ตรงสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

สร้างและพัฒนาเครื่องพ่นหมอกชนิดใช้ลมไหลตามแนวแกน

(DESIGNED AND DEVELOPED PROPELLER TYPE MISTBLOWER)

โดย

นาย กิตติวุฒิ ศรีเมฆ

นาย กิตติศักดิ์ คงหมุน

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ วัชระ เพิ่มชาติ

วัน เดือน ปี 29 ก.ย. 2541
เลขทะเบียน 038070
เลขเรียกหนังสือ TS940 ก.ษ ส

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

ปีการศึกษา 2539

สร้างและพัฒนาเครื่องพ่นหมอกชนิดใช้ลมไหลตามแนวแกน

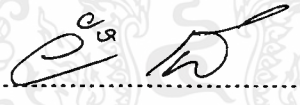
(DESIGNED AND DEVELOPED PROPELLER TYPE MISTBLOWER)

โดย

นาย กิตติวุฒิ ศรีเมฆ 36014034

นาย กิตติศักดิ์ คงหมุน 36014035

อาจารย์ที่ปรึกษา



.....

(อาจารย์ วัชระ เพิ่มชาติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างและพัฒนาเครื่องพ่นหมอกชนิดใช้ลมไหลตามแนวแกน

(DESIGNED AND DEVELOPED PROPELLER TYPE MISTBLOWER)

นาย กิตติวุฒิ ศรีเมฆ 36014034
นาย กิตติศักดิ์ คงหมุม 36014035
อาจารย์ วัชระ เพิ่มชาติ อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้ศึกษา ออกแบบ สร้างและทดสอบเครื่องพ่นหมอกชนิดใช้ใบพัดลมแบบลมไหลตามแนวแกนโดยได้สร้างเครื่องพ่นหมอกขึ้นเพื่อใช้ในสวนผลไม้ หลักการทำงานจะใช้กำลังขับจากเพลาพีทีโอของรถแทรกเตอร์มาขับเครื่องสูบให้ส่งน้ำยาจากถังไปยังหัวฉีด และขณะเดียวกันก็ส่งกำลังจากเพลาพีทีโอไปยังพัดลมที่มีใบพัด 600 มิลลิเมตร พัดลมจะเป่าลมเข้าใส่ละอองน้ำยาสารเคมีออกมาจากหัวฉีดที่ติดอยู่รอบๆพัดลม ทำให้ละอองน้ำยากระจายเข้าสู่ต้นไม้ได้อย่างทั่วถึงและทำให้ละอองน้ำยามีขนาดเล็กลง จากการทดลองพบว่า ระยะการฉีดพ่นสูงสุด 4 เมตรที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2000 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของพัดลม 2250 รอบต่อนาที ปริมาณลม 12.72 ลูกบาศก์เมตรต่อนาทีที่ความเร็วลม 15 เมตรต่อวินาที และความดันของปั๊ม 11 บาร์ อัตราการฉีดพ่น 11.732 ลิตรต่อนาที จะเห็นว่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์ 2000 รอบต่อนาทีเป็นความเร็วที่เหมาะกับใบพัด 60 เซนติเมตร มากที่สุด สาเหตุหนึ่งที่ประสิทธิภาพของเครื่องพ่นหมอก ณ ความเร็วรอบสูงกว่านี้จะมีค่าลดลง เนื่องจากที่ความดันของปั๊มสูงๆ ละอองน้ำยาสารเคมีที่หัวฉีดฉีดออกมาจะมีขนาดเล็กเกินไปจึงสามารถเคลื่อนที่ไปได้น้อย นอกจากนี้ยังเป็นผลจากพัดลม ซึ่งใบพัดของพัดลมบางเกินไป ทำให้ปริมาณลมที่พัดลมเป่ามีค่ามากที่สุดที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ 2000 รอบต่อนาทีเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Designed and Developed Propeller Type Mistblower

Kittiwuth Srimek

Kittisak Kongmoon

Watchara Permchart Advisor

1996

Abstract

Porpeller type mistblower was designed and developed for work with a big tree such as mango or durian tree. Power was transmitted form PTO to pump and blower via V-Belt and pulleys at the same time. Pump will deliverys spray particles at the nozzle. Optimum engine speed was 2000 rpms. That engine speed generated wind 12.72 cubic metre per minute at wind velocity 15 metres per second. In the same time pump generated pressure 11 bars and gives particles capacity 16.73 litres per minute. If higher pressure it lower efficiency because spray particles spread to short distance. And the other propeller was permealable. In this case wind capacity decrease.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญรูปภาพ	ข
สารบัญตาราง	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจแก้เอกสาร	2
บทที่ 3 คำนวณและสร้าง	23
บทที่ 4 การทอสอบสมรรถนะ	48
บทที่ 5 บทวิจารณ์ และสรุปผลการทดลอง	53
กิตติกรรมประกาศ	55
เอกสารอ้างอิง	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1 a	การเปลี่ยนแปลงขนาดท่อแบบค่อยๆ เปลี่ยน	15
2.1 b	การเปลี่ยนแปลงขนาดท่อแบบกระทันหัน	15
2.2 a	สัมประสิทธิ์การสูญเสีย(K) สำหรับการเปลี่ยนแปลงขนาดท่อแบบกระทันหัน	15
2.2 b	สัมประสิทธิ์การสูญเสีย(K) สำหรับการเปลี่ยนแปลงขนาดท่อแบบกระทันหัน	16
2.3	สัมประสิทธิ์การสูญเสีย(K) ที่อุปกรณ์ประกอบท่อชนิดต่างๆ	17
2.4	การเปลี่ยนอุปกรณ์ประกอบท่อเป็นความยาวสมมูลย์	18
2.5	สัมประสิทธิ์การสูญเสีย(K) ที่ปากทางเข้า-ออก	19
3.1	ภาพถ่ายด้านข้างของเครื่องพ่นหมอก	25
3.2	ภาพถ่ายด้านบนของเครื่องพ่นหมอก	25
3.3	ระบบถ่ายทอดกำลังไปยังปั๊ม	26
3.4	ระบบถ่ายทอดกำลังไปยังพัดลม	26
3.5	กรวยเปลี่ยนทิศทางลมและแผ่นปะทะล้อมรอบด้วยท่อโค้งพร้อมหัวฉีด	27
3.6	ใบพัดและฝาครอบใบพัด	27
3.7	ปั๊มและอุปกรณ์ประกอบท่อ	28
3.8	สปลายน์(spline) และเพลาสไลด์(slide shaft)	28
10.21	แผนภูมิที่ใช้ในการเลือกขนาดหน้าตัดของสายพานลิ่ม	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การสูญเสียเนื่องจากการไหลภายในท่อ	13
2	ความเร็วในการไหลภายในท่อ	14
3	ขนาดเส้นผ่าศูนกลางพิตช์ d_p ของล้อสายพานลิ่ม (มม.)	35
4	ตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานลิ่ม	36
5	ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_α สำหรับสายพานลิ่ม	37
6	สมรรถนะการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "A"ต่อเส้น PR(เป็น kW) สำหรับสายพานยาว L_p = 1732 มม. และส่วนโค้งผิวสัมผัส $\alpha = 180^\circ$	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในการปลูกไม้ผลให้ได้ผลดีนั้นจะต้องทำการบำรุงรักษาเป็นอย่างดี ถูกต้อง และเพียงพอ ขั้นตอนอย่างหนึ่งก็คือการฉีดพ่นสารเคมีควบคุมและป้องกันโรคพืช แมลงศัตรูพืช ตลอดจนสิ่งต่างๆที่จะทำความเสียหายต่อผลิตผลของเกษตรกร ซึ่งการใช้สารเคมีเหล่านี้ให้ได้ผลนั้นจำเป็นต้องรู้ชนิด ที่อยู่ของศัตรูพืชและสามารถเลือกสารเคมีได้ว่ามีความเข้มข้น ปริมาณ และความหนาแน่นที่เหมาะสมที่ให้ต่อต้นพืชแล้วสามารถกำจัดศัตรูพืชนั้นได้อย่างทั่วถึง

1..1)วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- ศึกษา ออกแบบ และสร้างเครื่องพ่นหมอกชนิดใช้ใบพัดแบบลมไหลตามแแกน(Axial flow fan or propeller)
  - ศึกษาสมรรถนะของเครื่องพ่นหมอกที่สร้างขึ้นมาได้
  - สามารถพัฒนาเครื่องพ่นหมอกนี้ได้ต่อไปในอนาคต

1.2)ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้ เนื่องจากมีการดูแลพืชผลโดยการใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืช
  - สามารถกำจัดศัตรูพืชชนิดต่างๆ เช่น วัชพืช โรคพืช ได้ตรงตามเป้าหมายในปริมาณที่เหมาะสม
  - ลดค่าใช้จ่ายที่อาจเสียไปจากค่าสารเคมีที่อาจจะมีความเข้มข้นเกินกว่าที่ต้องการ
  - สามารถนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1 พัฒนาการของเครื่องพ่นสารเคมีทางการเกษตร

เครื่องพ่นสารเคมี (Sprayer) นับเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่จำเป็นในการประกอบอาชีพทางการเกษตรกรรม ไม่ว่าจะเป็นการพ่นสารเคมีเพื่อกำจัดแมลง กำจัดราโรคพืช กำจัดวัชพืชให้ฮอร์โมนหรือเคมีในการกระตุ้นการเจริญเติบโตแก่ต้นพืช เครื่องพ่นสารเคมีจะทำหน้าที่ในการพ่นสารเคมีที่เป็นของเหลวและผง ส่วนมากมักใช้เป็นเครื่องมือหลังจากการปลูกพืชแล้ว จากอดีตจนถึงปัจจุบันเครื่องพ่นสารเคมียังคงอาศัยแรงคนทำการพ่นโดยใช้มือโยกเพื่อให้เกิดแรงดันดันให้น้ำยาออกจากถัง นอกจากนี้ยังมีเครื่องพ่นสารเคมีขนาดใหญ่ใช้ต่อพ่วงรถแทรกเตอร์หรือเครื่องต้นกำลังอื่น ๆเพื่อทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เครื่องพ่นสารเคมีที่ดีนั้นจะต้องมีลักษณะดังนี้

ก. สามารถพ่นสารเคมีลงยังตำแหน่งที่ต้องการอย่างทั่วถึง

ข. แรงดันที่ออกมาจากหัวฉีดจะต้องมีค่าคงที่อยู่ตลอดเวลา

ค.ขนาดของละอองสารเคมีควรมีขนาดสม่ำเสมอ

ง. การกระจายของละอองสารเคมีจะต้องสม่ำเสมอ

2.1.1ชนิดของเครื่องพ่นสารเคมี

ในปัจจุบันเครื่องพ่นสารเคมีสามารถใช้ได้กับสารเคมีหลายแบบ เช่น สารเคมีที่เป็นผง-ละลายในน้ำ สารเคมีที่เป็นของเหลว และสารเคมีที่เป็นผง การใช้สารเคมีแบบต่างๆ จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องพ่นสารเคมีที่แตกต่างกันไปด้วย ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆตามลักษณะการทำงานและรูปแบบของสารเคมีดังนี้

2.1.1.1แบบใช้แรงงานคน (Hand-operated sprayer) เป็นเครื่องพ่นที่ไม่ต้องใช้เครื่องยนต์เข้ามาช่วยในการทำงานดังนั้นจึงเป็นที่นิยมกันมากในการเกษตรบ้านเรา การใช้เครื่องมือประเภทนี้มักจะใช้กันในพื้นที่เกษตรกรรมขนาดเล็ก เช่น ในสวนผัก สวนดอกไม้และพืชไร่ต่างๆ การทำงานของเครื่องพ่นแบบนี้ จะอาศัยแรงดันที่เกิดขึ้นในถังดันให้น้ำยาสารเคมีพ่นกระจายออกมาภายนอกถัง

ชนิดของเครื่องพ่นสารเคมีแบบใช้แรงคนที่นิยมใช้กัน มีดังนี้

ก.แบบอัดอากาศ(Compressed air sprayer)

ข.แบบสะพายหลัง(Knapsack sprayer)

ค.แบบสูบชัก(Double acting slide pump sprayer)

ง.แบบสะพายหลังใช้กำลังเครื่องยนต์(Engine driven knapsack sprayer)

สำหรับการทำงานของเครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้แรงคนนี้มีข้อเสียดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการทำงานของเครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้แรงคนนี้มีข้อเสียดังนี้คือ

- แรงดันน้ำยาที่พ่นออกมานั้นไม่คงที่
- อัตราพ่นสารเคมีไม่มีความแน่นอน จะขึ้นอยู่กับการทำงานของผู้ใช้
- ขนาดของละอองน้ำยามีขนาดไม่คงที่ จะขึ้นอยู่กับแรงดันของน้ำยาสารเคมี
- ผู้ใช้มีโอกาสได้รับอันตรายจากน้ำยาสารเคมี เนื่องจากกระแสลมหรือการเคลื่อนที่ของผู้ใช้

การกระจายของน้ำยาสารเคมีไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากการเคลื่อนที่ของผู้ใช้และวิธีการทำงาน

2.1.1.2 แบบใช้กำลังเครื่องยนต์สะพายหลัง (Engine driven knapsack sprayer) แบบนี้เริ่มจะกำลังเป็นที่นิยมกันมากในหมู่เกษตรกรเพราะสามารถทำงานได้เร็วขึ้น และทำงานได้หลายแบบ สามารถใช้พ่นสารเคมีที่เป็นของเหลวในลักษณะเป็นหมอกได้ และสามารถพ่นสารเคมีที่เป็นผง นอกจากนี้ยังสามารถใช้หว่านเมล็ดได้อีกด้วย การทำงานจะอาศัยความเร็วลมและปริมาณของลมที่เกิดจากพัดลมแบบหอยโข่งพัดพาน้ำยาสารเคมีให้เกิดการแตกกระจายเป็นละอองหรือหมอก ขนาดละอองจะขึ้นกับความเร็วลมและปริมาณลมนั่นเอง

2.1.1.3แบบใช้ความดันของของเหลว(Hydraulic sprayer)จะใช้ในการพ่นสารเคมีที่เป็นของเหลวเท่านั้นซึ่งของเหลวจะอยู่ในรูปของของเหลวหรือสารเคมีผงละลายแขวนลอยอยู่ในของเหลวของเหลวจะเป็นตัวพาสารเคมีนั้นออกมาจากเครื่องพ่นสารเคมีในลักษณะของละออง เครื่องพ่นสารเคมีแบบนี้จะอาศัยต้นกำลังจากเครื่องสูบ ซึ่งเป็นตัวเพิ่มแรงดันให้กับของเหลวหรือน้ำยาสารเคมี ทำให้น้ำยาสารเคมีแตกตัวเป็นละอองขนาดเล็ก ขนาดของละอองน้ำยานี้จะขึ้นอยู่กับแรงดันหรือความดัน(Pressure)ที่เกิดขึ้นจากเครื่องสูบ ซึ่งเครื่องสูบนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ

ก.เครื่องพ่นสารเคมีแบบแรงดันต่ำ(Low pressure sprayer)เป็นที่นิยมใช้กันมากในฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่ แรงดันที่ใช้มีค่าตั้งแต่ 275-690 กิโลปาสคาล(kPa) อัตราการใช้น้ำยาสารเคมีประมาณ 8-144ลิตรต่อพื้นที่ 1 ไร่

ข.เครื่องพ่นสารเคมีแบบแรงดันสูง(High pressure sprayer)ใช้แรงดัน1.7-5.5 เมกกะปาสคาล(MPa)การใช้งานจึงเหมาะสมกับพืชหรือไม้พุ่มหนา สวนผลไม้ เป็นต้น

2.1.1.4แบบผสมกับอากาศ(Air blast sprayer) ทำงานโดยการพ่นสารเคมีออกมาผสมกับกระแสลมที่มีความเร็วสูง เมื่อน้ำยาสารเคมีถูกกระแสลมที่มีความเร็วสูงจะทำให้เกิดการแตกตัวออกมาเป็นละอองขนาดเล็กมีลักษณะเป็นหมอก นอกจากนี้ความเร็วและปริมาณลมมีส่วนในการทำให้ใบไม้ที่เป็นพุ่มเกิดการไหวไปมา ทำให้ละอองน้ำยาสารเคมีสามารถแทรกตัวเข้าไปในพุ่มไม้ได้ เครื่องพ่นแบบนี้เหมาะสมกับสวนผลไม้ พืชที่ปลูกเป็นแถว ไม้พุ่มต่างๆ อัตราการใช้น้ำยามีค่าประมาณ 10-750ลิตรต่อพื้นที่ 1 ไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำยาสารเคมีด้วย พัดลมที่นิยมใช้ส่วนมากจะเป็นพัดลมแบบไหลตามแกน(Axial flow fan)และแบบหอยโข่ง(Centrifugal fan) ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นพัดลมแบบไหลตามแกน(Axial flow fan)และแบบหอยโข่ง(Centrifugal fan) ซึ่งสามารถให้ปริมาณลมประมาณ 14-33 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ด้วยความเร็ว110-200กิโลเมตรต่อวินาที)

2.1.1.5เครื่องป้ายยาแบบหมอกและแบบเส้นเชือก(Fogger and rope wick applicator)เครื่องพ่นสารเคมีแบบหมอก(Fogger)สามารถพ่นน้ำยาสารเคมีออกมาในลักษณะเป็นฝอยละเอียดคล้ายหมอก หยดน้ำที่พ่นออกมาจะมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ แต่สามารถเห็นได้ก็ต่อเมื่อหยดน้ำที่พ่นออกมานั้นจับตัวรวมกันเป็นกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายหมอกควัน ลักษณะของน้ำยาที่ออกมาซึ่งมีขนาดเล็กมากนี้เกิดจากการใช้หัวฉีดที่มีขนาดของรูทางออกเล็กมากและใช้แรงดันสูง ในเครื่องพ่นชนิดอื่นอาจจะเกิดจากการหมุนของจานเหวี่ยง (Spinning disk) หรือโดยการให้ความร้อนแก่น้ำยาสารเคมีแล้วทำการพ่นออกโดยอาศัยแรงขับดันของท่อไอเสียของเครื่องยนต์ เครื่องพ่นสารเคมีแบบหมอกนี้ใช้ได้ดีในพื้นที่จำกัด เช่น ในเรือนกระจก เรือนเพาะชำ เพราะจะทำให้น้ำยาสามารถครอบคลุมทุกส่วนของต้นพื้นที่อยู่เหนือดินได้ สำหรับเครื่องป้ายยาแบบเส้นเชือก (Rope wick applicator) นี้ไม่สามารถพ่นน้ำยาสารเคมีออกมาได้แต่จะมีน้ำยาซึมออกมาสัมผัสกับส่วนต่างๆ ของพืช ลักษณะของเครื่องพ่นน้ำยาแบบเส้นเชือกนี้จะประกอบไปด้วยเชือกร้อยเข้าไปในท่อกลมกลวงโดยที่มีบางส่วนของเชือกโผล่ออกมาทางด้านนอกภายในท่อกลมจะบรรจุน้ำยาปราบวัชพืชซึ่งจะเป็นน้ำยาสารเคมีประเภทดูดซึมทางใบ น้ำยาจะไหลซึมออกมาทางด้านนอกตามเส้นเชือก ส่วนมากจะใช้ในการกำจัดวัชพืชที่มีความสูงกว่าต้นพืชที่เพาะปลูก ในการทำงานจะลากเครื่องป้ายยานี้ผ่านไปตามวัชพืชโดยที่จะมีน้ำยาติดอยู่ตามใบของวัชพืชบางส่วนเท่านั้น สำหรับประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องป้ายยาแบบเส้นเชือกนี้ค่อนข้างต่ำและปริมาณน้ำยาที่ใช้น้อยจึงเหมาะสำหรับน้ำยาที่มีราคาแพง

2.1.1.6 การพ่นชนิดใช้ลมเป่า (Air shear and Airblast) หลักการพ่นชนิด Air shear จะใช้ลมเป่าด้วยความเร็วสูงเข้าปะทะกับน้ำยาเคมีที่ถูกส่งออกมาจากหัวฉีด แรงลมจะทำให้น้ำยาแตกเป็นละอองฝอยขนาดเล็กแล้วลมจะพัดพาเอาละอองเหล่านี้เข้าไปสู่ทรงพุ่มต้นไม้ที่ถูกพ่น

สำหรับหลักการพ่นชนิด Air blast น้ำยาจะถูกส่งออกมาภายใต้ความดันผ่านหัวฉีดซึ่งจะทำให้เกิดเป็นละอองฝอยอยู่แล้วกระแสลมที่ถูกเป่าออกมาจากพัดลมและจะช่วยตีละอองน้ำยาที่ยังมีขนาดใหญ่ที่หลงเหลืออยู่ให้แตกเป็นละอองเล็กละเอียด ละอองน้ำยาเหล่านี้จะถูกพัดพาให้เข้าไปสู่ทรงพุ่มในลักษณะเดียวกันกับเครื่องพ่นชนิด Air shear ขนาดละอองที่ได้จะอยู่ในระดับประมาณ 100 ไมครอน (1 ไมครอน เท่ากับ 1/1000 มิลลิเมตร)

2.1.2 ข้อควรปฏิบัติในการใช้เครื่องพ่นสารเคมี

ในการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงศัตรูพืชหรือวัชพืชต่างๆผู้ปฏิบัติจำเป็นจะต้องมีการวางแผนในการทำงาน อีกทั้งต้องระมัดระวังในการใช้สารเคมีและเครื่องมือด้วย ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรที่จะต้องพิจารณาถึงข้อปฏิบัติดังนี้

1.พิจารณาถึงการใช้สารเคมีว่า ได้ใช้ชนิดของสารเคมีถูกต้องกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำจัดแมลงศัตรูพืช วัชพืชหรือไม่ รวมทั้งปริมาณและอัตราส่วนของการใช้สารเคมี

2.ช่วงของระยะเวลาที่ใช้สารเคมีกับแมลงศัตรูพืชหรือวัชพืช

3.การปรับแต่งเครื่องมือที่ใช้พร้อมทั้งการบำรุงรักษา

4.การพ่นสารเคมีควรพ่นลงบนตำแหน่งที่ต้องการและทั่วถึง โดยเฉพาะต้นพืชซึ่งจะมีรูปร่างแตกต่างกันไป เช่น ไม้ใบพุ่มหรือไม้ใบโปร่ง

5.การใช้อุปกรณ์ป้องกันสารเคมี เช่น หน้ากาก ถุงมือ ชุด เสื้อผ้า และอื่นๆ

6.การสังเกตทิศทางของกระแสลม ควรหลีกเลี่ยงการทำงานในกรณีที่มีกระแสลมแรงจัด

7.ลักษณะของละอองของสารเคมีที่เป็นของเหลว ต้องพยายามให้มีขนาดเล็กที่สุดเล็กที่สุดเพื่อที่จะให้ละอองของสารเคมีมีการจับใบของพืชและแมลงศัตรูพืชอย่างทั่วถึง

2.2)หัวฉีด

มีหน้าที่ในการทำให้ของเหลวเกิดการแตกตัวเป็นละอองขนาดต่างๆ แผ่กระจายออกไป ขนาดของละอองและความกว้างของการกระจายจะขึ้นอยู่กับชนิดของหัวฉีดและแรงดันขณะทำงาน หัวฉีดจะมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ ซึ่งแต่ละแบบจะต้องการแรงดันที่แตกต่างกันออกไปเพื่อให้ละอองยามีขนาดตามต้องการ ในการใช้แรงดันต่ำขนาดของละอองน้ำยาสารเคมีจะมีขนาดเล็กลง เมื่อแรงดันสูงขึ้นขนาดของละอองน้ำยาสารเคมีจะมีผลทำให้การกระจายของสารเคมีมีความสม่ำเสมอที่สุด แต่ขนาดของละอองน้ำยาสารเคมีที่มีขนาดใหญ่กว่า จะสามารถวิ่งเข้าสู่ส่วนต่างๆของต้นพืชได้ดีกว่าละอองยาที่มีขนาดเล็กโดยที่ละอองน้ำยาสารเคมีจะไม่มีการลอยตัว ความเร็วในการเคลื่อนที่ของละอองน้ำยาสารเคมีนับเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเบี่ยงเบนต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของน้ำยาสารเคมีด้วย

2.2.1ประเภทของหัวฉีด ที่ใช้ในงานทางการเกษตรสามารถแบ่งออกได้เป็น **5** ชนิด คือ

2.2.1.1.หัวฉีดแบบกรวยกลวง (Hollow cone type nozzle) ละอองของน้ำยาสารเคมีที่ถูกพ่นออกมาจะเป็นรูปกรวยกลวง โดยมีบริเวณของละอองน้ำยาเฉพาะขอบรอบนอกคล้ายวงแหวน แต่บริเวณกลางจะกลวงไม่มีละอองน้ำยาอยู่เหมาะสำหรับการพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพราะละอองที่เกิดจากหัวฉีดสามารถเข้าไปยังต้นพืชได้หลายทิศทาง

2.2.1.2.หัวฉีดแบบกรวยตัน (Solid cone type nozzle) ละอองของน้ำยาสารเคมีที่พ่นออกมาจะเป็นลักษณะกรวย บริเวณของละอองน้ำยาจะทึบเหมาะสำหรับการพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพราะละอองที่เกิดจากหัวฉีดสามารถเข้าไปยังต้นพืชได้หลายทิศทาง

2.2.1.3หัวฉีดแบบแบนเรียบ (Even flat type nozzle) ลักษณะของพื้นที่หน้าตัดของละอองน้ำยาสารเคมีจะคล้ายกับวงรีแคบๆปลายตัดซึ่งเหมาะในการพ่นยาเป็นแถบที่ไม่ต้องการคลุมพื้นที่ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.4หัวฉีดแบบครอบคลุม (Flooding type nozzle) ลักษณะของน้ำยาสารเคมีที่พุ่งออกมาจากหัวฉีดจะเป็นบริเวณกว้าง ครอบคลุมพื้นที่ได้มากและละอองน้ำยาสารเคมีขนาดใหญ่เหมาะสำหรับการพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืช

2.2.1.5หัวฉีดแบบพัด (Fan type nozzle) ลักษณะน้ำยาสารเคมีที่พ่นออกมาจะมีรูปร่างคล้ายพัด พื้นที่หน้าตัดของละอองยาจะเป็นรูปวงรีแคบปลายแหลม การกระจายละอองน้ำยาสารเคมีเป็นแถบกว้างสม่ำเสมอ เหมาะสำหรับใช้กับพื้นผิวราบซึ่งอาจใช้ในการพ่นกำจัดวัชพืชหรือพ่นผนังเพื่อกำจัดแมลง

2.3พัดลม

พัดลมที่ใช้ในงานวิศวกรรมเกษตรส่วนใหญ่จะใช้ในงานอบแห้งวัสดุเกษตร,การระบายอากาศ การทำความเย็น,การลำเลียง,การให้ความร้อน ฯลฯ

การกำหนดเทอมของพัดลม,Blower,Compresser ส่วนใหญ่แล้วมักจะใช้สับกันอยู่เสมอๆ The American Society of Mechanical Engineers จึงได้จำแนกอุปกรณ์ดังกล่าวเป็น 2 class คือ

class 1 compresser เป็นอุปกรณ์ที่ทำงาน ณ.ความดัน มากกว่า 1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุปกรณ์ในclass นี้ส่วนใหญ่จะมีชื่อเรียกดังนี้

-Centrifugal Compressors, Turbocompressors และ Blowers

class 2 Fan เป็นอุปกรณ์ที่ทำงาน ณ.ความดันน้อยกว่า 1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุปกรณ์ในclass นี้ส่วนใหญ่จะมีชื่อเรียก ดังนี้

-Centrifugal fans, Fan blowers หรือ Exhausters

2.3.1การจำแนกเป็น class ดังกล่าวมีการทดสอบภายใต้เงื่อนไขหลักคือ

ความแตกต่างระหว่างclassซึ่งพบว่า ความร้อนเนื่องจากการอัดและน้ำหนักจำเพาะที่เปลี่ยนไป จะพิจารณาให้อยู่ใน class 1 ในขณะที่ class 2 จะไม่พิจารณาในหัวข้อดังกล่าว

ลักษณะการสร้างของพัดลมมี 2 ชนิดคือ

- แบบหมุนเหวี่ยง (Centrifugal Flow Fans)
- แบบลมไหลตามแนวแกน (Axial Flow Fans)

2.3.1.1พัดลมแบบหมุนเหวี่ยง มีลักษณะการสร้าง 4 แบบคือ

- แบบใบพัดรัศมีตรง (Straight-blade หรือ Radial Fans)
- แบบใบพัดโค้งไปข้างหน้า (Forward-curve-blade Fans)
- แบบใบพัดโค้งไปข้างหลัง (Backward-curve-blade Fans)

พัดลมแบบหมุนเหวี่ยงนี้ใช้ได้ดีกับงานที่มีความต้านทานลมสูง หรือ "เฮดลม" สูง

ก) พัดลมใบพัดรัศมีตรง (Radial-Blade Type)

เพลาใบพัดชนิดนี้มักเป็นเพลาโต มีจำนวนซี่ใบพัด 5-12 ซี่ ลักษณะสร้างเป็นใบล้อหมุนด้วยความเร็วรอบต่ำ ปกติใช้เป็นพัดลมระบายอากาศเสียออกไปข้างนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) พัดลมใบพัดโค้งไปข้างหน้า (Forward-Curve-blade Fans)

ใบพัดของพัดลมชนิดนี้มีใบพัดที่ละเอียดถึง20-64 ซี่ เพลาใบเคลื่อนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่เร็วกว่าพัดลมโค้งไปข้างหลัง ใบพัดมีขนาดเล็กหมุนด้วยความเร็วรอบสูงกว่าพัดลมใบพัดรัศมีตรง ลมที่ความเร็วขอบปลายใบพัดเท่ากัน เป็นพัดลมที่หมุนด้วยความเร็วรอบต่ำ เหมาะใช้กับกระบวนการอุตสาหกรรมเคมี

ค.) พัดลมใบพัดโค้งไปข้างหลัง (Backward-Curved-blade-Fans)

ซี่ใบพัดชนิดนี้ไม่ถี่ละเอียดเท่าซี่ใบพัดโค้งไปข้างหน้า คือมีจำนวนซี่ประมาณ10-80 ซี่ มุมที่โค้งไปข้างหลังนี้ต้องเป็นมุมที่พอดี และพอเหมาะที่จะสามารถเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานความกดดันโดยตรงได้มากที่สุด เหมาะใช้กับการระบายอากาศ เนื่องจากสามารถควบคุมความกดดัน และปริมาณได้ง่ายกว่า

2. 3.1.2พัดลมแบบลมไหลตามแนวแกน (Axial Flow Fan)

พัดลมประเภทนี้สามารถส่งปริมาณลมได้มาก เหมาะกับงานที่มีความต้านทานลมต่ำ มีการสร้าง 2 ลักษณะคือ

ก)พัดลมที่ลมพัดเป็นสกรู (Tube-Axial Fans)

มีโครงสร้างประกอบด้วยใบพัดหมุนภายใน Cylinder และมีกลไกขับเคลื่อนสายพานหรือขับโดยตรง ลมที่เคลื่อนออกจะหมุนเป็นเกลียวสกรู ให้ความกดดันลมปานกลาง

ข)พัดลมที่ลมพัดเป็นเส้นตรง (Vane-Axial Fans)

พัดลมชนิดนี้มีแท่งแผ่นเวน(Air guide vane) รับลมทางด้านออกช่วยให้ปรับทิศทางการเคลื่อนที่ของลมให้ไหลอยู่ในแนวเส้นตรงทำให้การไหลแบบปั่นป่วน(Turbulent)ลดลง มีประสิทธิภาพดีกว่าประเภทแรก

2.3.2ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเลือกพัดลม

ปัจจัยต่างๆต่อไปนี้จะช่วยให้การเลือกประเภทของพัดลมและขนาดได้อย่างเหมาะสม

1.ปริมาณของลมที่เคลื่อนที่ต่อหน่วยเวลา

2.การประมาณค่าความต้านทานในระบบและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ

3.ปริมาณเสียงที่ยอมให้ได้

4.พื้นที่ติดตั้งพัดลม

5.ความประหยัด

ปริมาณของลมที่เคลื่อนที่ต่อหน่วยเวลาหาได้จากประเภทและขนาดของพัดลมที่ต่อค่าแรงดันสถิตย์ที่ตกคร่อมหรือเฮดความเสียดทาน หาได้จากสมการของ Bernoulli (ความยาวท่อข้อต่อและอุปกรณ์ประกอบท่อต่างๆ) ค่าความต้านทานทั้งหมดหรือค่าแรงดันสถิตย์จะขึ้นอยู่กับค่าความเร็วของกระแสลมในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดังของเสียงจะเป็นปัจจัยที่มักไม่ค่อยนำมาพิจารณาในการเลือกพัดลมมากในงาน ด้าน Processing ยกเว้นในงานด้านการปรับสภาพอากาศ (Air conditioning)หรือใช้ในการระบายอากาศในบ้านเรือนแต่ปริมาณเสียงของพัดลมที่ดังเกินไปจะเป็นตัวชี้ให้เห็นว่าเกิดการสูญเสีย พลังงานในระบบเกิดขึ้น ดังนั้นความดังของเสียงในทางปฏิบัติแล้วควรมีค่าน้อย

2.3.3การเลือกพัดลม (Fan Selection)

วิธีการเลือกใช้พัดลมให้ตรงกับงานจะต้องพิจารณาหลายๆสิ่งประกอบกัน อาทิ

ก.ควรทราบหรือมีประสบการณ์มาบ้างแล้วว่าตัวอย่างงานพัดลมในอุตสาหกรรมต่างๆนั้นเป็นอย่าง ไร (ดังตาราง)

ข.จะต้องทราบ "ภาระ"ที่พัดลมนั้นๆต้องปฏิบัติงาน เช่น ต้องมีปริมาณลมในอัตราเท่าใดกำลัง (Kw) ที่ต้องใช้ และภาระประกอบอื่นๆ ภาระต่างๆเหล่านี้ ต้องทราบจากสิ่งที่กำหนดให้จากงานและผลการคำนวณ

วิธีการเลือกชนิดหรือประเภทพัดลมอาจทำได้โดยพิจารณาจากกราฟแค็ตตาลอก พัดลมจากบริษัทผู้ผลิตได้แก่พัดลมอุตสาหกรรมมาตรฐานทั่วๆไปทั้งแบบหมุนเหวี่ยงและแบบใบพัดสกรูและมีข้อกำหนดคือผลต่าง ความดันของลมด้านดูดและด้านจ่าย จะต้องไม่มากกว่า 550 มม.น้ำ เพราะหากว่าผลต่างความดันสูง ขึ้นไป จะต้องใช้พัดลมแบบ Heavy duty ซึ่งต้องพัดด้วยอัตราอัดลมเป็นพิเศษ

ในกรณีที่ต้องใช้พัดลมด้วยผลต่างความดันมากกว่า 550 มม.น้ำขึ้นไป เราจะต้องตรวจดูให้แน่ก่อน ว่าควรใช้พัดลม หรือเครื่องอัดลมกันแน่ เพื่อความประหยัด และเหมาะสมในด้านต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงประเภทของพัดลมในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

ลักษณะของงาน	Tube-axial	Vane-Axial	Radial-Fan	Forward-curved	Backward-curved
1.ระบบส่งวัสดุด้วยลม			×		×
2.ลมสันดาปที่ใช้กับน้ำมันหรือกาซในเตา	×	×	×	×	×
3.เพิ่มความดันกาซ			×		×
4.ระบายลมในโรงงาน	×	×			×
5.ลมเป่าอัดเข้าเตาหม้อน้ำ		×			×
6.ลมดูดเข้าเตาหม้อน้ำ			×	×	
7.ลมดูดระบายออกจากเตาเผา			×	×	
8.ลมเป่าเข้าเตาเผา		×			×
9.หอน้ำเย็น	×				
10.เครื่องดูดและดักฝุ่น			×	×	
11.ลมอบแห้ง	×	×	×		×
12.ลมดูดจากปล่องหรือเครื่องปฏิกรณ์เคมี			×	×	

สำหรับโครงงานนี้เลือกใช้ใบพัดชนิด ลมไหลตามแนวแกน

2.4เครื่องสูบ(Pumps)

เครื่องสูบนั้นเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพิ่มพลังงานให้กับของเหลว เป็นผลให้ของเหลวนั้นเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง หรือจากระดับหนึ่งไปยังอีกระดับหนึ่งโดยผ่านทางท่อปิด แต่กลไกที่ใช้ในการเพิ่มพลังงานให้กับของเหลวนั้นไม่จำกัดเฉพาะใบพัดเหมือนกับพัดลมเท่านั้นหากเป็นได้ทั้งใบพัด กลียว,ลูกสูบ,ไดอะแฟรม,เฟือง เป็นต้น โดยเหตุนี้จึงสามารถแบ่งเครื่องสูบออกได้เป็นหลายแบบตามหลักการทำงานของกลไกที่ใช้ในการเพิ่มพลังงานให้ของเหลวดังนี้

-เครื่องสูบแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์(Centrifugal Pumps)

- เครื่องสูบแบบโรตารี่ (Rotary Pumps)

- เครื่องสูบแบบชัก(Reciprocating Pumps)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องสูบแบบอัดอากาศ (Air Pumps or Jet pumps)

ซึ่งเครื่องสูบแต่ละแบบมีความเหมาะสมที่จะใช้งานต่างๆแตกต่างกันไป การเลือกใช้จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวของมากมาย การทำโครงงานนี้ได้เลือกใช้ ***"เครื่องสูบชนิดสูบชัก"*** เนื่องจากมีข้อดี คือ ให้อัตราการไหลที่คงที่ถ้าหมุนด้วยจำนวนรอบคงที่ และความดันที่ได้มีค่าสูง

2.4.1ชนิดของเครื่องสูบแบบชัก(Reciprocate Pumps)

แบ่งออกอย่างกว้างๆได้ 2 แบบ คือ

-แบบส่งกำลังตรง(Direct-acting Pumps)

-แบบส่งกำลังผ่านลูกเบี้ยวหรือข้อเหวี่ยง(Power Pumps)

2.4.1.1แบบส่งกำลังตรง

เครื่องต้นกำลังที่ใช้ขับสูบประเภทนี้คือ เครื่องจักรไอน้ำ โดยก้านสูบของลูกสูบไอน้ำจะต่อตรงอยู่กับก้านสูบของปั๊มและเคลื่อนไปด้วยกันจังหวะต่อจังหวะ ลูกสูบไอน้ำ 1 สูบต่อลูกสูบปั๊ม1 สูบ แสดงให้เห็นภาพตัดภายในของเครื่องสูบแบบส่งกำลังตรงแบบ Duplex

ในการผลิตขึ้นเป็นการค้าทั่วไปนิยมผลิตเฉพาะเครื่องสูบแบบ Simplex (ลูกสูบไอน้ำและลูกสูบปั๊มอย่างละสูบ) กับแบบ Duplex (ลูกสูบไอน้ำและลูกสูบปั๊มอย่างละ 2สูบ) เท่านั้น

แบบส่งกำลังตรงนี้จะมีทั้งแลลสูบตั้ง (Vertical cylinder) และแบบสูบนอน (Horizontal cylinder) ทั้งสองแบบนี้มีการนำไปใช้ในอาคารบ้านเรือนและงานอุตสาหกรรม รวมทั้งการเติมน้ำเข้าหม้อต้ม(Boiler feeder) ที่ใช้แรงต่ำจนไปถึงปานกลาง งานสูบน้ำปนโคลนหรือตะกอน ตลอดจนสูบน้ำมันและน้ำธรรมดา เนื่องจากสูบแบบนี้สามารถปรับปริมาณน้ำ เฮด และความเร็วได้ง่าย จึงทำให้มันมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง

2.4.1.2แบบส่งกำลังผ่านข้อเหวี่ยง

เครื่องสูบแบบนี้จะรับกำลังจากเครื่องต้นกำลังผ่านเข้ามาทางข้อเหวี่ยง(Crankshaft) โดยมีล้อช่วยแรง(Flywheel) เป็นอุปกรณ์ช่วยลดความเร็วรอบที่ผ่านจากเครื่องต้นกำลังเข้ามา โดยมีเฟืองเกียร์ที่อยู่ภายในเรือนปั๊มเป็นตัวช่วยลดความเร็วของลูกสูบลง นอกจากนี้ Flywheelยังช่วยรักษาเสถียรภาพในจังหวะการทำงานของลูกสูบอีกด้วย

ขณะที่ทำงานด้วยความเร็วคงที่ เครื่องสูบนี้จะส่งน้ำได้ในปริมาณเกือบจะคงที่ในขณะที่เฮดของมันอาจเปลี่ยนแปลงไปได้เป็นช่วงกว้างและมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง แรงดันที่ได้จะสูงมากจึงต้องใช้วาล์วลดแรงดันเพื่อช่วยป้องก้านความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องสูบและท่อปล่อย และเวลาจะหยุดการทำงานจะหยุดทันทีทันใดไม่ได้อาจมีผลเสียต่อท่อและเครื่องสูบเองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การคำนวณหาเฮดของระบบ (System head

คำว่า " เฮดของระบบ " หมายถึงความดันที่เกิดขึ้นจากผลรวมระหว่างค่าความต้านทานที่เกิดขึ้นตามที่ต่างๆ ในระบบท่อ ความต้านทานนี้ประกอบด้วยเฮดความเสียดทานหรือเฮดความฝืด (Friction head) เริ่มตั้งแต่ที่ปากทางเข้าท่อดูด (Entrance Loss) การสูญเสียเฮดที่ข้อต่อข้องอต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบ (Fitting Loss) การสูญเสียเนื่องจากความยาวของท่อ (Loss in pipe length) และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ตั้งไว้ในระบบ (Equipment Loss) ตลอดไปถึงการสูญเสียที่ปากทางเข้าออก (Exit Loss) ค่าเฮดของระบบนี้เมื่อนำมารวมเข้ากับค่า เฮดเนื่องจากความสูง (Static head) ก็จะเรียกว่า เฮดรวม(Total head)

2.4.2.1 การสูญเสียเนื่องจากความต้านทานภายในท่อ

เมื่อน้ำหรือของเหลวไหลไปในท่อปิดไม่ว่าจะเป็นการไหลแบบกระแสราบเรียบ (Laminar) หรือแบบกระแสไหลปั่นป่วน (Turbulent) ก็จะต้องเกิดการสูญเสียเฮด เนื่องจากปัจจัยสองประการคือ ความฝืดของผิวผนังภายในของท่อและความยาวของท่อนั้น ถ้าท่อเรียบและสั้น การสูญเสียก็จะมีน้อย แต่ถ้าท่อนั้นหยาบและมีความยาวมาก การสูญเสียก็จะมีค่ามากขึ้น และถ้ายิ่งมีความเร็วในการไหลสูงในระดับการไหลแบบปั่นป่วน

<u>วิธีการหา</u> ใช้โมโนแกรมดังตารางที่ 2.1 โดยการนำค่า อัตราการไหล(Q)และขนาดท่อ(D) ไปเปิดเพื่อหาค่า ความเร็วในการไหล (V) หลังจากนั้นก็นำค่า V ที่ได้ไปเปิดตารางที่ 2.2 เพื่อหาเฮดภายในท่อ แต่เฮดที่ได้จะเป็นเฮดต่อความยาวท่อ 100 ฟุต ดังนั้นจะต้องนำค่าที่ได้จากตารางมาคิดต่อความยาวท่อทั้งหมด

2.4.2.2 การสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนขนาดท่อ

ในระบบท่อบางครั้งอาจมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนขนาดท่อจากที่ใช้อยู่เดิมให้โตขึ้นหรือเล็กลง ซึ่งส่งผลให้เกิดการสูญเสียเฮดขึ้น การเปลี่ยนขนาดท่อจะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า "ข้อลด" (Reducer) เมื่อต้องการเปลี่ยนขนาดท่อให้มีขนาดเล็กลง และใช้ " ข้อเพิ่มหรือข้อขยาย" (Enlarger) เมื่อต้องการเปลี่ยนขนาดท่อให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ข้อลดและข้องอนี้มีอยู่ 2 แบบ คือ แบบที่ค่อยเปลี่ยนขนาด (ดังรูป 2.1a) และแบบกะทันหัน(ดังรูป 2.1b)

จาก $h_f = k (V_1 - V_2)^2 / 2g$

โดยที่ hf คือ การสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนขนาดท่อ(ฟุตต่อวินาที)

k คือ สัมประสิทธิ์การสูญเสีย (หาได้จาก ตารางที่ 2.2a และ 2.2b)

V_1, V_2 หาได้จากตารางที่ 2.1และ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.3การสูญเสียที่ข้อต่อข้องอและลิ้นชนิดต่างๆ

เมื่อน้ำไหลผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องมี ต้องใช้ในระบบการวางท่อ เช่น ข้อต่อ ข้องอ ประตูน้ำหรือลิ้น ก็ย่อมต้องมีการสูญเสียเฮดเกิดขึ้นและรวมการสูญเสียจากอุปกรณ์ประกอบนี้เรียกว่า Fitting Loss

จาก $h_f = kV^2/2g$

โดย k หาได้จากรูปที่ 2.3

หรือ หา hf โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ประกอบท่อให้เป็นความยาวสมมูลย์ ดังรูปที่2.4

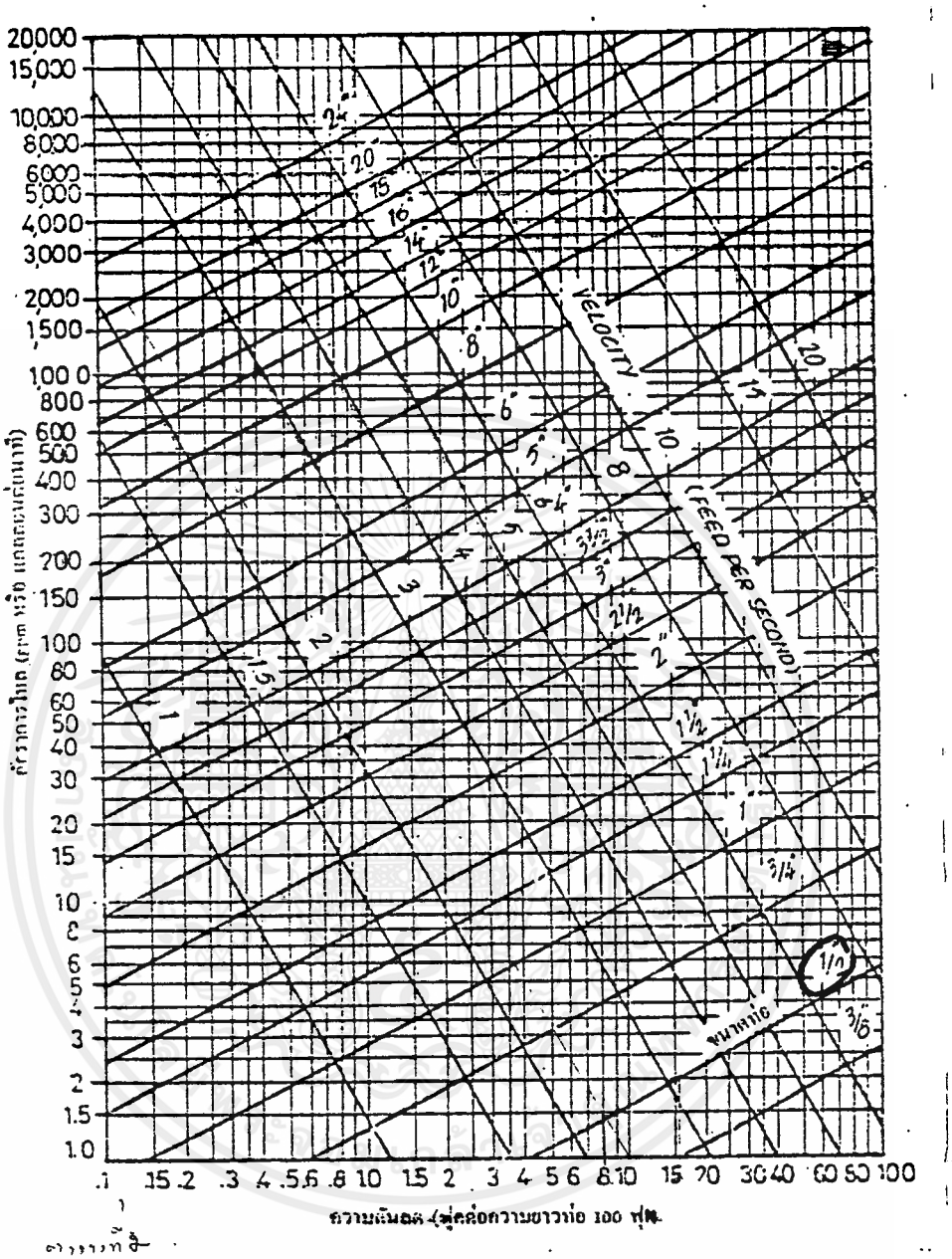
2.4.2.4 การสูญเสียที่บริเวณปากทางเข้า-ออก

เมื่อน้ำเริ่มไหลเข้าสู่ระบบปั๊มที่บริเวณปากท่อดูดและเมื่อไหลพ้นออกจากระบบไปก็จะมีการสูญเสียที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ

1. ขนาดของท่อ
2. วัสดุที่ใช้ทำท่อ
3. ลักษณะการออกแบบ
4. และสำหรับการคำนวณยังใช้สูตรเดิม คือ $h_f = kV^2/2g$ (k หาจากรูปที่ 2.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

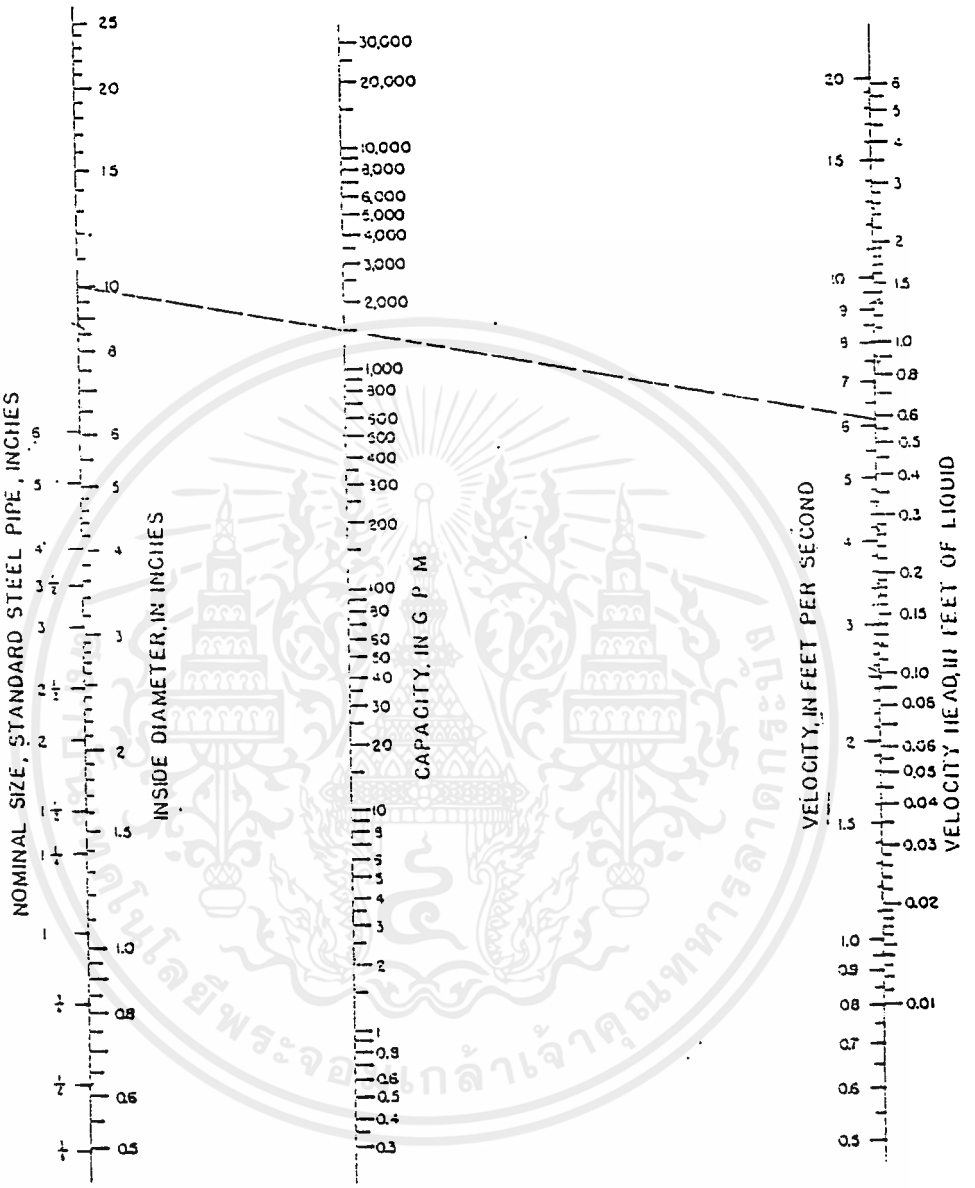
ตารางที่ 1 การสูญเสียเนื่องจากการไหลภายในท่อ



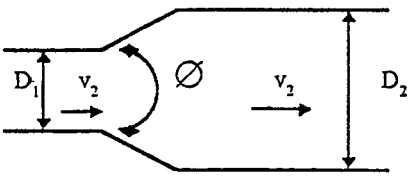
ตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

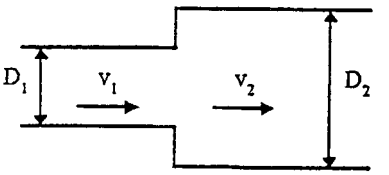
ตารางที่ 2 ความเร็วในการไหลภายในท่อ



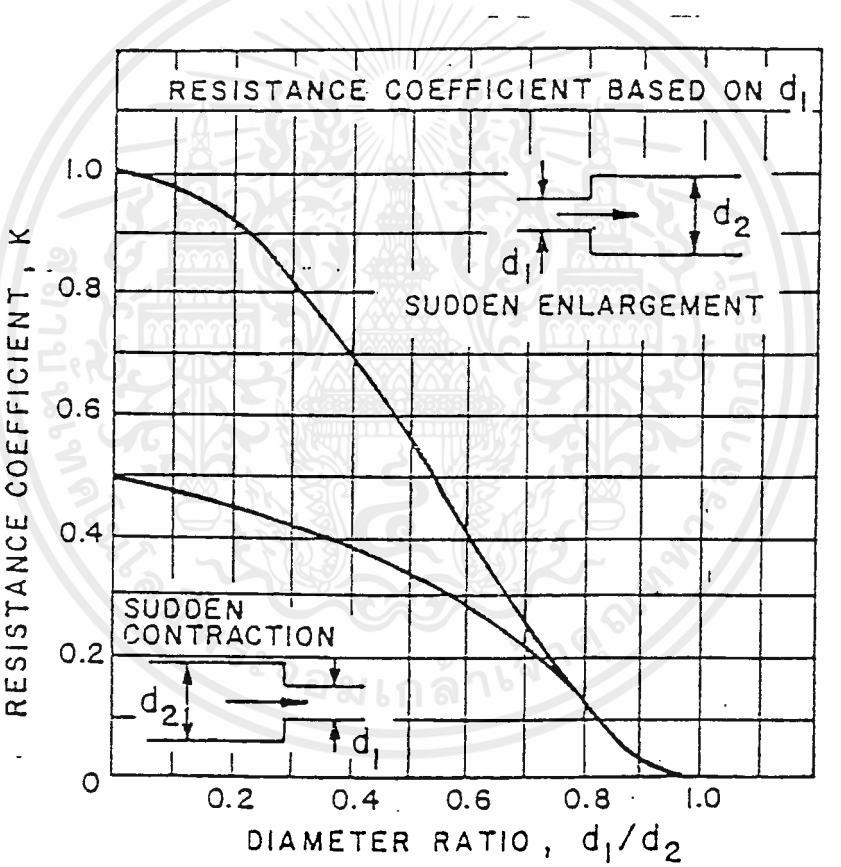
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที 2.1a การเปลี่ยนขนาดท่อ
แบบค่อยๆเปลี่ยน

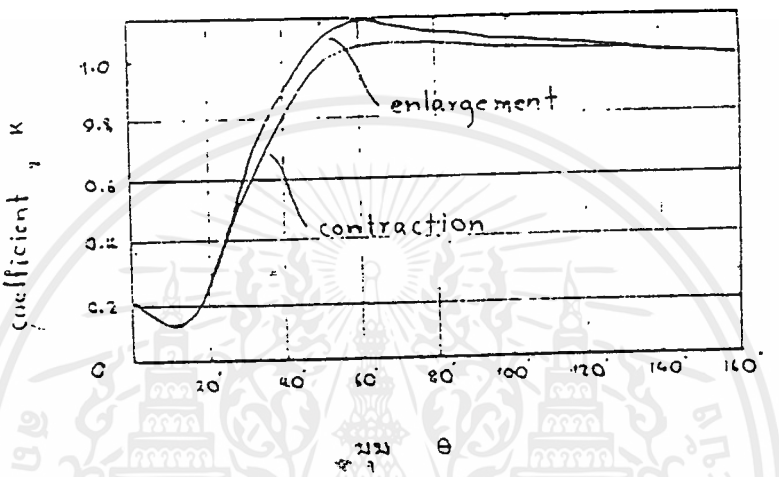


รูปที่ 2.1b การเปลี่ยนขนาดท่อ
แบบกะทันหัน



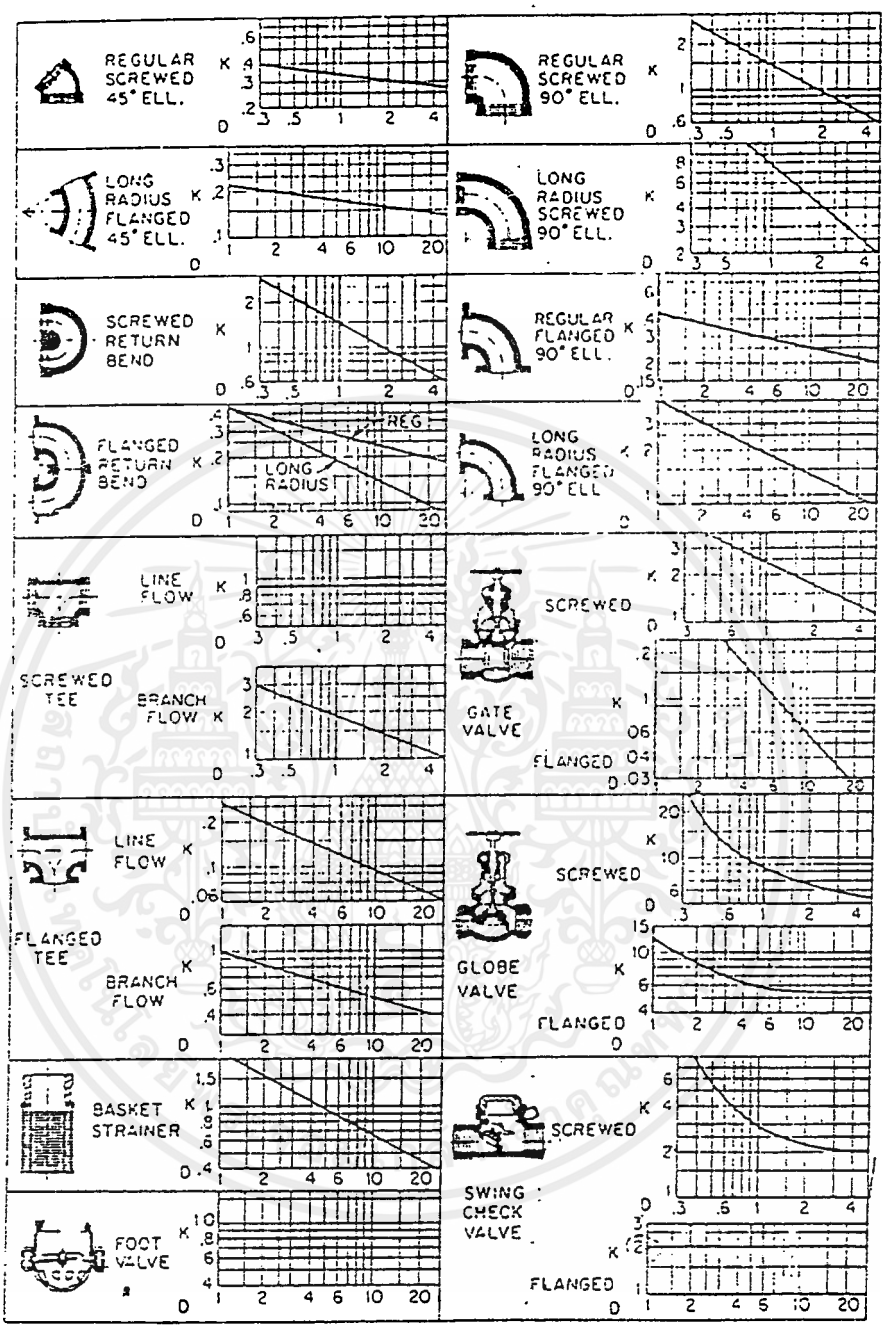
รูปที่ 2.2a สัมประสิทธิ์การสูญเสีย(K)สำหรับการเปลี่ยนแปลงท่อแบบกะทันหัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2b สัมประสิทธิ์การสูญเสีย(K)สำหรับการเปลี่ยนแปลงขนาดท่อแบบค่อยๆ เปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



* Hydraulic Institute. $h = k\frac{v^2}{2g}$ feet of fluid.

รูปที่ 2.3 สัมประสิทธิ์การสูญเสีย(K)ที่อุปกรณ์ประกอบท่อชนิดต่างๆ

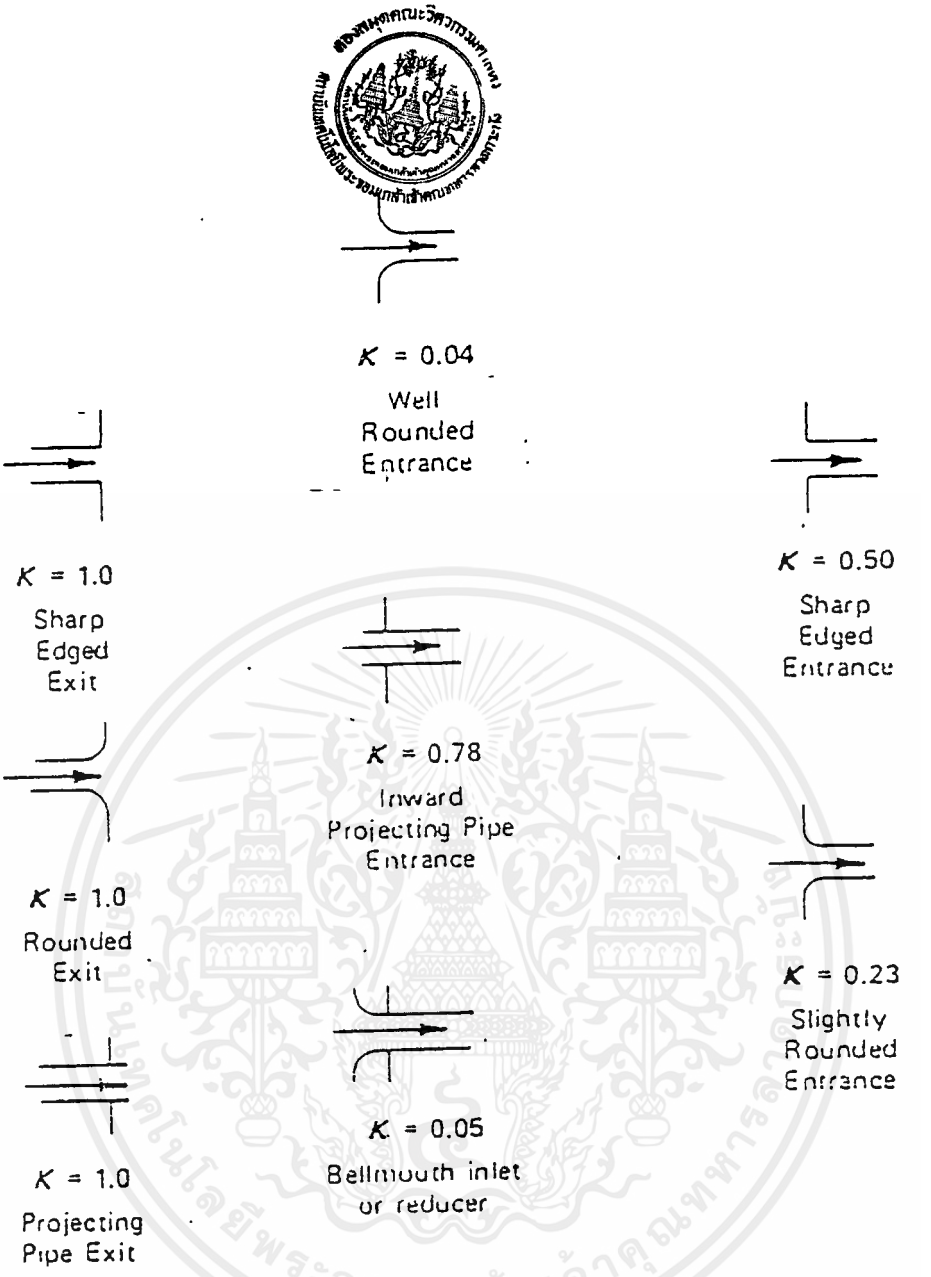
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NOMINAL PIPE OR TUBE SIZE (in)	SMOOTH BEND ELBOWS						SMOOTH BEND TEES				MITRE ELBOWS			
	90° Std.*	90° Long Rad.†	90° Street*	45° Std.*	45° Street*	180° Std.*	Flow-Thru Branch	Straight-Thru Flow: No Reduction	Straight-Thru Flow: Reduced ½	Straight-Thru Flow: Reduced ½	90° Ell	60° Ell	45° Ell	30° Ell
3/8	1.6	0.9	1.3	0.7	1.1	2.3	2.7	0.9	1.2	1.4	2.7	1.1	0.6	0.3
½	1.6	1.0	2.5	0.8	1.3	2.5	3.0	1.0	1.4	1.6	3.0	1.3	0.7	0.4
¾	2.0	1.2	3.2	0.5	1.6	3.2	4.0	1.4	1.9	2.0	4.0	1.6	0.9	0.5
1	2.6	1.7	4.1	1.3	2.1	4.1	5.0	1.7	2.3	2.5	5.0	2.1	1.0	0.7
1 ¼	3.3	2.3	5.6	1.7	3.0	5.6	7.0	2.3	3.1	3.3	7.0	3.0	1.5	0.9
1 ½	4.0	2.6	6.3	2.1	3.4	6.3	8.0	2.6	3.7	4.0	8.0	3.4	1.8	1.1
2	5.0	3.3	8.2	2.6	4.5	8.2	10	3.3	4.7	5.0	10	4.5	2.3	1.3
2 ½	6.0	4.1	10	3.2	5.2	10	12	4.1	5.6	6.0	12	5.2	2.8	1.7
3	7.5	5.0	12	4.0	6.4	12	15	5.0	7.0	7.5	15	6.4	3.2	2.0
3 ½	9.0	5.9	15	4.7	7.3	15	18	5.9	8.0	9.0	18	7.3	4.0	2.4
4	10	6.7	17	5.2	8.5	17	21	6.7	9.0	10	21	8.5	4.5	2.7
5	13	8.2	21	6.5	11	21	25	8.2	12	13	25	11	6.0	3.3
6	16	10	25	7.9	13	25	30	10	14	16	30	13	7.0	4.0
8	20	13	–	10	–	33	40	13	18	20	40	17	9.0	5.3
10	25	16	–	13	–	42	50	16	23	25	50	21	12	7.2
12	30	19	–	16	–	50	60	19	26	30	60	25	13	8.0
14	34	23	–	18	–	55	68	23	30	34	68	29	15	9.0
16	38	26	–	20	–	62	78	26	35	38	78	31	17	10
18	42	29	–	23	–	70	85	29	40	42	85	37	19	11
20	50	33	–	26	–	81	100	33	44	50	100	41	22	13
24	60	40	–	30	–	94	115	40	50	60	115	49	25	16

NOMINAL PIPE OR TUBE SIZE (in)	GLOBE†	60°–Y	45°–Y	ANGLE†	GATE†	SWING CHECK†	LIFT CHECK
¼	17	8	6	6	0.6	5	Globe & Vertical Lift Same as Globe Valve**
⅜	18	9	7	7	0.7	6	
½	22	11	9	9	0.9	8	
1	29	15	12	12	1.0	10	
1 ¼	38	20	15	15	1.5	12	
1 ½	43	24	18	18	1.8	16	
2	55	30	24	24	2.3	20	
2 ½	69	35	29	29	2.8	25	
3	84	43	35	35	3.5	30	
3 ½	100	50	41	41	4.0	35	
4	120	58	47	47	4.5	40	
5	140	71	58	58	6	50	
6	170	88	70	70	7	60	
8	220	115	85	85	9	80	
10	280	145	105	105	12	100	
12	320	165	130	130	13	120	Angle Lift Same as Angle Valve**
14	360	185	155	155	15	135	
16	410	210	180	180	17	150	
18	460	240	200	200	19	165	
20	530	275	235	235	22	200	
24	610	320	265	265	25	240	

รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนอุปกรณ์ประกอบท่อเป็นความยาวสมมูลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 สัมประสิทธิ์การสูญเสีย(K)ที่ปากทางเข้า-ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

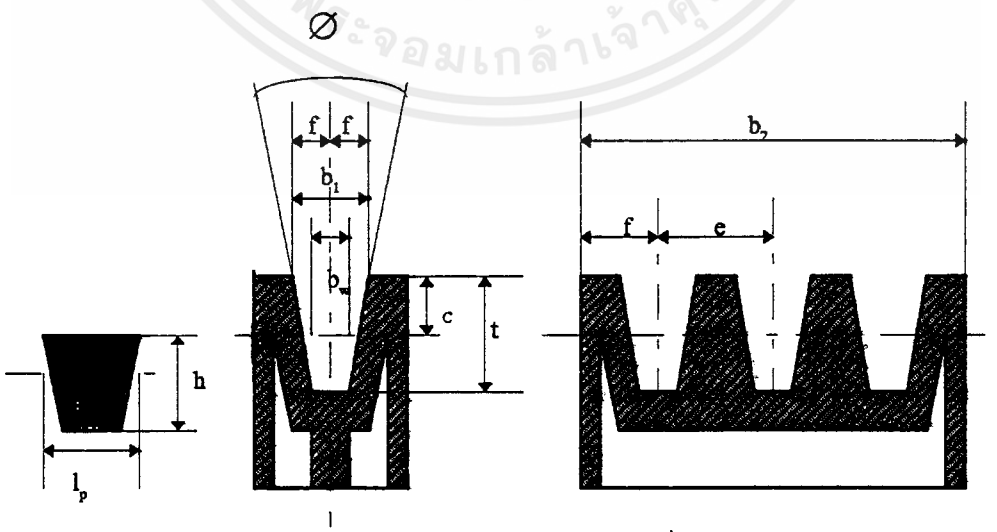
2.5 สายพานลิ่ม

สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมากโดยต้องการแรงดึงชั้นต้นในสายพานค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เพราะผลจากการเกาะยึดตัวกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียว กับร่องรูปลิ่มของล้อสายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นผลให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพดี แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อย และมีแรงดึงชั้นต้นค่อนข้างต่ำ และเหมาะกับการใช้งานในกรณีที่ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางน้อย ในการส่งกำลังจะส่งได้มากที่สุด เมื่อผิวด้านข้างของสายพานอัดแน่นกับร่องบนล้อสายพาน และในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน ก็อาจใช้ผลจากการอัดแน่นนี้ทำหน้าที่เป็นเบรคได้ด้วย

การขับด้วยสายพานลิ่ม มีข้อดีคือ เงียบ สะอาด และสามารถรับแรงกระตุกได้ นอกจากนั้นยังมีขนาดกระทัดรัด มีประสิทธิภาพดี และแบริ่งของเพลาไม่ต้องรับแรงมากเกินไป จึงมักใช้ในการขับทางด้านอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งใช้สายพานขับได้โดยมีอัตราทดสูงประมาณ 7 : 1 หรืออาจใช้ได้สูงถึง 10 : 1

2.5.1 ขนาดสายพานและล้อสายพานลิ่ม

สายพานลิ่ม มีหน้าตัดเป็นรูปลิ่ม ดังนั้นในการกำหนดขนาดจึงมักกำหนดโดยใช้ความกว้างพิตช์ (pitch width) และความหนาสายพานโดยใช้ตัวอักษรแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นสายพานลิ่มแบบแคบ (narrow V - belts) มีขนาด SPZ , SPA , SPB และ SPC และสายพานลิ่มแบบธรรมดา มีขนาด Y , Z , A , B , C , D และ E ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะสายพานลิ่มแบบธรรมดาเท่านั้น รูปร่างหน้าตัดของสายพานลิ่มและล้อสายพานดูได้จากรูปข้างล่าง ส่วนขนาดต่างๆดูได้จากตาราง ข้างล่างด้วยเช่นกัน



หน้าตัดสายพานลิ่มและล้อสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 กลศาสตร์ของสายพานลิ่ม

การหาค่ากำลังส่งของสายพานลิ่มหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$W_P = z (F_1 - F_2)v$$

โดยที่ v = ความเร็วของสายพาน เป็น เมตรต่อวินาที

z = จำนวนสายพาน

ความยาวพิตช์โดยประมาณของสายพานลิ่มหาค่าได้จากสมการ

$$L_p \cong 2C + 1.57 (D_p + d_p) + \frac{(Dp - dp)2}{4C}$$

โดยที่สัญลักษณ์ต่างๆยังคงมีความหมายเช่นเดียวกับสายพานแบน แต่ในกรณีของสายพานลิ่ม จะใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์แทน หรือในกรณีที่ทราบความยาวพิตช์แล้วต้องการหาระยะห่างระหว่างศูนย์กลางก็ทำได้โดยใช้สมการ

$$C \cong p + \sqrt{p2 - q}$$

โดยที่ $p = 0.25L_p - 0.393 (D_p + d_p)$

$q = 0.125 (D_p - d_p)^2$

2.5.3 การทำให้เกิดแรงดึงชั้นต้นในสายพานลิ่ม

การทำให้เกิดแรงดึงชั้นต้นจะช่วยทำให้การขับด้วยสายพานมีประสิทธิภาพดี และยืดอายุการใช้งานของสายพาน ถ้าออกแรงดึงชั้นต้นไม่เพียงพอจะทำให้ส่งกำลังได้น้อยลงประสิทธิภาพต่ำลง ทำให้สายพานมีอายุการใช้งานลดลงเนื่องจากการสลิป แต่ถ้าออกแรงดึงชั้นต้นมากเกินไปจะทำให้ขอบสายพานยืดตัวมากเกินไป เกิดความเค้นในสายพานมาก แบริ่งที่รองรับล้อสายพานจะรับแรงมากเกินไป ด้วยเหตุนี้เองจึงต้องออกแรงดึงชั้นต้นให้เหมาะสมกับแรงภายนอกที่กระทำกับสายพาน

แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลังคือ

$$F = F_1 - F_2 = \frac{Wp}{v}$$

ให้แรงดึงในแนวแกน

$$F_w = F_1 + F_2 = F \frac{e^{\alpha f'} + 1}{e^{\alpha f'} - 1}$$

แรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากน้ำหนักสายพาน

$$F_C = \frac{wAv^2}{g}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงลัพธ์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลางคือ

$$F_R = 2 \bullet z \bullet F_C \sin \alpha/2$$

โดยที่ z = จำนวนสายพาน

ดังนั้นแรงดึงชั้นต้นในสายพานจึงหาได้จากการรวมแรงดึงในแนวแกนขณะส่งกำลัง กับแรงลัพธ์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลางนั่นคือ

$$F_i = F_w + F_R$$

ในทางปฏิบัติมักจะใช้วิธีหาค่าประมาณของแรงดึงในแนวแกนจากสมการ

$$F_w = k_1 \bullet F \bullet \sin \alpha/2$$

โดยที่ k_1 เป็นตัวประกอบใช้งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะการทำงานซึ่งหาค่าได้จากตารางแล้วใช้แรงนี้เป็นแรงดึงชั้นต้น

ในกรณีที่ขับโดยมีระยะห่างระหว่างศูนย์กลางคงที่ หรือไม่มีอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดแรงดึงในสายพานตลอดเวลา ก็จำเป็นที่จะต้องนำเอาแรงหนีศูนย์กลางมาคิดด้วยจากสมการ

$$F_R = 2 \bullet z \bullet F_C \sin\alpha/2$$

$$= 2 \bullet z \bullet \frac{wAv^2}{g} \sin\alpha/2$$

ซึ่งเขียนได้ใหม่เป็น

$$F_R = z \bullet k_2 \bullet v^2 \sin\alpha/2$$

ค่า k_2 หาได้จากตารางดังนั้นแรงดึงชั้นต้นในสายพานจึงเท่ากับ

$$F_i = (k_1F + zk_2v^2) \sin\alpha/2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

เนื่องจากเครื่องพ่นหมอกนี้ ได้รับกำลังขับจากรถแทรกแตอร์ดังนั้นเราควรรู้ว่ารถแทรกเตอร์ที่ใช้นั้นมีรายละเอียดอย่างไร แล้วจึงไปคำนวณหารายละเอียดของอุปกรณ์และโครงสร้างของเครื่องพ่นหมอกที่จะนำมาใช้กับรถแทรกเตอร์นั้นได้อย่างเหมาะสม สำหรับโครงงานนี้ใช้รถแทรกเตอร์ รุ่นKUBOTA L2050 4WD ซึ่งมีความเร็วรอบของเพลาอำนวยกำลัง(PTO) 540 รอบต่อนาที ให้กำลังขับ 20 แรงม้า (14.9 กิโลวัตต์) และปั๊มก็ใช้ปั๊มที่มีแรงดัน 21-35 บาร์ ซึ่งมีอยู่แล้วแต่เวลาออกแบบก็ต้องคำนวณหาขนาดของปั๊มที่จะต้องใช้และดูว่าปั๊มที่มีอยู่แล้วนี้สามารถใช้ได้หรือไม่

3.1 ส่วนประกอบของเครื่องพ่นหมอกชนิดใช้ลมไหลตามแนวแกน(ดูรูปที่ 1-8 ประกอบ)

1) ถังบรรจุสารเคมี (Tank)
2) หัวฉีด (Nozzle)
3) ท่อ (Pipe)
4) อุปกรณ์ประกอบท่อ เช่น ข้อต่อ ข้องอต่างๆ
5) แผ่นปะทะและกรวยเปลี่ยนทิศทางลม (Deflector)
6) โครงสร้าง (Structure)
7) พัดลม (Blower)
8) ปั๊มสารเคมี (Pump)
9) ชุดถ่ายทอดกำลัง (Transmittion)

3.2 ลักษณะและหน้าที่ของส่วนประกอบต่างๆ

3.1.1 ถังบรรจุสารเคมี (Tank)เป็นถังสำหรับบรรจุสารเคมีที่ทนต่อการเกิดปฏิกิริยากับสารเคมีและทนต่อการกัดกร่อน ควรมีปริมาตรบรรจุได้ไม่มากหรือน้อยเกินไป เพราะถ้ามากไปก็จะเป็นภาระต่อรถแทรกเตอร์ หรือถ้าน้อยเกินไปก็จะไม่พอสำหรับการใช้งาน สำหรับเครื่องพ่นหมอกนี้เลือกใช้ถังพลาสติกปริมาตร 200 ลิตร

3.1.2 ชุดหัวฉีด (Nozzle)เลือกใช้หัวฉีดชนิดกรวยกลวง ทนแรงดัน 3-25 บาร์เพราะสามารถทนความที่ดันขับมาจากปั๊มได้

3.1.3 ท่อ (Pipe)ควรใช้ท่อที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี ไม่เป็นสนิม และมีอายุการใช้งานนานพอสมควร สำหรับการสร้างเครื่องพ่นหมอกนี้เลือกใช้ท่อแป๊ปขนาด0.5นิ้วนำมาทำเป็นท่อโค้ง เส้นผ่านศูนย์กลาง 65 เซนติเมตร หลังจากนั้นก็นำมาเจาะรูเพื่อเชื่อมต่อกับกับชุดหัวฉีด

3.1.4 อุปกรณ์ประกอบท่อ เช่น ข้อต่อ ข้องอ เลือกใช้ข้องอ 90 องศา Long radius elbow 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นเดียวกันมาทำเป็นกรวยเส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐาน 60 เซนติเมตรส่วนปลายของกรวยตัดให้เป็นรูสำหรับใส่เพลาของพัดลมได้

3.1.5 โครงสร้าง (Structure)

- แท่นเครื่องสร้างด้วยเหล็กรูปตัว C ขนาด 3" x 1 "ครึ่ง หนา 5/32"
- โครงสร้างอื่นและเหล็กยึดสร้างด้วยเหล็กฉากขนาด 1"ครึ่ง x 1"ครึ่ง หนา 1/8"
- เพลารับกำลังจากเพลาพีทีโอของรถแทรกเตอร์ทำด้วยเหล็กเพลากลม รองรับด้วยลูก-ปืนกลม เพลาด้านที่ต่อกับเพลาอำนวยกำลังจะเซาะร่องเป็น Spline เพื่อสวมกับเพลาอำนวยกำลัง (PTO)

3.1.6 ชุดหัวฉีด (Nozzle)เลือกใช้หัวฉีดชนิดกรวยกลวง ซึ่งทำมาจากเซรามิกเหมาะสำหรับการใช้กับงานที่ทนแรงดันสูง สำหรับโครงงานนี้เลือกใช้ชนิดสีเหลืองและสีแดง ดังมีรายละเอียดการใช้งานดังนี้

PRESSURE (BAR)	1299-12 YELLOW	1299-16 RED
3	0.57	1.08
5	0.74	1.39
6	0.81	1.52
8	0.94	1.76
10	1.05	1.97
15	1.28	2.41
20	1.48	2.78
25	1.65	3.11
Ref. No.	371510	371512

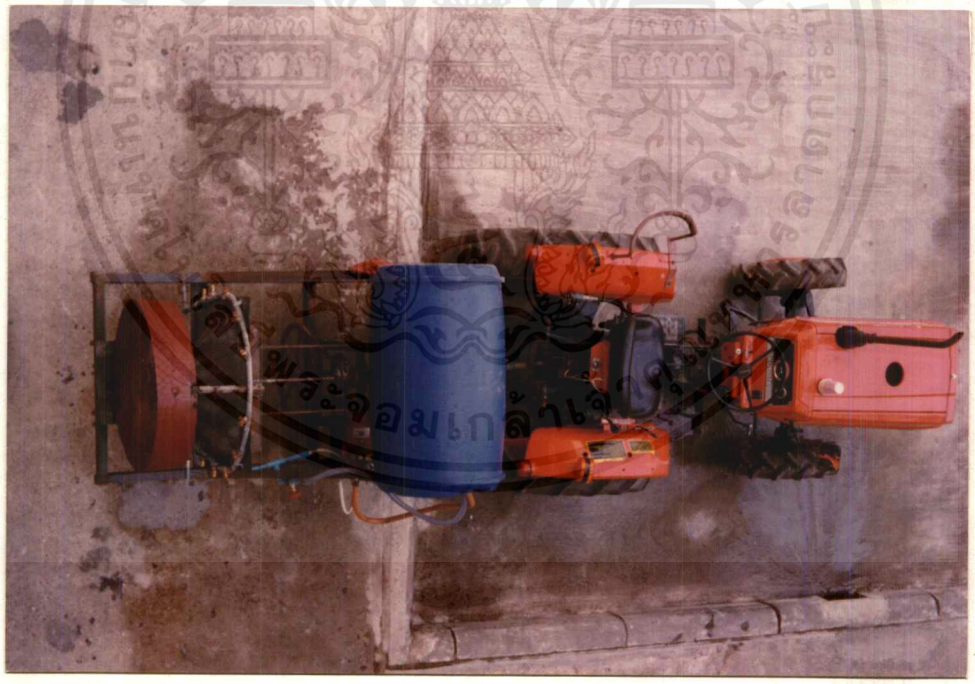
อัตราการฉีดพ่นสารเคมี (ลิตรต่อนาที) ที่ความดันต่างๆ

3.1.7พัดลม (Propeller) ใช้ใบพัดลมแบบลมไหลตามแนวแกน(Propeller) เพื่อช่วยเป่าลมที่ออกมาจากหัวฉีดออกในแนวรัศมี เพราะด้านหลังของพัดลมจะมีแผ่นปะทะและกรวยเปลี่ยนทิศทางอยู่

3.1.8 ปั๊มสารเคมี (Pump) เป็นแบบลูกสูบชักตามแนวนอน มีอัตราการส่งน้ำยาสูงสุด 18 ลิตรต่อนาทีส่งความดันปกติขณะทำงานได้ระหว่าง 21-35 บาร์

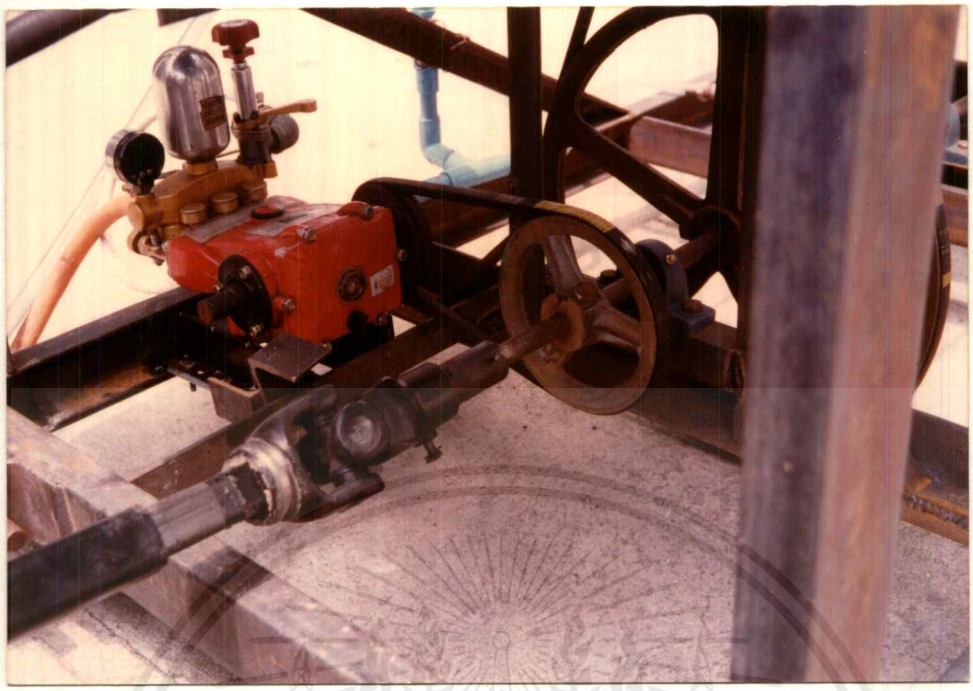
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 ภาพถ่ายด้านข้างของเครื่องพ่นหมอก

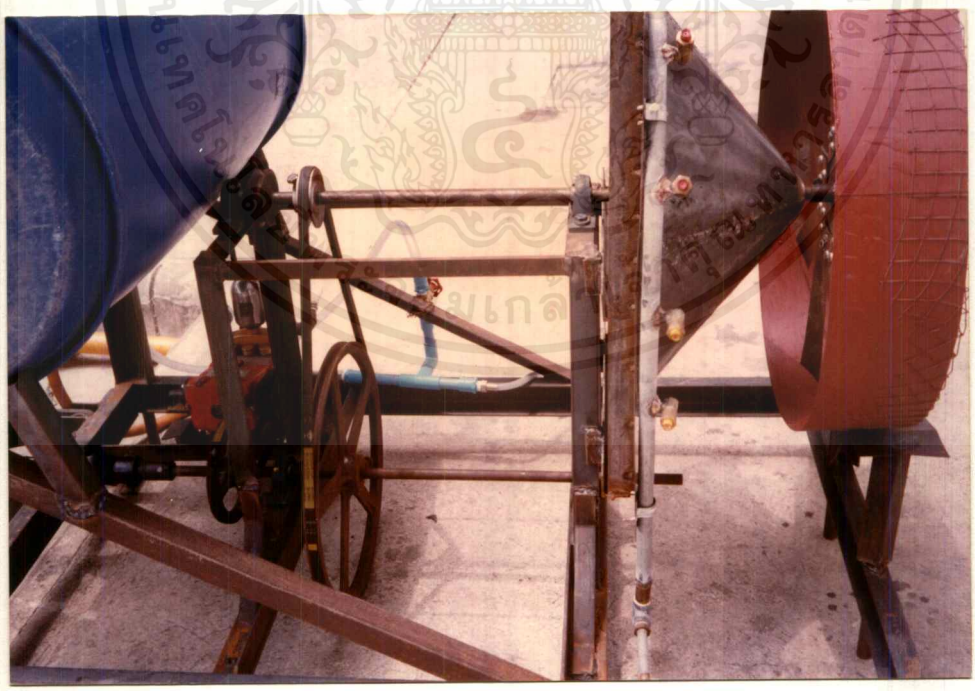


รูปที่ 3.2 ภาพถ่ายด้านบนของเครื่องพ่นหมอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

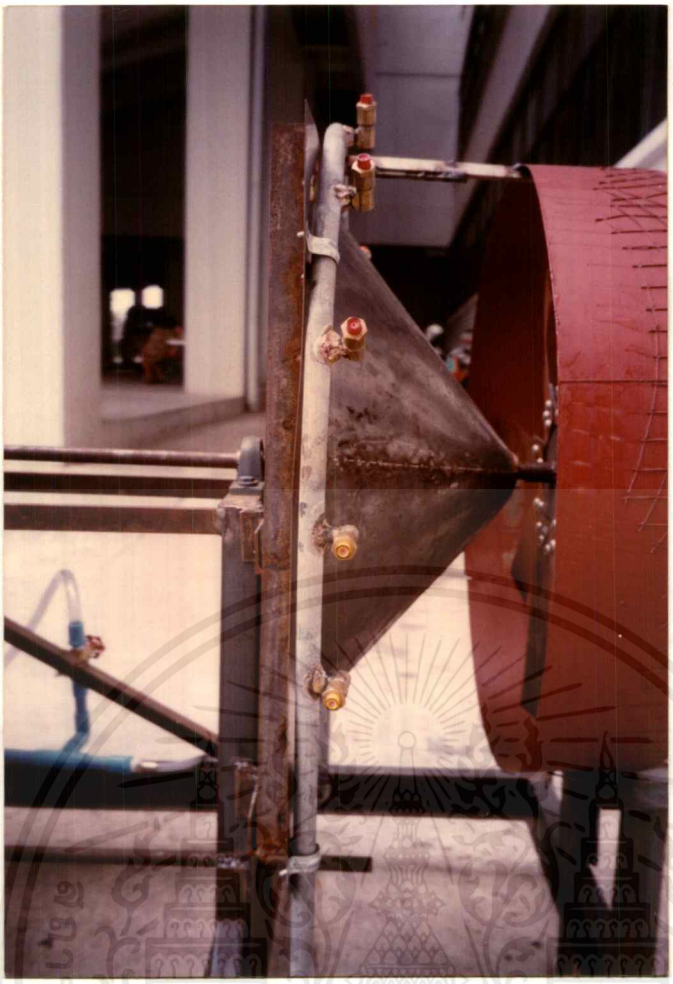


รูปที่ 3.3 ระบบถ่ายทอดกำลังไปยังปั๊ม

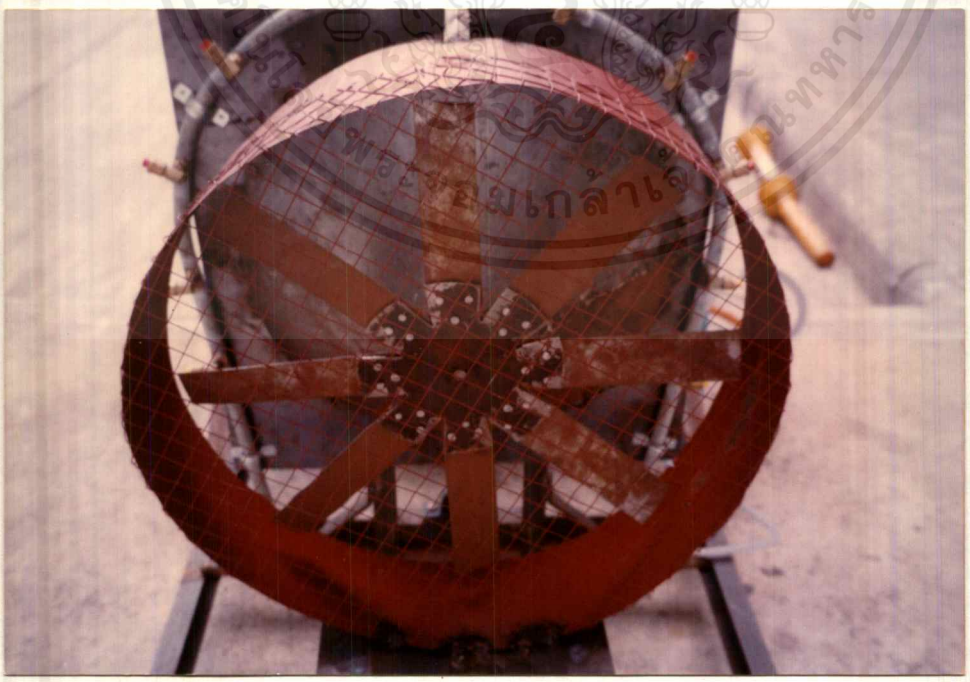


รูปที่ 3.4 ระบบถ่ายทอดกำลังไปยังพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

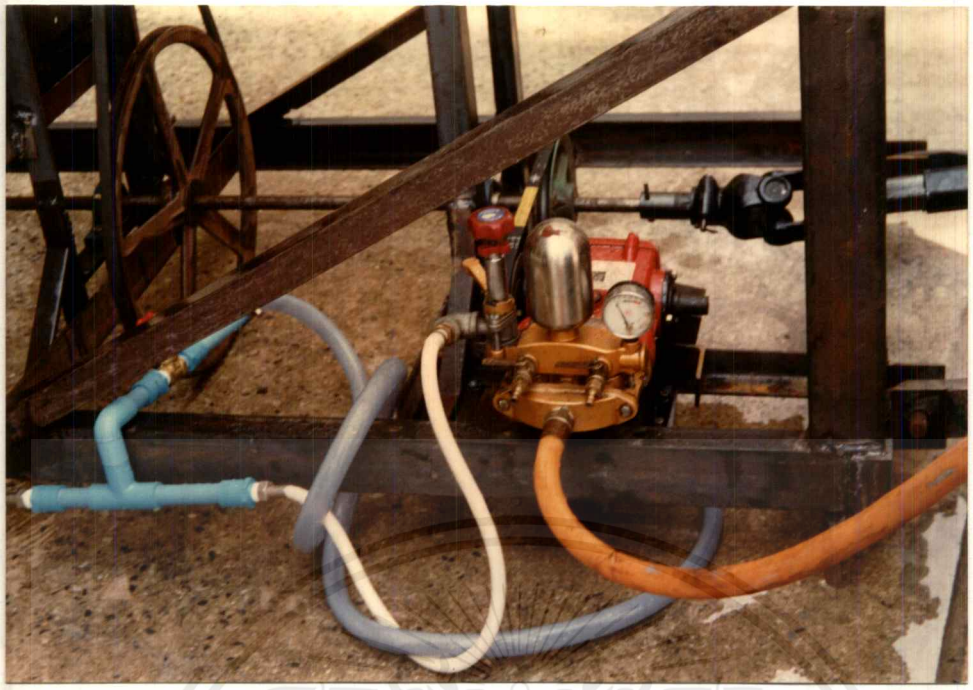


รูปที่ 3.5 กรวยเปลี่ยนทิศทางลมและแผ่นปะทะล้อมรอบด้วยท่อโค้งพร้อมหัวฉีด

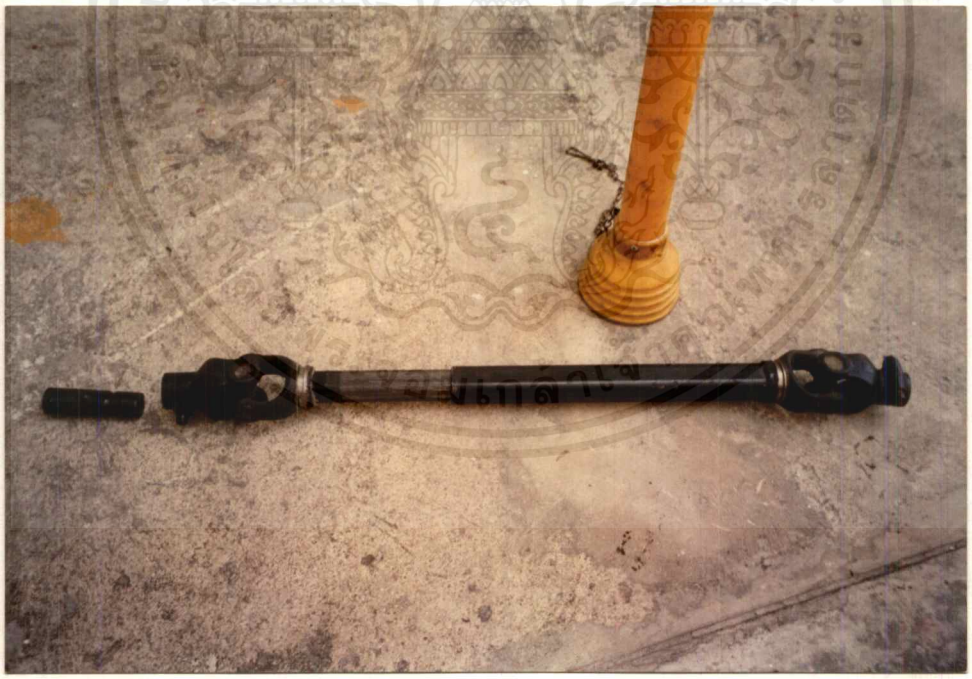


รูปที่ 3.6 ใบพัดพร้อมฝาครอบใบพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ปั๊มและอุปกรณ์ประกอบท่อ



รูปที่ 3.8 สปลายน์ (Spline) และเพลาสไลด์ (Slide shaft)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.9 ชุดถ่ายทอดกำลัง(Transmittion)ใช้มู่เล่และสายพานส่งกำลังจากเพลาพีทีโอของรถแทรกเตอร์ไปยังพัดลมและปั๊ม และถูกรองรับด้วยลูกปืนกลมด้วยเช่นกัน

3.3 การคำนวณพัดลม

1. หาปริมาณลม(Q)

จาก $Q = H \times D \times 1000$ ———— *

เมื่อ H = ความสูงของทรงพุ่ม 3 เมตร

D = เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม 3 เมตร

แทนค่าในสมการได้

$Q = 3 \times 3 \times 1000 = 9{,}000$ ลบ.ม./ชม. = 150 ลบ.ม./นาที

2. หาความเร็วของรถขณะทำงาน(V_m)

$$Q = \frac{\text{ปริมาณลม}}{\text{ระยะห่างระหว่างแถว} \times \text{ความสูงต้นไม้}}$$

$$= \frac{9000}{5 \times 3} = 6000 \text{ เมตร/ชม.}$$

3. หาความเร็วลมขณะเข้าสู่พัดลม(V_1)

จาก $Q = 2\pi(\frac{P}{2})^2 V_1$

เมื่อ P คือ เส้นผ่าศูนย์กลางพัดลม[เลือกจาก Catalogของพัดลมโดยนำค่าปริมาณลม (Q) = 150 ลบ.ม.(5000 CFM) ไปเปิดตารางพัดลม ดูที่ระยะ G จะได้ P = 600 มม = 0.6 เมตร)

แทนค่าในสมการ จะได้

$$150 = 3\pi(\frac{P}{2})^2 V_1$$

$$V_1 = \frac{150}{3\pi(\frac{P}{2})^2} = 176.8 \text{ เมตร/นาที}$$

* จากการวิจัยและพัฒนาเครื่องพ่นหมอกชนิดใช้พัดลมแบบ propeller เพื่อใช้ในสวนผลไม้ โดย รศ.ดร. มงคล กวางวโรภาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หาความเร็วลมขณะเข้าสู่พัดลม(V_1)

จาก $Q = 2\pi(\frac{P}{2})^2 V_1$

เมื่อ P คือ เส้นผ่าศูนย์กลางพัดลม[เลือกจาก Catalogของพัดลมโดยนำค่าปริมาณลม (Q) = 150 ลบ.ม.(5000 CFM) ไปเปิดตารางพัดลม ดูที่ระยะ G จะได้ P = 600 มม = 0.6 เมตร)

แทนค่าในสมการ จะได้

$$150 = 3\pi(\frac{P}{2})^2 V_1$$

$$V_1 = \frac{150}{3\pi(\frac{P}{2})^2} = 176.8 \text{ เมตร/นาที}$$

4. หาอัตราการฉีดพ่น

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการฉีดพ่น และความสูงของไม้ผล

ความสูงของไม้ผล (เมตร)	ปริมาณที่ฉีดพ่น (ลิตร/ต้น)
1 - 3	1 - 3
4 - 6	3 - 7
7 - 9	5 - 10
10 ขึ้นไป	7 - 10

* ในการ Calibrate จะต้องพิจารณาทั้ง 3 ข้อ และให้เข้ากันกับความต้องการของงานนั้นๆ

จากตาราง ต้นไม้สูง 1-3 เมตร ปริมาณการฉีดพ่น 1-3 ลิตร/ต้น

ระยะระหว่างต้น 5 เมตร แสดงว่ารถเคลื่อนที่ไป 5 เมตร ผ่านต้นไม้ 4 ต้น

จากความเร็วรถ (V_m = 600 เมตร/ชม.)

$\therefore$ แสดงว่าในเวลา 1 ชม. รถจะผ่านต้นไม้ = $\frac{600 \times 4}{5}$ = 480 ต้น

จากตาราง 1 ต้น ใช้ปริมาณน้ำยา 1-3 ลิตร

480 ต้น ใช้ปริมาณน้ำยา 160-480 ลิตร

จะได้ว่า อัตราการฉีดพ่น 480 ลิตร/ชม.

หรือ 8 ลิตร/นาที

5. หากำลังงานที่ใช้ขับพัดลม(P)

$$W_T = \frac{Q(P_2 - P_1)}{600 \times 1000}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก Q ที่ออกจากพัดลม = V ที่ออกจากพัดลม

$$150 \text{ ลบ.ม.} = V_2 \times (\frac{\pi}{4} \times (0.60)^2)$$

$$= \frac{150 \times 4}{\pi(0.60)^2} = 530.5 \text{ เมตร/นาที}$$

จาก สมการBernoulli

$$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{P_1 - P_2}{\rho}$$

$$\rho_{\text{air standard}} = 0.075 \text{ ปอนด์/ลบ.ฟุต.}$$

จาก 1 ปอนด์/ลบ.ฟุต. = 16.018 กิโลกรัม/ลบ.ม.

$$\rho = 0.075 \times 16.08$$

$$= 1.20135 \text{ กิโลกรัม/ลบ.ม}$$

$$\frac{(530.5)^2 - (176.8)^2}{2g \times 60 \times 60} = \frac{P_1 - P_2}{1.20135}$$

$$\therefore P_1 - P_2 = 4.25 \text{ กิโลกรัม/ลบ.ม.}$$

แทนค่าหา P จะได้

$$W_T = \frac{Q \times (P_2 - P_1)}{1000 \times 60}$$

$$= \frac{(150 \text{ ลบ.ม./นาที})(3.73 \text{ กิโลกรัม/ลบ.ม.})}{60}$$

$$= 9.3 \text{ กิโลวัตต์}$$

3.4 การคำนวณหาระบบส่งกำลัง

1.หาขนาดล้อขับสายพานและสายพาน

จากสูตร $P = W_p \cdot N_s \cdot \frac{1}{N_a}$

P = กำลังงานที่แก้ไข

W_p = กำลังงานที่ต้องการส่ง

N_s = ตัวประกอบใช้งาน

N_a = ตัวประกอบใช้งาน

ที่รถแทรกเตอร์ ค่ากำลังของPTO = 20 กำลังม้า(14.9 กิโลวัตต์) ที่ 540 รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง 4 ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในที่มีหลายลูกสูบ ความเร็วรอบสูงกว่า 600 รอบ/นาที ชั่วโมงการทำงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 ชั่วโมง งานปานกลาง (10 กิโลวัตต์) ได้ค่า $N_s = 1.1$

ดังนั้น $$W_p = \frac{N_s}{1.1} = \frac{9.3}{1.1} = 8.45$$

จากรูป 10.21 เลือกสายพานหน้าตัดA ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพาน $d_p = 100$ มม.

อัตราทด $m_w = n_1/n_2 = 540/3420 = 0.157$

จาก $d_p = D_p \cdot m_w$

$$\frac{100}{0.157} = D_p = 636.94 \text{ มม.}$$

จากตาราง 3 เลือกใช้ $D_p = 600$ มม.

จากสมการ 10.34 ความยาวพิทช์ โดยประมาณของสายพาน

$$L_p = 2c + 1.57(B_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4c}$$

$$= 2(500) + 1.57(600 + 100) + \frac{(600 + 100)^2}{4 \times 500}$$

$$= 2344 \text{ มม.}$$

จากตาราง 6 เลือกใช้สายพาน $L_p = 2360+30 = 2390$

ระยะห่างระหว่าง คำนวณได้จากสมการ

$$c = P + \sqrt{P^2 + q}$$

$$p = 0.25 L_p - 0.393(D_p + d_p)$$

$$= 0.25 \times 2390 - 0.393(600 + 100)$$

$$= 322.4$$

$$q = 0.125(D_p + d_p)^2$$

$$= 0.125(600 - 100)^2$$

$$= 31250$$

$$c = 322.4 + \sqrt{(322.4)^2 - 3125}$$

$$= 592.01 \text{ มม.}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นโค้งสัมผัส

$$\frac{D_p - d_p}{c} = \frac{600 - 100}{592}$$

$$= 0.84$$

จากตาราง 5 ส่วนประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

$$N_a = 0.85$$

จากตาราง 6 ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน

$$N_l = 1.02$$

และสำหรับล้อสายพานขนาด 100 มม. อัตราทด 0.157

$n = 3420$ รอบ/นาที จากตาราง 6

$P_R = 3.20$ kW/เส้น

จากสมการ 10.39

$$x = \frac{W_p \cdot N_s}{P_R \cdot N_a \cdot N_l}$$

$$= \frac{8.45 \times 1.1}{3.20 \times 085 \times 1.02}$$

$$= 3.35$$

ดังนั้นเลือกสายพานหน้าตัด Ax $2360L_i$ จำนวน 4 เส้น

จากสมการ 10.3 มุมสัมผัสสายพาน

$$\alpha_l = \pi - 2\sin^{-1}\left(\frac{D_p - d_p}{2c}\right) \text{ rad}$$

$$= \pi - 2\sin^{-1}\left(\frac{600-100}{2 \times 592}\right) \text{ rad}$$

$$= 130^\circ$$

ความเร็วสายพาน

$$V = \pi d_p n$$

$$= \pi\left(\frac{100}{1000}\right)\left(\frac{3420}{100}\right)$$

$$= 17.9 \text{ เมตร/นาที}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง

$$F = \frac{W_p}{V}$$

$$= \frac{4(1000)}{17.9}$$

$$= 223.4 \text{ นิวตัน}$$

จากตาราง 10.18 $k_1 = 1.5$ $k_2 = 0.217$

$$\sin(\frac{\alpha}{2}) = 0.906 \quad V^2 = 320.41$$

สมการ จาก10.35 แรงดึงขั้นต้นในสายพาน

$$F_i = (k_1 F + Z k_2 V^2)\sin\frac{\alpha}{2}$$

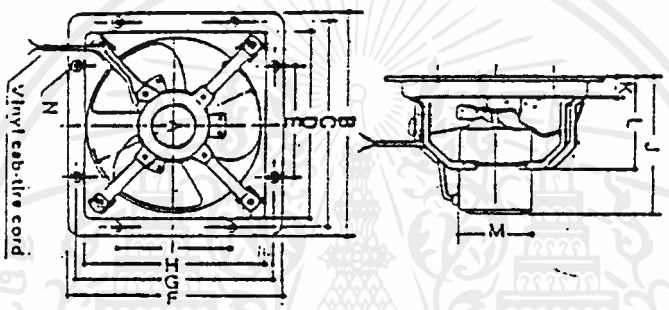
$$= (1.5 \times 223.4 + 4 \times 0.217 \times 320.41) \times 0.906$$

$$= 555.573$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แค็ตตาลอกของพัดลม

CFM	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
600	250 Ø (10)	327 (12-7/8)	298 (11-47/64)	275 (10-53/64)	165 (6-1/2)	327 (12-7/8)	298 (11-47/64)	275 (10-53/64)	165 (6-1/2)	208 (8-3/16)	26 (1-27/32)	151 (5-23/32)	89 Ø (3-1/2)	8-8.5 Ø (25/64)
1000	300 Ø (12)	378 (14-7/8)	349 (13-3/4)	326 (12-53/64)	210 (8-17/64)	378 (14-7/8)	349 (13-3/4)	326 (12-53/64)	210 (8-17/64)	243 (9-9/16)	46 (1-13/16)	170 (6-23/32)	127 Ø (5)	8-8.5 Ø (25/64)
1500	350 Ø (14)	467 (18-25/64)	434 (17-3/32)	390 (15-23/64)	250 (9-27/32)	467 (18-25/64)	434 (17-3/32)	390 (15-23/64)	250 (9-27/32)	257 (10-1/8)	53 (2-3/32)	184 (7-1/4)	127 Ø (5)	8-11.5 Ø (29/64)
2000	400 Ø (16)	518 (20-13/32)	485 (19-3/32)	440 (17-21/64)	189 (11-1/32)	518 (20-13/32)	485 (19-3/32)	440 (17-21/64)	280 (11-1/32)	293 (11-17/32)	64 (2-33/64)	216 (8-1/2)	128 Ø (5-3/64)	8-11.5 Ø (29/64)
3000	450 Ø (18)	570 (22-7/32)	540 (21-17/64)	494 (19-29/64)	328 (12-29/32)	570 (22-7/16)	540 (21-17/64)	494 (19-29/64)	320 (12-29/32)	293 (11-17/32)	80 (3-5/32)	248 (9-49/64)	152 Ø (5-63/64)	8-11.5 Ø (29/64)
4000	500 Ø (20)	659 (25-15/16)	620 (24-13/32)	563 (22-11/64)	355 (13-31/32)	659 (25-15/16)	620 (24-13/32)	563 (22-11/64)	355 (13-31/32)	313 (12-21/64)	95 (3-47/64)	270 (10-5/8)	152 Ø (5-63/64)	8-14.2 Ø (9/16)
6300	600 Ø (24)	760 (29-15/16)	720 (28-3/8)	664 (26-5/32)	400 (16)	760 (29-15/16)	720 (28-3/8)	664 (26-5/32)	400 (16)	373 (14-11/16)	86 (3-3/8)	305 (12)	187 Ø (27-3/8)	8-14.5 Ø (37/64)



ตาราง 3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ dp ของล้อสายพานลิ่ม (mm)

25	56	85	132	212	355	560	1000
28	56	90	140	224	375	600	1060
31.5	60	95	150	136	400	630	1120
35.5	63	100	160	250	425	670	1250
40	67	106	170	265	450	710	1400
45	71	112	180	280	475	750	1500
50	75	118	190	300	500	800	1600
53	80	125	200	315	530	900	1800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานลิ่ม

ชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ	ชนิดของอุปกรณ์ขับ					
ตัวประกอบใช้งานนี้พิจารณาเฉพาะช่วงเวลาใช้งานและชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ แต่ไม่เกี่ยวข้องกับสภาวะการทำงาน ตัวอย่างเช่น ทำงานในสภาวะแวดล้อมเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงอาจเพิ่มค่าขึ้นอีกได้ในกรณีพิเศษ	มอเตอร์กระแสสลับ : high torque, high slip, repulsion-induction, single phase, series wound and slip ring มอเตอร์กระแสตรง : series wound และ compound wound เครื่องยนต์สันดาปภายใน : ที่มีหนึ่งลูกสูบ ความเร็วรอบต่ำกว่า 600 rpm เพลาเมน คลัตช์			มอเตอร์กระแสสลับ : high torque, high slip, repulsion-induction, single phase, series wound and slip ring มอเตอร์กระแสตรง : series wound และ compound wound เครื่องยนต์สันดาปภายใน : ที่มีหนึ่งลูกสูบ ความเร็วรอบต่ำกว่า 600 rpm เพลาเมน คลัตช์		
	ชั่วโมงทำงานต่อวัน			ชั่วโมงทำงานต่อวัน		
	≤ 10	10-16	> 16	≤ 16	10-16	> 16
งานเบา : เครื่องกวนของเหลว, เครื่องเป่าลม, เครื่องอัดลมและเครื่องลูกสูบแบบหอยโข่ง, พัดลมที่มีกำลังสูบถึง 7.5 kW, สายพานลำเลียงงานเบา	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
งานปานกลาง : สายพานลำเลียงทรายหรือเมล็ดพืช, เครื่องผสมของข้นเหนียว, พัดลมที่มีกำลังสูงกว่า 7.5 kW, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า, เพลาเมน, เครื่องซักผ้า, เครื่องมือกล Punches Presses-shear, เครื่องพิมพ์, positive displacement rotary pumps, เครื่องเขย่า	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
งานหนัก : เครื่องทำอิฐ, bucket elevators, exciters, เครื่องอัดลมและเครื่องสูบแบบลูกสูบ, สายพานลำเลียง, hammer mills, paper mill beaters, positive displacement blowers, เครื่องบด, เครื่อง	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวประกอบการใช้งาน

k_1	สภาวะการทำงาน
1.3	งานเบา ทำงานคงที่
1.5	ทำงานปานกลาง
2.0	งานหนัก แรงกระตุก เปิดปิดบ่อยๆ

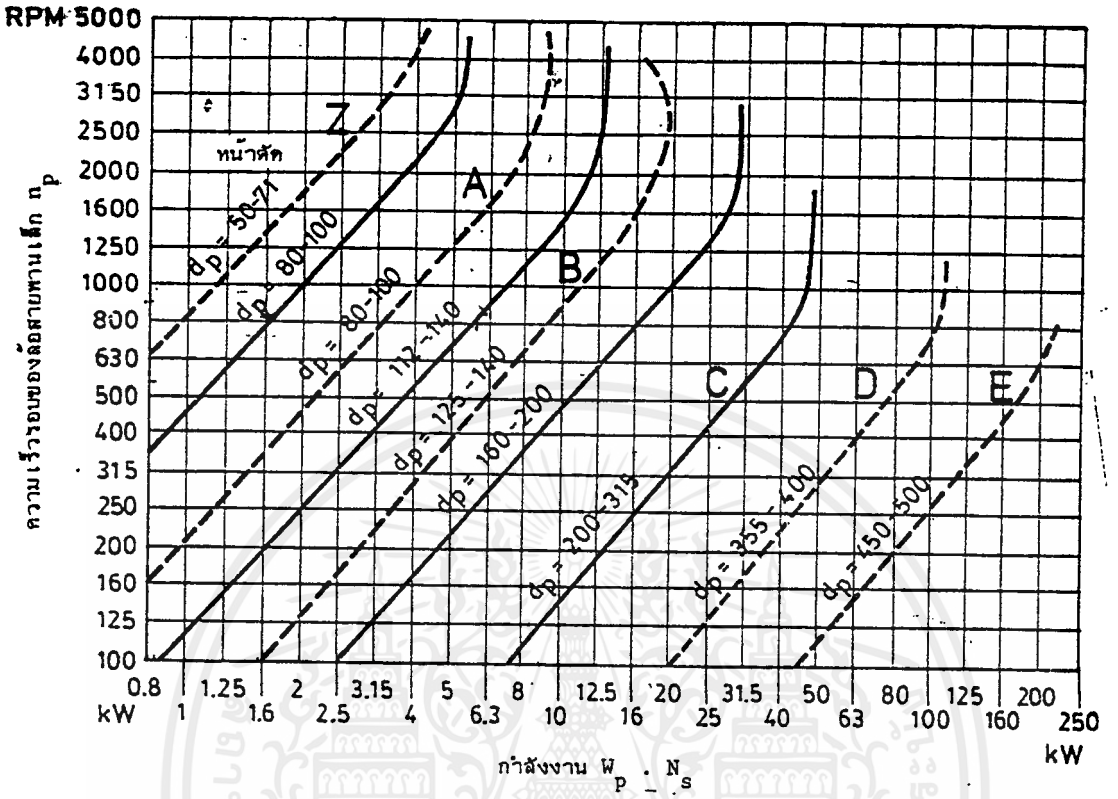
หน้าตัดสายพาน	k2
Y	0.042
Z	0.126
A	0.217
B	0.385
C	0.637
D	1.332

ตารางที่ 5 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_a สำหรับสายพานลิ่ม

$\frac{D_p-d_p}{C}$ (มม.)	ส่วนโค้งสัมผัส α (องศา)	N_a
0	180	1
0.15	170	0.98
0.35	160	0.95
0.5	150	0.92
0.7	140	0.89
0.85	130	0.86
1.0	120	0.82
1.15	110	0.78
1.3	100	0.73
1.45	90	0.68

* ค่าที่อยู่ระหว่างค่าในตาราง อาจหาค่าได้โดยประมาณ โดยใช้การประมาณแบบเชิงเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10.21 แผนภูมิที่ใช้ในการเลือกขนาดหน้าตัดของสายพานลิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 สมรรถนะการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด " A" ต่อเส้น PR(เป็นKw)สำหรับสายพานยาว Lp = 1732 มิลลิเมตร และส่วนโค้งสัมผัส $\alpha = 180^{\circ}$

เส้นผ่านศูนย์กลางพิทช์ (mm)	อัตราทด	ความเร็วรอบของพูลเล่ย์เล็ก (rpm)										
		≥400	≥700	≥800	≥950	≥1200	≥1450	≥1800	≥2400	≥2850	≥3200	≥3600
		ความสามารถในการส่งกำลังต่อเส้นพาน (kW)										
71	1.00	0.29	0.45	0.50	0.56	0.67	0.76	0.88	1.05	1.16	1.22	1.28
	1.05	0.30	0.46	0.51	0.59	0.69	0.80	0.92	1.11	1.22	1.30	1.36
	1.20	0.32	0.50	0.55	0.63	0.75	0.86	1.00	1.22	1.35	1.44	1.52
	1.50	0.33	0.52	0.58	0.66	0.79	0.91	1.07	1.30	1.45	1.55	1.65
	≥3.00	0.34	0.54	0.60	0.69	0.82	0.95	1.11	1.37	1.53	1.64	1.74
80	1.00	0.37	0.59	0.65	0.74	0.89	1.02	1.20	1.45	1.61	1.71	1.81
	1.05	0.38	0.60	0.67	0.77	0.92	1.06	1.24	1.51	1.68	1.79	1.89
	1.20	0.40	0.63	0.71	0.81	0.97	1.12	1.32	1.62	1.81	1.93	2.05
	1.50	0.42	0.66	0.73	0.84	1.01	1.17	1.38	1.70	1.91	2.05	2.10
	≥3.00	0.43	0.68	0.75	0.87	1.04	1.21	1.43	1.76	1.98	2.13	2.27
90	1.00	0.47	0.74	0.82	0.94	1.13	1.31	1.54	1.88	2.10	2.24	2.36
	1.05	0.47	0.75	0.84	0.96	1.16	1.34	1.58	1.94	2.16	2.31	2.45
	1.20	0.49	0.78	0.87	1.01	1.21	1.41	1.66	2.05	2.29	2.45	2.61
	1.50	0.51	0.81	0.90	1.04	1.26	1.46	1.73	2.13	2.39	2.57	2.74
	≥3.00	0.52	0.83	0.92	1.06	1.29	1.50	1.77	2.19	2.47	2.65	2.83
100	1.00	0.56	0.88	0.99	1.14	1.37	1.59	1.88	2.30	2.56	2.73	2.88
	1.05	0.56	0.90	1.01	1.16	1.40	1.62	1.92	2.36	2.63	2.80	2.97
	1.20	0.58	0.93	1.04	1.20	1.45	1.69	2.00	2.46	2.76	2.95	3.13
	1.50	0.60	0.96	1.07	1.24	1.50	1.74	2.06	2.55	2.86	3.06	3.26
	≥3.00	0.61	0.98	1.09	1.26	1.53	1.78	2.11	2.61	2.93	3.14	3.35
112	1.00	0.66	1.06	1.19	1.37	1.65	1.92	2.27	2.78	3.09	3.29	3.46
	1.05	0.67	1.08	1.20	1.39	1.68	1.96	2.31	2.84	3.16	3.36	3.54
	1.20	0.69	1.11	1.24	1.43	1.74	2.02	2.39	2.95	3.29	3.51	3.70
	1.50	0.70	1.13	1.27	1.47	1.78	2.07	2.46	3.03	3.39	3.62	3.83
	≥3.00	0.71	1.15	1.29	1.49	1.81	2.11	2.50	3.09	3.46	3.70	3.92
125	1.00	0.78	1.25	1.40	1.61	1.95	2.27	2.68	3.28	3.63	3.84	4.01
	1.05	0.79	1.27	1.42	1.64	1.98	2.31	2.73	3.34	3.70	3.92	4.09
	1.20	0.80	1.30	1.45	1.68	2.04	2.37	2.81	3.44	3.83	4.06	4.26
	1.50	0.82	1.32	1.48	1.71	2.08	2.42	2.87	3.53	3.93	4.18	4.39
	≥3.00	0.83	1.34	1.50	1.74	2.11	2.46	2.92	3.59	4.00	4.26	4.48
140	1.00	0.91	1.47	1.64	1.89	2.30	2.67	3.15	3.83	4.21	4.42	4.56
	1.05	0.92	1.48	1.66	1.92	2.32	2.70	3.19	3.88	4.27	4.49	4.64
	1.20	0.93	1.51	1.69	1.96	2.38	2.77	3.27	3.99	4.40	4.64	4.80
	1.50	0.95	1.54	1.72	1.99	2.42	2.82	3.33	4.08	4.50	4.75	4.93
	≥3.00	0.96	1.56	1.74	2.02	2.45	2.86	3.38	4.14	4.58	4.83	5.02

ตัวประกอบแก้ไขสายพาน N_1

L_p	662	742	832	932	1032	1152	1282	1432	1632	1732	1832	2032
N_1	0.81	0.82	0.85	0.87	0.89	0.91	0.93	0.96	0.99	1.00	1.01	1.03
L_p	2272	2532	2832	3182	4032	5032						
N_1	1.06	1.09	1.11	1.13	1.20	1.25						

ความยาวพิทช์ที่มีใช้ $L_p = L_1 + 30$ mm

L_1												
	483	535	560	580	600	630	655	670	690	710	730	750
	780	787	800	813	825	838	850	855	875	889	900	914
	925	950	965	975	1000	1016	1041	1060	1090	1105	1120	1143
	1168	1180	1200	1220	1250	1270	1300	1320	1346	1372	1400	1422
	1448	1475	1500	1525	1550	1575	1600	1625	1651	1676	1700	1725
	1750	1780	1800	1854	1900	1980	2000	2030	2057	2083	2100	2120
	2150	2200	2240	2285	2360	2435	2475	2500	2650	2730	2800	2840
	3000	3050	3150	3250	3550	3650	4000					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การคำนวณเครื่องสูบ

จากการคำนวณพัดลมจะเห็นว่าอัตราการฉีดพ่นสารเคมี 8 ลิตรต่อนาทีกับ 2.12 แกลลอนต่อนาทีและเราเลือกใช้หัวฉีดที่ทนแรงดันสูงถึง 3-25 บาร์ แต่แทนที่เราจะเลือกปั๊มที่ให้แรงดัน 25 บาร์ เราควรนำค่าแรงดันที่สูญเสียไปเนื่องจากความต้านทานและลักษณะของระบบที่ออกแบบมาคิดด้วย ส่วนคุณสมบัติของสารเคมีนั้นจะไม่ขอนำมาพิจารณาใน ณ ที่นี้เพราะไม่ทราบว่าสารเคมีแต่ละชนิดนั้นมีความดันไอเท่าใด

ความดันที่ทางออกของเครื่องสูบ = $P_a + h_s - (H_{fs} + P_v)$

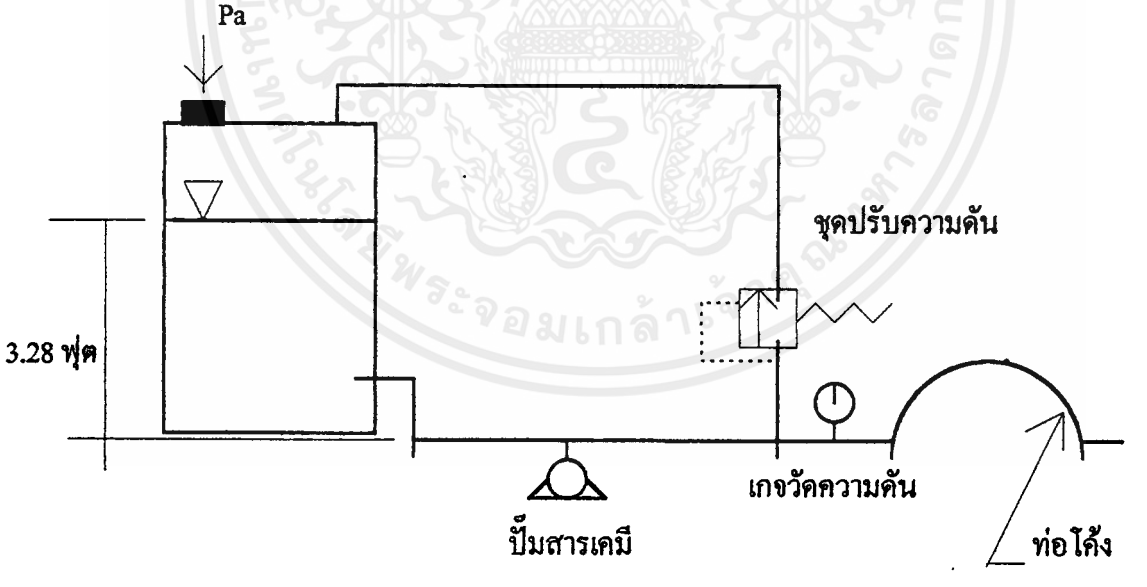
เมื่อ

P_a คือ ความดันของบรรยากาศที่ระดับห่างจากระดับน้ำทะเล

h_s คือ ระยะห่างจากปั๊มถึงผิวหน้าของสารเคมี(Static suction head)

H_{fs} คือ ความดันที่สูญเสียเนื่องจากความต้านทาน(Static suction head)

P_v คือ ความดันของสารเคมี (ไม่นำมาคิด)



ระบบที่ออกแบบ

<u>วิธีการคิด</u>

- ระบบต้องการอัตราการฉีดพ่นสารเคมี(Q) = 2.12 แกลลอนต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกใช้ท่อขนาด 0.5 นิ้ว(D) ยาว 9.15 ฟุต (3 เมตร)นำไปเปิดตารางที่ 2.2 จะได้ค่า V = 2.4ฟุตต่อวินาที

- ใช้ Gate valve 1 ตัวใช้ ข้องอ 90 องศา(Long radius smooth end elbow) 2 ตัว

1) หา Pa จากตารางความดันบรรยากาศ (คิดที่ระดับน้ำทะเล)จะได้ว่า

$Pa = 33.9$ ฟุต

2) หา H_s จากรูปจะเห็นว่า

$H_s = 3.28$ ฟุต

3) หา H_{fs} ซึ่งคิดที่อุปกรณ์ประกอบท่อต่างๆ โดยการเปลี่ยนเป็นความยาวสมมูล

- คิดที่ Gate valve โดยการนำค่า Q และ D ไปดูรูปที่ 2.4

จะได้ $h_f = 7$ ฟุต

- คิดที่ ข้องอ 90 องศา Long radius smooth end elbow 2 ตัว ไปดูรูปที่ 2.4

จะได้ $h_f = 1 \times 2 = 2$ ฟุต

- คิดเนื่องจากความยาวท่อ 9.15 ฟุต(3 เมตร) รู้ค่า Q,V,D นำไปหาค่าความต้านทานโดยใช้ตาราง 2.1

จะได้ $h_f = 9$ ฟุต ต่อความยาวท่อ 100 ฟุต

$= (9 \times 9.15)/100 = 0.82$ ฟุต

จะได้ว่า $H_{fs} = 7 + 2 + 0.82 = 9.82$ ฟุต

ดังนั้น ความดันที่ออกจากเครื่องสูบ = 44 + 3.28 - 9.82 = 37.46 ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การหาภาระ (Load) ของรถแทรกเตอร์ L 2050 (4WD)

ความสำคัญของจุดศูนย์ถ่วง

เครื่องจักรกลการเกษตรส่วนใหญ่เป็นเครื่องจักรที่ทำงานบนพื้นดิน ซึ่งมีสภาพแตกต่างจากท้องถนนที่

สามารถควบคุมการขับเคลื่อนได้ง่าย เสถียรภาพของเครื่องจักรกลเกษตรที่เคลื่อนที่ เช่น รถแทรกเตอร์ เทรลเล่อร์

รถบรรทุก รถเก็บผลไม้ มีความสำคัญต่อความปลอดภัยของเกษตรผู้ขับ ดังที่ได้ทราบมาแล้วว่า " หากตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุเคลื่อนที่ออกนอกเส้นขอบฐานของวัตถุ วัตถุจะเสียสมดุล " เช่น พลิกคว่ำ โค่นล้ม เป็นต้น

การหาตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของเครื่องจักรกลเกษตร ซึ่งในที่นี้จะเป็นรถแทรกเตอร์ L 2050 (4WD) มีวิธีการดังต่อไปนี้

1.วัดระยะห่างระหว่างล้อหน้าและล้อหลัง (X_1 = 157 cm)

2.วัดระยะห่างระหว่างล้อหน้าและล้อหน้า (Z_1 = 102 cm) และระหว่างล้อหลังและล้อหลัง (Z_2 = 104 cm)

3.ชั่งน้ำหนักรถทั้งคัน (W = 950 kg)

4.ชั่งน้ำหนักที่ล้อหน้าทีละข้างโดยให้ล้อทั้งสี่อยู่ในระดับเดียวกัน (N_1 = 268.5 kg , N_2 = 269.0 kg)

5.ชั่งน้ำหนักที่ล้อหลังทีละข้างโดยให้ล้อทั้งที่อยู่ในระดับเดียวกัน (N_3 = 281.8 kg , N_4 = 281.8 kg)

6.คำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงตามแกน X

$$X = \frac{X_1(N_1 + N_2)}{W}$$

$$= \frac{157\,(268.5 + 269)}{950}$$

$$= 88.83 \text{ cm}$$

7.คำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงตามแกน Z

$$Z = \frac{[\,Z_1(N_1 - N_2) + Z_2(N_3 - N_4)\,]}{2W}$$

$$= \frac{[\,102\,(268.5 - 269) + 104\,(281.8 - 281.8)\,]}{2 \times 950} = -0.027 \text{ cm}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.ใช้หมอนหนุนล้อหลังให้สูงขึ้นเป็นระยะ Y (Y = 14 cm)

9.คำนวณหามุมเอียงของรถ

$$\tan \phi = \frac{14}{157}$$

$$\phi = 5.1 \text{ องศา}$$

10.คำนวณระยะในแนวราบ จากจุดรับน้ำหนักที่ล้อหน้าถึงแนวรับน้ำหนักที่ล้อหลังตามแกนดิ่ง (X_3)

$$X_3 = X_1 \cos \phi$$
$$= 157 \cos 5.1^\circ$$
$$= 156.38 \text{ cm}$$

11.ชั่งน้ำหนักที่ล้อหลังทีละข้างขณะตัวรถเอียง ($N_3' = 295$ kg , $N_4' = 295$ kg)

12.คำนวณระยะในแนวราบจากจุดศูนย์กลางล้อหน้า ถึงแนวจุดศูนย์ถ่วงตามแกนดิ่ง(X_2)

$$X_2 = \frac{X_3 (N_3' + N_4')}{W}$$
$$= \frac{156.38 (295 + 295)}{950}$$
$$= 97.12 \text{ cm}$$

13.คำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงตามแกน Y

$$Y = ([X_1 - X - (X_2)] \cot \phi) / \cos \phi$$
$$= [157 - 88.83 - (97.12)] \cot 5.1^\circ / \cos 5.1^\circ$$
$$= [157 - 88.83 - 97.51] \times 11.2$$
$$= -328.61 \text{ cm}$$

คำนวณค่า load ที่รถแทรกเตอร์สามารถรับได้

$$W \times X = W_L \times X_L$$
$$950 \times 88.83 = W_L \times X_L$$
$$W_L \times X_L = 84{,}388.5 \text{ kg . cm}$$

โดยที่ W_L **คือ load ทั้งหมดที่รถแทรกเตอร์สามารถรับได้**

X_L **คือ ระยะจากจุดศูนย์ถ่วงถึงข้อต่อระหว่างตัวรถกับตัว** load

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 แบบของรถแทรกเตอร์ที่ใช้

SPECIFICATION TABLE

Model	L2050 (4DW)
Engine gross power	18.7 kW (25HP)
PTO power	14.9 kW (20HP)
Model	KUBOTA D1102-AE-2
Type	Vertical, water-cooled 4 cycle diesel
No. of cylinders	3
Bore and stroke	76 x 82 mm (3.0 x 3.2 in)
Total displacement	1115 cm^3 (3.0 x 3.2 in.)
Rated revolution	46.7 r/s (2800 rpm)
Fuel	Diesel fuel No.1 { below - 10° C (14° F) }
	Diesel fuel No.2 { above - 10° C (14° F) }
Starter	Electric starter 12V, 1.0 kW (1.3 HP)
Lubrication	Forced lubrication by trochoidal pump
Battery	12V 75D26L
Fuel tank	29 L (7.7 U.S. gals)
Engine crankcase	6.3 L (6.7 U.S. qts.)
Engine coolant	6 L (6.3 U.S. qts.)
Transmission case	28 L (7.4 U.S. gals.)
Steering gear box	0.21 L (0.22 U.S. qt.)
(Manual steering only)	
Front axle case	6 L (6.3 U.S. qts.)
Tires Front	6.00 - 14
Rear	9.5 - 24
Overall length mm(in)	2640 (103.9)
Overall width mm(in)	1270 (50.0)
Overall height mm(in)	1935 (76.2)
Wheel base mm(in)	1565 (61.6)
Min. ground clearance	311 (12.2)
Treads Front	1010 (39.8)
Rear	1031 (40.6)
Weight kg(lbs)	950 (2094)
Rear PTO	SAE 1 - 3/8 6 - splines (with overrunning clutch)
Revolution	1 speed (9 r/s at 40.5 engine r/s) (540 rpm at 2430 engine rpm)

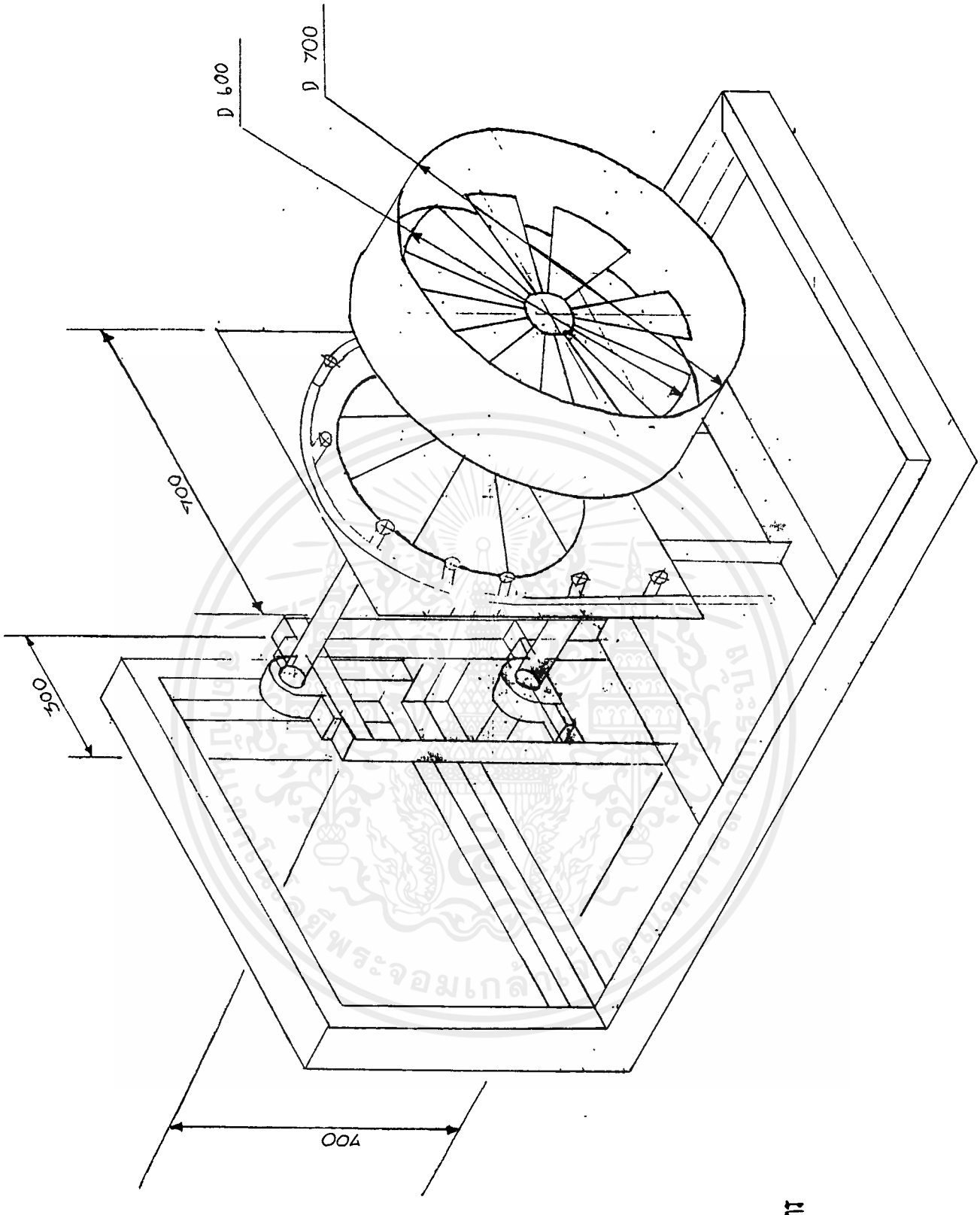
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Clutch	Dry single plate
Steering	Recirculating ball type manual steering
Transmission	Gear shift, 8 forward and 2 reverse
Min. turning radius m(feed)	2.5 (8.2)
Brake	Wet disk type
Differential	Bevel gear

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วย : มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน่วย : มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

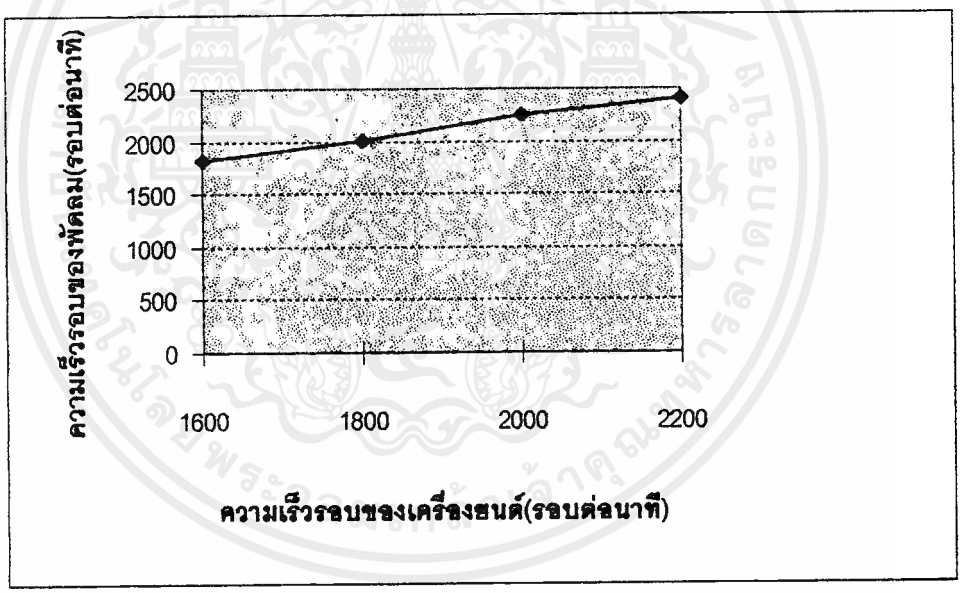
การทดสอบสมรรถนะของเครื่องพ่นหมอก

การทดลองที่ 1

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่มีผลต่อความเร็วรอบของพัดลม

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ความเร็วรอบของพัดลม (รอบต่อนาที)
1600	1832.5
1800	2008.7
2000	2250.0
2200	2412.5

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์กับความเร็วรอบของพัดลม



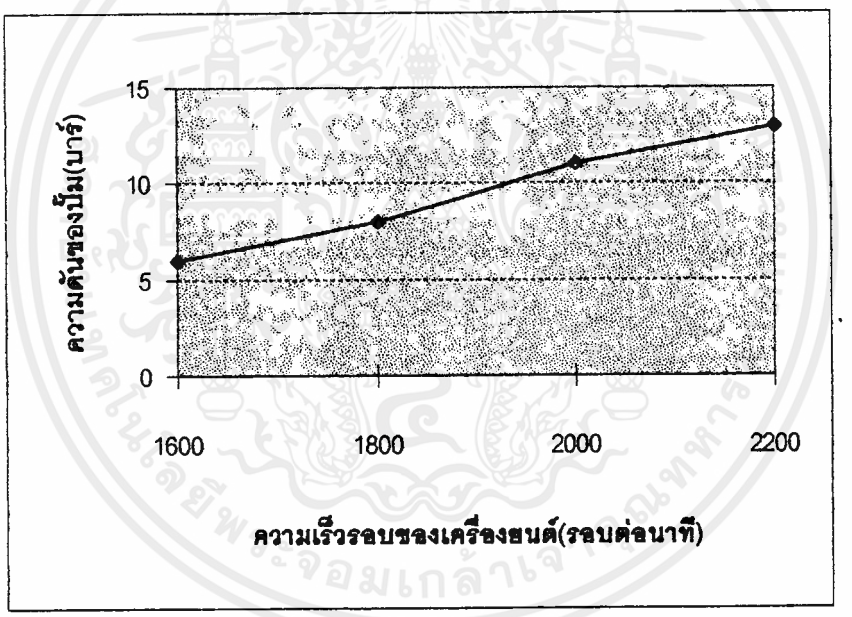
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่มีผลต่อความดันของปั๊ม

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ความดันของปั๊ม(บาร์)
1600	6
1800	8
2000	11
2200	13

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์กับความดันของปั๊ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่มีผลต่อระยะการฉีดพ่นในแนวระดับ

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ระยะการฉีดพ่นในแนวระดับ(เมตร)
1600	3.0
1800	3.5
2000	4.0
2200	4.0

การทดลองที่ 4

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่มีผลต่อระยะการฉีดพ่นในแนวระดับ

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์(รอบต่อนาที)	ระยะการฉีดพ่นในแนวดิ่ง (เมตร)
1600	3.0
1800	3.5
2000	4.0
2200	4.0

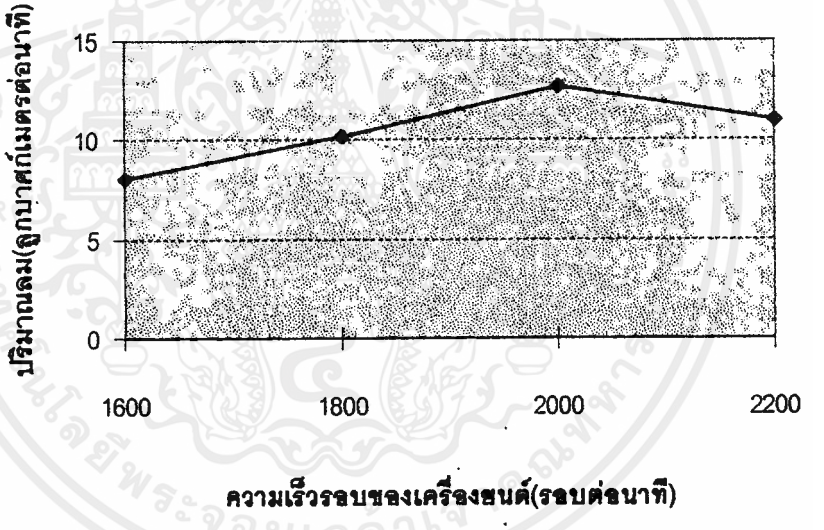
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 5

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่มีผลต่อปริมาณลม

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที)	ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)	ปริมาณลม (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)
1600	9.5	8.06
1800	12	10.18
2000	15	12.72
2200	13	11.01

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์กับปริมาณลม



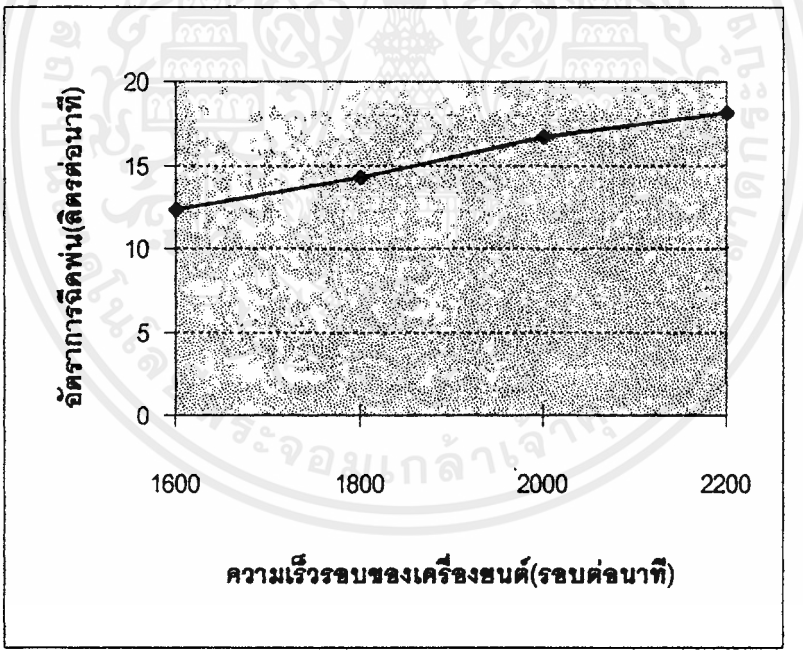
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 6

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่มีผลต่ออัตราการฉีดพ่น

ความดัน(บาร์)	หัวฉีดสีเหลือง (ลิตรต่อนาที)	หัวฉีดสีแดง (ลิตรต่อนาที)	อัตราการฉีดพ่นที่ความดันต่างๆ (ลิตรต่อนาที)
6	3.24	9.12	12.36
8	3.76	10.56	14.32
11	4.384	12.348	16.732
13	4.752	13.404	18.156
รวม	16.136	45.432	61.586

ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของเครื่องยนต์กับอัตราการฉีดพ่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองทดลองจะเห็นว่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะมีผลต่อความเร็วรอบของพีทีโอ ความเร็วรอบพัดลม ความดันของปั๊ม ระยะการฉีดพ่นในแนวระดับและแนวดิ่ง ปริมาณลม และอัตราการฉีดพ่น กล่าวคือ

ถ้าความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพิ่มขึ้นค่าเหล่านี้จะเพิ่มขึ้น ยกเว้น ระยะการฉีดพ่นในแนวระดับและแนวดิ่ง เพราะที่ความเร็วรอบสูงๆ ความดันจะสูงทำให้ละอองน้ำยาที่ออกจากหัวฉีดมีขนาดโมเลกุลเล็กเกินไปเมื่อถูกลมเป่าก็จะฟุ้งกระจายกลายเป็นไอน้ำในอากาศหรือโดนลมพัดปลิวไม่โดนต้นไม้ ดังนั้นความเร็วลมและปริมาณลมที่ถูกเป่าจะมีความสัมพันธ์กับความดันของปั๊มที่ค่าความดันค่าหนึ่ง เพราะฉะนั้นเวลาใช้เครื่องพ่นนี้ก็เลือกใช้ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ใช้งาน

6.2)วิจารณ์ผลการทดลอง

จากทดลองความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความสูงของการฉีดพ่น จะเห็นว่าความสูงของการฉีดพ่นจะมีค่าเพิ่มขึ้นสูงในช่วงความดัน 7-8 bar แต่เมื่อความดันเพิ่มขึ้นความสูงของการฉีดพ่นจะน้อยลง นั่นเป็นผลมาจากเมื่อความดันที่สูงขึ้นนี้จะทำให้น้ำยาที่ฉีดออกมาจากหัวฉีดมีขนาดโมเลกุลเล็กเกินไป ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปได้ไกลทั้งๆ ที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์สูง สิ่งเหล่านี้เป็นการไม่คุ้มค่าในการฉีดพ่น ทำให้ประสิทธิภาพการฉีดพ่นต่ำ เมื่อเทียบกับกำลังที่ต้องเสียไปของเครื่อง รวมทั้งการสึกหรอของเครื่องพ่นหมอกด้วย

ในขณะที่ทำการทดลองนั้นมีลมแรงทำให้มีผลต่อการทดลองได้ กล่าวคือระยะการฉีดพ่นในแนวระดับและแนวดิ่งจะผิดไปจากความเป็นจริง

การทดลองที่ได้เป็นการทดลองบนพื้นถนนคอนกรีต เพราะไม่สามรถหาพื้นที่จริงทดลองได้ และผลการทดลองเป็นการทดลองที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ค่าต่างๆ ที่ความเร็วรถค่าหนึ่ง

6.3)ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ไขปรับปรุง

เครื่องพ่นหมอกที่สร้างขึ้นมานี้มีบบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์นัก กล่าวคือ

- ใบพัดลม ที่จะใช้เป็นตัวเป่าลมใส่ละอองน้ำยาที่ออกมาจากหัวฉีดนั้น ไม่สามารถซื้อได้ตามท้องตลาด จึงได้ทำการสร้างขึ้นมาเอง ซึ่งใบพัดที่สร้างขึ้นมาเองนี้มีลักษณะอ่อนตัวได้ เมื่อหมุนด้วยความเร็วรอบสูง ประสิทธิภาพในการเป่าลมจะลดลงและถ้าใช้ไปนานๆ ใบพัดจะเสียรูปไปจากเดิม ดังนั้นถ้าต้องการใบพัดที่สมบูรณ์แบบก็สามารถสั่งซื้อได้กับบริษัทที่ผลิตโดยเฉพาะ แต่ราคานั้นค่อนข้างจะแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มุมของหัวฉีด ที่ทำกับท่อไม่ดีเมื่อเครื่องพ่นหมอกทำงานละอองน้ำยาก็จะปลิวไปโดนคนขับรถแทรกเตอร์ได้ ควรปรับมุมหัวฉีดให้ฉีดออกไปทางหลังเล็กน้อยหรือทำโครงล้อมรอบหัวฉีดที่สามารถบังคับทิศทางของละอองน้ำยาที่ออกมาจากหัวฉีดได้ เพื่อความปลอดภัยของคนขับ
- ต้องทดสอบถึงความประหยัดด้วยว่าที่ความเร็วใดจึงจะเหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ วัชระ เพิ่มชาติ ที่ได้ให้คำปรึกษา และเป็นที่ปรึกษาโครงงานนี้

ขอขอบคุณ รศ.ดร. มงคล กวางวโรภาส ที่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องพ่นสารเคมีแบบใช้ลมเป่าตามแนวแกน

ขอขอบคุณพี่ๆที่โรงประลองกำลังทุกคน ที่เป็นที่ปรึกษาทางเทคนิค

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่มีส่วนช่วยให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. บริษัท เอ็นแอนอี จำกัด,ระบบท่อวาล์ว ปั๊ม, 2521
2. วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, การออกแบบเครื่องจักรกล, พิมพ์ครั้งที่ 10, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด,2521.
3. สมชัย นรเศรษฐ์โสภณ, กลศาสตร์ของแข็งชั้นสูง, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2521.
4. อำนวย ปั้นงา, เครื่องจักรกลเกษตร, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,2534.
5. J.E. SHIGLEY, "Mechanical Engineering Design", 3rd Ed., Mc Graw-Hill Book Co,1977.
6. ข่าวสารศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ,Volume 9 No.4 July-September 1996.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้