

13:21
25
220

ปัญหาพิเศษปริญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช



T100411

เรื่อง

การสร้างเครื่องสูบน้ำไฮดรอลิคแรงขนาด ๓ นิ้ว
Hydraulic Ram - 3 inches Construction

โดย

นายชัคเจน อูจะรัตน

นายวิสูตร ทิพย์สุข

นายวัณณะ สุวรรณเลิศ

อาจารย์อานวย ไ้นงา ประธานกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์จรัสพันธุ์ ขรรณเสวต กรรมการ

อาจารย์พิชิต กิตติเนนท กรรมการ

ภาควิชารับรองแล้ว

(นางศรีประไพ ชื่นศรี)

พ.พ.

๕๖๔ก

๘๕๒๔

ค. 1

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ 19 เดือน ๕.๕ พ.ศ. 2524

พ.พ.

๕๖๔ก

๘๕๒๔

เลขที่..... 100411

เลขทะเบียน..... 18 JUN 2009

วันเดือนปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

เรื่อง

การสร้างเครื่องสูบน้ำไฮดรอลิคแรมขนาด ๓ นิ้ว

Hydraulic Ram - 3 inches Construction

สภาพท้องถิ่นบางแห่งมีแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์ แต่เกษตรกรไม่สามารถนำน้ำไปใช้ได้ เนื่องจากขาดความรู้ทางเทคนิคใหม่ ๆ ที่เหมาะสม ตลอดจนสภาพพื้นที่ไม่อำนวย เช่น พื้นที่ทำการเกษตรอยู่สูงกวาระดับน้ำ ถ้าต้องการนำน้ำไปใช้ต้องใช้เครื่องสูบน้ำ ปัญหาที่ต้องใช้น้ำมันหรือไฟฟ้า ซึ่งมีราคาแพง เพื่อแก้ไขปัญหานี้จึงควรแนะนำให้ใช้เครื่องสูบน้ำไฮดรอลิคแรม

ชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องสูบน้ำไฮดรอลิคแรม คือ ท่อส่งน้ำเข้าแรม, ตัวแรม, หม้อลม, ท่อส่งน้ำไปใช้งาน, ลิ้นปล่อยน้ำทิ้ง, ลิ้นหม้อลม, ประตูปิด - เปิด สำหรับวงจรการทำงาน เมื่อลิ้นระบายอยู่ในลักษณะเปิด น้ำในท่อส่งจะเริ่มไหลอย่างช้า ๆ และเร็วขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้เกิดแรงดันยก ลิ้นระบายน้ำทิ้งปิดอย่างรวดเร็ว น้ำจะไปดันลิ้นหม้อลมให้เปิด หลังจากนั้นลิ้นหม้อลมจะปิดอย่างรวดเร็ว เนื่องจากน้ำหนักของลิ้นและความดันในหม้อลมเอง แรมจะทำงานครบวงจรเช่นนี้สม่ำเสมอไป

สำหรับการติดตั้งแรม การใช้ท่อส่งน้ำเป็นท่อเหล็กไม่เยี่ยงท่ามุมเกิน ๓๐ องศา ความยาวของท่อไม่เกิน ๕ - ๑๐ เท่าของความสูงระดับน้ำส่งเข้าแรม จากผลการทดลองปรากฏว่า น้ำที่เครื่องสูบน้ำได้ใน ๑ นาทีเท่ากับ ๒๐ ลิตร น้ำเสีย ๑๖๐ ลิตรใน ๑ นาที จำนวนน้ำไหลเข้าเครื่อง ๑๘๐ ลิตรใน ๑ นาที ความสูงของท่อส่ง ๒๐ เมตร และความสูงของน้ำที่ใช้ขับ ๒.๕ เมตร

$$\begin{aligned}\text{ประสิทธิภาพของเครื่อง} &= \frac{\text{จำนวนน้ำที่สูบน้ำได้} + \text{ความสูงของท่อ} + ๑๐๐}{\text{จำนวนน้ำไหลเข้าเครื่อง} + \text{ความสูงของน้ำที่ใช้ขับ}} \\ &= \frac{๒๐ + ๒๐ + ๑๐๐}{๑๘๐ + ๒.๕} \\ &= ๘๘.๘๘ \%\end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองเครื่องสูบน้ำไฮดรอลิคแรมชนาก ๓ นิ้ว จะเห็นว่าจะสูญเสีย น้ำมาก แต่เมื่อมาคำนึงถึงแหล่งน้ำที่มีความขรุขระ ซึ่งมีจำนวนมาก และเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาน้อย จึงสมควรที่จะเผยแพร่ ความรู้อันนี้แก่เกษตรกรและผู้สนใจ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง.....	(๒)
สารบัญตารางแนวก.....	(๓)
สารบัญภาพ.....	(๔)
คำนำและวัตถุประสงค์.....	๑
การตรวจ เอกสาร.....	๒
อุปกรณ์และวิธีการ.....	๖
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล.....	๒๐
สรุปผลการทดลอง.....	๒๒
เอกสารอ้างอิง.....	๒๓
ภาคผนวก.....	๒๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
๑	การตรวจสอบและขอมบำรุงประจำ.....	๑๔
๒	การตรวจสอบหาสาเหตุข้อบกพร่อง.....	๑๕
๓	ค่าใช้จ่าย.....	๑๙
๔	แสดงจำนวนน้ำที่สูญเสียในระดับความสูงต่าง ๆ	๒๕



สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
๑	ตารางเปรียบเทียบ หน่วย อเมริกัน – อังกฤษ – เมตริก ความยาวและระยะทาง.....	๓๒
๒	ตารางเปรียบเทียบหน่วย อเมริกัน – อังกฤษ – เมตริก พื้นที่.....	๓๓
๓	ตารางเปรียบเทียบหน่วย อเมริกัน – อังกฤษ – เมตริก ปริมาตรและความจุ.....	๓๔
๔	ตารางเปรียบเทียบหน่วย อเมริกัน – อังกฤษ – เมตริก น้ำหนัก.....	๓๕

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ ๑	แสดงลักษณะของแรมคันหลัง.....	๒๔
ภาพที่ ๒	แสดงลักษณะของลิ้นระบายน้ำทิ้ง.....	๒๕
ภาพที่ ๓	แสดงลักษณะคานข้างของแรม.....	๒๖
ภาพที่ ๔	แสดงชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแรม.....	๒๗
ภาพที่ ๕	แสดงความสูงของระดับน้ำส่ง ไปใช้งาน.....	๒๘
ภาพที่ ๖	แสดงขณะทำการทดลอง.....	๒๙



การสร้างเครื่องสูบน้ำไฮดรอลิคแรม ขนาด ๓ นิ้ว
Hydraulic Ram - 3 inches Construction

คำนำและวัตถุประสงค์

คำนำ

ไฮดรอลิคแรมหรือมอเตอร์แรมหรือเครื่องตะบันน้ำ คือปั๊มน้ำที่สามารถส่งน้ำขึ้นไปยังระดับที่สูงกว่า โดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์เป็นต้นกำลังให้ทำงาน แรมจะทำงานด้วยพลังงานธรรมชาติ คือพลังงานของน้ำที่ส่งเข้าโดยอาศัยพลังงานจากน้ำไหลหรือน้ำตก ซึ่งจะทำงานโดยอัตโนมัติ ด้วยแรงกระแทกของน้ำตกหรือน้ำไหลตลอด ๒๔ ชั่วโมง ซึ่งไม่ต้องใช้เครื่องยนต์, น้ำมันเชื้อเพลิงและค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาต่ำ เหมาะอย่างยิ่งในภาวะการณปัจจุบัน

แรมเริ่มมีใช้ทั่วไปในทวีปยุโรป อเมริกาและเอเชียมาแล้วเกือบศตวรรษ แต่ก็ไม่ค่อยนิยมแพร่หลาย เนื่องจากข้อจำกัดเกี่ยวกับสถานที่ติดตั้ง, หาซื้อได้ยาก, ประสิทธิภาพการทำงานต่ำกว่าเครื่องสูบน้ำแบบใช้เครื่องยนต์ แต่อย่างไรก็ตามในภาวะการณปัจจุบัน แรมยังมีประโยชน์และเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในท้องที่ หรือสถานที่ที่เหมาะสมในประเทศไทย เพราะแรมทำงานด้วยพลังงานธรรมชาติ จึงไม่มีค่าใช้จ่ายในการทำงาน เช่นเครื่องปั๊มน้ำที่ใช้น้ำมันหรือไฟฟ้าและเครื่องยนต์ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงและมีแนวโน้มว่าจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ

วัตถุประสงค์

๑. เพื่อสามารถสร้างเครื่องสูบน้ำไฮดรอลิคแรม ขนาด ๓ นิ้ว ได้
๒. สามารถซ่อมบำรุงหรือแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องสูบน้ำไฮดรอลิคแรม ขนาด ๓ นิ้ว ได้
๓. เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเป็นลิตรต่อนาที, ลูกบาศก์ เมตรต่อวัน
๔. สามารถส่งเสริมหรือให้คำแนะนำแก่เกษตรกรหรือผู้สนใจ

การตรวจเอกสาร

๑. เมื่อพูดถึงไฮดรอลิกแรม (Hydraulic Ram) คนส่วนมากจะเข้าใจทันทีว่า มันคือเครื่องสูบน้ำที่สามารถทำงานด้วยพลังงานของตนเอง นักวิชาการบางคนเรียกสิ่งประดิษฐ์นี้ว่า "เครื่องสูบน้ำพลังน้ำ" หมายถึงเครื่องสูบน้ำที่ทำงานด้วยตนเองไม่ต้องอาศัยแหล่งกำลังงานจากที่อื่น เช่น เครื่องยนต์ มอเตอร์ หรือเครื่องจักรไอน้ำ เข้ามาเป็นตัวให้กำลังงานแก่เครื่องสูบน้ำนี้เลย เรื่องของไฮดรอลิกแรมนั้นไม่ใช่ของใหม่ที่จริงแล้วหลักการของมันเป็นหลักการเกี่ยวกับ Water hammer มีผู้พบหลักการนี้มาตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๗๗๒ คือประมาณ ๒๐๐ ปีมาแล้ว ผู้คนพบคือ ช่างประปาของโรงพยาบาลในเมือง Bristol ประเทศอังกฤษ ต่อมาปี ค.ศ. ๑๘๕๖ ดร.มียาซาวา ได้สร้างเครื่องสูบน้ำพลังน้ำขึ้น โดยเอาหลักการนี้ไปใช้เป็นผลสำเร็จ แต่ไม่นิยม เพราะมีประสิทธิภาพต่ำ แต่ในอนาคตไฮดรอลิกแรมอาจมีประโยชน์มากก็ได้ ถ้าน้ำมันเชื้อเพลิงราคาสูงขึ้น

หลักการของไฮดรอลิกแรม คือการนำเอาหลักการของ Water hammer มาใช้ให้เป็นประโยชน์ ประสิทธิภาพการทำงานของไฮดรอลิกแรมต่ำมาก เพราะได้น้ำออกมาน้อย เมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าเครื่อง เพราะน้ำที่ไหลเข้านั้นสูญเสียไปมากกับการไหลออกทางคานหลังที่เรียกว่า tail water นอกจากนั้นน้ำที่ไหลเข้านั้นยังไหลช้าเป็นช่วง ๆ ตามจังหวะการเปิดปิดของลิ้น ไม่สม่ำเสมอเหมือนเครื่องสูบน้ำทั่วไป ถ้าเอาเครื่องสูบน้ำไฮดรอลิกแรมกับเครื่องสูบน้ำชนิดอื่นมาเปรียบเทียบกัน แรมจะแพ้อย่างหลอกลุย แต่หาพูดถึงการใช้ประโยชน์ในที่ไม่มีกระแสไฟ หรือภาวะการฉ่ำน้ำมากเกินไป จะเห็นว่าแรมคล่องตัวและประหยัดกว่า ไม่คงดูแลรักษามาก ราคาก็ไม่แพงมากนัก เมื่อคิดถึงระยะเวลาในการใช้งานอันยาวนาน (๕. หน้า ๕๔-๖๒)

๒. กองบริการอุตสาหกรรมภาคเหนือได้สร้าง "แรม" (ไฮดรอลิกแรม เรียกสั้น ๆ ว่า แรม) ขนาดเล็กเครื่องแรกปี พ.ศ. ๒๕๑๖ และทดลองติดตั้งใช้งานที่ไร่ภูเขานิเขต อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ พ.ศ. ๒๕๑๘ ทำการปรับปรุงและสร้างอีก ๑ เครื่อง ได้ทำการทดลองระยะสั้น ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ และปรากฏว่าแรมเครื่องใหม่มีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องแรกด้วย ขณะนี้แรมเครื่องนี้สามารถที่จะนำไปทดลองและสาธิต แสดงวิธีการทำงานได้ (๒. หน้า ๕)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๓. ไฮโดรลิกแรมเหมาะกับภูมิประเทศที่มีธารน้ำไหลผ่านตลอดปี เช่นน้ำตก แก่ง ถ้าเป็นธารน้ำไหลเล็ก ๆ อาจต้องทำฝายกั้นน้ำ เพื่อให้หน้ามีความตาระดับระหว่างหน้าฝายกับหลังฝาย เมื่อมีระดับน้ำไหล จึงใช้ท่อรับน้ำให้ไหลเข้าไปยังตัวไฮโดรลิกแรม (๔. หน้า ๒๕)

๔. ภูมิประเทศที่เหมาะสมกับการใช้ไฮโดรลิกแรม คือที่ที่มีความลาดชันพอสมควร หรือแถบภูเขา (๓. หน้า ๔๓)

๕. สำหรับทางเหนือ นับว่ามีภูมิประเทศเหมาะสมกับการติดตั้งและใช้งานไฮโดรลิกแรม เพราะพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นที่สูง – ต่ำ และมีแม่น้ำลำธารอยู่โดยทั่ว ๆ ไป เหมาะที่จะทำการติดตั้งแรม เพื่อปั๊มน้ำขึ้นไปใช้ประโยชน์ ไม่ว่าจะเป็นน้ำใช้ทำไร่ ทำสวน เพาะปลูกพืชผัก ผลไม้ได้เป็นอย่างดี (๒. หน้า ๕)

๖. การหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องไฮโดรลิกแรม
- ถ้าให้ w เป็นน้ำหนักที่ไหล/นาที (เข้าไปในท่อขับ)
 w เป็นน้ำหนักน้ำที่ไหลออกจากท่อส่งใน ๑ นาที
 H เป็นระดับความสูงของน้ำที่ใช้ขับ (Supply head)
 h เป็นระดับความสูงที่ส่งน้ำขึ้นไป

ถ้าไม่มีการสูญเสียของพลังงานเลย พลังงานเข้าต้องเท่ากับพลังงานออก $WH = wh$ แต่เนื่องจากการสูญเสียพลังงานเนื่องจากความฝืดภายในท่อนั้นคือ wh น้อยกว่า WH

$$\text{ประสิทธิภาพการทำงานของแรม (E)} = \frac{wh}{WH} \times 100 \% \quad (๑. หน้า ๓)$$

๗. การคำนวณหาปริมาณน้ำที่เครื่องไฮโดรลิกแรมสูบได้ เครื่องไฮโดรลิกแรมจะสูบน้ำได้มากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้คือ

- ปริมาณน้ำที่ไหลในท่อขับ
- ระดับความสูงของน้ำที่ใช้ขับ
- ระดับความสูงที่ต้องการส่งน้ำขึ้นไป
- ประสิทธิภาพของเครื่อง

กำหนดให้

q เป็นปริมาณน้ำที่เครื่องสามารถส่งน้ำขึ้นไปได้ คิดเป็นแกลลอน/นาที

Q เป็นปริมาณน้ำที่ไหลเข้าท่อขับ แกลลอน/นาที

H เป็นความสูงของระดับน้ำที่ไ้ขับ (ฟุต)

h เป็นความสูงในแนวตั้งที่ต้องการส่งน้ำขึ้นไป (ฟุต)

E เป็นประสิทธิภาพของเครื่อง (%)

จะสามารถคำนวณปริมาณน้ำที่สูบได้ตามสมการดังต่อไปนี้ คือ

$$q = \frac{QH}{hE} \quad (๓. หน้า ๔๕)$$

๔. สภาพการณ์ที่จำเป็นในการติดตั้งไฮดรอลิกแรม

๑. แหล่งน้ำจะต้องมีน้ำไหลผ่านอย่างน้อย ๐.๕ แกลลอน/นาที และระดับความสูงของน้ำที่ไ้ขับไม่น้อยกว่า ๓ ฟุต ในทางปฏิบัติแรมขนาดเล็กต้องการระดับ ๐.๕ - ๔ เมตร ขนาดใหญ่ ๑ - ๔ เมตร

๒. ความยาวของท่อขับอยู่ระหว่าง ๕ - ๑๐ เทา ของความสูงของระดับน้ำที่ไ้ขับ ท่อห้ามุมไม่เกิน ๓๐ องศา

๓. ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อส่ง ควร เป็นครึ่งหนึ่งของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อขับ

๔. ควรหลีกเลี่ยงการคดท่อ เป็นมุมฉาก หรือเป็นมุมหักมาก ๆ เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน เนื่องจากความฝืดในท่อ

๕. ที่ปากท่อขับควรติดตะแกรงกันเศษสิ่งสกปรกไหลตามน้ำเข้าไปในท่อ

๖. ต้องมีการระบายน้ำทิ้งออกจากบริเวณที่ล้นปล่อยน้ำทิ้ง ปล่อยน้ำออก (๓. หน้า

๔๕ - ๔๖)

๕. การหาความดัน

การหาความดันในระบบเครื่องสูบน้ำ โดยทั่ว ๆ ไปมีหลักในการหาดังนี้

๑. ความสูงของน้ำ • ฟุต เทากับความดัน ๐.๔๓๔ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือความสูงของน้ำ ๒.๓๑ ฟุต เทากับความดัน ๑ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

๒. สมการของเบอร์นูลลี (Bernoulli's Equation) การหาความดันในระบบการให้น้ำหรือการสูบน้ำ นอกจากจะใช้หลักการง่าย ๆ ตามข้อ ๑ แล้ว ยังใช้สมการของเบอร์นูลลี ซึ่งเป็นวิธีการหาความดันที่ละเอียดดียิ่งขึ้น

31 ส.ค. 2524

$$H_t = \frac{P}{W} + h + \frac{V^2}{2g}$$

H_t = ความสูงของน้ำ (total head) - ฟุต

P = ความดันของน้ำ - ปอนด์ต่อตารางฟุต

W = น้ำหนักของน้ำ - ๖๒.๔ ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต

h = ความสูงของถังน้ำ - ฟุต

V = ความเร็วของน้ำ - ฟุตต่อวินาที

g = แรงโน้มถ่วง - ๓๒.๒ ฟุตต่อวินาที^๒

เมื่อทราบค่าความสูงของน้ำ (total head) แล้วถ้าต้องการทราบความดันให้นำไปคูณ

กับ ๐.๔๓๔ (๖.)

พียงสมเจ
คณะเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขทะเบียน.....
เลขหมู่.....

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

๑. เหล็กฉาก ๓ นิ้ว ขนาด $๒๕๐ \times ๑๖๐ \times ๖$ มิลลิเมตร
๒. เหล็กแผ่นขนาด $๓๕๒ \times ๙๐ \times ๖$ มิลลิเมตร
๓. เหล็กแผ่นขนาด $๓๘๖ \times ๙๐ \times ๖$ มิลลิเมตร
๔. เหล็กแผ่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๒๕×๑๐ มิลลิเมตร
๕. เหล็กแผ่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๒๕×๑๒ มิลลิเมตร
๖. สกรูเหล็กเหนียวขนาด M ๑๐ $\times$ ๓๕ มิลลิเมตร
๗. เหล็กเหนียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔๐×๒๕ มิลลิเมตร
๘. สกรูเหล็กเหนียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางกว้าง ๑๐×๑๐ มิลลิเมตร
๙. เหล็กแผ่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๒๘×๑๒ มิลลิเมตร
๑๐. เหล็กเหนียวขนาด M ๑๐ (MT)
๑๑. ทองเหลืองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๘×๒๔ มิลลิเมตร
๑๒. เหล็กเหนียวขนาด M ๑๒×๑๓๐ มิลลิเมตร
๑๓. ท่อประปา ๑ นิ้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๕ (๑ นิ้ว) $\times$ ๕๐ มิลลิเมตร
๑๔. ท่อประปา ๖ นิ้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖ นิ้ว $\times$ ๔๔๐ มิลลิเมตร
๑๕. ข้อลดประปา ๖ นิ้ว เหลือ ๓ นิ้ว
๑๖. ข้อลดหกเหลี่ยม ๖ นิ้ว เหลือ ๓ นิ้ว ปลักอกหกเหลี่ยม ๓ นิ้ว
๑๗. ข้อทอ ๓ ทาง ๑ นิ้ว
๑๘. ทองเหลืองวาล์ว ๑ นิ้ว
๑๙. ทองเหลืองแผ่นขนาด $๒๔๖ \times ๑๖๖ \times ๑๐$ มิลลิเมตร
๒๐. ยางแข็ง $๑๒๘ \times ๙๖ \times ๑๒$ มิลลิเมตร
๒๑. เหล็กแผ่นขนาด $๙๐ \times ๙๕ \times ๖$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๒๒. สกรูเหล็กเหนียว M ๑๐ + ๔๐ มิลลิเมตร
๒๓. สกรูเหล็กเหนียว M ๑๐ + ๔๐ มิลลิเมตร
๒๔. แหวนแป้น $\frac{2}{3}$ นิ้ว ขนาด OD ๓๐ - ID ๑๓
๒๕. ยางแข็งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔๐ + ๑๒ มิลลิเมตร
๒๖. เหล็กสปริง OD ๒๐ - ID ๑๕
๒๗. ยางปะเก็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๒๕ + ๓ มิลลิเมตร
๒๘. เหล็กเหนียวขนาด OD ๕๕ - ID ๑๓ + ๓ มิลลิเมตร
๒๙. เหล็กเหนียวขนาด OD ๓๐ - ID ๑๓ + ๒ มิลลิเมตร
๓๐. เหล็กเหนียวขนาด M ๑๒ (NUT)
๓๑. เหล็กเหนียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓ + ๓๐ มิลลิเมตร
๓๒. เหล็กแผ่นขนาด ๑๓๔ + ๕๐ + ๖ มิลลิเมตร
๓๓. เหล็กแผ่นขนาด ๑๕๖ + ๙๖ + ๑๒ มิลลิเมตร
๓๔. สลักเหล็กเหนียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖ + ๒๕ มิลลิเมตร
๓๕. เหล็กเหนียวขนาด ๓๒ + ๒๔ + ๑๔ มิลลิเมตร
๓๖. สกรูเหล็กเหนียวขนาด M ๑๐ + ๓๐ มิลลิเมตร
๓๗. ยางปะเก็นขนาด ๒๔๖ + ๑๖๖ + ๓ มิลลิเมตร
๓๘. เหล็กแผ่นขนาด ๕๕๔ + ๑๒๓ + ๖ มิลลิเมตร
๓๙. ท่อประปา ๔ เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง ๓ นิ้ว
๔๐. สายไนลอนขาว
๔๑. หน้าแปลน ๓ นิ้ว
๔๒. ขอคอกรง ๓ นิ้ว

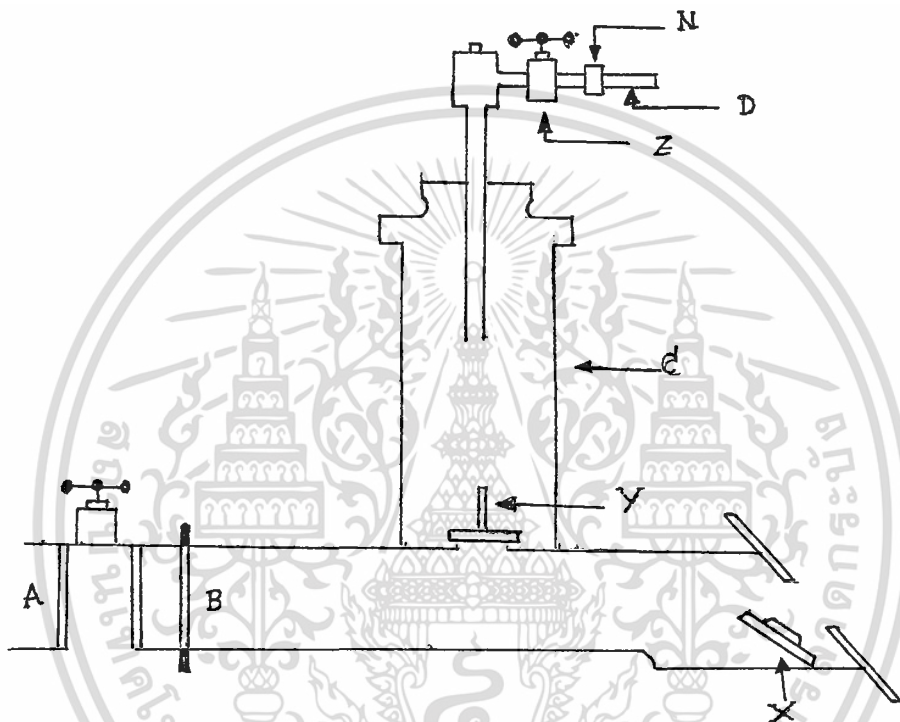
วิธีการ

๑. วิธีการสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการสร้าง

แบบแผนที่แนบท้ายเล่มนี้ ประกอบด้วยภาพตัดของตัวแรม แสดงให้เห็นถึงชั้นส่วนประกอบ
ทุกชั้นของแรม รายละเอียดวัสดุของชั้นส่วน และแบบขยายของชั้นส่วนทุก ๆ ชั้น
ชั้นส่วนประกอบที่สำคัญ



A = ท่อส่งน้ำเข้าแรม

B = ตัวแรม

C = หม้อลม

D = ท่อส่งน้ำไปใช้งาน

X = ลิ้นปล่อยน้ำทิ้ง

Y = ลิ้นหม้อลม

Z = ประตูปิด-เปิดส่งน้ำไปใช้งาน

N = ยูเนียน

M = ประตูปิด-เปิดน้ำจากแหล่งน้ำ

๒. การตรวจสอบก่อนการประกอบ

- ตรวจสอบรอยรั่วของหม้อลม เพื่อแก้ไขก่อนประกอบ กระทำได้ ๒ วิธี คือ

๑. โดยการปิดประตูปิด-เปิดน้ำ (Z) ให้สนิท ทดสอบว่าหม้อลมและกดลงในน้ำให้ตัว

หม้อลมจมนิด แล้วตรวจสอบรอยรั่วจากฟองอากาศ หากมีฟองอากาศผุดขึ้นมา แสดงว่ามีรูรั่วหรือซึม

๒. หายหม้อลมขึ้น ปิดประตูปิด-เปิดน้ำ (Z) ให้สนิท เอาน้ำใส่ในหม้อลมซึ่งหางอยู่จนเกือบเต็ม ถ้ามีน้ำซึมออกมาด้านนอกจุกใด แสดงว่าหม้อลมรั่วที่จุดนั้น สำหรับขอบฝาหม้อลม ซึ่งจะยึดติดกับตัวแรม ตรวจสอบรอยรั่วของรอยเชื่อมได้ด้วยตาหรือใช้ลมเป่า หากพบรูรั่วหรือรอยซึมให้จัดการแก้ไขก่อนที่จะประกอบ

๓. การติดตั้ง และเทคนิคการติดตั้ง

- การติดตั้ง ลำธารน้ำตามหุบเขาที่สามารถกันเป็นฝายน้ำล้นได้ เหมาะแก่การติดตั้งมาก เนื่องจากลำธารตามหุบเขาจะมีลักษณะไหลลงตามแนวลำธารชันกว่าลำธารในที่ลุ่ม การเลือกตำแหน่งที่วางตั้งแรมจึงง่าย ลำธารตามหุบเขาสามารถติดตั้งได้ก็เช่นเดียวกัน หากสามารถกันเป็นฝายได้โดยไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากนัก แต่ลำธารจะต้องมีความลึกพอสมควร จึงจะทำให้มีระดับน้ำส่งเข้าเครื่องพอกที่จะทำให้แรมทำงานได้ ถ้าหากเข้าใจการทำงานของแรมดีพอ จะช่วยให้สามารถพิจารณาได้ว่าสถานที่ใดเหมาะกับการติดตั้งบ้างพอสมควร

- เทคนิคการติดตั้ง

ก. ระบบส่งน้ำเข้าแรม

๑. ท่อส่งน้ำเข้าแรม ควรเป็นท่อเหล็ก สวมยึดข้อต่อให้แน่นไม่ให้รั่วซึมพยายามหาตำแหน่งติดตั้งให้ท่อส่งน้ำเข้าแรมเป็นแนวตรงเข้าตัวแรม
๒. ปากท่อนำน้ำเพื่อส่งเข้าแรมควรอยู่ลึกกว่าระดับผิวน้ำอย่างน้อย ๓๐ เซนติเมตร
๓. ความยาวของท่อส่งน้ำเข้าแรม ไม่ควรน้อยกว่า ๕ และไม่เกิน ๑๐ เท่าของความสูงระดับน้ำส่งเข้าแรม
๔. ท่อส่งน้ำเข้าแรมในขวงใด ๆ ไม่ควรเอียงทำมุมกับแนวระดับเกิน ๓๐ องศา
๕. กักหรือกันเศษวัสดุที่ลอยน้ำ ไม่ให้ปิดปากท่อ หรือไหลเข้าท่อส่งน้ำเข้าแรม เช่น ทำตะแกรงกันวัสดุเหล่านั้น

๖. หากระยะจากแหล่งน้ำส่งเข้าแรมถึงตัวแรมไกลมากควรมีท่อเปิดหรือบ่อดักน้ำ เพื่อให้ความยาวช่วงจากท่อเปิดหรือจากบ่อดักถึงตัวแรมอยู่ระหว่าง ๕ ถึง ๑๐ เท่า ของความสูงระดับน้ำส่งเข้าแรม ท่อส่งน้ำช่วงแรกคือ จากแหล่งน้ำถึงท่อเปิดหรือบ่อดัก ต้องมีขนาดใหญ่กว่าท่อส่งช่วงหลัง ท่อเปิดใช้ขนาดเท่าท่อส่งช่วงแรก บ่อดักควรมีขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลาง ๔๐ - ๑๐๐ เซนติเมตร
๗. ควรมีประตูปิด-เปิดน้ำส่งเข้าแรมใกล้ตัวแรม เพื่อความสะดวกในการหยุดการทำงาน ของแรมและการซ่อมบำรุงหรือตรวจสอบ

ข. ตัวแรม

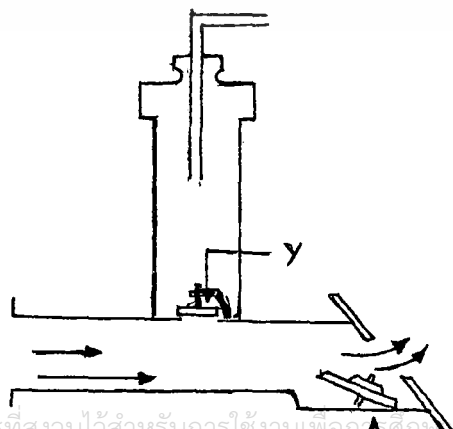
๑. ยึดตัวแรมให้แน่น
๒. ติดตั้งแรมในตำแหน่งที่สามารถระบายน้ำทิ้งจากแรม ไม่ให้ท่วมของระบายน้ำทิ้ง ทั้งนี้เนื่องจากแรมไม่สามารถทำงานได้หากมีน้ำท่วมของระบายน้ำทิ้ง

ค. ระบบส่งน้ำไปใช้งาน

๑. ท่อส่งน้ำไปใช้งานควร เป็นท่อเหล็ก
๒. มีข้อต่อท่อ (ยูเนียน) และประตูปิด-เปิดน้ำที่จะส่งไปใช้งานใกล้แรม
๓. เดินท่อส่งน้ำไปใช้งานให้สั้นและตรงที่สุด เพราะประสิทธิภาพแรมจะลดลงเล็กน้อยต่อทุก ๆ ช่วง และความยาวท่อส่งน้ำที่เพิ่มขึ้น
๔. ควรมีบ่อดักหรือถังพักน้ำ สำหรับเก็บสะสมน้ำที่ส่งมาจากแรม แล้วท่อท่อส่งน้ำจากถังพักนี้ไปจุดต่าง ๆ ที่จะใช้งาน

๔. หลักการทำงาน

รูปที่ ๕

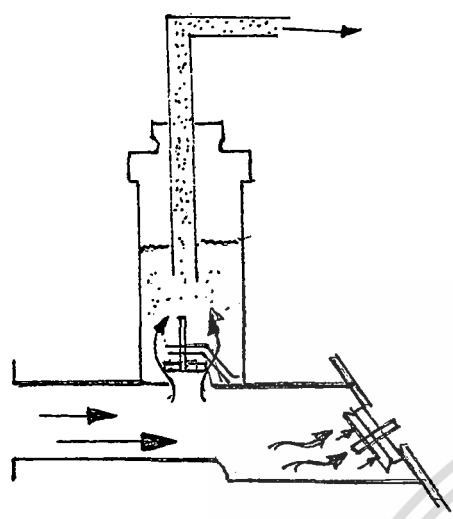


ในขณะที่แรมทำงาน จะเห็นลิ้น x ปิดและเปิดอย่างสม่ำเสมอ ระหว่าง ๒๐ - ๖๐ ครั้ง/นาที ช่วงที่ลิ้น x เปิดครั้งหนึ่งครั้งใดกับครั้งถัดไป เป็นการครบวงจรการทำงาน ของแรม วงจรการทำงานของแรมมีดังนี้

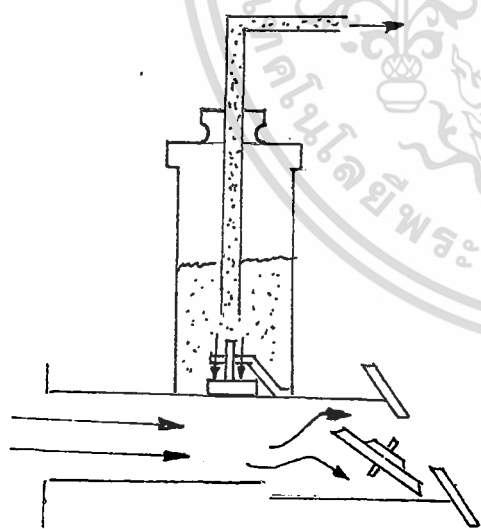
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๕. วงจรการทำงาน

เริ่มต้นวงจรการทำงานขณะที่ลิ้น x อยู่ในลักษณะเปิด น้ำในท่อส่งน้ำเข้าแรมเริ่มไหลผ่านช่องทางของน้ำทั้งอย่างช้า ๆ แล้วค่อย ๆ เร็วขึ้น (รูปที่ ๕) ความเร็วของน้ำหนักทำให้เกิดแรงดันยกลิ้น x เปิดอย่างเร็ว น้ำที่ไหลมาโดยเร็ว เมื่อถูกปิดกั้นทางออกจะไปดันลิ้น y ให้เปิด น้ำจะไหลเข้าไปในหม้อลมไคบางส่วน (รูปที่ ๖) หลังจากนั้นลิ้น y จะปิดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากน้ำหนักของลิ้น y เองและความดันในหม้อลมไคขณะที่ลิ้น y ปิดลงนี้จะกระแทกและดันน้ำในตัวแรมย้อนกลับไปทางท่อส่งน้ำเข้าแรม (A) ทำให้ความดันในตัวแรมลดลงมีผลทำให้ลิ้น x ปิดในลักษณะเดียวกันกับตอนเริ่มต้น ซึ่งเป็นการครบวงจรการทำงานของแรม และแรมจะทำงานครบวงจรเช่นนี้อีกสม่ำเสมอตลอดไป



รูปที่ ๖



รูปที่ ๗

๖. การเริ่มงานของไฮดรอลิคแรม

๑. ก่อนเปิดประตูน้ำที่ส่งน้ำเข้า ยกลิ้นระบายน้ำให้ปิดสนิทไม่เต็มทอ ลิ้นระบายน้ำจะปิดแล้วไม่เปิด ทั้งนี้เพราะน้ำที่ไหลในท่อ ๓ นิ้ว เมื่อถูกบังคับให้ไหลผ่านช่องที่เล็กกว่า ท่อส่งจะเพิ่มความดันขึ้นภายในไฮดรอลิคแรม และไฮดรอลิคแรมจะไม่ทำงาน เมื่อเปิดประตู

น้ำเต็มที่แล้ว ให้กลั่นระบายน้ำ (ลิ้น x) ลงในแนวนอนประมาณ ๕ วินาที เพื่อให้หน้าที่ไหลผ่านตัวไฮโดรลิกแรมไหลเร็วขึ้น ทั้งนี้เพื่อต้องการยกลิ้นระบายน้ำขึ้นมาปิดเอง หลังจากนั้นไฮโดรลิกแรมจะเริ่มทำงานของมันเองโดยอัตโนมัติ

๒. การเริ่มทำงานของไฮโดรลิกแรมครั้งแรก ต้องให้ลิ้นระบายน้ำปิดขึ้น ๑๐ ครั้งเสียก่อน จึงเปิดประตูน้ำออก (ประตู z) ทั้งนี้เพราะในระยะแรกห้องลิ้นน้ำออก (หม้อลม) ยังไม่มีน้ำ จึงควรปล่อยให้ลิ้นระบายน้ำทำงาน ๑๐ ครั้ง เพื่อให้มีจำนวนน้ำเพียงพอในการช่วยสปริง กลั่นน้ำออก (ลิ้นสปริงหรือลิ้น y) ให้ปิดสนิท แลดูว่ามีน้ำอยู่ในห้องลิ้นน้ำออกอยู่แล้ว เราก็ปล่อยให้ลิ้นระบายน้ำทำงานเพียง ๑ - ๓ ครั้งก็พอ เสร็จแล้วก็เปิดประตูน้ำออกได้ทันที แลดูปล่อยให้ลิ้นระบายน้ำทำงานมากกว่านี้ จะทำให้ลิ้นน้ำออกมีจำนวนน้ำมากเกินไป ซึ่งสังเกตได้จากตัวไฮโดรลิกแรมสั่นสะเทือน มีเสียงก้องตามแนวท่อส่งน้ำมาก น้ำดีคุดออกทางปะเก็น

๓. การทำให้แรมหยุดทำงาน

การทำให้แรมหยุดทำงานทำได้โดย

๓.๖.๓.๑ ปิดประตูน้ำออก

๓.๖.๓.๒ ปิดลิ้นระบายน้ำออก

๓.๖.๓.๓ ปิดประตูน้ำเข้า

๔. การปรับแต่งลิ้นของหม้อลม

หากความสูงของระดับน้ำที่จะส่งขึ้นไปใช้งานน้อยกว่า ๑๕ เมตร ให้ใช้สปริงกันกระแทกลิ้นหม้อลม (หมายเลข ๒๕) สั้นกว่าที่กำหนดเอาไว้ตามแบบ โดยใช้สปริงยาว ๑.๕ เซนติเมตร (ตามแบบกำหนดไว้ ๓ เซนติเมตร)

๕. ประโยชน์

๑. แนะนำและส่งเสริม เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับไฮโดรลิกแรมไปสู่เกษตรกร และผู้สนใจ
๒. สามารถนำเอาน้ำที่เก็บเอาไว้ไปใช้ในการ เกษตรและบ้านเรือน
๓. ทุนค่าใช้จ่าย เนื่องจากเครื่องสูบน้ำไฮโดรลิกแรม ไม่ต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิง และไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๔. เสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาและตรวจสอบบำรุงน้อย

๕. การตรวจสอบและการซ่อมบำรุง

๑. การตรวจสอบและการซ่อมบำรุงประจำ

การตรวจสอบประจำหมายถึง การตรวจสอบเป็นระยะ ๆ อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งระยะเวลาในการตรวจสอบจะเร็วหรือช้า ผู้ใช้ต้องกำหนดเอง เพราะการใช้งานของแรมแต่ละตัวไม่เหมือนกัน บางตัวอาจใช้งานเพียงวันละ ชั่วโมง บางตัวอาจใช้ตลอดวันตลอดคืน ตัวที่ใช้งานหนักควรตรวจสอบให้บ่อยกว่าแนวทางในการตรวจสอบ



ตารางที่ ๑ การตรวจสอบและซ่อมบำรุงประจำ

ระยะเวลาตรวจสอบ	จุดที่ตรวจสอบ	วิธีตรวจ	วิธีซ่อมบำรุงและแก้ไข
เริ่มใช้แรม	๑. ท่อน้ำและชอค ทั้งหมด	สังเกตด้วยตาเปล่า	เชื่อมต่อหรือขันเกลียวข้อ คอให้แน่น
	๒. ตัวแรม	สังเกตด้วยตาเปล่า	เชื่อมต่อหรือ เปลี่ยนปะเก็น
	๓. หม้อลม	ใช้น้ำสบู่วาดให้ทั่วหม้อลม โดยเฉพาะบริเวณรอย ต่อเกลียวด้านบนของ หม้อ หากมีน้ำจะเกิด ฟองสบู่	เชื่อมต่อหรือขันเกลียวโดย ใช้เชือก, เศษผ้า ส พลาสติกหาก่อนขัน เกลียว
เดือนละครั้ง	๑. ท่อน้ำและชอคทั้ง หมด		
	๒. ตัวแรม		
	๓. หม้อลม		
	๔. ปะเก็นยางที่ลิ้น หม้อลมและลิ้น ปล่อยน้ำทั้ง	เช็กละเอียดกับระยะ เริ่มใช้แรม ถอดแบบมาตรวจสอบ	เช็กละเอียดกับระยะ เริ่มใช้แรม หากชำรุดหรือฉีกขาด ทำให้รั่วหรือซึมได้ให้ เปลี่ยนใหม่ โดยใช้แผ่น ยางที่เหนียวและทน แรงกระแทก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๒ การตรวจสอบหาสาเหตุของข้อบกพร่อง

ลักษณะข้อบกพร่อง	จุดที่ตรวจเช็คและสาเหตุ
๑. แรมทำงานแต่ไม่สามารถส่งน้ำขึ้นไปได้	๑. ตรวจสอบระดับน้ำที่ปากท่อน้ำส่งเข้าแรม หากระดับต่ำลงมาถึงปากท่อน้ำ แรมอาจไม่สามารถส่งน้ำขึ้นไปได้ แสดงว่าอัตราน้ำที่จะส่งเข้าแรมน้อยเกินไป ต้องรอให้ระดับน้ำสูงขึ้น ๒. ตรวจสอบท่อน้ำไปใช้งาน อาจแตกหรือรั่ว ๓. ปะเก็นล้นหม้อลมอาจชำรุด
๒. ล้นปล่อยน้ำทิ้งไม่ทำงานหรือทำงานไม่นานก็หยุด	๑. ความสูงระดับน้ำส่งเข้าแรมอาจลดต่ำลง จนแรมไม่สามารถทำงานได้ ๒. อาจมีเศษไม้หรือทรายที่ไหลมากับน้ำคั้นไม่ให้ล้นปล่อยน้ำทิ้งตกลงได้ หรือสลักล้นหักค้ำงัดกันอยู่ ๓. หากล้นปล่อยน้ำทิ้งปกติ ถอดหม้อลมออกตรวจ เช็คล้นหม้อลม ปะเก็นยางอาจชำรุด หรือล้นหม้อลมค้ำง ๔. หากล้นทั้งสองปกติ ให้ตรวจสอบรอยรั่วของหม้อลมก่อนประกอบหม้อลม ๕. หากไม่พบอาการผิดปกติดังกล่าว ให้เปลี่ยนสปริงกันกระแทกล้นหม้อลมให้ล้นลงอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๑๐. ความปลอดภัยในการใช้

เนื่องจากเครื่องไฮโดรลิกแรมที่สร้างขึ้น ไม่ทรงแทนน้ำมันเชื้อเพลิง, ไฟฟ้า ซึ่ง
เครื่องสูบน้ำที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอาจก่อให้เกิด

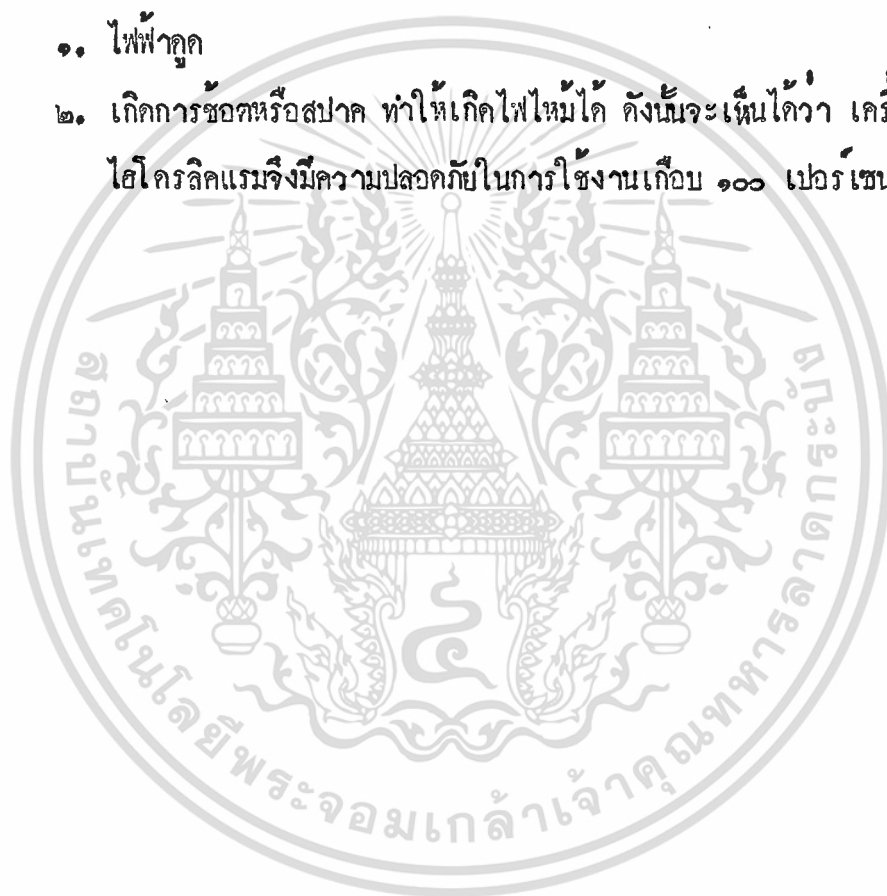
๑. ไฟลุกไหม้

๒. เกิดควันไฟ ทำให้อากาศเป็นพิษ

เครื่องสูบน้ำที่ใช้ไฟฟ้าอาจก่อให้เกิด

๑. ไฟฟ้าช็อต

๒. เกิดการช็อตหรือสเปค ทำให้เกิดไฟไหม้ได้ ดังนั้นจะเห็นว่า เครื่องสูบน้ำ ไฮโดรลิกแรมจึงมีความปลอดภัยในการใช้งานเกือบ ๑๐๐ เปอร์เซ็นต์



ตารางที่ ๓ ค่าใช้จ่าย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน หน่วย	ราคาโดยประมาณ	
			ต่อหน่วย	จำนวนเงิน
๑	เหล็กฉาก ๓ นิ้ว ขนาด ๒๕๐ + ๑๖๐ + ๖ มิลลิเมตร	๒	๖๐	๑๒๐
๒	เหล็กแผ่นขนาด ๓๕๒ + ๙๐ + ๖ มิลลิเมตร	๑	๑๐๐	๑๐๐
๓	เหล็กแผ่นขนาด ๓๕๖ + ๙๐ + ๖ มิลลิเมตร	๑	๑๐๐	๑๐๐
๔	เหล็กแผ่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๘๖ + ๑๐ มิลลิเมตร	๑	๑๐๐	๑๐๐
๕	เหล็กแผ่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๒๕ + ๑๒ มิลลิเมตร	๒	๑๓๕	๒๗๐
๖	สกรู เหล็กเหนียว ขนาด M ๑๐ + ๓๕ มิลลิเมตร	๔	-	๒๐
๗	เหล็กเหนียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔๐ + ๒๕ มิลลิเมตร	๑	๑๐๐	๑๐๐
๘	สกรู เหล็กเหนียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๐ + ๑๐ มิลลิเมตร	๓	-	๔๐
๙	เหล็กแผ่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๒๘ + ๑๒ มิลลิเมตร	๑	๑๐๐	๑๐๐
๑๐	เหล็กเหนียวขนาด M ๑๐ (MT)	๓	-	๑๐
๑๑	ทองเหลืองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๘ + ๒๕ มิลลิเมตร	๑	๔๐	๔๐
๑๒	เหล็กเหนียวขนาด M ๑๒ + ๑๓๐ มิลลิเมตร	๑	๓๐	๓๐
๑๓	ท่อประปา ๑ นิ้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๕ (๑ นิ้ว) + ๕๐ มิลลิเมตร	๑	๓๐	๓๐
๑๔	ท่อประปา ๖ นิ้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖ นิ้ว + ๔๘๐ มิลลิเมตร	๑	๔๕๐	๔๕๐
๑๕	ขอลดประปา ๖ นิ้ว เหลือ ๓ นิ้ว	๑	๑๒๐	๑๒๐
๑๖	ขอลดท่อนเหล็ก ๖ นิ้ว เหลือ ๓ นิ้ว ปลีกอุดท่อนเหล็ก ๓ นิ้ว	๑	๑๒๐	๑๒๐

100411

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาโดยประมาณ	
			ต่อหน่วย	จำนวนเงิน
๑๓	ข้อต่อ ๓ ทาง ๑ นิ้ว	๑	๓๐	๓๐
๑๔	ทองเหลืองวาล์ว ๑ นิ้ว	๑	๑๒๐	๑๒๐
๑๕	ทองเหลืองแบนขนาด ๒๔ + ๑๖ + ๑๐ มิลลิเมตร	๒	๑๕๐	๓๐๐
๒๐	ยางแข็ง ๑๒ + ๕ + ๑๒ มิลลิเมตร	๑	๖๐	๖๐
๒๑	เหล็กแบนขนาด ๕๐ + ๓๕ + ๖ มิลลิเมตร	๑	๑๒๐	๑๒๐
๒๒	สกรู เหล็กเหนียว M ๑๐ + ๕๐ มิลลิเมตร	๒	๒๐	๔๐
๒๓	สกรู เหล็กเหนียว M ๑๐ + ๔๐ มิลลิเมตร	๑	๒๐	๒๐
๒๔	แวนแป้น ๑ นิ้ว ขนาด OD ๓๐ - ID ๑๓	๑	๕	๕
๒๕	ยางแข็งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔๐ + ๑๒ มิลลิเมตร	๑	๑๐๐	๑๐๐
๒๖	เหล็กสปริง OD ๒๐, ID ๑๕	๑	๒๐	๒๐
๒๗	ยางปะเก็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒๒.๕ + ๓ มิลลิเมตร	๑	๘๐	๘๐
๒๘	เหล็กเหนียวขนาด OD ๕๕ - ID ๑๓ + ๓	๑	๓๐	๓๐
๒๙	เหล็กเหนียวขนาด OD ๓๐ - ID ๑๓ + ๒	๑	๒๐	๒๐
๓๐	เหล็กเหนียวขนาด M ๑๒ (NUT)	๑	๑๕	๑๕
๓๑	เหล็กเหนียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๓ + ๓๐	๑	๓๐	๓๐
๓๒	เหล็กแบนขนาด ๑๓ + ๕๐ + ๖ มิลลิเมตร	๑	๕๐	๕๐
๓๓	เหล็กแบนขนาด ๑๕ - ๕ - ๑๒ มิลลิเมตร	๑	๑๐๐	๑๐๐
๓๔	สลักเหล็กเหนียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๖ + ๒๕ มิลลิเมตร	๒	๒๐	๔๐
๓๕	เหล็กเหนียวขนาด ๓๒ + ๒๔ + ๑๔ มิลลิเมตร	๒	๑๒๕	๒๕๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	จำนวนหน่วย	ราคาโดยประมาณ	
			ต่อหน่วย	จำนวนเงิน
๓๖	สกรูเหล็กเหนียวขนาด M ๘ + ๒๕ มิลลิเมตร	๒	๑๐	๒๐
๓๗	สกรูเหล็กเหนียวขนาด M ๑๐ + ๓๐ มิลลิเมตร	๑๐	-	๕๐
๓๘	ฉาปะเก็นขนาด ๒๕๖ + ๑๖๖ + ๓ มิลลิเมตร	๑	๑๐๐	๑๐๐
๓๙	เหล็กแผ่นขนาด ๔๕๔ + ๑๒๓ + ๖ มิลลิเมตร	๒	๑๕๐	๓๐๐
๔๐	ท่อประปา ๔ เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง ๓ นิ้ว	๒	-	๓๕๐
๔๑	สายในลอนขาว	๑๔ กก.	๓๕	๔๙๐
๔๒	หน้าแปลน ๓ นิ้ว	๒ ทัว	๕๔	๑๐๘
๔๓	ข้อต่อตรง ๓ นิ้ว	๒ ทัว	๔๔	๘๘
รวมเป็นเงิน				๘,๖๓๖ บ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพในการใช้งาน

หลังจากการติดตั้ง เครื่องสูบน้ำไฮโดรลิคแรมทำงานอย่างถูกต้องแล้ว จึงคำนวณหาประสิทธิภาพการทำงาน โดยใช้สูตร

$$\text{ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง} = \frac{\text{จำนวนน้ำที่เครื่องสูบได้ (ลิตร/นาที่)} \div \text{ความสูงของท่อส่ง} \div 100}{\text{จำนวนน้ำที่ไหลเข้าเครื่อง (ลิตร/นาที่)} \div \text{ความสูงของน้ำที่ขับ}}$$

จากผลการทดลอง ได้ข้อมูลดังนี้

๑. จำนวนน้ำที่ไหลเข้าเครื่อง = ๑๔๐ ลิตร/นาที่
 ๒. จำนวนน้ำที่เครื่องสูบได้ = ๒๐ ลิตร/นาที่
 ๓. จำนวนน้ำที่เสีย = ๑๔๐ - ๒๐
 ๔. ความสูงของท่อส่งไปใช้งาน = ๒๐ เมตร
 ๕. ความสูงของน้ำที่ไ้ขับ = ๒.๕ เมตร
- ∴ ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง = $\frac{๒๐ \div ๒๐ \div ๑๐๐}{๑๔๐ \div ๒.๕} = ๘๘.๘๘$ เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ ๔ แสดงจำนวนน้ำที่สูบได้ในระดับความสูงต่าง ๆ

<u>เครื่องที่สร้าง</u>	ความสูงของระดับน้ำส่งไปใช้งาน (เมตร)				
ความสูงของ น้ำส่งเข้าแรม	๕	๑๐	๑๕	๒๐	๒๕
๒.๕	๕๐.๘๐	๔๓.๒๐	๓๖.๐	๒๘.๘๐	๒๑.๖๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องที่เชียงใหม่	ความสูงของระดับน้ำส่งไปใช้งาน (เมตร)				
ความสูงของน้ำส่ง เขาแรม (เมตร)	๕	๑๐	๑๕	๒๐	๒๕
๒๐.๕	๗๖.๐	๖๒.๐	๔๑.๓	๓๑.๑	๒๔.๕

- หมายเหตุ
๑. เหตุที่เครื่องสูบน้ำที่เชียงใหม่สามารถสูบน้ำได้มากกว่าเครื่องที่สร้าง เพราะเครื่องที่สร้างไม่ได้ปรับแต่งลิ้นระบายน้ำทิ้งให้สุด
 ๒. จำนวนน้ำที่สูบได้มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ตลาด

เนื่องจากเครื่องสูบน้ำไฮโดรลิคแรมขนาด ๓ นิ้ว เครื่องนี้ เป็นรุ่นใหม่ที่กองบริการอุตสาหกรรมภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ เป็นผู้ออกแบบและเพิ่งผลิตออกมาตอนต้นปี ๒๕๒๓ นี้เอง มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่แก่เกษตรกรและชุมชนฯ ยังไม่มีบริษัทหรือห้างร้านใดนำไปสร้างและขายสู่ท้องตลาด ดังนั้นเครื่องสูบน้ำไฮโดรลิคแรมขนาด ๓ นิ้ว เครื่องนี้ ซึ่งได้แบบมาจากกองบริการอุตสาหกรรมภาคเหนือ จึงยังไม่มีขายในท้องตลาดแต่อย่างใด

สรุป

ประโยชน์ที่ได้รับ

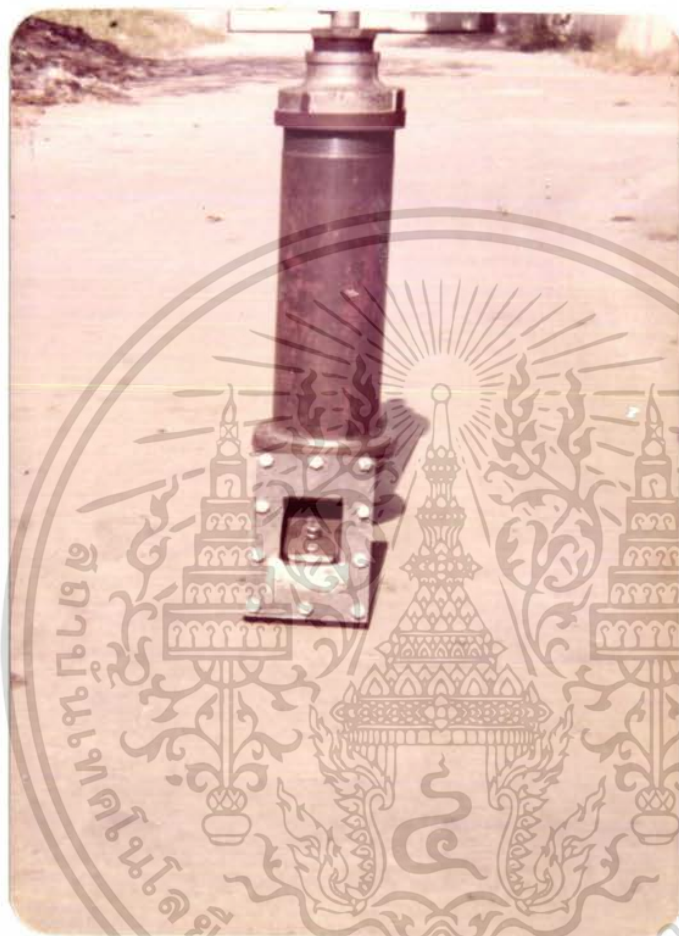
๑. สามารถสร้างเครื่องสูบน้ำไฮโดรลิกแรมได้
๒. สามารถติดตั้งและแก้ไขปัญหาในการใช้เครื่องไฮโดรลิกแรมได้
๓. แนะนำและส่งเสริม เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับไฮโดรลิกแรมไปสู่เกษตรกร และผู้สนใจ
๔. ไม่ต้องใช้พลังงานภายนอก จึงไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย เนื่องจากไฟฟ้าและน้ำมัน ซึ่งมีราคาแพง
๕. แรมทำงานโดยอัตโนมัติด้วยตัวของมันเองตลอด ๒๔ ชั่วโมง โดยไม่ต้องคอยดูแลรักษาหรือซ่อมแซมตลอดปี เพียงแต่คอยเปลี่ยนปะเก็นต่าง ๆ เท่านั้น
๖. มีผลในการใช้งานเช่นเดียวกับการใช้น้ำ ซึ่งใช้เครื่องยนต์และไฟฟ้า สามารถปั้มน้ำขึ้นไปเก็บในที่สูงต่าง ๆ เพื่อจ่ายออกไปใช้ตามแหล่งที่ต้องการ นอกจากนั้นขณะที่น้ำไหลผ่านแรม น้ำจะถูกออกซิเจนเอาไว้มาก จึงเหมาะในการใช้ทำไรศัลไม้, เพาะปลูกพืช, เก็บกักน้ำไว้ใช้ในหมู่บ้าน หรือใช้ในการเลี้ยงปลา
๗. เปรียบเทียบราคารวมทั้งค่าใช้จ่ายทั้งหมด กับเครื่องสูบน้ำที่ใช้เครื่องยนต์หรือใช้ไฟฟ้า ราคาของแรมถูกกว่า ทั้งยังมีอายุการใช้งานนานกว่าอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

๑. บรรจง วรธนพงษ์. ๒๕๒๒. การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องสูบน้ำพลังน้ำ (Hydraulic Ram) สำนักงานชลประทานที่ ๒. (โรเนียว)
๒. ประสิทธิ์ ประทีปวณิช. มีน้ำใช้โดยไม่ต้องเสียค่าไฟและน้ำมัน ไฮโดรลิกแรม. กองบริการอุตสาหกรรมภาคเหนือ. (โรเนียว)
๓. ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ. ๒๕๒๑. ปั๊มไร้เครื่อง (Motorless Pump) วารสารฝน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ๔ (๓). ๔๓ - ๕๑
๔. สมประสงค์ บุญนิตย. ๒๕๒๑. มาดะบันน้ำกันเกาะ อุทกยุคเกษตรกร. ๔ (๒๔). ๒๔ - ๓๕
๕. อัครเดช อรรถจินดา. ๒๕๒๒. หลักการของไฮโดรลิกแรม วารสารนนทรี. ๑๗ (ฉบับฉลองและก่อนรับบัณฑิตรุ่น ๓๕) ๕๔ - ๖๒
๖. Pair, Claude H. 1969. Hydraulics of Sprinkler Systems. Washington. USA.
๗. Watt, S.B. 1975. A manual on the Hydraulic Ram for pumping Water. Nottingham. The Russell press Limited. USA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



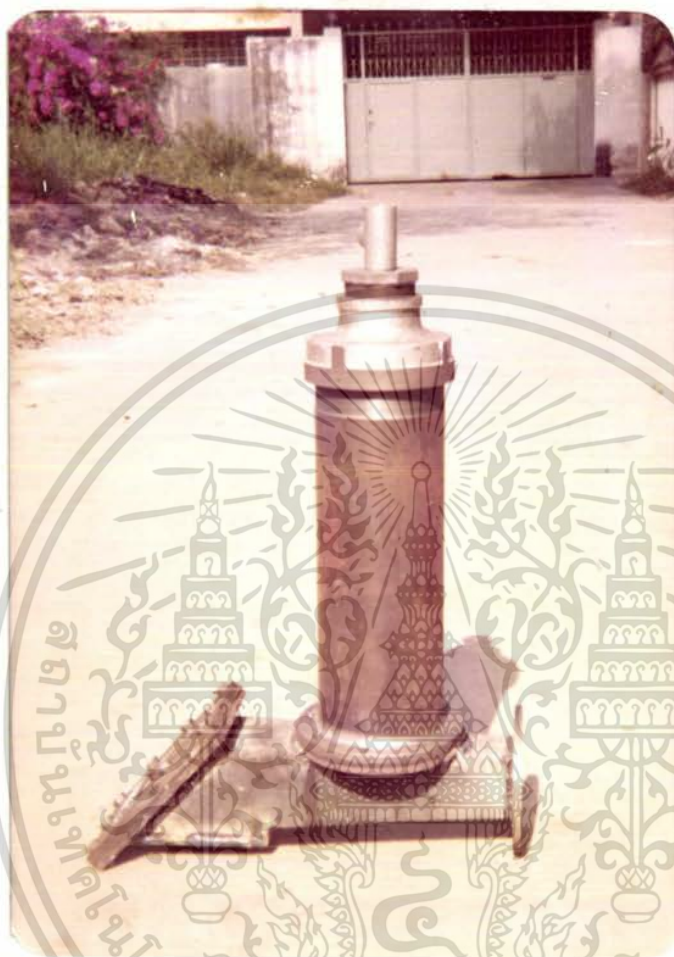
ภาพที่ ๑ แสดงลักษณะของแบริคานหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



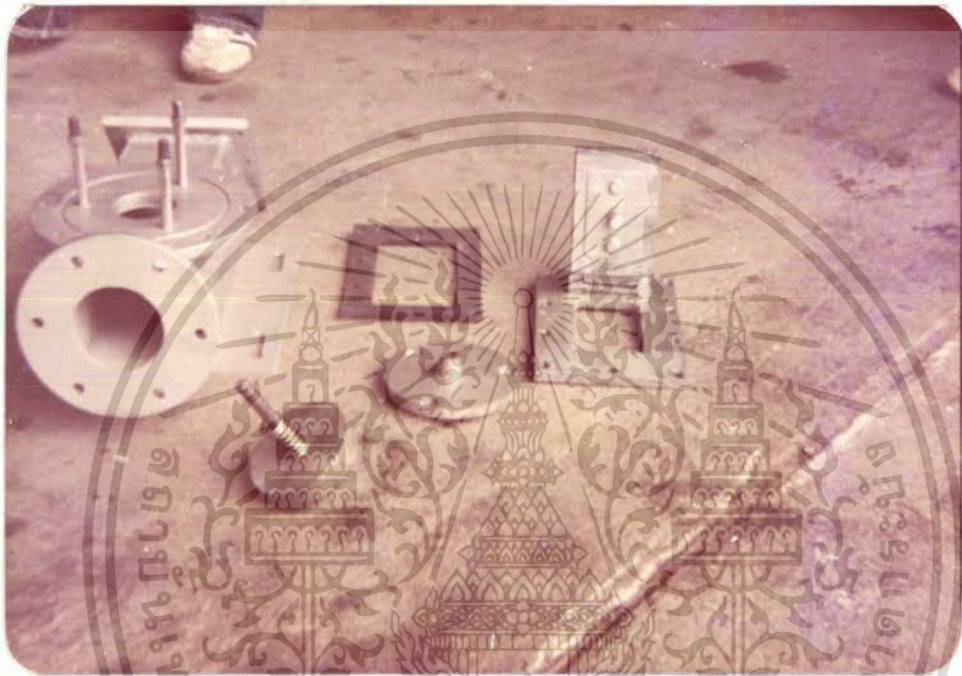
ภาพที่ ๒ แสดงลักษณะของลนระบายนํ้าท่ง
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๓ แสดงลักษณะภายนอกของแม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๔ แสดงทิวทัศน์ต่าง ๆ ของแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๕ แสดงความสูงของระบับที่ส่งไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ๒ ขยะท่าการทกลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

๑. หน่วยงานที่ให้ความรู้เรื่องไฮโครลิกแรม

ก. กองบริการอุตสาหกรรมภาคเหนือ ถนนทุ่งโฮเต็ล จังหวัดเชียงใหม่

- ส่งเสริมให้มีการใช้ไฮโครลิกแรม
- ให้คำแนะนำปรึกษาเกี่ยวกับการสร้างไฮโครลิกแรม
- มีเอกสารเรื่องไฮโครลิกแรมให้สำหรับผู้สนใจ

ข. สำนักงานชลประทานที่ ๒ จังหวัดลำปาง กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ถนนสายลำปางเกาสะ อำเภอมอง จังหวัดลำปาง

- ส่งเสริมให้มีการใช้ไฮโครลิกแรม
- ให้คำแนะนำปรึกษาเกี่ยวกับการสร้างไฮโครลิกแรม

ค. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข กรุงเทพมหานคร

- ส่งเสริมและให้คำแนะนำการใช้ไฮโครลิกแรม
- มีเอกสารสำหรับผู้สนใจ

ง. สาธารณสุข ประจำจังหวัด ทุกจังหวัด

- ให้คำแนะนำและส่งเสริมการใช้ไฮโครลิกแรม

จ. ศูนย์การศึกษาของโรงเรียนประจำภาคเหนือ จังหวัดลำปาง

- แนะนำและส่งเสริมการใช้ไฮโครลิกแรม
- มีเอกสารสำหรับผู้สนใจ

ฉ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร (ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร และเทคโนโลยีการผลิตพืช)

- แนะนำและส่งเสริมการใช้ไฮโครลิกแรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

– มีเอกสารให้แก่นักเรียนได้ศึกษา

ข. วิทยาลัยครู อำเภอมือง จังหวัดลำปาง (ภาควิชาเกษตรศาสตร์)

– แนะนำและส่งเสริมการใช้ไฮโครลิคแรม

๒. แหล่งที่จัดตั้งไฮโครลิคแรมขนาด ๓ นิ้ว

ก. โครงการพัฒนาชนบทสมบูรณ์แบบ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่
บ้านสวนน้ำชู อำเภอลำปาง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ข. สวนสัตว์เชียงใหม่ ถนนห้วยแก้ว อำเภอมือง จังหวัดเชียงใหม่

ค. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑ ตารางเปรียบเทียบหน่วย อเมริกัน - อังกฤษ - เมตริก

ความยาวและ ระยะทาง	นิ้ว	ฟุต	หลา	ไมล์	ไมล์ (ทะเล)	เซนติเมตร	เมตร	กิโลเมตร
๑ นิ้ว	๑	๐.๐๘๓	๐.๐๒๗	-	-	๒.๕๔	-	-
๑ ฟุต	๑๒	๑	๐.๓๓๓	-	-	๓๐.๔๘	๐.๓๐๕	-
๑ หลา	๓๖	๓.๐	๑	-	-	๙๑.๔๔	๐.๙๑๔	-
๑ ไมล์	-	๕,๒๘๐	๑,๗๖๐	๑	๐.๘๖๕	-	๑,๖๐๙	๑.๖๑
๑ ไมล์(ทะเล)	-	๖,๐๘๐	๒,๐๒๗	๑.๑๕	๑	-	๑,๘๕๓	๑.๘๕
๑ เซนติเมตร	๐.๓๙๔	๐.๐๓๒๘	๐.๐๑๑	-	-	๑	๐.๐๑	-
๑ เมตร	๓๙.๓๗	๓.๒๘๑	๑.๐๙๔	-	-	๑๐๐	๑	๐.๐๐๑
๑ กิโลเมตร	-	๓,๒๘๑	๑,๐๙๔	๐.๖๒๑๔	๐.๕๓๙๖	-	๑,๐๐๐	๑

คำประมาณใช้งาน

๕ ซม. = ๒ นิ้ว, ๑๐ ซม. = ๔ นิ้ว, ๓๐ เซนติเมตร = ๑ ฟุต, ๑๐ เมตร = ๓๓ ฟุต
๑๐ ก.ม. = ๖ ไมล์, ๑๖ ก.ม. = ๑๐ ไมล์, ๑ ฟาธอม = ๖ ฟุต, ๑๒๐ ฟาธอม = ๑ เคเบิล

ตารางที่ ๒ ตารางเปรียบเทียบหน่วย อเมริกัน – อังกฤษ – เมตริก

หน่วย	ตารางนิ้ว	ตารางฟุต	ตารางหลา	เอเคอร์	ตารางเซ็นต์ไมเคิล	ตารางหลา	เฮกแตร์
• ตารางนิ้ว	• ๐.๐๐๓	–	–	๖.๔๕	๐.๐๐๐๒๕	–	
• ตารางฟุต	๑.๔๔	• ๑	๑๑๑๑๑	–	–	๐.๐๔๓๕	–
• ตารางหลา	๑,๒๙๖	๙	• ๑	–	–	๐.๘๓๖๑	–
• เอเคอร์	–	๔๓,๕๖๐	๔,๘๔๐	• ๑	–	๐.๔๐๕๐	๐.๔๐๕
• ตารางเซ็นต์ไมเคิล	๐.๕๕	–	–	–	–	๐.๐๐๐๑	–
• ตารางเมตร	๑,๕๕๐	๑๐.๓๖	๑.๒๐	–	๑๐.๐๐๐	• ๑	๐.๐๐๐๑
• เฮกแตร์	–	๑๐๓.๖๐๐	๑๑.๙๕๕	๒.๔๗	–	๑๐.๐๐๐	• ๑

คำประมาณใช้งาน

- เฮกแตร์ = ๒ ^๑/_๒ เอเคอร์, • นิ้ว = ๒ ^๑/_๒ ตารางเซ็นต์ไมเคิล, • ตารางเมตร = ๑๑ ตารางฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓ ตารางเปรียบเทียบหน่วย อเมริกัน - อังกฤษ - เมตริก

ปริมาณและ ความจุ	ลูกบาศก์ นิ้ว	ลูกบาศก์ ฟุต	แกลลอน (อเมริกัน)	แกลลอน (อังกฤษ)	ลูกบาศก์ เมตร	ลิตร
• ลูกบาศก์ นิ้ว	•	•๐๐๐๕๗	•๐๐๔๓	•๐๐๓๕	—	•๐๑๖๓
• ลูกบาศก์ ฟุต	๑,๗๒๘	๑	๗.๔๓	๖.๒๓	•๐๒๘๓	๒๘.๓
• แกลลอน (อเมริกัน)	๒๓๑	•๑๓๔	๑	๘๓๓	•๐๐๓๘	๓.๗๓
• แกลลอน (อังกฤษ)	๒๗๗.๔	•๑๖๑	๑.๒๐๑	๑	•๐๐๔๕	๔.๕๕
• ลูกบาศก์ เมตร	๖,๑๐๓	๓๕.๓	๒๖๔.๒	๒๒๐	๑	๑,๐๐๐
• ลิตร	๖๑.๐๓	•๐๓๕๓	•๒๖๔	•๒๒๐	•๐๐๑	๑

คำอธิบายใช้งาน

๑๖.๔ ลูกบาศก์เซ็นติเมตร = ๑ ลูกบาศก์นิ้ว, ๓๕ ลูกบาศก์ฟุต = ๑ ลูกบาศก์เมตร
๑ ก้น = ๑๐๐ ลูกบาศก์เซ็นติเมตร ๑ ก้น (U.S. SHIPPING) = ๔๐ ลูกบาศก์ฟุต
หรือ ๓๓.๑๔ U.S. BUSHELS หรือ ๓๑.๑๔ LMP.BU.

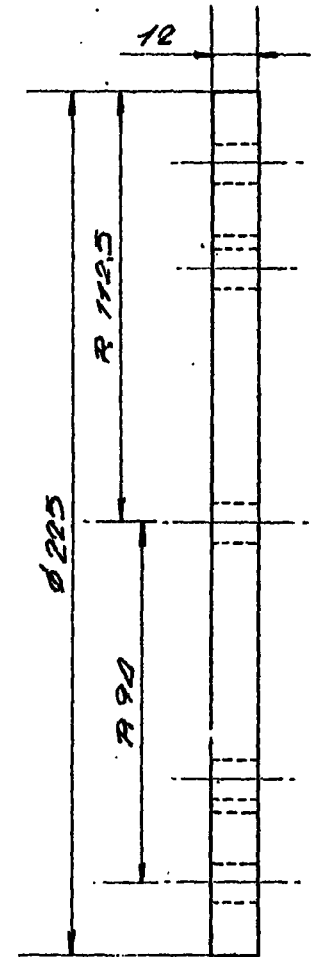
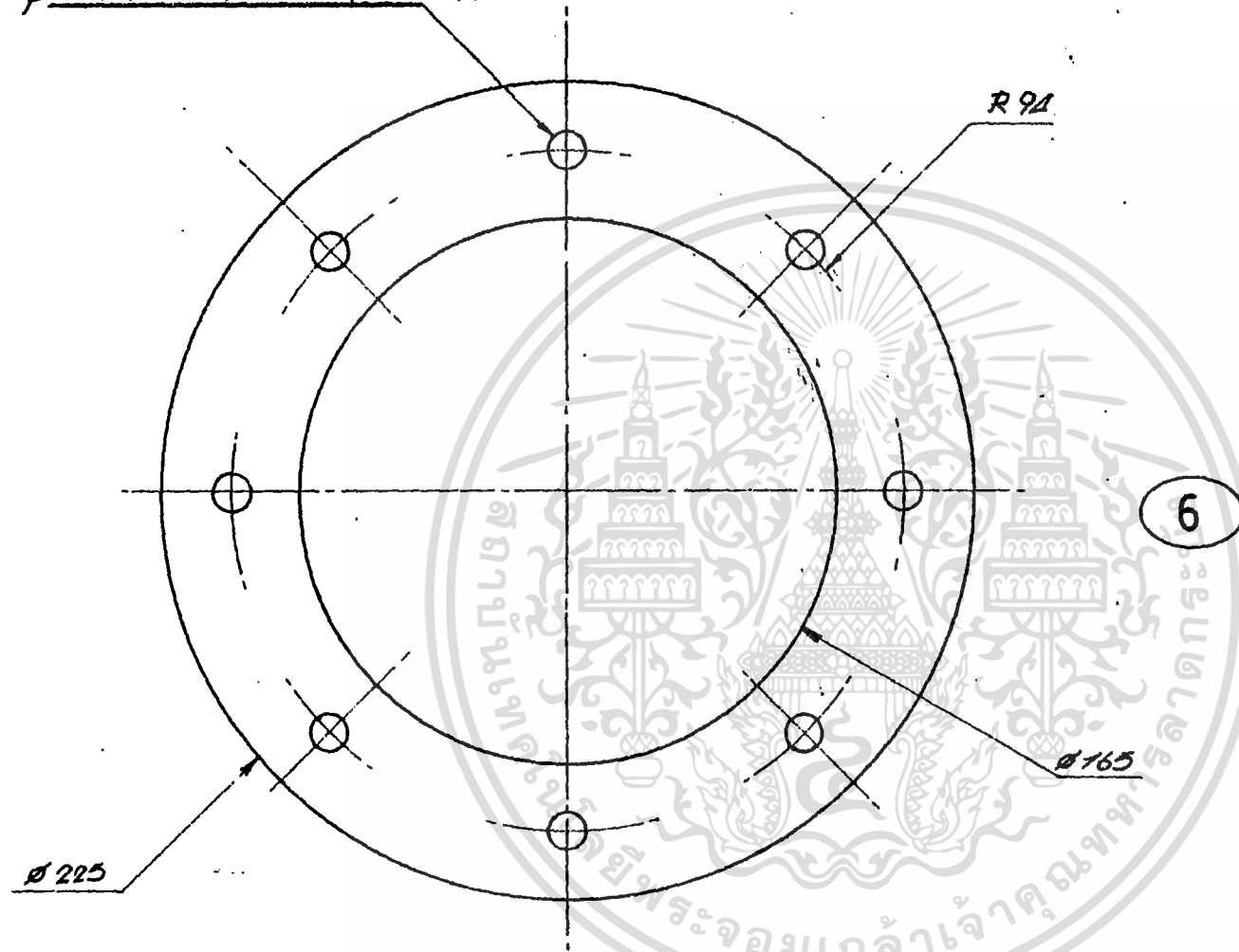
ตารางที่ ๔ ตารางเปรียบเทียบหน่วย อเมริกัน - อังกฤษ - เมตริก

น้ำหนัก	เกรน	กรัม	ออนซ์	ปอนด์	กิโลกรัม	ช็อคกัน	ลองตัน	เมตริกตัน
• เกรน	•	๐.๐๖๔๓	๐.๐๐๒๒๓	๐.๐๐๐๑๔	-	-	-	-
• กรัม	๑๕.๔	•	๐.๐๓๕	-	-	-	-	-
• ออนซ์	๔๓๗.๕	๒๘.๓๕	•	๐.๐๖๒๕	๐.๐๒๘๓	-	-	-
• ปอนด์	๗,๐๐๐	๔๕๔	๑๖	•	๐.๔๕๓๖	-	-	-
• กิโลกรัม	๑๕๔๓๒	๑,๐๐๐	๓๕.๒๗	๒.๒๐๕	•	-	-	-
• ช็อคกัน	-	-	-	๒,๐๐๐	๙๐๗	•	๐.๘๕๓	๐.๙๐๗
• ลองตัน	-	-	-	๒,๒๔๐	๑,๐๑๖	๑.๑๒	•	๑.๐๑๖
• เมตริกตัน	-	-	-	๒,๒๐๕	๑,๐๐๐	๑.๑๐๒	๐.๘๘๔	•

ความดันอากาศ

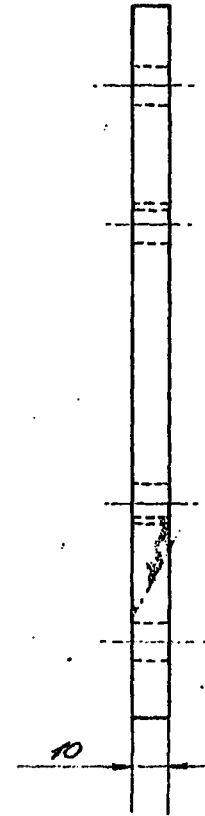
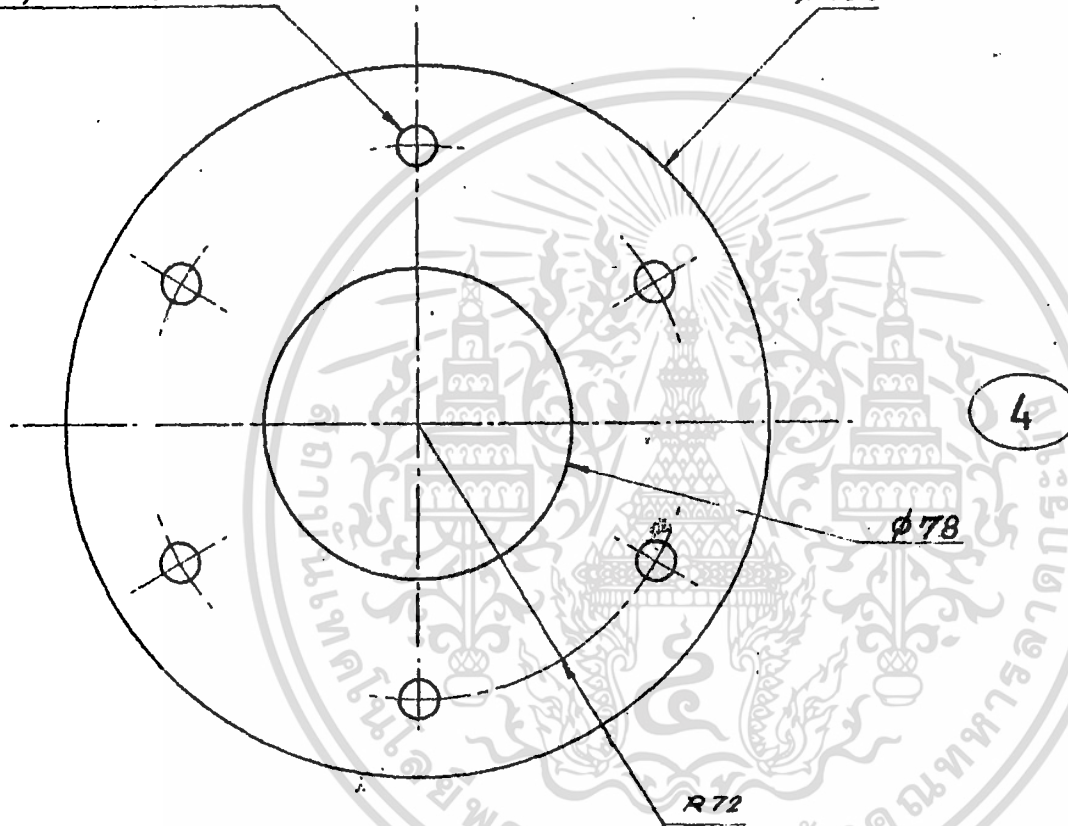
• บรรยากาศ = ๑๔.๗ ปอนด์ต่อนิ้ว^๒ หรือ ๑.๐๓๓ กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

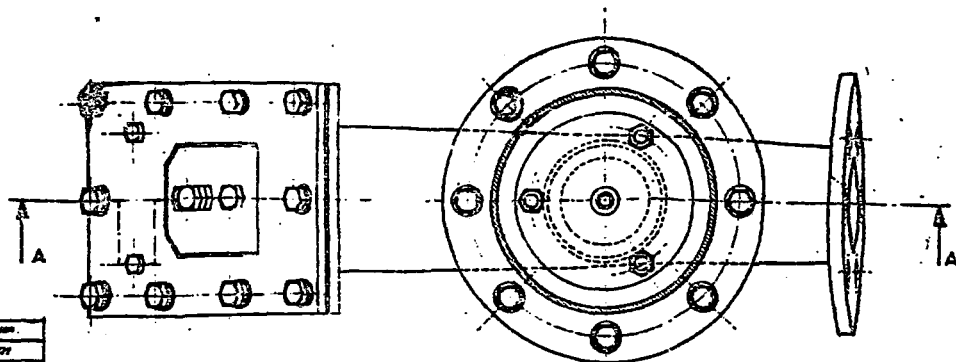
$\phi 11\text{mm}$, DRILL, 8 HOLES, FOR M10



$\phi 11$ m. DRILL, 6 HOLES, FOR M10

$\phi 186$

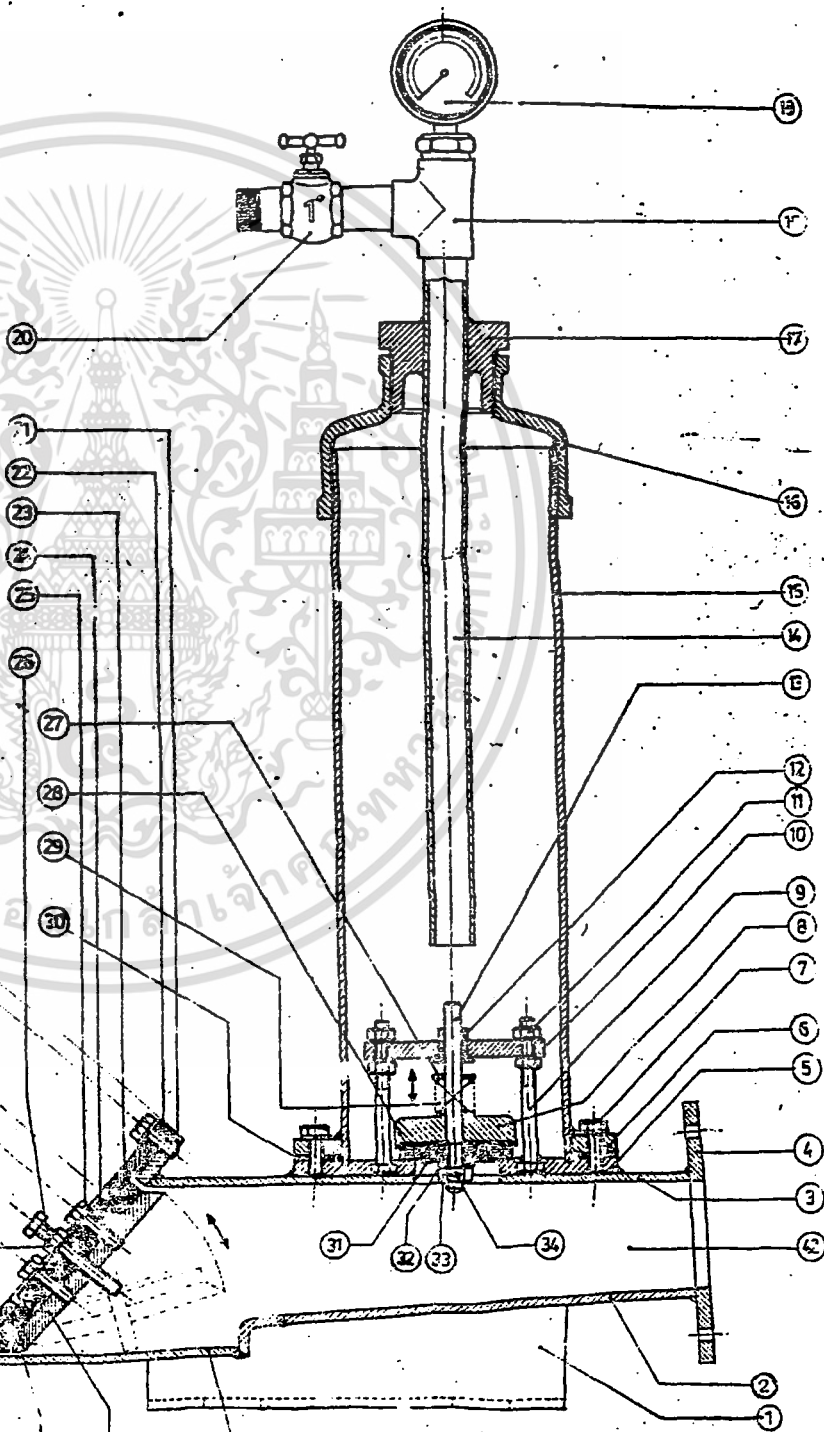




TOP VIEW

NO.	ขนาด	จำนวน	วัสดุที่ใช้	รายละเอียด
1	40 x 123 x 6	2	เหล็กแผ่น	แผ่นปิดหน้า-หลัง
2	Ø 5.46 x 166 x 3	1	ยางปะกัน	แผ่นยางปะกัน
3	M 10 x 30	10		สกรูยึดหน้าหลัง
4	M 8 x 25	2		สกรูยึด No. 38
5	32 x 24 x 14	2	เหล็กแผ่น	เหล็กแผ่น 2 ชิ้น
6	Ø 6 x 25	2		สลัก
7	156 x 96 x 12	1	เหล็กแผ่น	เหล็กแผ่น
8	174 x 90 x 6	1	เหล็กแผ่น	แผ่นปิดหน้าหลัง
9	Ø 3 x 30	1		สลักยึดหน้าหลัง No. 38
10	M 12 (NUT)	1		สลักยึด No. 15
11	Ø 30-1D 13 x 2	1	เหล็กแผ่น	เหล็กแผ่น
12	Ø 55-1D 13 x 3	1	เหล็กแผ่น	เหล็กแผ่น
13	Ø 225 x 3	1	เหล็กแผ่น	เหล็กแผ่น
14	Ø 20-1D 15	1		สลักยึดหน้าหลัง (สลัก)
15	Ø 30 x 12	1	สลักยึด	สลักยึด 15 มม.
16	Ø 30-1D 13 x 3	1	สลักยึด	สลักยึด
17	M 10 x 80	1		สลักยึด
18	M 10 x 40	2		สลักยึด
19	90 x 75 x 8	1	เหล็กแผ่น	เหล็กแผ่น
20	Ø 128 x 95 x 12	1	สลักยึด	สลักยึด
21	246 x 166 x 10	1	เหล็กแผ่น	เหล็กแผ่น
22	246 x 166 x 10	1	เหล็กแผ่น	เหล็กแผ่น
23	สลัก 1"	1	สลักยึด	สลักยึด
24	1-15 kg/cm ²	1	สลักยึด	สลักยึด
25	สลัก 3 มม 1"	1	สลักยึด	สลักยึด
26	สลักยึดหน้าหลัง	1	สลักยึด	สลักยึด
27	สลัก 6" x 3"	1	สลักยึด	สลักยึด
28	30" x 480	1	สลักยึด	สลักยึด
29	325 (1") x 60	1	สลักยึด	สลักยึด
30	M 12 x 130	1	สลักยึด	สลักยึด
31	Ø 28 x 24	1	สลักยึด	สลักยึด
32	M 10 (NUT)	1	สลักยึด	สลักยึด
33	Ø 128 x 12	1	สลักยึด	สลักยึด
34	M 10 x 110	3	สลักยึด	สลักยึด
35	Ø 80 x 25	1	สลักยึด	สลักยึด
36	M 10 x 25	2	สลักยึด	สลักยึด
37	Ø 225 x 12	1	สลักยึด	สลักยึด
38	Ø 225 x 12	1	สลักยึด	สลักยึด
39	Ø 166 x 10	1	สลักยึด	สลักยึด
40	386 x 90 x 6	1	สลักยึด	สลักยึด
41	352 x 15 x 8	1	สลักยึด	สลักยึด
42	250 x 160 x 6	2	สลักยึด	สลักยึด
43	Ø 250 x 160 x 6	2	สลักยึด	สลักยึด

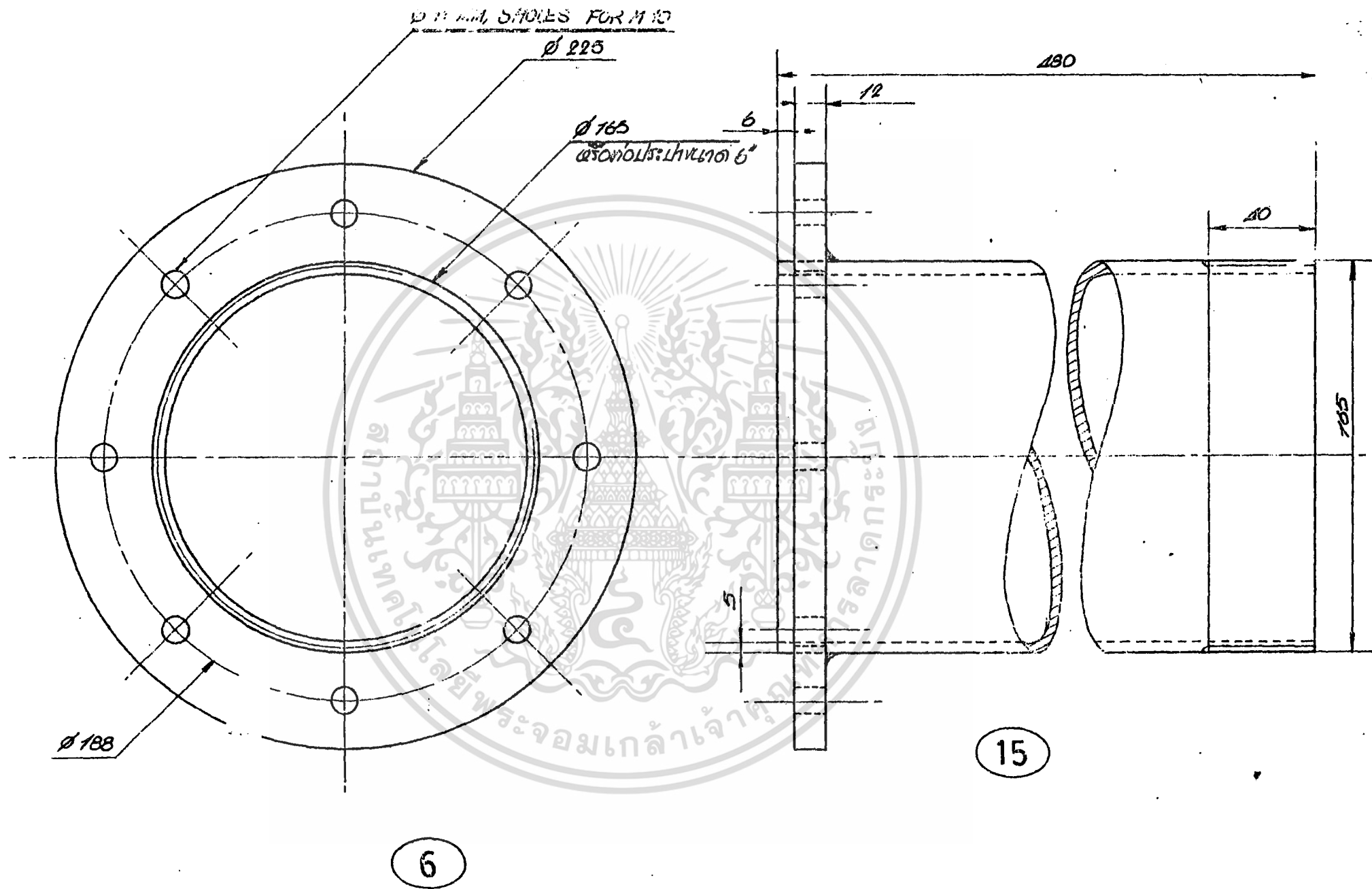
NO.	DIMENSION	NO. RECD	MATERIAL	DETAIL
-----	-----------	----------	----------	--------

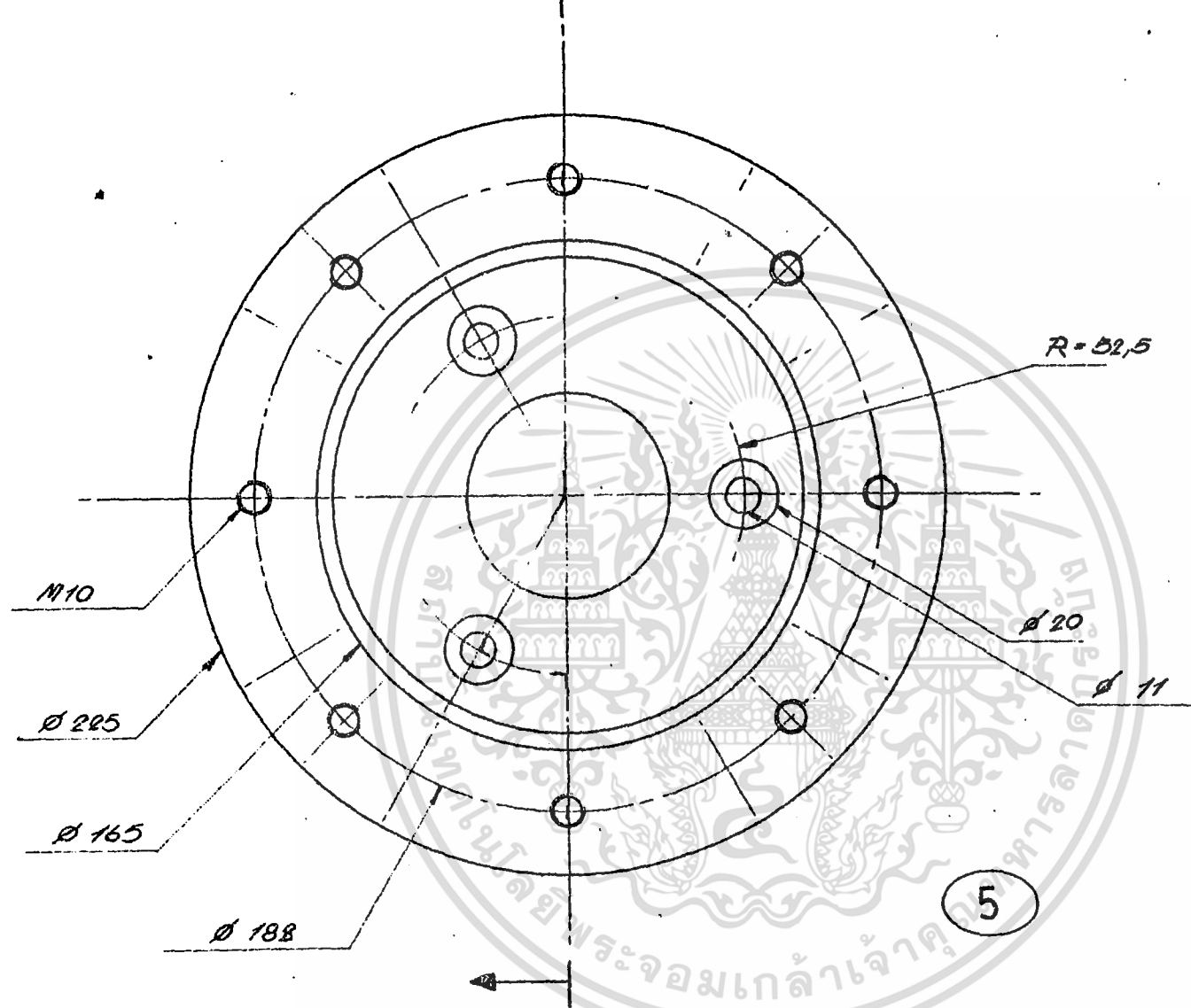


SECTION A-A

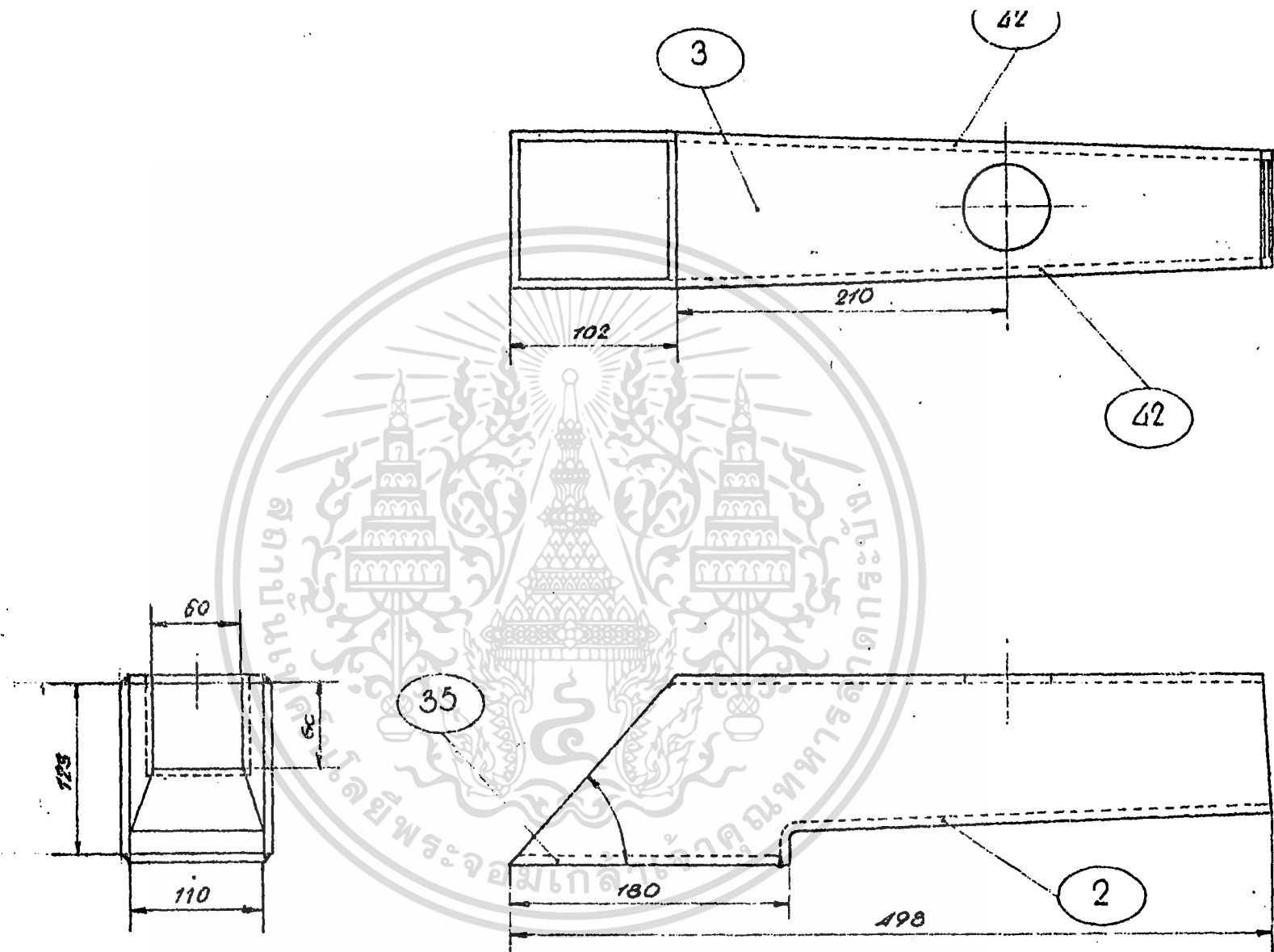
หมายเหตุ: เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เผยแพร่ภายนอก

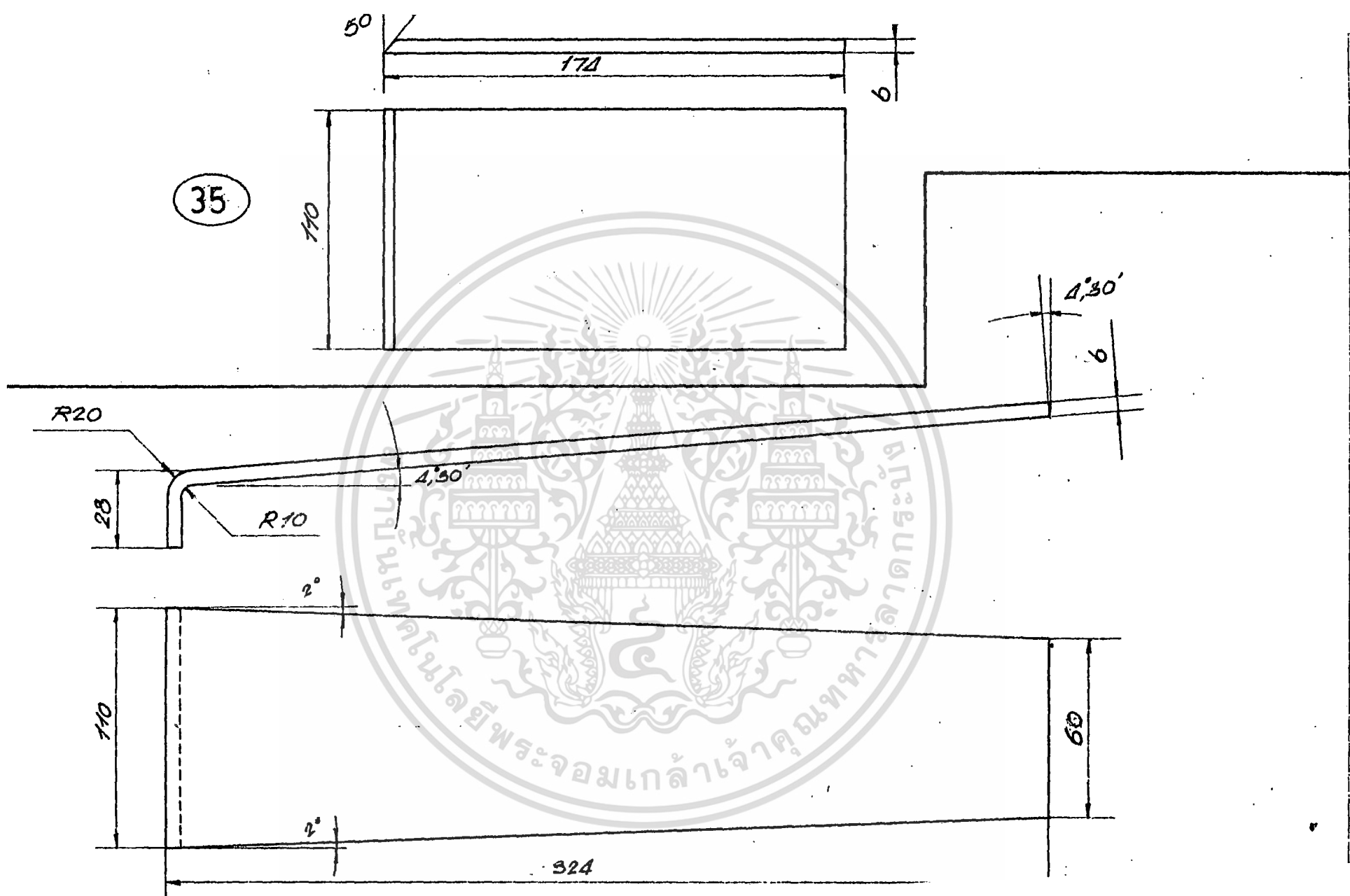
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

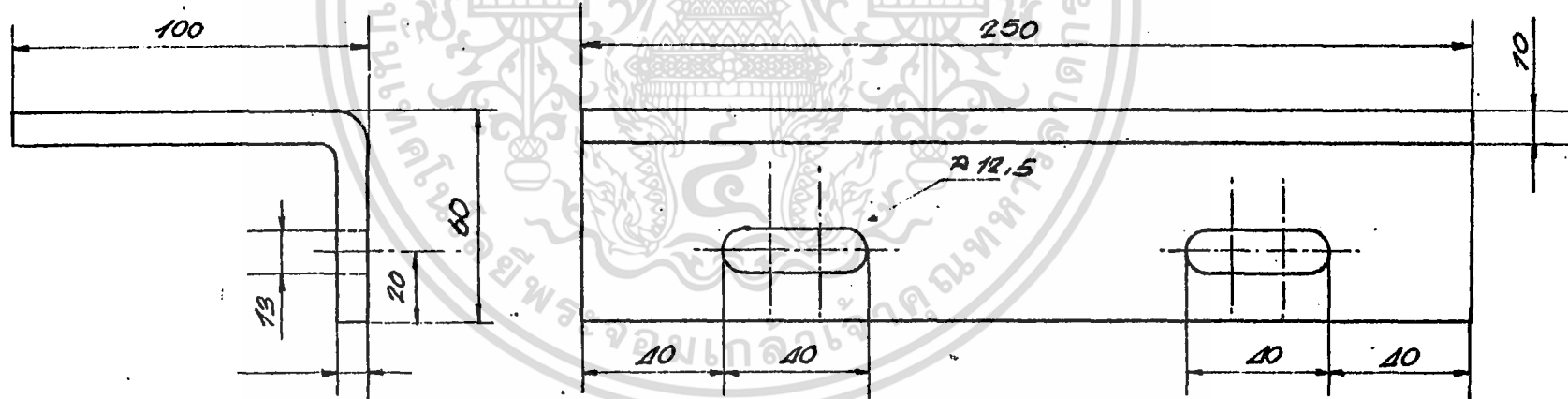
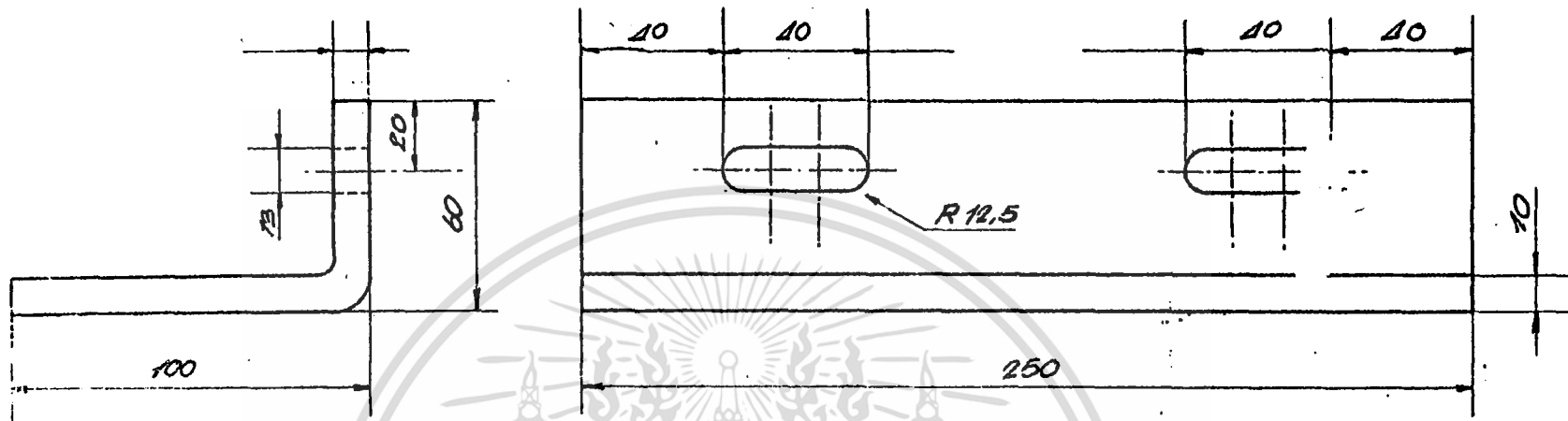




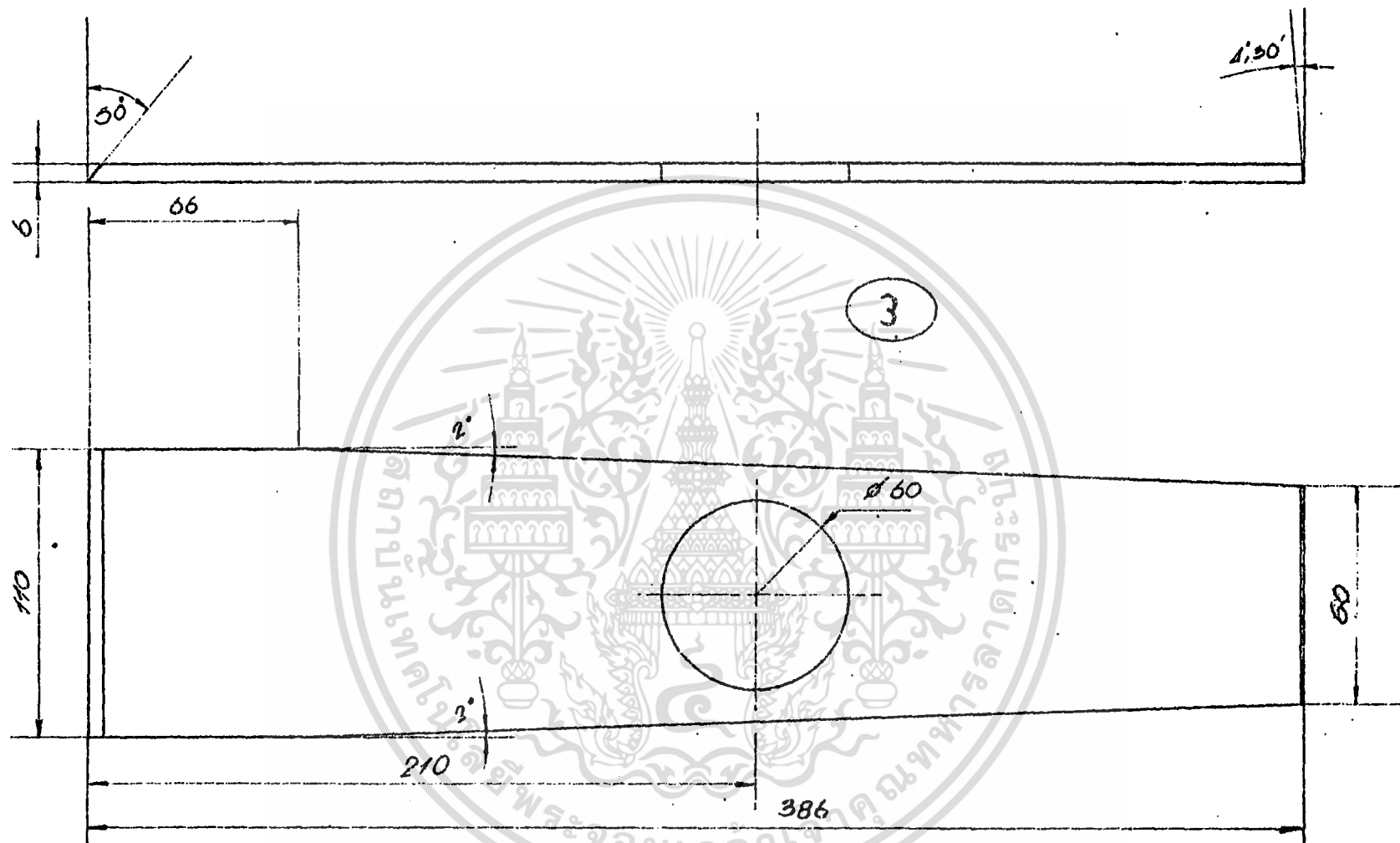
5

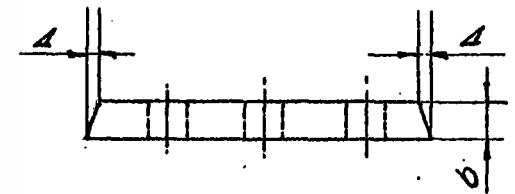
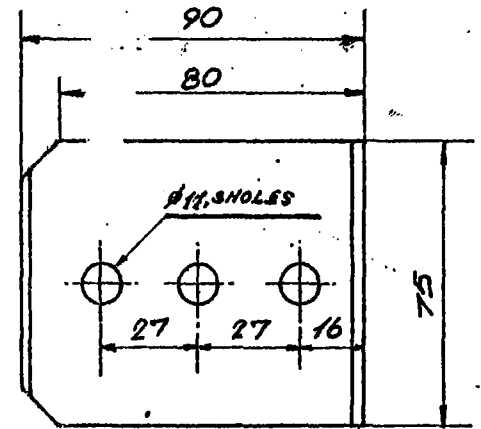
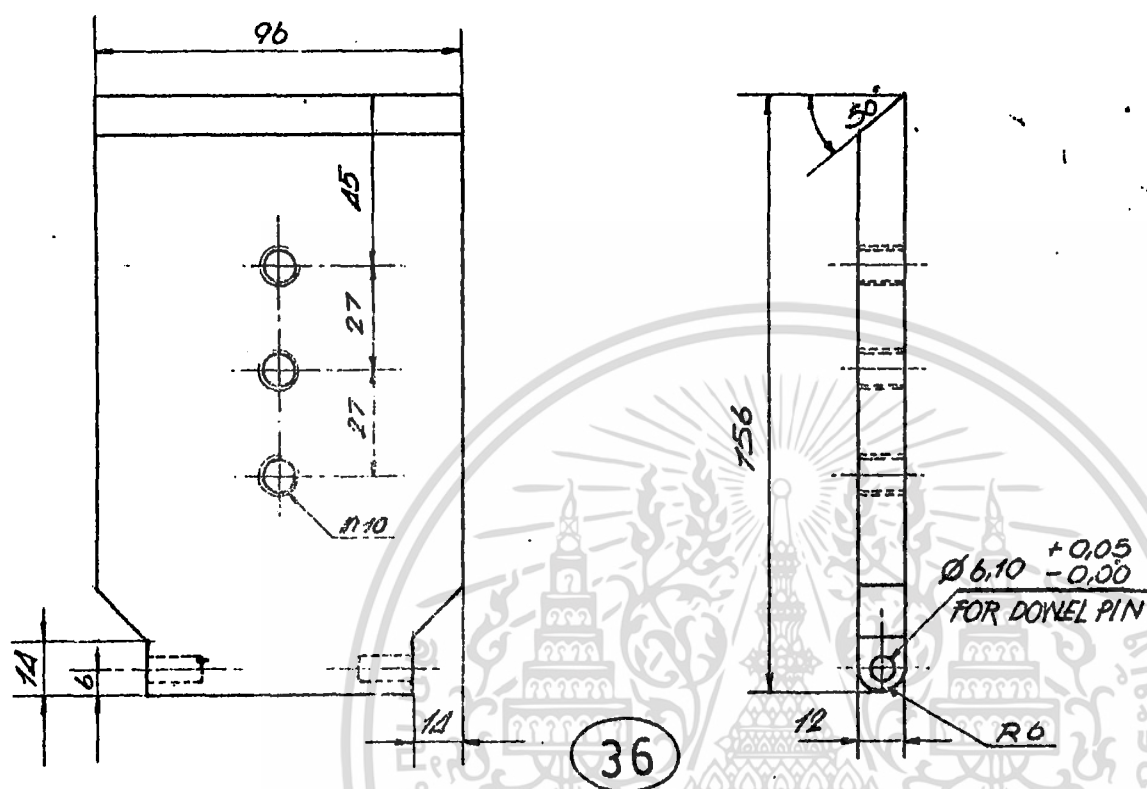




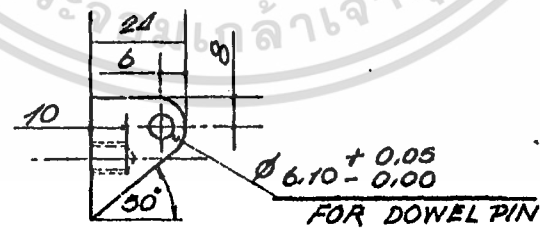
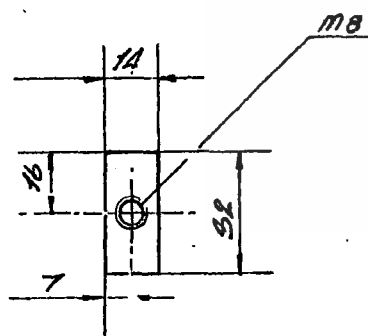


1

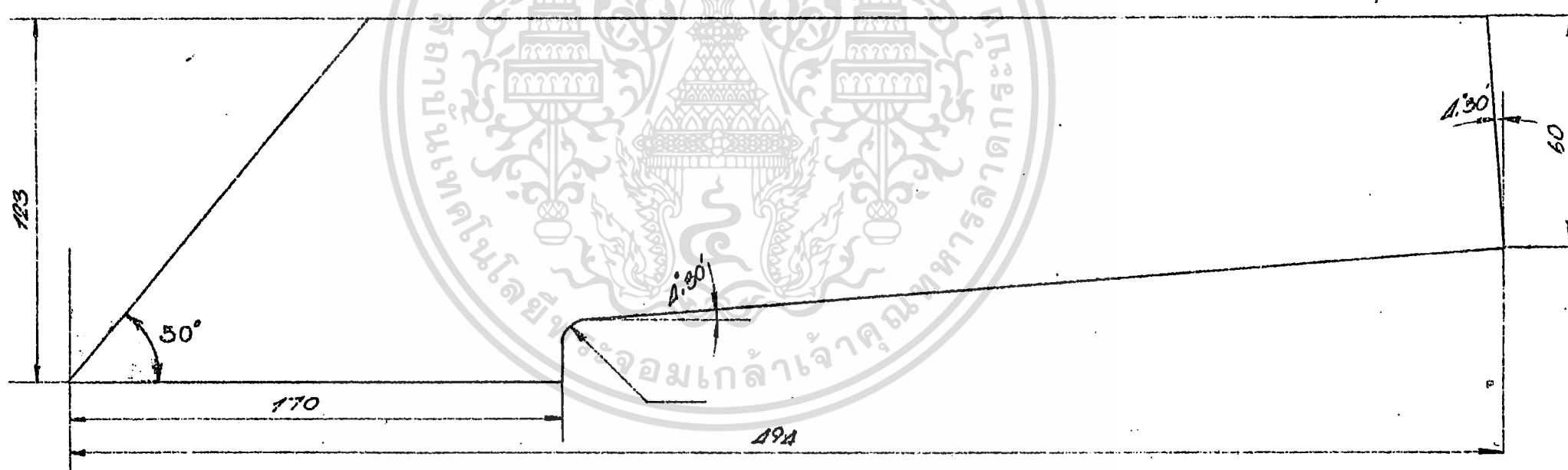
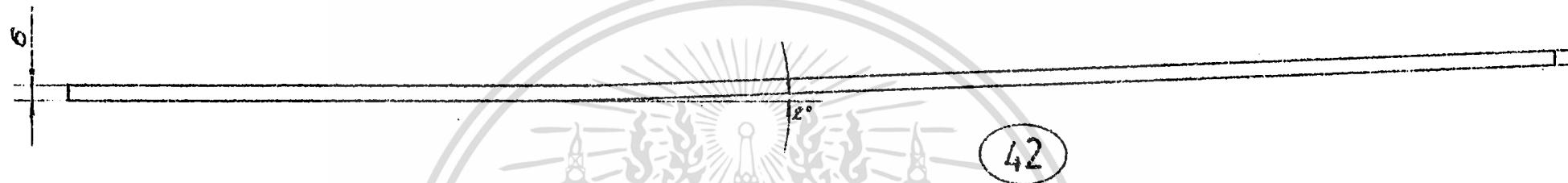
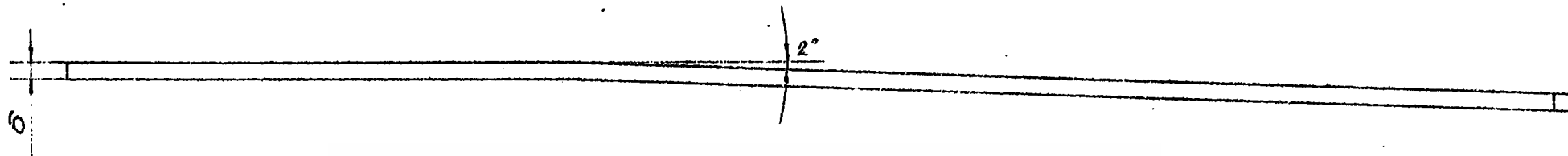


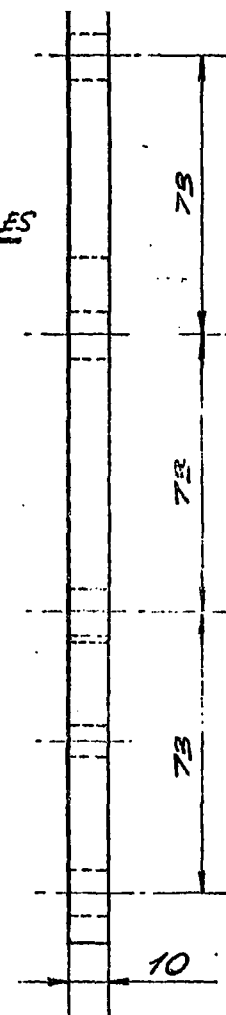
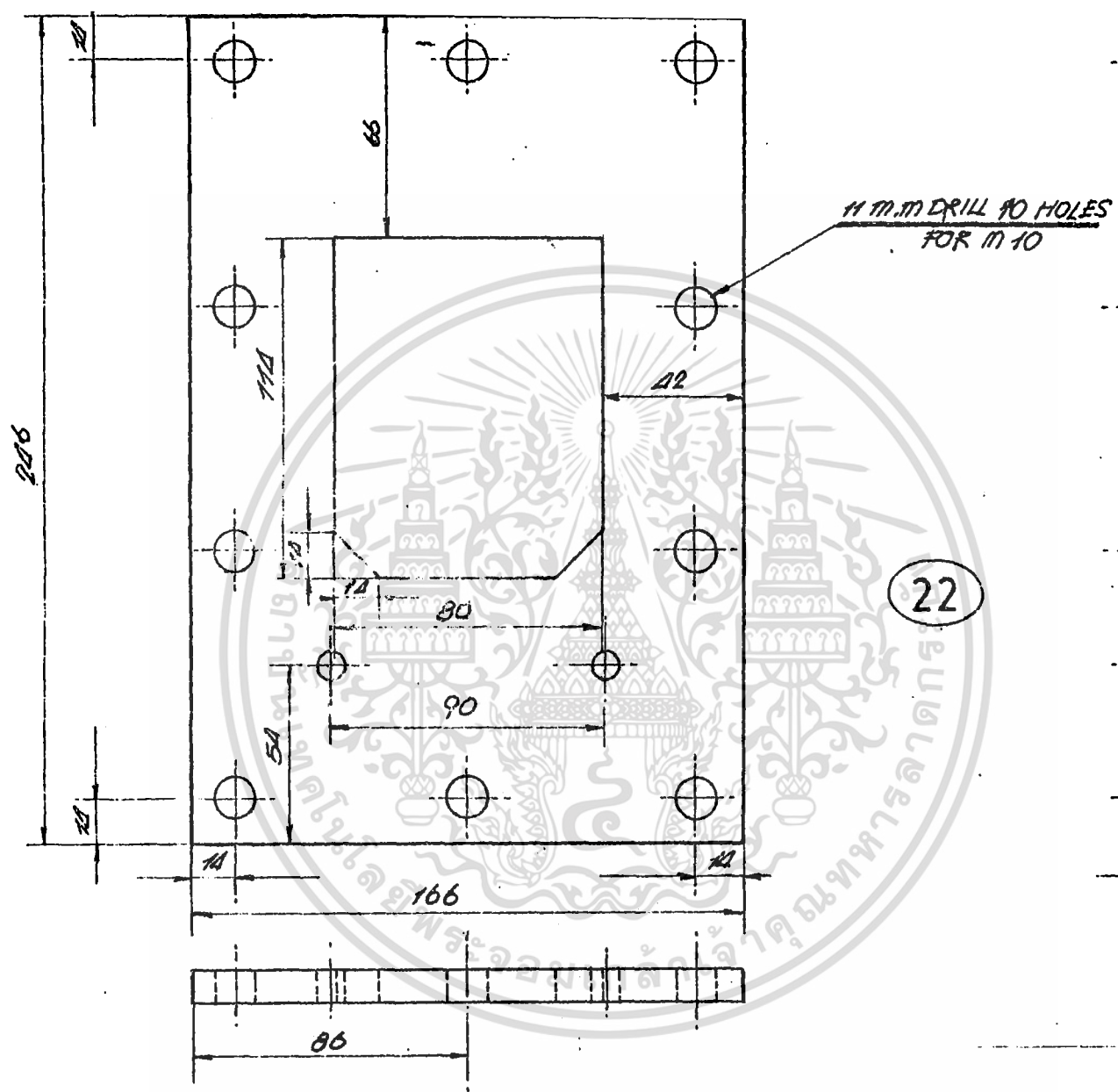


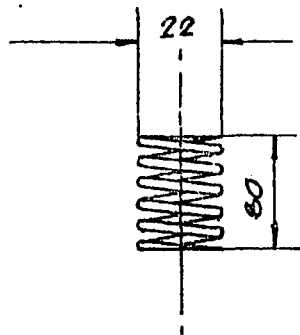
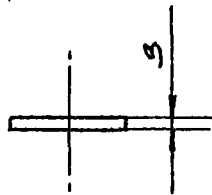
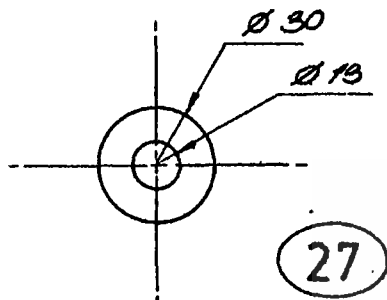
(24)



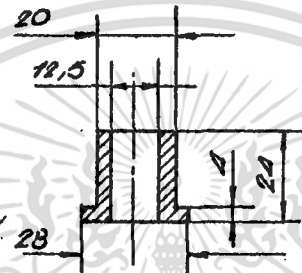
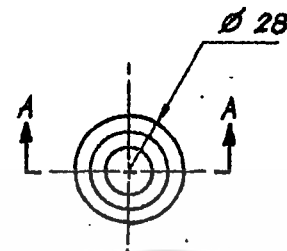
(38)







29



SECTION A-A

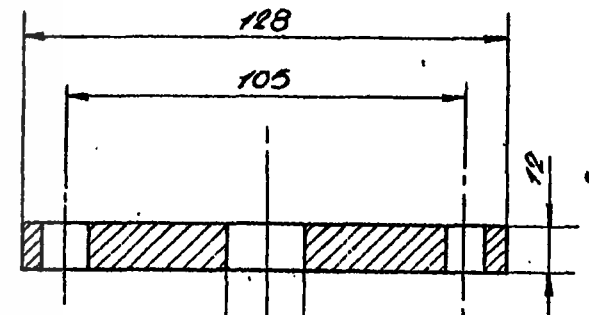
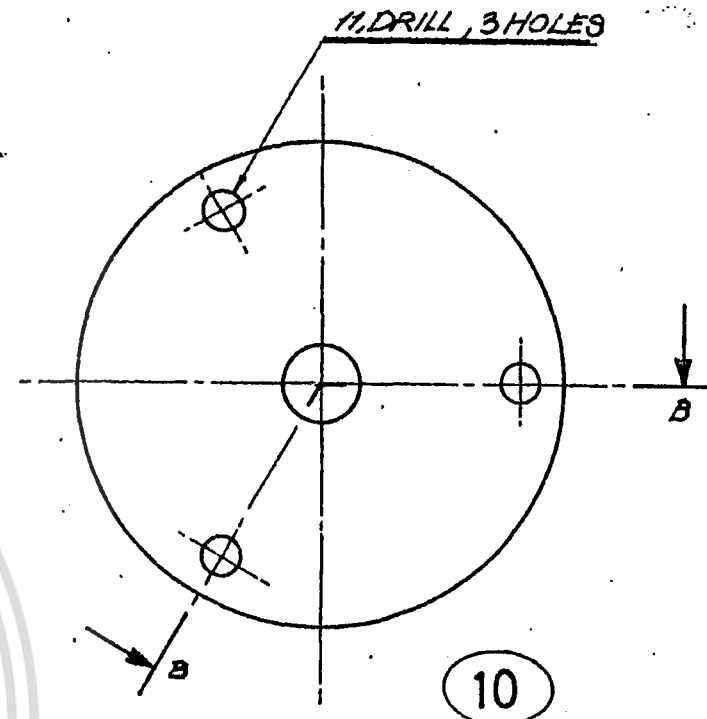
ตัดตามแนว A-A



M10, 6 PIECES

6 ตัว

11



SECTION A-A

Ø 20