของเพลาที่เกิดขึ้นในขณะใช้งาน จะต้องมีค่าไม่มากเท่าที่กำหนดไว้ เป็นต้น นั่นคือเพลาจะต้องมีความแข็งแกร่งอยู่ภายในพิกัดที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากไปนอกจากจะเสียความเที่ยงตรงทางด้านตำแหน่งแล้วยังอาจจะก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนซึ่งมีผลให้แบริ่งที่รองรับเพลาเกิดความเสียหายได้ง่ายขึ้น ในการออกแบบหาขนาดของเพลา จำเป็นจะต้องพิจารณาดังนี้

1. กำลังงาน (Power) และภาระ (Load) ที่ใช้เพลาส่งกำลัง

2. ความแกร่ง (Stiffness หรือ Rigidity) หมายถึง ความคงทนต่อการแอ่นตัว หรือการบิดไปของเพลาเมื่อใช้รับภาระ

3. Critical Speed หมายถึง การสั่นของเพลา อันเป็นผลต่อเนื่องมาจากการแอ่นตัว เพลาส่วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักร ทั้งนี้เพราะเพลาหมุนอยู่ตลอดเวลานอกจากนั้นแรงที่กระทำยังอาจจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้ ดังนั้นเพลาจึงเกิดความเสียหายเนื่องมาจากความล้าเป็นส่วนใหญ่ สำหรับวิธีการคำนวณของ ASME ใช้วิธีการแบบสถิตยศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องมีตัวประกอบความล้า (Fatigue Factor) มาเกี่ยวข้องด้วย

ถ้าให้ C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากแรงบิด

ค่าตัวประกอบความล้าสามารถเลือกใช้ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ ซึ่งดูได้จากตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่าตัวประกอบความล้า

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลาอยู่นิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลาหมุน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

ง) ค่าความปลอดภัย

โดยทั่วไปแล้วค่าความปลอดภัย หมายถึง ตัวเลขที่นำไปหารค่าความต้านแรงดึง หรือความต้านแรงดึงครากของวัสดุ เพื่อให้ได้ความเค้นใช้งาน (Working Stress) ในชิ้นส่วนที่กำลังออกแบบ ซึ่งเรียกสั้นๆว่า ความเค้นออกแบบ (Design Stress) หรือความเค้นใช้งาน สำหรับผู้ที่มีความชำนาญในการออกแบบน้อย ก็อาจใช้ค่าที่แนะนำไว้ในตารางที่ 2.4 เป็นแนวทางในการคำนวณได้

ตารางที่ 2.4 ค่าความปลอดภัย

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะเปราะ
	Ny	Nu	Nu
แรงอยู่นิ่ง	1.5-2	3-4	5-6
แรงซ้ำทิศทางเดียวหรือ แรงกระแทกเล็กน้อย	3	6	7-8
แรงซ้ำสองทิศทางหรือ แรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	10-12
แรงกระแทกอย่างหนัก	5-7	10-15	15-20

หมายเหตุ : Ny หมายถึงค่าความปลอดภัย ณ.จุดคราก , Nu หมายถึงค่าความปลอดภัย ณ. จุดรับและภาระสูงสุด

จ) แรง (Force)

แรงคือการกระทำที่เปลี่ยนแปลง หรือพยายามที่จะเปลี่ยนแปลง สภาวะการอยู่นิ่ง หรือการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอของวัตถุ เช่น แรงดึงในเส้นเชือก น้ำหนักของวัตถุ (ซึ่งก็คือแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุนั้นเอง) เป็นต้น

การหาค่าทอร์ค

$$T = F \times r \quad \text{.....สมการที่ (2.1)}$$

T = แรงบิด (N.m)

F = แรงที่กระทำ (N)

r = รัศมีของจุดที่ต้องการหา (m)

ฉ) คำนวณหาขนาดของเพลา

ในการหาขนาดของเพลา การสมมุติขนาดของเพลาขึ้นนั้น เป็นการยากที่จะสมมุติให้ได้ขนาดใกล้เคียงดังนั้นอาจหาขนาดเพลาได้จากความเค้นบิด และความเค้นดัด จะหาค่าได้จากสมการ

$$\frac{\tau_y}{N_y} = \frac{16}{\pi d^3}\sqrt{(C_m.M)^2 + (C_t.T)^2} \quad \text{.....สมการที่ (2.2)}$$

ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่มีพื้นที่หน้าตัดกลมอยู่ภายใต้โมเมนต์บิด (torque) จะบิดไปเป็นมุมเท่ากับ

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \quad \text{.....สมการที่ (2.3)}$$

โดยที่ T คือ โมเมนต์บิดที่กระทำต่อเพลา (N.m)

L คือ ความยาวของช่วงการบิดตัววัดจากภาระสู่ภาระ (m)

G คือ Modulus of Rigidity (Mpa)

J คือ Polar moment of Inertia (m^4)

ช) กำลังและภาระ

ในการคำนวณกำลังงานและภาระของเพลา

สูตร $P = \frac{2\pi nT}{60}$ .....สมการที่ (2.4)

P = กำลังงานที่เพลารับหรือส่ง (W.)

T = โมเมนต์แรงบิดของเพลา (N.m)

n = ความเร็วรอบของเพลา (rpm)

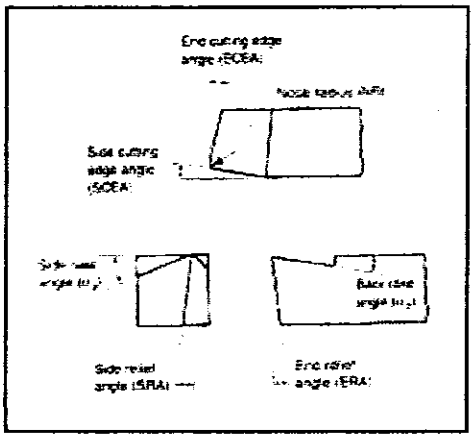
2.5.4 คมตัด [7]

คมตัด มี 2 ประเภท คือ

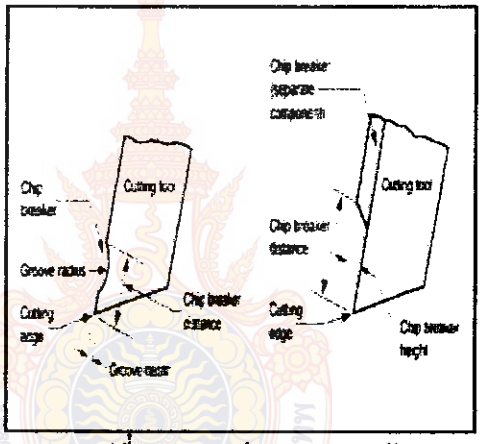
ก) คมตัดเดี่ยว (Single-Point Tools)

ข) หลายคมตัด (Multiple-Cutting-Edge Tools)

ใน HSS ใช้ Positive Rake Angle ช่วงระหว่าง +5° ถึง +20° (High Strength & Toughness สามารถ ทำ Heat Treatment ที่ คมตัดได้) ในวัสดุชนิดอื่นๆ ที่มี Hardness สูง แต่ Toughness น้อยกว่า HSS และทำ Heat Treatment ไม่ได้ เช่น Cemented Carbide, Coated Carbide, Ceramics มักจะออกแบบ Negative Rake Angle หรือ Small Positive Rake Angle เพราะวัสดุกลุ่มนี้จะรับ Load ได้มากและทำให้เกิดแรงเฉือนน้อย



รูปที่ 2.10 คมตัดประเภท Single-Point Tools



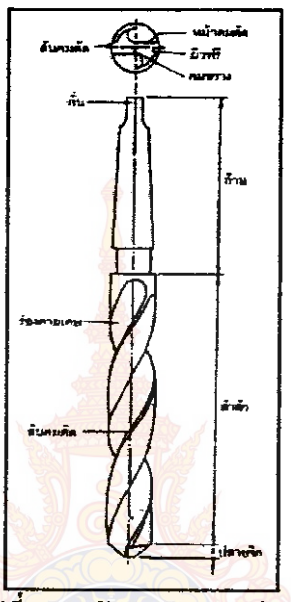
รูปที่ 2.11 มุมต่างๆของคมตัด

รูปที่ 2.12 แบบคมตัด

แรงในการเจาะประกอบด้วย แรง 2 ประเภท คือ

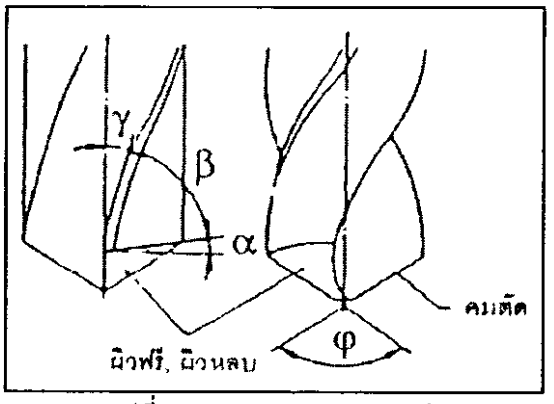
แรงในแนวแกน Thrust Force (Fth) เกิดจากแรงกดเจาะตามแนวแกนของดอกสว่าน ตั้งฉากกับชิ้นงาน แรงกด และอัตราป้อนมีผลต่อแรงนี้

แรงบิด Torque Force (Ftq) เกิดจากแรงตัดเจาะ เมื่อดอกสว่านเกิดการหมุน แรงนี้จะเป็นแรงที่ใช้กำลังในการเจาะ ขึ้นกับ ความเร็วรอบ ขนาดของดอกสว่าน วัสดุชิ้นงาน ลักษณะดอกสว่าน

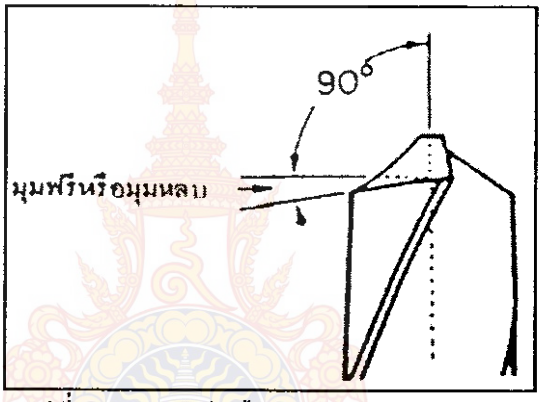


รูปที่ 2.13 ลักษณะดอกสว่าน

1. กานดอกสวาน (Shank) รับกำลังหมุนจากเพลาเครื่องเจาะ สามารถแบงออกได 2 ลักษณะ กานตรง (Straight Shank) สำหรับดอกสวานขนาดเล็กเสนผาศูนยกลางไมเกิน 16 mm. กานเรียว (Taper Shank) มีตั้งแตขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญจนถึงเสนผาศูนยกลาง 52 mm.
2. ลำตัว (body) ลักษณะเปนเกลียวขวา มีรองคายเศษ และสันคมตัด
3. สันคมตัด ทำหนาที่ขูดผิวงานใหเรียบ
4. รองคายเศษ ทำหนาที่คายเศษ
5. ปลายจิก (Point) เปนสวนนำเจาะ ประกอบดวยหนาคมตัด ผิวฟรี และคมขวาง
6. หนาคมตัด ทำหนาที่ตัดเศษ
7. ผิวฟรี คือ ผิวบนหนาตัดทั้งหมดที่อยูหลังคมตัด



รูปที่ 2.14 มุมคายของดอกสว่าน



รูปที่ 2.15 มุมฟรีหรือมุมหลบของดอกสว่าน

ถ้าขนาดดอกสว่านโตเท่ากับ d

มุมจิกโต φ จะทำให้ความยาวตัดคมสั้น

มุมจิกเล็ก φ จะทำให้ความยาวคมตัดยาวสั้น

เมื่อมุมหลบคงที่ ($\alpha_1=\alpha_2$)

1. มุมคายเล็ก (Slow Helix Ahgle) มุมลิ่มโตเหมาะสำหรับเจาะวัสดุแข็ง
2. คุมคายโต (Quick Helix Angle) มุมลิ่มเล็กเหมาะสำหรับเจาะวัสดุอ่อน

มุมฟรี (มุมหลบ) เกิดขึ้นจากการลับผิวฟรีหลังคมตัดเพื่อไม่ให้เกิดการถูกกับผิวงาน

วัสดุแข็ง มุมฟรี 7-12 °

เหล็กกล้า มุมฟรี 12-15 °

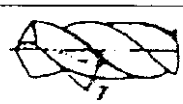
อลูมิเนียม มุมฟรี 12-15°

ทองเหลือง ทองแดง มุมฟรี 12°

ตารางที่ 2.5 วัสดุงานและมุมจิกของดอกสว่านประเภทต่างๆ

วัสดุงาน	มุมจิก
ยางแข็ง	30...50°
วัสดุผงอัด พลาสติกฉีด	50...60°
อิฐ แก้ว หิน	80...90°
แมกนีเซียม พลาสติกอ่อน (เทอร์โมพลาสติก)	100°
เหล็กกล้าเหนียว เหล็กหล่อ ทองเหลือง บรอนซ์	116...118°
เหล็กแข็ง เหล็กไร้สนิม ทองแดง ตะกั่ว สังกะสีผสม อะลูมิเนียม อะลูมิเนียมผสม	130...140°

ตารางที่ 2.6 ชนิดและการใช้งานของดอกสว่านที่มีมุมคมเลื้อย (มุมคาย) ต่าง ๆ กัน

ชนิดดอกสว่าน	การใช้งาน
ดอกสว่านชนิด W = 30..40°	ใช้เจาะวัสดุอ่อน เหนียว และโลหะเบา เช่น ทองแดง ทองเหลือง สังกะสี อลูมิเนียม พลาสติก บาง ๆ
ดอกสว่านชนิด N = 20..40° 	ใช้เจาะเหล็กทั่ว ๆ ไป เหล็กหล่อ เหล็กหล่อเหนียวเหล็กเหนียวหล่อ
ดอกสว่านชนิด H = 10..13°	ใช้เจาะวัสดุที่แข็ง เปราะ เช่น เหล็กกล้าผสมสูง เหล็กหล่อแข็ง ทองแดงผสม หิน วัสดุอัดขึ้นไป

2.5.5 ระบบส่งกำลัง

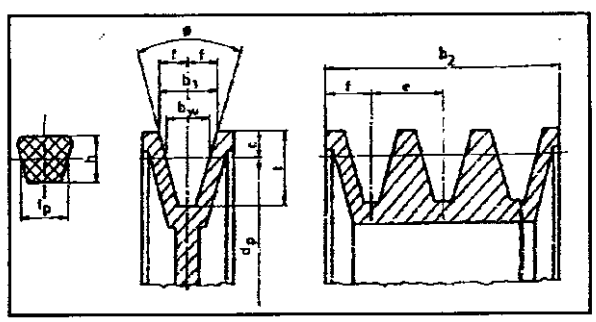
ก) สายพาน [8] เป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ช่วยในการส่งถ่ายกำลังจากชุดขับไปยังชุดตาม สายพานมีอยู่หลายชนิด ได้แก่

1. สายพานลิ่ม ใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมากโดยต้องการแรงดึงชั้นต้นในสายพานค่อนข้างน้อยทั้งนี้เพราะผลจากเกาะยึดตัวกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียวกับร่องรูปลิ่มของล้อสายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นผลให้สายพานทำงานได้อย่างประสิทธิภาพดี แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อยและมีแรงดึงชั้นต้นค่อนข้างต่ำและเหมาะสมกับการใช้งานในกรณีที่ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางน้อยในการส่งกำลังจะส่งได้มากที่สุด เมื่อผิวด้านข้างของสายพานอัดแน่นกับร่องบนล้อสายพาน และในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน ก็อาจใช้ผลจากการอัดแน่นนี้ทำหน้าที่เป็นเบรกได้ด้วย

การขับด้วยสายพานลิ่ม มีข้อดีคือเงียบ สะอาด และสามารถรับแรงกระตุกได้นอกจากนั้นยังมีขนาดกะทัดรัด มีประสิทธิภาพดี และแบริ่งของเพลาไม่ต้องรับแรงมากเกินไป จึงมักใช้ในการขับทางด้านอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งใช้สายพานขับได้โดยมีอัตราทดสูงประมาณ 7 : 1 หรืออาจใช้ได้สูงถึง 10 : 1

ขนาดสายพานและล้อสายพานลิ่ม

สายพานลิ่ม มีหน้าตัดเป็นรูปลิ่ม ดังนั้นในการกำหนดขนาดจึงมักกำหนดโดยใช้ความกว้างฟิตช์ (Pitch Width) และความหนาสายพานโดยใช้ตัวอักษรแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นสายพานลิ่มแบบแคบ (Narrow V-belts) มีขนาด SPZ SPA SPB และ SPC และสายพานลิ่มแบบธรรมดามีขนาด Y Z A B C D และ E ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายพานลิ่มแบบธรรมดาเท่านั้น รูปร่างหน้าตัดของสายพานลิ่มและล้อสายพาน ดูได้ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 หน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพานลิ่ม

2. สายพานวีเบลต์ ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลา 2 เพลา ซึ่งแกนเพลาทั้งสองต้องขนานกัน สายพานจะติดตั้งบนพูลเลย์ ซึ่งมีทั้งเพลาขับและเพลาตาม สายพานต้องมีความเสียดทานกับพูลเลย์ในระหว่างการทำงาน ร่องของสายพานวีเบลต์จะนั่งบนร่องของพูลเลย์ ในการส่งถ่ายกำลังของสายพานนั้น สายพานจะต้องดึงและกดอยู่บนร่องพูลเลย์ สายพานวีเบลต์ จะเกิดความฝืดระหว่างด้านข้างของสายพานกับด้านข้างของพูลเลย์ ร่องของพูลเลย์จะลึกกว่าความหนาของสายพาน ความสามารถในการส่งกำลังของสายพานจะขึ้นอยู่กับแรงเสียดทานและส่วนโค้งที่สัมผัสกับพูลเลย์ ส่วนโค้งที่สายพานสัมผัสจะทำให้เกิดการส่งกำลังได้มากขึ้น สายพานวีเบลต์แบบร่องเดียว สายพานชนิดนี้นิยมใช้กันมากที่สุด ซึ่งเป็นสายพานที่ใช้ส่งกำลังระหว่างเพลาซึ่งขนานกัน และยังใช้กับพูลเลย์ในแนวมุมอีกด้วย สายพานวีเบลต์แบบหลายร่อง สายพานแบบหลายร่องนี้ใช้เพื่อเพิ่มความสามารถในการส่งกำลัง ซึ่งตัวสายพานจะติดตั้งอยู่บนพูลเลย์หลายร่องเช่นเดียวกัน สายพานแถบวีเบลต์ สายพานชนิดนี้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานโดยทำให้สายพานไม่บิดหรือหลุดออกจากร่องของพูลเลย์ โดยมีแถบยางยึดเชื่อมสายพานเพิ่มความแข็งแรง

ข) โซ่ขับ [8] เป็นอุปกรณ์ในการส่งถ่ายกำลังชนิดหนึ่งซึ่งไม่ลื่นไถลเหมือนกับสายพาน โซ่ขับที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลัง และแบบที่นิยมมากที่สุดก็คือ โซ่ขับแบบโรลเลอร์ หลักการทำงานของโซ่มีหน้าที่พื้นฐานเหมือนกันโดยเป็นสายพานและพูลเลย์ในการส่งถ่ายกำลังระหว่างแกนเพลาที่ขนานกันและสามารถส่งถ่ายกำลังได้สูงกว่าสายพานทั่วไปเพราะจะมีลักษณะการทำงาน โดยมีฟันเฟืองโซ่ขับ ซึ่งทำให้เกิดความยืดหยุ่นที่น้อย โซ่โรลเลอร์ที่ใช้กันส่วนใหญ่เป็นแถวเดี่ยวหลายๆ แถว และจำนวนของข้อโซ่จะพิจารณา จากกำลังที่จะส่ง โซ่พิตช์คู่จะใช้ในงานที่มีภาระงานเบาและที่ความเร็วรอบต่ำเพราะราคาถูกด้วย การขับด้วยโซ่มีใช้อยู่มากทางด้านเครื่องจักรกล เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกับการขับด้วยสายพาน โซ่จะคล้องอยู่กับล้อโซ่หรือเฟืองโซ่ (Sprocket) ซึ่งติดอยู่บนเพลาขับและเพลาตามอัตราทดของการขับจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองโซ่ทั้งสองและการขับด้วยโซ่นี้จะไม่มีการสลิปเกิดขึ้นระหว่างโซ่กับเฟือง เนื่องจากการขับด้วยโซ่มีความไว้ใจได้และถูกต้องตามหลักเศรษฐศาสตร์ จึงนิยมใช้มาก เช่น ในการส่งกำลังในเรือ เครื่องยนต์ เครื่องจักรกล การเกษตร เครื่องมือกล เครื่องทอผ้า เครื่องจักรกลงานไม้ เครื่องพิมพ์ และในการขนส่งและขนถ่ายวัสดุ

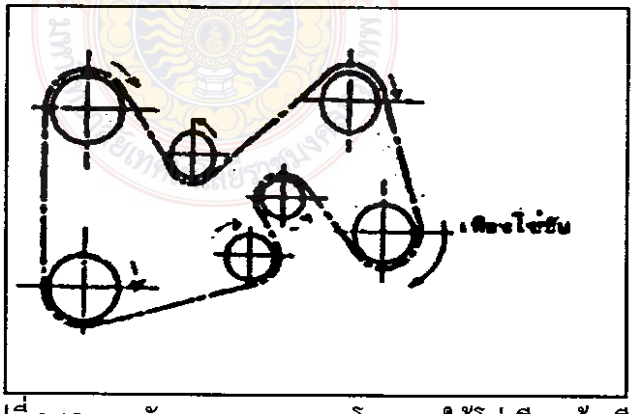
การขับด้วยโซ่มีข้อดีอยู่ระหว่างการขับด้วยสายพานและขับด้วยเฟืองทางด้านราคา สมรรถนะในการส่งกำลัง และการบำรุงรักษา โซ่สามารถขับได้ในระยะทางไกลกว่าสายพาน และขับได้พร้อมกันหลาย ๆ เพลา ซึ่งมีทิศทางหมุนตามกันหรือสวนทางกันก็ได้

ข้อดีของการขับด้วยโซ่

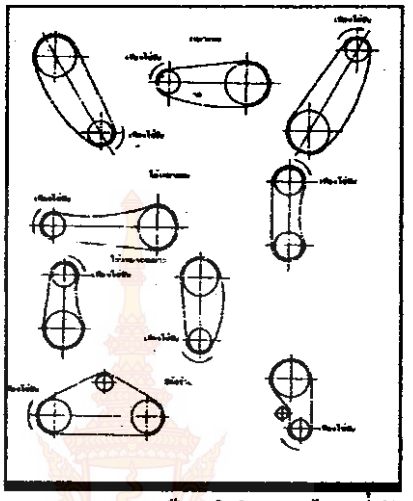
1. ในการติดตั้งไม่ต้องการความเที่ยงตรงเท่ากับเฟือง
2. ไม่จำเป็นต้องมีแรงดึงขั้นต้นในโซ่ต้านดึงเหมือนสายพาน ทำให้อายุการใช้งานของแบริ่งที่รองรับเพลาเพิ่มมากขึ้น
3. ไม่มีการสลิปในขณะส่งกำลังเหมือนสายพานทำให้ได้อัตราทดที่แน่นอน
4. มีขนาดกะทัดรัดกว่าสายพาน เมื่อใช้งานด้วยอัตราทดเท่ากัน เฟืองโซ่จะมีขนาดเล็กกว่าล้อสายพาน และถ้าต้องการส่งกำลังเท่ากัน ความกว้างของโซ่จะน้อยกว่าสายพาน
5. ติดตั้งง่ายกว่าสายพาน เพราะเพียงแค่คล้องเข้ากับเฟืองโซ่แล้วสอดสลักเข้าไปเท่านั้น
6. ใช้งานได้กับอุณหภูมิสูง บริเวณที่มีความชื้นและฝุ่นละออง

ข้อเสียของการขับด้วยโซ่

1. มีเสียงดัง
2. เนื่องจากความเร็วรอบสูงจะมีอันตรายเมื่อโซ่ขาด
3. ไม่มีความอ่อนตัวในการส่งกำลังเพลาจะต้องขนานกัน
4. ส่งกำลังแบบครอสไดรว์ไม่ได้
5. มีราคาแพงกว่าการขับด้วยสายพาน
6. ต้องมีการหล่อลื่น



รูปที่ 2.17 การขับเพลาหลายเพลาโดยการใช้โซ่เพียงเส้นเดียว



รูปที่ 2.18 การวางเฟืองโซ่สองเฟืองที่ขับกัน

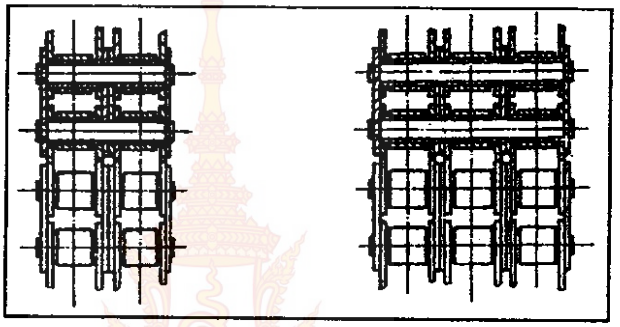
สิ่งจำกัดของการส่งกำลังด้วยโซ่เมื่อใช้งานด้วยความเร็วปานกลางจนถึงความเร็วสูง ก็คือ การสึกหรอของข้อต่อและความต้านแรงล้า (Fatigue Strength) ของวัสดุชิ้นส่วนโซ่ นอกจากนี้ แล้วถ้าใช้งานด้วยความเร็วสูงจะต้องคำนึงถึงแรงที่จะเกิดขึ้นในโซ่ เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลางใน การขับโดยใช้โซ่หลายเส้นขนานกันเป็นสองชั้น (Double-Strand) หรือสามชั้น (Triple- Strand) อาจทำให้แรงที่กระทำกับโซ่ไม่กระจายไปเท่า ๆ กันตลอดความกว้างของโซ่ และถ้าหล่อลื่นไม่ดี พอก็จะเป็นสาเหตุประการสำคัญที่ทำให้โซ่สึกหรอได้มาก

โซ่ที่คล้องอยู่บนเฟืองโซ่จะมีลักษณะคล้ายรูปหลายเหลี่ยมบนเฟืองโซ่ ทำให้แขนของแรง ในแนวสัมผัสกับเฟืองโซ่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่กำลังส่ง นอกจากนี้ ในระหว่างที่โซ่เคลื่อนที่ เข้าหาและเคลื่อนออกจากเฟืองโซ่ ข้อต่อโซ่แต่ละข้อจะเกิดการหมุนเทียบกับข้อต่อโซ่ข้างเคียงเป็น มุม 2α การหมุนนี้จะทำให้เกิดความเสียดทานขึ้น เป็นผลให้สูญเสียกำลังและโซ่สึกหรอ ผลต่อมา ก็คือระยะพิตช์ของโซ่เพิ่มขึ้นจนอาจหลุดจากเฟืองโซ่ได้

ชนิดของโซ่ โซ่แบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิด คือ

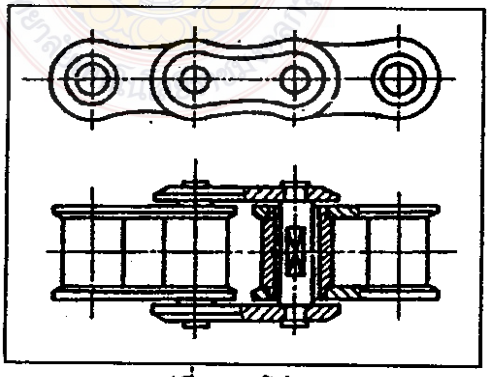
1. โซ่โรลเลอร์ (Roller Chains)

โซ่ชนิดนี้ประกอบด้วยแผ่นต่อ (Link) ด้านในและด้านนอกยึดติดกันด้วยสลักและบูช (Bushes) โรลเลอร์กลวงสวมอยู่กับบูช เมื่อใช้แรงรับมากอาจใช้แบบสองชั้นและสามชั้น



รูปที่ 2.19 โซ่โรลเลอร์สองชั้นและสามชั้น

2. โซ่บูช (Bushed Chains)



รูปที่ 2.20 โซ่บูช

โซ่ชนิดนี้แตกต่างกับโซ่โรลเลอร์ก็ตรงที่ไม่มีโรลเลอร์ ดังนั้นจึงสามารถออกแบบให้บูชและสลักมีขนาดใหญ่กว่าโซ่โรลเลอร์ โดยที่ระยะฟิตช์เท่ากัน โซ่บูชจึงรับแรงได้มากกว่าและ

ค) เฟือง [8] มีหน้าที่ในการช่วยขับเคลื่อน และทดรอบผ่อนแรง และเพิ่มแรงให้กับระบบกลไก มีหลายประเภท แบ่งตามลักษณะของฟัน (Tooth) และตามลักษณะการวางตัวของเพลา (Shaft) ที่เฟืองสวมอยู่ โดยปกติแล้ว เฟืองจะถูกตัดโดยมีระยะเผื่อระหว่างฟันที่ขบกัน โดยเรียกว่า ระยะฟรี (backlash) ลักษณะการขบกันของเฟืองจะอธิบายในลักษณะของคำว่า " เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์" หมายถึง อัตราส่วนของจำนวนฟันเฟืองกับเส้นผ่าศูนย์กลางวงกลมพิชต์ของเฟืองและสะท้อนถึงขนาดและรูปร่างของฟันเฟืองการขบกันของเฟืองทั้งสองต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์เหมือนกันและมีมุมกดเหมือนกัน ความเร็วสัมพันธ์ระหว่างเฟืองทั้งสองขึ้นอยู่กับจำนวนฟันของแต่ละเฟือง และสามารถคำนวณได้ดังนี้

ความเร็วของเฟืองตาม = ความเร็วของเฟืองขับ (rpm) x (จำนวนฟันของเฟืองขับ / จำนวนฟันของเฟืองตาม

สำหรับค่าที่มีความสำคัญก็คือ อัตราทด i

เมื่อให้ n_1 คือ ความเร็วรอบเฟืองขับ, Z_1 คือ จำนวนฟันเฟืองขับ

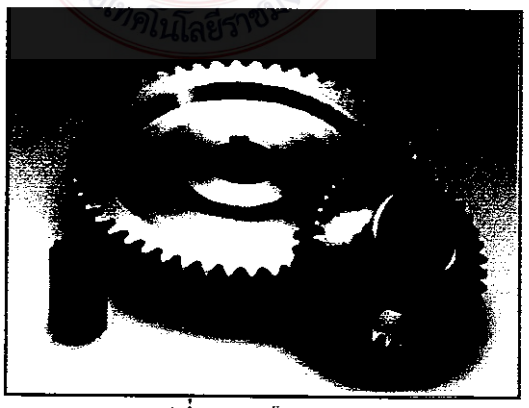
เมื่อให้ n_2 คือ ความเร็วรอบเฟืองตาม, Z_2 คือ จำนวนฟันเฟืองตาม

จะเขียนเป็นสูตรที่สัมพันธ์กันได้ดังนี้

$$n_1 z_1 = n_2 z_2 = i \qquad \text{.....สมการที่ (2.5)}$$

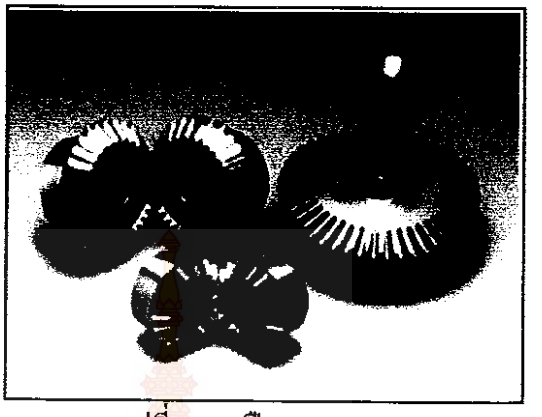
ชนิดของเฟือง

1. เฟืองตรง (Spur Gear Set) เป็นเฟืองที่มีลักษณะเป็นล้อทรงกระบอกมีฟันขนานกับแกนของตัวเฟือง มีหน้าตัดของฟันเฟืองขนานเท่ากันและเหมือนกันตลอดทั้งเฟือง



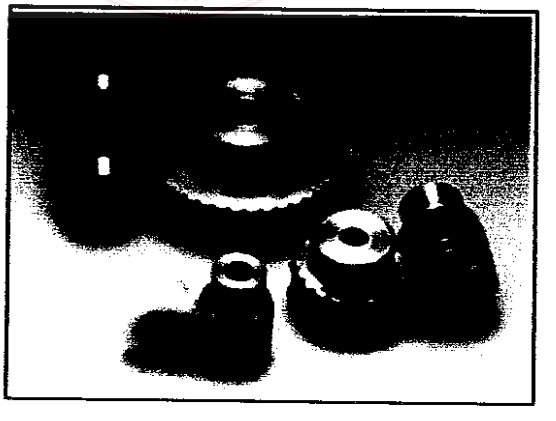
รูปที่ 2.21 เฟืองตรง

2. เฟืองดอกจอก (Bevel Gear Set) เฟืองชนิดนี้มีลักษณะรูปร่างเป็นรูปทรงกรวย (Cone) ฟันของเฟืองจะอยู่โดยรอบผิวของทรงกรวย และขนานกับแกนของเฟือง เฟืองดอกจอกจะใช้สำหรับเปลี่ยนทิศทางการส่งกำลังระหว่างเพลาของล้อที่ตั้งฉากกัน เช่น การส่งกำลังไปยังเพลาของล้อรถ เป็นต้น



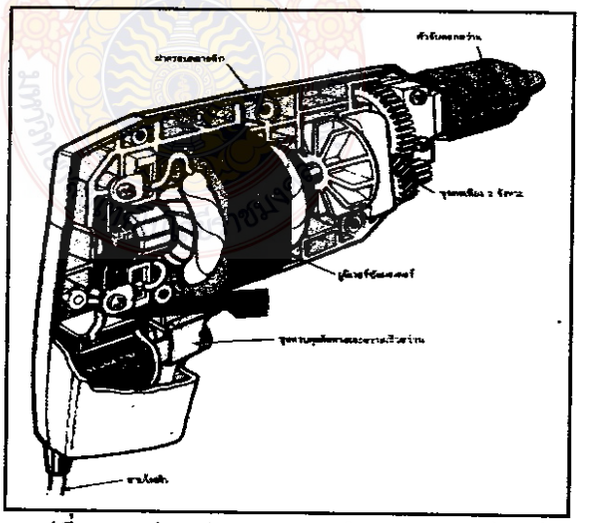
รูปที่ 2.22 เฟืองดอกจอก

3. เฟืองหนอน (Worm Gear Set) ใช้สำหรับส่งกำลังระหว่างเพลาที่ไม่ขนานกันและไม่ตัดกัน ซึ่งต้องการให้มีอัตราทดสูง ชุดเฟืองหนอนประกอบด้วยเกลียวตัวหนอน (worm) และเฟืองหนอน (worm gear) โดยปกติแล้วมักใช้ชุดเฟืองหนอนส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุมกัน 90 องศา ชุดเฟืองหนอนนี้สามารถส่งกำลังได้มากกว่าการใช้เฟืองเฉียงประกอบด้วยเกลียว ซึ่งมีจำนวนปากตั้งแต่ 1-6 ปาก หรืออาจจะมากกว่านี้ก็ได้



2.5.6 สว่านไฟฟ้า [9] ใช้กำลังช่วยขับมอเตอร์หมุนสว่าน ตัวที่ให้กำลังขับแก่สว่าน คือ มอเตอร์แบบยูนิเวอร์ ซึ่งเป็นมอเตอร์ต่อกับชุดเฟืองซึ่งทดความเร็วของมอเตอร์ลงทำให้สว่านหมุนช้ากว่ามอเตอร์ และเกิดแรงบิดมากขึ้นเพราะรอบที่ช้าลง สว่านที่ดีจะมีชุดปรับรอบและทิศทาง สามารถปรับรอบการหมุนของหัวสว่านได้ตั้งแต่ 10 รอบ ต่อนาที ถึง 1,000 รอบต่อนาที แล้วแต่การใช้งานเจาะวัสดุต่าง ๆ กัน เช่น โลหะ ไม้ พลาสติก นอกจากนี้ สว่านยังสามารถต่อกับอุปกรณ์ประกอบ เพื่อทำงานอย่างอื่น ๆ ได้อีก เช่น ใช้ต่อกับจานขัด,แผ่นขัดมัน,ล้อเจียระไน และต่อเป็นไขควงไฟฟ้าก็ได้ด้วย ภายในสว่านไฟฟ้าจะมีพัดลมระบายความร้อน ดูดอากาศผ่านขดลวดของมอเตอร์ผ่านช่องระบายอากาศของฝาครอบความเร็วสูงของมอเตอร์มาโดยชุดเฟืองลดรอบ 2 ชุด ทำให้แรงบิดที่ดอกสว่านเพิ่มขึ้น สว่านไฟฟ้าที่ดีจะมีชุดควบคุมความเร็วซึ่งสามารถเพิ่มความเร็วได้ตามแรงกดของนิ้ว ที่สวิตช์จะมีปุ่มปรับรอบ ซึ่งจะต้องตั้งความเร็วรอบสูงสุดของสว่านไว้ก่อนเมื่อกดปุ่มสุดแล้วรอบของมอเตอร์จะไม่เกินไปกว่าที่ตั้งไว้

ส่วนสวิตช์ปรับทิศทางของมอเตอร์จะต่อไปยังปลายสายไฟของขดลวดอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์ทั้ง 2 เส้น การกดสวิตช์จะกลับปลายสายไฟมอเตอร์เป็นตรงกันข้าม ทำให้สนามแม่เหล็กกลับทิศทาง และเปลี่ยนทิศทางการหมุนของหัวสว่านจึงมีประโยชน์ในการที่จะถอดดอกสว่านออกจากรูที่เจาะแล้วดอกสว่านติดแน่นจนดึงไม่ออก



รูปที่ 2.24 ส่วนประกอบภายในของสว่านไฟฟ้า

2.5.7 มอเตอร์ไฟฟ้า [9] เป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปพลังงานจากพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล เพื่อนำพลังงานดังกล่าวไปใช้ในงานด้านต่างๆ ต่อไป แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทตามกระแสไฟที่ใช้งานคือมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบ่งออกได้เป็น 2 แบบด้วยกัน คือ แบบที่มีโรเตอร์เป็นสไควเรลเกจ (Squirrel Gage) หรือทรงกระบอก เรียกมอเตอร์แบบนี้ว่า สไควเรลเกจอมอเตอร์ และแบบที่โรเตอร์พันด้วยเส้นลวดเล็ก ๆ ที่เรียกว่า วาวด์โรเตอร์ (Wound Rotor Moter) หรือ สลิปริมอเตอร์ (Sliprimg Motor)

มอเตอร์ทั้งสองแบบนี้ อาจจะมีส่วนประกอบคล้าย ๆ กันดังนี้ ส่วนอยู่กับที่ (Stator) เหมือนกับฝาครอบ (End Plate) เหมือนกัน จะแตกต่างกันเฉพาะส่วนที่เฉพาะที่ส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) และมอเตอร์ไฟสลับหรืออินดักชันมอเตอร์นี้ ยังแบ่งออกได้ 2 ชนิดด้วยกัน คือ ชนิดหนึ่งเฟส (Single - Phase) ชนิดสามเฟส (Three – Phase)

ก) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส เป็นมอเตอร์ที่ใช้กับเหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ หรือขนาดแรงดันที่ต่ำกว่านี้ตามพิกัดของมอเตอร์แบ่งออกได้ 5 แบบ คือ

1. สปลิทเฟสมอเตอร์ (Split – Phase Motor)
2. คาพาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)
3. รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion Motor)
4. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal or Series Motor)
5. เชดเดด โพลมอเตอร์ (Shaded – Pole Motor)

ข) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส

มอเตอร์เหนี่ยวนำเป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้มากที่สุด ซึ่งมอเตอร์ที่เกิดจากการเหนี่ยวนำ อาจเป็นมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวหรือมอเตอร์เหนี่ยวนำหลายเฟสก็ได้ มอเตอร์เหนี่ยวนำหลายเฟสนั้นมักนิยมเรียกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส และมีข้อดีข้อเสียคือ ข้อดี (Advantage) เป็นมอเตอร์ที่สร้างขึ้นได้ง่าย และทนทาน โดยเฉพาะชนิดกรงกระรอก (Squirrel-Cage Type)

1. ราคาไม่แพง และไม่เสียง่าย
2. มีประสิทธิภาพที่สูงพอในสภาวะที่มอเตอร์หมุนปกติไม่มีแปรงถ่าน ดังนั้นการสูญเสียเนื่องจากความฝืดจึงลดลงหรือมีค่าน้อย และมีเพาเวอร์แฟกเตอร์ดี
3. ต้องการการดูแลและบำรุงรักษาต่ำ
4. สามารถที่จะเริ่มหมุน (Start) ได้ง่าย โดยเฉพาะชนิดกรงกระรอก

ข้อเสีย (Disadvantage)

1. ความเร็วรอบของมอเตอร์ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
2. เหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบชันต์ ความเร็วรอบจะลดลงหรือเพิ่มขึ้นจะขึ้นอยู่กับโหลด
3. แรงบิดในขณะที่เริ่มหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำค่อนข้างต่ำกว่าแรงบิดขณะเริ่มหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบชันต์

โครงสร้างของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ประกอบด้วยกัน 2 ส่วนใหญ่

1. สเวตเตอร์หรือส่วนที่อยู่กับที่ (Stator)
2. โรเตอร์ หรือส่วนที่หมุน (Rotor)

สเวตเตอร์หรือส่วนที่อยู่กับที่ หลักการเดียวกันกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ โดยทำมาจากแผ่นเหล็กบาง ๆ อัดซ้อนเข้าด้วยกันและทำเป็นช่องสลอตไว้บรรจุขดลวด และจำนวนขั้วแม่เหล็กจะเป็นตัวกำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ เมื่อเราจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดสเวตเตอร์จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่ค่าคงที่ค่าหนึ่ง และสนามแม่เหล็กนี้จะหมุน (Revolves or Rotate) ด้วยความเร็วที่เรียกว่าความเร็วซิงโครนัส สนามแม่เหล็กที่หมุนจะเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าขึ้นโรเตอร์ซึ่งเป็นไปตามกฎของการเหนี่ยวนำ

การหาความเร็วรอบของมอเตอร์ จะหาค่าได้จากสมการ

$$NS = \frac{120f}{p} \quad rpm. \qquad \text{.....สมการที่ (2.6)}$$

โดยที่ NS = ความเร็วรอบมอเตอร์ (rpm)

f = ความถี่ของกระแสไฟฟ้า (H_z)

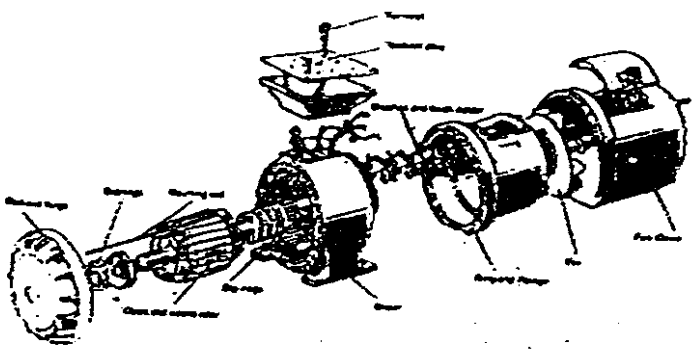
P = จำนวนขั้วแม่เหล็ก

โรเตอร์หรือส่วนที่หมุน โรเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. โรเตอร์แบบกรงกระรอก มอเตอร์ชนิดนี้เรียกว่า มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบกรงกระรอกโดยประมาณ 90% ของมอเตอร์เหนี่ยวนำจะใช้โรเตอร์เป็นแบบกรงกระรอกเพราะเป็นชนิดที่ทำได้ง่ายและทนทานที่สุด อีกทั้งยังทำลายได้ด้วย

รูปที่ 2.25 ภาพตัดของมอเตอร์เหนี่ยวนำชนิดกรงกระรอก

2. โรเตอร์แบบพันขดลวดหรือเฟสวาวด์โรเตอร์ (Wound Rotor or Phase Wound Rotor) มอเตอร์ที่ใช้โรเตอร์ชนิดนี้เรียกว่ามอเตอร์เหนี่ยวนำแบบโรเตอร์พันขดลวด หรือ เฟ สวาล์วมอเตอร์ โรเตอร์ชนิดนี้จะพบมากในมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสมีการพันแบบชุดขดลวดสองชั้นเหมือนกับขดลวดที่ใช้ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ในโรเตอร์ชนิดนี้จะต่อแบบสตาร์ และมีปลายสายออกมา 13 ปลายต่อเข้ากับสปริงที่ติดกับเพลาของโรเตอร์นั้น



รูปที่ 2.26 ส่วนประกอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบวาล์วโรเตอร์

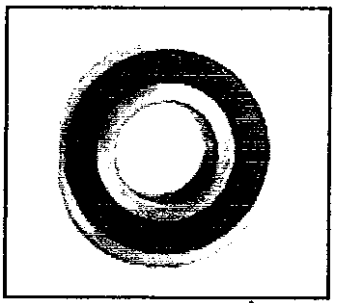
ข้อพิจารณาในการเลือกกำหนดมอเตอร์เพื่อใช้งานคือ จะต้องคำนวณและกำหนดลักษณะโหลด ปริมาณภาระทั้งทอร์คและสมรรถนะกำลังที่ต้องใช้จริงรวมทั้งภาระที่ต้องเอาชนะแรงเสียดทานด้วย จะต้องทราบว่าแรงดันไฟฟ้าของไทยเป็นระบบสามเฟสสี่สายไฟระหว่างเฟสเป็น 380 V ระบุว่าสายเฟสกับสายนิวตรอน 220 V เสมอ นอกจากนี้จะต้องทราบว่าควรใช้ระบบสตาร์ท และควบคุมมอเตอร์อย่างไร

2.5.8 ตลับลูกปืน [10] ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์รองรับและประคองการหมุนของเพลา,ทั้งเพลางาน(WorkSpindle)และเพลาชุดเฟืองทดรอบ(Shaft) นอกจากนี้ตลับลูกปืนยังทำหน้าที่ถ่ายทอดหรือส่งผ่านแรงที่เกิดขึ้นจากการทำงานบนเพลาให้ผ่านลงไปสู่ฐานเครื่องหากเปรียบหน้าที่การทำงานของตลับลูกปืนกับชิ้นส่วนอื่นๆของเครื่องมือกลแล้ว จะเห็นได้ว่าตลับลูกปืนเป็นจุดวิกฤตจุดหนึ่งของเครื่องมือกลเพราะต้องเป็นชิ้นส่วนที่ต้องทำหน้าที่การทำงานหลายๆอย่าง

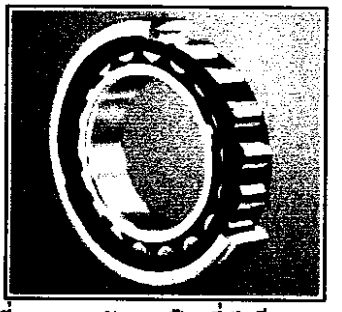
ตลับลูกปืนทำหน้าที่ลดความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ทำให้สามารถลดปริมาณพลังงานที่จำเป็นต้องใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องจักรและเนื่องจากความเสียดทานที่ลดลงจึงช่วยเพิ่มสมรรถนะในการทำงานของเครื่องจักรลดการสึกหรอมีผลให้การดูแลรักษาง่ายขึ้น

การแบ่งแยกประเภทของตลับลูกปืน โดยอาศัยปัจจัยในด้านโครงสร้าง มี 3 ประเภทหลักๆ ดังนี้

ก) ตลับลูกปืนประเภทที่ไม่มีเม็ดลูกกลิ้ง (Plain Bearings) และตลับลูกปืนที่มีเม็ดลูกกลิ้ง (Rolling Bearings) สำหรับเครื่องจักรที่ได้รับการผลิตในปัจจุบันเกือบทั้งหมดจะเลือกใช้ตลับลูกปืนที่มีเม็ดลูกกลิ้ง เนื่องจากค่าความเสียดทานที่ต่ำกว่า มีความสามารถในการรับแรงที่ดี การสึกหรอต่ำ และดูแลรักษาได้ง่ายกว่า



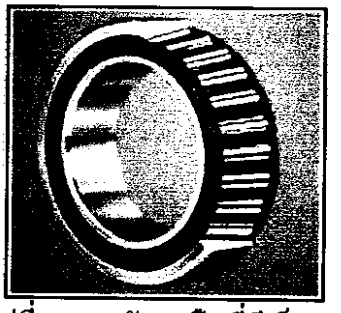
รูปที่ 2.27 ตลับลูกปืนประเภทที่ไม่มีเม็ดลูกกลิ้ง



รูปที่ 2.28 ตลับลูกปืนที่มีเม็ดลูกกลิ้ง

ข) ตลับลูกปืนที่มีเม็ดกลมและตลับลูกปืนที่มีเม็ดยาว ด้วยการออกแบบของเม็ดลูกกลิ้งที่แตกต่างกัน ทำให้ตลับลูกปืนที่มีมิติขนาดเท่ากัน เม็ดยาวจะสามารถรับแรงได้มากกว่าเม็ดกลม แต่ในทางตรงข้าม ตลับลูกปืนเม็ดยาวสามารถทำงานได้ที่ความเร็วรอบที่ต่ำกว่าเม็ดกลม เนื่องจากความเสียดทานที่สูงกว่าของผิวสัมผัสนี่เอง

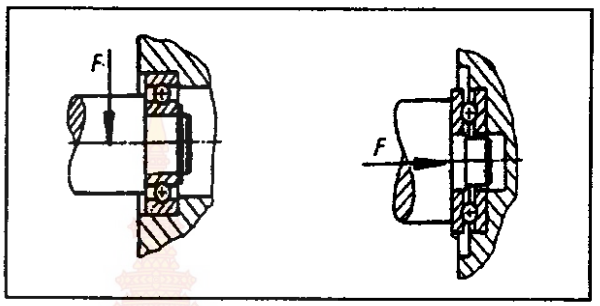
รูปที่ 2.29 ตลับลูกปืนประเภทที่มีเม็ดกลม



รูปที่ 2.30 ตลับลูกปืนที่มีเม็ดยาว

ค) ความสามารถในการรับแรง ตลับลูกปืนอาจแบ่งแยกประเภทตามการรับแรงได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ตลับลูกปืนรับแรงแนวรัศมี (Fr)
2. ตลับลูกปืนรับแรงรุนในแนวแกน (Fa)
3. ตลับลูกปืนรับแรงแนวรัศมีและแรงรุนได้ในขณะเดียวกัน



รูปที่ 2.31 แสดงทิศทางการรับแรง

ตลับลูกปืนรับแรงแนวรัศมีเป็นหลัก แบ่งได้ดังนี้

1. ตลับลูกปืนเม็ดกลมร่องลึก (Deep Groove Ball Bearing) ออกแบบใช้งานทั้งแบบแถวเดียว (Single Row) หรือแบบสองแถว (Double Row) เป็นตลับลูกปืนที่นิยมใช้งานแพร่หลายมีขีดความสามารถรับแรงตามแนวรัศมีได้ในขั้นปานกลาง ส่วนแนวแกนได้เล็กน้อย ใช้งานหมุนที่ความเร็วรอบสูง ๆ ได้ดี แหวนนอก-แหวนใน ไม่สามารถแยกชิ้นออกจากกันได้และไม่เหมาะสมกับงานที่ต้องมีการเบี่ยงเบนเชิงมุม

2. ตลับลูกปืนเม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม (Angular Contact Ball Bearing) โครงสร้างของตลับลูกปืนชนิดนี้ สามารถรับแรงได้ทั้งแนวรัศมี ส่วนแนวแกนได้เล็กน้อยในทิศทางเดียว ไม่สามารถแยกออกจากกันได้ และไม่สามารถรับภาระที่มีการเอียงมุมของเพลาได้

3. ตลับลูกปืนเม็ดทรงกระบอก (Cylindercal Roller Bearing) สามารถรับแรงแนวรัศมีได้มากกว่าเม็ดทรงบอลล์ ตลอดจนสามารถใช้งานที่ความเร็วรอบสูงๆ ได้เป็นอย่างดี ลักษณะโครงสร้างแหวนนอก แหวนใน สามารถแยกชิ้นออกจากกันได้ ทำให้เกิดความสะดวกต่อการถอด ประกอบ ขณะทำการติดตั้งตลับลูกปืน แต่มีข้อเสียคือ ไม่สามารถเบี่ยงหนีศูนย์ได้เมื่อเกิดการเอียงเชิงมุมของเพลา และไม่สามารถรับแรงตามแนวแกนได้ ซึ่งหากต้องการให้สามารถรับแรงตามแนวแกนได้ ต้องออกแบบใช้งานร่วมกับตลับลูกปืนรับแรงแนวแกน ตลับลูกปืนเม็ด

ทรงกระบอกมีหลายรูปแบบ การเลือกใช้แบริ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน เช่น งานที่มีแรงกระทำตามแนวรัศมี ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมและตรงตามวัตถุประสงค์

2.5.9 สปริง [10] เป็นชิ้นส่วนที่มีความยืดหยุ่นซึ่งมีใช้อยู่ในเครื่องจักรกลทั่วไป ถึงแม้ว่าชิ้นส่วนอื่นๆของเครื่องจักรกลจะมีคุณสมบัติในการยืดหยุ่นเหมือนกัน แต่สปริงจะมีการยืดหยุ่นมากกว่า สปริงอาจจะมีรูปร่างต่างกันและทำจากวัสดุหลายชนิด แม้แต่ของไหล เช่น อากาศ ก๊าซ และของเหลว ก็สามารถนำมาใช้ทำหน้าที่เป็นสปริงได้ สปริงที่จะกล่าวถึงในบทนี้ส่วนมากทำจากโลหะและโลหะผสม แต่พวกอโลหะบางชนิดก็กำลังเริ่มเข้ามาสู่ความสนใจของนักออกแบบที่จะใช้ทำสปริง

จุดประสงค์ของการใช้สปริงส่วนมากจะเป็นไปในรูปของการเก็บพลังงานเอาไว้ในตัว เนื่องจากความสามารถในการยืดหยุ่นเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของสปริงทั้งนี้เพื่อให้สปริงมีการยืดหดได้มากนั้นเอง สปริงตามมาตรฐานแบ่งได้ดังนี้

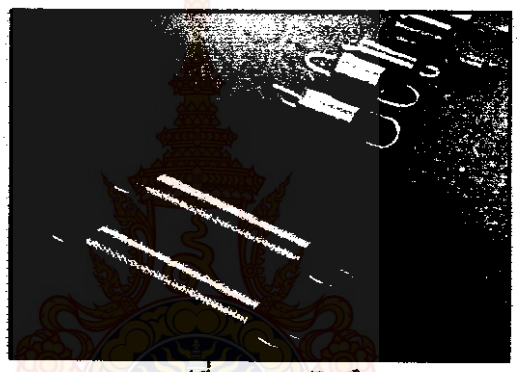
Compression Spring (สปริงกด) แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

1. สปริงกดแบบพื้นฐาน ใช้ในงานที่ต้องการแรงกด หรือแรงดันทั่วไป
2. สปริงกดแบบ Torsion ใช้ในงานสปริงที่ต้องการแรงกดและแรงดีดในขณะเดียวกัน
3. สปริงกดแบบผสมผสาน ออกแบบตามลักษณะการใช้งาน
4. สปริงกดแบบกรวย ใช้กับงานที่ต้องการให้แรงต้นน้อย

รูปที่ 2.32 สปริงกด

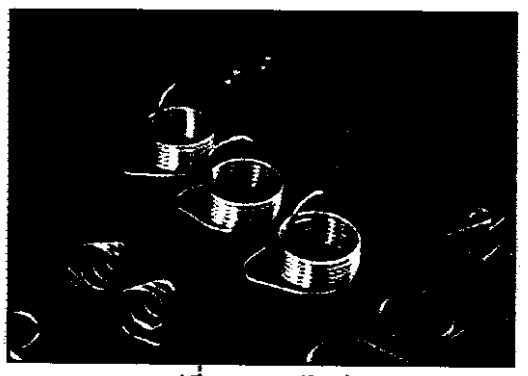
Extension Spring (สปริงดึง) ลักษณะสปริง รูปร่างลักษณะของสปริงดึง คือ จะเป็นสปริงรอบชิด และมีห่วงทั้งสองข้าง ห่วงทั้งสองข้างจะมีลักษณะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ Part ที่จะต้องประกอบ และนำไปใช้งาน ดังนี้

คุณสมบัติของสปริงดึง ก็คือมีห่วงทั้งสองข้าง สามารถที่จะนำไปประกอบกับ Part อื่นๆ ได้เลย และการทำงานของสปริงดึง เมื่อถูกดึงออกไปอีก จุดหนึ่ง เมื่อเสร็จสิ้นจากกระบวนการดังกล่าวก็จะดึงตัวกลับทันที เช่น ลวด SUS304 ส่วนใหญ่จะเป็นงานที่ ไม่ต้องรับแรงมาก แต่มีความต้านทานต่อการเป็นสนิมสูง ก็จะนำไปใช้ในชิ้นส่วนพวกเครื่องใช้ไฟฟ้า / อิเล็กทรอนิกส์ ลวด PEANO ส่วนใหญ่ จะเป็นงานที่ต้องการรับแรงมาก มีทั้งความแข็งและความเหนียว ยืดหยุ่นได้ จะผลิตสปริงที่นำไปใช้เกี่ยวกับเครื่องใช้ ไฟฟ้า เช่น หม้อหุงข้าว กาน้ำ หรืออุปกรณ์ในรถยนต์



รูปที่ 2.33 สปริงดึง

Torsion Spring (สปริงดัด) สปริงดัดเป็นสปริงที่รับแรงในแนวเส้นรอบวง มีรูปร่าง ขนาด และลักษณะ แตกต่างกันออกไป การนำไปใช้งาน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นส่วนประกอบในเครื่องใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 2.34 สปริงดัด

การเลือกใช้สปริงขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมและตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

จากการที่ค้นคว้าจากเอกสารอ้างอิงต่างๆหลายๆเล่ม ได้นำทฤษฎีหลักต่างๆเช่นนิยาม ความหมาย หลักการ ลักษณะ ชนิด รูปแบบ มาใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ การออกแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทางด้านรูปทรง การเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับชนิดของงานและการคำนวณชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลว่าแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรงต่างๆที่เกิดขึ้นได้ แล้วนำมาเปรียบเทียบข้อมูลทั้งส่วนดีและส่วนเสียเพื่อใช้เป็นข้อกำหนดและการตัดสินใจในการเลือกข้อมูลมาสรุปเพื่อใช้แก้ปัญหาตามลำดับให้เหมาะสมกับสภาพเหตุการณ์

บทที่ 3
การดำเนินงาน

3.1 บทนำ

การออกแบบเครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากในการสร้างเครื่องขึ้นมาใช้งาน การออกแบบเป็นรูปร่าง ขนาดของชิ้นส่วนต่างๆ ต้องมีการคำนวณที่ถูกต้อง เพื่อให้ได้ชิ้นงานส่วนต่างๆ ที่มีความแข็งแรง ทนทาน และสามารถรับแรงต่างๆที่มากระทำได้โดยที่ไม่เกิดความเสียหาย ในขณะที่ปฏิบัติงาน การออกแบบและการคำนวณที่ดียังช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการสร้าง ที่มีคุณสมบัติ ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการและมีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

3.1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานมีดังนี้

ก) ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ

ข) ออกแบบผลิตภัณฑ์

ค) ออกแบบรายละเอียด

ง) สร้างเครื่อง

จ) ทำการทดสอบระบบต่างๆ หาข้อบกพร่องทำการปรับปรุงแก้ไขและบันทึกผล

ฉ) ทำการทดสอบเครื่อง โดยการเจาะดินจริงและเปรียบเทียบสมรรถนะกับการขุดแบบเดิมและบันทึกผลการทดลอง

3.2 การวางแผนและการเตรียมโครงการ

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานโครงการ

รายละเอียดขั้นตอนการทำงาน	ตค.51	พย.51	ธค.51	มค.52	กย.52	มีค.52	เมษ.52	พค.52	มิย.52	กค.52	สค.52
1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ	←							→			
2. ออกแบบ เขียนแบบ จัดหาวัสดุอุปกรณ์							←		→		
3. วางแผนการผลิต สร้างเครื่องเจาะดิน									←	→	
4. ทดสอบการทำงานและทำการปรับปรุงแก้ไข									←		→
5. สรุปผลและรวบรวมข้อมูล									←		→
6. จัดทำงานวิจัย										←	→

3.3 การเตรียมงาน

3.3.1 ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ

พฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนไปทุกวันสิ่งใหม่ๆในวงการบ้านจัดสรรก็เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ข้อได้เปรียบของการเป็นบริษัทพัฒนาที่ดินแบบครบวงจร ก็คือสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น ระบบสาธารณูปโภคต่างๆเช่น ระบบระบายน้ำ ประปา ไฟฟ้า สิ่งอำนวยความสะดวก เช่น สโมสร สวนสาธารณะ,ทะเลสาบมีหรือไม่สิ่งต่างๆ เหล่านี้สำคัญมาก ยิ่งถ้ามีบ้านตัวอย่างให้ดูยิ่งช่วยให้ผู้บริโภคตัดสินใจในการซื้อได้ง่ายขึ้น

การซื้อบ้านจัดสรรจะสะดวกกว่าการปลูกเอง ประหยัดไม่ต้องเสียค่าออกแบบ และได้คุณภาพตามที่ต้องการ ทำให้งบประมาณไม่บานปลาย สามารถควบคุมงบประมาณได้ สามารถดูได้จากบ้านตัวอย่างที่สร้างมาแล้ว ทำให้ทราบถึงคุณภาพของงานก่อสร้าง หรืออย่างน้อยบางแบบก็ต้องมีหุ่นจำลอง เพื่อให้ดูและทำ ความเข้าใจได้ง่ายขึ้น และทางบริษัทยังช่วยดำเนินการขออนุญาตปลูก สร้างกับหน่วยงานราชการ พร้อมทั้งจัดขอระบบสาธารณูปโภค ไม่ว่าจะเป็น ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ ให้ทั้งหมด ความต้องการส่วนใหญ่ ของผู้บริโภค ในการซื้อบ้าน เป็นลักษณะบ้านจัดสรรทั้งมีความต้องการด้านระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการที่ดี และการคมนาคมที่สะดวก

ความสำคัญของการจัดแต่งบริเวณบ้านด้วยต้นไม้ดอกไม้ แต่ก่อนนั้นก็เพียงเพื่อตอบสนองความต้องการทางด้านจิตใจและสุขภาพของเจ้าของหรือบุคคลในสถานที่นั้นเป็นสำคัญ เช่นปลูกพืชผักผลไม้ไว้รับประทาน ไว้รักษาโรค ปลูกไม้ใหญ่ไว้ให้เกิดความร่มรื่นเย็นสบาย ปลูกไม้ดอกไว้ดูเล่นและประดับบ้านเพื่อความสวยงามและเพลิดเพลินชื่นใจกับรูปร่าง สีสันและกลิ่น เหล่านี้เป็นต้น แต่เมื่อบ้านเมืองพัฒนาและเจริญมากขึ้น ตึกรามบ้านช่อง ถนนหนทาง โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ๆ ก็ถูกสร้างขึ้นมากมาย เบียดเสียดแออัดจนถูกเรียกว่าป่าคอนกรีต การจัดแต่งสวน การปลูกต้นไม้และจัดบริเวณบ้าน อาคารที่พักอาศัย และสถานที่ต่าง ๆ เริ่มมีบทบาทสำคัญ ทั้งเหตุผลและความจำเป็นมากขึ้น พอสรุปได้ดังนี้

ก) เพื่อสร้างความโอ่อ่าสง่างามหรือเพื่อความสวยงามและน่าอยู่อาศัยของตัวอาคาร

ข) เพื่อทำให้เกิดความเป็นส่วนตัวเมื่อมองจากภายนอกบ้าน เช่น ภายในบ้านมีสระว่ายน้ำหรือมีมุมสงบส่วนตัว

ค) เพื่อปิดบังสภาพแวดล้อมที่ไม่น่าดู เช่น การปลูกต้นไม้เพื่อบดบังส้วม กองขยะ

ง) เพื่อลดความไม่น่ารื่นรมย์ของตัวอาคาร เช่น อาคารรูปทรงสี่เหลี่ยม

จ) เพื่อช่วยลดปัญหาฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศ

ฉ) เพื่อลดเสียงรบกวนจากผู้คนและยวดยานบนท้องถนนมักใช้พุ่มไม้หนาหรือไม้ยืนต้น

ช) เพื่อเป็นสถานที่คลายเครียดหลังกลับจากทำงาน

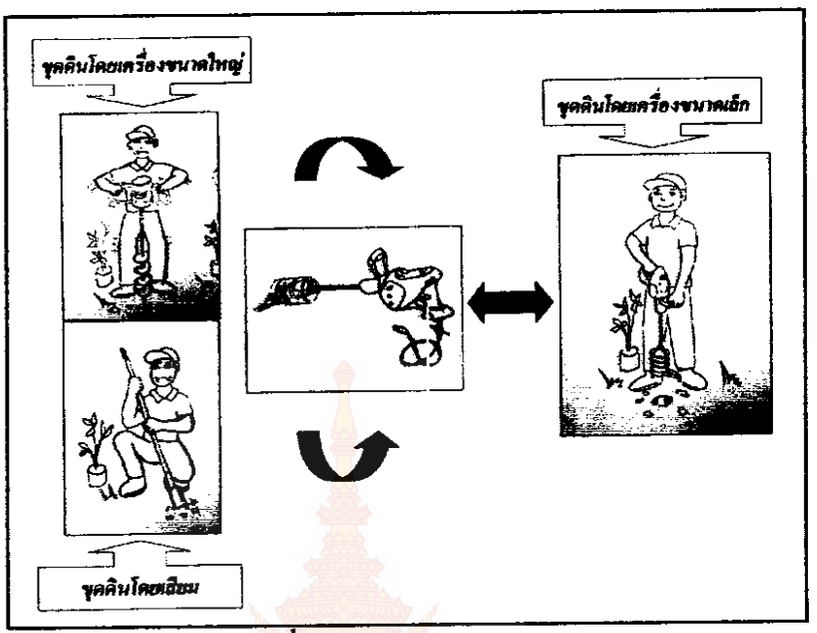
จะเห็นได้ว่า การจัดสวนเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของคนมากขึ้น ยิ่งความเจริญด้านวัตถุมีมากขึ้น ความจำเป็นของการจัดสวนเพื่อชดเชยความเครียดก็ยิ่งมีมากขึ้นตามลำดับ จึงได้มีสวนสาธารณะเกิดขึ้นมากมายในปัจจุบัน หรือจัดสวนประดับตามบริเวณบ้านพักอาศัย ซึ่งในการเตรียมดินนั้นยังพึ่งพาอาศัยแรงงานคนมากกว่าการใช้เครื่องจักรกล ทำให้การทำงานล่าช้าเพราะต้องใช้ระยะเวลามากในการจัดเตรียมวัสดุ เป็นผลทำให้ต้นทุนของผลผลิตสูงขึ้น

คุณสมบัติและประเภทของดิน ขึ้นอยู่กับต้นไม้แต่ละชนิดและสภาพดินที่แตกต่าง โดยสวนมากต้นไม้ชอบดินร่วนเพราะระบายน้ำได้ดี มีการหมุนเวียนของอากาศในดิน ซึ่งดินจัดสวน คือดินดัดแปลงหรือดินประยุกต์ ดังนั้นการเตรียมดิน จึงต้องมีการปรับสภาพดินเพื่อให้เหมาะแก่การเพาะปลูก ด้วยการผสม ดิน ปุ๋ย แกลบดำ ขุยมะพร้าว เป็นต้น และจากการศึกษาพบว่าดินชั้นบนหรือเรียกว่า ชั้นไถพรวน เหมาะต่อการเพาะปลูกต้นไม้เพราะมีอินทรีย์วัตถุสูงกว่าชั้นอื่นๆ โดยปกติในดินที่มีการเพาะปลูกทั่วๆ ไป จะมีดินชั้นบนหนาตั้งแต่ 0 – 15 cm.

รายละเอียดของ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถุงดำประมาณ 8-10 cm. ความสูงหลังจากบรรจุดินประมาณ 10-15 cm. ซึ่งในขั้นตอนการทำนั้นจะนำดินมาบรรจุในถุงดำและนำต้นไม้มาปลูก และเมื่อต้นไม้มีการเจริญเติบโตได้ขนาดตามที่ต้องการแล้วจะมีการนำไปปลูกลงดิน ในการปลูกลงดินนั้นต้องเตรียมดิน โดยการใช้อุปกรณ์ประเภทจอบหรือเสียม จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ความต้องการส่วนใหญ่ของผู้บริโภคในการซื้อบ้านจัดสรรคือสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น สาธารณูปการที่ดี สวนสาธารณะ เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้บริโภคตัดสินใจในการซื้อสินค้าได้ง่ายขึ้น ผู้ประกอบอาชีพจัดสวนปัจจุบันใช้อุปกรณ์ประเภทจอบหรือเสียมซึ่งใช้เวลามากในการเตรียมดินปลูกต้นไม้ทำให้ต้นทุนของผลผลิตสูงขึ้น ดินที่มีการเพาะปลูกทั่วๆ ไป จะมีดินชั้นบนหนาตั้งแต่ 0 – 15 cm. ซึ่งขึ้นอยู่กับต้นไม้แต่ละชนิดและสภาพดินที่แตกต่างโดยสวนมากต้นไม้ชอบดินร่วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถุงดำประมาณ 10 cm. ความสูงประมาณ 15 cm.

3.4 การดำเนินงาน

3.4.1 ออกแบบผลิตภัณฑ์



รูปที่ 3.1 แนวคิด (Concept)

ก) รายละเอียดผลิตภัณฑ์ (Specification)

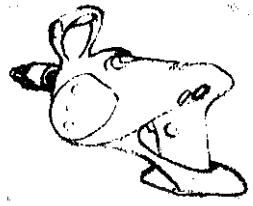
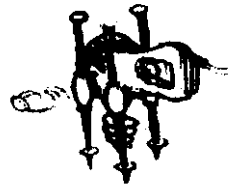
1. เครื่องเจาะดินและพรวนดินได้สำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก
2. สามารถถอด/เปลี่ยนหัวเจาะและหัวพรวนดินได้
3. สามารถพกพาได้
4. ใช้ระบบส่งกำลังด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 220 V.
5. มีรูปลักษณ์สวยงาม
6. มีน้ำหนักเบา

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบตารางเพื่อเปรียบเทียบออกมาเป็นตัวเลข เพื่อสะดวกในการอ่านค่าและการสรุปผล โดยมีระดับค่าคะแนนดังนี้ ความหมายค่าคะแนนที่ใช้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

ดังตารางที่ 3.2-3.4

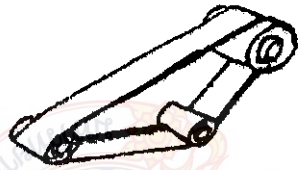
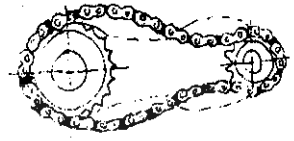
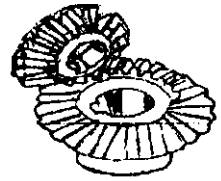
ตารางที่ 3.2 การวิเคราะห์แนวทางรูปร่างตัวเรือน

ลำดับ	ข้อพิจารณา	รูปแบบที่นำมาพิจารณา		
		(1)	(2) 	(3) 
1	น้ำหนักเบา	2	4	3
2	รูปลักษณ์สวยงาม	1	5	3
3	วัสดุที่ใช้	1	4	2
4	มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้	2	5	3
5	ความสะดวกในการใช้	1	4	2
รวม		7	22	13

สรุปเหตุผลที่เลือก

เลือกแบบที่ 2 เพราะมีความเหมาะสมกับการใช้ในที่อยู่อาศัย วัสดุที่ใช้มีน้ำหนักเบา มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้

ตารางที่ 3.3 การวิเคราะห์แนวทางการส่งกำลัง

ลำดับ	ข้อพิจารณา	รูปแบบที่นำมาพิจารณา		
		(สายพาน) 	(โซ่) 	(เฟือง) 
1	เนื้อที่การประกอบ	1	2	4
2	การบำรุงรักษา	2	1	4
3	น้ำหนักเบา	3	2	4
รวม		6	5	12

สรุปเหตุผลที่เลือก

เลือกการส่งกำลังแบบเฟือง เพราะใช้เนื้อที่น้อยในการประกอบ ผลิตง่ายในระบบอุตสาหกรรม น้ำหนักเบา มีความเหมาะสมกับกลไกของเครื่อง

ตารางที่ 3.4 การวิเคราะห์แนวทางรูปร่างหัวเจาะดิน

ลำดับ	ข้อพิจารณา	รูปแบบที่นำมาพิจารณา		
		(1)	(2)	(3)
1	กรรมวิธีการผลิต	3	1	4
2	รูปร่าง	4	3	2
3	วัสดุที่ใช้	4	2	1
4	ต้นทุนการผลิต	3	2	4
รวม		14	8	11

สรุปเหตุผลที่เลือก

เลือกแบบที่ 1 เพราะมีรูปร่างเหมาะสมในการใช้งาน วัสดุที่ใช้สามารถเจาะดินได้ กรรมวิธีการผลิตไม่ยากและราคาเหมาะสม

3.4.2 ออกแบบรายละเอียด

ก) นำข้อมูลและเอกสารงานด้านวิจัยจากกรมพัฒนาที่ดินและกองงานวิจัยกรุงเทพ มาเป็นข้อมูลดำเนินการศึกษาวิธีการทดสอบคุณสมบัติของดิน

ข) กำหนดพื้นที่ตัวอย่างที่ดำเนินการศึกษาดังนี้

1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพฯ
2. สวนบ้านเลขที่ 27/4 ซอยประวิทย์และเพื่อน อุดมสุข กรุงเทพ
3. บ้านเลขที่ 74 ซอยวังหิน 47 ราดพร้าว กรุงเทพ
4. สวนคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ทดสอบเก็บค่าแรงกดของดิน มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 3.5 แสดงข้อมูลการทดสอบแรงกดของดิน

ครั้งที่	แรงกด (kg/cm^2)	ครั้งที่	แรงกด (kg/cm^2)	ครั้งที่	แรงกด (kg/cm^2)	ครั้งที่	แรงกด (kg/cm^2)
1	9.5	6	14	11	10	16	6.5
2	10.5	7	15	12	8	17	7
3	10	8	17	13	7.5	18	7
4	8	9	16	14	9	19	7.5
5	8.5	10	16	15	11	20	6.5

หมายเหตุ : ผลจากการทดสอบ ทำให้ทราบค่าแรงกดของดินที่ 17 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรจากการทดสอบดังกล่าวจะนำมาเป็นข้อมูลประกอบการคำนวณ

ค) คำนวณรายละเอียด

1. แรงกดใบมีดของดิน = 17 kg/sq.cm.

17 x 9.81 = 166.77 N.

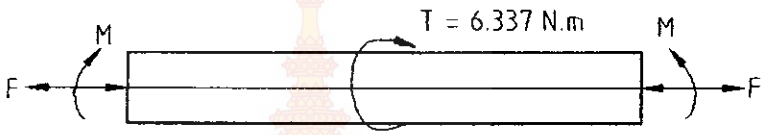
แรงกดใบมีด = 166.77 N.

2. รัศมีของใบมีด (r) = 38 mm.

T = F x r

= 166.77 N. x 0.038 m.

= 6.337 N.m



รูปที่ 3.2 แสดงการหาโมเมนต์บิด

3. หาความเร็วรอบของมอเตอร์

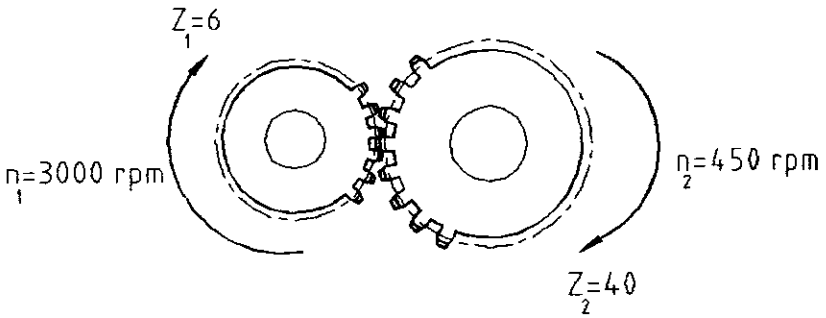
$$NS = \frac{120f}{p}\ rpm.$$

โดยที่ f = 50 H_z

P = 2

ดังนั้น ความเร็วรอบมอเตอร์ คือ $\frac{120x50}{2} = 3000\ rpm.$

4. หาอัตราทดของเฟือง



รูปที่ 3.3 แสดงการหาอัตราทดของเฟือง

$$n_1 z_1 = n_2 z_2$$

โดยที่ $n_1 = 3000$ rpm

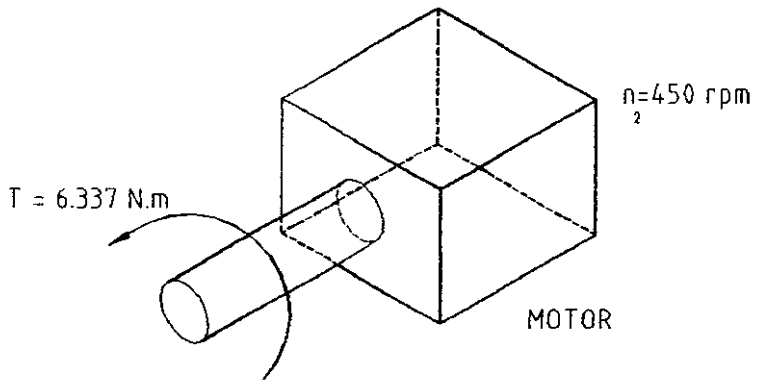
$z_1 = 6$

$z_2 = 40$

ดังนั้น อัตราทดของเฟือง คือ $3000 \times 6 = n_2 \times 40$

$n_2 = 450$ rpm.

5. หากำลังมอเตอร์



รูปที่ 3.4 แสดงการหาความเร็วรอบของมอเตอร์

$$P = \frac{2\pi nT}{60}$$

โดยที่ T = 6.337 N.m.

n = 450 rpm.

จะได้ $P = \frac{2\pi \times 450 \times 6.337}{60}$

$= 298.47$ W.

ทำให้เป็นกำลังม้า $P = \frac{298.47}{746} = 0.40$ HP.

เลือกใช้มอเตอร์ขนาด 450 W. เนื่องจากเผื่อค่าความปลอดภัยให้กับมอเตอร์

6. หาขนาดของเพลา

เพลาทำจากเหล็ก (St 37)

$$\sigma_y = 240\ MN/m^2$$

$$G = 80\ \ MN/m^2$$

โดยที่ ค่าตัวประกอบความล้าเมื่อเพลาหมุน $C_m = 0$, $C_t = 2$

ค่าความปลอดภัย $Ny = 2$

จากสมการ

$$\tau_y = 0.5 \times 240 \times 10^6 \quad N/m^2$$

$$= 120 \times 10^6 \quad N/m^2$$

$$\frac{\tau_y}{N_y} = \frac{16}{\pi d^3}\sqrt{(C_m.M)^2 + (C_t.T)^2)}$$

$$\frac{120 \times 10^6}{2} = \frac{16}{\pi d^3}\sqrt{(0 + (2 \times 6.337)^2)}$$

$$\frac{120 \times 10^6}{2} = \frac{16 \times 12.674}{\pi d^3}$$

$$d^3 = \frac{16 \times 2 \times 12.674}{\pi \times 120 \times 10^6}$$

d = 0.01024 m.

d = 0.01024×10^3

d = 10.24 mm.

เพื่อความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานเพลาใช้ขนาด 10 mm.

7. หามุมบิดของเพลา

$$\theta = \frac{TL}{GJ}$$

โดยที่ $T = 6.337\ N.m.$

$L = 0.40\ m$

$G = 80 \times 10^6\ \ N/m^2$

$J = \frac{\pi}{32} \times 0.01024\ m^4$

$$\theta = \frac{(6.337 \times 0.4)}{\left(80 \times 10^6 \times \frac{\pi}{32} \times 0.01024\right)}$$

$\theta = 0.000031533$ เรเดียน

ทำเป็นองศา $= 0.000031533 \times \frac{180}{\pi}$

$= 0.0017905^{\circ}$

8. สรุปผลจากการคำนวณ

ก) ใบมีดใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง = 76 mm.

ข) โมเมนต์บิด = 6.337 N.m.

ค) ความเร็วรอบของมอเตอร์ = 3000 rpm.

ง) อัตราทดของเฟือง = 450 rpm.

จ) ส่งกำลังใช้มอเตอร์ขนาด = 450 W.

ฉ) ใช้เพลาวัสดุ St37 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง = 10mm.

ช) มุมบิดของเพลา = 0.0017905°

3.4.3 เขียนแบบ และจัดหาวัสดุอุปกรณ์

3.4.4 สร้างเครื่อง โดยพิจารณาแยกชิ้นส่วนออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

ก) ตัวเรือนเครื่องเจาะดิน เป็นการเตรียมวัสดุอุปกรณ์เพื่อนำมาหล่อเรซินไว้ขึ้นรูปไฟเบอร์กลาส

ข) หัวเจาะและหัวพรวนดินเป็นส่วนที่เตรียมไว้สำหรับนำเหล็กแผ่นมาเชื่อมกับเหล็กกลมเพื่อประกอบเข้าด้วยกัน

ค) ฝาครอบหัวเจาะดิน เตรียมไว้สำหรับนำเหล็กเพลา มาประกอบเข้ากับชุดหัวเจาะดิน

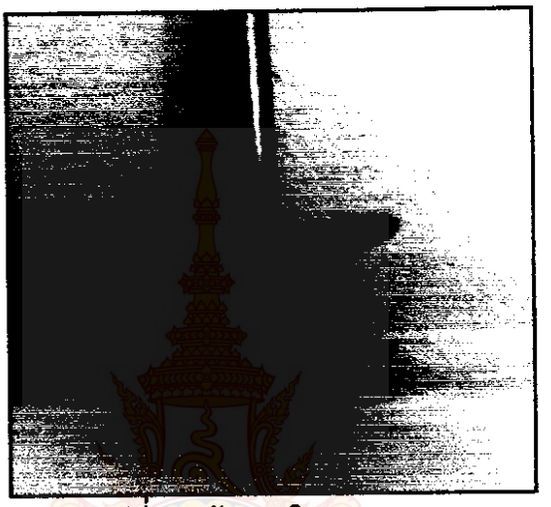
ง) ชิ้นส่วนการส่งกำลัง เป็นการเตรียมไว้สำหรับนำเพลา แบริ่ง สปริง ประกอบเข้าด้วยกัน

จ) ชิ้นส่วนมอเตอร์ เป็นการเตรียมไว้สำหรับติดตั้ง สวิทช์และสายไฟ

ดังรูปที่ 3.5 ตัวเรือนเครื่องเจาะดิน สร้างโดยการนำดินขี้ผึ้งมาปั้นทำแม่แบบที่ต้องการ นำยางซิลิโคนผสมกับตัวทำแข็ง ทาให้ทั่วบริเวณแม่แบบ ทำการแต่งโดยใช้ไม้ปาดดินขี้ผึ้งให้เรียบ ปล่อยให้เรซินแห้งตัว ใช้มีดตัดแต่งขอบของไฟเบอร์กลาส นำแม่แบบซิลิโคนที่ทำไว้แล้วมาใส่เรซินโดยจะต้องประกบไว้ด้วยไฟเบอร์กลาสด้านนอกช่วยในการจับยึดที่แข็งแรงเมื่อเรซินแห้งแล้ว ถอดแม่แบบออกจากชิ้นงานเรซินที่หล่อไว้แล้วตัดแต่งผิวให้เรียบร้อยตามที่ต้องการ

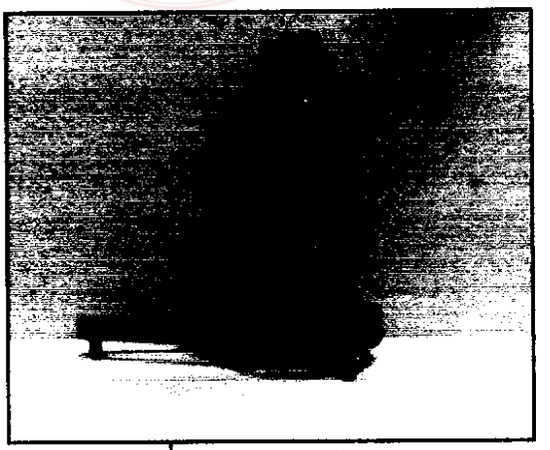
รูปที่ 3.5 ตัวเรือนเครื่องเจาะดิน

ดังรูปที่ 3.6 หัวเจาะดิน สร้างโดยการนำเหล็กเพลามากลึงให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm. ยาว 400 mm. และนำเหล็กแผ่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 76 mm. หนา 1.5 mm. เชื่อมประกอบเข้ากับเพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง10 mm. เพื่อใช้ประกอบเข้าเป็นชุดหัวเจาะดิน ลักษณะมีเหล็กเพลากลมเป็นแกนกลาง และมีใบขุดเจาะอยู่รอบๆ



รูปที่ 3.6 หัวเจาะดินขนาด 10 mm.

ดังรูปที่ 3.7 ฝาครอบหัวเจาะดิน สร้างโดยการนำเหล็กเพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm. ทำเป็นตะแกรงเพื่อเป็นช่องคลายดินและมีขายึดเกาะดินเพื่อป้องกันแกนหัวเจาะสะบัด



รูปที่ 3.7 ฝาครอบหัวเจาะดิน

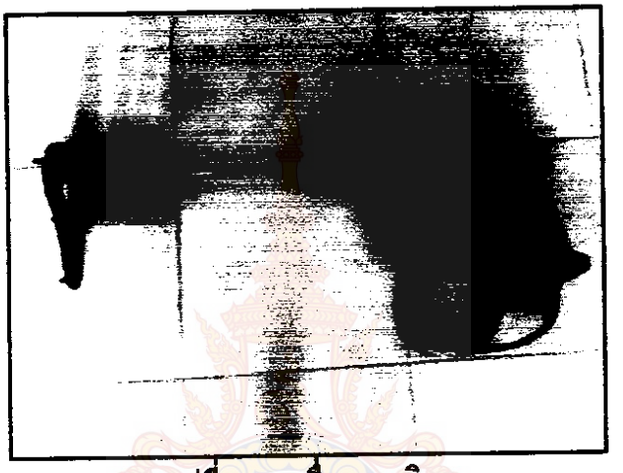
ดังรูปที่ 3.8 ชิ้นส่วนการส่งกำลัง ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สร้างขึ้นและชิ้นส่วนมาตรฐาน โดยทำแกนเพลาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 mm. เป็นชิ้นเดียวกับหัวเจาะดินประกอบเข้ากับแบริ่งและสปริง

รูปที่ 3.8 ชิ้นส่วนการส่งกำลัง

ดังรูปที่ 3.9 ชิ้นส่วนมอเตอร์ เป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วย Stator Rotor Commutator แปรงถ่าน และเฟือง

รูปที่ 3.9 ชิ้นส่วนมอเตอร์

ดังรูปที่ 3.10 เครื่องเจาะดิน มีการทำงานโดยใช้มอเตอร์เป็นตัวส่งกำลังไปยังเฟืองเพื่อลดความเร็วรอบให้ช้าลงตามที่ต้องการแล้วส่งต่อไปยังเพลา เพลาจะหมุนด้วยความเร็วรอบที่ต้องการ ส่วนปลายของเพลาจะมีหัวเจาะทำหน้าที่เจาะดินหมุนไปพร้อมๆกับเพลา และมีฝาครอบลักษณะเป็นตะแกรงสำหรับคลายดินอยู่ส่วนปลายของเครื่องซึ่งทำหน้าที่ป้องกันอันตรายจากหัวเจาะดินซึ่งสามารถเจาะดินได้ ใช้เวลาไม่นานทำให้ประหยัดเวลาและมีความปลอดภัยในการทำงาน



รูปที่ 3.10 เครื่องเจาะดิน

3.4.5 ทดสอบระบบต่างๆ เพื่อหาข้อบกพร่องและทำการแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 3.6 ผลการทดสอบระบบต่างๆ ครั้งที่ 1

ลำดับ	ตรวจสอบระบบต่างๆ	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
1	ตัวเรือน	/		
2	หัวเจาะดิน		/	ดินติดบริเวณใบเจาะรอบๆ
3	ฝาครอบหัวเจาะ		/	ลักษณะฝาครอบที่ไม่สามารถคลายดินได้
4	ความเร็วรอบ	/		
5	กำลังไฟฟ้า	/		

1. แก้ไขหัวเจาะให้สามารถเจาะดินได้โดยไม่มีดินติดบริเวณแกนใบเจาะและเพิ่มตำแหน่งการยึดเกาะดินเพื่อป้องกันแกนหัวเจาะดินสะบัด
2. ปรับปรุงฝาครอบหัวเจาะให้สามารถคลายดินได้มากกว่านี้

ตารางที่ 3.7 ผลการทดสอบระบบต่างๆ ครั้งที่ 2

ลำดับ	ตรวจสอบระบบต่างๆ	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
1	ตัวเรือน	/		
2	หัวเจาะดิน	/		
3	ฝาครอบหัวเจาะ	/		
4	ความเร็วรอบ	/		
5	กำลังไฟฟ้า	/		กำลังไฟฟ้าประมาณ 450 W. สามารถเจาะดินได้

การดำเนินงานเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญคือจะต้องมีการศึกษารายละเอียดของโครงการและทำการออกแบบรายละเอียดของผลิตภัณฑ์และคำนวณขนาดต่างๆของชิ้นส่วนเพื่อนำมาวิเคราะห์ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยมีความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงานสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือรูปร่างลักษณะของชิ้นส่วนจะต้องกะทัดรัดไม่ซับซ้อน วัสดุที่ใช้จะต้องมีความเหมาะสมกับการใช้งาน ชิ้นส่วนทุกชิ้นจะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับแรงที่มากระทำได้ สามารถทำการบำรุงรักษาได้ง่ายและสะดวก มีความปลอดภัยในขณะที่ทำการปฏิบัติงาน ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการออกแบบและการสร้างจะต้องไม่สูงจนเกินไป

บทที่ 4
การวิเคราะห์ผลดำเนินงาน

4.1 บทนำ

จากบทที่แล้วได้มีการสร้างเครื่องเจาะดินบนพื้นฐานของขบวนการผลิตด้านวิศวกรรมนั้น เพื่อให้เครื่องเจาะดินสามารถใช้งานได้สมบูรณ์แบบตามขอบเขตที่ตั้งไว้ ดังนั้นเมื่อดำเนินการสร้างเครื่องเจาะดินเสร็จแล้วต้องมีการทดลองใช้งานก่อนนำไปใช้งานจริง

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงการทดลองการใช้งานเครื่องเจาะดินปลูกต้นไม้ขนาดเล็กที่ออกแบบและสร้างขึ้น เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องว่าสามารถใช้งานได้จริงหรือไม่ โดยใช้ข้อมูลจากตารางการทดลองมาทำการวิเคราะห์ผลต่อไป

4.2 ขั้นตอนการทดลอง

4.2.1 จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองให้อยู่ในลักษณะที่พร้อมทดลอง

4.2.2 ทำการเจาะดินและจับเวลาตั้งแต่การเปิดเครื่องจนกว่าจะทำการเจาะดินสิ้นสุด

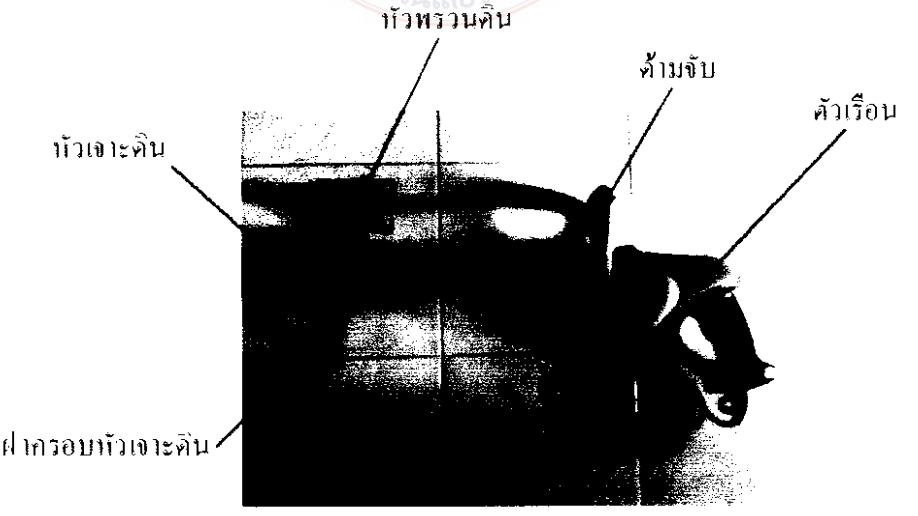
4.2.3 บันทึกผลลงในตาราง

เครื่องมือและวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

4.2.4 เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก

4.2.5 จอบหรือเสียม

4.2.6 นาฬิกาจับเวลา



รูปที่ 4.1 เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก

4.3 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลอง : ใช้เครื่องเจาะดิน

ครั้งที่	เวลา (s)
1	35
2	38
3	37
4	40
5	39
6	36
7	41
8	38
9	40
10	42
11	37
12	36
13	41
14	39
15	37
$\sum x$	576
เฉลี่ย ($\bar{x}$)	38.4

ค่าเฉลี่ยการเจาะดินใช้เครื่องต่อ 1 หลุม = 38.4 วินาที

รูปที่ 4.2 ทดสอบเจาะดินโดยเครื่อง

รูปที่ 4.3 แสดงผลจากการเจาะดิน

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1. สามารถขุดดินได้โดยใช้เวลา 38.4 วินาที ต่อ 1 หลุม
2. คุณภาพพอใช้ คือ สามารถขุดหลุมได้กว้างประมาณ 10 cm. ลึกประมาณ 15 cm. สามารถนำไปใช้ได้ แต่มีดินติดบริเวณแกนใบเจาะบ้างเล็กน้อย
3. สามารถทุ่นแรงในการขุด ช่วยลดความเมื่อยล้า

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลอง : ใช้เสียม

ครั้งที่	เวลา (s)
1	70
2	65
3	63
4	72
5	59
6	68
7	66
8	61
9	59
10	62
11	72
12	61
13	73
14	64
15	59
$\sum x$	974
เฉลี่ย ($\bar{x}$)	64.9

ค่าเฉลี่ยการขุดดินใช้เสียมต่อ 1 หลุม = 64.9 วินาที

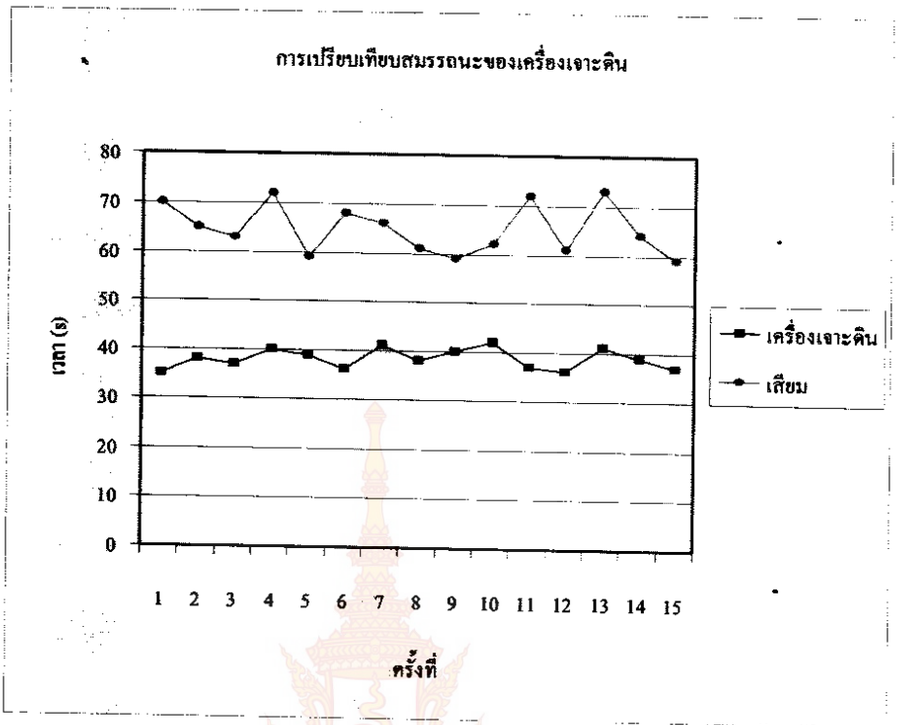
รูปที่ 4.4 ทดสอบขุดดินโดยเสียม

รูปที่ 4.5 แสดงผลจากการขุดดิน

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1. สามารถขุดดินได้โดยใช้เวลา 64.9 วินาที ต่อ 1 หลุม
2. คุณภาพพอใช้ คือ สามารถขุดหลุมได้ขนาดที่ต้องการ แต่ดินที่ขุดกระจายทับส่วนของสวนหรือต้นไม้ทำให้สภาพสวนต้องเสื่อมสภาพ
3. ใช้แรงในการขุดมาก ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการขุด

นำค่าที่ได้จากการทดสอบขุดดิน ทั้ง 2 แบบ มาเปรียบเทียบกันแสดงผลดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องเจาะดิน

จากการทดลองเจาะดินโดยเครื่อง เพื่อหาสมรรถนะของเครื่องเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือประเภทเสียม เครื่องสามารถทำงานได้เร็ว กว่า ประมาณ 26.5 วินาที คุณภาพที่ได้จากการขุดดินโดยเครื่องสามารถขุดหลุมได้กว้างประมาณ 10 cm. ลึกประมาณ 15 cm. ทำให้เพิ่มความพรุนให้กับเนื้อดิน สามารถนำไปใช้ได้ เครื่องสามารถเจาะดินได้ง่ายและสะดวกกว่าการใช้เสียม เหมาะสำหรับปลูกต้นไม้ เครื่องสามารถลดแรงในการขุด ทำให้ลดความเมื่อยล้า เครื่องเจาะดินเหมาะสำหรับปริมาณการขุดจำนวนมากๆ เพื่อนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมทางด้านงานเกษตรกรรม

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทนำ

จากที่ได้มีการทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องนั้นได้ผลการวิเคราะห์จากข้อมูลดังนี้ เครื่องเจาะดินสามารถใช้เวลาน้อยกว่าการขุดแบบเดิมโดยนำข้อมูลที่ได้มาสรุปผลว่าโครงการที่ทำนั้นตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่พร้อมทั้งทำการเสนอแนะเพื่อพัฒนาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5.2 สรุปผล

5.2.1 จากการทดลองใช้งานจริงเปรียบเทียบกับการขุดโดยเสียมเครื่องสามารถทำงานได้เร็วกว่าประมาณ 26.5 วินาที

5.2.2 เวลาการทำงานที่เท่ากันระหว่างเครื่องเจาะดินและการใช้แรงงานคน เครื่องเจาะดินใช้เวลาน้อยกว่าและมีอัตราการขุดคงที่

5.2.3 เครื่องสามารถเจาะดินได้ความกว้างของหลุมประมาณ 10 cm ลึกประมาณ 15 cm. ตามขอบเขตที่กำหนดไว้

5.2.4 เครื่องสามารถพกพาได้และมีระบบส่งกำลังโดยมอเตอร์ไฟฟ้า แรงดัน 220 V. 50 Hz.

5.2.5 เครื่องสามารถถอด/เปลี่ยนหัวเจาะและหัวพรวนดินได้

5.3 ปัญหาที่พบในการดำเนินโครงการ

5.3.1 การระบุความแข็งของดินให้เป็นมาตรฐานไม่สามารถระบุได้แน่นอน

5.3.2 ดินแต่ละพื้นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและการรับแรงเฉือนต่างกัน

5.3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำตัวเครื่องยังไม่พร้อมทำให้การทำโครงการล่าช้า

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ก่อนใช้เครื่องต้องทำการตรวจสอบความพร้อมในการใช้งานก่อนทุกครั้ง

5.4.2 ควรคำนึงถึงความปลอดภัยขณะใช้งานตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายขึ้น

5.4.3 ปรับปรุงเครื่องเจาะดินและเครื่องใส่ปุ๋ยให้อยู่ในเครื่องเดียวกัน

5.4.4 ควรปรับปรุงให้เครื่องสามารถใช้แบตเตอรี่ได้

5.4.5 ปรับปรุงเครื่องให้มีหลายขนาดเพื่อเลือกใช้งานตามความเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

[1] ชัยวัฒน์ ฑีฆวาณิช. การศึกษาและพัฒนาเครื่องเจาะดินสำหรับไม้กระถาง. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2545.

[2] เจริญ ช่วยรักษา, พิทักษ์ ชูเพชร, กิตติศักดิ์ สังข์เทพ. เครื่องเซาะมะพร้าว. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเนือ, 2547.

[3] สุรินทร์ พงศ์ศุภสมิทธิ์, ขวัญตรี แสงประชาธนารักษ์, วรทรรศน์ นิรมิตมงคล. การออกแบบใบมีดพรวนดินสำหรับอุตสาหกรรมภายในประเทศ. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

[4] อุดมศักดิ์ สาริบุตร. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. สำนักพิมพ์ โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์. กรุงเทพฯ, 2549.

[5] คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 หน้า, 2541.

[6] วริทธ์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล. เล่ม 1 สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2546.

[7] ดำรัส วรวุฒิ. งานฝึกฝีมือเบื้องต้น หน่วยที่ 10 งานเจาะ. สถาบันอาชีวศึกษา, 2545.

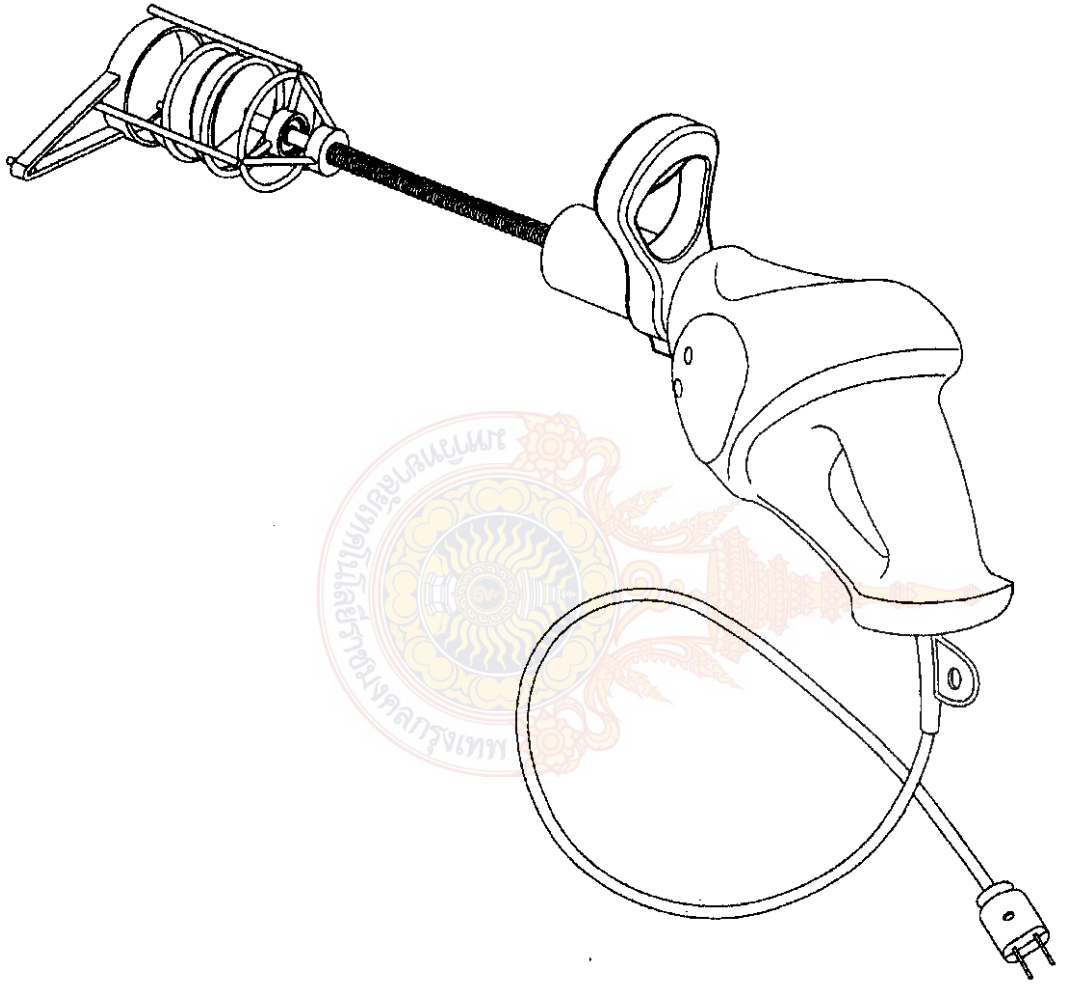
[8] มานพ ตันตระบัณฑิตย์. ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). พิมพ์ครั้งที่4. กรุงเทพฯ, 2539.

[9] บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. มอเตอร์ไฟฟ้า. กรุงเทพฯ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2522.

[10] http://www.skf.com

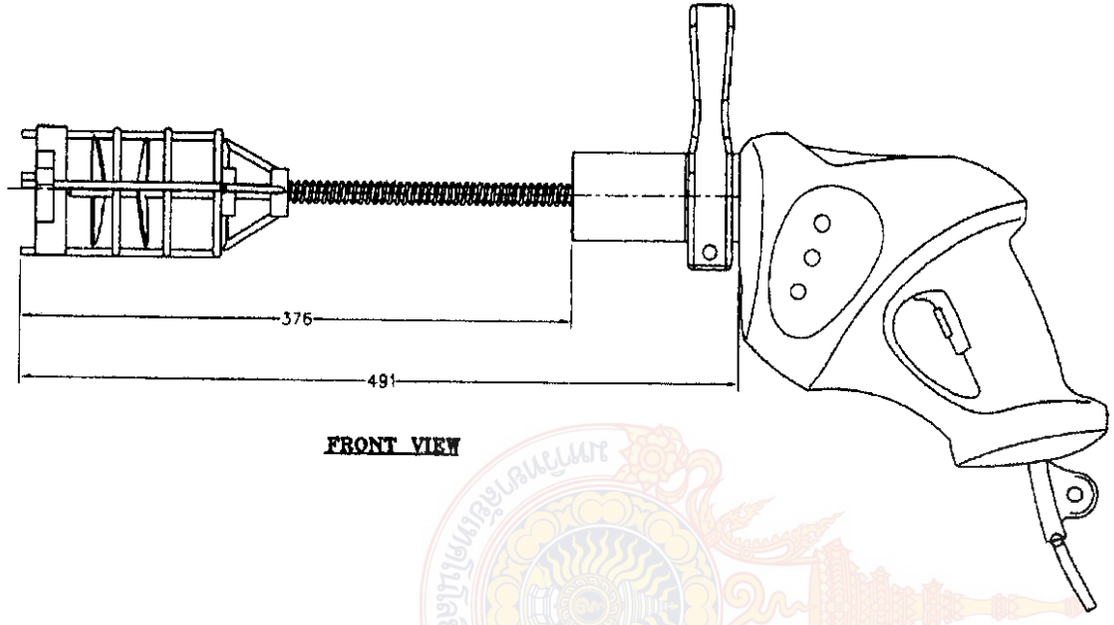
ภาคผนวก ก

แบบรายละเอียด

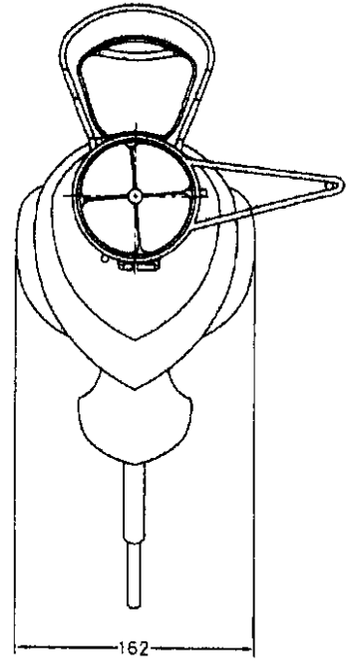


ISOMETRIC ASSEMBLY

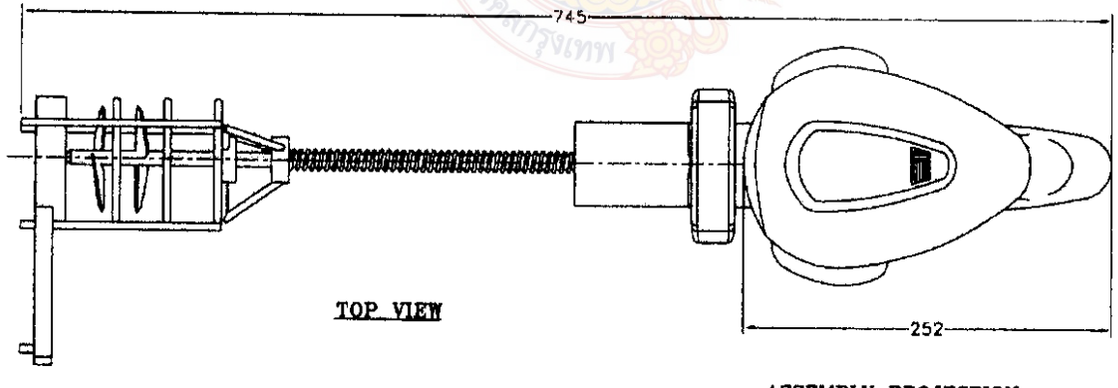
ชิ้นที่	รายการ	ขนาด/วัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
	ชื่อ-สกุล	วัน/เดือน/ปี			
ผู้เขียน	วรพล บัวลี			มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ ม.ช.					
ผู้อนุมัติ	ชัยวัฒน์ ทีฆวาณิช				
มาตราส่วน 1:5	ชื่อชิ้นงาน เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก	ISO-E		หมายเลขแบบ 001	



FRONT VIEW



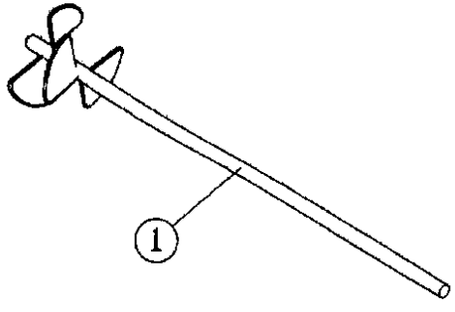
SIDE VIEW

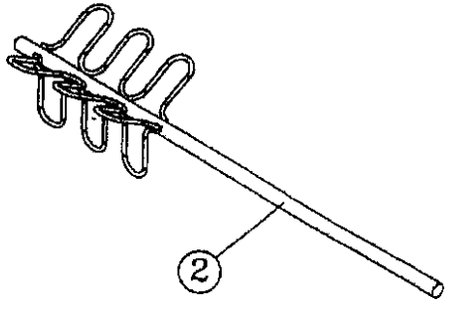


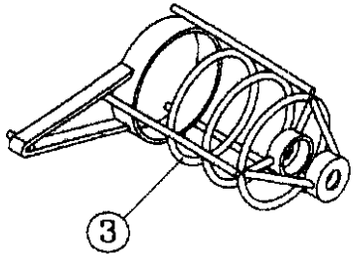
TOP VIEW

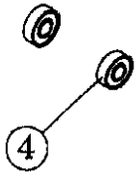
ASSEMBLY PROJECTION

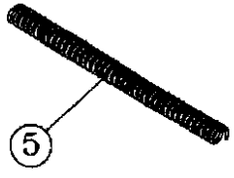
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
	ชื่อ-สกุล		วันเดือนปี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	
ผู้เขียน	วรพล บังลี				
ผู้ตรวจ					
ผู้ตรวจ ม.ช.					
ผู้ออกแบบ	ชัยวัฒน์ ตันบางนิช				
มาตราส่วน 1:5	ชื่อชิ้นงาน เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก	ISO-E		หมายเลขแบบ 002	

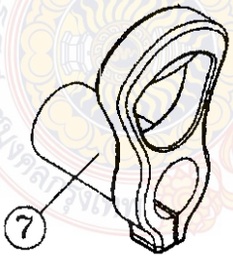


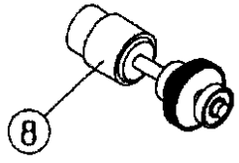


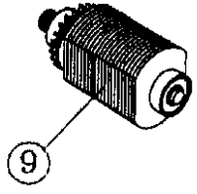


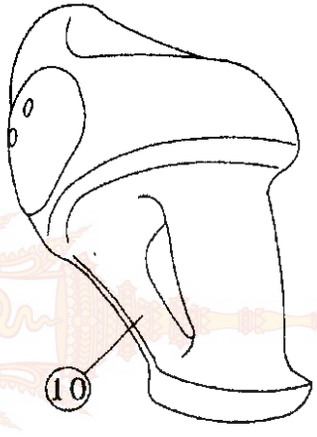


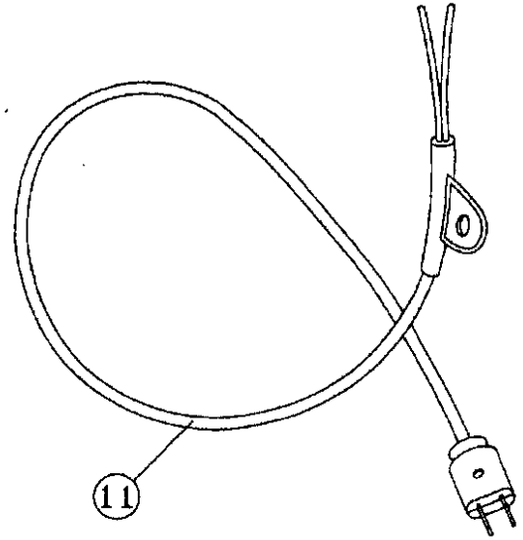








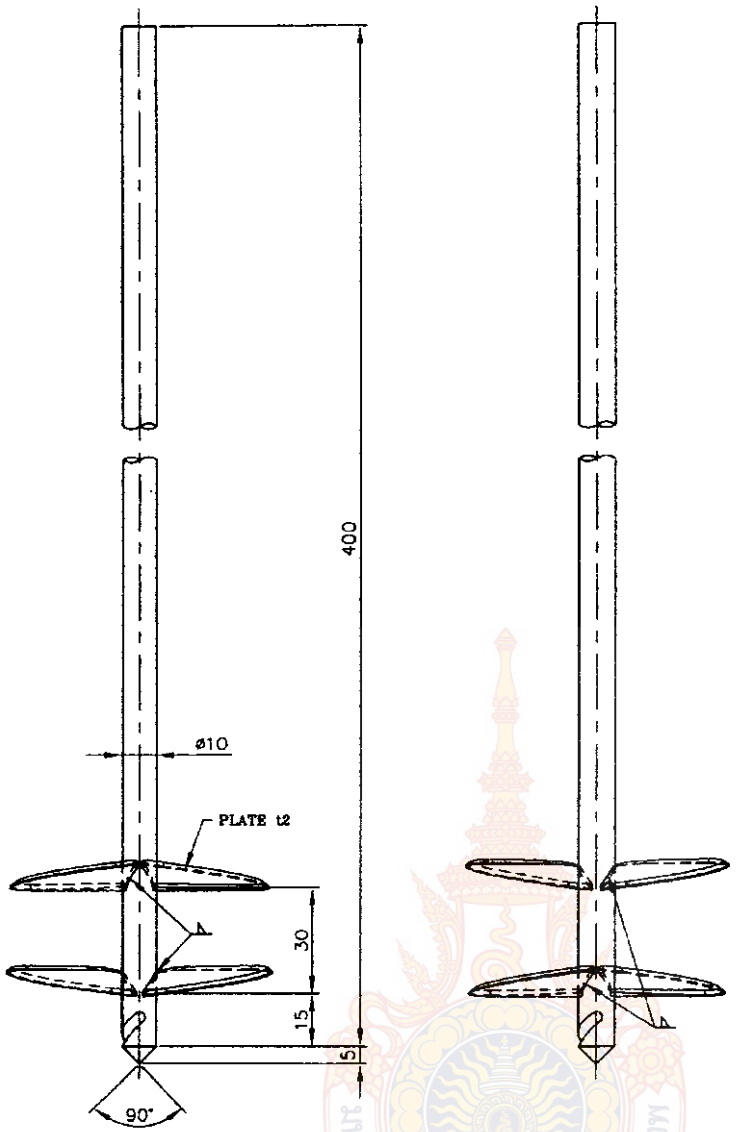




ISOMETRIC EXPLODE

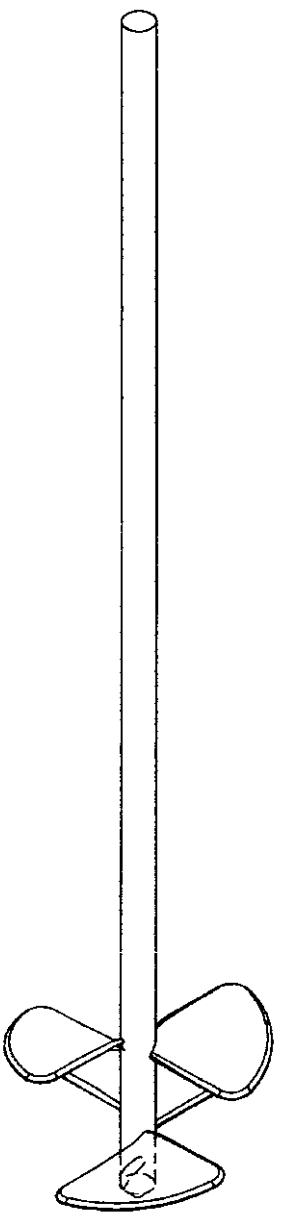
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
11	สายไฟ	--	--	11	1
10	ตัวเรือนเครื่องเจาะดิน	254x226x160	FRP	10	1
9	มอเตอร์	450 W. 450rpm. 220V.	--	09	1
8	หัวขับดอกเจาะ	ø40x140	SS400	08	1
7	ด้ามขับ	105x110x178	FRP	07	1
6	ตัวล็อกสปริง	ø30x16	ST-37	06	1
5	สปริงกด	ø13x150	--	05	1
4	แปริง	ø25x8	--	04	2
3	ฝาครอบหัวเจาะดิน	ø78x180	SS400	03	1
2	หัวพรวนดิน	ø100x400	ST-37	02	1
1	หัวเจาะดิน	ø76x400	ST-37	01	1

	ชื่อ-สกุล	วัน/เดือน/ปี	
ผู้เขียน	วรพล บัวสี		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้ออกแบบ	ชัยวัฒน์ ทีขวานิช		
มาตราส่วน 1:5	ชื่อชิ้นงาน เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก	ISO-E	หมายเลขแบบ 003

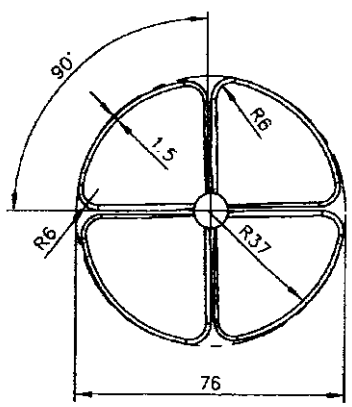


FRONT VIEW

SIDE VIEW



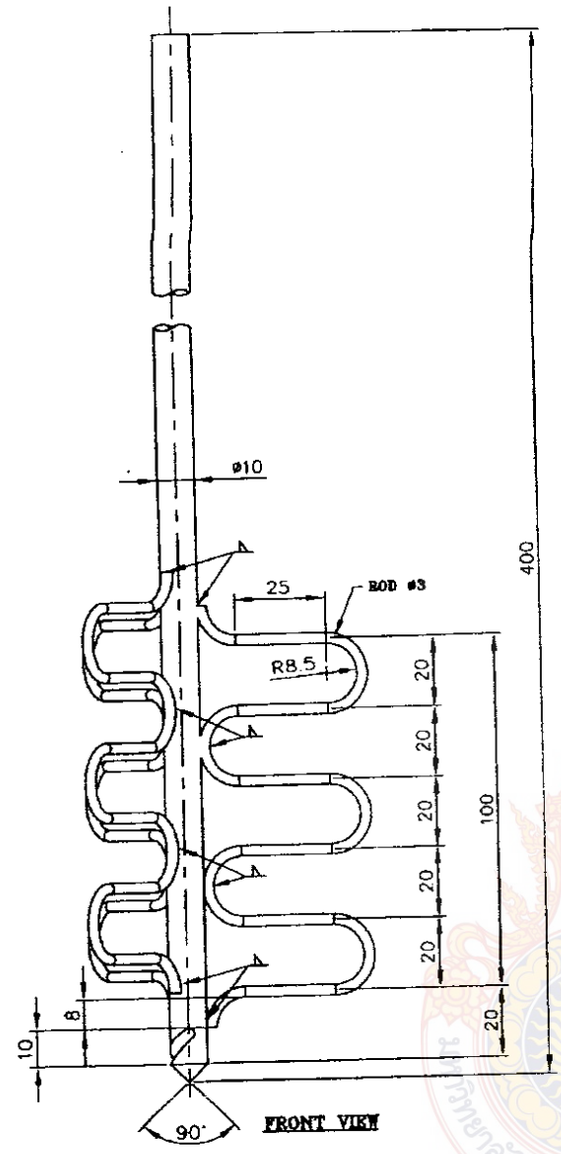
ISOMETRIC VIEW



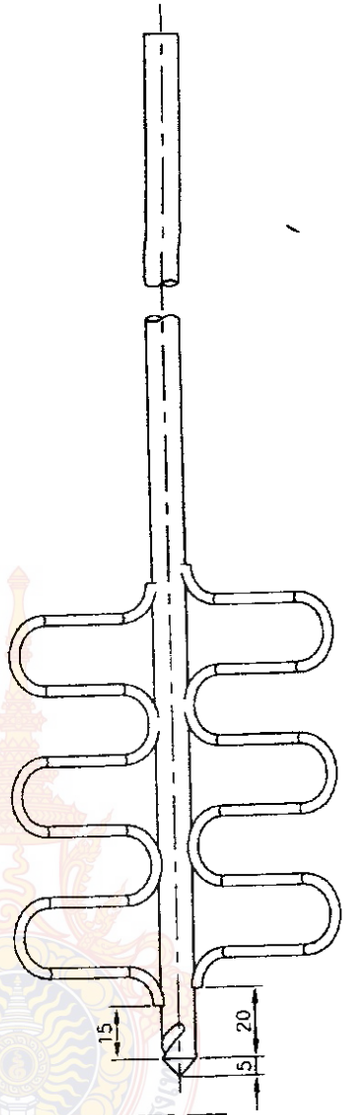
TOP VIEW

1	หัวเจาะดิน	Ø76x400	ST-37	01	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

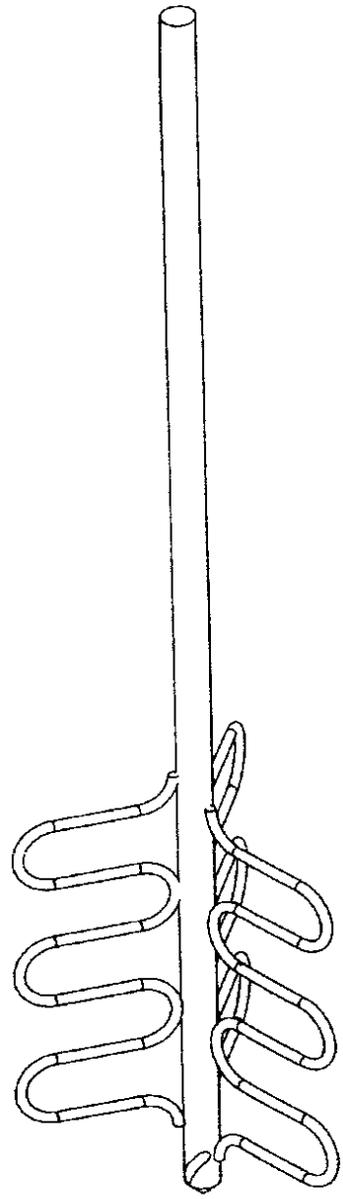
	ชื่อ-สกุล	วันเดือน ปี	
ผู้เขียน	วรพล บัวสี		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้ออกแบบ	รัชวัฒน์ ทีฆวานิช		
มาตราส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก	ISO-E	หมายเลขแบบ 004



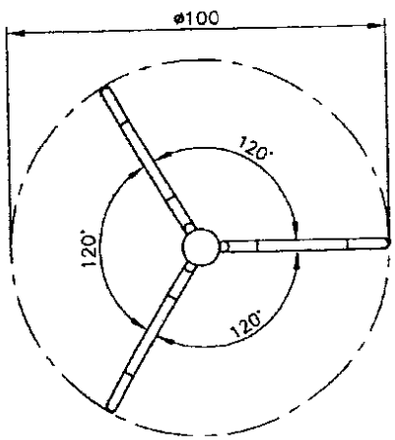
FRONT VIEW



SIDE VIEW



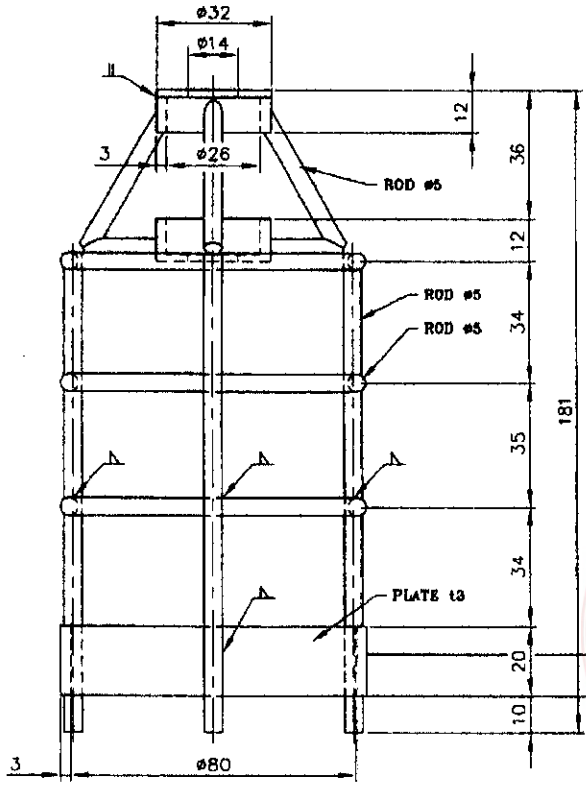
ISOMETRIC VIEW



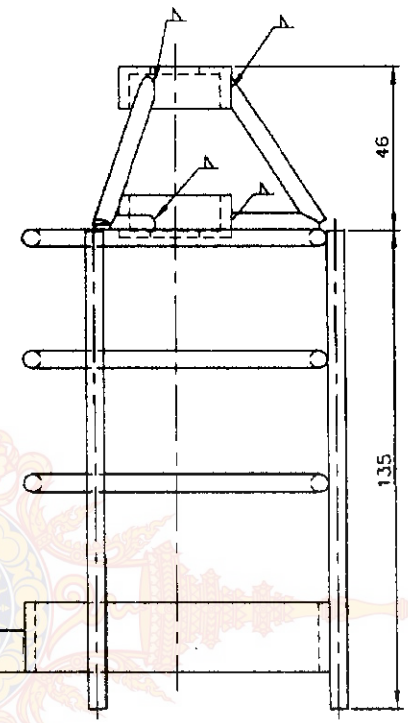
TOP VIEW

2	หัวหรวนดิน	Ø100x400	ST-37	02	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

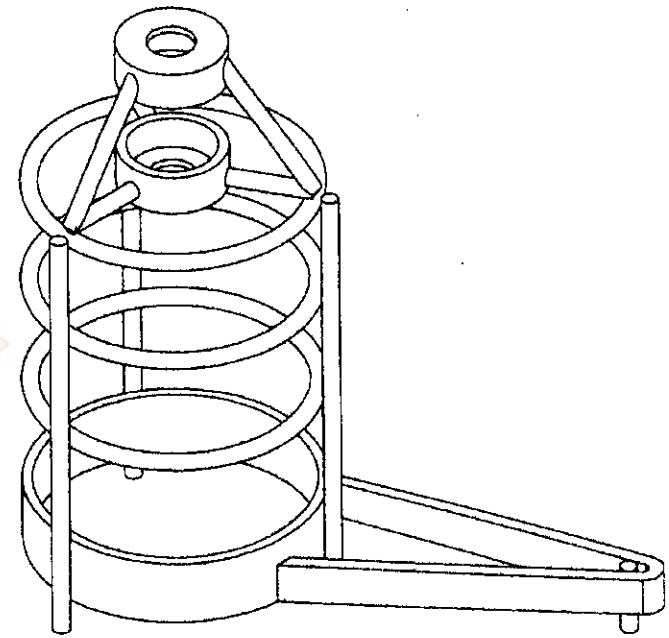
	ชื่อ-สกุล	วัน เดือน-ปี	
ผู้เขียน	วรพล บัวสี		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ท.			
ผู้ออกแบบ	ชัยวัฒน์ ศิขวานิช		
มาตราส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน เครื่องขจะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก	ISO-E	หมายเลขแบบ 005



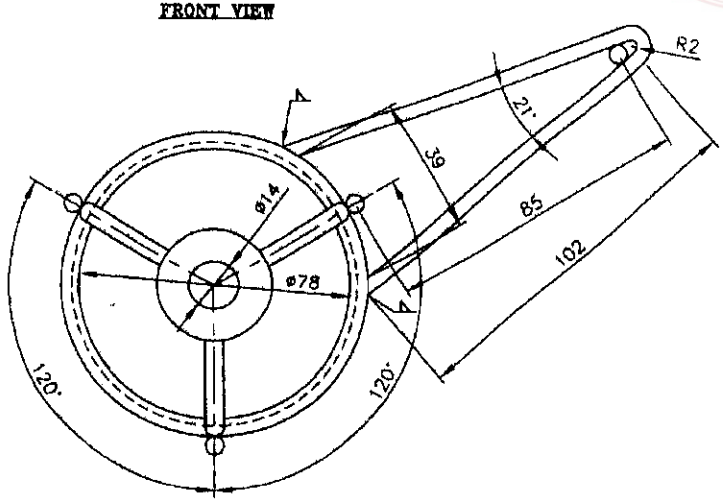
FRONT VIEW



SIDE VIEW



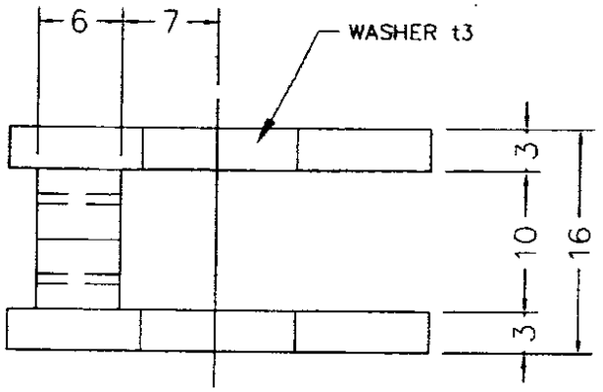
ISOMETRIC VIEW



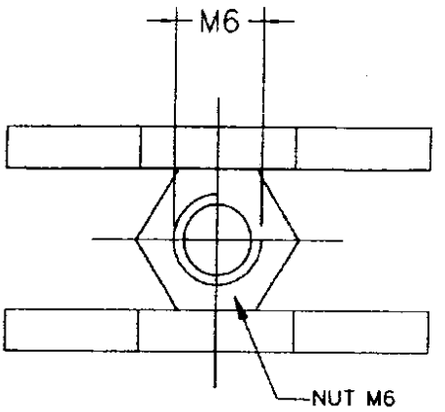
TOP VIEW

3	ฝาครอบหัวเจาะดิน	Ø78x180	SS400	03	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

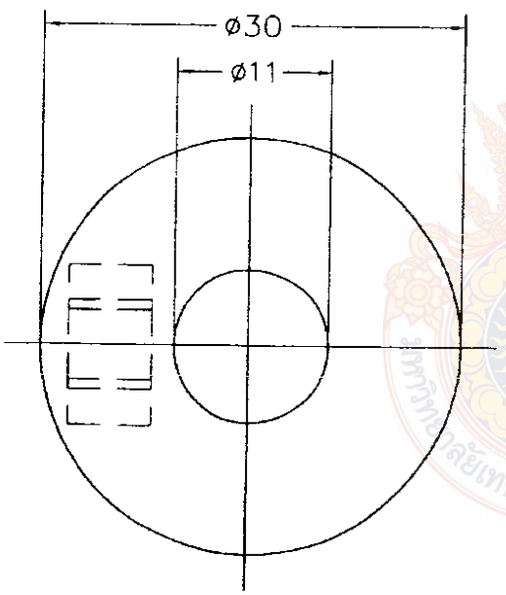
	ชื่อ-สกุล	วัน/เดือน/ปี	
ผู้เขียน	วรพล บัวสี		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช.			
ผู้อนุมัติแบบ	ชัยวัฒน์ ศิริมานิช		
มาตราส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก	ISO-E	หมายเลขแบบ 006



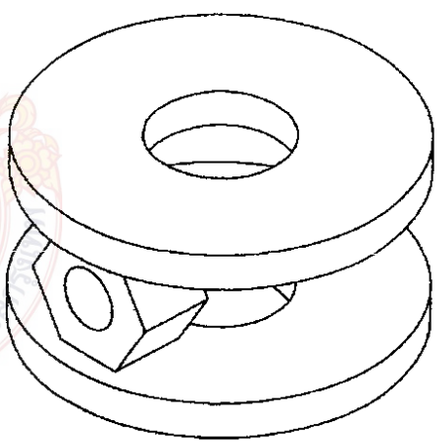
FRONT VIEW



SIDE VIEW



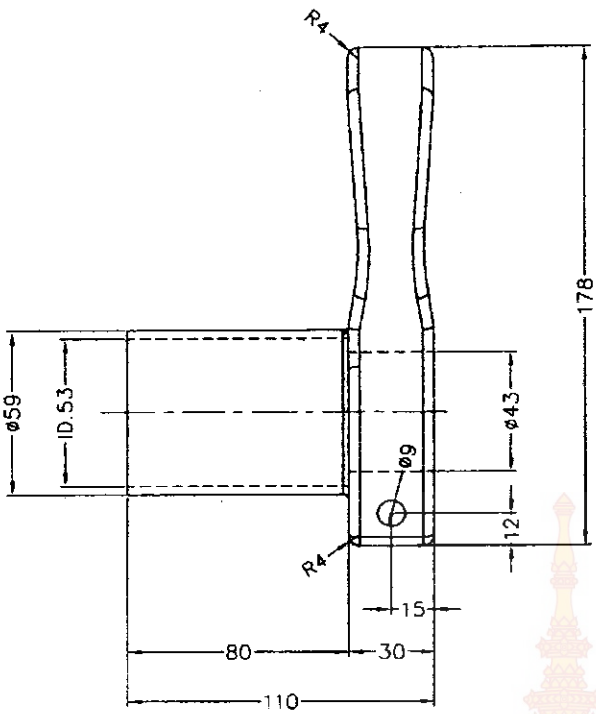
TOP VIEW



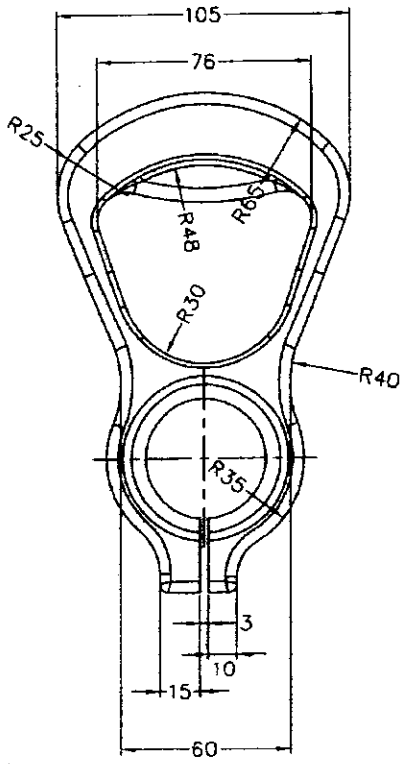
ISOMETRIC VIEW

ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน
6	ตัวล็อกสปริง	ø30x16	ST-37	06	1

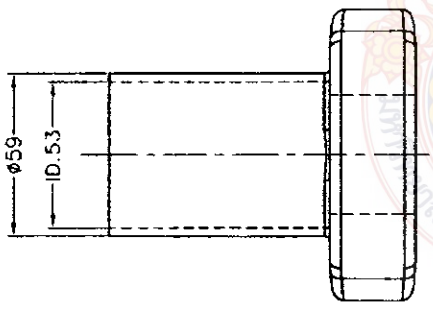
	ชื่อ-สกุล	วัน-เดือน-ปี	
ผู้เขียน	วรพล บัวลี		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ มอ.			
ผู้ออกแบบ	ชัยวัฒน ศิริวานิช		
มาตราส่วน 1:1	ชื่อชิ้นงาน เครื่องเจาะคลิบสำหรับปลูกฝังไม้ขนาดเล็ก	ISO-E	หมายเลขแบบ 007



FRONT VIEW



SIDE VIEW

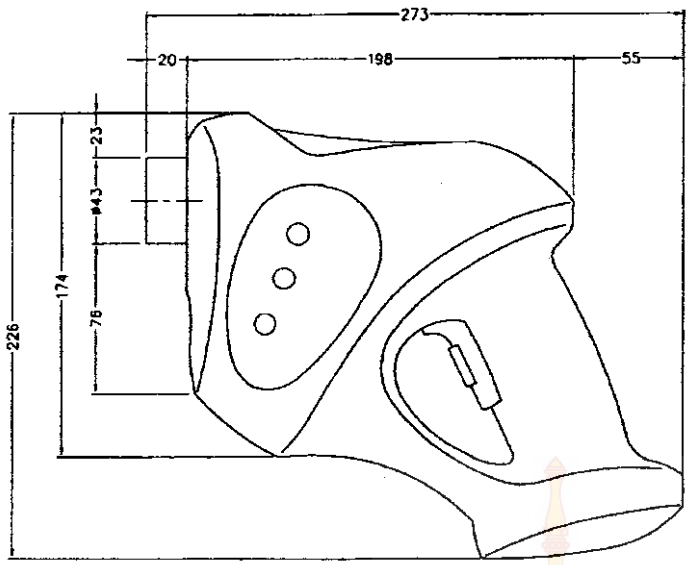


TOP VIEW

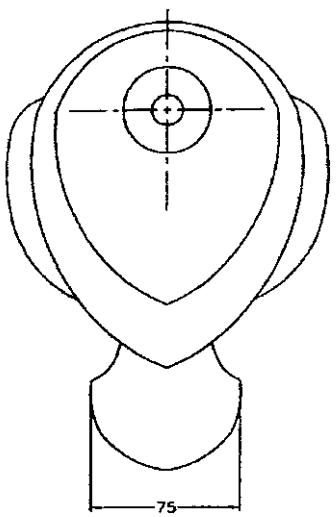
ISOMETRIC VIEW

7	ล้ามจับ	105x110x178	FRP	07	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

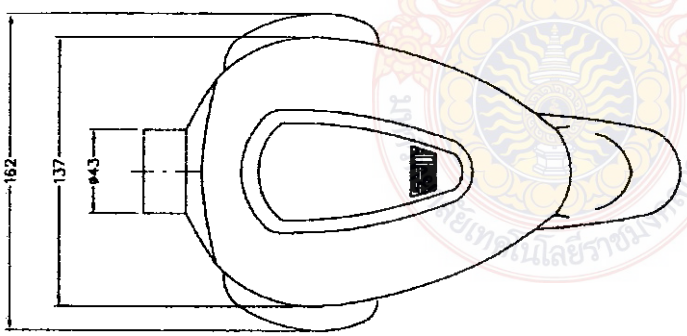
	ชื่อ-สกุล	วันเดือน-ปี	
ผู้เขียน	วรพล บัวสี		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ร.			
ผู้ออกแบบ	ชัชวัฒน์ ทีฆวานิช		
มาตราส่วน 1:2	ชื่อชิ้นงาน เครื่องขุดดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก	ISO-E	หมายเลขแบบ 008



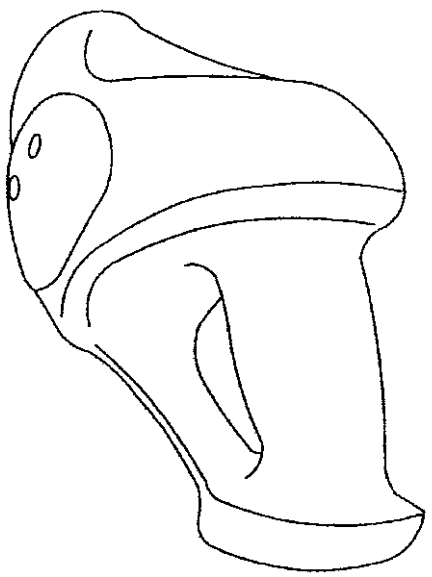
FRONT VIEW



SIDE VIEW



TOP VIEW



ISOMETRIC VIEW

10	ตัวครอบเครื่องเจาะดิน	226x273x162	FRP	10	1
ชิ้นที่	รายการ	ขนาดวัสดุ	วัสดุ	หมายเลขแบบ	จำนวน

	ชื่อ-สกุล	วัน.เดือน.ปี	
ผู้เขียน	วรพล บัวสี		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ตรวจ			
ผู้ตรวจ ม.ช			
ผู้ออกแบบ	ชัยวัฒน์ ทีนวานิช		
มาตราส่วน 1:5	ชื่อชิ้นงาน เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก	ISO-E	หมายเลขแบบ 009

ภาคผนวก ข

ตารางที่สำคัญ

ตารางผนวก ข-1 แสดงสัมพันธ์ระหว่าง SPT N-Value,Consistency,Relative Density (Dr.)

ประเภทดิน					
Cohesive Soil			Cohesionless Soil		
SPT N-Value	Consistency	UC.Test (ksc.)	SPT N-Value	Consistency	Dr.(%)
0-1	Very Soft	0.00-0.25	0-4	Very Lose	0-15
2-4	Soft	0.25-0.50	5-10	Loose	15-35
5-8	Medium	0.50-1.00	11-30	Medium	35-65
9-15	Stiff	1.00-2.00	31-50	Dense	65-85
16-30	Very Stiff	2.00-4.00	>50	Very Dense	85-100
>30	Hard	>4.00			

ที่มา : นางพีชรา ทวีเดิศ วิศวกรวิชาชีพ 8วช (วิศวกรรมโยธา) สำนักควบคุมการก่อสร้าง

ตารางผนวก ข-2 Consistency of clay and Approximate Correlation to the Standard Penetration number,N

Standard Penetration Number, N	Consistency	qu (Kn/m^2)	qu (T/m^2)
0-2	Very Soft	0-25	0-2.5
2-5	Soft	25-50	2.5-5.0
5-10	Medium	50-100	5.0-10
10-20	Stiff	100-200	10-20
20-30	Very Stiff	200-400	20-40
>30	Hard	>400	>40

ที่มา : CHEN (1972) มาตรฐาน Standard Penetration Test Thomburn, 1974

ตารางผนวก ข-3 การทดสอบความแข็งของดิน

4.1.2 ความแข็งดิน (Soil Hardness)

การไม่ไถพรวนดินมีค่าความแข็งดินมากที่สุด รองลงมาได้แก่การไถพรวนดิน 1 ครั้ง และการไถพรวน 2 ครั้งตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าความแข็งดิน (กก./ซม.^{2}) ที่ระดับความลึกดิน 0-15 และ 15-30 ซม.หลังปลูกถั่วเขียว15, 30 และ 45 วัน ในสภาพการไถพรวนดินต่างกัน

การไถพรวน	วันหลังปลูก (วัน)					
	15		30		45	
	0-15 ซม.	15-30 ซม.	0-15 ซม.	15-30 ซม.	0-15 ซม.	15-30 ซม.
ไม่ไถพรวน	1.2	2.55	1.55	1.55	1.8	1.75
ไถพรวน 1 ครั้ง	0.7	0.65	1.35	1.15	1.05	1.25
ไถพรวน 2 ครั้ง	0.25	0.45	0.85	0.5	1.1	1.05

ที่มา : งานวิจัยคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ตารางผนวก ข-4 ค่า Compression Index (Cc) ของดินเหนียวอ่อนชั้นต่างๆ ในพื้นที่กรุงเทพ

ชั้นดิน	ระดับความลึก(m.)	Cc	CR
ดินเหนียวอ่อน (Soft Clay)	0-15	0.4-1.0	0.2-0.5
ดินเหนียวแข็ง (Stiff Clay)	15-50	0.1-0.2	0.04-0.15
ดินดาน (Hard Clay)	50-400	0.05-0.15	0.02-0.10
ดินทราย (Sand)	50-400	0.03-0.05	0.01-0.04

ที่มา : นางพีชรา ทวีเลิศ วิศวกรวิชาชีพ 8วช (วิศวกรรมโยธา) สำนักควบคุมการก่อสร้าง

ตารางผนวก ข-5 คุณสมบัติทางกายภาพของดินแต่ละชั้น

ชั้นดิน (Horizon)	เนื้อดิน (Texture)	โครงสร้าง (Structure)	ความพรุน (Porosity)	ความหนาแน่น (Bulk density)	สีดิน (Color)	การเตรียมดิน (Tillage)
O	อินทรียวัตถุ	-	60%	0.8 g/cm^3	ดำ	เขตการไถพรวน
A	ดินร่วน	ก้อนกลม	50%	1.3 g/cm^3	น้ำตาล	
E	ดินร่วน	แผ่น	40 %	1.5 g/cm^3	ขาว	
B	ดินเหนียว	ก้อนเหลี่ยม	40 %	1.5 g/cm^3	น้ำตาลอ่อน	ด้านไถพรวน
						ด้านดินเหนียว
						ด้านเปาะ
C	ดินร่วน	จับตัวเป็นแผ่น	40 %	1.7 g/cm^3	น้ำตาลอ่อน	ศิลาแลงอ่อน
						คาลิเซ

ที่มา : ภาควิชาปฐพีวิทยา สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549

ตารางผนวก ข-6 ขนาดของเม็ดดินแต่ละชนิด ตามมาตรฐาน ASTM

ชนิดของดิน	ขนาดของเม็ดดิน (mm.)
Boulders	>300
Cobbles	300-76
(Gravel)	76-4.75
กรวด (Coarse Sand)	4.75-2.00
ทรายหยาบ (Medium Sand)	2.00-0.425
ทรายหยาบปานกลาง (Fine Sand)	0.425-0.074
ดินตะกอนทราย (Silt)	0.075-0.002
ดินเหนียว (Clay)	<0.002

ที่มา : นางพีชรา ทวีเลิศ วิศวกรวิชาชีพ 8วช (วิศวกรรมโยธา)

ตารางผนวก ข-7 แฟคเตอร์แก้ไขการล้าตัวในเพลา

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลาอยู่นิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลาหมุน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

ที่มา : วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 1. สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น,2547

ตารางผนวก ข-8 ค่าความปลอดภัย

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะเปราะ
	Ny	Nu	Nu
แรงอยู่นิ่ง	1.5-2	3-4	5-6
แรงซ้ำทิศทางเดียวหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	3	6	7-8
แรงซ้ำสองทิศทางหรือแรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	10-12
แรงกระแทกอย่างหนัก	5-7	10-15	15-20

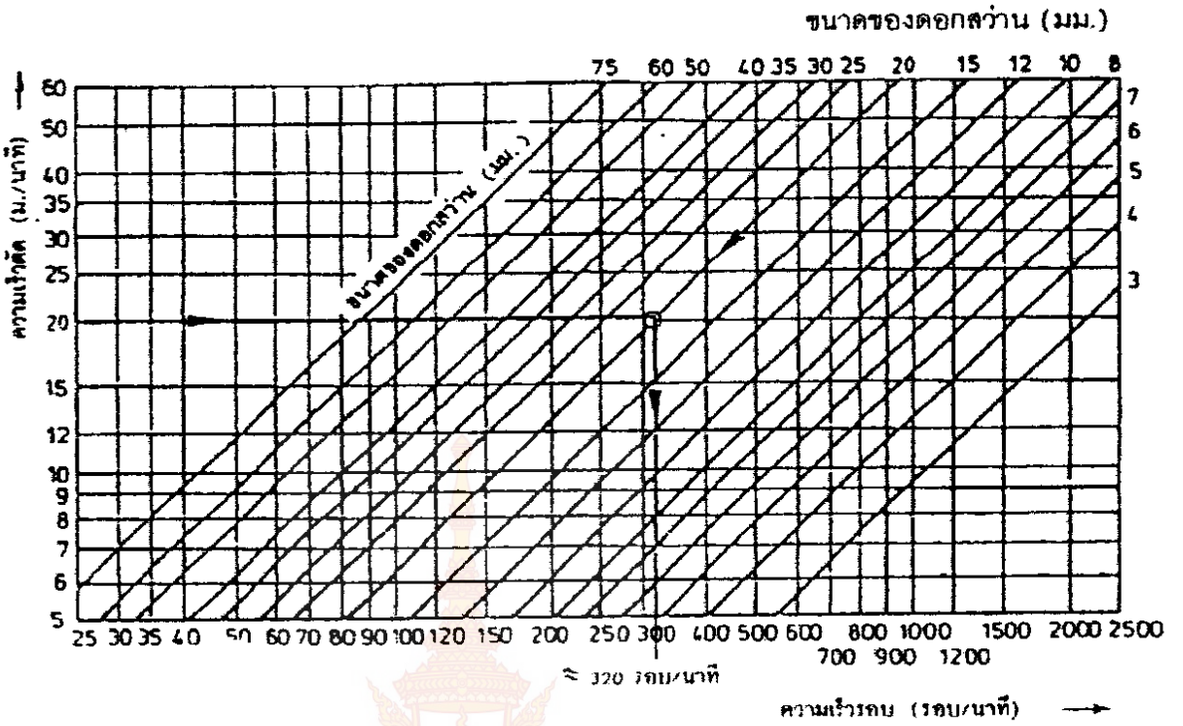
ที่มา : วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล 1. สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2547

ตารางผนวก ข-9 ค่าความเร็วตัด อัตราป้อน และสารหล่อเย็น

วัสดุ	สว่านจากเหล็กเครื่องมือผสมเปอร์เซนต์ต่ำ		สว่านจากเหล็กรอบสูง		สว่านจากโลหะแข็ง		การหล่อเย็น
	V(ม./นาที)	S(มม./นาที)	V(ม./นาที)	S(มม./นาที)	V(ม./นาที)	S(มม./นาที)	
เหล็กกหนียวถึง 500N/mm^2	12..16	0.03..0.3	20..35	0.05..0.45	-	-	
เหล็กกหนียวถึง 700N/mm^2	8...12	0.03..0.3	20..30	0.05..0.45	-	-	น้ำมันสบู่
เหล็กกหนียวถึง 900N/mm^2	6..9	0.02..0.2	15..20	0.05..0.35	40...70	0.02..0.12	
เหล็กผสม Cr Ni ถึง 1100 N/mm^2	4...7	0.01..0.15	10..20	0.03..0.3	15..32	0.02..0.06	น้ำมันสบู่
เหล็กเครื่องมือถึง 2000 N/mm^2	4..6	0.01	6..9	0.02	9...12	0.03..0.06	น้ำมันสบู่
เหล็กแมงกานีสแข็ง	-	-	-	-	6...12	0.02..0.04	แห้ง
เหล็กหล่อถึง 200 N/mm^2	6...12	0.05..0.4	20..40	0.07...1.3	50..80	0.15..0.3	แห้ง
เหล็กหล่อถึง 300 N/mm^2	3..5	0.02..0.2	12..20	0.05..0.4	25..45	0.1..0.25	แห้ง
เหล็กกหนียวหล่อ เหล็กหล่อหนียว	8...12	0.03..0.3	18..25	0.05..0.45	20..40	0.1..0.3	น้ำมันสบู่
เหล็กหล่อแข็ง	-	-	-	-	20	0.03..0.06	น้ำมันสบู่
Cu Sn 8 และ G-Cu Sn 10 Zn	20..50	0.04..0.4	50...100	0.06..0.5	90...125	0.05..0.4	
Cu Zn ผสมถึง Cu Zn 40	25...70	0.05..0.7	50...100	0.6..0.5	90...125	0.04..0.4	แห้ง
Cu Zn ผสมถึง Cu Zn 20	25..35	0.02..0.2	40..60	0.04..0.5	60..90	0.03..0.2	
Cu Zn ผสม Cu Zn 10	18..25	0.01..0.15	30..35	0.02..0.4	75...120	0.04..0.3	
อลูมิเนียมบริสุทธิ์	40...100	0.1..0.4	50..200	0.15..0.6	200..300	0.05..0.25	
Al ผสมแข็ง	25...40	0.02..0.2	35..60	0.03..0.4	90...125	0.03..0.4	แห้ง
ทองแดง	25..50	0.1..0.4	35..70	0.15..0.5	-	-	
วัสดุสังเคราะห์และวัสดุอัด	8..20	0.02..0.2	20..30	0.03..0.3	45..60	0.03..0.2	แห้ง
ยางแข็ง	20..30	0.02..0.3	20..50	0.03..0.35	50..80	0.02..0.25	แห้ง
หินอ่อน	-	-	10	0.05..0.1	20..30	0.08..0.15	น้ำ
แก้ว (สว่าน)	-	-	-	-	8...15	0.04..0.05	Terpentin

ที่มา : งานฝึกฝีมือเบื้องต้น หน่วยที่ 10 งานเจาะ. สถาบันอาชีวศึกษา, 2546

ตารางผนวก ข-10 คาดความเร็วรอบ (n) ในงานเจาะ



ที่มา : งานฝึกฝีมือเบื้องต้น หน่วยที่ 10 งานเจาะ. สถาบันอาชีวศึกษา, 2546

ตารางผนวก ข-11 โซ่โรลเลอร์ตามมาตรฐาน ISO/R 606-1976 (E)

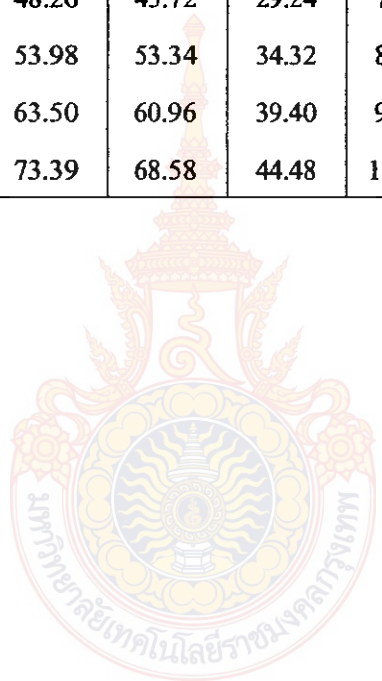
ขนาด mm

โซ่	พิตช์	d_1	b_2	d_3	d_5	แรงแตกหัก kN		
ISO	p	max	min	max	min	หนึ่งชั้น	สองชั้น	สามชั้น
05B	8.00	5.00	3.00	2.31	4.90	4.51	7.85	11.18
06B	9.525	6.35	5.72	3.28	8.66	8.93	16.97	24.92
08A	12.70	7.95	7.95	3.96	11.31	13.83	27.66	41.50
08B	12.70	8.51	7.75	4.45	11.43	17.85	31.20	44.54
10A	15.875	10.16	8.53	5.08	13.97	21.78	43.56	44.54
10B	15.875	10.16	9.65	5.08	13.41	22.27	44.54	66.81
12A	19.05	11.91	12.70	5.94	17.88	31.20	62.39	93.59
12B	19.05	12.07	11.68	5.72	15.75	28.94	57.88	86.82
16A	25.40	15.88	15.88	7.92	22.74	55.62	111.25	166.87
16B	25.40	15.88	17.02	8.28	25.58	42.28	84.56	126.84
20A	31.75	19.05	19.05	9.53	27.59	86.82	173.64	260.46
20B	31.75	19.05	19.56	10.19	29.14	64.55	129.10	193.65
24A	38.10	22.23	25.40	11.10	35.59	124.59	249.17	373.79
24B	38.10	25.40	25.40	14.63	38.50	97.90	195.81	293.71
28A	44.45	25.40	25.40	12.70	37.32	169.12	338.25	507.37
28B	44.45	27.94	30.99	15.90	46.71	129.10	258.20	387.30
32A	50.80	28.58	21.75	14.27	45.34	222.49	444.98	667.47

ตารางผนวก ข-11 โซ่โรลเลอร์ตามมาตรฐาน ISO/R 606-1976 (E) (ต่อ)

ขนาด mm

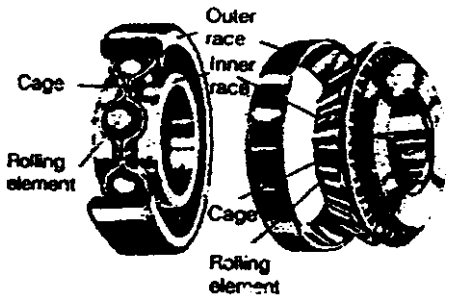
โซ่	พิตช์	d_1	b_2	d_3	d_3	แรงแตกหัก kN		
ISO	p	max	min	max	min	หนึ่งชั้น	สองชั้น	สามชั้น
32B	50.80	29.21	30.99	17.80	45.70	169.12	338.25	507.37
40A	63.50	39.68	38.10	19.84	55.02	347.08	694.16	1041.23
40B	63.50	39.37	38.10	22.89	55.88	262.61	252.23	787.84
48A	76.20	47.63	47.63	23.80	67.95	500.06	1001.21	1501.81
48B	76.20	48.26	45.72	29.24	70.69	400.54	800.99	1201.43
56B	88.90	53.98	53.34	34.32	81.46	542.89	1085.77	-
64B	101.60	63.50	60.96	39.40	92.15	712.01	1423.92	-
72B	114.30	73.39	68.58	44.48	103.94	898.89	1797.78	-



ตารางผนวก ข-12 การเลือกใช้สายพานร่อง – วี (V – Cross Section)

V – Belt	Outside Length		V – Belt	Outside Length		V – Belt	Outside Length	
No.	(in)	(mm)	No.	(in)	(mm)	No.	(in)	(mm)
B26	28.8	731.52	B43	45.8	1136.32	B60	62.8	1595.12
B27	29.8	756.92	B44	46.8	1187.72	B61	63.8	1620.12
B28	30.8	782.32	B45	47.8	1214.12	B62	64.8	1645.92
B29	31.8	807.72	B46	48.8	1239.52	B63	65.8	1696.72
B30	32.8	833.12	B47	49.8	1264.92	B64	66.8	1722.12
B31	33.8	858.52	B48	50.8	1290.32	B65	67.8	1747.52
B32	34.8	883.92	B49	51.8	1315.72	B66	68.8	1772.92
B33	35.8	909.32	B50	52.8	1341.12	B67	69.8	1798.32
B34	36.8	934.72	B51	53.8	1366.52	B68	70.8	1823.72
B35	37.8	960.12	B52	54.8	1391.92	B69	71.8	1849.12
B36	38.8	985.52	B53	55.8	1417.72	B70	72.8	1874.52
B37	39.8	1010.92	B54	56.8	1442.72	B71	73.8	1899.92
B38	40.8	1036.32	B55	57.8	1468.12	B72	74.8	1925.32
B39	41.8	1061.72	B56	58.8	1493.52	B73	75.8	1950.72
B40	42.8	1087.12	B57	59.8	1518.92	B74	76.8	1976.12
B41	43.8	1112.52	B58	60.8	1544.32	B75	77.8	2001.52
B42	44.8	1137.92	B59	61.8	1569.72	B76	78.8	

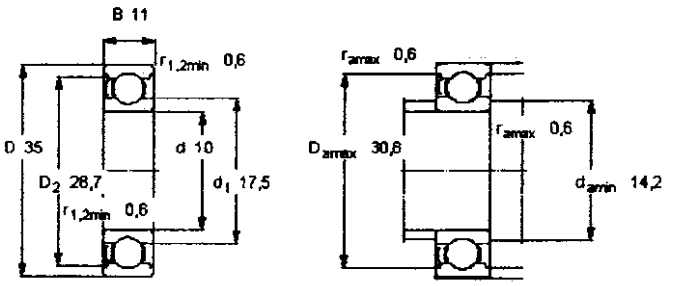
ตารางผนวก ข-13 ส่วนประกอบทั่วไปของแบริ่ง

ภาพแสดง	ส่วนประกอบ	หน้าที่การใช้งาน
	แหวนนอก (Outer Races)	เป็นรางวิ่งของเม็ดลูกปืน สวมยึดกับตัวเรือน
	แหวนใน (Inner Races)	เป็นรางวิ่งของเม็ดลูกปืน สวมยึดเข้ากับเพลา
	เม็ดลูกปืน (Ball)	ลดแรงเสียดทานระหว่าง แหวนนอกและแหวนใน
	กรงลูกปืน (Cage)	จัดเรียงและยึดตำแหน่ง เม็ดลูกปืน

ตารางผนวก ข-14 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเจอร์นัลแบริ่งและแบริ่งลูกกลิ้ง

เจอร์นัลแบริ่ง	แบริ่งลูกกลิ้ง
แรงเสียดทานเริ่มต้นหมุนสูง และแรงเสียดทานขณะกำลังหมุนก็สูงกว่าเมื่อใช้แบริ่งลูกกลิ้ง	แรงเสียดทานขณะเริ่มต้นหมุนกับเมื่อกำลังหมุนไม่แตกต่างกันนัก
ต้องการวัสดุของเหลวเพื่อใช้หล่อลื่น	อาจใช้สิ่งหล่อลื่นอัดไว้ โดยไม่ต้องเติมจากภายนอก ตลอดอายุการใช้งาน
ถ้าต้องรับแรงมากความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นต้องสูง ดังนั้นจึงให้ความเสียดทานสูงขึ้นด้วย	การรับแรงมาก ไม่เกี่ยวกับความหนืดของน้ำมันมากนัก

ตารางผนวก ข-15 การเลือกใช้แบริ่งเม็ดกลมร่องลึกแถวเดียว



Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit	Speed ratings		Mass	Designation
			dynamic	static		Reference speed	Limmting speed		
d	D	B	C	C_o	P_u				* - SKF Explorer bearing
mm			kN		kN	r/min		kg	-
10	26	8	4,75	1,96	0,083	-	19000	0,019	6000-2RSH'
10	26	8	4,75	1,96	0,083	67000	34000	0,019	6000-2RSL'
10	26	8	4,75	1,96	0,083	67000	34000	0,019	6000-2Z'
10	26	8	4,75	1,96	0,083	-	19000	0,019	6000-RSH'
10	26	8	4,75	1,96	0,083	67000	40000	0,019	6000-RSL'
10	26	8	4,75	1,96	0,083	67000	40000	0,019	6000-Z'
10	26	12	4,62	1,96	0,083	-	19000	0,025	6300-2RS1
10	28	8	4,62	1,96	0,083	63000	40000	0,022	16100
10	28	8	4,62	1,96	0,083	63000	32000	0,022	16100-2Z
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	6200'
10	30	9	5,4	2,36	0,1	-	17000	0,032	6200-2RSH'
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	28000	0,032	6200-2RSL'
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	28000	0,032	6200-2Z'
10	30	9	5,4	2,36	0,1	-	17000	0,032	6200-RSH'
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	6200-RSL'
10	30	9	5,4	2,36	0,1	56000	34000	0,032	6200-Z'
10	30	14	5,07	2,36	0,1	-	17000	0,04	62200-2RS1
10	35	11	8,52	3,4	0,143	50000	32000	0,053	6300'
10	35	11	8,52	3,4	0,143	-	15000	0,053	6300-2RSH'
10	35	11	8,52	3,4	0,143	50000	26000	0,053	6300-2RSL'
10	35	11	8,52	3,4	0,143	50000	26000	0,053	6300-2Z'
10	35	11	8,52	3,4	0,143	-	15000	0,053	6300-RSH'
10	35	11	8,52	3,4	0,143	50000	32000	0,053	6300-RSL'
10	35	11	8,52	3,4	0,143	50000	32000	0,053	6300-Z'
10	35	17	8,06	3,4	0,143	-	15000	0,06	62300-2RS1

ที่มา : http://www.skf.com

ตารางผนวก ข-16 ค่ามาตรฐานสำหรับสปริงกด

รายการสัญลักษณ์

D_m = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยขดสปริง

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดสปริง

D_d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแท่งแมนเดรล

D_h = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปลอกสวม

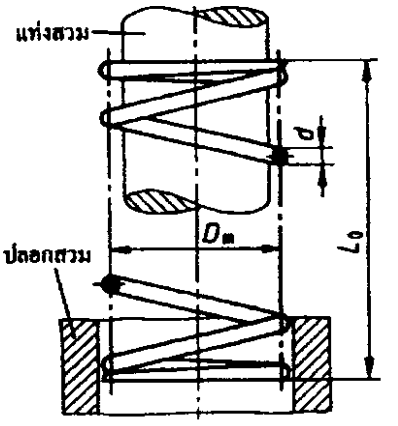
L_o = ความยาวขดสปริงขณะที่ไม่ได้รับภาระ

F = แรงกดสปริง (ได้มากที่สุด)

F = ระยะยุบตัวของสปริง (ได้มากที่สุด)

i_f = จำนวนขดม้วนของสปริง

R = ค่าคงที่สปริง หน่วย N/mm



d	D_m	D_d max.	D_h min.	F [N]	i_f = 5,5			i_f = 8,5		
					L_o	f	R	L_o	f	R
1,6	1,2	0,8	1,6	0,27	3,8	2,8	0,10	5,8	4,3	0,06
	20	17,5	22,6	86,5	73,5	55,9	1,55	110	84,5	1,01
	16	13,7	18,5	108	51,5	36,0	3,02	77,5	55,3	1,96
	12,5	10,3	14,7	138	36	21,9	6,35	53,5	33,4	4,12
	10	7,9	12,1	173	27	13,8	12,4	40,5	21,6	8,03
	8	5,9	10,1	216	21,5	8,9	24,2	31,5	13,6	15,7
2	25	22,0	28,0	130	88,5	67,1	1,94	135	104	1,25
	20	17,1	22,9	162	62	42,8	3,78	94	66,4	2,44
	16	13,4	18,6	202	45	27,3	7,38	68	42,5	4,78
	12,5	9,9	15,1	259	33	16,6	15,5	49,5	26,0	10,0
	10	7,5	12,5	324	26,5	10,9	30,3	38,5	16,5	19,6
2,5	32	28,3	36,0	186	110	82,1	2,26	170	129	1,46
	25	21,6	28,4	238	74,5	50,5	4,73	115	80,2	3,06
	20	16,8	23,2	298	54	32,1	9,23	81,5	50,0	5,97
	16	12,9	19,1	372	41	20,5	18,0	61	31,7	11,7
	12,5	9,4	15,6	477	32	12,5	37,9	47,5	19,7	24,5
3,2	40	35,6	44,6	294	125	95,5	3,09	190	148	2,00
	32	27,6	36,5	368	88,5	61,1	6,04	135	96,2	3,90
	25	21,1	28,9	470	63,5	37,2	12,6	94,5	57,4	8,18
	20	16,1	23,9	588	49,5	23,6	24,7	74	36,9	16,0
4	50	44,0	56,0	435	150	111	3,86	230	175	2,5
	40	34,8	45,2	543	105	69,9	7,55	160	110	4,88
	32	27,0	37,0	679	79,5	46,2	14,7	120	72,8	9,53
	25	20,3	29,7	869	60,5	28,3	30,9	89,5	43,5	20,0

ตารางผนวก ข-17 ค่ามาตรฐานมอเตอร์ NEMA.(National Electrical Manufactures Association)

ความเร็วและกำลังม้ามาตรฐาน สำหรับความถี่ 60 H_z	
ระดับแรงม้า (HP)	ความเร็วที่สอดคล้องกัน (RPM)
1/2	514, 600, 720, 900
3/4	514, 600, 720, 900, 1200
1	514, 600, 720, 900, 1200, 1800
1 1/2,2 ,3, 5, 7 1/2, 10, 15, 20, 25	514, 600, 720, 900, 1200, 1800, 3600
30, 40, 50, 60, 75, 100, 125	514, 600, 720, 900, 1200, 1800, 3600
150	600, 720, 900 ,1200, 1800, 3600
200	720, 900 ,1200, 1800, 3600
250	900, 1200, 1800, 3600
300, 350	1200, 1800, 3600
400, 450, 500	1800, 3600

ที่มา : http://www.gprecision.net/motor-main.html

ตารางผนวก ข-18 ค่าแฟคเตอร์ใช้งานของมอเตอร์ทั่วไป

ค่าแฟกเตอร์ใช้งานของมอเตอร์ที่มีอุณหภูมิ 40 C		
กำลังม้า (HP)	ค่าแฟกเตอร์ใช้งาน	
	มอเตอร์กระแสสลับ	มอเตอร์กระแสตรง
1/20	1.4	-
1/12	1.4	-
1/8	1.4	-
1/6	1.35	-
1/4	1.35	-
1/3	1.35	-
1/2	1.25	-
3/4	1.25	-
1	1.25	1.15
1 1/2	1.20	1.15
2	1.20	1.15
3 และใหญ่กว่า	1.15	1.15

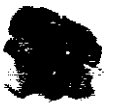
ที่มา : http://www.gprecision.net/motor-main.html

ตารางผนวก ข-19 มอเตอร์ไฟฟ้า มิตซูบิชิ ใช้กับระบบ Single Phase 220 V (2 สาย) ความเร็ว 1450 รอบ/นาที โครงสร้างแบบ Horizontal Foot Mounting Type

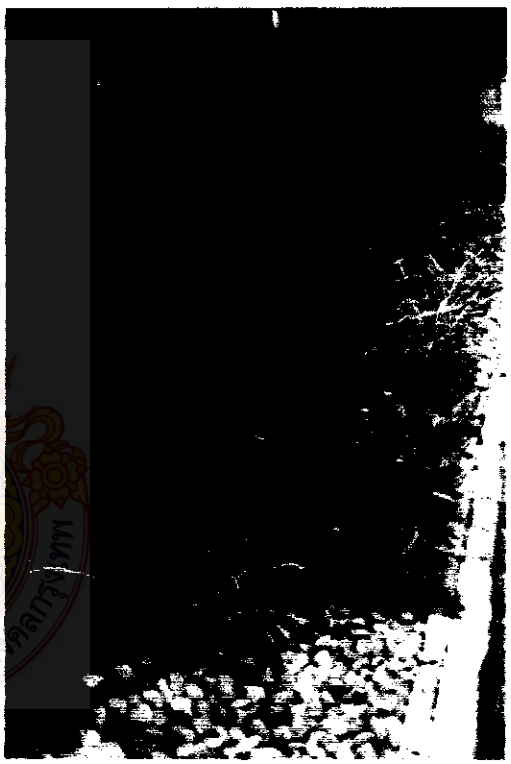
แรงม้า	เพลา (mm)	มอเตอร์ธรรมดา (SP)	มอเตอร์ธรรมดา (SC)
1/4 HP	14	1,500	1,960
1/3 HP	14	1,760	2,160
1/2 HP	16	2,700	2,980
1 HP	19	-	4,840
1.5 HP	24	-	6,460
2HP	28	-	8,360
3 HP	28	-	10,620
5 HP	38	-	16,400
7.5 HP	38	-	21,000
10 HP	38	-	23,720

ที่มา : http://www.angeneration.com

ตารางผนวก ข-20 ราคามอเตอร์ไฟฟ้า ขนาดต่างๆ

		
มอเตอร์ "โตชิบา" #TM1/4-220V ขนาด 1/4 HP 220V.	มอเตอร์ "โตชิบา" #TM1/2-380V ขนาด 1/2 HP 380V.	มอเตอร์ "โตชิบา" #TM1/2-220V ขนาด 1/2 HP 220V.
฿1,260.00	**฿2,286.00**	**฿1,449.00**
มอเตอร์ "โตชิบา" #TM1-380V ขนาด 1 HP 380V.	มอเตอร์ "โตชิบา" #TM1/2-220V ขนาด 1/2 HP 220V.	มอเตอร์ "โตชิบา" #TM1-220V ขนาด 1 HP 220V.
฿3,411.00	**฿2,394.00**	**฿4,356.00**
มอเตอร์ "โตชิบา" #TM1/2-220VC ขนาด 1/2 HP 220V. คอนเดนเซอร์	มอเตอร์ "โตชิบา" #TM3-380V ขนาด 3 HP 380V.	มอเตอร์ "โตชิบา" #TM1-220V ขนาด 1 HP 220V.
฿2,574.00	**฿5,391.00**	**฿3,978.00**
มอเตอร์ "โตชิบา" #TM5-380V ขนาด 5 HP 380V.	มอเตอร์ "โตชิบา" #TM1.5-220V ขนาด 1.5 HP 220V.	มอเตอร์ "โตชิบา" #TM7.5-380V ขนาด 7.5 HP 380V.
฿7,434.00	**฿6,201.00**	**฿12,645.00**

ภาคผนวก ค
การจัดสวนโดยใช้เครื่องเจาะดินที่พัฒนาแล้ว



ภาคผนวก ง
คู่มือการใช้เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก

คู่มือการใช้เครื่องเจาะดินสำหรับปลูกต้นไม้ขนาดเล็ก

ขั้นตอนการใช้งาน

1. ก่อนใช้เครื่องต้องจัดเตรียมวัสดุและตรวจสอบอุปกรณ์ให้พร้อมในการใช้งานทุกครั้ง
2. เลือกขนาดและชนิดของหัวเจาะหรือหัวพรวนดิน
3. นำฝาครอบสวมเข้ากับหัวเจาะหรือหัวพรวนดินเพื่อป้องกันอันตราย
4. นำชุดหัวเจาะดินสวมเข้ากับหัวจับพร้อมทั้งขันให้แน่น
5. เปิดเครื่องโดยการกดปุ่มสวิตช์ที่ตำแหน่ง On
6. เจาะดินได้โดยสามารถหมุนปุ่มสวิตช์ปรับเพิ่มหรือลดรอบการทำงานได้
7. ปิดเครื่องโดยการกดปุ่มสวิทช์ที่ตำแหน่ง Off
8. หลังจากเลิกใช้แล้วเช็ดทำความสะอาดและควรทาน้ำมันป้องกันสนิม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ประวัติผู้จัดทำโครงการ

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ-สกุล : นายชัยวัฒน์ ทีฆาวนิช

Mr. Chaiwat Tekhawanich

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : 3101400143091

3. ตำแหน่ง : อาจารย์ ระดับ 7

4. หน่วยงานที่สังกัด : สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ 02-2873211-25 ต่อ 9635

โทรสาร. 02-2863596 Email : chaiwat@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา:

มหาวิทยาลัย/ ประเทศ	วันที่จบการศึกษา	วุฒิการศึกษา
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาด ประเทศไทย	26 มีนาคม 2546	คอ.ม.(ออกแบบผลิตภัณฑ์)
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเพาะช่าง ประเทศไทย	31 มีนาคม 2528	ศษ.บ (ศิลปกรรม)

6. สาขาที่มีความชำนาญ: ออกแบบภูมิทัศน์

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)** ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิชัย จันทร์มณี

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Assist. Prof. Pichai Janmanee

2. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 3900200448664

3. **ตำแหน่งปัจจุบัน** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

4. **หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail**

   สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ 02-2873211-25 ต่อ1334 โทรสาร. 02-2863596

   Email : pichai.j@rmutk.ac.th

5. **ประวัติการศึกษา**

มหาวิทยาลัย/ ประเทศ	วันที่จบการศึกษา	วุฒิการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประเทศไทย	23 มีนาคม 2543	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิศวกรรมการผลิต วิทยานิพนธ์ "การศึกษาพฤติกรรมการดีดกลับวัสดุโลหะแผ่นแอนไอโซทรอปิกในการดัดขึ้นรูปตัววี"
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ประเทศไทย	31 มีนาคม 2538	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ (การผลิต)

6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ**

   - Manufacturing Process
   - Material Forming Technology
   - Maintenance Engineering