คู่มือสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

รหัสคู่มือ 010
(ฉบับปรับปรุง ครั้งที่.....)
หน่วยงานที่จัดทำ
ฝ่ายออกแบบ
ส่วนวิศวกรรม สชป.17

ที่ปรึกษา
นายทรงศักดิ์ เสาวัง
นายเสกชัย เชื้อวณิชชากร

พิมพ์ครั้งที่ 1
จำนวน 1 **เล่ม**
เดือน กรกฎาคม **พ.ศ.** 2560

คู่มือการเลือกเครื่องสูบน้ำ และระบบไฟฟ้า ให้เหมาะสมกับพื้นที่ชลประทาน สำหรับโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าขนาดเล็ก



ว่าที่ร้อยตรีชาญยุทธ ยูงมณีรัตน์
ฝ่ายออกแบบ ส่วนวิศวกรรม
สำนักงานชลประทานที่ ๑๗

คำนำ

คู่มือการเลือกเครื่องสูบน้ำ และระบบสูบน้ำด้วยไฟฟ้า เป็นเอกสารวิชาการที่ได้จัดทำขึ้นเป็นแนวทาง ให้สำหรับวิศวกรและนายช่างชลประทานในสำนักงานชลประทานได้เข้าใจถึงการเลือกเครื่องสูบน้ำ ระบบสูบน้ำด้วยไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับพื้นที่ชลประทาน ลดภาระค่าไฟฟ้าของเกษตรในระยะยาว และง่ายต่อการบำรุงรักษาโครงการและเป็นเอกสารวิชาการในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ในการปฏิบัติงาน ศึกษา สำรวจ ออกแบบ และการบำรุงรักษาโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าขนาดเล็ก

ฝ่ายออกแบบ

สารบัญ

หน้า

คำนำ

สารบัญ

บทที่ ๑ การวางโครงการและการออกแบบเบื้องต้น ๑

บทที่ ๒ การเลือกเครื่องสูบน้ำ ๒๔

บทที่ ๓ อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ ๔๕

บทที่ ๔ การเลือกเครื่องสูบน้ำและหม้อแปลงไฟฟ้า ๗๖
ให้เหมาะสมกับพื้นที่ชลประทาน

บทที่ ๕ ขั้นตอนการออกแบบ ๘๑

ภาคผนวก

เอกสารประกอบการขอจัดตั้งโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

แบบประกอบ

บรรณานุกรม

บทที่ ๑
การวางโครงการและการออกแบบเบื้องต้น

๑.๑ ลักษณะโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าเป็นโครงการชลประทานขนาดเล็ก มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เป็นประโยชน์ ด้านการเกษตร เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรที่ขาดแคลนน้ำในฤดูฝนและฤดูแล้ง สามารถส่งน้ำให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกได้ตลอดปีและเป็นการสนับสนุนนโยบายของรัฐบาลในการเร่งรัดขจัดปัญหาความแห้งแล้งและขาดแคลนน้ำของประเทศ พื้นที่ที่จะตั้งโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าจะต้องอยู่ไม่ไกลจากแหล่งน้ำ มีน้ำบริบูรณ์ตลอดทั้งปีและมีปริมาณน้ำเพียงพอแก่ความต้องการ โดยให้มีการจัดตั้งสถานีสูบน้ำขึ้นที่บริเวณริมฝั่งของแหล่งน้ำทั่วประเทศ ซึ่งมีขนาดพื้นที่ของโครงการประมาณ ๕๐๐-๓,๐๐๐ ไร่

นอกจากนั้น ราษฎรหรือเกษตรกรจะต้องมีความสนใจเอาใจใส่ในโครงการที่จะมีขึ้นในพื้นที่ของตน โดยต้องยินยอมเสียสละที่ดินในการก่อสร้างคลองส่งน้ำโดยไม่คิดค่าตอบแทนและต้องเป็นผู้จ่ายเงินค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการสูบน้ำ เพื่อใช้ในการเพาะปลูก

วิธีการส่งน้ำเข้าสู่แปลงนา อาจทำได้โดยใช้ระบบส่งน้ำด้วยคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต โดยอาศัยแรงโน้มถ่วง (Gravity) หรืออาจจะส่งน้ำด้วยท่อส่งน้ำรับแรงดัน โดยอาศัยแรงดันน้ำ (Water Pressure) จากเครื่องสูบน้ำ (Pump)





๑.๒ การวางโครงการเบื้องต้น

๑.๒.๑ การพิจารณาวางโครงการ

งานสูบน้ำเป็นงานที่มีหน้าที่และบทบาทที่สำคัญในโครงสร้างการพัฒนาหลายด้าน ต่อไปนี้เป็นด้วยตัวอย่างของการใช้ปั๊มในงานสูบน้ำที่มีปริมาณมาก ๆ

- งานประปาสำหรับเขตเมืองซึ่งต้องใช้ปั๊มสูบน้ำดิบ ส่งไปผลิตเป็นน้ำประปา และแจกจ่ายให้กับประชาชน
- งานบำบัดน้ำเสียและระบายน้ำฝนจากชุมชนเมือง เพื่อการบำบัดและระบายน้ำ
- เพื่อการเกษตร เช่น งานสูบน้ำเพื่อการชลประทาน งานระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วม หรือเพื่อการปรับปรุงสภาพที่ดิน เป็นต้น
- ในอุตสาหกรรม เช่น ในงานสูบน้ำหล่อเย็นของโรงงานอุตสาหกรรม

งานสูบน้ำไม่เพียงแต่ต้องการงบประมาณเพื่อลงทุนก่อสร้างเท่านั้น แต่ยังต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นค่าพลังงานในการสูบน้ำและบำรุงรักษาเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จอีกด้วย ดังนั้นการพิจารณาวางโครงการจึงต้องกระทำอย่างรอบคอบและพิจารณาครอบคลุมทั้งระบบ

หลักการสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง เพื่อให้การวางโครงการและการออกแบบมีประสิทธิผล มีดังนี้คือ

๑. ความประหยัดค่าลงทุน แต่ให้มีความเชื่อถือได้ตามวัตถุประสงค์ในการใช้งานสูงสุด

๒. สะดวกต่อการใช้งานและบำรุงรักษาตลอดอายุการใช้งานของโครงการ

๓. ประหยัดพลังงานเพื่อให้มีค่าใช้จ่ายประจำต่ำสุด

การพิจารณาโครงการจำเป็นต้องรวบรวมเอาความเชี่ยวชาญทางด้ายวิศวกรรมหลายสาขามาประกอบเข้าด้วยกัน เช่น ด้านวิศวกรรมเครื่องกล โยธา ไฟฟ้า วิศวกรรมควบคุม เป็นต้น หลักการทั้งสามข้อที่กล่าวจะต้องนำเข้ามาพิจารณาในทุกขั้นตอนของการวางโครงการและการออกแบบ เพื่อให้โครงการนั้นบรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิผลสูงสุด

๑.๒.๒ การเลือกตั้งโครงการและการตรวจสอบ

การพิจารณาวางโครงการสูบน้ำเริ่มจากการเลือกที่ตั้งโครงการ ที่ตั้งที่เหมาะสมให้สถานีสูบน้ำทำงานได้สะดวกและประหยัดค่าก่อสร้าง ความเหมาะสมทางเทคนิคควรจะมีความสำคัญเป็นอันดับแรก แต่ในขณะเดียวกันจะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและปัญหาทางสังคมที่จะตามมาด้วย เช่น การจัดหาที่ดิน ความเกี่ยวพันกับโครงการพัฒนาอื่นในพื้นที่ที่มีอยู่ก่อนแล้ว พระราชบัญญัติและกฎระเบียบของท้องถิ่นที่จะต้องปฏิบัติตาม เป็นต้น

(๑) เงื่อนไขทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับการเลือกสถานที่

เงื่อนไขต่อไปนี้เป็นสิ่งที่จะต้องนำเข้ามาพิจารณาในการวางโครงการ

๑) สภาพภูมิประเทศ ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีสูบน้ำไม่ควรจะมีผลให้เกิดเฮดทางด้านดูดหรือด้านจ่ายสูงเกินไป กล่าวคือระดับดินควรอยู่ใกล้ผิวน้ำเพื่อหลีกเลี่ยงการขุดบ่อสูบที่มาก เฮดด้านดูดที่ต่ำจะเอื้ออำนวยให้สามารถเลือกใช้ปั๊มที่ราคาสูงมากได้

๒) ความมั่นคงแข็งแรงของฐานราก สภาพดินควรจะมีความเหมาะสมต่อการก่อสร้างฐานรากและอาคารสถานี พื้นที่และตลิ่งจะต้องมั่นคง ไม่มีการทรุดตัวหรือถูกน้ำกัดเซาะพังทลายได้ง่าย

๓) สภาพแวดล้อมและปัญหาทางสังคม

- สามารถจัดซื้อที่ดินได้ ไม่มีอุปสรรคในการดำเนินการก่อสร้าง ตัวอาคารที่จะสร้างขึ้นไม่มีผลกระทบในแง่ลบต่อสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ก่อนแล้ว
- มีถนนเข้าออกที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการก่อสร้างและขนย้ายเครื่องมือ
- อยู่ใกล้สายส่งที่มีแรงดันกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสมกับความต้องการของสถานี ความมั่งคงของกระแสไฟฟ้าที่มีอยู่เชื่อถือได้น้อย อาจจำเป็นต้องพิจารณาเลือกต้นกำลังที่เป็นเครื่องยนต์
- สถานีสูบน้ำจะต้องอยู่ในสถานที่ที่จะเข้าไปปฏิบัติงานได้สะดวกเมื่อการก่อสร้างเสร็จแล้ว
- จำเป็นต้องมีการศึกษาล่วงหน้าถึงค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดจากผลกระทบทางสังคมของโครงการไว้ด้วย

- การออกแบบ ก่อสร้าง และดำเนินงานโครงการจะต้องปฏิบัติตามกฎหมายและระเบียบของท้องถิ่น

- จะต้องศึกษาถึงผลกระทบในเรื่องเสียง ความสั่นสะเทือน และมลภาวะที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการโครงการนั้น

(๒) การพิจารณาตามลักษณะงาน

การพิจารณาตามลักษณะงานในเรื่องที่สำคัญ ๆ มีดังนี้ คือ

๑) งานสูบน้ำจากแม่น้ำ จำเป็นต้องพิจารณาระดับน้ำทีผันแปรไปตามฤดูกาล ที่ตั้งของสถานีควรจะอยู่ใกล้แม่น้ำ แต่ก็จำเป็นต้องคำนึงถึงความมั่นคงของตลิ่งและพื้นท้องน้ำด้วยว่าจะมีการกัดเซาะ หรือพัดพาตะกอนเข้ามาตกจมในท่อ หรือร่องนำน้ำเข้ามาสู่บ่อสูบในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ ถ้ามีตะกอนทรายไหลมากับน้ำเป็นปริมาณมากก็อาจต้องจัดให้มีบ่อดักตะกอนหน้าบ่อสูบ เป็นต้น

๒) งานวางท่อส่งน้ำ ท่อส่งน้ำจากปั๊มควรจะมีระดับลาดขึ้นตามความยาวเพื่อป้องกันการสะสมของฟองอากาศในท่อ ระดับหลังท่อจะต้องเป็นแนวตรงและอยู่ต่ำกว่าระดับปลายท่อ ถ้าด้านดูดของปั๊มจะต้องเป็นบวกเสมอไม่ว่าอัตราการไหลจะเป็นเท่าใด

๓) งานระบายน้ำ ร่องนำน้ำที่ต้องการระบายมาสู่สถานีสูบน้ำควรจะเป็นแนวตรง แนวโค้งหน้าสถานีอาจก่อให้เกิดความแปรปรวนในการไหลซึ่งจะเป็นผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของปั๊มลดลง ร่องนำน้ำที่ยาวและแคบอาจก่อให้เกิดคลื่นเมื่อเริ่มและหยุดเดินเครื่อง

๔) งานบำบัดน้ำเสีย เมื่อต้องมีการสูบน้ำในระบบบำบัดน้ำเสีย การวางผังระบบบำบัดจะต้องจัดให้สถานีสูบน้ำอยู่ใกล้กับจุดรวมน้ำมากที่สุด ตำแหน่งดังกล่าวจะต้องเอื้อต่อการปฏิบัติตามขั้นตอนของขบวนการบำบัดนั้นด้วย

๕) งานสูบน้ำทะเลเพื่อการหล่อเย็นของโรงงานอุตสาหกรรม ที่ตั้งของสถานีไม่ควรจะถูกกระทบกระเทือนจากความรุนแรงของคลื่นและลมซึ่งจะเป็นตัวนำทรายมาสู่สถานี ต้องมีการป้องกันไม่ให้มีหอย แมงกะพรุนหรือสัตว์น้ำเข้ามาในระบบซึ่งอาจทำความเสียหายให้แก่ปั๊มได้

(๓) รายการที่ต้องตรวจสอบ

ในงานวางโครงการและออกแบบระบบสูบน้ำ มีรายการทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์ที่จำเป็นต้องตรวจสอบเพื่อให้ได้งานสูบน้ำที่เหมาะสมมากทีสุด ก่อนที่จะเริ่มออกแบบรายละเอียดจำเป็นต้องมีข้อมูลตามรายการดังต่อไปนี้ คือ

๑) รายละเอียดทางชลศาสตร์ จะต้องมีการศึกษาความผันแปรของระดับน้ำทางด้านดูดและด้านจ่ายซึ่งเปลี่ยนไปตามฤดูกาล ความแตกต่างของระดับทั้งสองหรือ เฮดสถิตย์ (Stattic Head) ที่ปั๊มจะต้องรับภาระเป็นประจำ ค่าเฮดสูงสุดและต่ำสุดที่อาจเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ระดับน้ำสูงสุดในฤดูน้ำหลากที่อาจทำให้น้ำท่วมสถานีสูบน้ำ เป็นต้น

๒) คุณภาพของน้ำ จะต้องมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีเพื่อหาความเหมาะสมในการนำไปใช้ และใช้เป็นข้อมูลสำหรับเลือกชนิดของวัสดุที่ประกอบขึ้นเป็นตัวปั๊มและอุปกรณ์ที่สัมผัสกับน้ำ จะต้องตรวจสอบปริมาณของแข็งที่จะถูกพัดพามากับน้ำ เช่น ทราย ซึ่งอาจตกจมในบ่อสูบและไหลเข้าไปขัดสีทำลายชิ้นส่วนของปั๊มและระบบให้เสียหายได้

๓) สิ่งแขวนลอยมากับน้ำ ต้องตรวจสอบว่ามีขยะหรือสิ่งแขวนลอยมาติดกับน้ำหรือไม่เพื่อจะได้เลือกชนิดและออกแบบตะแกรงป้องกันที่เหมาะสม

๔) แผนที่ภูมิประเทศ เพื่อให้สามารถกำหนดตำแหน่งของสถานีสูบน้ำ และอาคารที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม จะต้องมีการสำรวจและทำแผนที่ภูมิประเทศพร้อมรูปตัดขวาง โดยรายละเอียดและมาตราส่วนที่เหมาะสมกับการออกแบบด้วย

๕) สภาพพื้นดิน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบฐานราก จำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณสมบัติของชั้นดินในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างซึ่งรวมถึงการหาองค์ประกอบของดินในแต่ละชั้น ความหนาแน่นของดิน ความสามารถในการรับน้ำหนักได้ และตำแหน่งของระดับน้ำใต้ดิน เป็นต้น

นอกเหนือจากรายการทั้งหมดที่กล่าวข้างต้นซึ่งจะคล้ายคลึงกันในงานสูบน้ำทุกประเภท ยังมีรายการอื่นที่เกี่ยวกับวัตถุประสงค์เฉพาะของงาน เป็นต้นว่าจะต้องใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วยถ้าเป็นงานที่เกี่ยวกับการชลประทาน หรือการระบายน้ำ เป็นต้น ในกรณีที่เป็นงานจัดหาน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค หรือการบำบัดน้ำเสีย จำเป็นจะต้องทราบภาระงานของปั๊มในระยะเริ่มโครงการและที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต

๑.๓ ลักษณะโครงการสูบน้ำ

๑.๓.๑ ระบบส่งน้ำด้วยคลองส่งน้ำโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าที่ใช้ระบบส่งน้ำด้วยคลองส่งน้ำนั้น จะมีการวางแนวคลองส่งน้ำตามความเหมาะสมของลักษณะพื้นที่ประกอบความต้องการของเกษตรกร โดยคำนึงถึงความถูกต้องตามหลักวิชาการ ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญของระบบส่งน้ำด้วยคลองดาดคอนกรีต สำหรับโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้ามีดังต่อไปนี้

๑. <u>แหล่งน้ำ</u> เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง หนองบึง อ่างเก็บน้ำ ฯลฯ ซึ่งจะต้องอยู่ไม่ไกลจากพื้นที่ที่เพาะปลูก เพื่อความสะดวกและประหยัดค่าก่อสร้างท่อส่งน้ำรับแรงดันที่จะต้องนำน้ำขึ้นไปยังบ่อพักน้ำเพื่อส่งเข้าคลองส่งน้ำต่อไป แหล่งน้ำดังกล่าวนี้ต้องมีปริมาณน้ำเพียงพอสำหรับความต้องการของโครงการนั้น ๆ

๒. <u>ท่อเหล็กริมตลิ่ง</u> เป็นท่อซึ่งวางไปบนฐานรับท่อ ซึ่งวางไปตามลาดตลิ่งของแหล่งน้ำ เช่น ลาดตลิ่งของแม่น้ำ หนองบึง ฯลฯ เพื่อนำน้ำจากเครื่องสูบน้ำส่งเข้าสู่ท่อรับแรงดันต่อไป

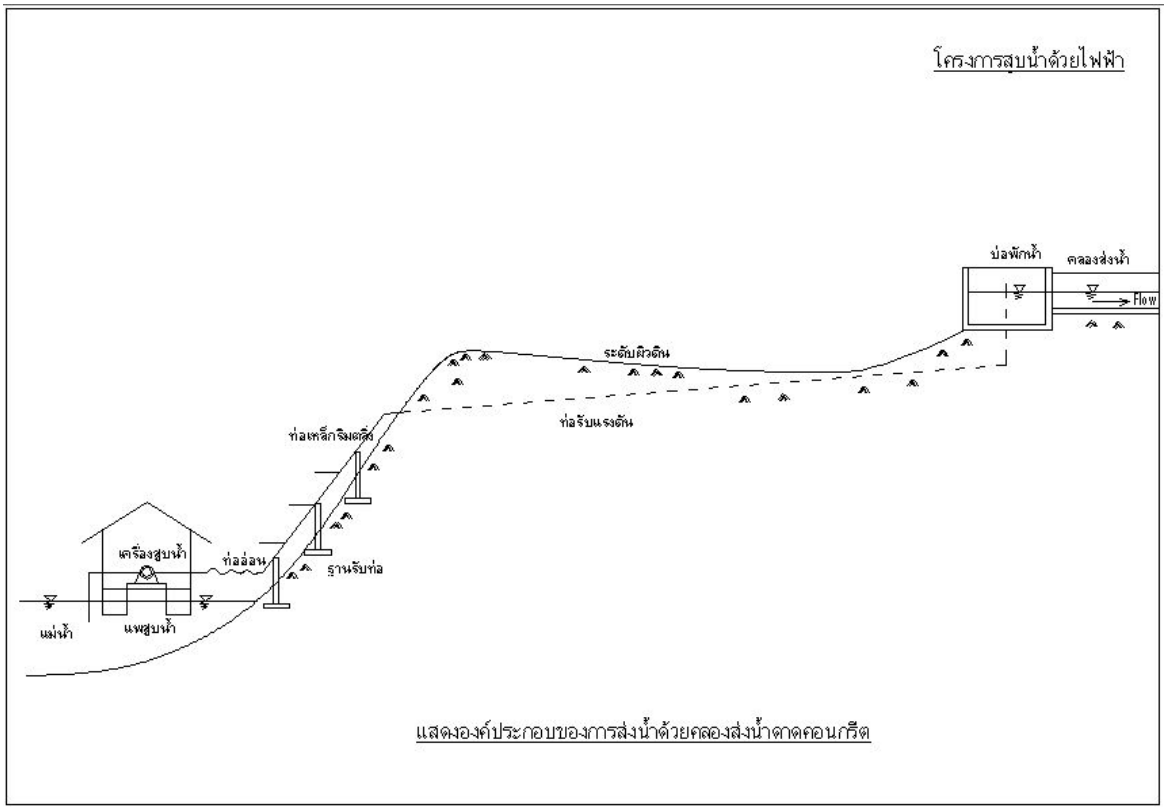
๓. <u>ท่อส่งน้ำรับแรงดัน (Pressure Pipe)</u> เป็นท่อส่งน้ำที่ต่อจากท่อเหล็กริมตลิ่ง โดยทั่วไปจะเริ่มที่ขอบตลิ่งโดยประมาณต่อขึ้นไปยังบ่อพักน้ำ (Head Tank) ซึ่งเป็นอาคารพักน้ำเพื่อให้เกิดการไหลอย่างราบเรียบเข้าสู่คลองส่งน้ำ ซึ่งความยาวของท่อส่งน้ำรับแรงดันนี้ ขึ้นอยู่กับระยะทางจากแหล่งน้ำถึงพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งขนาดท่อต้องเป็นขนาดที่ประหยัดเหมาะกับอัตราการสูบน้ำ

๔. <u>บ่อพักน้ำ (Head Tank)</u> ก่อสร้างด้วยคอนกรีตเพื่อให้พลังงานของน้ำซึ่งส่งด้วยแรงดันมาตามท่อส่งน้ำ (Pressure Pipe) ลดความรุนแรงลงก่อนที่จะนำเข้าคลองส่งน้ำ บ่อพักน้ำควรตั้งอยู่บนจุดสูงสุดของพื้นที่เพื่อปล่อยน้ำให้ไหลไปตามคลองส่งน้ำโดยแรงโน้มถ่วงของโลก(Gravity Flow) ต่อไป

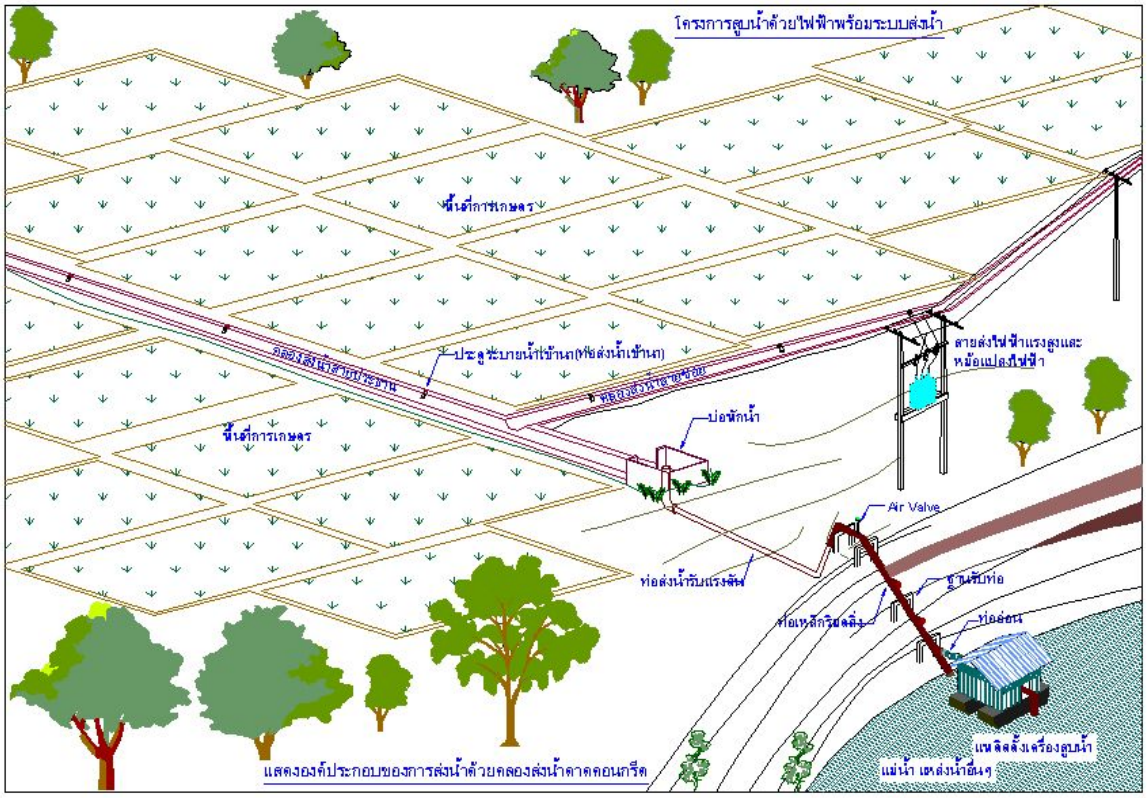
๕. <u>คลองส่งน้ำ</u> แนวคลองส่งน้ำนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องวิ่งไปตามระดับความสูงของพื้นที่จากต้นคลองค่อย ๆ ลดระดับลงก็จะน้อยเรื่อย ๆ ไปยังปลายคลองส่งน้ำเนื่องจากการวางแนวคลองลักษณะดังกล่าวข้างต้นจะทำให้น้ำที่จ่ายจากคลองส่งน้ำสามารถไหลส่งต่อไปยังพื้นที่เพาะปลูกอย่างทั่วถึงทำให้การส่งน้ำในโครงการทำได้สะดวกและมีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ยังสามารถประหยัดปริมาณงานดินในการก่อสร้างได้เป็นอย่างมากอีกด้วย น้ำที่ไหลไปตามคลองส่งน้ำสายประธานและคลองแยกซอยจะไหลผ่านอาคารชลประทานต่าง ๆ ซึ่งแต่ละอาคารจะทำหน้าที่แตกต่าง กันไป โดยน้ำที่จะไหลเข้าสู่แปลงนาจะ

ไหลผ่านอาคารชลประทานชนิดหนึ่งที่เรียกว่าท่อส่งน้ำเข้านา (Tertiary off Take) ลงสู่คลองใส้ไก่ที่เกษตรกรเป็นผู้ขุดไว้สำหรับนำน้ำเข้าแปลงแต่ละแปลงต่อไป

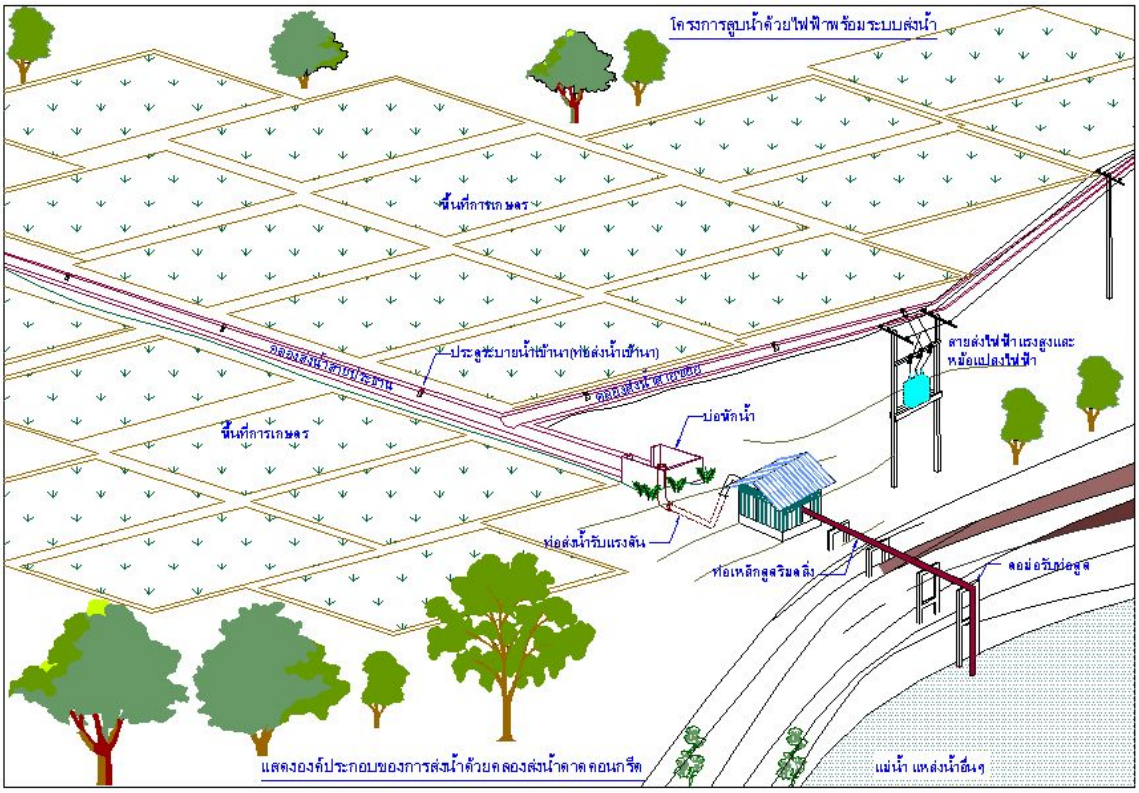
๖. <u>เครื่องสูบน้ำ</u> ชนิดและขนาดของเครื่องสูบน้ำขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่โครงการ ความยาวของท่อแรงดัน สภาพตลิ่งและความสูงของระดับบ่อพักน้ำ สำหรับโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้าโดยทั่วไปจะเป็นเครื่องสูบน้ำชนิด Centrifugal Pump (ปั้มหอยโข่ง) ติดตั้งอยู่บนแพสูบน้ำ เนื่องจากชนิดที่เหมาะกับการติดตั้งอยู่ในแหล่งน้ำที่มีระดับน้ำไม่คงที่ เช่น ในแม่น้ำลำคลอง ซึ่งแพสูบน้ำดังกล่าวสามารถขยับขึ้นลงตามระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงนี้ได้ โดยมีท่อยางตัวหนอน (ท่ออ่อน) เป็นตัวยึดหยุ่นต่อเชื่อมระหว่างท่อเหล็กส่งน้ำริมตลิ่งกับแพสูบน้ำ



<u>แสดงองค์ประกอบของการส่งน้ำด้วยคลองส่งน้ำคอนกรีต</u>



รูปแบบโครงการชนิดเครื่องสูบน้ำติดตั้งบนแพและระบบส่งน้ำเป็นคลองคอนกรีตดาด



รูปแบบโครงการชนิดโรงสูบน้ำและระบบส่งน้ำเป็นคลองคอนกรีตดาด

๑.๓.๒ ระบบส่งน้ำด้วยท่อส่งน้ำรับแรงดัน โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

การส่งน้ำด้วยท่อรับแรงดันเป็นการส่งน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรมโดยใช้แรงดันน้ำจากเครื่องสูบน้ำส่งผ่านท่อรับแรงดันแทนการปล่อยน้ำจากบ่อพักน้ำ ให้ไหลเข้าคลองส่งน้ำตามแรงโน้มถ่วงของโลกเข้าสู่แปลงนา ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญของการส่งน้ำด้วยท่อรับแรงดันดังนี้คือ

๑. <u>แหล่งน้ำ</u> เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติเช่นเดียวกับส่งน้ำด้วยคลองส่งน้ำ ซึ่งควรอยู่ใกล้กับพื้นที่เพาะปลูกและมีปริมาณน้ำเพียงพอแก่ความต้องการของโครงการ

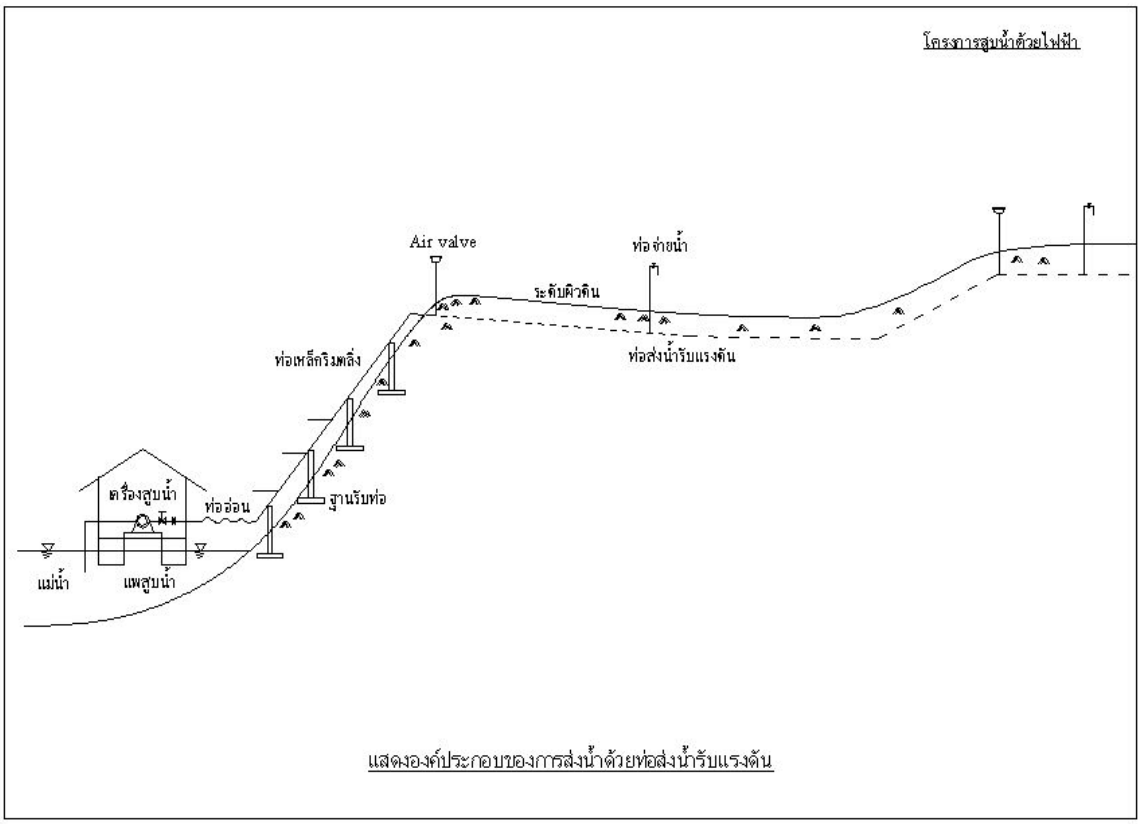
๒. <u>สถานีสูบน้ำ</u> (Pump House) จะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามสภาพของตลิ่ง การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในแม่น้ำตลอดจนชนิดของเครื่องสูบน้ำที่จะใช้ ซึ่งสถานีสูบน้ำอาจจะก่อสร้างอยู่ริมตลิ่งหรือจะทำคลองชักน้ำเข้ามายังสถานีสูบน้ำ หรืออาจจะเป็นแพสูบน้ำก็ได้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังกล่าวแล้วข้างต้น

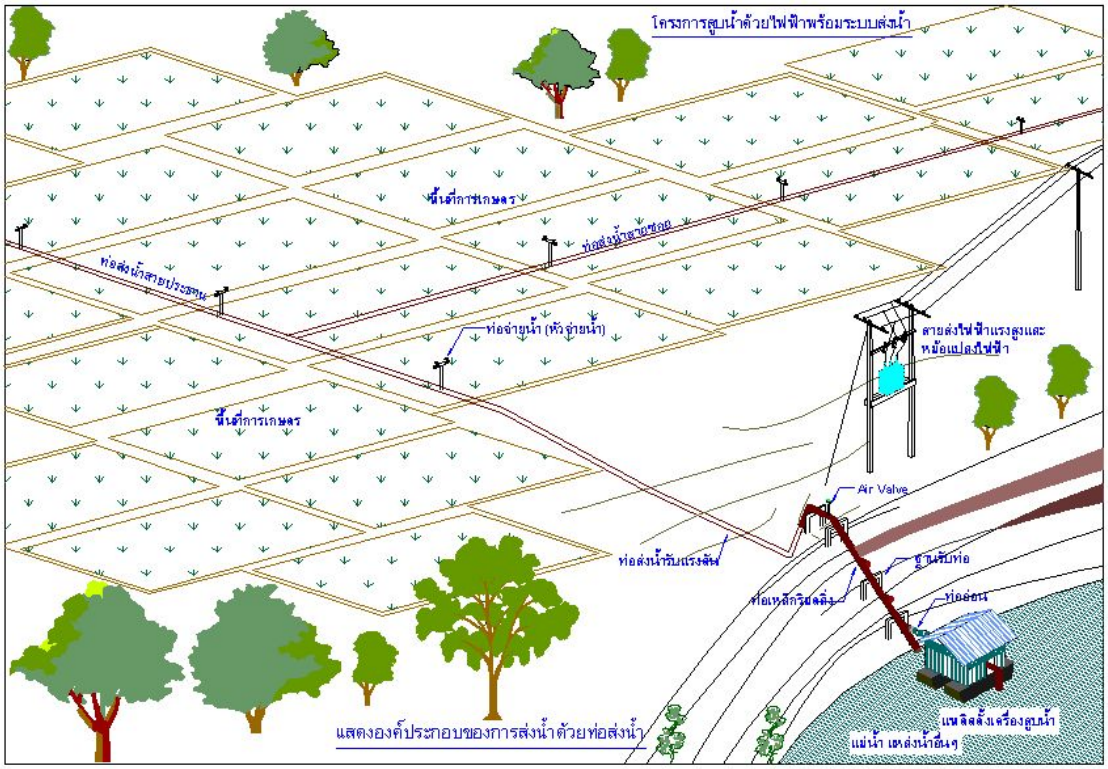
๓. <u>เครื่องสูบน้ำ</u> ชนิดและขนาดของเครื่องสูบน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องการของโครงการ ความสูงของหัวน้ำที่จะสูบ (Head) ประกอบกับสภาพตลิ่งรวมทั้งสภาพของแหล่งน้ำ เครื่องสูบน้ำนี้จะเป็นตัวขับน้ำให้เกิดแรงดันเพียงพอที่จะไหลไปตามท่อรับแรงดันส่งเข้าพื้นที่เพาะปลูกต่อไป

๔. <u>ท่อส่งน้ำรับแรงดัน</u> จะประกอบด้วยท่อสายประธานและท่อแยกซอยเช่นเดียวกับคลองส่งน้ำ ซึ่งชนิดและขนาดของท่อรับแรงดันนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่จะสูบและแรงดันที่เกิดขึ้นภายในเส้นท่อ แนวท่อส่งน้ำรับแรงดันควรจะวางอยู่บนสันเนินเช่นเดียวกับการวงแนวคลองส่งน้ำเนื่องจากน้ำเมื่อส่งออกจากท่อแล้วจะไหลลงสู่แปลงเพาะปลูกด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยเฉพาะการส่งน้ำให้กับพืชที่ต้องการน้ำขังอยู่ในแปลง ในช่วงที่มีการเจริญเติบโต เช่น ข้าว ยาสูบ ผักต่าง ๆ เว้นแต่เป็นการส่งน้ำด้วยแรงดันไปจนถึงรากของพืช เช่น การส่งน้ำในสวนผลไม้ พืชไร่บางประเภทที่ต้องใช้ระบบน้ำหยดหรือ Sprinkle การที่จะวางท่อบนสันเนินจึงมีความจำเป็นน้อยลง

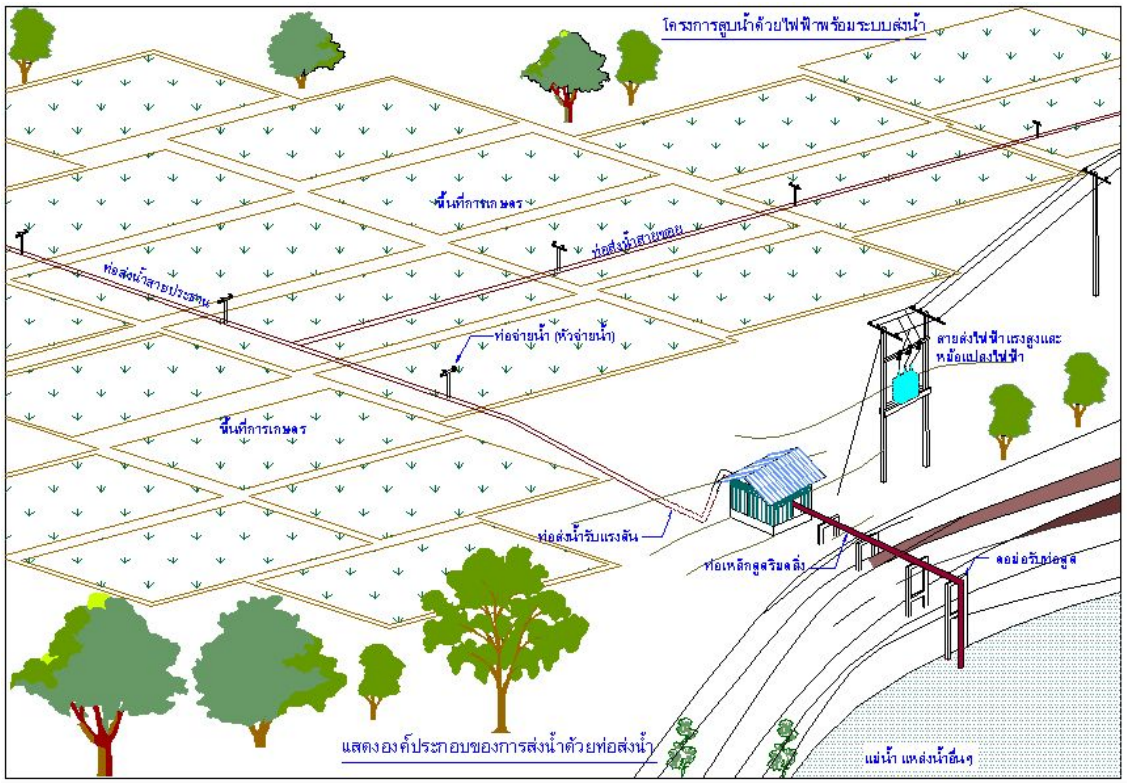
๕. <u>ท่อจ่ายน้ำ</u> เป็นท่อที่ต่อท่อออกจากท่อรับแรงดันเพื่อเป็นหัวจ่ายน้ำ (Tapping) เข้าสู่แปลงเพาะปลูกเนื่องจากน้ำที่ออกจากท่อแล้วต้องการให้น้ำไหลเข้าสู่แปลงเพาะปลูก โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกต่อไป จึงจำเป็นต้องมีอาคารสลายพลังงาน เพื่อลดความรุนแรงของน้ำ สำหรับในกรณีที่เป็นสวนผลไม้ซึ่งใช้กับระบบน้ำหยดหรือSprinkle ไม่จำเป็นต้องมีอาคารสลายพลังงาน

๖. <u>ระบบป้องกัน</u> ในกรณีที่เกิดแรงดันในเส้นท่ออย่างรุนแรง เช่นการเกิด Surge Pressure หรือ Water Hammer ซึ่งโดยมากจะเกิดจากการที่เครื่องสูบน้ำหยุดทำงานกระทันหัน เช่นกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ในกรณีนี้น้ำที่ส่งไปตามท่อจะไหลย้อนกลับและเกิดแรงกระแทกอย่างรุนแรง แรงดันภายในท่อจะสูงผิดปกติทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับเส้นท่อได้ จึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งระบบลดแรงดัน เช่น Valve ชนิดพิเศษเพื่อลดแรงดันให้อยู่ในระดับที่ท่อสามารถรับได้





รูปแบบโครงการชนิดเครื่องสูบน้ำติดตั้งบนแพและระบบส่งน้ำเป็นท่อส่งน้ำรับแรงดัน



รูปแบบโครงการชนิดโรงสูบน้ำและระบบส่งน้ำเป็นท่อส่งน้ำรับแรงดัน

๑.๔ ข้อกำหนดในการจัดตั้งโครงการสถานีสูบน้ำ

๑.๔.๑ ข้อกำหนดในการจัดตั้งโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

๑.๔.๒ ประเภทเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต สำหรับไร่นา

๑. ข้อกำหนดทั่วไป

๑.๑ มีพื้นที่โครงการประมาณ ๕๐๐ – ๓,๐๐๐ ไร่

๑.๒ เป็นพื้นที่ที่รับน้ำไม่ถึงตามแรงโน้มถ่วงของโลก

๑.๓ เป็นพื้นที่เกษตรกรรมอยู่ห่างจากแหล่งน้ำที่จะทำการสูบโดยประมาณไม่เกิน กิโลเมตร

๑.๔ แหล่งน้ำบริเวณที่ตั้งสถานีสูบน้ำจะต้องมีปริมาณน้ำไหลผ่านไม่น้อยกว่า๑.๖ ลูกบาศก์เมตร / วินาที โดย เป็นค่าเฉลี่ยในช่วงเดือนมีนาคม ถึงพฤษภาคม ตามสถิติข้อมูลอุทกวิทยา เพียงพอที่จะ สูบน้ำให้ให้กับพืชในฤดูแล้ง และในระยะที่ฝนทิ้งช่วง โดยจะต้องคำนึงถึงการใช้น้ำของโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า ที่ได้จัดตั้งไปแล้วและการใช้น้ำเพื่อประโยชน์อื่นๆประกอบด้วย

๑.๕ กรณีแหล่งน้ำที่เป็น บึง สระ หนองน้ำธรรมชาติ ต้องมีความจุไม่น้อยกว่า ๒ ล้าน ลูกบาศก์เมตร สำหรับอ่างเก็บน้ำจะต้องมีน้ำต้นทุนเหลือเพียงพอ

๑.๖ ระบบส่งน้ำอาจจะเป็นระบบท่อส่งน้ำหรือระบบคลองส่งน้ำดาดคอนกรีตแล้วแต่กรณี

๑.๗ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสามารถขยายเขตไฟฟ้า เข้ามายังสถานีสูบน้ำได้

๑.๘ จะต้องมีความสูงหัวน้ำ (ไม่รวมการสูญเสียจากแรงเสียดทานภายในท่อ) ในการสูบน้ำไม่เกิน ๔๕ เมตร

๑.๙ ก่อนเริ่มโครงการเกษตรกรอย่างน้อย ๘๐ % ของพื้นที่จะต้องลงนามยินยอมปฏิบัติตามข้อกำหนดในการจัดตั้งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า โดยผ่านความเห็นชอบจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

๑.๑๐ มีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมและด้านเศรษฐกิจ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน และไม่มีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสังคม

๑.๑๑ เมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จ จังหวัดหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องรับไปดูแลในการส่งน้ำและบำรุงรักษาร่วมกับเกษตรกรภายใน ๑ ปี

๒. <u>ภาระหน้าที่ของกรมชลประทาน</u>

๒.๑ ก่อสร้างคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต หรือระบบท่อส่งน้ำเพื่อส่งน้ำไปยังพื้นที่โครงการ

๒.๒ จัดหา ติดตั้ง เครื่องสูบน้ำขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ประกอบเครื่องสูบน้ำ และติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ พร้อมอุปกรณ์ไฟฟ้า

๒.๓ ดำเนินการและว่าจ้างการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขยายเขตระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูง ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าและติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้า

๒.๔ ประชาสัมพันธ์ เพื่อปลุกจิตสำนึกให้เกษตรกรและผู้นำชุมชนทราบ และรู้คุณค่าของ การอนุรักษ์ดินและน้ำ รวมทั้งการประหยัดการใช้น้ำ ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำระดับแปลงนา ระดับโครงการและระดับลุ่มน้ำ

๒.๕ จัดทำคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาสถานีสูบน้ำ พร้อมทั้งฝึกเจ้าหน้าที่ของเกษตรกรที่จะปฏิบัติงานในด้านนี้ในระยะแรก

๒.๖ ให้คำปรึกษาและแนะนำทางด้านวิศวกรรมและบำรุงรักษาตามคำร้องของเกษตรกร

๒.๗ กำหนดแผนการซ่อมแซมสถานีสูบน้ำให้กลุ่มเกษตรกรปฏิบัติ

๓. <u>ภาระหน้าที่ของเกษตรกร</u>

๓.๑ ราษฎรรวมกลุ่มกันร้องขอและลงนามยินยอมให้ดำเนินโครงการภายใต้ข้อกำหนดของกรมชลประทาน

๓.๒ ในระหว่างก่อสร้างให้เกษตรกรรวมตัวเป็นกลุ่มผู้ใช้น้ำและยื่นเรื่องขอจัดตั้งเป็นสหกรณ์ผู้ใช้น้ำภายใน ๑ ปี หลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ

๓.๓ ยอมให้ใช้ที่ดินบริเวณที่ดำเนินการก่อสร้างโครงการโดยไม่คิดค่าชดเชยที่ดินหรือค่าตอบแทนใดๆ และไม่เรียกร้องขอคืนภายหลังด้วยพร้อมลงลายมือชื่อในหนังสือยินยอมโอนกรรมสิทธิ์ให้ใช้ที่ดิน

๓.๔ ต้องรับภาระค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการสูบน้ำในส่วนที่เป็นของเกษตรกรต้องรับผิดชอบทั้งหมด

๓.๕ เป็นผู้บำรุงรักษาและซ่อมแซมคลองส่งน้ำ ท่อส่งน้ำ ให้อยู่ในสภาพที่ดีเสมอพร้อมจะให้ความร่วมมือในการควบคุมการปิด – เปิดระบบจ่ายน้ำ เพื่อให้เกษตรกรผู้ใช้น้ำได้รับประโยชน์ทั่วถึงกันและรับคำแนะนำทางด้านวิชาการเกษตรเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น

๔. <u>ภาระหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.)</u>

๔.๑ รับมอบสถานีสูบน้ำทั้งโครงการและมิเตอร์ไฟฟ้า จากกรมชลประทานภายใน ๑ ปี หลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จ

๔.๒ ดำเนินการจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำระหว่างการก่อสร้างและพัฒนาให้เป็นสหกรณ์ผู้ใช้น้ำภายใน ๑ ปี หลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จ

๔.๓ ให้การสนับสนุนงบประมาณค่าใช้จ่ายภายหลังการรับมอบสถานีสูบน้ำไปบริหารงานดังนี้

- ค่าจ้างพนักงานสูบน้ำ
- ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา
- สมทบค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการสูบน้ำ

๑.๕ การจัดตั้งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

ข้อกำหนดการจัดตั้งโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า
ประเภทเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต สำหรับพืชสวน / ผลไม้

ข้อกำหนดในการจัดตั้งโครงการชลประทานระบบท่อ ประเภทเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า สำหรับพืชสวน / ผลไม้ ของกรมชลประทานมีดังนี้

๑. ข้อกำหนดทั่วไป

๑.๑ เป็นพื้นที่โครงการประมาณ ๕๐๐-๖๐๐ ไร่

๑.๒ เป็นพื้นที่ที่รับน้ำไม่ถึงตามแรงโน้มถ่วงของโลก

๑.๓ เป็นพื้นที่เกษตรกรรมอยู่ห่างจากแหล่งน้ำที่จะทำการสูบโดยประมาณไม่เกิน ๓ กิโลเมตร

๑.๔ แหล่งน้ำบริเวณที่ตั้งสถานีสูบน้ำ จะต้องมีปริมาณน้ำไหลผ่านไม่น้อยกว่า๐.๖ ลูกบาศก์เมตร/วินาที โดยเป็นค่าเฉลี่ยในช่วงเดือนมีนาคม ถึงพฤษภาคม ตามสถิติข้อมูลอุทกวิทยา เพียงพอที่จะสูบน้ำให้กับพืชฤดูแล้ง หรือในระยะที่ฝนทิ้งช่วง โดยจะต้องคำนึงถึงการใช้น้ำของโครงการสูบน้ำที่ได้จัดตั้งไปแล้ว และการใช้น้ำเพื่อประโยชน์ด้านอื่น ๆ

๑.๕ กรณีแหล่งน้ำที่เป็นบึง สระ หนองน้ำธรรมชาติ ต้องมีความจุไม่น้อยกว่า๒ ล้านลูกบาศก์เมตร สำหรับอ่างเก็บน้ำจะต้องมีน้ำต้นทุนเหลือเพียงพอ

๑.๖ ระบบส่งน้ำเป็นระบบท่อส่งน้ำรับแรงดัน

๑.๗ จะต้องมีความสูงหัวน้ำ (ไม่รวมการสูญเสียจากแรงเสียดทานภายในท่อ) ในการสูบน้ำไม่เกิน ๔๕ เมตร

๑.๘ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสามารถขยายเขตไฟฟ้าเข้ามายังสถานีสูบน้ำได้

๑.๙ มีความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมและด้านเศรษฐกิจ ให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน และไม่มีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสังคม

๑.๑๐ ก่อนเริ่มโครงการเกษตรกรอย่างน้อย ๘๐% ของพื้นที่จะต้องลงนามยินยอมปฏิบัติตามข้อกำหนดในการจัดตั้งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

๑.๑๑ เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างภาครัฐกับเกษตรกร โดยในภาพรวมภาครัฐจะออกค่าใช้จ่ายให้ ๔๐% และเกษตรกรออกค่าใช้จ่าย (ด้านแรงงานและเงินสมทบ) ๖๐% ของค่าก่อสร้างทั้งโครงการ

๑.๑๒ พื้นที่เกษตรกรรมจะต้องเป็นสวนผลไม้หรือพืชเศรษฐกิจที่มีมูลค่าสูงเท่านั้น

๒. ภาระหน้าที่ของกรมชลประทาน

๒.๑ จัดหาท่อส่งน้ำสายประธาน คิดเป็นค่าใช้จ่าย ๔๐% ของค่าก่อสร้างทั้งโครงการ

๒.๒ กำกับดูแลให้ข้อเสนอแนะในการก่อสร้างโครงการ การวางท่อส่งน้ำ การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ รวมทั้งระบบสูบน้ำ และระบบไฟฟ้า

๒.๓ ประชาสัมพันธ์ เพื่อปลุกจิตสำนึกให้เกษตรกรและผู้นำชุมชนทราบ และรู้คุณค่าของการอนุรักษ์ดินและน้ำ รวมทั้งการประหยัดการใช้น้ำในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำระดับแปลงนา ระดับโครงการและระดับลุ่มน้ำ

๒.๔ จัดทำคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาสถานีสูบน้ำ พร้อมทั้งฝึกเจ้าหน้าที่ของเกษตรกรที่จะปฏิบัติงานในด้านนี้ในระยะแรก

๒.๕ ให้คำปรึกษาและแนะนำทางด้านวิศวกรรมและบำรุงรักษา ตามคำร้องขอของเกษตรกร

๓. ภาระหน้าที่ของเกษตรกร

๓.๑ ราษฎรรวมกลุ่มกันร้องขอและลงนามยินยอมให้ดำเนินโครงการภายใต้ข้อกำหนดของกรมชลประทาน

๓.๒ เกษตรกรต้องสมทบค่าใช้จ่าย ๖๐% ของค่าก่อสร้างทั้งโครงการ ประกอบด้วย

- จัดหาแรงงานและรับผิดชอบดำเนินการวางท่อส่งน้ำ
- ติดต่อยื่นขอขยายเขตส่งไฟฟ้า ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า และติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค รวมทั้งรับผิดชอบในการเสียค่าใช้จ่ายก่อสร้างขยายเขตไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคทั้งหมด
- จัดหาเครื่องสูบน้ำขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ประกอบ ติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำพร้อมอุปกรณ์ไฟฟ้า จัดหาท่อสายซอยและท่อสายซอยย่อยเข้าสวนผลไม้ พร้อมทั้งอาจจะต้องจัดหาท่อส่งน้ำสายประธานบางส่วนที่รัฐไม่ได้จัดหาได้
- เกษตรจะต้องเป็นผู้ยินยอมให้ใช้ที่ดินสำหรับวางแนวท่อส่งน้ำ บริเวณที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ บ้านพักพนักงานสูบน้ำ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องของโครงการฯ นี้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายหรือค่าตอบแทนใด ๆ ทั้งสิ้น

๓.๓ เกษตรกรผู้ใช้น้ำต้องรวมกันจัดตั้งเป็นนิติบุคคลในการดำเนินการบริหารโครงการ

๓.๔ เกษตรกรผู้ใช้น้ำจะต้องจ่ายค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำทั้งหมด และให้มีเงินเหลือสำหรับการบริหาร และบำรุงรักษาด้วย โดยให้มีการตั้งกองทุนของกลุ่มเกษตรกร ในวงเงินไม่น้อยกว่า ๒% ของงบประมาณค่าก่อสร้างเพื่อใช้เป็นค่าบริหารและบำรุงรักษา

๓.๕ การบำรุงรักษาท่อส่งน้ำ ให้กลุ่มเกษตรกรเป็นผู้ดูแลรักษา และออกค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและบำรุงรักษาเอง

๓.๖ การจ่ายน้ำให้เกษตรกร ให้กลุ่มเกษตรกรเป็นผู้ตกลงกันเอง ในรูปของกลุ่มผู้ใช้น้ำ เพื่อดำเนินการควบคุมเวลาปิด -เปิดท่อจ่ายน้ำ เพื่อให้เกษตรกรผู้ใช้น้ำทุกคนใช้ประโยชน์ทั่งถึงกัน โดยกรมชลประทานจะเป็นผู้ให้คำแนะนำ

๓.๗ ให้เกษตรกรที่เป็นเจ้าของที่ซึ่งท่อส่งน้ำผ่าน เป็นผู้รับผิดชอบความเสียหายใด ๆ ที่เกิดขึ้นแก่ท่อส่งน้ำส่วนที่อยู่ในบริเวณที่ของเกษตรกร

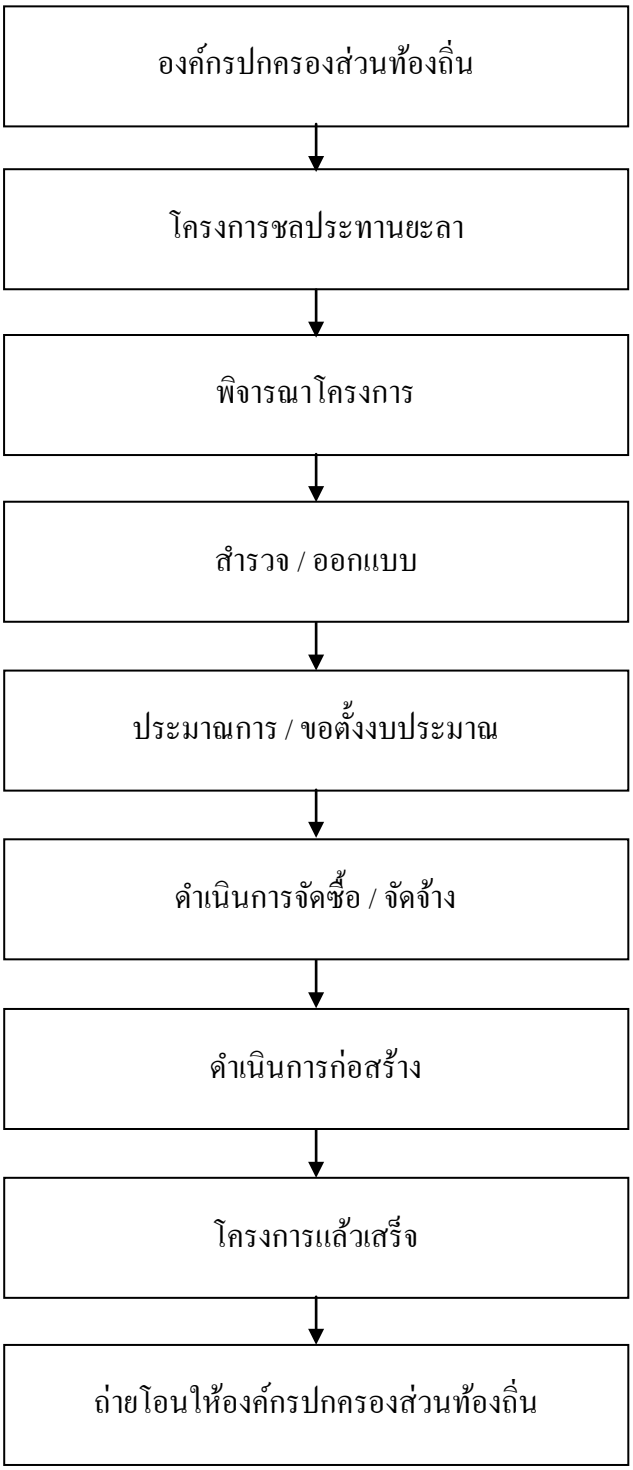
๓.๘ การเจาะท่อส่งน้ำภายหลังจากการก่อสร้างโครงการแล้วเสร็จ ต้องได้รับความยินยอมจากกรมชลประทานก่อน

๓.๙ ผู้ร้องขอต้องลงลายมือชื่อในหนังสือรับรองที่จะปฏิบัติตามข้อกำหนดการจัดตั้งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าสำหรับพืชสวน / ผลไม้

ลักษณะโครงการชลประทานระบบท่อ
(สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า)

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">ประเภทโครงการ</th><th colspan="7">พื้นที่ (ไร่)</th><th rowspan="2">ระดับการให้บริการ</th></tr>
<tr><th>๕๐๐</th><th>๑,๐๐๐</th><th>๒,๐๐๐</th><th>๓,๐๐๐</th><th>๔,๐๐๐</th><th>๕,๐๐๐</th><th>๖,๐๐๐</th></tr>
<tr><td rowspan="2">เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต</td><td>สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า
สำหรับไร่นา</td><td colspan="5">ส่งน้ำด้วยระบบคลองหรือท่อ
ระยะเวลาก่อสร้าง 1 ปี</td><td></td><td></td><td rowspan="2">ระบบชลประทานในไร่นา
(Farm Irrigation System</td></tr>
<tr><td>สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า
สำหรับพืชสวน / ผลไม้</td><td colspan="7">ส่งน้ำด้วยระบบคลองหรือท่อ
ระยะเวลาก่อสร้าง 1 ปี</td></tr>
</table>

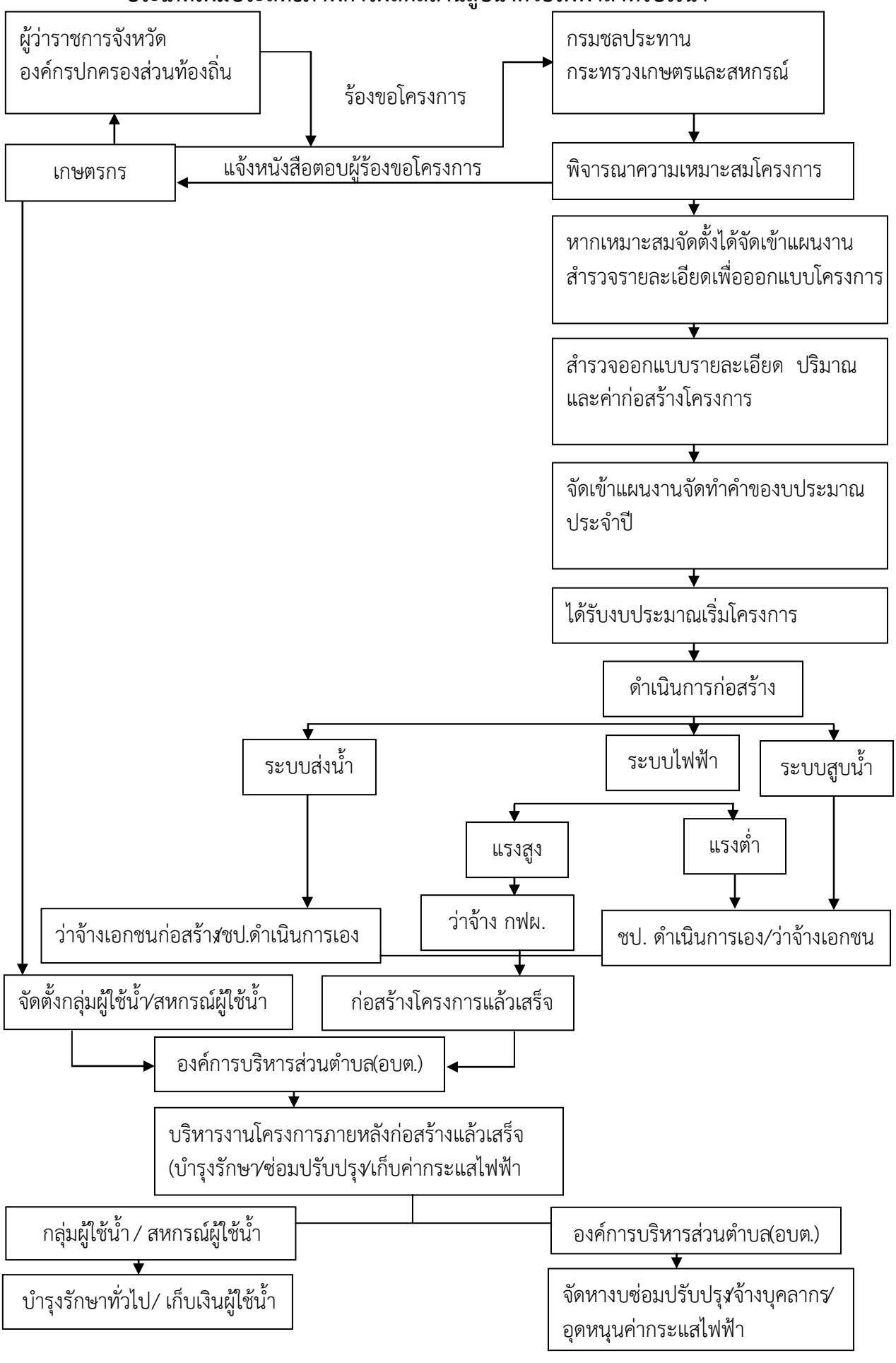
การขอจัดตั้งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า



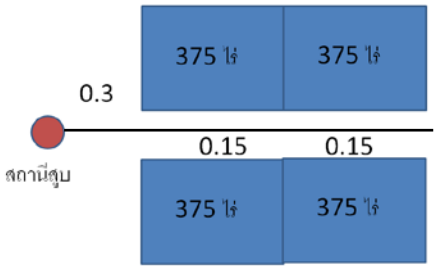
หมายเหตุ ๑. พื้นที่โครงการประมาณ ๕๐๐ – ๓,๐๐๐ ไร่

๒. ระบบส่งน้ำอาจเป็นระบบคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต หรือระบบท่อส่งน้ำแล้วแต่กรณี

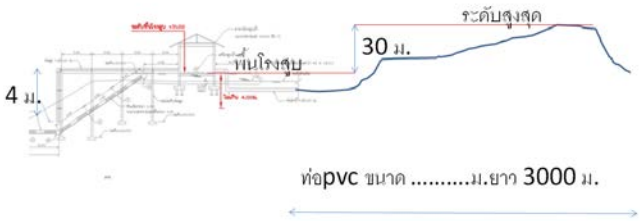
แผนภาพแสดงขั้นตอนการจัดทำโครงการชลประทานระบบท่อ
ประเภทเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าสำหรับไร่นา



๑.๖ ตัวอย่างการออกแบบโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า ระบบท่อส่งน้ำ



พื้นที่ชลประทาน ๑๕๐๐ ไร่



๑. คำนวณหาขนาดปั้ม

หาปริมาณน้ำที่ต้องส่ง

พื้นที่นาที่ต้องส่ง ๑,๕๐๐ ไร่

ค่าชลภาระ ๐.๐๐๐๒ ลบ.ม./วินาที/ไร่ (ตามอ้างอิง)

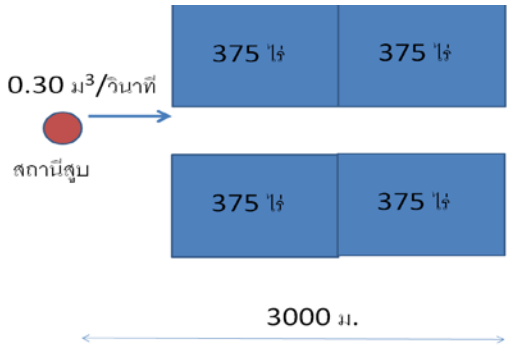
ปริมาณน้ำทั้งหมดที่พืชต้องใช้ = ๐.๐๐๐๒ x ๑,๕๐๐

= ๐.๓ ลบ.ม./วินาที

เลือกปั้มขนาด ๐.๓ ลบ.ม./วินาที

๓๐๐ ลิตร/วินาที

๒. หาขนาดท่อ Head loss



คำนวณ Head loss สูตร Hazen William

$$hf = \frac{10.675LQ^{1.852}}{C^{1.852}D^{4.8704}}$$

Hf = Heas loss (m.)

C = สปส.ของ Hazen Williams (C = ๑๒๐ เหล็กเหนียว , C = ๑๔๐ PVC)

C = ๑๔๐ PVC

L = ยาวท่อ (m.) = ๓๐๐๐ ม.

Q = m^3/s = ๐.๓๐

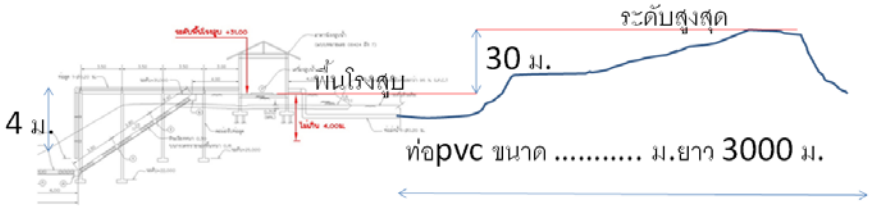
D = Diameter ท่อ (m.) = ๐.๕ A = (๒๒/๗)*(๐.๕^{๒})/๔ = ๐.๑๙๖ m^{๒}

แทนค่า hf = ๑๐.๖๘ m.

ตรวจสอบ V (ความเร็วในท่อ) = Q/A = ๐.๓/๐.๑๙๖ = ๑.๕๒ (๐.๗ - ๒.๐) m/s

คำนวณ Total Loss ท่อส่ง

= hf + ๐.๒hf + (ระดับสูงที่สุดพื้นที่ที่จะส่งน้ำ – ระดับพื้นโรงสูบ) +
(ระดับพื้นโรงสูบ – ระดับน้ำต่ำสุด)



คำนวณ Total Loss ท่อส่ง

= ๑๐.๖๘ + ๐.๒ x ๑๐.๖๘ + ๔ + ๓๐

= ๔๖.๘ ม. ขอใช้ ๕๐ เมตร

สรุปเลือกปั้มขนาด

Q = ๐.๓ ลบ.ม./วินาที

H = ๕๐ ม.



Split case Pump ข้อดี

ขนาดมาตรฐานประมาณ ๒๐๐-๕๐๐ มม. ประสิทธิภาพสูง ราคาต่ำ (๐.๑-๐.๖ ลบ.ม./วินาที)

ระยะยกน้ำประมาณ ๑๕-๑๒๐ ม.

๑.๗ การพิจารณาเลือกเครื่องสูบน้ำจาก Pump Performance Cuve

Performance Curve คืออะไร

กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความดันของการสูบน้ำ

S 5 321 0302 0354/1/4 (07/2556)

Sheet 1/9

ที่ .....

จำนวน : .....เครื่อง/หน่วย

ตารางเปรียบเทียบรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

สำหรับ

เครื่องสูบน้ำชนิดหอยโข่งแบบ Horizontal split case ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

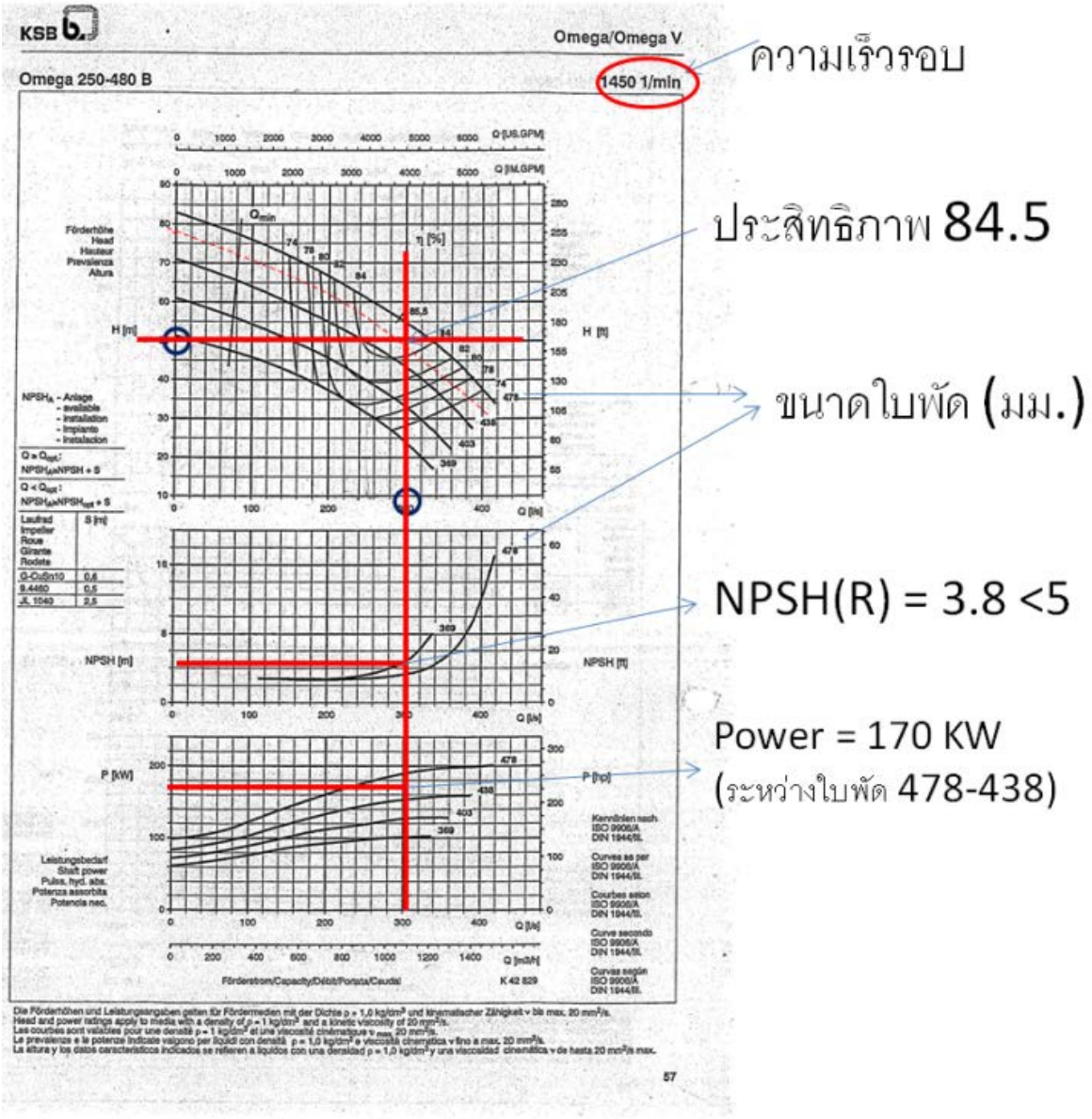
อัตราการสูบน้ำ 0.30 ลบ.ม. ต่อวินาที ระยะยกน้ำ 50 เมตร

ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกรมฯ	ข้อกำหนดรายละเอียดฯของผู้เสนอราคาขายหรือผู้รับจ้าง
1. ยี่ห้อ :	1.
2. รุ่น :	2.
3. ประเทศต้นกำเนิด (Country of origin) :	3.
4. ประเทศที่ผลิต (Country of manufacturer) :	4.
5. ประเทศที่ประกอบ (Country of assembly) :	5.
6. รายละเอียดทั่วไป: เครื่องสูบน้ำชนิดหอยโข่งแบบ Horizontal split case ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดท่อส่ง (Pump discharge) 250 - 300 มิลลิเมตร ติดตั้งอยู่บนฐานโครงเหล็กเดียวกันที่แข็งแรง สำหรับใช้ในงานส่งน้ำ และการชลประทาน (ดูรายละเอียดตามแบบที่แนบ)	6.
7. อัตราการทำงานของเครื่องสูบน้ำ:เป็นเครื่องสูบน้ำที่ออกแบบให้สามารถสูบน้ำได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และสถานะของการทำงานของเครื่องสูบน้ำที่ระดับน้ำต่าง ๆ ตามที่ออกแบบต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ดีสำหรับเดินเครื่องสูบน้ำ ปราศจากการสั่นเนื่องจาก Cavitation และจากส่วนประกอบอื่นๆ	7.
7.1 อัตราการสูบน้ำ 0.30 ลบ.ม. ต่อวินาที ที่ระยะยกน้ำ (Total head) ไม่ต่ำกว่า 50 เมตร และค่า NPSH required ไม่เกิน 5 เมตร	7.1
7.2 ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ ณ. อัตราการทำงานข้างต้น (Pump efficiency) ไม่น้อยกว่า 80 %	7.2
7.3 กำลังงานที่เพลาเครื่องสูบน้ำ ณ. อัตราการทำงานที่กำหนด: ไม่เกิน 185 กิโลวัตต์	7.3
7.4 ความเร็วรอบ : ไม่เกิน 1,500 รอบต่อนาที	7.4

(นายสมชาย พรรณรัตน์)
กต.คก.

(นายอนันต์ ลาวิณห์)
ผวศ.คก.

(นายธวัช กีรติทวีสุข)
ผส.คก.



$NPSH_A$

- $NPSH_A = H_a + h_s - h_l - h_v$

โดย

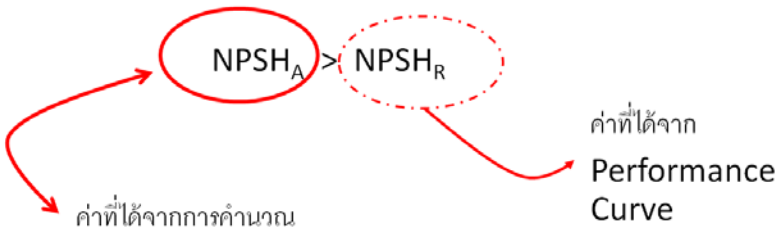
H_a	=	ความดันบรรยากาศ (m.)
h_s	=	เฮดสถิตทางด้านดูด มีค่าเป็นลบเมื่อปั๊มอยู่เหนือผิวน้ำ (m.)
h_l	=	เฮดสูญเสียเนื่องจากการไหลในท่อดูด (m.)
h_v	=	ความดันไออิ่มตัว (m.)

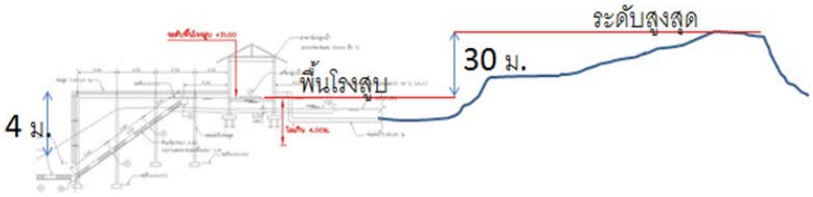
หมายเหตุ

H_a	=	๑๐.๒๐ m. (ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเล ๒๐๐ ม.)
h_v	=	๐.๔๓ m. (ที่อุณหภูมิ ๓๐ องศาเซลเซียส)

การติดตั้งท่อดูด

- ระยะสูงจากผิวน้ำมากสุด ที่สามารถติดตั้งเครื่องสูบได้โดยไม่ส่งผลเสียกับการทำงานของเครื่องสูบน้ำ





- สมมุตว่าติดตั้งปั๊มสูงจากผิวน้ำ ๔ ม. (ปั๊มที่เลือกในหัวข้อที่ผ่านมา) จะสามารถติดตั้งโดยไม่มีผลเสีย

กับปั๊มได้หรือไม่

$NPSH_A = H_a + h_s - h_l - h_v$

(สมมุติว่าคำนวณ h_l = ๐.๒๕ m.)

= ๑๐.๒๐ – ๔ – ๐.๒๕ – ๐.๔๓

= ๕.๒๕ m.

จาก Performance Curve $NPSH_R$ = ๓.๘

∴ $NPSH_A > NPSH_R$ สามารถติดตั้งปั๊มสูงกว่าผิวน้ำ ๔.๐ ม. ได้

กำลังงานของต้นกำลัง

- กำลังงานที่เครื่องสูบน้ำผลิตได้

$$Lw = 0.163_{\gamma} Q.H$$

โดย L_w = กำลังงานที่ได้จากเครื่องสูบน้ำ (Kw)

γ = น้ำหนักจำเพาะของของเหลง (Kg)

Q = อัตราการสูบ (m^3/min.)

H = เฮดรวมของเครื่องสูบ (m.)

- ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ

$$\eta = 0.163_{\gamma} Q.H/L_p$$

โดย L_p = กำลังงานที่ต้นกำลังส่งผ่านเพลาเครื่องสูบน้ำ

ตัวอย่างการคำนวณ

จาก $Lw = 0.163_{\gamma} Q.H$ (kW)

จาก $Lw = 0.163 \times 1 \times (0.3 \times 60) \times 50$ (kW)

$$= \quad 146.7 \text{ (kW)}$$

$$L_p = L_w/\eta \text{ (kW)}$$

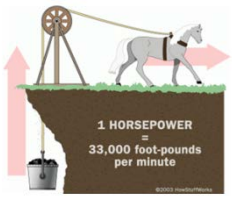
$$\therefore \quad L_p = 146.7/0.85 \text{ (kW)}$$

$$L_p = 172.5 \text{ (kW)}$$

ขนาดของต้นกำลัง

- กำลังงานของต้นกำลังจะต้องสูงกว่ากำลังที่เครื่องสูบน้ำต้องการ (L_p) ประมาณ ๑๕% - ๒๐%

กำลังของต้นกำลัง = L_p x ๑.๑๕ (kW)
กำลังของต้นกำลัง = ๑๗๒ x ๑.๑๕ (kW)
= ๑๙๗.๘ (kW)
เลือก ๒๐๐ – ๒๕๐ (kW)
แรงม้า = ๒๕๐/๐.๗๔๖ = ๓๓๕ แรงม้า
(ตามผู้ผลิต)



๑.๘ การคำนวณหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

- ขนาดของโหลดทั้งหมดในวงจรจะต้องไม่เกินพิกัดกระแสสูงสุดของหม้อแปลงไฟฟ้า

ตัวอย่าง

มอเตอร์ขนาด กิโลวัต ๒๕๐ โวลต์ ๓๘๐

- เลือกหม้อแปลงไฟฟ้า ๔๐๐ KVA ๕๐ เฮิร์ต
- ขนาด ๒๒ kV/๔๐๐ – ๒๓๐ V สามารถจ่ายกระแสได้ ๕๗๗ แอม์ป

Power factor = ๐.๘

๒๕๐KW/๐.๘ = ๓๑๒.๕ KVA

Load ๘๐% ของหม้อแปลง = ๓๑๒.๕/๐.๘ = ๓๙๐.๖๒๕ KVA

๔๐๐ KVA

ขนาดพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA)	พิกัดกระแสสูงสุด (A)
๑๐๐	๑๔๐
๑๖๐	๒๓๑
๒๐๐	๒๘๘
๒๕๐	๓๖๑
๓๑๕	๔๕๕
๔๐๐	๕๗๗
๕๐๐	๗๒๒
๖๓๐	๙๐๙
๘๐๐	๑๑๕๕
๑๐๐๐	๑๔๔๓
๑๒๕๐	๑๘๐๔
๑๖๐๐	๒๓๐๙
๒๐๐๐	๒๘๘๙
๒๕๐๐	๓๖๐๘

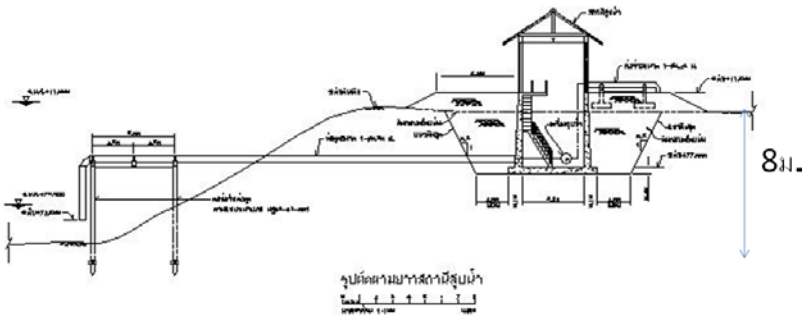
ขนาดพิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า ๒๒,๐๐๐ – ๔๐๐/๒๓๐ โวลต์ ๕๐ เฮิร์ต

๑.๙ ข้อแนะนำสำหรับการวางอาคารสูบน้ำบนตลิ่ง

ในการพิจารณาการวางอาคารบนตลิ่งนั้น จะต้องคำนึงถึงระดับพื้นโรงสูบและระดับน้ำต่ำสุด ประกอบกับค่า $NPSH_A$ และ ค่า $NPSH_R$ โดยที่ค่า $NPSH_A > NPSH_R$ ดังหัวข้อที่ ๑.๗ โดยพิจารณาระยะการดูดน้ำและศักยภาพของปั้มเป็นสำคัญ แต่เพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณาโครงการและการออกแบบ ควรเลือกที่ตั้งของสถานีสูบน้ำโดยพิจารณาค่าระดับพื้นโรงสูบ และระดับน้ำต่ำสุด ไม่ต่างกันเกิน ๔ เมตร ดังแสดงในรูปที่ ๑ หากเกินจากนี้ต้องคำนวณค่า $NPSH_A$ และ $NPSH_R$ หากจำเป็นต้องใช้เครื่องสูบน้ำดังกล่าว ควรทำบ่อคอนกรีตเพื่อเป็นการลดระดับให้พื้นโรงสูบ กับระดับน้ำต่ำสุดให้อยู่ในช่วง ๔ เมตร ดังแสดงในรูปที่ ๒ ทั้งนี้ให้คำนวณค่า $NPSH_A$ และ $NPSH_R$ ประกอบด้วย ส่วนระยะในทางราบโรงสูบไม่ควรห่างจากตลิ่งเกิน ๓๐ เมตร และการตรวจสอบค่า $NPSH_A$ และ $NPSH_R$ อีกครั้ง



รูปที่ ๑ สถานีสูบน้ำตัวบนตลิ่งระดับต่ำสุดพื้นโรงสูบไม่ควรเกิน ๔ เมตร



รูปที่ ๒ สถานีสูบน้ำบนตลิ่งระดับต่ำสุดพื้นโรงสูบเกิน ๔ เมตร



รูปที่ ๓ รูปแบบสถานีสูบน้ำเครื่องยนต์ดีเซล ๕ เครื่อง

บทที่ ๒
การเลือกใช้เครื่องสูบน้ำ

๒.๑ เครื่องสูบน้ำในงานชลประทาน

สำหรับเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในงานชลประทาน โดยส่วนใหญ่เป็นแบบ เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifugal Pump) โดยทั่วไปงานด้านชลประทาน จะแบ่งงานเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำได้เป็น ๓ ประเภท คือ

๑) งานส่งน้ำเพื่อการชลประทาน ส่วนใหญ่จะใช้เครื่องสูบน้ำแบบ End suction, Split case , Vertical turbine โดยเครื่องสูบน้ำแบบ END SUCTION นิยมใช้ในงานส่งน้ำในปริมาณน้อยถึงปานกลางแรงดันน้ำไม่สูงมากนัก ส่วนเครื่องสูบน้ำแบบ SPLIT CASE PUMP เหมาะสำหรับการใช้น้ำในปริมาณน้อยจนถึงการใช้น้ำปริมาณมากๆ ทำแรงดันได้สูงกว่าและมีโครงสร้างของตัวเครื่องสูบน้ำแข็งแรงกว่า เหมาะกับการใช้งานในอุตสาหกรรมต่าง, ระบบระบายความร้อน (COOLING TOWER) และนิยมใช้ติดตั้งบนแพสูบน้ำด้วย



Split case Pump
ขนาดมาตรฐานประมาณ ๒๐๐-๕๐๐ มม.
(๐.๑-๐.๖ ลบ.ม./วินาที)
ระยะยกน้ำประมาณ ๑๕-๑๒๐ ม.



End Suction Pump
ขนาดมาตรฐานสูงสุประมาณ ๓๐๐ มม.
(น้อยกว่า ๐.๑ ลบ.ม./วินาที)
ระยะยกน้ำ ๘-๘๐ ม.



Vertical Pump

ขนาดมาตรฐานประมาณ ๓๐๐-๙๐๐ มม.

(๐.๕-๖.๐ ลบ.ม./วินาที)

ระยะยกน้ำประมาณ ๕-๓๐ ม. ถ้าเป็นใบพัดหลายชั้นสามารถเพิ่มระยะยกน้ำได้ประมาณ ๑๕๐ ม.

๒) งานระบบระบายน้ำ

ส่วนใหญ่ใช้เครื่องสูบน้ำแบบ Submersible pump เครื่องสูบน้ำเหมาะกับการใช้งานที่มีอัตราการสูบสูง แต่ระยะยกน้ำต่ำเป็นเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งมอเตอร์กับเครื่องสูบน้ำอยู่ด้วยกันและติดตั้งอยู่ใต้น้ำส่วนบางกรณีอาจใช้เครื่องสูบน้ำแบบ Vertical Pump

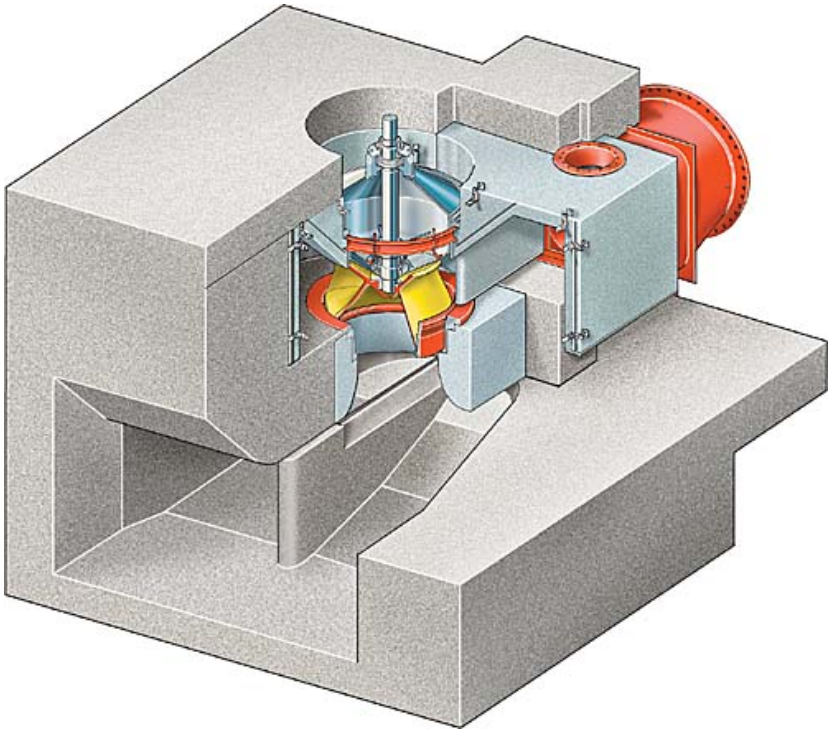


Submersible Propeller Pump
ขนาดมาตรฐานประมาณ ๐.๕-๖ ลบ.ม./วินาที
ระยะยกน้ำประมาณ ๒.๕-๕ ม.



Vertical Pump
ขนาดมาตรฐานประมาณ ๓๐๐-๙๐๐ มม.
(๐.๕-๖.๐ ลบ.ม./วินาที) ระยะยกน้ำประมาณ ๕-๓๐ ม.
ถ้าเป็นใบพัดหลายชั้นสามารถเพิ่มระยะยกน้ำได้ประมาณ ๑๕๐ ม.

Concrete Volute Pump
ขนาดมาตรฐานประมาณ ๑๕๐๐-๓๐๐๐ มม.
(๕-๑๕ ลบ.ม./วินาที)
ระยะยกน้ำประมาณ ๕-๓๐ ม.



๓) งานระบบส่งน้ำอื่นๆ เช่น ระบบประปา ระบบรดน้ำต้นไม้ ระบบดับเพลิง งานประปา หรืองานทั่วไปในอาคาร ส่วนใหญ่ใช้เป็นแบบ End suction



End Suction Pump
ขนาดมาตรฐานสูงสุประมาณ ๓๐๐ มม.
(น้อยกว่า ๐.๑ ลบ.ม./วินาที)
ระยะยกน้ำ ๘- ๘๐ ม

๒.๒ การเลือกใช้เครื่องสูบน้ำ

๑) รูปแบบการใช้งาน

ตามที่กล่าวไปแล้วเกี่ยวกับรูปแบบการใช้งานเครื่องสูบน้ำแต่ละประเภท นอกจากนั้นยังต้องมีข้อพิจารณาอื่น ๆ เพื่อการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำ เช่น

๑. อัตราการไหลและระยะยกน้ำที่สภาวะทำงานของเครื่องสูบน้ำ จะถูกกำหนดจากความต้องการของระบบหรือความต้องการของพื้นที่ ในกรณีที่ความต้องการอัตราการไหลของระบบมีการเปลี่ยนแปลง จะต้อง หาอัตราการไหลสูงสุด ต่ำสุด และอัตราการไหลที่มีความถี่ของการใช้มากที่สุด เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาเลือกเครื่องสูบที่เหมาะสม

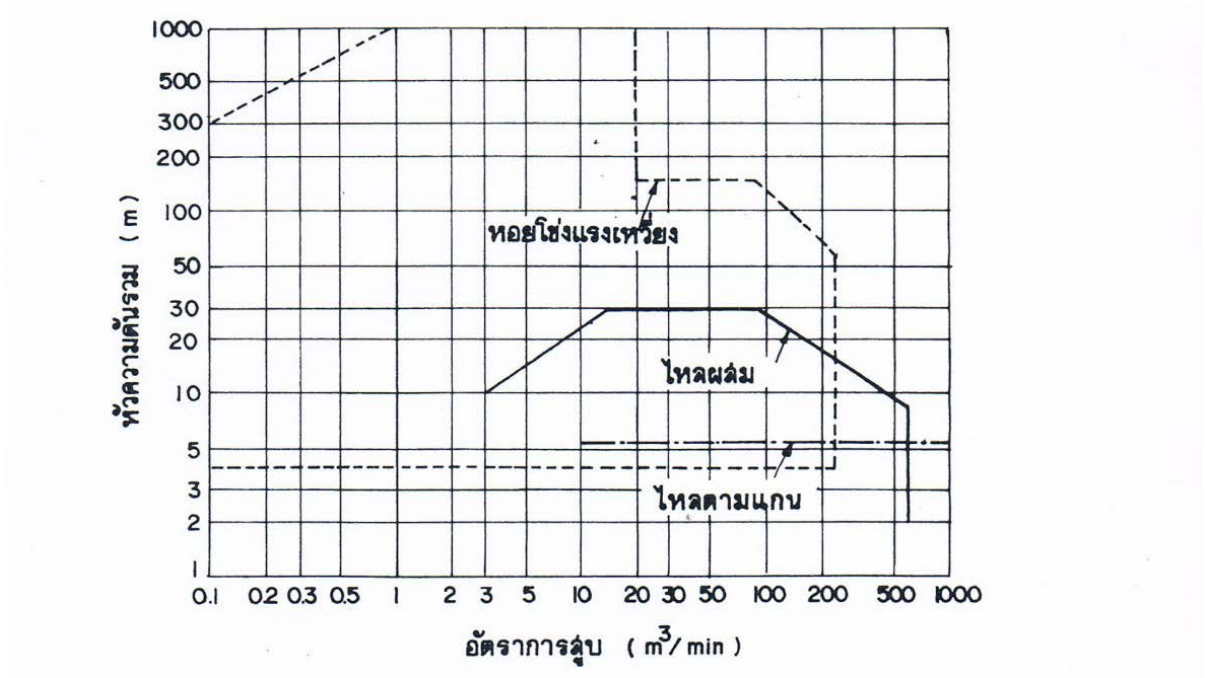
๒. จำนวนเครื่องสูบน้ำที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและประหยัด ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา เช่น

- สภาวะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหล
- การกระจายความเสี่ยง เช่น จำนวนเครื่องสูบน้ำ อาจมีสำรองเพื่อใช้ในการสลับกันทำงาน ซึ่งสามารถยืดอายุของเครื่องสูบน้ำได้
- ข้อจำกัดของขนาดเครื่องสูบน้ำ (ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต)

๓. ประเภทการใช้งาน เช่น ระบบประปา ระบบระบายน้ำ หรือเพื่อการเกษตร โดยเครื่องสูบน้ำแต่ละประเภทก็จะเหมาะกับงานแต่ละแบบ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว

๔. ช่วงการใช้งาน

เครื่องสูบน้ำแบบไหลต่อเนื่องนี้ สามารถนำไปประยุกต์ในงานต่างๆ ได้หลายด้าน ช่วงการใช้งานนั้นจะแสดงไว้กับขีดความสามารถในการสูบและกับความดันรวมดังรูปที่ ๓.๑



รูปที่ ๒.๑ ช่วงการใช้งาน

ตารางที่ ๒.๑ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและอัตราการสูบของเครื่องสูบน้ำ

ขนาด มม.	อัตราการสูบ ม.^{๓}/นาที	ขนาด มม.	อัตราการสูบ ม.^{๓}/นาที
๖๕	๐.๓๕ ~ ๐.๔๕	๖๐๐	๓๖ ~ ๕๐
๘๐	๐.๔๕ ~ ๐.๗๐	๗๐๐	๕๐ ~ ๗๐
๑๐๐	๐.๗๐ ~ ๑.๒๐	๘๐๐	๗๐ ~ ๙๐
๑๒๕	๑.๒๐ ~ ๑.๘๐	๙๐๐	๙๐ ~ ๑๑๕
๑๕๐	๑.๘๐ ~ ๓.๐๐	๑๐๐๐	๑๑๕ ~ ๑๕๐
๒๐๐	๓.๐๐ ~ ๕.๐๐	๑๒๐๐	๑๕๐ ~ ๒๐๐
๒๕๐	๕ ~ ๘	๑๓๕๐	๒๐๐ ~ ๒๕๕
๓๐๐	๘ ~ ๑๒	๑๕๐๐	๒๕๕ ~ ๓๒๕
๓๕๐	๑๒ ~ ๑๘	๑๖๕๐	๓๒๕ ~ ๔๐๐
๔๐๐	๑๘ ~ ๒๓	๑๘๐๐	๔๐๐ ~ ๔๘๐
๔๕๐	๒๓ ~ ๒๘	๒๐๐๐	๔๘๐ ~ ๖๐๐
๕๐๐	๒๘ ~ ๓๖	๒๒๐๐	๖๐๐ ~ ๗๔๐

๒) ชนิดของเครื่องสูบที่เหมาะสม เมื่อพิจารณาในด้านต่าง ๆ จะมีดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ๒.๒ พิจารณาในด้านของค่าหัวน้ำรวม (Total head) เครื่องสูบแต่ละชนิดจะมีความเหมาะสมดังนี้

หัวน้ำรวม (total head)	ระยะสูบยก (suction lift)	Centrifugal	Mixed flow	Axial flow
< ๓ m	-	ไม่เหมาะสม	ปานกลาง	มาก
๓-๔ m	< ๓ m	น้อย	ปานกลาง	มาก
	> ๓ m	น้อย	มาก	น้อย
๔-๕ m	< ๒ m	น้อย	มาก	ปานกลาง
	> ๓ m	น้อย	มาก	ไม่เหมาะสม
๕-๘ m	< ๔ m	มาก	มาก	ไม่เหมาะสม
	> ๕ m	มาก	ไม่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม
> ๘ m	-	มาก	ไม่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม

ตารางที่ ๒.๓ พิจารณาในด้านการเปลี่ยนแปลงของหัวน้ำ (fluctuation of head) เครื่องสูบแต่ละชนิดจะมีความเหมาะสมดังนี้

% การเปลี่ยนแปลงจากค่าหัวน้ำที่กำหนด	Centrifugal	Mixed flow	Axial flow
+ ๕ ~ - ๓๐%	มาก	มาก	มาก
+ ๑๐ ~ - ๓๐%	ปานกลาง	มาก	มาก
+ ๑๕ ~ - ๓๐%	น้อย	มาก	มาก
+ ๒๐ ~ - ๓๐%	ไม่เหมาะสม	ปานกลาง	มาก

ตารางที่ ๒.๔ พิจารณาด้านการใช้งาน

	Centrifugal	Mixed flow	Axial flow	Vertical
การทำงานและควบคุม	ง่าย	ง่าย	ปานกลาง	ง่าย
การบำรุงรักษา	ง่าย	ปานกลาง	ปานกลาง	ยาก
ราคา	แพง	ปานกลาง	ถูก	-
อัตราเร็ว	ปานกลาง-สูง	ปานกลาง	ต่ำ	-
ประสิทธิภาพ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	-
พื้นที่ติดตั้ง	ปานกลาง-มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	น้อย

๓) ข้อเปรียบเทียบในการเลือกใช้เครื่องสูบแบบวางในแนวระดับและแบบวางในแนวดิ่ง

ข้อดีและข้อเสียของเครื่องสูบแบบวางในแนวระดับ

ข้อดี

๑. ชิ้นส่วนโดยส่วนใหญ่จะอยู่เหนือระดับของเหลวจึงลดการกัดกร่อน
๒. ง่ายต่อการดูแลและบำรุงรักษา
๓. ง่ายต่อการถอดแยกและซ่อมแซม
๔. มอเตอร์และเครื่องยนต์โดยทั่วไปจะวางในแนวระดับจึงง่ายต่อการนำมาใช้
๕. ราคาค่อนข้างถูก

ข้อเสีย

๑. ใช้พื้นที่มาก
๒. เกิด Cavitation ได้ง่ายหากมีระยะสูบยกสูงเกินไป
๓. ต้องมีอุปกรณ์ล่อน้ำ (priming)
๔. ต้องมีการป้องกันน้ำไม่ให้ท่วมมอเตอร์
๕. เมื่อติดตั้งในหลุมลึก มอเตอร์จะต้องมีการป้องกันความชื้น

ข้อดีและข้อเสียของเครื่องสูบแบบวางในแนวดิ่ง

ข้อดี

๑. ใช้พื้นที่น้อย
๒. หลีกเลี่ยงการเกิด Cavitation ได้ง่าย
๓. โดยทั่วไปจะไม่ต้องใช้อุปกรณ์ล่อน้ำ
๔. ง่ายต่อการป้องกันน้ำท่วมมอเตอร์
๕. สามารถสูบน้ำจากระยะลึกมาก ๆ ได้

ข้อเสีย

๑. ชิ้นส่วนโดยส่วนใหญ่จะจมอยู่ในน้ำทำให้เกิดการกัดกร่อน
๒. ยากต่อการดูแลและบำรุงรักษา
๓. ยากต่อการถอดแยกและซ่อมแซม
๔. ต้องใช้ตัวขับในแนวดิ่ง หากใช้ตัวขับในแนวนอนจะต้องมี gear box
๕. ราคาค่อนข้างสูง

๔) เครื่องสูบน้ำที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปและขอบเขตการทำงาน

ชนิด	ความเร็วจำเพาะ	ขนาด(มม.)	เฮด(เมตร)
Single suction stage radial Flow volute pump	๑๐๐ ~ ๖๐๐	๓๒ ~๑๒๐๐	๔ ~ ๘๐
Double suction, single stage radial Flow volute pump	๑๒๐ ~ ๖๐๐	๑๕๐ ~ ๑๕๐๐	๔ ~ ๑๐๐
Multi-stage volute pump	๑๒๐ ~ ๓๐๐	๔๐ ~ ๓๐๐	๑๕ ~๓๐๐๐
Multi-stage diffuser pump	๒๐๐ ~ ๕๐๐	๔๐ ~ ๓๐๐	๑๕ ~๑๕๐
Mixed flow pump: Horizontal : Vertical	๖๐๐ ~ ๑๔๐๐ ๖๐๐ ~ ๑๔๐๐	๒๐๐ ~ ๒๐๐๐ ๒๐๐ ~ ๔๖๐๐	๒ ~ ๑๕ ๓ ~ ๓๐
Axial flow pump: Horizontal : Vertical	๑๓๐๐ ~ ๒๐๐๐ ๑๓๐๐ ~ ๒๐๐๐	๓๐๐ ~๒๐๐๐ ๓๐๐ ~๔๖๐๐	๑ ~ ๕ ๑.๕ ~๗

๒.๓ การติดตั้งระบบท่อ

๑) ขนาดท่อ ขนาดท่อที่เหมาะสมจะกำหนดได้ด้วยข้อจำกัดของความเร็วของการไหลในท่อดังนี้

ท่อที่มีระยะยาวและระยะเวลาใช้งานมาก V = ๐.๕ ~๑.๕ m/s

ท่อที่มีระยะสั้นและระยะเวลาใช้งานน้อย V = ๑.๕ ~๓.๐ m/s

ในกรณีที่มีดิน ทราย ปนอยู่จะต้องใช้ค่าความเร็วที่สูงขึ้น เพื่อไม่ให้เกิดการตกตะกอนในเส้นท่อ

ตารางที่ ๒.๕ ความเร็วของการไหลในท่อที่เหมาะสมสำหรับงานต่างๆ

	งานประปา	งานชลประทาน และระบายน้ำ	งานในระบบ อุตสาหกรรม
ความเร็วเฉลี่ย m/s	๐.๕ ~๑.๕ m/s	๑.๕ ~๓.๐ m/s	๑๕ ~๒.๐ m/s

๒) ระบบท่อทางจ่าย ท่อทางจ่ายเมื่อออกจากเครื่องสูบ จะมี check valve เพื่อป้องกันการไหลย้อนกลับเข้าเครื่องสูบ gate valve สำหรับปรับอัตราการไหล นอกจากนี้อาจมี pressure reducing valve ในกรณีที่ต้องการควบคุมความดัน

๓) ระบบท่อทางดูด สำหรับเครื่องสูบที่อยู่เหนือระดับน้ำด้านดูด ปลายท่อทางดูดจะมี foot valve เพื่อกักน้ำให้อยู่ในเส้นท่อขณะหยุดเครื่องสูบ และมี strainer เพื่อกรองไม่ให้เศษตะกอนเข้าสู่เครื่องสูบ การกำหนดระยะลึกและตำแหน่งท่อทางดูด สิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง ๒ ประการคือ

๑. หัวน้ำสุทธิที่บริเวณทางเข้าเครื่องสูบ (ตาใบพัด) จะต้องมากกว่าหัวน้ำสุทธิที่ต้องการเพื่อมิให้เกิด cavitation ในเครื่องสูบ

๒. ป้องกันไม่ให้เกิดการไหลวน (Vortex) ที่จะทำให้มีอากาศไหลเข้าสู่ท่อทางดูด

นอกจากนี้ยังมีสิ่งอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณาควบคู่ไปด้วยดังนี้

๑. การป้องกันไม่ให้ผงทราย ดิน ไหลเข้าสู่ท่อทางดูด

๒. ในกรณีที่ใช้เครื่องสูบหลายเครื่องดูดน้ำจากบ่อเดียวกัน จะต้องจัดวางให้น้ำเข้าสู่แต่ละเครื่องสูบเท่า ๆ กัน และไม่รบกวนซึ่งกันและกัน

๓. จัดให้น้ำไหลไปยังท่อทางดูดได้โดยสะดวก

๔. ให้ง่ายต่อการตรวจสอบและลดอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้

๒.๔. การล่อน้ำ (Priming)

ก่อนเริ่มเดินเครื่องสูบแบบหมุนเหวี่ยง จะต้องไล่อากาศออกจากเครื่องสูบโดยการเติมน้ำเข้าไปแทนที่ให้เต็มเครื่องสูบ มิฉะนั้นเครื่องสูบจะไม่สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องได้ ยกเว้นแต่เครื่องสูบที่ออกแบบให้มีการล่อน้ำในตัว (self-priming) หรือเครื่องสูบแบบจมอยู่ใต้ระดับน้ำ การล่อน้ำมีวิธีต่าง ๆ ดังนี้

๑) ใช้ foot valve ผู้ใช้จะต้องหมั่นดูแล foot valve ไม่ให้มีการรั่วเนื่องจากมีเศษดิน ทราย ไปค้างอยู่ ซึ่งจะทำให้เสียเวลาในการล่อน้ำเพิ่มขึ้น foot valve จะเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานค่อนข้างสูง การดูแลค่อนข้างยุ่งยากเนื่องจากจมอยู่ในน้ำและเกิดการเสื่อมสภาพเร็ว

๒) ใช้ vacuum pump วิธีนี้เหมาะสำหรับเครื่องสูบขนาดปานกลางถึงขนาดใหญ่ vacuum pump ประสิทธิภาพการล่อน้ำด้วยวิธีนี้จะดียิ่งขึ้นเมื่อ

๑. ลดระยะสูบยกทางด้านดูดให้น้อยที่สุด

๒. ลดปริมาตรอากาศที่จะดูดออกให้เหลือน้อยที่สุด

๓. วางแนวท่อทางดูดในส่วนที่อยู่ในแนวนอน ให้มีระดับใกล้กับระดับน้ำทางดูดให้มากที่สุด

๓) ใช้ priming tank ใช้กับเครื่องสูบขนาดเล็ก มีข้อเสียคือใช้พื้นที่มาก และเคลื่อนย้ายลำบาก

๒.๕ คาวิเตชั่น (Cavitation)

คาวิเตชั่น คือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในเครื่องสูบ เมื่อของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นไอหรือมีอากาศเข้าไปในห้องเครื่องสูบ ฟองอากาศเหล่านี้เมื่อไปสู่บริเวณความดันสูง จะถูกอัดตัวและแตกออก ทำให้ของเหลวที่อยู่รอบข้างวิ่งเข้าปะทะกัน หากเกิดบริเวณผิวใบพัดหรือห้องเครื่องสูบจะเกิดการกัดกร่อน เกิดเสียงดังและการสั่นสะเทือน ทำให้สมรรถนะของเครื่องสูบลดลงและเกิดความเสียหายต่อเครื่องสูบ

คาวิเตชั่นจะเกิดหรือไม่นั้น จะต้องพิจารณาค่าหัวน้ำสุทธิบริเวณตาใบพัด ($NPSH_A$) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีหัวน้ำสุทธิต่ำสุด กับค่าหัวน้ำสุทธิที่ต้องการ ($NPSH_R$) ซึ่งกำหนดจากการทดลองโดยผู้ผลิต โดยค่า ($NPSH_A$) จะต้องมากกว่า $NPSH_R$ จึงจะไม่เกิดคาวิเตชั่นในเครื่องสูบ ค่า $NPSH_A$ คำนวณได้จากสมการ

$NPSH_A = H_{bar} + h_s - H_{vap} - h_{LS}$

H_{bar} คือ ความดันบรรยากาศจาก barometer
h_s คือ หัวน้ำสถิตของด้านดูดที่ระดับตาใบพัด
H_{vap} คือ หัวน้ำความดันไอ
h_{LS} คือ หัวน้ำสูญเสียในท่อทางดูด

และเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะการทำงานและความไม่แน่นอนของค่า $NPSH_A$ที่คำนวณได้ ในทางปฏิบัติจึงกำหนดค่าความปลอดภัยของค่า $NPSH_A$ไว้ไม่น้อยกว่า ๐.๖ m. หรือ ๒๐% ของค่า $NPSH_R$

การป้องกันการเกิดคาวิเตชั่นที่ง่ายและดีที่สุด คือให้มีความดันในเครื่องสูบมากกว่าค่าความดันไอ ในกรณีที่เกิดคาวิเตชั่นขึ้นในเครื่องสูบ การแก้ไขทำได้ดังนี้

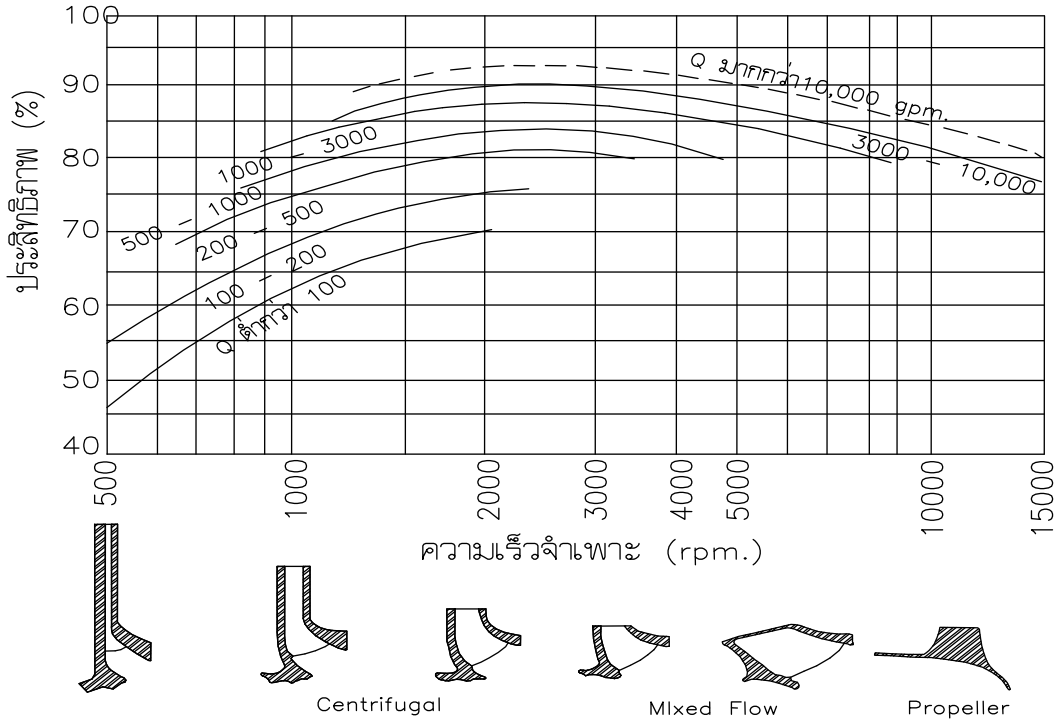
๑. ลดระยะสูบยก (suction lift) ลง
๒. ลดความสูญเสียทางด้านดูด
๓. ลดอุณหภูมิของเหลวลง
๔. ลดความเร็วรอบใบพัด
๕. เปลี่ยนเครื่องสูบหรือใบพัด

๒.๖ ความเร็วจำเพาะ (Specific Speed)

ในการพิจารณาเลือกว่าจะใช้เครื่องสูบน้ำแบบใด จะพิจารณาจากค่าของ ความเร็วจำเพาะ (Specific Speed) เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifugal) การเลือกจะใช้เครื่องสูบที่มีใบพัดลักษณะใดนั้น พิจารณาจากความเร็วจำเพาะ(Specific Speed) ซึ่งสามารถคำนวณได้โดย

$$N_s = \frac{1.633 rpm\sqrt{lps}}{H^{0.75}} \qquad (๓.๑)$$

โดย N_S = ความเร็วจำเพาะมีหน่วยเป็น rpm.
rpm. = อัตราการหมุนของใบพัด rpm.
lps. = อัตราการสูบ lps.
H = เฮดรวมหรือ Total Dynamic Head (TDH.)m.



รูปที่ ๒.๒ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วจำเพาะ รูปร่างใบพัด อัตราการสูบ และประสิทธิภาพของแต่ละระบบ

๒.๗ ขนาดและลักษณะรูปร่างของสถานีสูบน้ำ

ในการออกแบบเพื่อกำหนดขนาดและรูปร่างของสถานีสูบน้ำนั้น จะสัมพันธ์กับสิ่งต่อไปนี้คือ

๑) ชนิดของเครื่องสูบน้ำ และอุปกรณ์ส่วนประกอบต่าง ๆ

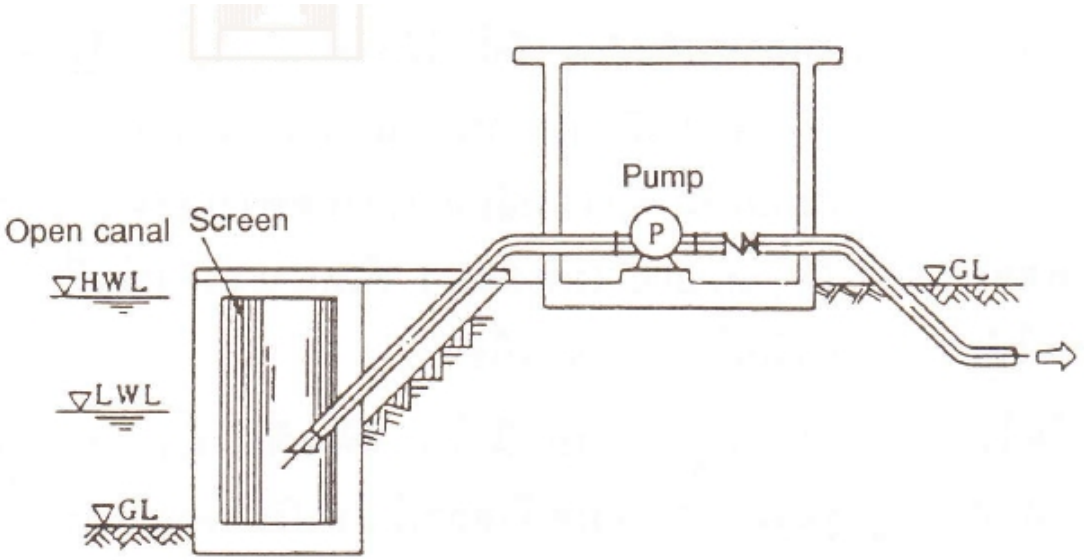
๒) ขนาดของด้านทางเข้า(Suction Bore)

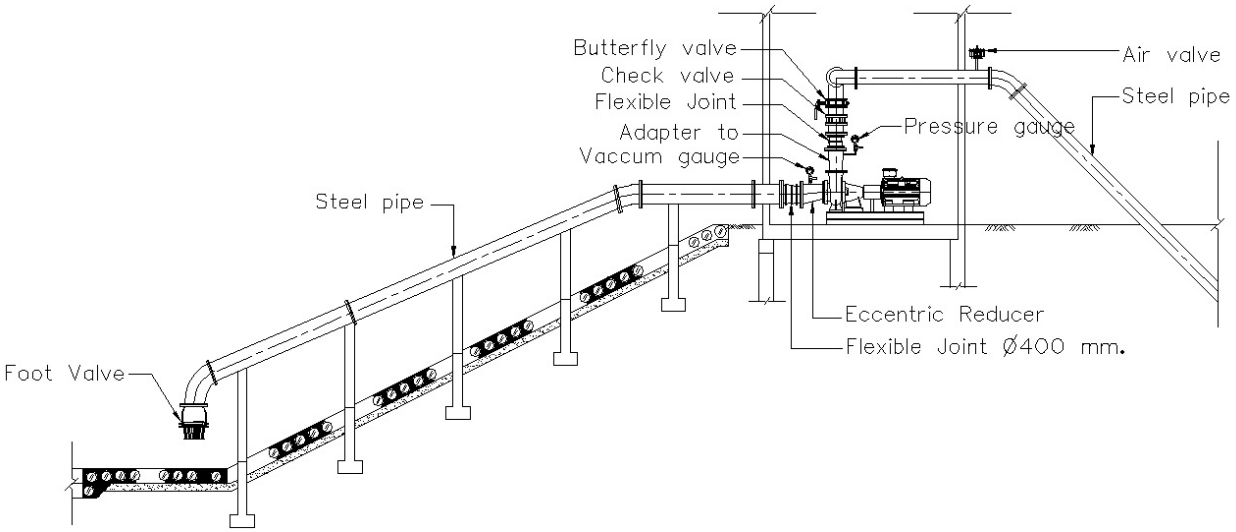
๓) ตำแหน่งและขนาดของบ่อสูบ(Suction Sump)

๔) ระยะห่างระหว่างเครื่องสูบแต่ละเครื่อง

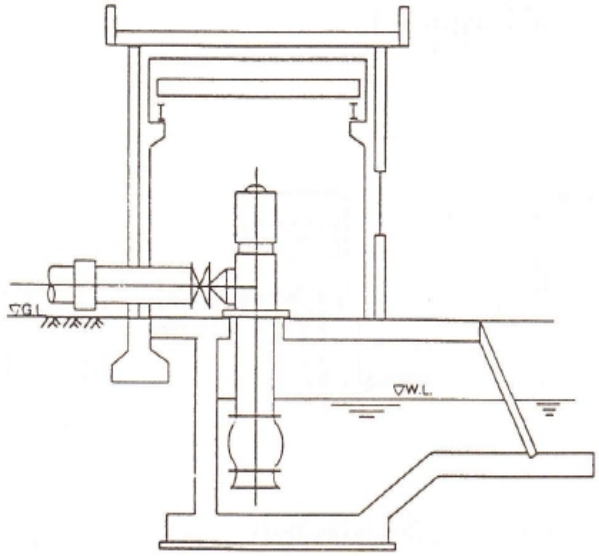
๕) ขนาดทางเข้าของสถานีสูบน้ำต้องกว้าง และสูงพอสำหรับการขนย้ายเครื่องสูบและอุปกรณ์ ต่าง ๆ

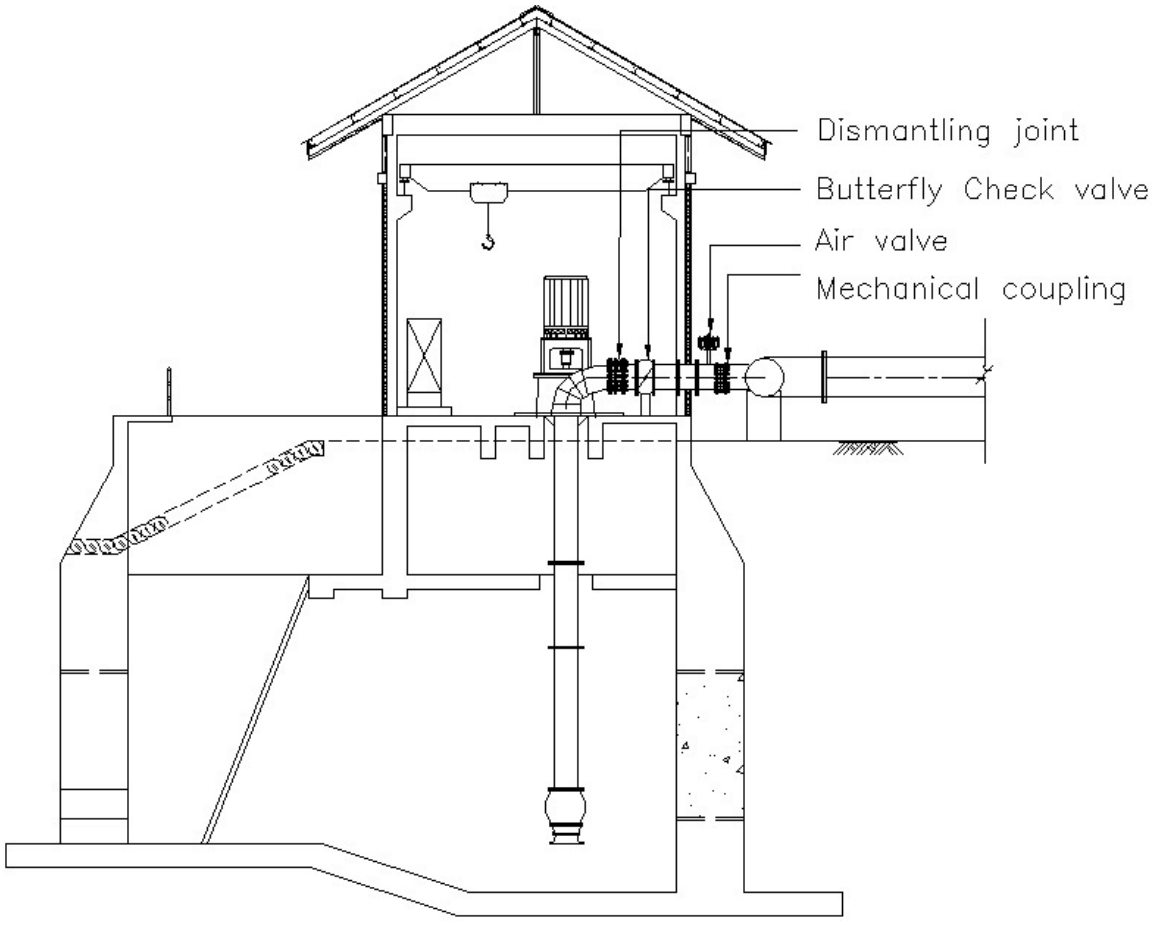
โดยทั่วไปสถานีที่สูบน้ำจากแม่น้ำหรืออ่างเก็บน้ำ จะเป็นสถานีสูบน้ำเพื่อการชลประทาน งานสูบน้ำดิบเพื่อการประปา การออกแบบสถานีสูบน้ำควรออกแบบให้กระทบกระเทือนต่อลำน้ำเดิมให้น้อยที่สุด โดยรูปแบบทั่วไปของสถานีสูบน้ำจะเป็นดังรูปที่ ๓.๓





ก) แบบเพลาแกนนอน

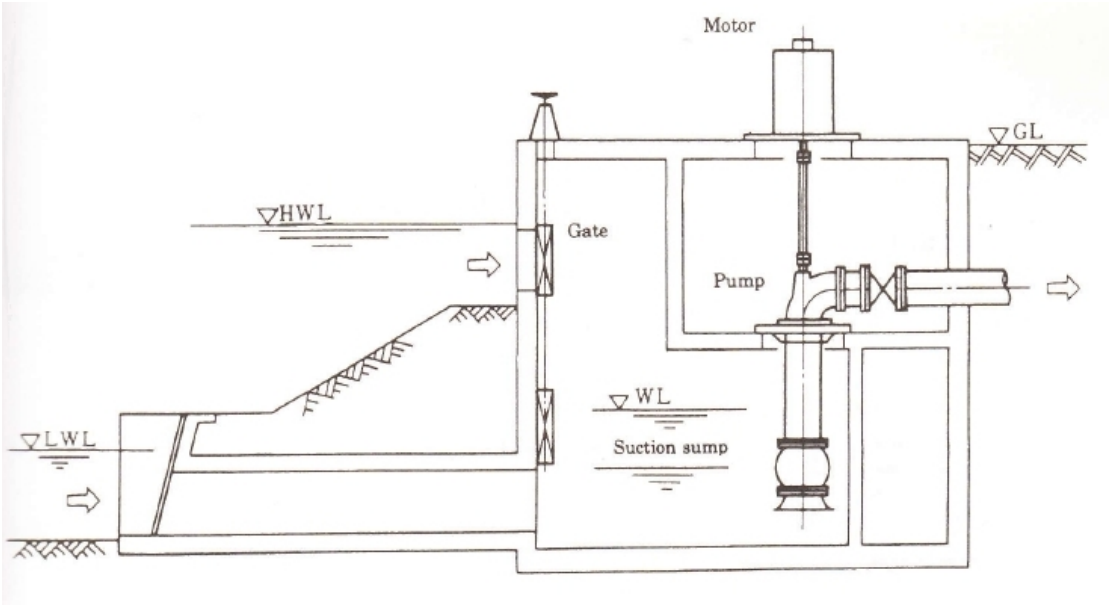




ข) แบบเพลาแกนตั้ง

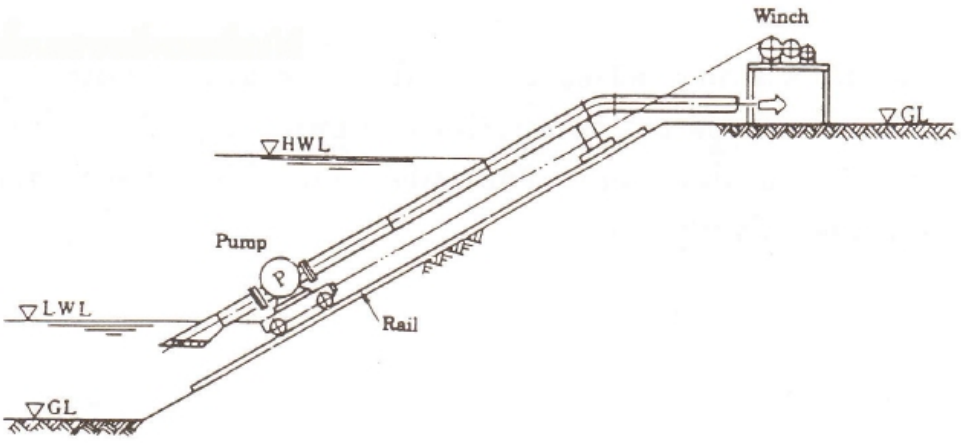
รูปที่ ๒.๓ รูปแบบสถานีสูบน้ำทั่วไป

แต่ในกรณีที่ระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุดมีความแตกต่างกันมาก และมีตะกอนทรายมากในฤดูน้ำหลาก การแก้ปัญหาการเกิดตะกอนทรายทำได้โดยการทำช่องรับน้ำเป็นสองระดับเพื่อกันให้น้ำที่ใสสะอาดเข้ามาเท่านั้น ดังเช่นรูปที่ ๒.๔

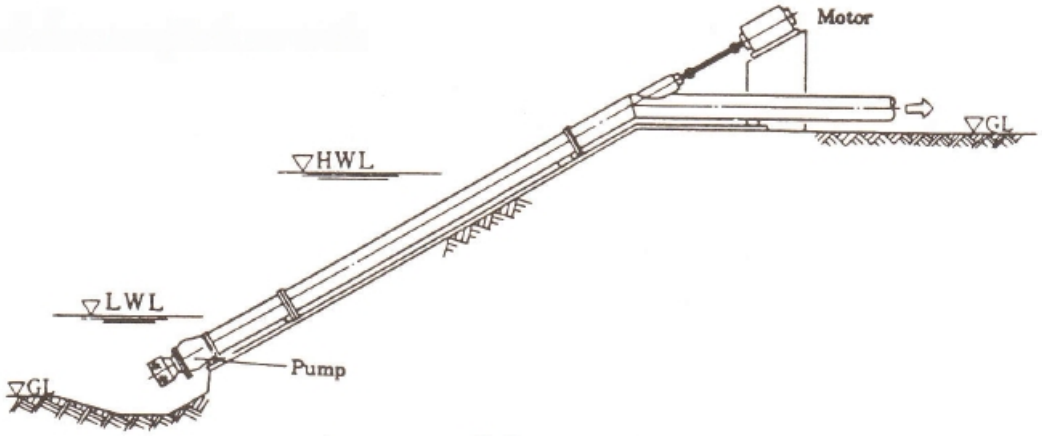


รูปที่ ๒.๔ อาคารรับน้ำแบบรับน้ำได้ ๒ ระดับ

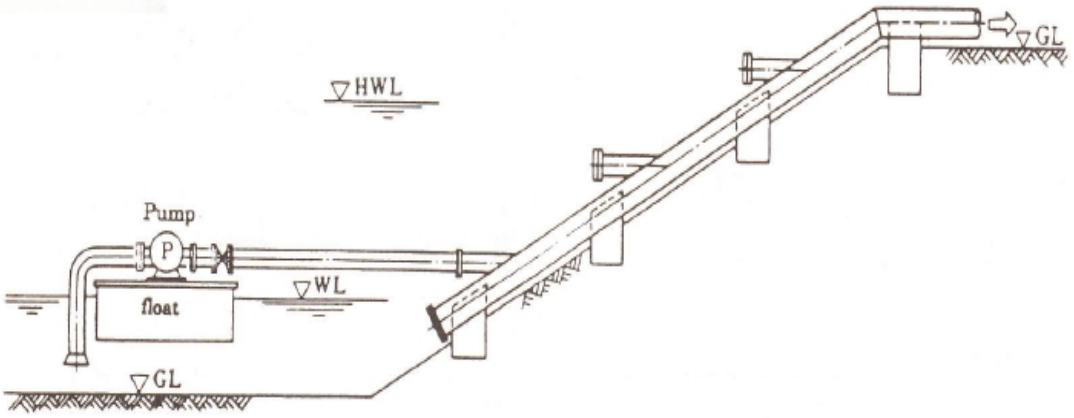
ส่วนในกรณีระดับน้ำสูงสุดและระดับน้ำต่ำสุดต่างกันมากตามฤดูกาล การแก้ปัญหาอาจต้องติดตั้งเครื่องสูบน้ำในลักษณะต่างๆ ดังรูปที่ ๔ ซึ่งแต่ละแบบจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพื้นที่ ระดับน้ำสูงสุด-ต่ำสุดและขนาดที่มีของผู้ผลิต

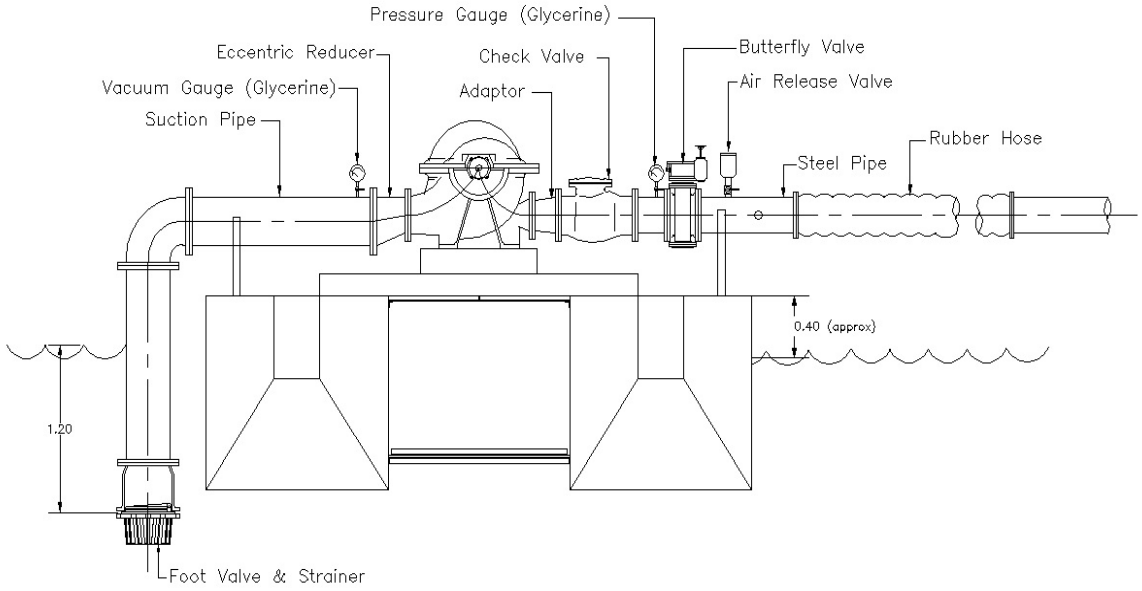


ก) ติดตั้งบนลาดตลิ่งแบบเลื่อนได้



ข) ติดตั้งบนลาดตลิ่งแบบอยู่กับที่ (Incline pump)





ค) ติดตั้งบนแพสูบน้ำ

รูปที่ ๒.๕ การติดตั้งเครื่องสูบน้ำลักษณะต่าง ๆ

๒.๘ มอเตอร์

๑) เกณฑ์การเลือกชนิดของมอเตอร์ การเลือกชนิดของมอเตอร์เพื่อใช้งานกับเครื่องสูบน้ำ ได้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

๑ แรงดันของกระแสไฟฟ้าที่ต้องการ ค่าแรงดันไฟฟ้านี้เป็นตัวควบคุมกำลังงานสูงสุดของมอเตอร์ได้กำหนดไว้โดยเป็นกระแสสลับขนาด ๓๘๐ โวลต์ หรือ ๔๔๐ โวลต์ จะใช้กับมอเตอร์ที่ให้กำลังงานไม่เกิน ๒๕๐ กิโลวัตต์ สำหรับมอเตอร์ขนาดใหญ่กว่านี้จะใช้ไฟซึ่งมีแรงดันขนาด ๓.๓ ถึง ๗.๒ กิโลโวลต์

๒ วิธีการสตาร์ทมอเตอร์จะต้องเหมาะกับขนาดของกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไว้ เนื่องจากถ้าความต้องการกระแสไฟฟ้าขณะสตาร์ทสูงมาก จะมีผลให้แรงดันในสายส่งตกลงอย่างรุนแรงได้

๓ ระดับมาตรฐานของฉนวน การป้องกันภายนอกและการระบายความร้อนของมอเตอร์ ซึ่งจะต้องกำหนดให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของสถานที่ที่มอเตอร์จะติดตั้ง

๔ ลักษณะการใช้งานจะต้องสอดคล้องกับเครื่องสูบน้ำที่เลือกใช้ เป็นต้นว่า เป็นการใช้งานกับเครื่องสูบน้ำซึ่งมีเพลานอน หรือกับเครื่องสูบน้ำเพลาตั้ง

๒) ขนาดกำลังขับและประสิทธิภาพ ขนาดกำลังขับของมอเตอร์ตามมาตรฐานการผลิตของโรงงานผู้ผลิตจะผลิตขนาดของมอเตอร์ตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ ๒.๖ ค่าขนาดกำลังมาตรฐานของมอเตอร์

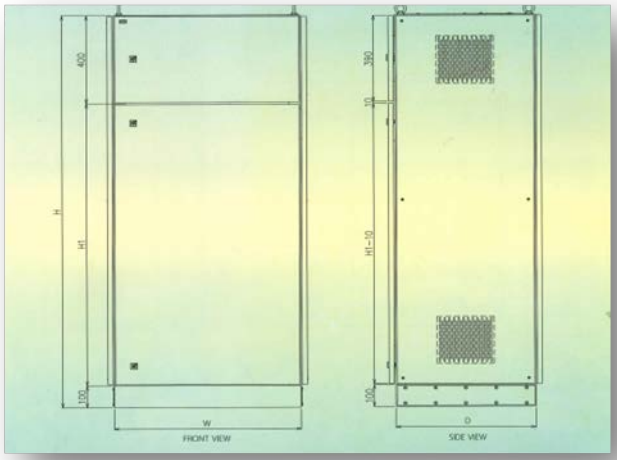
หน่วย : Kw

๗๕	๙๐	๑๑๐	๑๓๒	๑๖๐	๒๐๐	๒๕๐	๓๑๕	๕๐๐

การออกแบบและกำหนดขนาดกำลังขับของมอเตอร์ จะต้องคำนึงถึงความต้องการของเครื่องสูบน้ำ โดยเมื่อนำไปใช้งานแล้วจะไม่เกิดปัญหาเรื่องการทำงานเกินกำลังของมอเตอร์

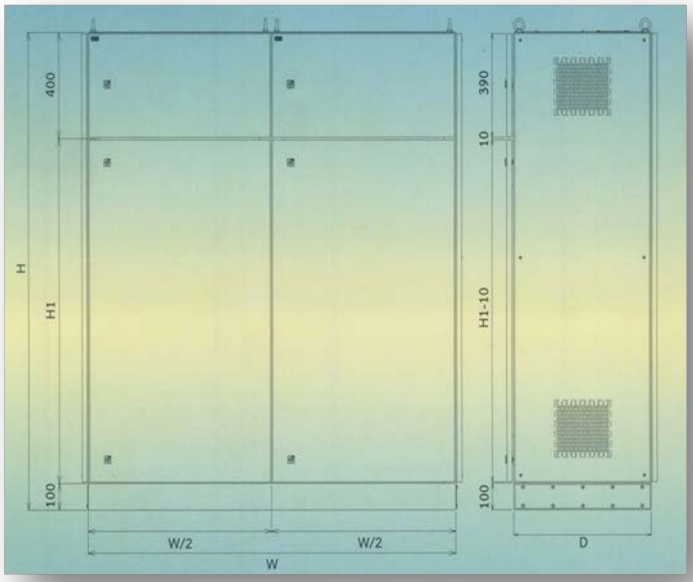
ประสิทธิภาพของมอเตอร์สำหรับมอเตอร์ขนาดกำลังขับตั้งแต่ ๑๑๐ kW ขึ้นไปถึง ๕๐๐ kW จะมีค่าประมาณ ๙๔-๙๖ %

๒.๙ ตู้ไฟฟ้า Main Distribution Board Indoor (MDB)



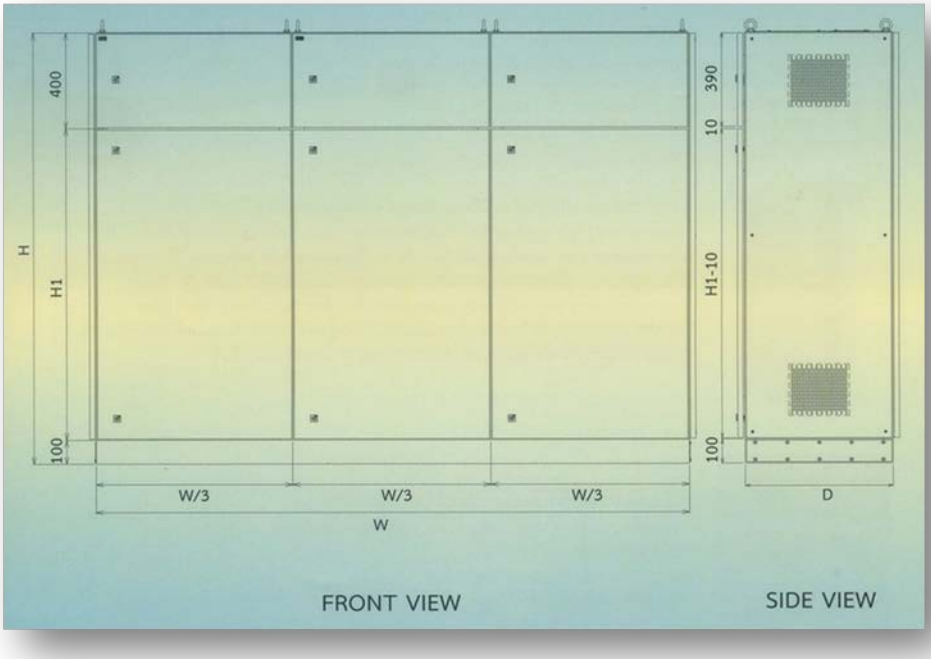
ตารางที่ ๒.๗ ขนาดตู้ Single Section

ความกว้าง (w)	ความสูง (H)	ความลึก (D)	น้ำหนักตู้(Kg.)
๖๐๐	๑๘๐๐	๔๐๐	๑๒๐.๓๐
๖๐๐	๑๘๐๐	๖๐๐	๑๔๒.๘๐
๘๐๐	๑๘๐๐	๖๐๐	๑๖๖.๖๐
๘๐๐	๒๑๐๐	๖๐๐	๑๘๔.๕๐
๘๐๐	๒๑๐๐	๘๐๐	๒๐๔.๑๐
๑๐๐๐	๒๑๐๐	๖๐๐	๒๑๐.๓๐
๑๐๐๐	๒๑๐๐	๘๐๐	๒๓๑.๑๐
๑๐๐๐	๒๑๐๐	๑๐๐๐	๒๕๑.๗๐



ตารางที่ ๒.๘ ขนาดตู้ Double Section

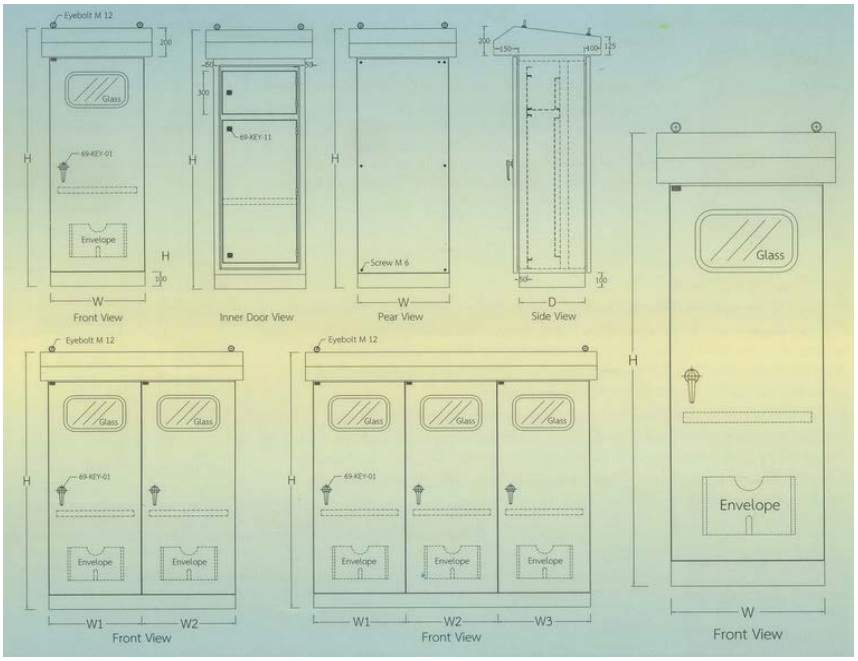
ความกว้างรวม (mm.)	ความกว้าง ๑ (mm.)	ความกว้าง ๒ (mm.)	ความสูง (mm.)	ความลึก (mm.)	น้ำหนักตู้ (Kg.)
๑๒๐๐	๖๐๐	๖๐๐	๑๘๐๐	๔๐๐	๒๒๕.๗๐
๑๒๐๐	๖๐๐	๖๐๐	๑๘๐๐	๖๐๐	๒๕๑.๙๐
๑๖๐๐	๘๐๐	๘๐๐	๑๘๐๐	๖๐๐	๒๙๘.๔๐
๑๖๐๐	๘๐๐	๘๐๐	๒๑๐๐	๖๐๐	๓๒๙.๖๐
๑๖๐๐	๘๐๐	๘๐๐	๒๑๐๐	๘๐๐	๓๕๗.๘๐
๒๐๐๐	๑๐๐๐	๑๐๐๐	๒๑๐๐	๖๐๐	๓๘๐.๓๐
๒๐๐๐	๑๐๐๐	๑๐๐๐	๒๑๐๐	๘๐๐	๔๑๐.๖๐
๒๐๐๐	๑๐๐๐	๑๐๐๐	๒๑๐๐	๑๐๐๐	๔๔๐.๘๐



ตารางที่ ๒.๙ ขนาดตู้ Triple Section

ความกว้างรวม (mm.)	ความกว้าง ๑ (mm.)	ความกว้าง ๒ (mm.)	ความสูง (mm.)	ความลึก (mm.)	น้ำหนักตู้ (Kg.)
๑๘๐๐	๖๐๐	๖๐๐	๑๘๐๐	๔๐๐	๓๒๙.๔๐
๑๘๐๐	๖๐๐	๖๐๐	๑๘๐๐	๖๐๐	๓๖๓.๘๐
๒๔๐๐	๘๐๐	๘๐๐	๑๘๐๐	๖๐๐	๔๓๓.๑๐
๒๔๐๐	๘๐๐	๘๐๐	๒๑๐๐	๖๐๐	๔๗๘.๖๐
๒๔๐๐	๘๐๐	๘๐๐	๒๑๐๐	๘๐๐	๕๑๕.๓๐
๓๐๐๐	๑๐๐๐	๑๐๐๐	๒๑๐๐	๖๐๐	๕๕๕.๒๐
๓๐๐๐	๑๐๐๐	๑๐๐๐	๒๑๐๐	๘๐๐	๕๙๕.๑๐
๓๐๐๐	๑๐๐๐	๑๐๐๐	๒๑๐๐	๑๐๐๐	๖๓๔.๘

ตู้ไฟฟ้า Main Distribution Board Outdoor (MDB)



ตารางที่ ๒.๑๐ ขนาดต่างๆ ของตู้ MDB Outdoor

ความกว้าง (w)	ความสูง (H)	ความลึก (D)	ลักษณะโครงสร้าง	น้ำหนักตู้ (Kg.)
๖๐๐	๑๘๐๐	๔๐๐	ประตูสองชั้น	๑๓๐
๖๐๐	๑๘๐๐	๖๐๐	ประตูสองชั้น	๑๕๐
๖๐๐	๑๘๐๐	๘๐๐	ประตูสองชั้น	๑๖๘
๘๐๐	๑๘๐๐	๑๐๐๐	ประตูสองชั้น	๑๗๗
๘๐๐	๒๓๐๐	๔๐๐	ประตูสองชั้น	๑๘๕
๘๐๐	๒๓๐๐	๖๐๐	ประตูสองชั้น	๒๐๐
๘๐๐	๒๓๐๐	๘๐๐	ประตูสองชั้น	๒๒๘
๘๐๐	๒๓๐๐	๑๐๐๐	ประตูสองชั้น	๒๖๐

บทที่ ๓
อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับควบคุมมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ

๓.๑ บทนำ

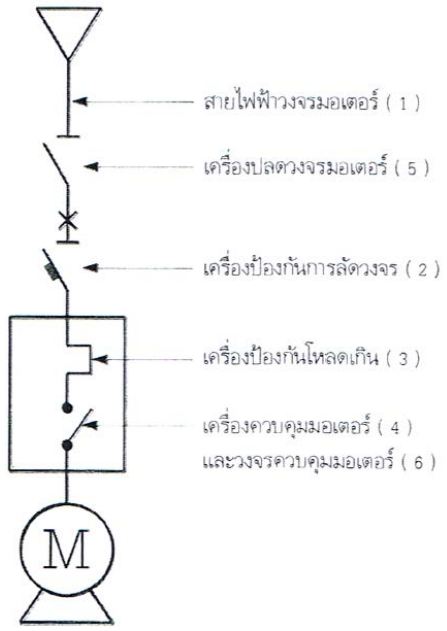
มอเตอร์เป็นโหลดที่สำคัญในระบบไฟฟ้า โหลดไฟฟ้าส่วนใหญ่ จะมีมอเตอร์เป็นองค์ประกอบ เช่น เครื่องจักรในโรงงาน ปั๊มน้ำ เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น มอเตอร์ที่ใช้งานทั่วไปมีตั้งแต่ขนาดเล็กพิกัดไม่กี่วัตต์ ไปจนถึงขนาดใหญ่มีพิกัดเป็นเมกกะวัตต์ และ จะมีทั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ และ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ในการออกแบบวงจรมอเตอร์ เพื่อให้การใช้งานมอเตอร์เป็นไปอย่างปลอดภัย และเชื่อถือได้จึงได้มีมาตรฐานที่ควบคุมการออกแบบ และติดตั้งวงจรมอเตอร์ เช่น

- NEC Article ๔๓๐ “ Motors, Motor Circuits, and Controllers ”
- มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย วสท. บริภัณฑ์ไฟฟ้า “ มอเตอร์ วงจรมอเตอร์และเครื่องควบคุม ”

๓.๒ ส่วนประกอบของวงจรมอเตอร์

วงจรมอเตอร์อาจแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ที่ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาหาค่าพิกัดเป็น ๖ ส่วนด้วยกัน ดังแสดงรูปที่ ๑ คือ

๑. สายไฟฟ้าวงจรย่อยมอเตอร์ (Motor Branch Circuit Conductors)
๒. การป้องกันการลัดวงจรของวงจรย่อยมอเตอร์ (Motor Branch Circuit Short Circuit Protection)
๓. การป้องกันโหลดเกิน (Overload Protection)
๔. เครื่องควบคุมมอเตอร์ (Motor Controller)
๕. เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ (Motor Disconnect)
๖. วงจรควบคุมมอเตอร์ (Motor Control Circuits)



รูปที่ ๓.๑ ส่วนประกอบของวงจรมอเตอร์

๓.๓ ชนิดของมอเตอร์

มอเตอร์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน สามารถแบ่งตามหลักการทำงานได้เป็น ๓ ชนิด ด้วยกันคือ

๑. มอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor)

๒. มอเตอร์ซิงโครนัส (Synchronous Motor)

๓. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)

มอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor) เป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากมีความทนทาน ราคาถูก และไม่ต้องการการบำรุงรักษามาก มอเตอร์เหนี่ยวนำมีทั้งชนิด ๑ เฟส และชนิด ๓ เฟส และยังสามารถแบ่งได้เป็น ๒ ชนิดตามลักษณะของโรเตอร์ คือ โรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor) และโรเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์ (Wound Rotor)

มอเตอร์ซิงโครนัส (Synchronous Motor) เป็นมอเตอร์ชนิด ๓ เฟส โดยจะหมุนที่ความเร็วจำกัดค่าหนึ่ง เรียกว่าความเร็วซิงโครนัส (Synchronous Speed) ตัวมอเตอร์ประกอบไปด้วยขดลวดอาร์เมเจอร์ และขดลวดสนาม โดยจะต้องจ่ายไฟ AC ให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์ เพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุน ส่วนขดลวดสนามจะต้องจ่ายไฟ DC เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กตัดกับสนามแม่เหล็กหมุน ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง โดยจะมีขดลวดสนามที่อยู่บนสเตเตอร์และขดลวดอาร์เมเจอร์ที่อยู่บนโรเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีข้อดีที่สามารถควบคุมความเร็วได้ดี และแรงบิดเริ่มเดินเครื่องสูง

นอกจากนี้มอเตอร์ชนิดต่าง ๆ ดังที่กล่าวไปแล้ว ยังสามารถแบ่งแรงดันออกตามระดับแรงดันเป็น

- มอเตอร์แรงดันต่ำ (LV Motor) แรงดัน ๒๓๐ V, ๔๐๐ V, ๖๙๐ V
- มอเตอร์แรงดันสูง (HV Motor) แรงดัน ๓ (๓.๖) kv, ๖ (๗.๒) kv, ๑๐ (๑๒) kv

ปัจจุบันมีความต้องการใช้มอเตอร์ที่มีกำลังขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น จึงใช้แรงดันสูงจ่ายให้มอเตอร์ โดยทั่วไปมอเตอร์แรงดันสูงจะมีขนาดตั้งแต่ ๑๐๐ kW ขึ้นไป

๓.๔ พิกัดกระแสของมอเตอร์

ในการออกแบบหาขนาดสายวงจรมอเตอร์ หรือ หาขาดบริภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในวงจรมอเตอร์ จำเป็นจะต้องทราบพิกัดกระแสของมอเตอร์ สำหรับในประเทศ ขนาดของมอเตอร์ควรจะใช้เป็น kW มากกว่า HP (แรงม้า) เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้ในประเทศไทย ส่วนใหญ่มาจากประเทศทางยุโรป หรือ แถบเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี ซึ่งจะใช้ขนาดเป็น kW ส่วน HP เป็นขนาดมอเตอร์ของประเทศสหรัฐอเมริกาเท่านั้น

ในตารางที่ ๓.๑ แสดงพิกัดกระแสมอเตอร์เหนี่ยวนำ ๑ เฟส และ ๓ เฟส ส่วนในตาราง ๓.๒ แสดงพิกัดกระแสมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ตารางที่ ๓.๑ พิกัดกระแสมอเตอร์เหนี่ยวนำ ๑ เฟส และ ๓ เฟส

มอเตอร์ ๑ เฟส				มอเตอร์ ๓ เฟส ๔ ขั้ว , ๕๐ Hz				
kW	HP	๒๓๐V A	๒๔๐V A	kW	HP	๒๓๐V A	๓๘๐V A	๔๐๐V A
๐.๓๗	๐.๕	๓.๙	๓.๖	๐.๓๗	๐.๕	๒	๑.๐	๑.๐
๐.๕๕	๐.๗๕	๕.๒	๔.๘	๐.๕๕	๐.๗๕	๒.๘	๑.๖	๑.๕
๐.๗๕	๑.๐	๖.๖	๖.๑	๐.๗๕	๑	๓.๖	๒	๑.๙
๑.๑	๑.๕	๙.๖	๘.๘	๑.๑	๑.๕	๕.๒	๒.๖	๒.๕
๑.๕	๒	๑๓	๑๒	๑.๕	๒	๖.๘	๓.๕	๓.๔
๑.๘	๒.๕	๑๖	๑๔	๒.๒	๓	๙.๖	๕	๔.๘
๒.๒	๓	๑๙	๑๗	๓	๔	๑๑	๖.๖	๖.๓
๓	๔	๒๔	๒๒	๓.๗	๕	๑๕	๗.๗	๗.๔
๔	๕.๕	๓๐	๒๗	๔	๕.๕	๑๒	๘.๕	๘.๑
๔.๔	๖	๓๕	๓๒	๕.๕	๗.๕	๒๒	๑๑	๑๑
๕.๒	๗	๔๐	๓๖	๗.๕	๑๐	๒๘	๑๕	๑๕
๕.๕	๗.๕	๔๒	๓๙	๙	๑๒	๓๓	๑๘	๑๗
๖	๘	๔๔	๔๑	๑๑	๑๕	๔๒	๒๒	๒๑
๗	๙	๔๙	๔๕	๑๕	๒๐	๕๔	๓๐	๒๘
๗.๕	๑๐	๕๔	๕๐	๑๘.๕	๒๕	๖๘	๓๗	๓๕
				๒๒	๓๐	๘๐	๔๔	๔๒
				๓๐	๔๐	๑๐๔	๕๙	๕๗
				๓๗	๕๐	๑๓๐	๗๒	๖๙
				๔๕	๖๐	๑๕๔	๘๕	๘๑
				๕๕	๗๕	๑๙๒	๑๐๔	๑๐๐
				๗๕	๑๐๐	๒๔๘	๑๓๘	๑๓๑
				๙๐	๑๒๕	๓๑๒	๑๗๐	๑๖๒
				๑๑๐	๑๕๐	๓๖๐	๒๐๕	๑๙๕
				๑๓๒	๑๘๐	๔๓๐	๒๔๕	๒๓๓
				๑๔๗	๒๐๐	๔๘๐	๒๗๓	๒๕๙
				๑๖๐	๒๒๐	๕๒๒	๓๐๐	๒๘๕
				๑๘๕	๒๕๐	๖๐๐	๓๔๒	๓๒๕
				๒๐๐	๒๗๐	๖๔๘	๓๗๐	๓๕๒

ตารางที่ ๓.๒ พิกัดกระแสมอเตอร์กระแสตรง

kW (HP)	พิกัดกระแส (A)					
	๙๐ V	๑๒๐ V	๑๘๐ V	๒๔๐ V	๕๐๐ V	๕๕๐ V
๐.๑๙ (๑/๔)	๔.๐	๓.๑	๒.๐	๑.๖	-	-
๐.๒๕ (๑/๓)	๕.๒	๔.๑	๒.๖	๒.๐	-	-
๐.๓๗ (๑/๒)	๖.๘	๕.๔	๓.๔	๒.๗	-	-
๐.๕๕ (๓/๔)	๙.๖	๗.๖	๔.๘	๓.๘	-	-
๐.๗๕ (๑)	๑๒.๒	๙.๕	๖.๑	๔.๗	-	-
๑.๑ (๑ ๑/๒)	-	๑๓.๒	๘.๓	๖.๖	-	-
๑.๕ (๒)	-	๑๗	๑๑	๘.๘	-	-
๒.๒ (๓)	-	๒๕	๑๖	๑๒	-	-
๓.๗ (๕)	-	๔๐	๒๗	๒๐	-	-
๕.๕ (๗ ๑/๒)	-	๕.๘	-	๒๙	๑๔	๑๒
๗.๕ (๑๐)	-	๗๖	-	๓๘	๑๘	๑๖
๑๑ (๑๕)	-	-	-	๕๕	๒๗	๒๔
๑๕ (๒๐)	-	-	-	๗๒	๓๔	๓๑
๑๘.๕ (๒๕)	-	-	-	๘๙	๔๓	๓๘
๒๒ (๓๐)	-	-	-	๑๐๖	๕๑	๔๖
๓๐ (๔๐)	-	-	-	๑๔๐	๖๗	๖๑
๓๗ (๕๐)	-	-	-	๑๗๓	๘๓	๗๕
๔๕ (๖๐)	-	-	-	๒๐๖	๙๙	๙๐
๕๕ (๗๕)	-	-	-	๒๕๕	๑๒๓	๑๑๑
๗๕ (๑๐๐)	-	-	-	๓๔๑	๑๖๔	๑๔๘
๙๐ (๑๒๕)	-	-	-	๔๒๕	๒๐๕	๑๘๕
๑๑๐ (๑๕๐)	-	-	-	๕๐๖	๒๔๖	๒๒๒
๑๔๗ (๒๐๐)	-	-	-	๖๗๕	๓๓๐	๒๙๔

๓.๕ สายไฟฟ้าวงจรย่อยมอเตอร์ (Motor Branch Circuit)

ขนาดของสายไฟฟ้าสำหรับวงจรย่อยมอเตอร์ จะต้องมีขนาดพิกัดเพียงพอที่จะจ่ายโหลดมอเตอร์ได้ โดยที่ขนาดสายเล็กที่สุด คือ ๑.๕ mm^2

โดยทั่วไปโหลดมอเตอร์ จะถือว่าเป็นแบบต่อเนื่อง ดังนั้นสายวงจรมอเตอร์จะต้องมีขนาดไม่น้อย ๑๒๕% ของพิกัดกระแสมอเตอร์

$$I_c \geq 1.25 I_n$$

โดยที่ I_c = พิกัดกระแสวงจรย่อยมอเตอร์ (A)

I_n = พิกัดกระแสของมอเตอร์ (A)

ตัวอย่างที่ ๑ มอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด ๕๕ kW, ๔๐๐ V ๓ เฟส (๑๐๐ A) จงหาขนาดสาย IEC ๐๑ โดยมีวิธีการเดินสายดังนี้

- ในท่อโลหะในอากาศ ติดตั้งกลุ่มที่ ๒
- เดินลอยบน Rack ติดตั้งกลุ่มที่ ๔

วิธีทำ

มอเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป หรือ มอเตอร์ที่ไม่ทราบลักษณะใช้งานแน่ชัด ควรจะพิจารณาเป็นโหลดต่อเนื่อง

$$I_c \geq ๑.๒๕ I_n$$
$$\geq ๑.๒๕ \times ๑๐๐$$
$$= ๑๒๕ A$$

กรณีเดินในท่อโลหะในอากาศ

จากตารางสายไฟฟ้า ใช้สาย IEC ๐๑ กลุ่มที่ ๒ ขนาด ๓ x ๗๐ $mm^๒$ (๑๔๙ A)

กรณีเดินลอยบน Rack_กลุ่มที่ ๔

จากตารางสายไฟฟ้า ใช้สายขนาด ๓ x ๒๕ $mm^๒$ (๑๒๗ A)

๓.๖ การป้องกันการลัดวงจร (Short Circuit Protection)

วงจรย่อยมอเตอร์จะต้องมีการป้องกันการลัดวงจรสำหรับสายไฟฟ้า บริภัณฑ์ควบคุมและตัวมอเตอร์เอง บริภัณฑ์สำหรับการป้องกันการลัดวงจรของวงจรย่อยนี้ จะต้องสามารถนำกระแสเริ่มเดินเครื่องของมอเตอร์ได้ โดยไม่เปิดวงจรบริภัณฑ์ป้องกันการลัดวงจรที่นิยมใช้กันมี ๒ ชนิด คือ ฟิวส์ (Fuse) และ เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

ฟิวส์

ฟิวส์ที่ใช้ในการป้องกันการลัดวงจรของวงจรมอเตอร์มี ๒ ประเภท คือ

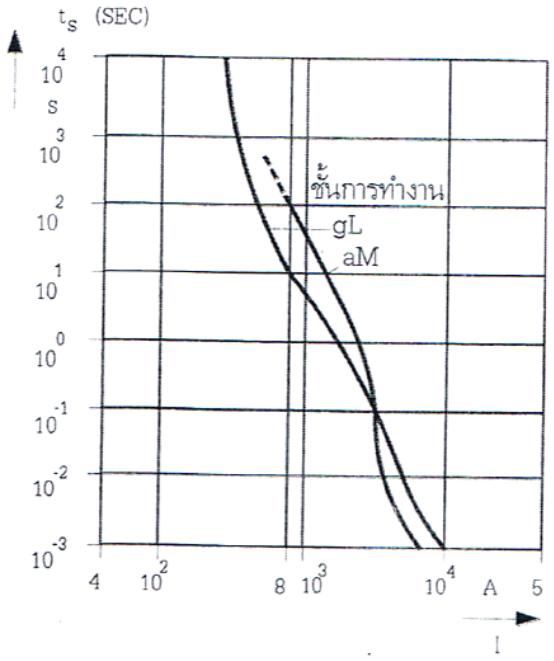
๑. ฟิวส์ทำงานไว (Non time-Delay Fuse)

๒. ฟิวส์หน่วงเวลา (Time-Delay Fuse)

ฟิวส์ทำงานไว คือ ฟิวส์ที่ใช้ในวงจรจำหน่าย ทั่วไป เช่น gL Fuse ฟิวส์แบบนี้สามารถใช้กับวงจรมอเตอร์ได้

ฟิวส์หน่วยเวลา คือ ฟิวส์ที่ออกแบบไว้เพื่อใช้งานกับวงจรมอเตอร์โดยเฉพาะ เช่น aM Fuse ฟิวส์แบบนี้จะให้การป้องกันดีกว่าแบบแรก

ลักษณะสมบัติของฟิวส์ทำงานไว และฟิวส์หน่วงเวลา แสดงในรูปที่ ๓.๒



t_s : ช่วงเวลาหลอมเหลวหรือช่วงเวลาก่อนเกิดอาร์ก

รูปที่ ๓.๒ ลักษณะสมบัติฟิวส์ทำงานไวและฟิวส์หน่วยเวลา

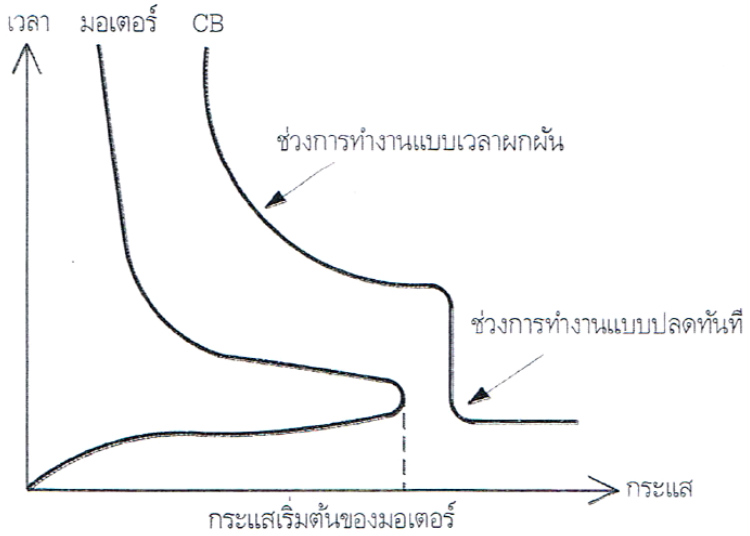
<u>เซอร์กิตเบรกเกอร์</u>

เซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่ใช้ในวงจรมอเตอร์มี ๒ ประเภท คือ

๑. เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบเวลาผกผัน (Inverse Time CB)

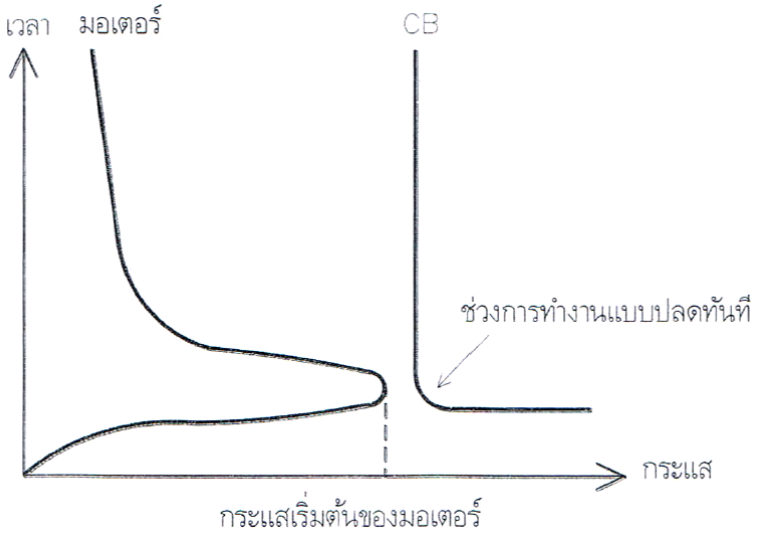
๒. เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบปลดทันที (Instantaneous CB)

เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบเวลาผกผัน คือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ทั่วไปในวงจรจำหน่าย เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบนี้มีเส้นโค้งลักษณะสมบัติ ๒ ช่วง คือ ช่วงกระแสเกินโหลดเป็นแบบเวลาผกผัน (Inverse Time) และช่วงกระแสปลดวงจรทันที (Instantaneous Trip) เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบนี้จะต้องปรับตั้งช่วงกระแสปลดวงจรทันทีให้มากกว่ากระแสเริ่มต้นของมอเตอร์



รูปที่ ๓.๓ ลักษณะสมบัติเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบเวลาผกผัน

เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบปลดทันที คือเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีช่วงปลดวงจรทันทีเพียงอย่างเดียว เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบนี้ถูกออกแบบให้ใช้กับวงจรมอเตอร์โดยเฉพาะ



รูปที่ ๓.๔ ลักษณะสมบัติเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบปลดทันที

ในการเลือกใช้ฟิวส์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะต้องเลือกใช้ขนาดที่เหมาะสมกับมอเตอร์ โดยการไฟฟ้าได้ให้พิกัดหรือขนาดปรับตั้งตัวสูงไว้ดังในตารางที่ ๓ โดยจะเป็นกรณีมอเตอร์ไม่มีรหัสอักษรเท่านั้น เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นมาตรฐาน IEC ซึ่งไม่มีรหัสอักษร แต่มอเตอร์ที่มีรหัสอักษรจะเป็นมอเตอร์ในมาตรฐาน NEMA

ตารางที่ ๓.๓ พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสาย

ชนิดของมอเตอร์	ร้อยละของกระแสโหลดเต็มที่			
	ฟิวส์ ทำงานไว	ฟิวส์ หน่วงเวลา	เซอร์กิตเบรกเกอร์ ปลดทันที	เซอร์กิตเบรกเกอร์ เวลาผกผัน
มอเตอร์ ๑ เฟส ไม่มีรหัสอักษร	๓๐๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๕๐
มอเตอร์กระแสสลับ ๑ เฟส ทั้งหมด และมอเตอร์ ๓ เฟส แบบกรงกระรอก และแบบซิงโครนัส ซึ่งเริ่มเดินโดย รับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่หรือเริ่มเดิน ผ่านตัวต้านทานหรือรีแอ็กเตอร์				
- ไม่มีรหัสอักษร	๓๐๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๕๐
- รหัสอักษร F ถึง V	๓๐๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๕๐
- รหัสอักษร B ถึง E	๒๕๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๐๐
- รหัสอักษร A	๑๕๐	๑๕๐	๗๐๐	๑๕๐
มอเตอร์กระแสสลับทั้งหมด แบบกรงกระรอก และแบบซิงโครนัส ซึ่งเริ่มเดิน โดยผ่านหม้อแปลงออโต้ กระแสไม่เกิน ๓๐ แอมแปร์				
- ไม่มีรหัสอักษร	๒๕๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๐๐
กระแสเกิน ๓๐ แอมแปร์				
- ไม่มีรหัสอักษร	๒๐๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๐๐
- รหัสอักษร F ถึง V	๒๕๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๐๐
- รหัสอักษร B ถึง E	๒๐๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๐๐
- รหัสอักษร A	๑๕๐	๑๕๐	๗๐๐	๑๕๐
มอเตอร์แบบกรงกระรอก กระแสไม่เกิน ๓๐ แอมแปร์				
- ไม่มีรหัสอักษร	๒๕๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๕๐
กระแสเกิน ๓๐ แอมแปร์				
- ไม่มีรหัสอักษร	๒๐๐	๑๗๕	๗๐๐	๒๐๐
มอเตอร์แบบวาวต์โรเดอร์ ไม่มีรหัสอักษร	๑๕๐	๑๕๐	๗๐๐	๑๕๐
มอเตอร์กระแสตรง (แรงดันคงที่) ขนาดไม่เกิน ๕๐ แรงม้า				
- ไม่มีรหัสอักษร	๑๕๐	๑๕๐	๒๕๐	๑๕๐
ขนาดเกิน ๕๐ แรงม้า				
- ไม่มีรหัสอักษร	๑๕๐	๑๕๐	๑๗๕	๑๕๐

หมายเหตุ ๑. การกำหนดรหัสอักษรให้ดูจากตารางที่ ๖

๒. มอเตอร์ไม่มีรหัสอักษร หมายถึงมอเตอร์ที่ผลิตก่อนมีการกำหนดรหัสอักษรโดย NEMA Standard และมอเตอร์ที่ขนาดเล็กกว่า ๑/๒ แรงม้า

ค่าพิกัดของฟิวส์ และเซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่ให้ไว้ตามตารางเป็นค่าสูงสุด ค่าที่ใช้ในทางปฏิบัติ ซึ่งทางบริษัทผู้ผลิตฟิวส์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ ได้ให้ไว้สำหรับมอเตอร์ขนาดต่าง ๆ จะต่ำกว่าค่าที่แสดงไว้ในตาราง ซึ่งจะทำให้การป้องกันดีขึ้น อย่างไรก็ตามค่าที่ใช้นี้จะต้องไม่ทำให้เปิดวงจร ขณะที่มอเตอร์เริ่มเดินเครื่อง

การเลือกขนาดพิกัดของฟิวส์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะต้องคำนึงถึงกระแสสลัดวงจรสูงสุดที่จุดติดตั้งด้วย โดยที่ฟิวส์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่จะใช้ในการป้องกันวงจรนั้น จะต้องมีค่ากระแสขณะตัดวงจร (Interrupting Current, IC) ไม่น้อยกว่าค่ากระแสลัดวงจรสูงสุดที่จุดติดตั้งนี้ด้วย

ตัวอย่างที่ ๒ จงหาขนาดของฟิวส์ที่ใช้ป้องกันการลัดวงจรของมอเตอร์แบบสไควเรลเคจ ๒๒ kW ๔๐๐ V

วิธีทำ

มอเตอร์ ๒๒ kW ๔๐๐ V มีพิกัดกระแส ๔๒ A

สำหรับฟิวส์ทำงานไวจะได้

$$I_{FUSE} \leq ๓.๐๐ \times ๔๒ = ๑๒๖ \text{ A}$$

สำหรับฟิวส์หน่วงเวลาจะได้

$$I_{FUSE} \leq ๑.๗๕ \times ๔๒ = ๗๔ \text{ A}$$

ฟิวส์ขนาดต่าง ๆ ตามมาตรฐาน IEC มีดังนี้

๖ A, ๑๐ A, ๑๖ A, ๒๐ A, ๒๕ A, ๓๒ A, ๔๐ A, ๕๐ A, ๖๓ A, ๘๐ A, ๑๐๐ A, ๑๒๕ A, ๑๖๐ A, ๒๐๐ A, ๒๕๐ A, ๓๑๕ A, ๔๐๐ A

ฟิวส์ทำงานไว

ตามกฎการเดินสายยอมให้ใช้ขนาดถัดขึ้นไป คือใช้ขนาด ๑๖๐ A แต่เพื่อให้การป้องกันดีขึ้นควรเลือกใช้ขนาดเล็กลง เช่น ๑๒๕ A, ๑๐๐ A, หรือ ๘๐ A ทั้งนี้ฟิวส์จะต้องไม่ขาดขณะเริ่มเดินเครื่อง

ฟิวส์หน่วงเวลา

ด้วยเหตุผลเดียวกัน อาจเลือกขนาดถัดขึ้นไปได้ คือ ๘๐ A หรือถัดลงมาคือ ๖๓ A หรือ ๕๐ A

ตัวอย่างที่ ๓ จงหาขนาดปรับตั้งของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ป้องกันการลัดวงจรของมอเตอร์ขนาด ๗๕ kW ๔๐๐ V

วิธีทำ

จากตารางพิกัดกระแสมอเตอร์ มอเตอร์ ๗๕ kW ๔๐๐ V มีพิกัดกระแส ๑๓๑ A

สำหรับ CB แบบปลดทันทีจะได้ ๗ x ๑๓๑ = ๙๑๗ A

ขนาดปรับตั้ง CB แบบเวลาผกผัน ๒.๕ x ๑๓๑ = ๓๒๘ A

CB แบบปลดทันที

ถ้าใช้ CB นี้ เป็นตัวปลดวงจรด้วย จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๑๕% ของกระแสพิกัดมอเตอร์

$$CB \geq ๑.๑๕I_n = ๑.๑๕ \times ๑๓๑ = ๑๕๑ \text{ A}$$

$\therefore$ CB ขนาด ๑๖๐ A หรือ ๒๐๐ A

และปรับตั้งค่าปลดวงจรไว้ที่ ๙๐๐ A

CB แบบเวลาผกผัน

อาจเลือกใช้ขนาดถัดขึ้นไปคือ ๓๕๐ A แต่เพื่อให้การป้องกันดีขึ้นควรเลือกขนาดเล็กลง คือ ๓๐๐ A หรือ ๒๒๕ A ทั้งนี้ CB จะต้องไม่เปิดวงจรขณะเริ่มเดินเครื่อง

สายดินวงจรย่อยมอเตอร์

ขนาดสายดินให้คิดตามพิกัดของเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกลังของมอเตอร์ พิกัดของเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังให้คิดไม่เกิน ๑๑๕% พิกัดกระแสของมอเตอร์

I_{OL} = ๑.๑๕I_n

ตัวอย่างที่ ๔ มอเตอร์เหนี่ยวนำขนาด ๗.๕ kW ๔๐๐ V (๑๕ A)

จงหา

๑. ขนาดวงจรย่อยโดยใช้สาย IEC ๐๑ กลุ่มการติดตั้งที่ ๒ ในท่อโลหะในอากาศ

๒. ขนาดปรับตั้ง CB

๓. ขนาดสายดิน

วิธีทำ

$I_c \geq$ ๑.๒๕ I_n = ๑.๒๕ x ๑๕ = ๑๙ A

ใช้สายขนาด ๓ x ๔ mm^2 (๒๔ A)

ขนาดปรับตั้ง CB ๒.๕ x ๑๕ = ๓๗.๕ A

ใช้ CB ๓๐ AT

I_{OL} = ๑.๑๕ x ๑๕ = ๑๗.๓ A

จากตาราง ใช้สายดิน ๒.๕ mm^2

∴ สายวงจรมอเตอร์ ๓ x ๔ mm^2

G-๒.๕ mm^2

๓.๗ การป้องกันโหลดเกิน (Overload Protection)

ในการใช้งานมอเตอร์นั้น บ่อยครั้งที่มีการใช้งานเกินขนาดจนทำให้มอเตอร์มีความร้อนสูง ซึ่งจะทำความเสียหายต่อมอเตอร์ และบริภัณฑ์ที่ต่ออยู่ได้ เนื่องจากบริภัณฑ์ป้องกันซึ่งได้แก่ฟิวส์ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ ที่ใช้ในการป้องกันการลัดวงจรนั้นจะต้องเลือกปรับค่าที่สูงเพื่อว่าให้มีค่าเพียงพอสำหรับการเริ่มเดินเครื่อง ดังนั้นเมื่อมีการใช้โหลดเกินบริภัณฑ์ป้องกันเหล่านี้จึงไม่สามารถที่จะให้การป้องกันได้ ทำให้ต้องมีการติดตั้งบริภัณฑ์เพิ่มเติมเพื่อทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์ในกรณีที่มีการใช้โหลดเกิน บริภัณฑ์ที่ใช้ในการป้องกันโหลดเกิน คือ รีเลย์โหลดเกิน (Overload Relay) ซึ่งมีใช้ ๓ แบบ คือ

๑. แบบโลหะคู่ (Bimetal Thermal Overload Relay)

แบบนี้ทำง่าย และราคาถูกสามารถจำลองพฤติกรรมทางความร้อนของมอเตอร์โดยประมาณเท่านั้น รีเลย์แบบนี้จะป้องกันมอเตอร์ที่ทำงานต่อเนื่องได้ดี แต่สำหรับมอเตอร์ที่ต้องเริ่มเดินเครื่องบ่อย ๆ จะใช้ไม่ได้ผล

๒. แบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Overload Relay)

แบบนี้จะสามารถจำลองพฤติกรรมทางความร้อนของมอเตอร์ได้ดี โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์และไมโครโปรเซสเซอร์ จึงสามารถปรับแต่งให้ใช้กับมอเตอร์ได้ทุกชนิด

๓. แบบเทอร์มิสเตอร์ (Thermistor Protective Relay)

ใช้ตัวตรวจวัดอุณหภูมิฝังอยู่ในขดลวดอาร์เมเจอร์ตรวจวัดอุณหภูมิของขดลวดตลอดเวลา ระบบนี้สามารถป้องกันความร้อนเกินได้อย่างถูกต้อง และใช้กับมอเตอร์ทั้งที่ใช้งานต่อเนื่อง และ เป็นช่วง ๆ ได้ดี

รีเลย์โหลดเกินที่ใช้นี้ จะสามารถปรับตั้งค่ากระแสได้ โดยจะปรับให้มีค่าใกล้เคียง กับกระแสพิกัดของมอเตอร์โดยมาตรฐานแนะนำให้ปรับไว้ไม่เกิน ๑๑๕% กระแสพิกัดมอเตอร์รีเลย์โหลดเกินจะต้องสามารถปรับตั้งใหม่ (Reset) ได้เพื่อว่าหลังจากที่ได้แก้ไขปัญหาโหลดเกินเรียบร้อยแล้ว จะสามารถเริ่มทำงานต่อไปได้ รีเลย์โหลดเกินจะต้องมีการชดเชยผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโดยรอบ เพื่อทำให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องในช่วงอุณหภูมิที่กำหนดในการติดตั้งรีเลย์โหลดเกิน จะต้องติดตั้งอนุกรมเข้ากับสายไฟฟ้าที่ต่อเข้าขั้วของมอเตอร์ โดยที่รีเลย์โหลดเกินจะต่อกับคอนแทกเตอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ในการตัดวงจรจ่ายไฟของมอเตอร์

สำหรับในกรณีของมอเตอร์ ๓ เฟสนั้น ควรจะใช้รีเลย์โหลดเกิน ซึ่งสามารถป้องกันการเหลือเฟสเดียว (Single Phasing) ได้ด้วย

๓.๘ เครื่องควบคุมมอเตอร์ (Motor Controller)

เครื่องควบคุมมอเตอร์ (Motor Controller) คือ ชุดบริภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการเริ่ม หรือ หยุดเดินเครื่องมอเตอร์ในบางกรณีเครื่องควบคุมมอเตอร์ก็สามารถใช้ในการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ด้วย แต่ส่วนมากมักจะใช้ในการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ ดังนั้นบางครั้งจึงเรียกตัวควบคุมมอเตอร์ว่า ตัวเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ (Motor Starter)

๓.๘.๑ ชนิดของเครื่องควบคุมมอเตอร์

ตัวเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ ที่ใช้กันโดยทั่วไปอาจแบ่งออกได้เป็น ๒ แบบ คือ

๑. ตัวเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ ที่ใช้โดยการต่อไฟเข้าโดยตรง (Direct on Line Starter หรือ DOL)

๒. ตัวเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ แบบลดแรงดัน (Reduced Voltage Starter)

๑. ตัวเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ แบบ DOL

ตัวเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์แบบ DOL จะต่อไฟแรงดันพิกัดเข้าที่ขั้วของมอเตอร์โดยตรง ซึ่งการเริ่มเดินเครื่องแบบนี้จะทำให้กระแสเริ่มเดินเครื่อง (Starting Durrent) มีค่าสูง และแรงบิดเริ่มเดินเครื่อง (Starting Torque) ก็จะมีค่าสูงด้วยเช่นกัน โดยทั่วไปกระแสเริ่มเดินเครื่องจะมีค่าประมาณ ๖ เท่า ของกระแสพิกัดของมอเตอร์ ส่วนแรงบิดเริ่มเดินเครื่องจะมีค่าประมาณ ๑.๕ เท่าของแรงบิดพิกัดของมอเตอร์

เนื่องจากว่าการเริ่มเดินเครื่องแบบ DOL จะใช้กระแสสูงมาก ถึง ๖ เท่าของกระแสพิกัดของมอเตอร์จึงส่งผลให้เกิดแรงดันตกสูงซึ่งอาจจะทำให้ไปรบกวนระบบอื่น ๆ ที่ต่ออยู่ด้วย ดังนั้นการเริ่มเดินเครื่องแบบนี้จึงควรใช้กับมอเตอร์ขนาดเล็ก ๆ ไม่เกิน ๗.๕ kW (๑๐ HP) แต่สำหรับในกรณีโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งระบบไฟฟ้าจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ จะสามารถใช้การเริ่มเดินเครื่องแบบนี้สำหรับมอเตอร์ขนาดใหญ่ได้ ถ้าหากต้องการแรงบิดเริ่มเครื่องสูง โดยที่ไม่สนใจเรื่องแรงดันตก

๒. ตัวเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ แบบลดแรงดัน

เนื่องจากการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์แบบ DOL จะใช้กระแสเริ่มเดินเครื่องสูงมาก ดังที่กล่าวไว้แล้ว จึงได้มีการคิดวิธีการเริ่มเดินเครื่องแบบอื่น ๆ ขึ้นเพื่อที่จะลดกระแสเริ่มเดินเครื่องลง โดยการลดแรงดันเข้ามอเตอร์ ซึ่งจะสามารถลดค่ากระแสเริ่มเดินเครื่อง และแรงบิดเริ่มเดินเครื่องลง การเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์แบบลดแรงดันสามารถแบ่งออกได้หลายวิธีได้แก่

- การเริ่มเดินเครื่องแบบสตาร์-เดลตา (Star-Delta Starting)
- การเริ่มเดินเครื่องด้วยหม้อแปลงออโต (Autotransformer Starting)
- การเริ่มเดินเครื่องด้วยความต้านทาน (Resistance Starting)

- การเริ่มเดินเครื่องแบบใช้ชุดขดลวดบางส่วน (Part-Winding Starting)

สำหรับรูปวงจรแสดงการเริ่มเดินเครื่องแบบต่าง ๆ นั้น จะแสดงอยู่ในหัวข้อเรื่อง วงจรควบคุมมอเตอร์ ตัวเริ่มเดินเครื่องจะประกอบด้วย คอนแทกเตอร์แม่เหล็ก (Magnetic Contactor) ๑ ตัว หรือมากกว่าต่อเข้าด้วยกันเพื่อทำหน้าที่ในการตัดต่อวงจรของมอเตอร์ ให้ได้วิธีการเริ่มเดินเครื่องตามต้องการโดยที่วงจรควบคุม (Control Circuit) จะทำหน้าที่ในการกำหนดลำดับของการตัดต่อวงจรไฟฟ้ากำลัง (Power Circuit) และโดยทั่วไปแล้วตัวเริ่มเดินเครื่องหรือ ตัวควบคุมมอเตอร์นี้ จะมีเครื่องป้องกันโหลดเกินมอเตอร์อยู่ในชุดเดียวกัน

๓.๘.๒ พิกัดของเครื่องควบคุมมอเตอร์

ขนาดพิกัดของคอนแทกเตอร์ ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องควบคุมมอเตอร์ จะต้องสามารถทนกำลังความร้อนที่เกิดขึ้นโดยหน้าสัมผัสไม่เชื่อมติดกัน ดังนั้น ขนาดพิกัดกำลังของคอนแทกเตอร์จะต้องไม่น้อยกว่าขนาดกำลังมอเตอร์ คือ

$$kW\ (\text{Contactor}) \geq kW\ (\text{Motor})$$

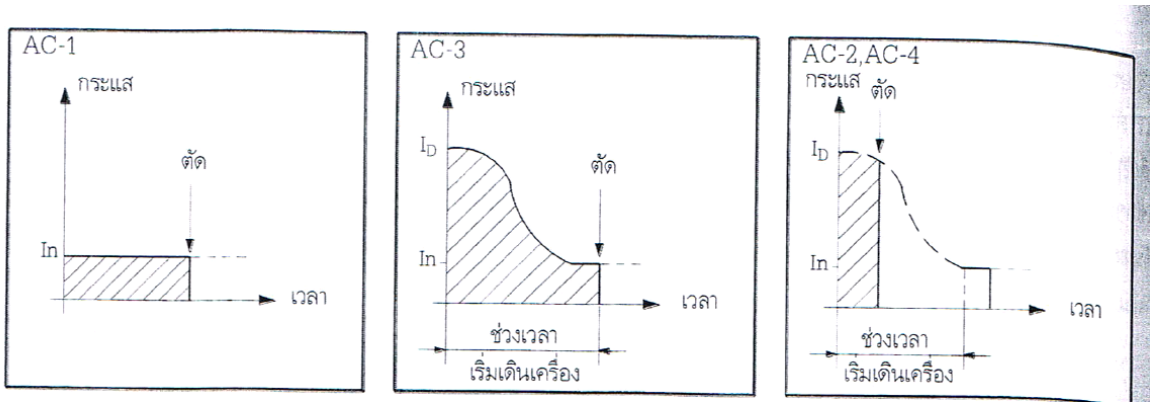
นอกจากจะเลือกขนาดตามขนาดของมอเตอร์แล้ว ลักษณะการใช้งานของมอเตอร์และจำนวนครั้งการตัดต่อของคอนแทกเตอร์ ก็มีส่วนสำคัญต่อกำลังความร้อนที่เกิดขึ้นด้วย เช่น มอเตอร์ขนาดเท่ากัน แต่ตัวหนึ่งใช้งานในลักษณะที่มีการปิดเปิดมากกว่าอีกตัวหนึ่ง หน้าสัมผัสของคอนแทกเตอร์ก็ย่อมจะทำงานหนักมากกว่าด้วยเหตุ

ดังนี้ IEC จึงได้กำหนดชั้นการใช้งาน (Utilization Category) ของคอนแทกเตอร์ไว้ใน IEC ๖๐๙๔๗-๔ (Contactors and Motor-starters) ดังนี้

AC๒ • สำหรับขดลวดแบบวาวด์โรเตอร์ ซึ่งขณะปิดและเปิด จะมีกระแส ๒-๕ เท่า ของกระแสพิกัดมอเตอร์

AC๓ • สำหรับมอเตอร์แบบกรงกระรอก ซึ่งขณะเดินเครื่องจะมีกระแส ๕-๗ เท่า ของกระแสพิกัด ส่วนในขณะหยุดเครื่องจะมีกระแสเท่ากับกระแสพิกัดมอเตอร์

AC๔ • สำหรับมอเตอร์ที่มีการใช้งานเป็นช่วงสั้น ๆ ติดต่อกัน มีการเดินและหยุดเครื่องบ่อยครั้ง

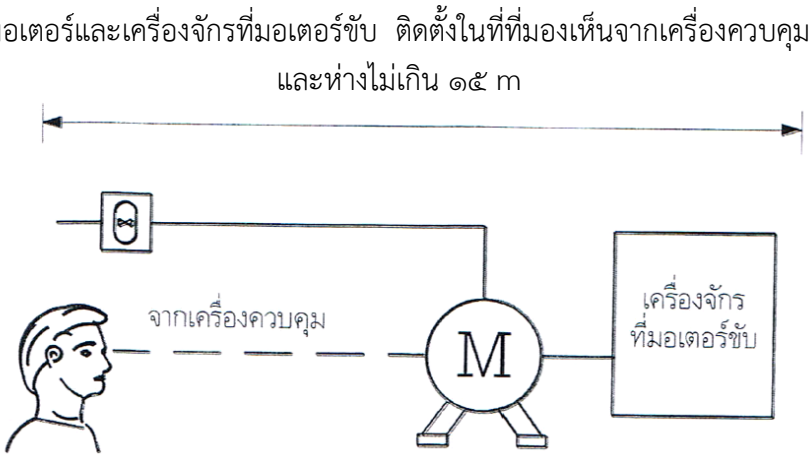


รูปที่ ๓.๕ ชั้นการใช้งาน

ดังนั้น ในการเลือกใช้คอนแทกเตอร์จะต้องเลือกชนิดที่มีชั้นการใช้งาน ตรงกับสภาพการใช้งานของมอเตอร์ชนิดนั้น ๆ ด้วย สำหรับมอเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป ตัวควบคุมมอเตอร์นิยมใช้ชั้นการใช้งาน AC๓

๓.๘.๓ การติดตั้ง

เครื่องควบคุมมอเตอร์จะต้องติดตั้งในที่ที่มองเห็นได้ (Within Sight) จากมอเตอร์ และอยู่ห่างกันไม่เกิน ๑๕ เมตร เพื่อความปลอดภัยขณะทำการบำรุงรักษา หรือ ซ่อมแซมมอเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ ๓.๖



รูปที่ ๓.๖ การติดตั้งเครื่องควบคุมมอเตอร์

๓.๙ เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ (Disconnecting Means)

เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ ใช้ปลดวงจรมอเตอร์ในกรณีฉุกเฉินหรือทำการซ่อมแซมบำรุงรักษามอเตอร์ ซึ่งจะต้องมีลักษณะดังนี้

๑. สามารถตัดวงจรขณะมีโหลดได้

๒. เป็นชนิดใช้กับโหลดตัวเหนี่ยวนำ เนื่องจากโหลดมอเตอร์เป็นโหลดประเภทตัวเหนี่ยวนำ จะมีกระแสสูง

๓. สามารถทนกระแสสลัดวงจรสูงสุด ณ จุดติดตั้งได้

โดยทั่วไปนิยมใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ หรือ สวิตซ์ตัดตอนขณะมีโหลดเป็นเครื่องปลดวงจรมอเตอร์

๓.๙.๑ พิกัดเครื่องปลดวงจรมอเตอร์

พิกัดกระแสเครื่องปลดวงจรมอเตอร์ไม่ต่ำกว่า ๑๑๕ % ของพิกัดกระแสมอเตอร์ คือ

$$I_{DM} = ๑.๑๕ \quad I_n$$

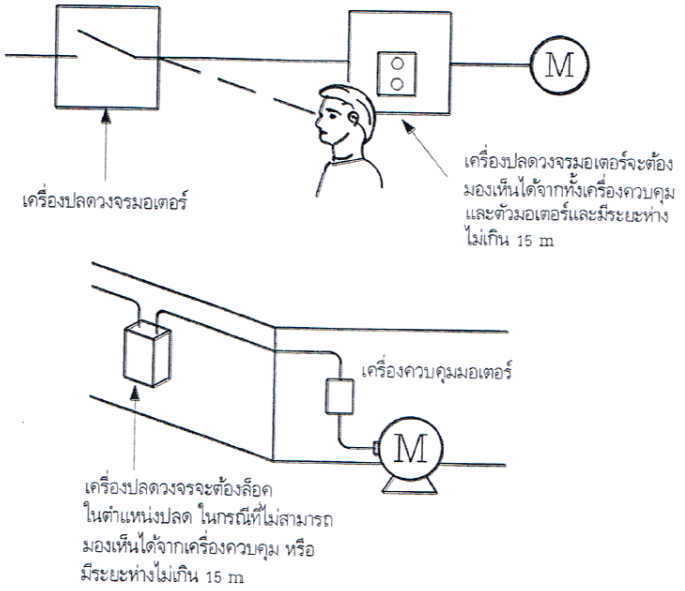
โดยที่

I_{DM} = พิกัดกระแสเครื่องปลดวงจร (A)

I_n = พิกัดกระแสมอเตอร์ (A)

๓.๙.๒ การติดตั้ง

เครื่องปลดวงจรจะต้องติดตั้งในที่ที่สามารถเห็นได้ (Within Sight) และ ระยะห่างไม่เกิน ๑๕ เมตร ทั้งจากเครื่องควบคุมมอเตอร์และตัวมอเตอร์ หรือเครื่องจักรที่มอเตอร์ขับ แต่ถ้าติดตั้งในที่ที่ไม่สามารถมองเห็นได้หรือระยะเกิน ๑๕ เมตร จะต้องล็อคเครื่องปลดวงจรในตำแหน่งปลดด้วย



รูปที่ ๓.๗ การติดตั้งเครื่องปลดวงจร

๓.๑๐ วงจรควบคุมมอเตอร์

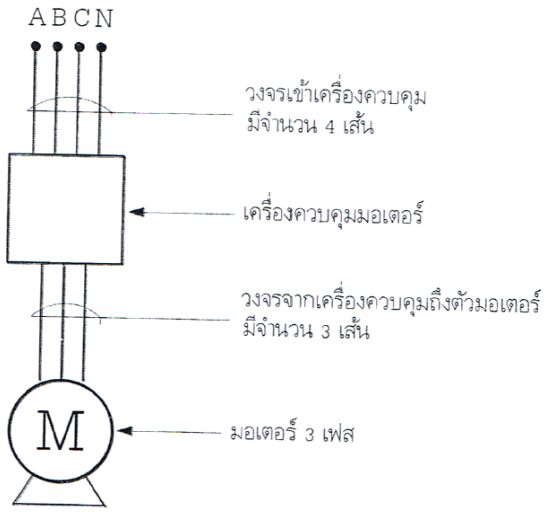
โดยทั่วไปวงจรมอเตอร์ สามารถแบ่งออกเป็น ๒ ส่วน คือ

๑. วงจรกำลัง (Power Circuit)

๒. วงจรควบคุม (Control Circuit)

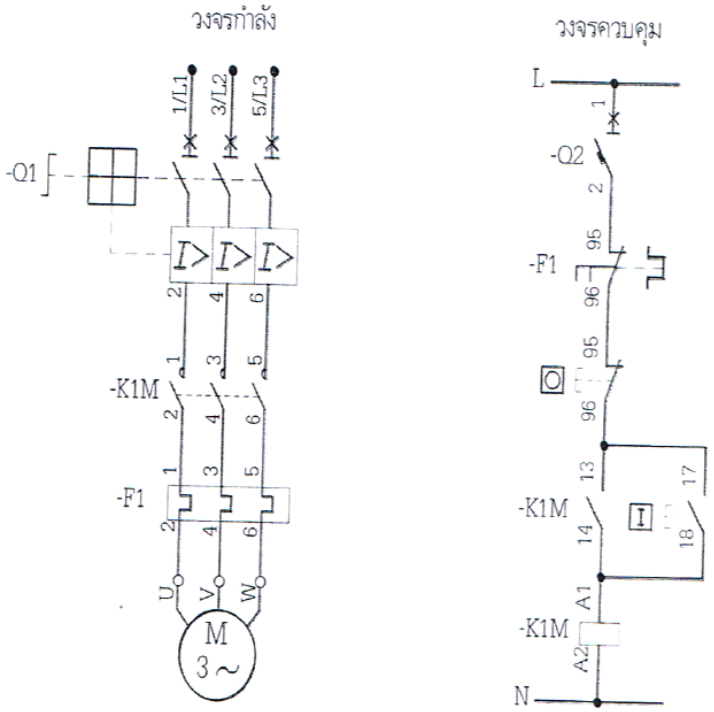
วงจรกำลัง

คือ วงจรที่จะจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่มอเตอร์ เพื่อให้มอเตอร์สามารถทำงานได้ตามวัตถุระสงค์ ส่วนวงจรควบคุมคือ วงจรที่ใช้ควบคุมการทำงานของตัวเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์ เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามลำดับที่กำหนด บางครั้งสำหรับมอเตอร์ ๓ เฟส ๓๘๐/๒๒๐ V แต่วงจรควบคุมจะเป็นวงจร ๑ เฟส ในกรณีนี้จะต้องใช้สายนิวทรัล (Neutral) ของวงจรกำลัง ดังนั้น ส่วนของวงจรกำลังที่มาถึงจุดต่อเครื่องควบคุมมอเตอร์ จะต้องมีสาย ๔ เส้น คือ มีสายนิวทรัลด้วย แต่ส่วนที่ต่อจากเครื่องควบคุมไปถึงตัวมอเตอร์อาจใช้สายเพียง ๓ เส้น ได้ดังรูปที่ ๓.๘

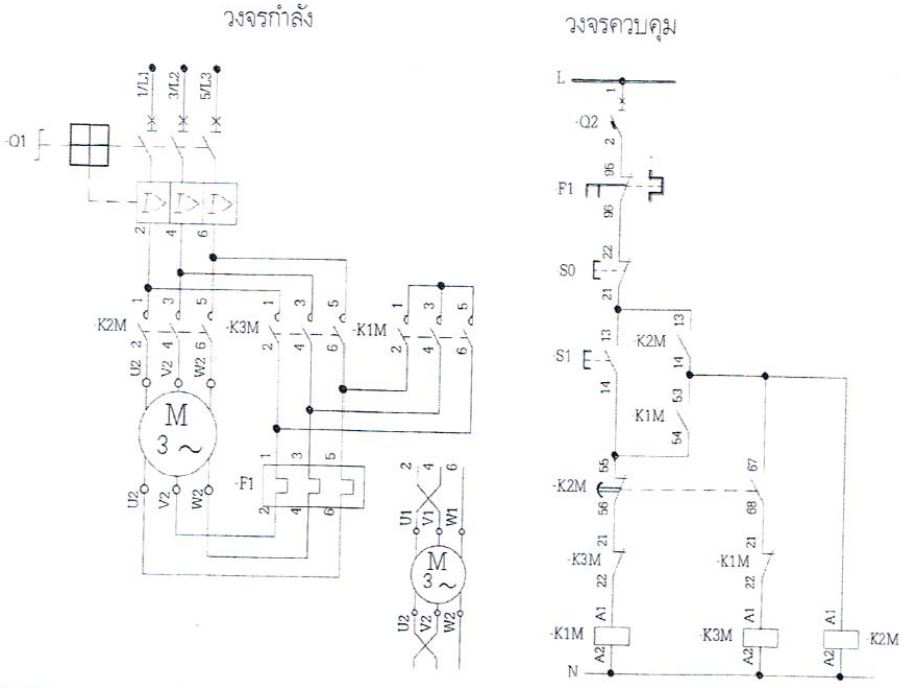


รูปที่ ๓.๘ วงจรมอเตอร์ ๓ เฟส ในกรณีวงจรควบคุม ๑ เฟส

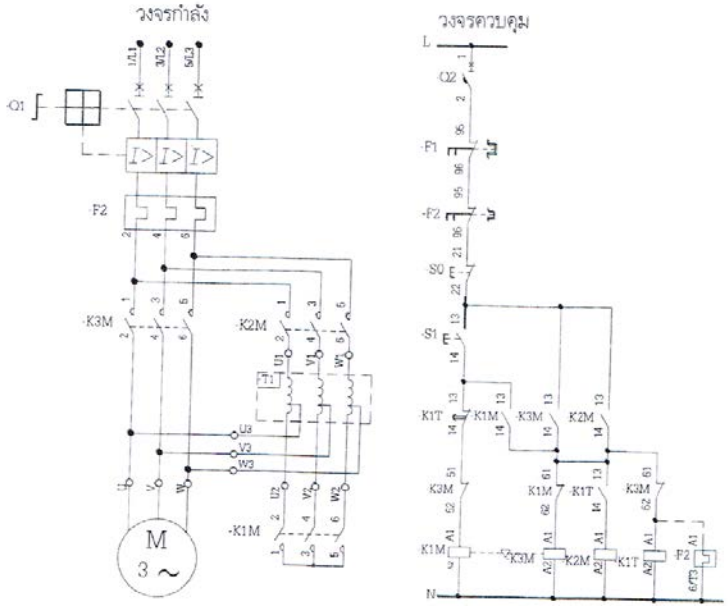
สำหรับวงจรกำลัง และวงจรควบคุมของการเริ่มเดินเครื่องมอเตอร์แบบต่าง ๆ มีแสดงดังต่อไปนี้ รูปที่ ๓.๙ แสดงการเริ่มเดินเครื่องแบบ DOL (Direct on line Starting) รูปที่ ๓.๑๐ แสดงการเริ่มเดินเครื่องแบบสตาร์-เดลตา (Star-Delta Starting) รูปที่ ๓.๑๑ แสดงการเริ่มเดินเครื่องด้วยหม้อแปลงออโต (Autotransformer Starting) และรูปที่ ๓.๑๒ แสดงการเริ่มเดินเครื่องด้วยความต้านทาน (Resistance Starting)



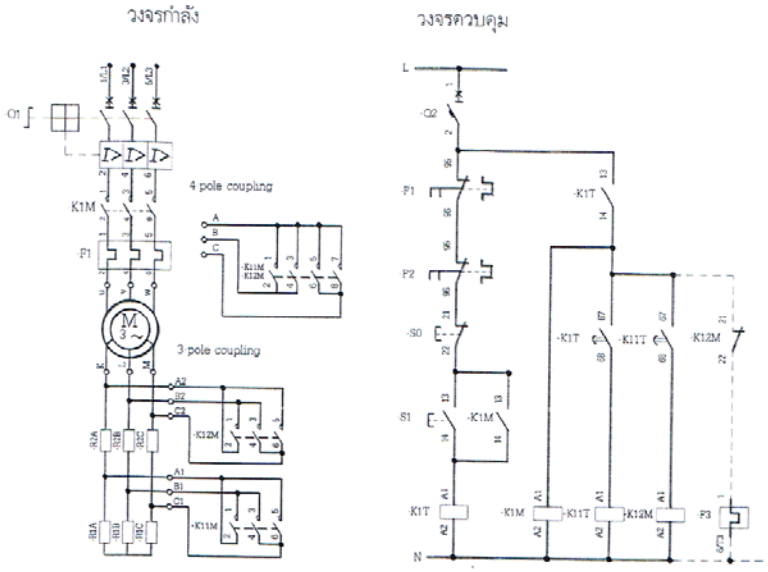
รูปที่ ๓.๙ การเริ่มเดินเครื่องแบบ DOL (Direct On Line Starting)



รูปที่ ๓.๑๐ การเริ่มเดินเครื่องแบบสตาร์-เดลตา (Star-Delta Starting)



รูปที่ ๓.๑๑ แสดงการเริ่มเดินเครื่องด้วยหม้อแปลงออโต (Autotransformer Starting)



รูปที่ ๓.๑๒ แสดงการเริ่มเดินเครื่องด้วยความต้านทาน (Resistance Starting)

<u>ตัวอย่างที่ ๕</u> จงอธิบายการทำงาน วงจรกำลังและวงจรควบคุมของการเริ่มเดินเครื่อง Star-Delta

<u>วิธีทำ</u>

วงจรกำลัง

- ปิด Q๑ ด้วยมือ
- ปิด K๑M : ต่อวงจรแบบสตาร์
- ปิด K๒M : ต่อวงจรเข้ากับแหล่งจ่ายไฟมอเตอร์เริ่มหมุนโดยต่อแบบสตาร์
- เมื่อได้เวลาที่ตั้ง Timer ไว้
- เปิด K๑M : เปิดวงจรสตาร์

- ปิด K๓M : ต่อวงจรเดลตามอเตอร์ทำงานโดยต่อแบบเดลตา

วงจรควบคุม

- กดปุ่ม S๑ K๑M ปิด
- K๒T และ K๒M ปิดโดย K๑M (๕๓-๕๔)
- ยืด K๑M, K๒M และ K๒T โดย K๒M (๑๓-๑๔)
- K๑M เปิดโดย K๒T (๕๕-๕๖)
- K๓M ปิดโดย K๑M (๒๑-๒๒) และ K๒T (๖๗-๖๘)
- มอเตอร์ทำงานโดยต่อเป็นแบบเดลตา
- หยุดโดยกด SO

วงจรควบคุมมอเตอร์นี้จะต้องถูกตัดวงจรด้วย เมื่อเครื่องปลดวงจรมอเตอร์ทำงานการปลดวงจร และสามารถใช้ฟิวส์ป้องกันในวงจรควบคุมได้

จากรูป ๓.๑๐ จะเห็นได้ว่าการเริ่มเดินเครื่องแบบสตาร์-เดลตา นั้น จะต้องเดินสายไฟจากสตาร์ทเตอร์ไปยังตัวมอเตอร์ จำนวน ๖ เส้น ด้วยกัน และกระแสของสายแต่ละเส้นจะเท่ากับ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ หรือ ๐.๕๘ ของกระแสพิกัด เนื่องจากต่อกันแบบเดลตา ดังนั้นขนาดพิกัดของสายไฟฟ้าจึงหาได้ดังนี้

$I_c \geq ๑.๒๕I_n \times ๐.๕๘$

$\geq ๐.๗๓I_n$

โดยที่ I_c = พิกัดกระแสวงจรมอเตอร์จากสตาร์ทเตอร์ไปยังมอเตอร์ (A)

I_n = พิกัดกระแสมอเตอร์ (A)

<u>ตัวอย่างที่ ๖</u> มอเตอร์ขนาด ๓๗ kW ๔๐๐ V (๖๙ A) สตาร์ทเตอร์เป็นแบบสตาร์-เดลตาจงหาขนาดสายไฟ IEC ๐๑ เดินในท่อโลหะในอากาศ จากสตาร์ทเตอร์ไปยังมอเตอร์

<u>วิธีทำ</u> เนื่องจากสตาร์ทเตอร์เป็นแบบสตาร์-เดลตา ดังนั้น

พิกัดกระแสวงจรมอเตอร์ $I_c \geq ๑.๒๕I_n \times ๐.๕๘$

$= ๑.๒๕ \times ๖๙ \times ๐.๕๘$

$= ๕๐$ A

∴ มีจำนวนสายทั้งหมด ๖ เส้น จึงต้องใช้ Derating Factor ๐.๘๐ ดังนี้

$I_c \geq ๕๐/๐.๘ = ๖๓$ A

จากตารางจะได้ขนาดสายวงจรย่อยมอเตอร์ ดังนี้

๖ x ๒๕ $mm^๒$ (๗๗ A)

G – ๑๖ $mm^๒$

๑๑. ตารางขนาดสายสายไฟฟ้า, ท่อร้อยสาย และบริภัณฑ์ป้องกันมอเตอร์

เพื่อความสะดวกรวดเร็วสำหรับผู้ออกแบบ จึงได้จัดทำตารางแสดงขนาดสายวงจรย่อย, ขนาดฟิวส์ และขนาด CB สำหรับมอเตอร์ขนาดต่าง ๆ ในตารางที่ ๓.๔ สำหรับมอเตอร์ ๑ เฟส, ๒๓๐ V, ตารางที่ ๓.๕ สำหรับมอเตอร์ ๓ เฟส ๔๐๐ V และตารางที่ ๓.๖ สำหรับมอเตอร์ ๓ เฟส, ๔๐๗ แบบ สตาร์-เดลตา

ตารางที่ ๓.๔ ขนาดสาย และ บริภัณฑ์ป้องกันสำหรับมอเตอร์ ๑ เฟส ๒๓๐ V

พิกัด		กระแสพิกัด			ขนาดของสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	๑.๑๕ I_n (A)	๑.๒๕ I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ		CB (AT)
						IEC ๐๑	NYY	
๐.๓๗	๐.๕	๓.๙	๔.๕	๔.๙	๒ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๑๖
๐.๕๕	๐.๗๕	๕.๒	๖.๐	๖.๕	๒ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๑๖
๐.๗๕	๑.๐	๖.๖	๗.๖	๘.๓	๒ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๑๖
๑.๑	๑.๕	๙.๖	๑๑	๑๒	๒ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๒๐
๑.๕	๒.๐	๑๓	๑๕	๑๖	๒ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๓๒
๒.๒	๓.๐	๑๙	๒๒	๒๔	๒ X ๔ G – ๔	๑๕	๓๒	๔๐
๓.๐	๔.๐	๒๔	๒๘	๓๐	๒ X ๖ G – ๔	๒๐	๓๒	๕๐
๔.๐	๕.๐	๓๐	๓๔	๓๗	๒ X ๑๐ G – ๔	๒๐	๔๐	๖๓
๔.๔	๖.๐	๓๕	๔๐	๔๔	๒ X ๑๐ G – ๔	๒๐	๔๐	๗๐
๕.๕	๗.๕	๔๒	๔๘	๕๒	๒ X ๑๖ G – ๖	๒๕	๔๐	๗๐
๖.๐	๘.๐	๔๔	๕๑	๕๕	๒ X ๑๖ G – ๖	๒๕	๔๐	๙๐
๗.๐	๙.๐	๔๙	๕๖	๖๑	๒ X ๑๖ G – ๖	๒๕	๔๐	๙๐
๗.๕	๑๐.๐	๕๔	๖๒	๖๗	๒ X ๒๕ G – ๖	๓๒	๔๐	๙๐

ตารางที่ ๓.๕ ขนาดสาย และ บริภัณฑ์ป้องกันสำหรับมอเตอร์ ๓ เฟส, ๔๐๐ V

พิกัด		กระแสพิกัด			ขนาดของสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	๑.๑๕ I_n (A)	๑.๒๕ I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ IEC ๐๑	ขนาดท่อ NYY	CB (AT)
๐.๓๗	๐.๕	๑.๐	๑.๑	๑.๒	๓ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๑๖
๐.๕๕	๐.๗๕	๑.๕	๑.๗	๑.๙	๓ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๑๖
๐.๗๕	๑.๐	๑.๙	๒.๒	๒.๔	๓ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๑๖
๑.๑	๑.๕	๒.๕	๒.๙	๓.๑	๓ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๑๖
๑.๕	๒.๐	๓.๔	๓.๙	๔.๒	๓ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๑๕
๒.๒	๓.๐	๔.๘	๕.๕	๖.๐	๓ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๑๖
๓.๗	๕.๐	๗.๔	๘.๕	๙.๒	๓ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๒๐
๕.๕	๗.๕	๑๑	๑๓	๑๔	๓ X ๒.๕ G – ๒.๕	๑๕	๓๒	๒๐
๗.๕	๑๐	๑๕	๑๗	๑๙	๓ X ๔ G – ๒.๕	๑๕	๔๐	๓๒
๑๑	๑๕	๒๑	๒๔	๒๖	๓ X ๖ G – ๔	๒๐	๔๐	๕๐
๑๕	๒๐	๒๘	๓๒	๓๕	๓ X ๑๐ G – ๔	๒๕	๔๐	๖๓
๑๘.๕	๒๕	๓๕	๔๐	๔๔	๓ X ๑๐ G – ๔	๒๕	๔๐	๘๐
๒๒	๓๐	๔๒	๔๘	๕๒	๓ X ๑๖ G – ๖	๒๕	๕๐	๘๐
๓๐	๔๐	๕๗	๖๕	๗๑	๓ X ๒๕ G – ๖	๓๒	๕๐	๙๐
๓๗	๕๐	๖๙	๗๙	๘๖	๓ X ๓๕ G – ๑๐	๔๐	๖๕	๑๑๐
๔๕	๖๐	๘๑	๙๓	๑๐๑	๓ X ๕๐ G – ๑๐	๕๐	๖๕	๑๒๕

ตารางที่ ๓.๕ ขนาดสาย และ บริภัณฑ์ป้องกันสำหรับมอเตอร์ ๓ เฟส, ๔๐๐ V (ต่อ)

พิกัด		กระแสพิกัด			ขนาดของสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	๑.๑๕ I_n (A)	๑.๒๕ I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ IEC ๐๑	ขนาดท่อ NYY	CB (AT)
๕๕	๗๕	๑๐๐	๑๑๕	๑๒๕	๓ x ๗๐ G – ๑๐	๕๐	๖๕	๑๖๐
๗๕	๑๐๐	๑๓๑	๑๕๑	๑๖๔	๓ x ๙๕ G – ๑๖	๖๕	๘๐	๒๒๕
๙๐	๑๒๕	๑๖๒	๑๘๖	๒๐๒	๓ x ๑๒๐ G – ๑๖	๖๕	๘๐	๒๕๐
๑๑๐	๑๕๐	๑๙๕	๒๒๔	๒๔๔	๓ x ๑๘๕ G – ๒๕	๘๐	๙๐	๓๒๐
๑๓๒	๑๗๕	๒๓๓	๑๖๘	๒๙๑	๓ x ๒๔๐ G – ๒๕	๙๐	๑๐๐	๔๐๐
๑๖๐	๒๒๐	๒๘๕	๓๒๘	๓๕๖	๒ (๓ x ๙๕ G – ๒๕)	๒ x ๖๕	๒ x ๘๐	๔๐๐
๒๐๐	๒๗๐	๓๕๒	๔๐๕	๔๔๐	๒ (๓x๑๕๐ G – ๕๐)	๒ x ๘๐	๒ x ๙๐	๖๓๐

ตารางที่ ๓.๖ ขนาดสาย และ บริภัณฑ์ป้องกันสำหรับมอเตอร์ ๓ เฟส, ๔๐๐ V แบบ สตาร์-เดลตา

พิกัดมอเตอร์		กระแสพิกัด			ขนาดของสายไฟฟ้าในท่อโลหะ			บริภัณฑ์ป้องกัน
kW	Hp	I_n (A)	๑.๑๕ I_n (A)	๐.๙๑ I_n (A)	ขนาดสาย (mm^2)	ขนาดท่อ (mm) IEC ๐๑	ขนาดท่อ (mm) NYY	CB (AT)
๗.๕	๑๐	๑๕	๑๗	๑๙	๖ x ๒.๕ G – ๔	๒๐	๔๐	๓๒
๑๑	๑๕	๒๑	๒๔	๒๖	๖ x ๔ G – ๖	๒๐	๕๐	๕๐
๑๕	๒๐	๒๘	๓๒	๓๕	๖ x ๖ G – ๖	๒๕	๕๐	๖๓
๑๘.๕	๒๕	๓๕	๔๐	๔๔	๖ x ๑๐ G – ๑๐	๓๒	๖๕	๘๐
๒๒	๓๐	๔๒	๔๘	๕๒	๖ x ๑๐ G – ๑๐	๓๒	๖๕	๘๐
๓๐	๔๐	๕๗	๖๕	๗๑	๖ x ๑๖ G – ๑๐	๔๐	๖๕	๙๐
๓๗	๕๐	๖๙	๗๙	๘๖	๖ x ๒๕ G – ๑๖	๕๐	๖๕	๑๑๐
๔๕	๖๐	๘๑	๙๓	๑๐๑	๖ x ๒๕ G – ๑๖	๕๐	๖๕	๑๒๕
๕๕	๗๕	๑๐๐	๑๑๕	๙๑	๖ x ๓๕ G – ๑๖	๕๐	๘๐	๑๖๐
๗๕	๑๐๐	๑๓๑	๑๕๑	๑๑๙	๖ x ๗๐ G – ๒๕	๖๕	๘๐	๒๒๕
๙๐	๑๒๕	๑๖๒	๑๘๖	๑๔๗	๖ x ๗๐ G – ๒๕	๖๕	๘๐	๒๕๐
๑๑๐	๑๕๐	๑๙๕	๒๒๔	๑๗๗	๖ x ๙๕ G – ๒๕	๘๐	๙๐	๓๒๐
๑๓๒	๑๗๕	๒๓๓	๒๖๘	๒๑๒	๖ x ๑๕๐ G – ๒๕	๙๐	๑๒๕	๔๐๐
๑๖๐	๒๒๐	๒๘๕	๓๒๘	๒๕๙	๖ x ๒๔๐ G – ๒๕	๑๒๕	๑๒๕	๔๐๐
๒๐๐	๒๗๐	๓๕๒	๔๐๕	๓๒๐	๖ x ๓๐๐ G – ๕๐	๑๒๕	๑๕๐	๖๓๐

๓.๑๒ วงจรสายป้อนมอเตอร์

การออกแบบวงจรลายป้อน ที่จ่ายไฟให้กับมอเตอร์หลายตัว หรือ มอเตอร์รวมกับโหลดชนิดอื่น เช่น ไฟฟ้าแสงสว่างโหลดเต้ารับ จะต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

๑. ขนาดสายป้อน

๒. การป้องกันสายป้อน

๓. แรงดันตก

๓.๑๒.๑ ขนาดพิกัดสายป้อน และ การป้องกันสายป้อน

การหาขนาดสายป้อน และ ขนาดบริภัณฑ์ป้องกันสายป้อนของวงจรมอเตอร์ อาจแบ่งเป็น ๒ กรณี คือ มอเตอร์หลายตัวและมอเตอร์รวมกับโหลดอื่น

<u>กรณีมอเตอร์หลายตัว</u>

พิกัดกระแสสายป้อน $\geq$ ๑.๒๕ พิกัดกระแสมอเตอร์ตัวโตที่สุด + ผลรวมพิกัดกระแสมอเตอร์ที่เหลือ

$$I_F \geq ๑.๒๕ \bullet I_{n,max} + \sum I_R$$

ขนาดบริภัณฑ์ป้องกัน $\leq$ พิกัดบริภัณฑ์ป้องกันตัวโตที่สุด + ผลรวมพิกัดกระแสมอเตอร์ที่เหลือ

$$CB_f \leq CB_{MAX} + \sum I_R$$

<u>กรณีมอเตอร์โหลดอื่น ๆ</u>

- โหลดอื่นเป็นชนิดต่อเนื่อง

พิกัดกระแสสายป้อน $\geq$ ๑.๒๕ พิกัดกระแสมอเตอร์ตัวโตที่สุด + ผลรวมพิกัดกระแสมอเตอร์ที่เหลือ + ๑.๒๕ พิกัดกระแสโหลดต่อเนื่อง

$$I_F \geq ๑.๒๕ \bullet I_{n,max} + \sum I_R + ๑.๒๕ I_{L๑}$$

ขนาดบริภัณฑ์ป้องกัน $\leq$ พิกัดบริภัณฑ์ป้องกันตัวโตที่สุด + ผลรวมพิกัดกระแสมอเตอร์ที่เหลือ + ๑.๒๕ พิกัดกระแสโหลดต่อเนื่อง

$$CB_f \leq CB_{MAX} + \sum I_R + ๑.๒๕ I_{L๑}$$

- โหลดอื่นเป็นชนิดไม่ต่อเนื่อง

พิกัดกระแสสายป้อน $\geq$ พิกัดกระแสมอเตอร์ตัวโตที่สุด + ผลรวมพิกัดกระแสมอเตอร์ที่เหลือ + พิกัดกระแสโหลดไม่ต่อเนื่อง

$$I_F \geq ๑.๒๕ \bullet I_{n,max} + \sum I_R + I_{L๒}$$

ขนาดบริภัณฑ์ป้องกัน $\leq$ พิกัดบริภัณฑ์ป้องกันตัวโตที่สุด + ผลรวมพิกัดกระแสมอเตอร์ที่เหลือ + พิกัดกระแสโหลดไม่ต่อเนื่อง

$$CB_f \leq CB_{MAX} + \sum I_R + I_{L๒}$$

โดยที่ I_F = พิกัดกระแสสายป้อน (A)

$I_{n,max}$ = พิกัดกระแสมอเตอร์ตัวโตที่สุด (A)

$\sum I_R$ = ผลรวมพิกัดกระแสโหลดมอเตอร์ที่เหลือ (A)

$I_{L๑}$ = พิกัดกระแสโหลดต่อเนื่อง (A)

$I_{L๒}$ = พิกัดกระแสโหลดไม่ต่อเนื่อง (A)

CB_F = ขนาดเครื่องป้องกันสายป้อน (A)

CB_{MAX} = ขนดเครื่องป้องกันมอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุด (A)

๓.๑๒.๒ สายนิวทรัลและสายดิน

มอเตอร์หลายตัวส่วนมากจะรับไฟฟ้าจาก Motor Control Center (MCC) ดังนั้นที่ MCC จะมีคอนแทกเตอร์ติดตั้งอยู่มากมาย แรงดันของวงจรควบคุมของคอนแทกเตอร์เหล่านี้ จะเป็น ๒๒๐-๒๓๐ V ดังนั้นสายป้อนที่จ่ายไฟให้ MCC จึงต้องมีสายนิวทรัลด้วย ขนาดสายนิวทรัลที่ต้องการนั้นจะขนาดเล็ก เนื่องจากกระแสที่ใช้มีค่าน้อยมาก แต่ต้องไม่เล็กกว่าสายดิน โดยทั่วไปจะใช้สายนิวทรัลเท่ากับประมาณ ๕๐% ของสายเฟส

สำหรับสายดินนั้นให้ใช้ตามตารางสายดินของเครื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้า ซึ่งคิดตามขนาดพิกัดของ เซอร์กิตเบรกเกอร์ของสายป้อน

๓.๑๒.๓ แรงดันตก

ในการหาขนาดของสายป้อน นอกจากจะคำนึงถึงพิกัดนำกระแสแล้ว ยังจะต้องคำนึงถึงแรงดันตกด้วย โดยที่แรงดันตกที่ยอมรับได้นั้นจะมีค่าต่างกันไป เนื่องจากสภาพการใช้งานและการจัดเรียงโหลดมอเตอร์

สำหรับแรงดันตกที่ยอมรับได้นั้น จะต้องมีค่าไม่เกิน ๕ % โดยจากแหล่งจ่ายไฟไปถึงศูนย์กลางการควบคุมมอเตอร์ (Motor Control Center) จะมีแรงดันตกได้ไม่เกิน ๓% ส่วนจากศูนย์กลางการควบคุมมอเตอร์ไปจนถึงตัวมอเตอร์ จะมีแรงดันตกไม่เกิน ๒%

<u>ตัวอย่างที่ ๗</u> Motor Control Center (MCC) จ่ายไฟให้มอเตอร์ดังนี้

มอเตอร์ ๒.๒	kW ๔๐๐ V	จำนวน ๕ ตัว	START แบบ DOL
มอเตอร์ ๕.๕	kW ๔๐๐ V	จำนวน ๔ ตัว	START แบบ DOL
มอเตอร์ ๗.๒	kW ๔๐๐ V	จำนวน ๑ ตัว	START แบบ DOL

จงหาขนาดสายวงจรย่อย , สายป้อนและขนาดบริภัณฑ์ป้องกันการลัดวงจร

โดยใช้สาย IEC ๐๑ เดินในท่อโลหะในอากาศ

<u>วิธีทำ</u>

จากตารางพิกัดกระแสมอเตอร์จะได้พิกัดกระแสมอเตอร์ ดังนี้

มอเตอร์ ๒.๒	kW ๔๐๐ V	พิกัดกระแส ๖.๓ A
มอเตอร์ ๕.๕	kW ๔๐๐ V	พิกัดกระแส ๑๑ A
มอเตอร์ ๗.๒	kW ๔๐๐ V	พิกัดกระแส ๑๕ A

ด้วยหลักการเช่นเดียวกับตัวอย่างตอนต้นจะสามารถหาขนาดวงจรย่อย และขนาดบริภัณฑ์ป้องกันการลัดวงจรได้ ดังนี้

มอเตอร์ ๒.๒ kW ๔๐๐ V

สายวงจรย่อย ขนาดสาย IEC ๐๑ กลุ่มที่ ๒ ๓ x ๒.๕ mm^2

G – ๒.๕ mm^2

ขนาดท่อ IMC Ø ๑๕ mm

บริภัณฑ์ป้องกัน CB ๑๖ AT

มอเตอร์ ๕.๕ kW ๔๐๐ V

สายวงจรย่อย ขนาดสาย IEC ๐๑ กลุ่มที่ ๒ ๓ x ๒.๕ mm^2

G – ๒.๕ mm^2

ขนาดท่อ IMC Ø ๑๕ mm

บริภัณฑ์ป้องกัน CB ๒๐ AT

มอเตอร์ ๗.๕ kW ๔๐๐ V

สายวงจรย่อย ขนาดสาย IEC ๐๑ กลุ่มที่ ๒ ๓ x ๔ mm^2

G – ๒.๕ mm^2

ขนาดท่อ IMC Ø ๒๐ mm

บริภัณฑ์ป้องกัน CB ๓๒ AT

ขนาดสายป้อน $I_F \geq 1.25 \cdot I_{n,max} + \sum I_R$

$\geq$ ๑.๒๕ x ๑๕ + (๔ x ๑๑ + ๕ x ๖.๓)

$\geq$ ๙๔ A.

∴ ใช้สายขนาด ๓ x ๓๕ mm^2 (๙๖ A)

๑ x ๒๕ mm^2

ขนาดสายป้อน $CB_F \leq CB_{MAX} + \sum I_R$

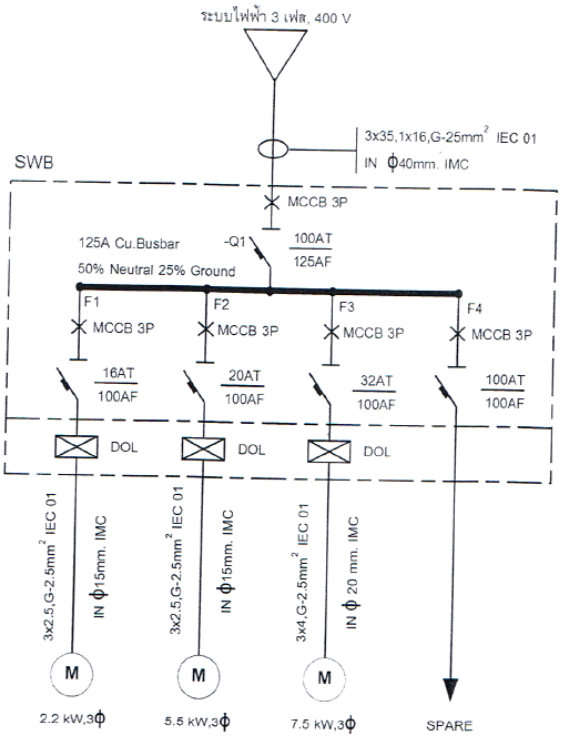
$\leq$ ๓๒ + (๔ x ๑๑ + ๕ x ๖.๓)

$\leq$ ๑๐๗ A.

∴ ใช้บริภัณฑ์ป้องกัน CB ๑๐๐ AT

จากตารางสายดิน ใช้สายดินขนาด G – ๑๐๐ mm^2

ขนาดท่อ IMC Ø ๔๐ mm



<u>ตัวอย่างที่ ๘</u> Motor Control Center (MCC) จ่ายไฟให้มอเตอร์ดังนี้

มอเตอร์ ๓.๗ kW ๔๐๐ V จำนวน ๕ ตัว START แบบ DOL

มอเตอร์ ๑๑ kW ๔๐๐ V จำนวน ๓ ตัว START แบบ STAR - DELTA

มอเตอร์ ๒๒ kW ๔๐๐ V จำนวน ๑ ตัว START แบบ STAR - DELTA

จงหาขนาดสายวงจรย่อย , สายป้อนและขนาดบริภัณฑ์ป้องกันการลัดวงจร
โดยใช้สายตารางที่ ๔ เดินในท่อโลหะในอากาศ

<u>วิธีทำ</u>

จากตารางพิกัดกระแสมอเตอร์จะได้พิกัดกระแสมอเตอร์ ดังนี้

มอเตอร์ ๓.๗ kW ๔๐๐ V พิกัดกระแส ๗.๔ A
มอเตอร์ ๑๑ kW ๔๐๐ V พิกัดกระแส ๒๑ A
มอเตอร์ ๒๒ kW ๔๐๐ V พิกัดกระแส ๔๒ A

ด้วยหลักการเช่นเดียวกับตัวอย่างตอนต้นจะสามารถหาขนาดวงจรย่อย และขนาดบริภัณฑ์ป้องกันการลัดวงจรได้ ดังนี้

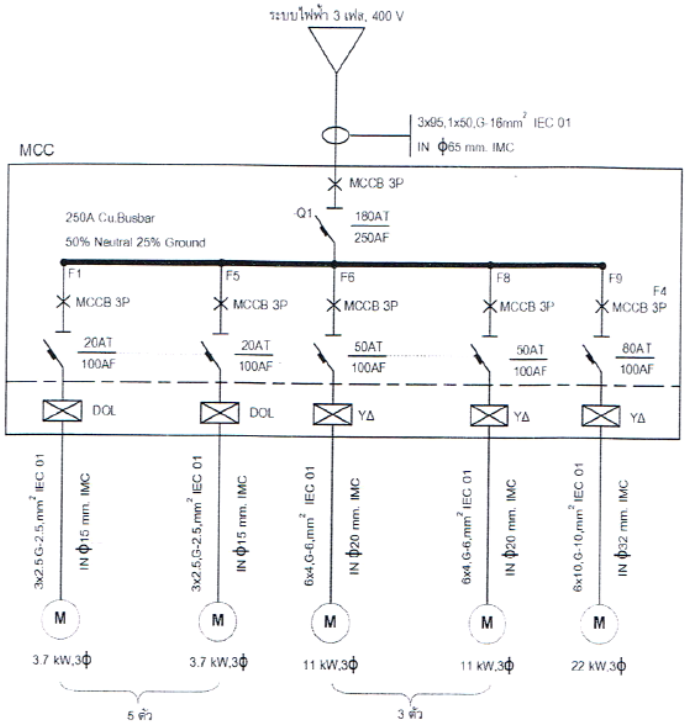
มอเตอร์ ๓.๗ kW ๔๐๐ V
สายวงจรย่อย ขนาดสาย IEC ๐๑ กลุ่มที่ ๒ ๓ x ๒.๕ mm^2
G – ๒.๕ mm^2
ขนาดท่อ IMC Ø ๑๕ mm
บริภัณฑ์ป้องกัน CB ๒๐ AT

มอเตอร์ ๑๑ kW ๔๐๐ V START แบบ STAR - DELTA
สายวงจรย่อย ขนาดสาย IEC ๐๑ กลุ่มที่ ๒ ๖ x ๔ mm^2
G – ๖ mm^2
ขนาดท่อ IMC Ø ๒๐ mm
บริภัณฑ์ป้องกัน CB ๕๐ AT

มอเตอร์ ๒๒ kW ๔๐๐ V START แบบ STAR - DELTA
สายวงจรย่อย ขนาดสาย IEC ๐๑ กลุ่มที่ ๒ ๖ x ๑๐ mm^2
G – ๑๐ mm^2
ขนาดท่อ IMC Ø ๓๒ mm (๑ ๑/๔")
บริภัณฑ์ป้องกัน CB ๘๐ AT

ขนาดสายป้อน $I_F \geq$ ๑.๒๕ • $I_{n,max} + \sum I_R$
$\geq$ ๑.๒๕ x ๔๒ + (๓ x ๒๑ + ๕ x ๗.๔)
$\geq$ ๑๕๓ A.
∴ ใช้สายขนาด ๓ x ๙๕ mm^2 (๑๘๐ A)
๑ x ๕๐ mm^2

ขนาดบริภัณฑ์ป้องกัน $CB_F \leq CB_{MAX} + \sum I_R$
$\leq$ ๘๐ + (๓ x ๒๑ + ๕ x ๗.๔)
$\leq$ ๑๘๐ A.
∴ ใช้บริภัณฑ์ป้องกัน CB ๑๘๐ AT
จากตารางสายดิน ใช้สายดินขนาด G – ๑๖ mm^2
ขนาดท่อ IMC Ø ๖๕ mm



ตัวอย่างที่ ๙ แผงสวิตซ์บอร์ด จ่ายไฟให้โหลดดังนี้

มอเตอร์ ๓.๗	kW ๔๐๐ V	๑ ตัว	START แบบ DOL
มอเตอร์ ๑๑	kW ๔๐๐ V	๑ ตัว	START แบบ YΔ
มอเตอร์ ๒๒	kW ๔๐๐ V	๑ ตัว	START แบบ YΔ

จงหาขนาดสายวงจรย่อย , สายป้อนและขนาดบริภัณฑ์ป้องกันการลัดวงจร
โดยใช้สาย IEC ๐๑ เดินในท่อโลหะในอากาศ

วิธีทำ

จากตัวอย่างที่แล้ว จะได้ขนาดวงจรย่อย และบริภัณฑ์ป้องกัน ดังนี้
โหลดมอเตอร์

มอเตอร์ ๓.๗ kW ๔๐๐ V

บริภัณฑ์ป้องกัน	CB ๒๐ AT
สายวงจรย่อย ขนาดสาย IEC ๐๑ กลุ่มที่ ๒ ๓	x ๒.๕ mm^2
	G – ๒.๕ mm^2
ขนาดท่อ IMC	Ø ๑๕ mm

มอเตอร์ ๑๑ kW ๔๐๐ V

บริภัณฑ์ป้องกัน	CB ๕๐ AT
สายวงจรย่อย ขนาดสาย IEC ๐๑ กลุ่มที่ ๒ ๖	x ๒.๕ mm^2
	G – ๖ mm^2
ขนาดท่อ IMC	Ø ๒๐ mm

มอเตอร์ ๒๒ kW ๔๐๐ V

บริภัณฑ์ป้องกัน CB ๘๐ AT

สายวงจรย่อย ขนาดสาย IEC ๐๑ กลุ่มที่ ๒ ๖ x ๑๐ mm^2

G – ๑๐ mm^2

ขนาดท่อ IMC Ø ๓๒ mm

โหลดแผงย่อย ๖๐ kVA, ๔๐๐ V, ๓ เฟส ๔ สาย

I_L = ๑.๒๕ x ๖๐ x ๑.๔๔ = ๑๐๘ A

∴ บริภัณฑ์ป้องกัน CB ๑๑๐ AT

สายป้อน ขนาดสาย IEC ๐๑ กลุ่มที่ ๒ ๔ x ๕๐ mm^2

G – ๑๖ mm^2

ขนาดท่อ IMC Ø ๕๐ mm

<u>สายป้อนรวม</u>

= สายป้อนมอเตอร์ + สายป้อนแผงจ่ายไฟ

= (๑.๒๕ x ๔๒ + ๒๑ + ๗.๔) + (๑.๒๕ x ๑.๔๔ x ๖๐)

= ๘๐.๙ + ๑๐๘

= ๑๘๙ A

∴ พิกัดกระแสสายนิวทรัลคิดเฉพาะโหลดเฟสเดียว ซึ่งในที่นี้คือโหลดของแผงจ่ายไฟ

พิกัดกระแสสายนิวทรัล ๑๐๘ A

CB_F = (๘๐ + ๒๑ + ๗.๔) + (๑.๒๕ x ๑.๔๔ x ๖๐)

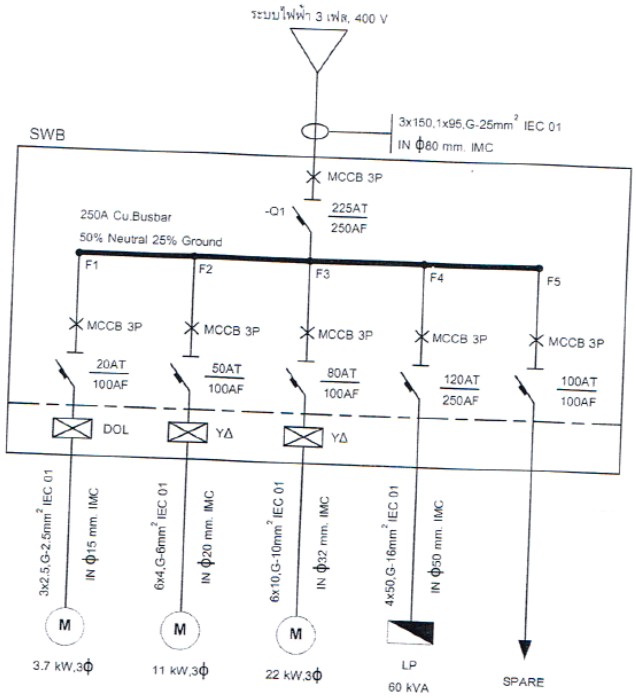
= ๒๑๖ A

สายป้อน ๓ x ๑๕๐ mm^2

๑ x ๙๕ mm^2

G – ๒๕ mm^2

ขนาดท่อ IMC Ø ๘๐ mm



๓.๑๓ หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

๓.๑๓.๑ ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า

๑) หม้อแปลงชนิดแห้ง (Dry Type Transformer) นิยมใช้ติดตั้งภายในอาคารเนื่องจากให้ความปลอดภัยสูงในด้านเกิดเพลิงไหม้ มีทั้งชนิดที่เป็นเรซินแห้ง (Cast-resin) และฉนวนอากาศ (Air-Cooled)



รูปที่ ๓.๑๓ แสดงการหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดแห้ง

๒) หม้อแปลงชนิดฉนวนของเหลวติดไฟได้ (Flammable Liquid-Insulated Transformer) ฉนวนที่ใช้กันโดยทั่วไปคือน้ำมัน ข้อดีคือราคาถูก บำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก ข้อเสียคือติดไฟได้และรั่วไหลได้ แบ่งออกเป็นแบบมีถังพักน้ำมัน (Conservator) และแบบปิดผนึก (Sealed Tank) เป็นชนิดที่นิยมใช้กันมาก



รูปที่ ๓.๑๔ แสดงการหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดฉนวนของเหลวติดไฟได้

๓) หม้อแปลงชนิดฉนวนของเหลวติดไฟยาก (Less-Flammable Liquid-Insulated Transformer) ฉนวนของเหลวที่บรรจุอยู่ภายในมีจุดติดไฟที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า ๓๐๐ °C ปัจจุบันมีใช้ไม่มากนัก

๔) หม้อแปลงชนิดฉนวนของเหลวไม่ติดไฟ (Non-Flammable Liquid-Insulated Transformer) ปัจจุบันมีใช้งานน้อยและราคาแพง ในการนำฉนวนของเหลวมาใช้ต้องระวังเรื่องการเป็นพิษต่อบุคลด้วย ปัจจุบันมีใช้งานน้อย และมีราคาแพง

๓.๑๓.๒ การเลือกขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า

ใช้สูตรดังนี้ ขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของโหลดรวมทั้งหมดและเป็นไปตามข้อกำหนดของหม้อแปลงแต่ละชนิด

<u>ตัวอย่างที่ ๑๐</u> แผงสวิตซ์บอร์ด จ่ายไฟให้โหลดดังนี้

มอเตอร์ ๓.๗	kW ๔๐๐ V ตัวประกอบกำลังเป็น ๐.๘	๑	ตัว
มอเตอร์ ๑๑	๐ kW ๔๐๐ V ตัวประกอบกำลังเป็น ๐.๘	๑	ตัว
มอเตอร์	๑๓๒ kW ๔๐๐ V ตัวประกอบกำลังเป็น ๐.๘	๑	ตัว

จงหาขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า

<u>วิธีทำ</u>

โหลดรวมของมอเตอร์ทั้งหมดเป็น = ๓.๗ + ๑๑๐ + ๑๓๒

= ๒๔๕.๗ กิโลวัตต์

= ๒๔๕.๗/๐.๘ = ๓๐๗.๑๒๕ กิโลโวลต์แอมแปร์

ขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของโหลดรวมทั้งหมด

แทนค่าได้เท่ากับ = ๑.๒๕ x ๓๐๗.๑๒๕ กิโลโวลต์แอมแปร์

= ๓๘๓.๙ กิโลโวลต์แอมแปร์

จะได้ขนาดโหลดรวมทั้งหมด เท่ากับ ๓๘๓.๙ กิโลโวลต์แอมแปร์ นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับพิกัดขนาดมาตรฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า ตามตาราง จะได้ขนาดหม้อแปลงเป็น ๔๐๐ กิโลโวลต์แอมแปร์

ถ้าโหลดรวมทั้งหมดเกิน ๑,๐๐๐ กิโลโวลต์แอมแปร์ และหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดใหญ่สุดไม่ควรเกิน ๒,๐๐๐ กิโลโวลต์แอมแปร์

<u>หมายเหตุ</u> การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พิกัดแรงดันต้องเป็น ๓๓,๐๐๐-๔๐๐Y/๒๓๐ โวลต์

ขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ผลิตตามมาตรฐาน IEC

ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า (กิโลโวลต์แอมแปร์)	% อิมพิแดนซ์ ที่ ๗๕ ‘ C ใช้แรงดัน ๑๒-๒๔ / ๒๔๐-๔๑๖ โวลต์	
	หม้อแปลง ๑ เฟส	หม้อแปลง ๓ เฟส
๑๐	๒๐	๔
๒๐	๒๐	๔
๓๐	๒๐	๔
๕๐	๒๒	๔
๗๕	๒๒	๔
๑๐๐		๔
๒๕๐		๔
๓๑๕		๔
๔๐๐		๔
๕๐๐		๔
๖๓๐		๔
๘๐๐		๖
๑๐๐๐		๖
๑๒๕๐		๖
๑๖๐๐		๖
๒๐๐๐		๖
๔๐๐๐		๗
๕๐๐๐		๗

บทที่ ๔
การเลือกเครื่องสูบน้ำและหม้อแปลงไฟฟ้าให้เหมาะสมกับพื้นที่ชลประทาน

เพื่อให้ง่าย สะดวกต่อการวางโครงการ การออกแบบโครงการ การคิดราคางาน สามารถที่จะพิจารณาเบื้องต้นได้ถูกต้อง ทางคณะผู้จัดทำได้จัดทำตารางโดยนำเอาความสัมพันธ์ พื้นที่ชลประทาน ชนิดเครื่องสูบน้ำ ค่ากำลังของมอร์เตอร์ ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า โดยสามารถทราบได้ทันที่ เช่น พื้นที่ชลประทาน ๕๐๐ ไร่ อัตราการสูบน้ำ ๐.๑ ลบ.ม./วินาที Head ๒๐ ม.จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ๑๘.๕ KW หม้อแปลงไฟฟ้า ๓๐ KVA โดยข้อมูลนี้จะสามารถประเมินโครงการเบื้องต้นได้ สามารถคำนวณค่าไฟฟ้าต่อเดือน แจ้งทางการไฟฟ้าเพื่อการขยายเขตไฟ เป็นทางเลือกในการกำหนดจำนวนเครื่องสูบน้ำ โดยพิจารณาเรื่องความสิ้นเปลืองหรือเป็นข้อมูลในการประชุมชี้แจงชาวบ้านต่อไป

ตารางความสัมพันธ์ ระหว่าง พื้นที่ชลประทาน ขนาดมอเตอร์ ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า

พื้นที่ชลประทาน (ไร่)	อัตราการสูบ ลบ.ม./วินาที	อัตราการสูบ ลบ.ม./นาที	Head loss m.	ขนาด Motor			ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA)
				คำนวณ Kw.	ผู้ผลิต Kw	แรงม้า	
250	0.05	3	10	7	7.5	9	30
			20	13	18.5	17	30
			30	20	30	27	50
			40	26	37	35	100
			50	33	45	44	100
			60	40	55	54	100
			70	46	75	62	160
			80	53	75	71	160
			90	60	90	80	160
			100	66	90	88	160
500	0.10	6	10	13	18.5	17	30
			20	26	37	35	100
			30	40	55	54	100
			40	53	75	71	160
			50	66	90	88	160
			60	79	110	106	250
			70	93	132	125	250
			80	106	160	142	250

พื้นที่ชลประทาน (ไร่)	อัตราการสูบ ลบ.ม./วินาที	อัตราการสูบ ลบ.ม./นาที	Head loss m.	ขนาด Motor			ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA)
				คำนวณ Kw.	ผู้ผลิต Kw	แรงม้า	
			90	119	160	160	250
			100	132	185	177	315
750	0.15	9	10	20	30	27	50
			20	40	55	54	100
			30	60	90	80	160
			40	79	110	106	250
			50	99	160	133	250
			60	119	160	160	250
			70	139	200	186	315
			80	159	250	213	400
			90	179	250	240	400
			100	198	200	265	315
1000	0.20	12	10	26	37	35	100
			20	53	75	71	160
			30	79	110	106	250
			40	106	132	142	250
			50	132	185	177	315
			60	159	220	213	400
			70	185	250	248	400
			80	212	220	284	400
			90	238	250	319	400
			100	265	260	355	500
1250	0.25	15	10	33	37	44	100
			20	66	75	88	160
			30	99	110	133	250
			40	132	132	177	250
			50	165	185	221	315
			60	198	200	265	315

พื้นที่ชลประทาน (ไร่)	อัตราการสูบ ลบ.ม./วินาที	อัตราการสูบ ลบ.ม./นาที	Head loss m.	ขนาด Motor			ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA)
				คำนวณ Kw.	ผู้ผลิต Kw	แรงม้า	
			70	232	250	311	400
			80	265	315	355	500
			90	298	315	399	500
			100	331	350	444	630
1500	0.30	18	10	40	55	54	100
			20	79	90	106	160
			30	119	132	160	250
			40	159	160	213	250
			50	198	200	265	315
			60	238	250	319	400
			70	278	280	373	500
			80	318	315	426	500
			90	357	355	479	630
			100	397	400	532	630
1750	0.35	21	10	46	50	62	100
			20	93	110	125	250
			30	139	150	186	250
			40	185	185	248	315
			50	232	250	311	400
			60	278	280	373	500
			70	324	350	434	630
			80	370	400	496	630
			90	417	450	559	800
			100	463	500	621	800
2000	0.40	24	10	53	75	71	160
			20	93	132	125	250
			30	139	160	186	250
			40	185	250	248	400

พื้นที่ชลประทาน (ไร่)	อัตราการสูบ ลบ.ม./วินาที	อัตราการสูบ ลบ.ม./นาที	Head loss m.	ขนาด Motor			ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA)
				คำนวณ Kw.	ผู้ผลิต Kw	แรงม้า	
			50	232	250	311	400
			60	278	280	373	500
			70	324	350	434	630
			80	370	400	496	630
			90	417	450	559	800
			100	463	500	621	800
2250	0.45	27	10	60	75	80	160
			20	119	132	160	250
			30	179	200	240	315
			40	238	250	319	400
			50	298	315	399	500
			60	357	400	479	630
			70	417	450	559	800
			80	476	500	638	800
			90	536	560	718	1000
			100	595	630	798	1000
2500	0.50	30	10	66	75	88	160
			20	132	132	177	250
			30	198	200	265	315
			40	265	315	355	500
			50	331	355	444	630
			60	397	400	532	630
			70	463	500	621	800
			80	529	560	709	1000
			90	595	630	798	1000
			100	662	710	887	1250
2750	0.55	33	10	73	75	98	160
			20	146	160	196	250

พื้นที่ชลประทาน (ไร่)	อัตราการสูบ ลบ.ม./วินาที	อัตราการสูบ ลบ.ม./นาที	Head loss m.	ขนาด Motor			ขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า (kVA)
				คำนวณ Kw.	ผู้ผลิต Kw	แรงม้า	
			30	218	220	292	400
			40	291	315	390	500
			50	364	400	488	630
			60	437	450	586	800
			70	509	560	682	1000
			80	582	630	780	1000
			90	655	710	878	1250
			100	728	-	976	-
3000	0.60	36	10	79	90	106	160
			20	159	160	213	250
			30	238	250	319	400
			40	318	355	426	630
			50	397	400	532	630
			60	476	500	638	800
			70	556	560	745	1000
			80	635	710	851	1250
			90	715	-	958	-
			100	794	-	1064	-

บทที่ ๕
ขั้นตอนการออกแบบสถานีสูบน้ำพร้อมท่อส่งน้ำ

การออกแบบหัวงาน

1. พิจารณาที่ตั้งโรงสูบและแนวท่อส่งน้ำจากผลสำรวจและแผนที่ 1 : 50,000

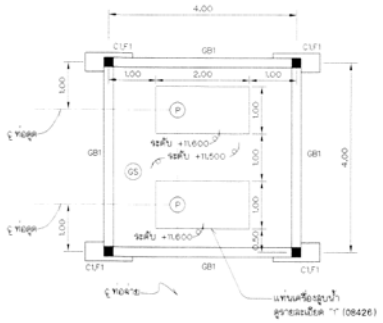
2. เลือกแบบอาคารที่ตั้งโรงสูบ พิจารณาจาก

- สภาพภูมิประเทศ
- ความชันของตลิ่ง
- ระดับน้ำต่ำสุด
- ระดับน้ำสูงสุด

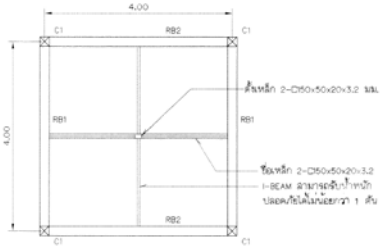
3. รูปแบบของอาคาร

(1) กรณีร.น.ต. ต่ำกว่าระดับดินเดิมน้อยกว่า 4.00 ม. มฐ 08424

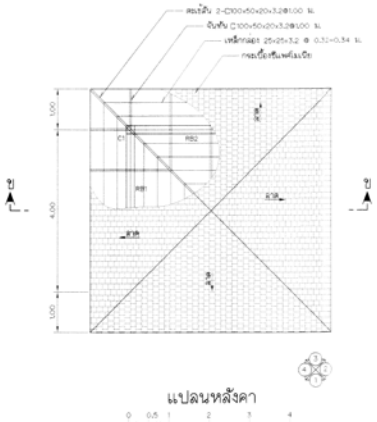
- เลือกใช้เมื่อตลิ่งไม่ชันมาก
- ระดับน้ำต่ำสุดไม่เกิน 4.00 ม. จากพื้นโรงสูบ



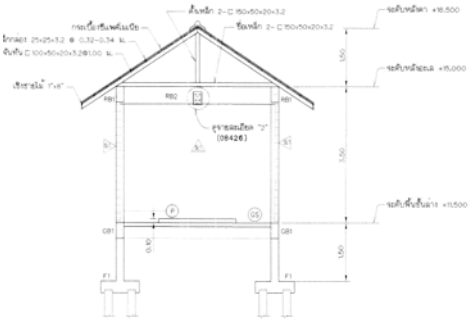
แปลนพื้น,คานและฐานราก



แปลนคานอะเส



แปลนหลังคา



รูปตัด ข-ข

ตัวอย่างแบบ

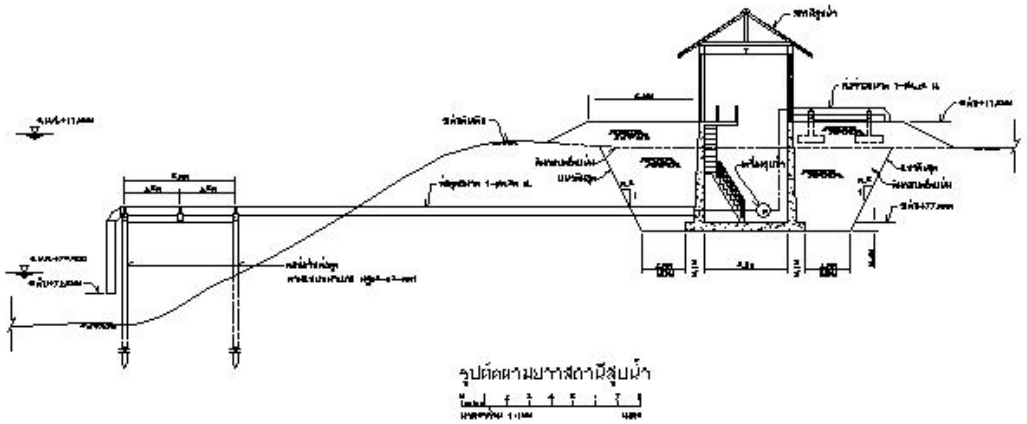
1. 1106-1108 โครงการสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า พร้อมระบบส่งน้ำบ้านบาเจาะ ต.บาเจาะ อ.บันนังสตา จ.ยะลา

2. โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำบางนรางานสถานีสูบน้ำขนาดเล็กตอนบางน้อย (แห่งที่ 1) และ (แห่งที่ 2) ต.เจ๊ะเห อ.ตากใบ จ.นราธิวาส หมายเลข 1729-1734

(2) กรณี รนต. ต่ำกว่าระดับดินเดิม มากกว่า 4.00 ม.

-เลือกใช้เมื่อตลิ่งชันมาก

-ระดับ รนต. เกิน 4.00 ม.จากพื้นอาคารโรงรูป

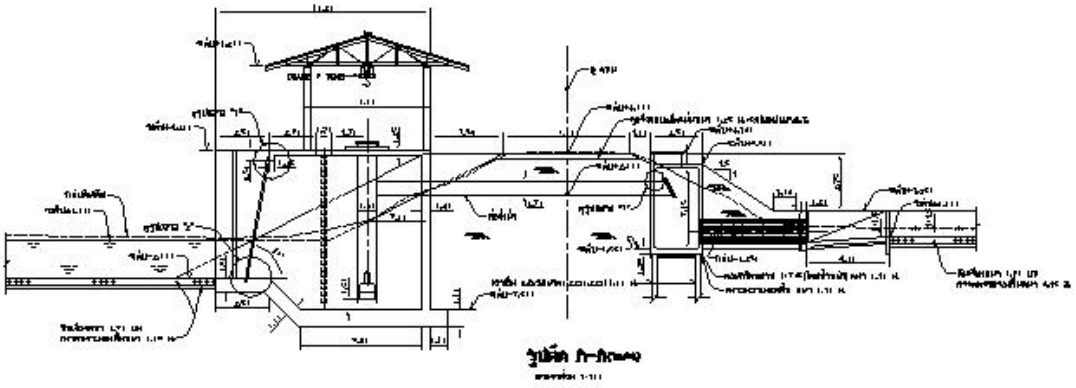


แบบตัวแบบ

1.โครงการสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า พร้อมระบบส่งน้ำบ้านบูเก๊ะ ต.บาตง อ.รือเสาะ จ.นราธิวาส หมายเลข 1558

2. โครงการชลประทานยะลา สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำบ้านโต๊ะสาลี ต.บันนังสาเรง อ.เมือง จ.ยะลา (สชป.17-1185-1195)

(3) กรณีต้องการให้ระดับน้ำต่ำกว่า รนต.



ตัวอย่างแบบ

1.โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลกงานสถานีสูบน้ำบ้านตาเซะ ต.โฆษิต อ.ตากใบ จ.นราธิวาส (1294-1300)

2.โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก งานสถานีสูบน้ำโคกมือบา ต.โฆษิต อ.ตากใบ จ.นราธิวาส (0664-0673)

ออกแบบท่อส่งน้ำ ขั้นตอนการออกแบบ

1. หาปริมาณความต้องการใช้น้ำจากพื้นที่ชลประทานจำนวนประชากร
2. กำหนดพื้นที่ชลประทาน
3. กำหนดค่าชลภาระ สำหรับการออกแบบให้กำหนดค่า ชลภาระ = 0.00023 ลิตร/วินาที/ไร่
4. จะได้ Q ที่ต้องการ
5. เลือกขนาดท่อ
6. กำหนดความเร็ว สูงสุดของการไหลในท่อ ไม่เกิน 2.00 m/s
7. จะได้ ค่า Q จากท่อ

เปรียบเทียบ Q ที่ได้ทั้ง 2 ค่า นำค่ามากไปใช้ในการออกแบบ

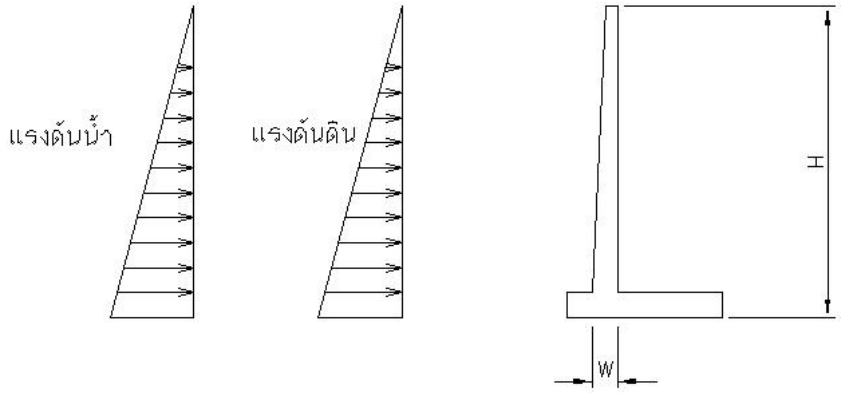
หาค่า HGL ที่เกิดจากท่อแต่ละสาย หลังจากได้ขนาดท่อ และQ Design แล้วนำไปคำนวณ หาค่า HGL โดยใช้สูตรของ Hazen-williamg

แนะนำ ค่าขนาดเครื่องสูบน้ำ Q 50-300 l/s

H = 15-60 m

วิธีการคำนวณ

ตัวอย่าง คำนวณเหล็กเสริมกำแพงข้าง



Fs = 1200.00 ks./sq.cm. Fc = 175.00 ks./sq.cm.

n = 11.000 ความสูงกำแพง = 3.50 m.

ความหนากำแพง = 40.00 cm. กำหนดเหล็กสั้นสูง = 1.50 m.

ค่าที่ใช้ในการออกแบบคสล.

$$k = \frac{1}{1 + \frac{fs}{n.fc}} = \frac{1}{1+\frac{1200}{11x175}} = 0.419$$

$$j = 1-\frac{k}{3} = 1 - \frac{0.419}{3} = 0.860$$

$$R = \frac{1}{2} X\ 0.45.fc.k.j = \frac{1}{2} \times 0.45 \times 175 \times 0.419 \times 0.860 = 14.201$$

$$M = \frac{1}{6} \times 0.33 \times 2100 \times H^3 = \frac{1}{6} x0.33x2100x(3.5-1.5)3 = 942 \text{ kg.m}$$

$$As1 = \frac{M}{Fs.j.d} = \frac{924.00x100}{1200x0.860x (40-5)} = 13.706$$

ใช้ เหล็ก 19@0.20 As = 14.167

ตัวอย่างคำนวณความต้องการการใช้น้ำ

พื้นที่ชลประทาน = 100 ไร่

ค่าชลภาระ (กำหนด) = 0.00023 ลบ.ม.

Q ต้องการ = 0.023 ลบ.ม. ไร่

ออกแบบขนาดท่อ

เลือกขนาดท่อ = 0.10 ม.

A = 0.0314 ตร.ม.

V กำหนด = 2.0 ม./วินาที

Q ท่อ = 0.0157 ลบ.ม. / วินาที

Qdesign = 0.023 ลบ.ม/วินาที

วิธีการคำนวณโดยวิธีของ Hazem Williams

$Q = 3.59 \times 10^{-6} \times C D^{2.63} S^{0.54}$

Q = กำหนดจากที่หาความต้องการใช้น้ำ (ลิตร/วินาที)

C = ส.ป.ส. การไหล PVC = 140-150

เหล็ก = 120

D = เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (มม.)

$$S = \left(\frac{Q}{3.59X10^{-6}XCD^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

$$S = \frac{hf}{L}$$

$$\therefore hf = L \times \left(\frac{Q}{3.59X10^{-6}XCD^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

hf = Major loss

hl = Minor loss

hl = 0.2hf

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า H.G.L.

Q = 50 l/s

D = 200 mm.

L = 1.00 Km.

C = 140

$$hf = L \times \left(\frac{Q}{3.59X10^{-6}XCD^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

$$hf = 1000 \times \left(\frac{50}{3.59X10^{-6}X140X^{2002.63}} \right)^{1/0.54}$$

= 11.174 m.

hl = 0.2hf

= 0.2 X 11.174

= 1.235 m.

รวม loss = 11.174+2.235 = 13.41

หมายเหตุและแบบประกอบ แปลนโรงสูบน้ำ

หมายเหตุ

1. ระดับ (ร.ส.ม.)และมิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ผลสำรวจได้จาก ฝ่ายสำรวจภูมิประเทศ ส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักชลประทานที่ 17 จ.นราธิวาส
3. จุดที่ตั้งของโครงการในแผนที่ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด (SERIES) L 7018 ระวาง (SHEET) XXXXXX อยู่ที่พิกัด XXXXXXXXXX
4. เสาเข็ม ค.ส.ล. ใช้ขนาด 0.20 X0.20 ม. ยาวประมาณ 8.00 ม.รับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่า 5 ตัน/ต้น
5. อาคารโรงสูบน้ำอนุโลมใช้ตามแบบหมายเลข 08424 ถึง 7
6. เครื่องสูบน้ำใช้แบบหอยโข่ง อัตราการสูบน้ำ 180 ลบ.ม./ชม. สามารถยกน้ำได้ 10.00 ม. จำนวน 1 เครื่อง
7. ตอม่อรับท่อดูดน้ำอนุโลมใช้ตามแบบหมายเลข มฐ03-03-001 และ 002
8. ท่อดูดน้ำและท่อจ่ายน้ำให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี มอก. 227-2532 ขนาด Ø0.30 ม.
9. ให้นายช่างผู้ควบคุมโครงการฯจัดทำระบบไฟฟ้าภายในโรงสูบน้ำตามความเหมาะสม
10. เอ็น ค.ส.ล.ให้ใช้ตามแบบหมายเลข 05813
11. รายละเอียดอื่นๆ เช่น ประตูน้ำ ข้อต่อ ข้องอ AIR VALVE อุปกรณ์ป้องกัน WATER HAMMER ฯลฯ ให้เป็นไปตามสำนักเครื่องจักรกลกำหนด
12. ให้ปลูกหญ้าบน TOP SOIL หนา 0.10 ม.ที่ลาดคันดินทุกแห่งโดยตลอด
13. จุดที่ตั้งของอาคารและแนวคันดินสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมในสนาม
14. คันดินบริเวณอาคารก่อสร้างด้วยดินคัดเลือกกลุ่ม GC, SC หรือ CL ถมบดอัดแน่นไม่น้อยกว่า 95% STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST
15. ก่อนก่อสร้างคันดินให้ขุดลอกหน้าดินเดิมออกไม่น้อยกว่า 0.30 ม.หรือตามคำแนะนำของนายช่างผู้ควบคุมโครงการ

แบบประกอบ

1. อาคารโรงสูบน้ำ หมายเลข 08424 ถึง 7
2. มาตรฐานตอม่อรับท่อส่งน้ำ หมายเลข มฐ03-03-001 ถึง 002
3. มาตรฐานเอ็นคอนกรีต หมายเลข 05813

หมายเหตุท่อส่งน้ำ

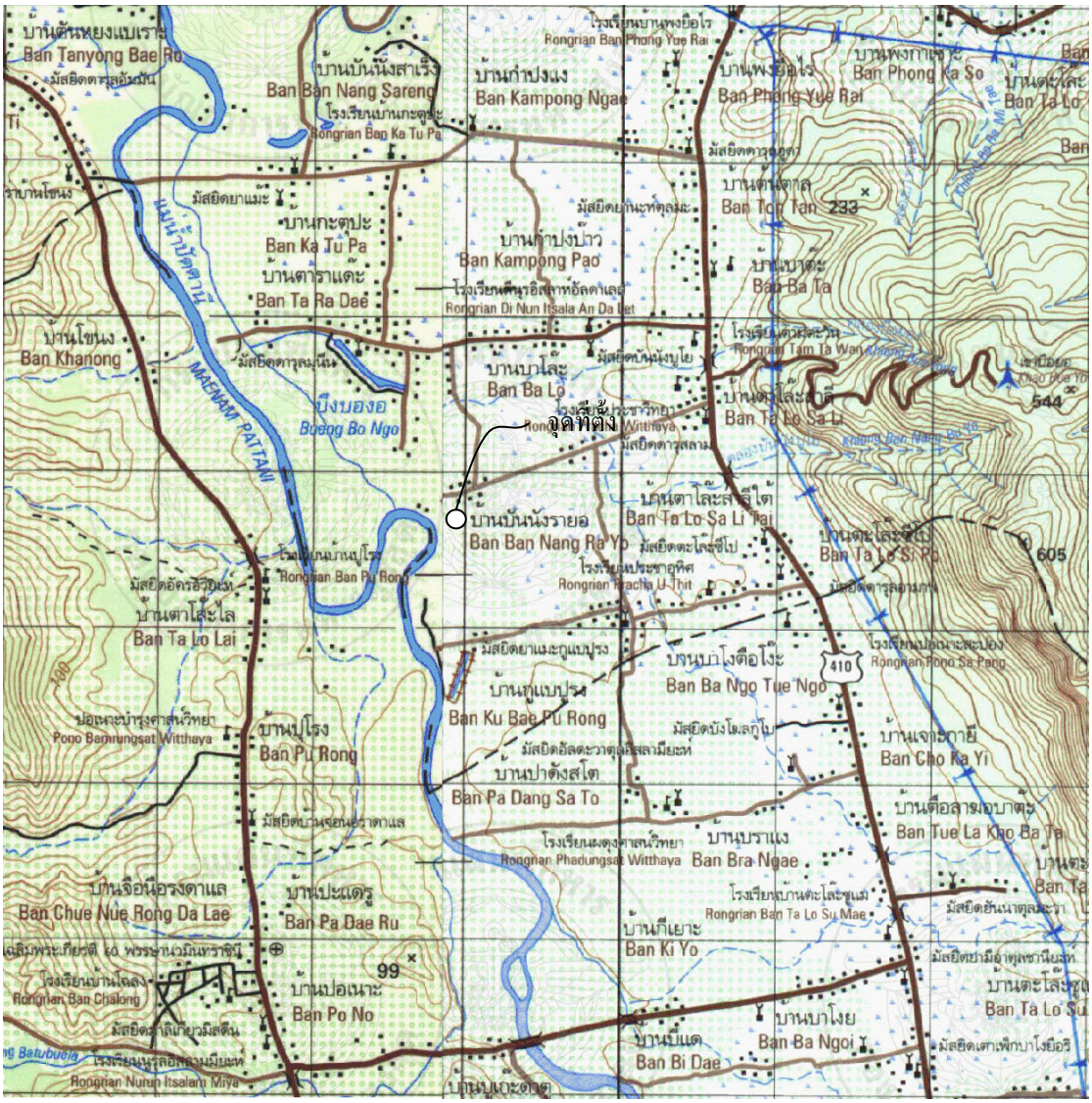
1. ระดับ (ร.ส.ม.) และมิติต่างๆ กำหนดไว้เป็นเมตร ระยะทางเป็นกิโลเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ผลสำรวจได้จากฝ่ายสำรวจภูมิประเทศ สำนักชลประทานที่ 17 จ.นราธิวาส
3. รายละเอียดต่างๆ ในแบบมาตรฐานที่ไม่ตรงกับแบบแผ่นนี้ ให้ถือแบบแผ่นนี้เป็นเกณฑ์
4. จุดที่ตั้งอาคาร และแนวท่อส่งน้ำ เปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมในสนาม
5. ท่อส่งน้ำ ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี มอก.277-2532 ,ท่อ P.V.C. ชั้น 8.5 มอก.17-2532
   5.1 กรณีวางท่อผ่านพื้นหินหรือข้ามร่องน้ำให้ใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี และมีตอม่อรับดังนี้
      5.1.1 ท่อขนาด Ø 150 มม. และ Ø 200 มม. ใช้ตอม่อตามแบบหมายเลข 76197ระยะห่างระหว่างตอม่อ 4.00 ม. (MAX.) นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
      5.1.2 ท่อขนาด Ø 300 มม. ใช้ตอม่อตามแบบหมายเลข มฐ 03-03-001 และ 002
   5.2 กรณีวางท่อส่งน้ำผ่านพื้นดินหรือลอดร่องน้ำ ให้ใช้ท่อ P.V.C. ฝังดินโดยฝังลึกจากระดับหลังท่อถึงผิวดิน1.00 ม. นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น ทั้งนี้การวางท่อเหนือผิวดินหรือฝั่งดินได้กำหนดไว้ในแบบแล้ว ถ้ามีข้อขัดแย้งให้นายช่างผู้ควบคุมโครงการฯ แจ้งกลุ่มออกแบบเพื่อดำเนินการแก้ไขต่อไป
6. การต่อท่อระหว่างท่อบนผิวดินและท่อส่วนที่ฝังดินให้ใช้ท่อเหล็กและทาน้ำยากันสนิมประเภท BITUMINOUS COMPOUND ตลอดทั้งท่อนของท่อเหล็กที่ใช้ต่อ
7. วิธีการวางท่อและการต่อท่อ ฯลฯ ให้ดำเนินการตามข้อปฏิบัติของบริษัทผู้ผลิต หรืออนุโลมใช้ตามแบบหมายเลข 70124
8. ให้ติดตั้งอุปกรณ์ช่วยลดแรงดันท่ออันเนื่องจากการเกิด WATER HAMMER หน้าประตูน้ำทุกแห่ง
9. ท่อส่งน้ำเมื่อมีท่อแยกออกจากท่อ MAIN จะต้องใส่ GATE VALVE หลังจุดแยกทั้งท่อ MAIN ท่อแยกและปลายท่อทุกครั้ง
10. AIR RELEASE VALVE ให้ใช้ขนาด | 25 มม. และอนุโลมติดตั้งตามแบบหมายเลข มฐ03-03-003
11. ให้นายช่างผู้ควบคุมโครงการฯ พิจารณาวางท่อแยกขนาด |1"-2" ได้ตามความเหมาะสมในสนาม
12. จัดทำหลักขาวดำ ขนาด 0.12x0.12x1.00 ม. ฝังตลอดแนวท่อทุกระยะ 100 ม. หรือน้อยกว่า เมื่อเปลี่ยนแนวท่อส่งน้ำ
13. ห้ามวัดระยะจากแบบแผ่นนี้
14. หลักแนวท่อ และท่อจ่ายน้ำอนุโลมใช้ตามแบบหมายเลข 06311 และพิจารณารายละเอียดอื่นๆ ได้ตามความเหมาะสมในสนาม

แบบประกอบ

1. มาตรฐานการต่อท่อ,วางท่อ หมายเลข 70124
2. มาตรฐานตอม่อรับท่อส่งน้ำ หมายเลข 76197,มฐ 03-03-001 และ002
3. มาตรฐาน BLOWOFF หมายเลข 79532
4. มาตรฐาน AIR VALVE หมายเลข มฐ03-03-003

ตัวอย่างการคำนวณโครงการสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำบ้านตะโล๊ะสาลีต.บันนังสาเรง อ.เมือง จ.ยะลา

พิจารณาสถานที่ตั้งจากผลสำรวจ(Plan) รูปตัดประกอบ Site plan และแผนที่ 1: 50,000



แผนที่ 1: 50,000

หาความต้องการใช้น้ำ

พื้นที่ชลประทาน = 1,240.00 ไร่

ค่าชลภาระ (กำหนด) = 0.00023 ลบ.ม.

Q ต้องการ = 0.2851 ลบ.ม. / วิ

หา Q จากขนาดท่อ

เลือกท่อกลมขนาด = 0.30 ม.

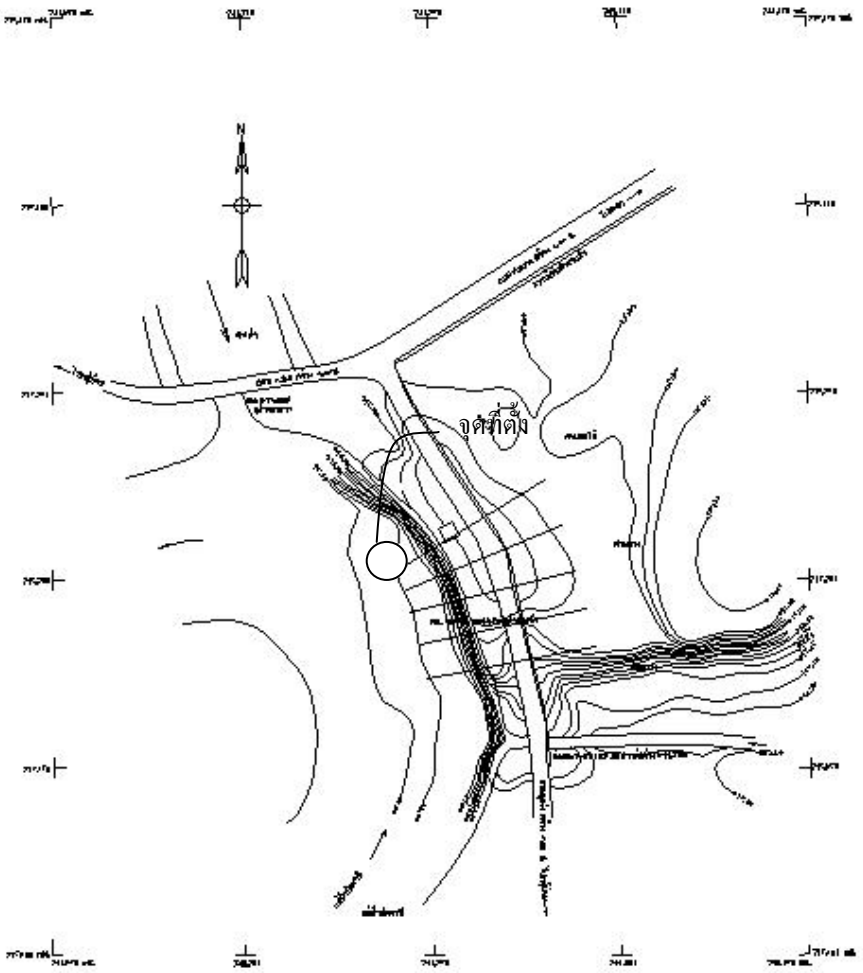
A = 0.07 ม.^{2}

จาก Q = A V

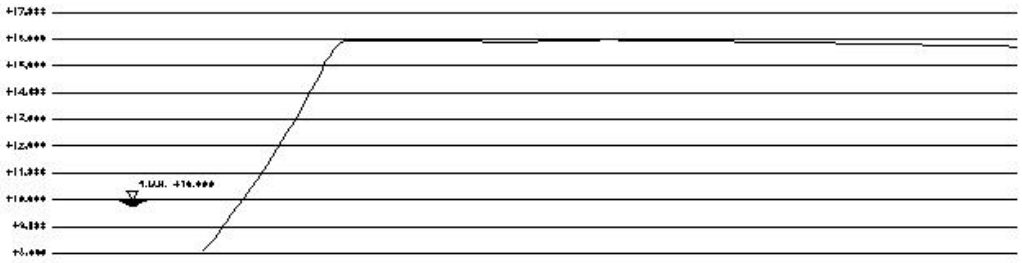
กำหนด V = 2.00 ม./วิ

Q = 0.1413 ลบ.ม. / วิ

∴ Qใช้งาน = 0.2851 ลบ.ม. / วิ



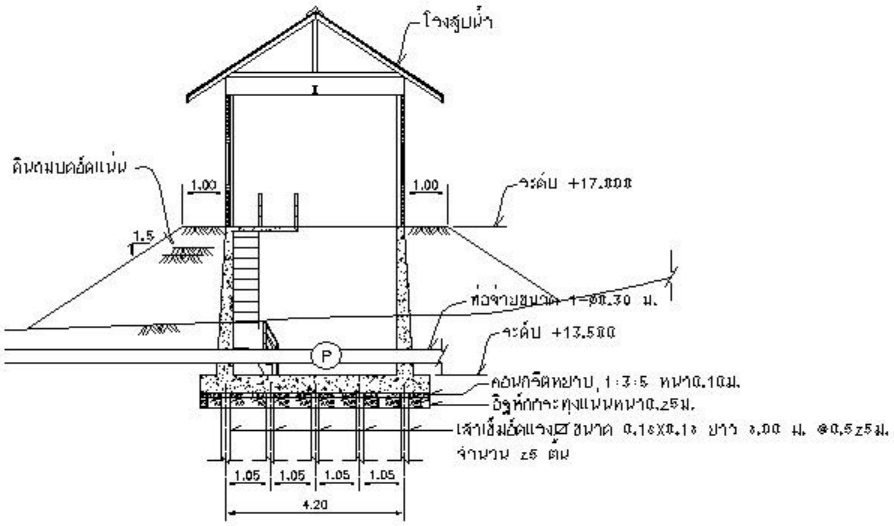
Site Plan



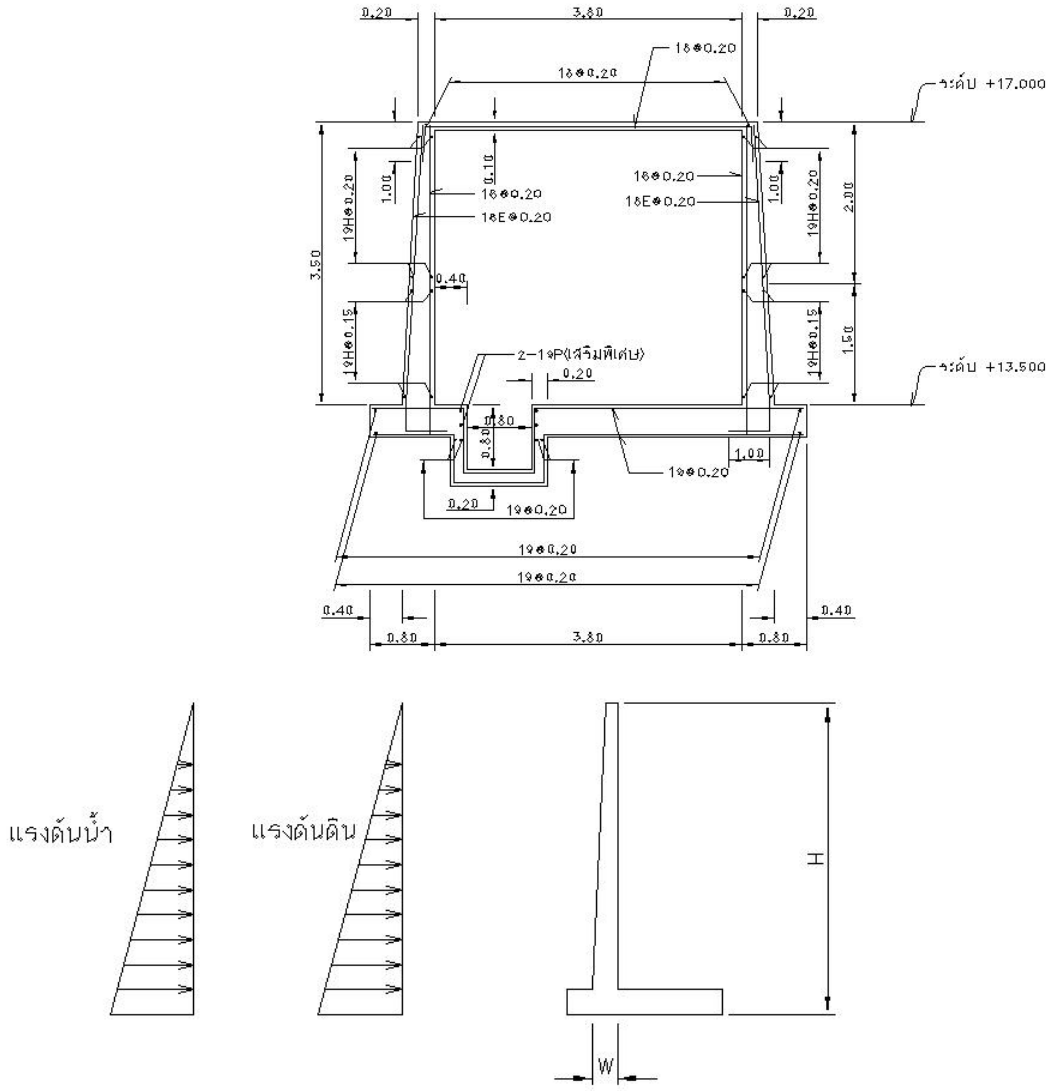
รูปตัดประกอบ Site plan

1. จากรูปตัดประกอบ Site plan ระดับน้ำต่ำสุดอยู่ที่+10.000 ระดับน้ำสูงสุดอยู่ที่ +17.000 ควรใช้อาคารแบบที่ 2 เนื่องจากระดับปลายท่อดูดกับระดับพื้นโรงสูบไม่ควรต่างกันเกิน 4.00 ม.

2. ออกแบบอาคารโรงสูบน้ำ



ออกแบบเหล็กเสริม



Fs = 1200.00 ks./sq.cm. Fc = 175.00 ks./sq.cm.

n = 11.000 ความสูงกำแพง = 3.50 m.

ความหนากำแพง = 40.00 cm. กำหนดเหล็กสั้นสูง = 1.50 m.

ค่าที่ใช้ในการออกแบบคสล.

$$k = \frac{1}{1 + \frac{fs}{n.fc}} = \frac{1}{1+\frac{1200}{11x175}} = 0.419$$

$$j = 1-\frac{k}{3} = 1 - \frac{0.419}{3} = 0.860$$

$$R = \frac{1}{2} X\ 0.45.fc.k.j = \frac{1}{2} \times 0.45 \times 175 \times 0.419 \times 0.860 = 14.201$$

$$M\ 2 = \frac{1}{6} \times 0.33 \times 2100 \times H^3 = \frac{1}{6} x0.33x2100x(3.5-1.5)3 = 942\ kg.m$$

$$As2 = \frac{M}{Fs.j.d} = \frac{924.00x100}{1200x0.860x\ (40-5)} = 2.161\ cm^2$$

ใช้ เหล็ก 19@0.20 As = 14.167 cm^2

$$M\ 1 = \frac{1}{6} \times 0.33 \times 2100 \times H^3 = \frac{1}{6} x0.33x2100x(3.5)3 = 4952.063\ kg.m$$

$$As = \frac{M}{Fs.j.d} = \frac{4952.063x100}{1200x0.860x\ (40-5)} = 13.706\ cm^2$$

As1= 14.167 – 13.706 = -0.470 cm^2

ใช้ เหล็ก 19@0.215 As = 18.902 cm^3

ออกแบบเสาเข็ม

เสาเข็มรับแรงถอนคำนวณได้จากพื้นที่ผิว X แรงเฉือนของวัสดุที่เสาเข็มนั้นจมอยู่

สมมุติเสาเข็มขนาดหน้าตัด = 0.16 X 0.16 m.

ยาว = 6.00 m.

จำนวนเสาเข็ม = 25 ต้น

พท.สัมผัส = 0.16 X 0.16 X 6.00 X 25

= 96.00 $m.^2$

ค่าแรงเฉือนของวัสดุ(ทราย) = 1.2 t/m^2

ค่าแรงต้านแรงถอน = 96 X 1.2

= 115.2 t

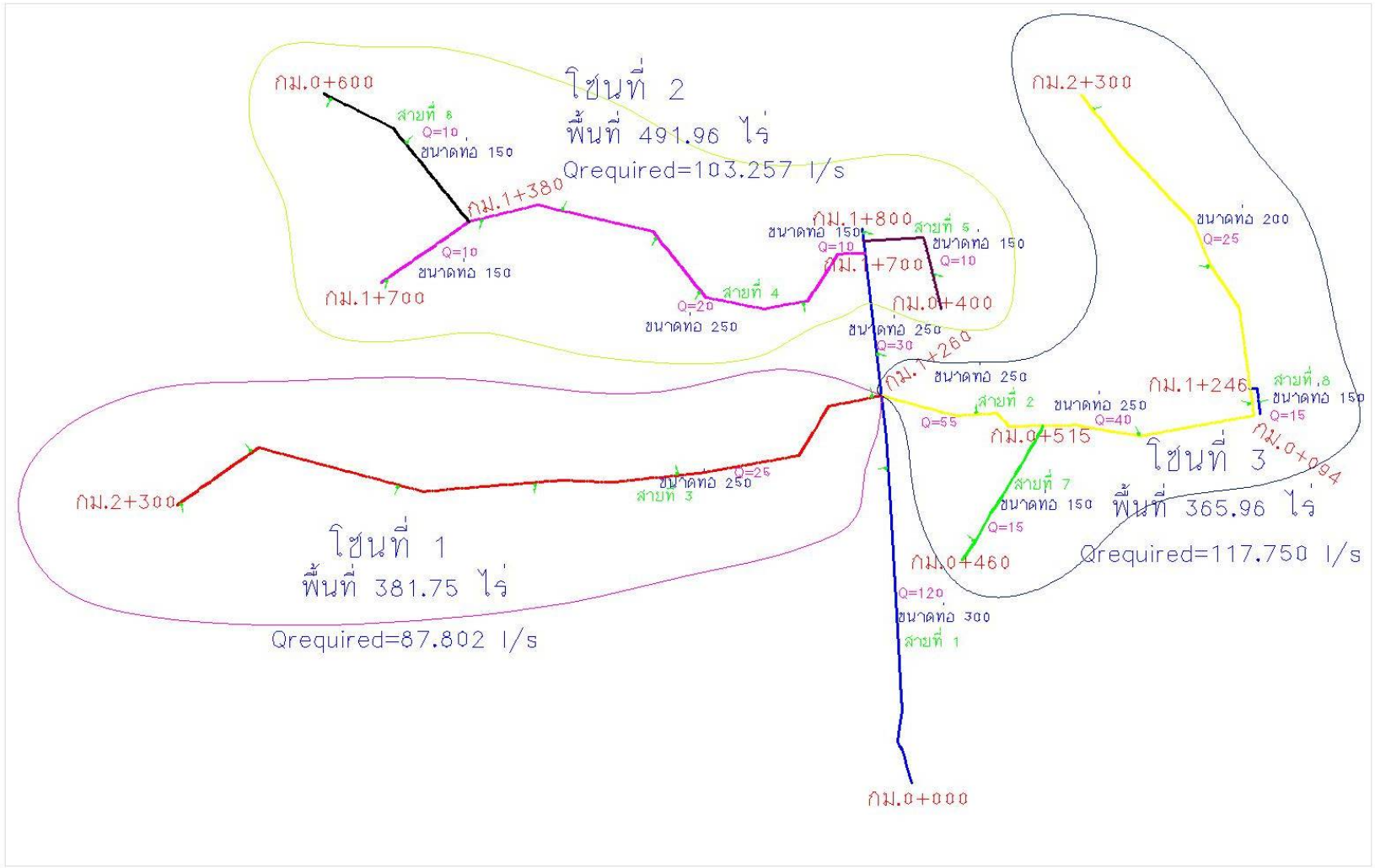
หาค่า Qdesign

พื้นที่ชลประทาน = 1240 ไร่

ค่าชลภาระ = 0.00023 ลบ.ม./วิ/ไร่

Qrequired = 0.2851 =285 ลิตร/วินาที

เนื่องจากพื้นที่ชลประทานมีพื้นที่มาก ถ้าจะออกแบบเป็นโซนเดียว ต้องออกแบบเครื่องสูบน้ำที่มีขนาดใหญ่มากและสิ้นเปลือง จริงออกแบบเป็น 3 โซน ดังรูป


กม.0+600
สายที่ 8
Q=10
ขนาดท่อ 150
โซนที่ 2
พื้นที่ 491.96 ไร่
Qrequired=103.257 l/s
กม.1+380
Q=10
ขนาดท่อ 150
กม.1+700
สายที่ 4
Q=20
ขนาดท่อ 250
กม.1+800
ขนาดท่อ 150
Q=10
สายที่ 5
ขนาดท่อ 150
Q=10
กม.1+700
กม.0+400
ขนาดท่อ 250
Q=30
กม.1+260
ขนาดท่อ 250
กม.2+300
ขนาดท่อ 200
Q=25
กม.1+246
สายที่ 8
ขนาดท่อ 150
Q=15
สายที่ 2
ขนาดท่อ 250
Q=40
Q=55
กม.0+515
กม.0+094
โซนที่ 3
พื้นที่ 365.96 ไร่
Qrequired=117.750 l/s
สายที่ 7
ขนาดท่อ 150
Q=15
กม.0+460
Q=120
ขนาดท่อ 300
สายที่ 1
กม.0+000
กม.2+300
ขนาดท่อ 250
Q=25
สายที่ 3
โซนที่ 1
พื้นที่ 381.75 ไร่
Qrequired=87.802 l/s

โซนที่ 1 สายที่ 3

โซนที่ 2 สายที่ 4,5,6

โซนที่ 3 สายที่ 2,7,8

ตัวอย่างคำนวนQสายที่ 3

พท.ชลประทาน 381.75 ไร่

ค่าชลภาระ 0.00023

Qrequired = 381.75 X 0.00023 = 0.087802 ม.^{3}/วิ

เลือกขนาดท่อ 0.25 ม. A = 0.049 ม.^{2}

V = 2.00 ม./วิ

Qจากขนาดท่อ = 0.049 X 2.00 = 0.098 ม.^{3}/วิ

Qจากขนาดท่อ มากกว่า Qrequired

∴ ใช้ Q = 0.098 ม.^{3}/วิ = 98.125 ลิตร/วินาที

ตารางการหาค่าQ

โซนที่	สายที่	พื้นที่ (ไร่)	ค่าชลภาระ	Qrequired (ม.^{3}/วิ)	ขนาดท่อ (ม.)	A (ม.^{2})	V (ม./วิ)	Qท่อ (ม.^{3}/วิ)	Qdesign (ม.^{3}/วิ)	Q (l/s)
1	3	381.75	0.00023	0.087	0.25	0.49	2.00	0.098	0.098	98
2	4,5,6	491.96	0.00023	0.113	0.25	0.49	2.00	0.098	0.113	113
3	2,7,8	365.96	0.00023	0.084	0.25	0.49	2.00	0.098	0.098	98

Q ที่มากสุดในการคำนวณ = 113 ลิตรต่อวินาที

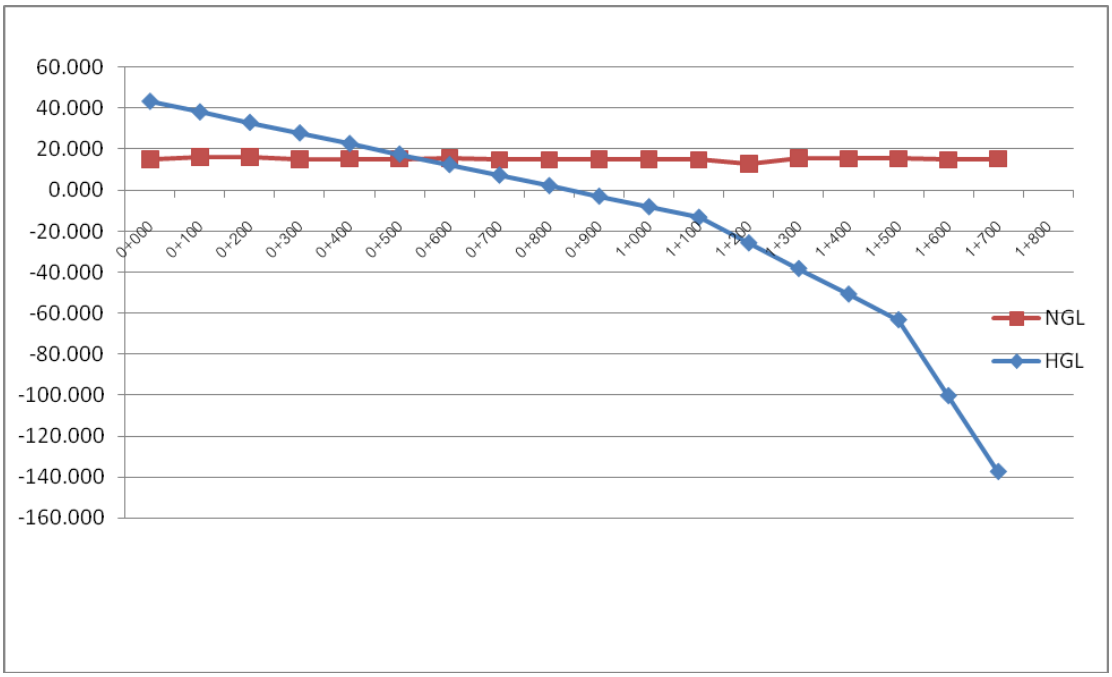
ใช้ Q 120 ลิตรต่อวินาที

หาค่า H.G.L.

หาได้จากสูตรของ Hazen-Williams

1. กรณีไม่แบ่งโซน

Qdesign=300 l/s ขนาดท่อ=30 m H.G.L.เริ่มต้น=48.5



ค่า H.G.L. สุดท้ายที่ได้-137.440 ต่ำกว่าค่า N.G.L. มากทำให้ไม่สามารถส่งน้ำได้ ไม่นำกรณีนี้มาออกแบบ

2. กรณีแบ่งการเปิดน้ำเป็น 3 โซน

Qdesign=120 l/s ขนาดท่อ=30 m H.G.L.เริ่มต้น=48.5

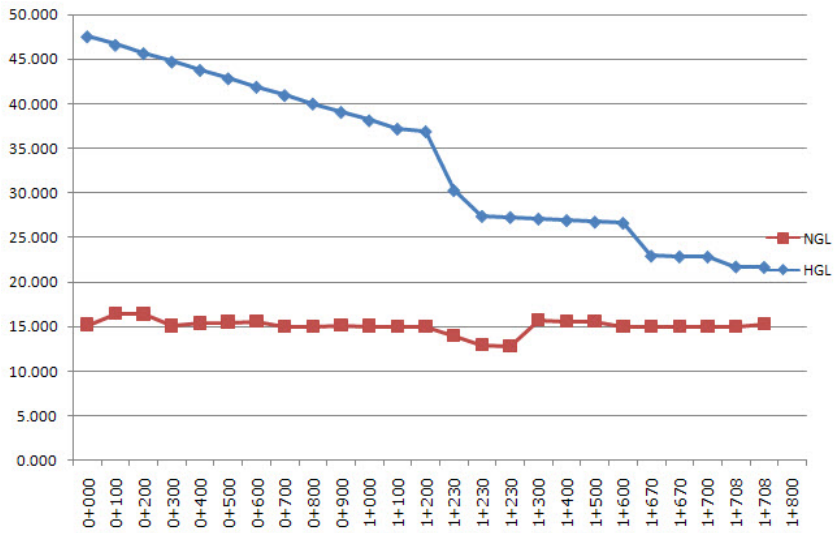
สายที่ 1

รายการคำนวณ ท่อส่งน้ำสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำบ้านตะโล๊ะสาลี สายที่ 1

$Q=3.587x10^{-6}xCxD^{2.63}xS^{0.54}$		ประชากร	1,000	คน	C(PVC)=140-150
$S=(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63}))^{1/0.54}$		อัตราการใช้น้ำ	120	ลิตร/คน/วัน	C(เหล็ก)=120
$hf=Lx(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63}))^{1/0.54}$					H.G.L.เริ่มต้น 48.5
S=hf/L	hf=SxL	hf=SxL by Hazen-Williams			

กม.	DIST	L	Q	D	C	$S^{0.54}$	hf	hL	Sum Headloss	HGL	NGL	หมายเหตุ
	m.	m.	ลิตร/วินาที	mm.			m.	m.	m.			
0+000										+ 48.5	+	
0+100	100	100	120.00	300	140	0.073	0.785	0.157	0.942	+ 47.558	+ 15.200	
0+200	200	100	120.00	300	140	0.073	0.785	0.157	0.942	+ 46.616	+ 16.440	
0+300	300	100	120.00	300	140	0.073	0.785	0.157	0.942	+ 45.674	+ 16.400	
0+400	400	100	120.00	300	140	0.073	0.785	0.157	0.942	+ 44.732	+ 15.080	
0+500	500	100	120.00	300	140	0.073	0.785	0.157	0.942	+ 43.790	+ 15.380	
0+600	600	100	120.00	300	140	0.073	0.785	0.157	0.942	+ 42.848	+ 15.500	
0+700	700	100	120.00	300	140	0.073	0.785	0.157	0.942	+ 41.906	+ 15.620	
0+800	800	100	120.00	300	140	0.073	0.785	0.157	0.942	+ 40.964	+ 15.020	
0+900	900	100	120.00	300	140	0.073	0.785	0.157	0.942	+ 40.022	+ 14.980	
1+000	1000	100	120.00	300	140	0.073	0.785	0.157	0.942	+ 39.080	+ 15.170	
1+100	1100	100	120.00	300	140	0.073	0.785	0.157	0.942	+ 38.138	+ 15.060	
1+200	1200	100	120.00	300	140	0.073	0.785	0.157	0.942	+ 37.196	+ 15.010	
1+230	1230	30	120.00	300	140	0.073	0.236	0.047	0.283	+ 36.913	+ 15.000	เริ่มต้นสายที่ 2
1+230	1230	0	35.00	300	140	0.0213	0	0	0	+ 30.293	+ 14.000	สิ้นสุดสายที่ 2และเริ่มต้นสายที่ 3
1+230	1230	0	35.00	300	140	0.0213	0	0	0	+ 27.395	+ 13.000	สิ้นสุดสายที่ 3
1+300	1300	70	30.00	250	140	0.0295	0.103	0.021	0.124	+ 27.271	+ 12.830	
1+400	1400	100	30.00	250	140	0.0295	0.147	0.029	0.176	+ 27.095	+ 15.720	
1+500	1500	100	30.00	250	140	0.0295	0.147	0.029	0.176	+ 26.919	+ 15.580	
1+600	1600	100	30.00	250	140	0.0295	0.147	0.029	0.176	+ 26.743	+ 15.600	
1+670	1670	70	30.00	250	140	0.0295	0.103	0.021	0.124	+ 26.619	+ 15.000	
1+670	1670	0	20.00	200	140	0.0354	0	0	0	+ 22.925	+ 15.000	
1+700	1700	30	20.00	200	140	0.0354	0.062	0.012	0.074	+ 22.851	+ 15.030	
1+708	1708	8	20.00	200	140	0.0354	0.016	0.003	0.019	+ 22.832	+ 15.000	
1+708	1708	0	10.00	200	140	0.0177	0	0	0	+ 21.724	+ 15.000	
1+800	1800	92	10.00	200	140	0.0177	0.052	0.01	0.062	+ 21.662	+ 15.340	

H.G.L. สายที่ 1



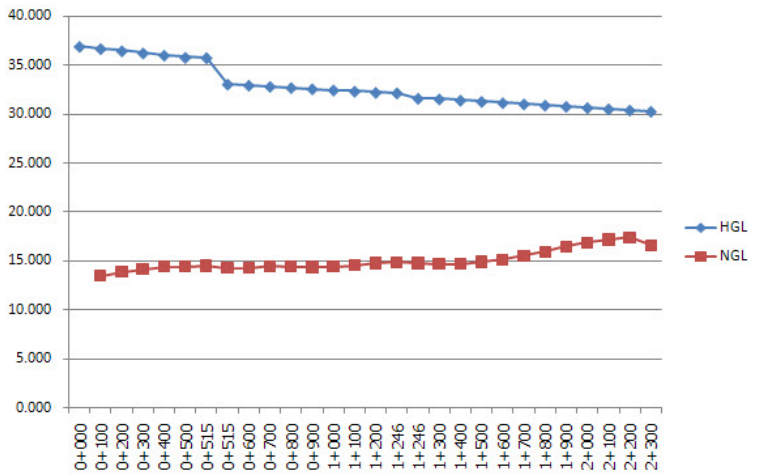
สายที่ 2

รายการคำนวณ ท่อส่งน้ำสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำบ้านตะโล๊ะสาลี สายที่ 2

$Q=3.587x10^{-6}xCxD^{2.63}xS^{0.54}$		ประชากร	500	คน	C(PVC)=140-150
$S=(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63}))^{1/0.54}$		อัตราการใช้น้ำ	120	ลิตร/คน/วัน	C(เหล็ก)=120
$hf=Lx(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63}))^{1/0.54}$					H.G.L.เริ่มต้น 36.913
S=hf/L hf=SxL hf=SxL by Hazen-Williams					

กม.	DIST m.	L m.	Q ลิตร/วินาที	D mm.	C	$S^{0.54}$	hf m.	hL m.	Sum Headloss m.	HGL	NGL	หมายเหตุ
0+000										+ 36.913	+	
0+100	100	100	55	300	140	0.0335	0.19	0.037	0.223	+ 36.690	+ 13.490	
0+200	200	100	55	300	140	0.0335	0.19	0.037	0.223	+ 36.467	+ 13.860	
0+300	300	100	55	300	140	0.0335	0.19	0.037	0.223	+ 36.244	+ 14.180	
0+400	400	100	55	300	140	0.0335	0.19	0.037	0.223	+ 36.021	+ 14.390	
0+500	500	100	55	300	140	0.0335	0.19	0.037	0.223	+ 35.798	+ 14.460	
0+515	515	15	55	300	140	0.0335	0.03	0.006	0.034	+ 35.764	+ 14.500	เริ่มต้นสายที่ 7
0+515	515	0	40	300	140	0.0243	0	0	0	+ 33.064	+ 14.300	สิ้นสุดสายที่ 7
0+600	600	85	40	300	140	0.0243	0.09	0.017	0.104	+ 32.960	+ 14.280	
0+700	700	100	40	300	140	0.0243	0.1	0.02	0.122	+ 32.838	+ 14.470	
0+800	800	100	40	300	140	0.0243	0.1	0.02	0.122	+ 32.716	+ 14.450	
0+900	900	100	40	300	140	0.0243	0.1	0.02	0.122	+ 32.594	+ 14.350	
1+000	1000	100	40	300	140	0.0243	0.1	0.02	0.122	+ 32.472	+ 14.380	
1+100	1100	100	40	300	140	0.0243	0.1	0.02	0.122	+ 32.350	+ 14.540	
1+200	1200	100	40	300	140	0.0243	0.1	0.02	0.122	+ 32.228	+ 14.750	
1+246	1246	46	40	300	140	0.0243	0.05	0.009	0.056	+ 32.172	+ 14.880	เริ่มต้นสายที่ 8
1+246	1246	0	25	250	140	0.0246	0	0	0	+ 31.621	+ 14.760	สิ้นสุดสายที่ 8
1+300	1300	54	25	250	140	0.0246	0.06	0.011	0.068	+ 31.553	+ 14.700	
1+400	1400	100	25	250	140	0.0246	0.11	0.021	0.126	+ 31.427	+ 14.670	
1+500	1500	100	25	250	140	0.0246	0.11	0.021	0.126	+ 31.301	+ 14.900	
1+600	1600	100	25	250	140	0.0246	0.11	0.021	0.126	+ 31.175	+ 15.120	
1+700	1700	100	25	250	140	0.0246	0.11	0.021	0.126	+ 31.049	+ 15.560	
1+800	1800	100	25	250	140	0.0246	0.11	0.021	0.126	+ 30.923	+ 15.970	
1+900	1900	100	25	250	140	0.0246	0.11	0.021	0.126	+ 30.797	+ 16.500	
2+000	2000	100	25	250	140	0.0246	0.11	0.021	0.126	+ 30.671	+ 16.910	
2+100	2100	100	25	250	140	0.0246	0.11	0.021	0.126	+ 30.545	+ 17.200	
2+200	2200	100	25	250	140	0.0246	0.11	0.021	0.126	+ 30.419	+ 17.400	
2+300	2300	100	25	250	140	0.0246	0.11	0.021	0.126	+ 30.293	+ 16.650	

H.G.L. สายที่2



สายที่ 3

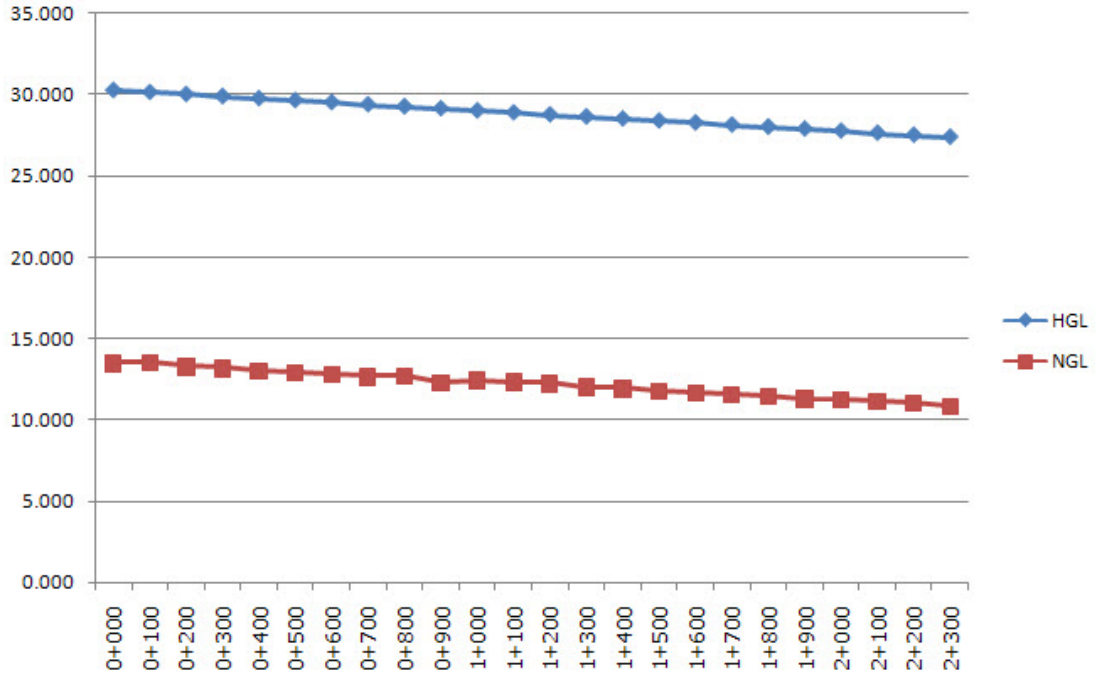
รายการคำนวณ ท่อส่งน้ำสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำบ้านตะโล๊ะสาลี สายที่ 3

$Q=3.587x10^{-6}xCxD^{2.63}xS^{0.54}$	ประชากร = 500.00 คน	C(PVC)=140-150	
$S=(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63})^{1/0.54}$	อัตราการใช้น้ำ = 120 ลิตร/คน/วัน	C(เหล็ก)=120	
$hf=Lx(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63})^{1/0.54}$		H.G.L.เริ่มต้น	30.293

S=hf/L hf=SxL hf=SxL by Hazen-Williams

กม.	DIST	L	Q	D	C	$S^{0.54}$	hf	hL	Sum Headloss	HGL	NGL	หมายเหตุ
	m.	m.	ลิตร/วินาที	mm.			m.	m.	m.			
0+000										+ 30.293	+ 13.490	
0+100	100	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 30.167	+ 13.510	
0+200	200	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 30.041	+ 13.260	
0+300	300	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 29.915	+ 13.170	
0+400	400	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 29.789	+ 13.020	
0+500	500	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 29.663	+ 12.890	
0+600	600	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 29.537	+ 12.810	
0+700	700	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 29.411	+ 12.650	
0+800	800	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 29.285	+ 12.700	
0+900	900	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 29.159	+ 12.300	
1+000	1000	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 29.033	+ 12.430	
1+100	1100	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 28.907	+ 12.320	
1+200	1200	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 28.781	+ 12.240	
1+300	1300	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 28.655	+ 12.010	
1+400	1400	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 28.529	+ 11.920	
1+500	1500	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 28.403	+ 11.780	
1+600	1600	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 28.277	+ 11.620	
1+700	1700	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 28.151	+ 11.550	
1+800	1800	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 28.025	+ 11.430	
1+900	1900	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 27.899	+ 11.280	
2+000	2000	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 27.773	+ 11.210	
2+100	2100	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 27.647	+ 11.160	
2+200	2200	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 27.521	+ 11.020	
2+300	2300	100	25.00	250	140	0.0246	0.105	0.021	0.126	+ 27.395	+ 10.840	

H.G.L. สายที่3



สายที่ 4

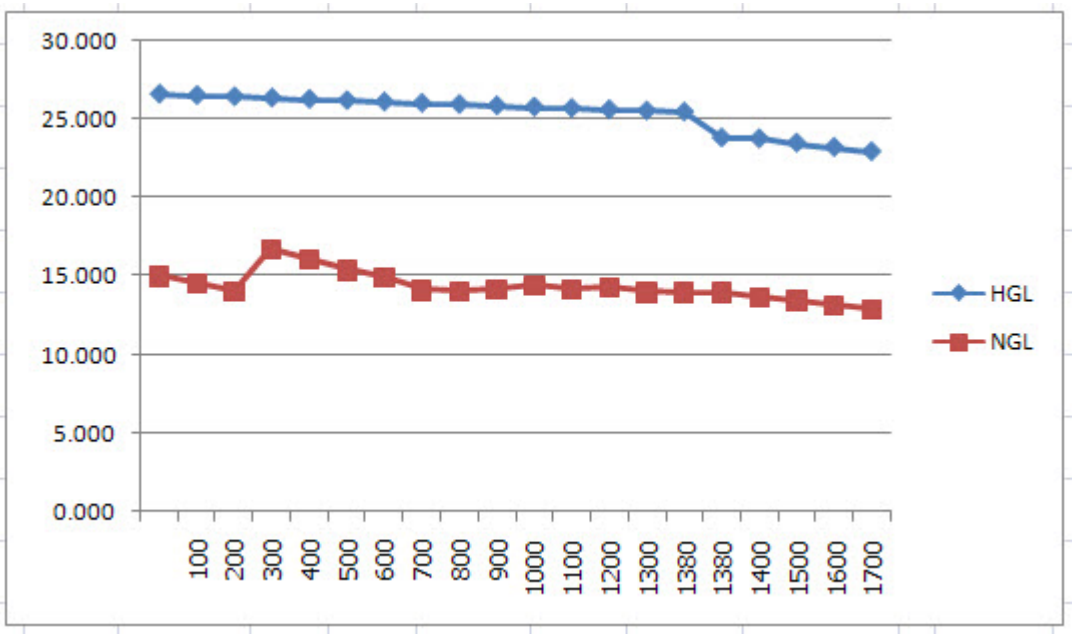
รายการคำนวณ ท่อส่งน้ำสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำบ้านตะโล๊ะสาลี สายที่ 4

$Q=3.587x10^{-6}xCxD^{2.63}xS^{0.54}$	ประชากร	##### คน	C(PVC)=140-150
$S=(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63})^{1/0.54}$	อัตราการใช้น้ำ	120 ลิตร/คน/วัน	C(เหล็ก)=120
$hf=Lx(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63})^{1/0.54}$			H.G.L.เริ่มต้ 26.619

S=hf/L hf=Sx hf=SxL by Hazen-Williams

กม.	DIST	L	Q	D	C	$S^{0.54}$	hf	hL	Sum Headloss		HGL		NGL	หมายเหตุ
	m.	m.	ลิตร/วินาที	mm.			m.	m.	m.					
0+000										+	26.619	+	15.030	
0+100	100	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	26.536	+	14.580	
0+200	200	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	26.453	+	14.070	
0+300	300	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	26.370	+	16.720	
0+400	400	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	26.287	+	16.140	
0+500	500	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	26.204	+	15.420	
0+600	600	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	26.121	+	14.960	
0+700	700	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	26.038	+	14.150	
0+800	800	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	25.955	+	14.100	
0+900	900	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	25.872	+	14.210	
1+000	1000	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	25.789	+	14.450	
1+100	1100	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	25.706	+	14.170	
1+200	1200	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	25.623	+	14.310	
1+300	1300	100	20	250	140	0.0197	0.069	0.014	0.083	+	25.540	+	14.020	
1+380	1380	80	20	250	140	0.0197	0.056	0.011	0.067	+	25.473	+	14.000	เริ่มต้นสายที่ 6
1+380	1380	0	10	150	140	0.0377	0	0	0	+	23.811	+	14.000	สิ้นสุดสายที่ 6
1+400	1400	20	10	150	140	0.0377	0.046	0.009	0.055	+	23.756	+	13.650	
1+500	1500	100	10	150	140	0.0377	0.231	0.046	0.277	+	23.479	+	13.470	
1+600	1600	100	10	150	140	0.0377	0.231	0.046	0.277	+	23.202	+	13.180	
1+700	1700	100	10	150	140	0.0377	0.231	0.046	0.277	+	22.925	+	12.940	

H.G.L. สายที่4



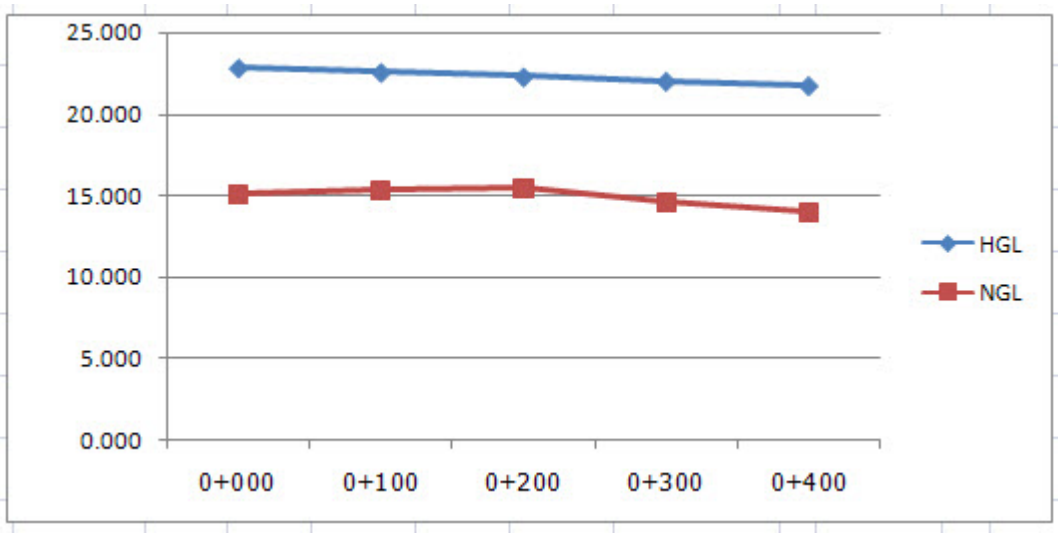
สายที่5

รายการคำนวณ ท่อส่งน้ำสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำบ้านตะโล๊ะสาลี สายที่ 5

$Q=3.587x10^{-6}xCxD^{2.63}xS^{0.54}$		ประชากร	350.00 คน	C(PVC)=140-150	
$S=(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63})^{1/0.54}$		อัตราการใช้น้ำ	120 ลิตร/คน/วัน	C(เหล็ก)=120	
$hf=Lx(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63})^{1/0.54}$				H.G.L.เริ่มต้น	22.832
S=hf/L hf=SxL hf=SxL by Hazen-Williams					

กม.	DIST	L	Q	D	C	$S^{0.54}$	hf	hL	Sum Headloss		HGL		NGL	หมายเหตุ
	m.	m.	ลิตร/วินาที	mm.			m.	m.	m.					
0+000										+	22.832	+	15.080	
0+100	100	100	10	150	140	0.0377	0.231	0.046	0.277	+	22.555	+	15.340	
0+200	200	100	10	150	140	0.0377	0.231	0.046	0.277	+	22.278	+	15.470	
0+300	300	100	10	150	140	0.0377	0.231	0.046	0.277	+	22.001	+	14.610	
0+400	400	100	10	150	140	0.0377	0.231	0.046	0.277	+	21.724	+	14.020	

H.G.L. สายที่5



สายที่ 6

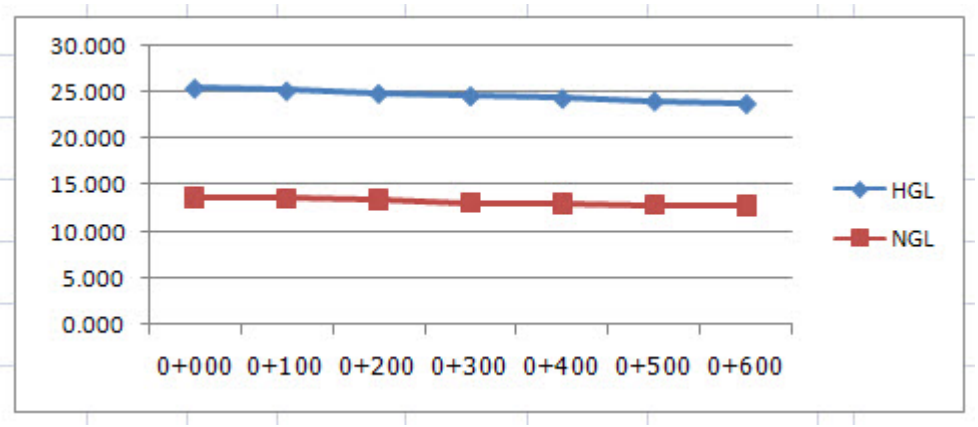
รายการคำนวณ ท่อส่งน้ำสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำบ้านตะโล๊ะสาลี สายที่ 5

$Q=3.587x10^{-6}xCxD^{2.63}xS^{0.54}$		ประชากร	350.00 คน	C(PVC)=140-150	
$S=(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63}))^{1/0.54}$		อัตราการใช้น้ำ	120 ลิตร/คน/วัน	C(เหล็ก)=120	
$hf=Lx(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63}))^{1/0.54}$				H.G.L.เริ่มต้น	22.832

S=hf/L hf=SxL hf=SxL by Hazen-Williams

กม.	DIST	L	Q	D	C	$S^{0.54}$	hf	hL	Sum Headloss		HGL		NGL	หมายเหตุ
	m.	m.	ลิตร/วินาที	mm.			m.	m.	m.					
0+000										+	22.832	+	15.080	
0+100	100	100	10	150	140	0.0377	0.231	0.046	0.277	+	22.555	+	15.340	
0+200	200	100	10	150	140	0.0377	0.231	0.046	0.277	+	22.278	+	15.470	
0+300	300	100	10	150	140	0.0377	0.231	0.046	0.277	+	22.001	+	14.610	
0+400	400	100	10	150	140	0.0377	0.231	0.046	0.277	+	21.724	+	14.020	

H.G.L. สายที่ 6



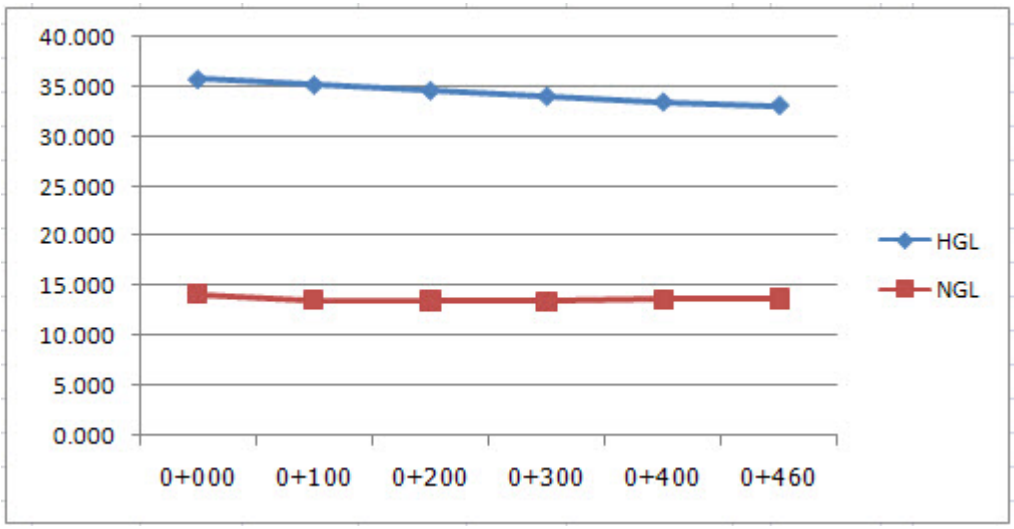
สายที่ 7

รายการคำนวณ ท่อส่งน้ำสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำบ้านตะโล๊ะสาลี สายที่ 7

$Q=3.587x10^{-6}xCxD^{2.63}xS^{0.54}$	ประชากร = ###### คน		C(PVC)=140-150
$S=(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63})^{1/0.54}$	อัตราการใช้น้ำ = 120 ลิตร/คน/วัน		C(เหล็ก)=120
$hf=Lx(Q/(3.587x10^{-6}/C/D^{2.63})^{1/0.54}$			H.G.L.เริ่มต้น 35.764
S=hf/L hf=SxL hf=SxL by Hazen-Williams			

กม.	DIST	L	Q	D	C	$S^{0.54}$	hf	hL	Sum Headloss	HGL	NGL	หมายเหตุ
	m.	m.	ลิตร/วินาที	mm.			m.	m.	m.			
0+000										+ 35.764	+ 14.200	
0+100	100	100	15	150	140	0.0565	0.489	0.098	0.587	+ 35.177	+ 13.600	
0+200	200	100	15	150	140	0.0565	0.489	0.098	0.587	+ 34.590	+ 13.540	
0+300	300	100	15	150	140	0.0565	0.489	0.098	0.587	+ 34.003	+ 13.490	
0+400	400	100	15	150	140	0.0565	0.489	0.098	0.587	+ 33.416	+ 13.620	
0+460	460	60	15	150	140	0.0565	0.293	0.059	0.352	+ 33.064	+ 13.730	

H.G.L. สายที่ 7

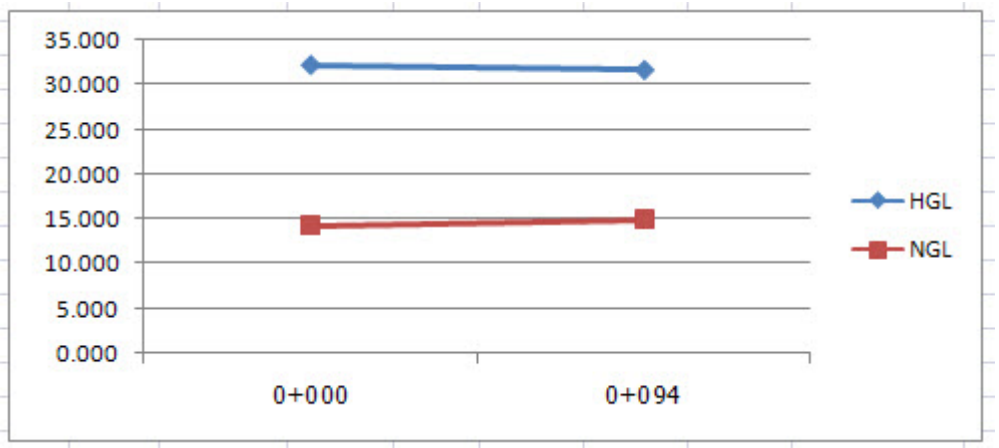


สายที่ 8

รายการคำนวณ ท่อส่งน้ำสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำบ้านตะโล๊ะสาลี สายที่ 8

Q=3.587x10^{-6}xCxD$^{2.63}$ xS$^{0.54}$						ประชากร	######	คน			C(PVC)=140-150				
S=(Q/(3.587x10^{-6}/C/D$^{2.63}$)$^{1/0.54}$						อัตราการใช้น้ำ	120	ลิตร/คน/วัน			C(เหล็ก)=120				
hf=Lx(Q/(3.587x10^{-6}/C/D$^{2.63}$)$^{1/0.54}$											H.G.L.เริ่มต้น	32.172			
S=hf/L	hf=SxL	hf=SxL by Hazen-Williams													
กม.	DIST	L	Q	D	C	S$^{0.54}$	hf	hL	Sum Headloss		HGL		NGL	หมายเหตุ	
	m.	m.	ลิตร/วินาที	mm.			m.	m.	m.						
0+000										+	32.172	+	14.280		
0+094	94	94	15	150	140	0.0565	0.459	0.092	0.551	+	31.621	+	14.910		

H.G.L. สายที่ 8

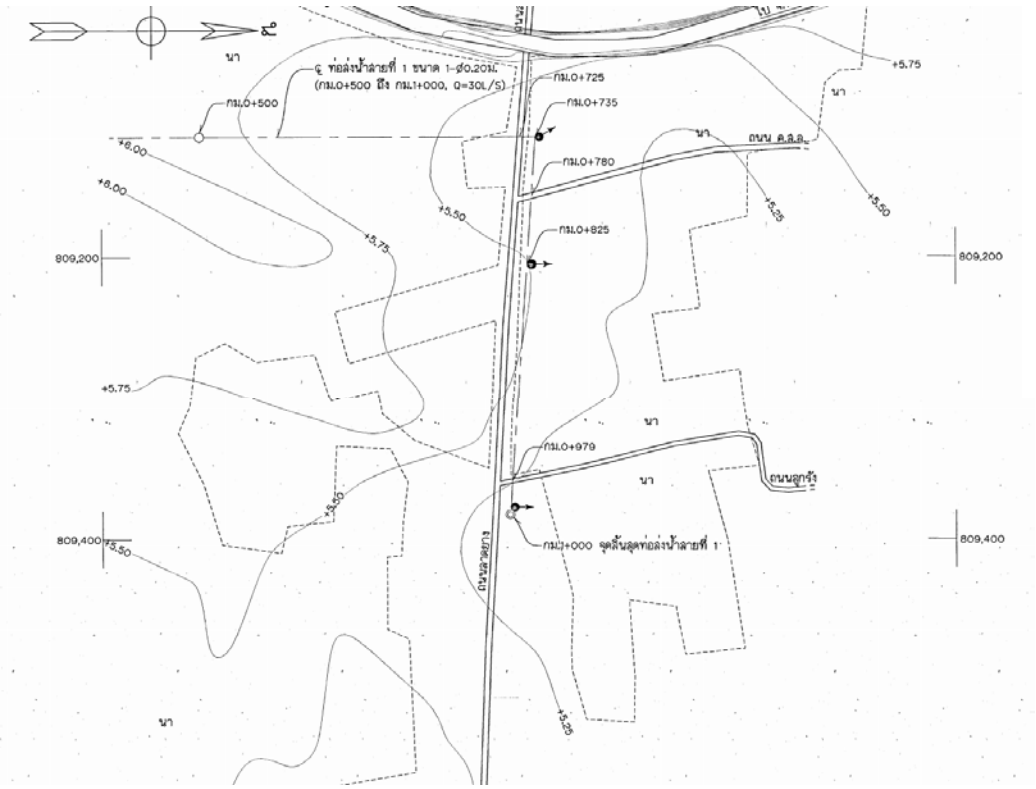


3. การกำหนดจุดจ่ายน้ำ

3.1 การกำหนดจุดจ่ายน้ำ ระยะ 300 เมตร สำหรับพื้นที่ 50 ไร่ โดยใช้จุดจ่ายน้ำ 4 นิ้ว



3.2 ทำการแบ่งแฉกส่งน้ำ โดยประมาณ 50 ไร่ ต่อ 1 จุด จ่ายน้ำ (300 เมตร)



ตัวอย่างการแบ่งแฉกส่งน้ำ

ภาคผนวก

เอกสารประกอบ
การขอจัดตั้งโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

ตัวอย่างคำขอโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า



ที่..... องค์การบริหารส่วนตำบล.....

.....

.....

วันที่.....

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์จัดตั้งโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

เรียน หัวหน้าโครงการชลประทาน.....

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. บันทึกคำยินยอมในการปฏิบัติตามข้อกำหนดการจัดตั้งโครงการสูบน้ำฯ จำนวน.....แผ่น

๒. ลายมือชื่อราษฎรในพื้นที่โครงการ จำนวน.....แผ่น

๓. ภายถ่ายพื้นที่จะขอจัดตั้งโครงการ จำนวน.....แผ่น

ด้วยองค์การบริหารส่วนตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด..... มีนโยบายส่งเสริมการเพาะปลูก (.....) ให้แก่ราษฎรในพื้นที่หมู่บ้าน..... หมู่ที่.....ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....ซึ่งมีราษฎรในโครงการประมาณ.....ครัวเรือน มีพื้นที่ทำการเพาะปลูกรวมประมาณ.....ไร่ มีแหล่งน้ำที่เหมาะสมคือ.....แต่ยังขาดเครื่องมือและอุปกรณ์สนับสนุน

ฉะนั้น เพื่อเป็นการยกระดับความเป็นอยู่ของราษฎรในพื้นที่หมู่บ้าน..... ให้ดีขึ้น ทางองค์การบริหารส่วนตำบล.....จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์สนับสนุนงบประมาณในการจัดตั้งโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า โดยใช้ระบบ.....ขึ้นที่หมู่ที่.....ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด..... จำนวน ๑ โครงการ ทั้งนี้องค์การบริหารส่วนตำบล.....และราษฎรในพื้นที่ยินดีปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กรมชลประทานกำหนด ดังรายละเอียดชื่อที่ได้กรอกลงในแบบฟอร์มแนบมาพร้อมนี้แล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(.....)

นายกองค์การบริหารส่วนตำบล.....

หนังสือรับรองที่จะปฏิบัติตามข้อกำหนด
การจัดตั้งโครงการชลประทานระบบท่อ
ประเภทเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าสำหรับไร่นา

ข้าพเจ้าผู้มีรายนามข้างท้ายนี้ ขอรับรองว่าจะปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไข ของข้อกำหนดในการจัดตั้งและดำเนินการโครงการชลประทานระบบท่อ ประเภทเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าสำหรับไร่นามีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ภาระหน้าที่ของกรมชลประทาน

๑. ก่อสร้างคลองส่งน้ำดาดคอนกรีต หรือระบบท่อส่งน้ำเพื่อส่งน้ำไปยังพื้นที่โครงการ

๒. จัดหา ติดตั้ง เครื่องสูบน้ำขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ประกอบเครื่องสูบน้ำ และติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำ พร้อมอุปกรณ์ไฟฟ้า

๓. ดำเนินการและว่าจ้างการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขยายเขตระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงสูง ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าและติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้า

๔. ประชาสัมพันธ์ เพื่อปลุกจิตสำนึกให้เกษตรกรและผู้นำชุมชนทราบ และรู้คุณค่าของ การอนุรักษ์ดินและน้ำ รวมทั้งการประหยัดการใช้น้ำ ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำระดับแปลงนาระดับโครงการและระดับลุ่มน้ำ

๕. จัดทำคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาสถานีสูบน้ำ พร้อมทั้งฝึกเจ้าหน้าที่ของเกษตรกรที่จะปฏิบัติงานในด้านนี้ในระยะแรก

๖. ให้คำปรึกษาและแนะนำทางด้านวิศวกรรมและบำรุงรักษาตามคำร้องขอของเกษตรกร

๗. กำหนดแผนการซ่อมแซมสถานีสูบน้ำให้กลุ่มเกษตรกรปฏิบัติ

ภาระหน้าที่ของเกษตรกร

๑. ราษฎรรวมกลุ่มกันร้องขอและลงนามยินยอมให้ดำเนินโครงการภายใต้ข้อกำหนดของกรมชลประทาน

๒. ในระหว่างก่อสร้างให้เกษตรกรรวมตัวเป็นกลุ่มผู้ใช้น้ำและยื่นเรื่องขอจัดตั้งเป็นสหกรณ์ผู้ใช้น้ำภายใน ๑ ปี หลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ

๓. ยอมให้ใช้ที่ดินบริเวณที่ดำเนินการก่อสร้างโครงการโดยไม่คิดค่าชดเชยที่ดินหรือค่าตอบแทนใดๆ และไม่เรียกร้องขอคืนภายหลังด้วยพร้อมลงลายมือชื่อในหนังสือยินยอมโอนกรรมสิทธิ์ให้ใช้ที่ดิน

๔. ต้องรับภาระค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการสูบน้ำในส่วนที่เป็นของเกษตรกรต้องรับผิดชอบทั้งหมด

๕. เป็นผู้บำรุงรักษาและซ่อมแซมคลองส่งน้ำ ท่อส่งน้ำ ให้อยู่ในสภาพที่ดีเสมอ

๖. พร้อมจะให้ความร่วมมือในการควบคุมการเปิด -ปิดระบบจ่ายน้ำเพื่อให้เกษตรกรผู้ใช้น้ำได้รับประโยชน์ทั่วไปถึงกันและรับคำแนะนำทางด้านวิชาการเกษตรเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น

ภาระหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.)

๑. รับมอบสถานีสูบน้ำทั้งโครงการและมิเตอร์ไฟฟ้า จากกรมชลประทานภายใน ๑ ปี หลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จ

๒. ดำเนินการจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำระหว่างการก่อสร้างและพัฒนาให้เป็นสหกรณ์ผู้ใช้น้ำภายใน ๑ ปี หลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จ

๓. ให้การสนับสนุนงบประมาณค่าใช้จ่ายภายหลังการรับมอบสถานีสูบน้ำไปบริหารงานดังนี้

- ค่าจ้างพนักงานสูบน้ำ
- ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา
- สมทบค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการสูบน้ำ

เพื่อเป็นหลักฐานยืนยัน ข้าพเจ้าทั้งหมดซึ่งเป็นผู้ใช้น้ำจากโครงการนี้ได้ลงนามไว้เป็นหลักฐานด้วยแล้ว

ลงนาม.....ผู้แทนเกษตรกร
(.....)

ลงนาม.....ผู้แทนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
(.....)

ลงนาม.....ผู้แทนกรมชลประทาน
(.....)

ลงนาม.....พยาน
(.....)

ลงนาม.....พยาน
(.....)

ลงนาม.....พยาน
(.....)

บัญชีรายชื่อเกษตรกรในการจัดตั้งโครงการชลประทาน สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าสำหรับไร่นา

ลำดับที่	ชื่อ – สกุล - ที่อยู่	เลขที่บัตรประชาชน/บัตรอื่น ๆ	ลายเซนต์	หมายเหตุ

หนังสือรับรองที่จะปฏิบัติตามข้อกำหนด
การจัดตั้งโครงการชลประทานระบบท่อ
ประเภทเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าสำหรับพืชสวน/ผลไม้

ข้าพเจ้าผู้มีรายนามข้างท้ายนี้ ขอรับรองว่าจะปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไข ของข้อกำหนดในการจัดตั้งและดำเนินการโครงการชลประทานระบบท่อ ประเภทเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าสำหรับพืชสวน/ผลไม้ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ภาระหน้าที่ของกรมชลประทาน

๑. จัดหาท่อส่งน้ำสายประธาน คิดเป็นค่าใช้จ่าย ๔๐% ของค่าก่อสร้างทั้งโครงการ

๒. กำกับ ดูแล ให้ข้อเสนอแนะในการก่อสร้างโครงการ การวางท่อส่งน้ำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำ รวมทั้งระบบสูบน้ำ ระบบไฟฟ้า

๓. ประชาสัมพันธ์ เพื่อปลุกจิตสำนึกให้เกษตรกรและผู้นำชุมชนทราบ และรู้คุณค่าของ การอนุรักษ์ดินและน้ำ รวมทั้งการประหยัดการใช้น้ำ ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำระดับแปลงนาระดับโครงการและระดับลุ่มน้ำ

๔. จัดทำคู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาสถานีสูบน้ำ พร้อมทั้งฝึกเจ้าหน้าที่ของเกษตรกรที่จะปฏิบัติงานในด้านนี้ในระยะแรก

๕. ให้คำปรึกษาและแนะนำทางด้านวิศวกรรมและบำรุงรักษาตามคำร้องขอของเกษตรกร

ภาระหน้าที่ของเกษตรกร

๑. ราษฎรรวมกลุ่มกันร้องขอและลงนามยินยอมให้ดำเนินโครงการภายใต้ข้อกำหนดของกรมชลประทาน

๒. เกษตรกรต้องสมบทค่าใช้จ่าย ๖๐% ของค่าก่อสร้างทั้งโครงการประกอบด้วย

* จัดหาแรงงานและรับผิดชอบดำเนินการวางท่อส่งน้ำ
* ติดต่อยื่นขอขยายเขตสายส่งไฟฟ้า ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า และติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าแรงต่ำพร้อมอุปกรณ์ไฟฟ้า จัดหาท่อสายซอย และท่อสายซอยย่อยเข้า สวนผลไม้ พร้อมทั้งอาจจะต้องจัดหาท่อส่งน้ำสายประธานบางส่วนที่รัฐไม่ได้จัดหาให้
* จัดหาเครื่องสูบน้ำขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ประกอบ ติดตั้งสายไฟฟ้าแรงต่ำพร้อมอุปกรณ์ไฟฟ้า จัดหาท่อสายซอย และท่อสายซอยย่อยเข้า สวนผลไม้ พร้อมทั้งอาจจะต้องจัดหาท่อส่งน้ำสายปรานบางส่วนที่รัฐไม่ได้จัดหาให้
* เกษตรกรจะต้องเป็นผู้ยินยอมให้ใช้ที่ดินสำหรับวางแนวท่อส่งน้ำ บริเวณที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ บ้านพักพนักงานสูบน้ำ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องของโครงการฯ นี้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายหรือค่าตอบแทนใด ๆ ทั้งสิ้น

๓. เกษตรกรผู้ใช้น้ำต้องรวมกันจัดตั้งเป็นนิติบุคคลในการดำเนินการบริหารโครงการ

๔. เกษตรกรผู้ใช้น้ำจะต้องจ่ายค่าไฟฟ้าในการสูบน้ำทั้งหมดและให้มีเงินเหลือสำหรับการบริหาร และบำรุงรักษาด้วย โดยให้มีการตั้งกองทุนของกลุ่มเกษตรกร ในวงเงินไม่น้อยกว่า ๒% ของงบประมาณค่าก่อสร้างเพื่อใช้เป็นค่าบริหารและบำรุงรักษา

๕. การบำรุงรักษาท่อส่งน้ำ ให้กลุ่มเกษตรกรเป็นผู้ดูแลรักษา และออกค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและบำรุงรักษาเอง

๖. การจ่ายน้ำให้เกษตรกร ให้กลุ่มเกษตรกรเป็นผู้ตกลงกันเองในรูปของกลุ่มผู้ใช้น้ำ เพื่อดำเนินการควบคุมเวลาปิด-เปิดท่อจ่ายน้ำ เพื่อให้เกษตรกรผู้ใช้น้ำทุกคนได้ใช้ประโยชน์ทั่วถึงกัน โดยกรมชลประทานจะเป็นผู้ให้คำแนะนำ

๗. ให้เกษตรกรที่เป็นเจ้าของที่ซึ่งท่อส่งน้ำผ่าน เป็นผู้รับผิดชอบความเสียหายใดๆ ที่เกิดขึ้นแก่ท่อส่งน้ำส่วนที่อยู่ในบริเวณที่ของเกษตรกร

๘. การเจาะท่อส่งน้ำภายหลังจากการก่อสร้างโครงการแล้วเสร็จ ต้องได้รับความยินยอมจากกรมชลประทานก่อน

๙. ผู้ร้องขอต้องลงลายมือชื่อในหนังสือรับรองที่จะปฏิบัติตามข้อกำหนดการจัดตั้งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าสำหรับพืชสวน/ผลไม้

เพื่อเป็นหลักฐานยืนยัน ข้าพเจ้าทั้งหมดซึ่งเป็นผู้ใช้น้ำจากโครงการนี้ ได้ลงนามไว้เป็นหลักฐานด้วยแล้ว

ลงนาม.....ผู้แทนเกษตรกร
(.....)

ลงนาม.....ผู้แทนองค์กรส่วนท้องถิ่น
(.....)

ลงนาม.....ผู้แทนกรมชลประทาน
(.....)

ลงนาม.....พยาน
(.....)

ลงนาม.....พยาน
(.....)

ลงนาม.....พยาน
(.....)

บัญชีรายชื่อเกษตรกรในการจัดตั้งโครงการชลประทาน สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าสำหรับพืชสวน/ผลไม้

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	เลขที่บัตรประชาชน/บัตรอื่น ๆ	ลายเซนต์	หมายเหตุ

หลักเกณฑ์ในการจัดเก็บค่าบริการโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

<u>การคำนวณและจัดทำรายการแสดงค่าบริการสูบน้ำ</u>

การเก็บเงินในโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า มี ๓ ประเภทด้วยกันคือ

๑. ค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการสูบน้ำ ที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเรียกเก็บจากหน่วยงานดำเนินโครงการ ในอัตรายูนิตละ ๑.๑๗ บาท (ยูนิต = กิโลวัตต์-ชั่วโมง)(ตามอัตราค่ากระแสไฟฟ้าล่าสุด)

๒. ค่าน้ำหรือค่ากระแสไฟฟ้าที่หน่วยงานดำเนินโครงการเรียกเก็บจากสหกรณ์ผู้ใช้น้ำในอัตรายูนิตละ ๐.๖๐ บาท

๓. ค่าบริการสูบน้ำที่ทางสหกรณ์ผู้ใช้น้ำเรียกเก็บจากผู้ใช้น้ำในอัตราต่อยูนิต ต่อชั่วโมงหรือต่อไร่ แล้วแต่ได้ตกลงกันไว้ในสหกรณ์ผู้ใช้น้ำนั้น ๆ

พนักงานสูบน้ำ มีหน้าที่ในการคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าในสองประเภทแรก โดยทำการคำนวณสรุป เป็นรายเดือนในแบบฟอร์ม บน.๕ แล้วส่งสำเนาไปให้ที่ทำการสหกรณ์ผู้ใช้น้ำ ๑ ชุด

สำหรับค่าบริการสูบน้ำในประเภทที่ ๓ หัวหน้ากลุ่มผู้ใช้น้ำมีหน้าที่ทำรายการแสดงค่าบริการสูบน้ำตามแบบฟอร์ม บน.๖

ถ้าเป็นการเก็บในอัตราต่อยูนิต หรือต่อชั่วโมงควรทำรายการทุกเดือน โดยตรวจสอบและดูรายละเอียดใน แบบฟอร์ม บน .๓ และแบบฟอร์ม บน .๔ แล้วสำเนาส่งให้ที่ทำการสหกรณ์ผู้ใช้น้ำ ๑ ชุด ต้นฉบับเก็บไว้สำหรับแจ้งและเรียกเก็บเงินจากสมาชิกผู้ใช้น้ำ

แนวทางการคำนวณค่าบริการสูบน้ำ

ในปัจจุบันการคิดค่าบริการสูบน้ำของสหกรณ์ผู้ใช้น้ำที่จะเรียกเก็บจากสมาชิกผู้ใช้น้ำมี ๓ วิธีด้วยกัน จะเลือกวิธีไหนอาจขึ้นอยู่กับ ฤดูกาล ชนิดพืชที่เพาะปลูก สภาพของระบบส่งน้ำ ระบบกระจายน้ำ พื้นที่ของโครงการและความต้องการของผู้ใช้น้ำ

การคิดค่าบริการสูบน้ำ ๓ วิธี มีดังนี้

๑) คิดคำนวณตามปริมาณยูนิตไฟฟ้า ที่อ่านจากมิเตอร์

โดยนำเอาข้อมูลที่บันทึกเป็นยูนิตไฟฟ้าของผู้ใช้น้ำแต่ละรายในแบบฟอร์ม บน .๕ มาคูณกับอัตราค่าบริการสูบน้ำที่ได้กำหนดขึ้น ซึ่งวิธีนี้ใช้ได้ทั้งฤดูนาปี และฤดูแล้ง (นาปรัง) การคำนวณทำได้ดังนี้คือ

ค่าบริการสูบน้ำ (บาท) = ยูนิตไฟฟ้า (ยูนิต) x อัตราค่าบริการสูบน้ำ (บาท/ยูนิต)

การคิดกำไร จะขึ้นอยู่กับอัตราค่าบริการสูบน้ำที่กำหนดขึ้นเอง ให้มีอัตราสูงกว่าอัตราค่ากระแสไฟฟ้าของทางราชการที่เรียกเก็บ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการบริหารการใช้น้ำที่จะเกิดขึ้นและการสะสมทุนเพื่อดำเนินกิจกรรมอื่นต่อเนื่อง

ตัวอย่าง ทางราชการเรียกเก็บอัตรายูนิตละ ๐.๖๐ บาท เฉลี่ยแล้วสหกรณ์จะมีค่าใช้จ่ายและต้องการเงินทุนสะสม รวมยูนิตละ ๐.๓๐ บาท ก็ให้กำหนดอัตราค่าบริการสูบน้ำยูนิตละ ๐.๖๐ + ๐.๓๐ บาท เท่ากับยูนิตละ ๐.๙๐ บาท

ถ้าในการเดินเครื่องสูบน้ำให้สมาชิก ใช้กระแสไฟฟ้า๒๐๐ ยูนิต สมาชิกจะต้องจ่ายค่าบริการสูบน้ำ ๒๐๐ x ๐.๙๐ บาท เท่ากับ ๑๘๐ บาท

๒) คิดคำนวณตามจำนวนชั่วโมงที่ขอใช้น้ำ

จากจำนวนชั่วโมงในใบขอใช้น้ำแบบฟอร์ม บน.๓ และแบบฟอร์ม บน .๔ และตรวจสอบกันที่ใช้จริงในแบบฟอร์ม บน.๕ นำจำนวนชั่วโมงที่ได้มาคูณกับอัตราค่าบริการสูบน้ำเป็นรายชั่วโมงที่กำหนดขึ้น ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งฤดูนาปีและฤดูแล้ง (นาปรัง) เช่นเดียวกับการคิดเป็นยูนิต แต่วิธีนี้จะสะดวกกว่าเนื่องจาก ไม่ต้องไปคอยอ่านมิเตอร์ไฟฟ้า

ในการกำหนดอัตราค่าบริการสูบน้ำเป็นรายชั่วโมง สามารถกำหนดได้โดยการคำนวณจำนวนยูนิตไฟฟ้าที่ใช้ในการเดินเครื่องสูบน้ำต่อชั่วโมง แล้วนำจำนวนยูนิตที่ได้คูณกับอัตราค่ากระแสไฟฟ้า อาจปรับอัตราค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่า อัตราค่ากระแสไฟฟ้าที่ทางราชการเรียกเก็บเช่นเดียวกับวิธีแรก เพื่อนำกำไรมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ของกลุ่มหรือสหกรณ์ต่อไป

อัตราค่าบริการสูบน้ำ ต่อชั่วโมง (บาท/ชั่วโมง)	=	**จำนวนยูนิตไฟฟ้าที่ใช้** ในการเดินเครื่องสูบน้ำ ต่อชั่วโมง (ยูนิต/ชั่วโมง)	x	**อัตราค่ากระแสไฟฟ้าต่อยูนิต** ที่ทางราชการเรียกเก็บบวก ด้วยอัตรากำไรต่อยูนิต (บาท/ยูนิต)

ตัวอย่าง สมมุติว่าการเดินเครื่องสูบน้ำเวลา ๑ ชั่วโมง ใช้กระแสไฟฟ้า ๑๕๐ ยูนิต อัตราค่ากระแสไฟฟ้าที่ทางราชการเรียกเก็บยูนิตละ ๐.๖๐ บาท สหกรณ์คิดค่าใช้จ่ายและเงินทุนสะสมรวม ๐.๓๐ บาท ดังนั้นอัตราค่ากระแสไฟฟ้าที่สหกรณ์เรียกเก็บยูนิตละ ๐.๖๐ + ๐.๓๐ เท่ากับ ๐.๙๐ บาท นำอัตรากระแสไฟฟ้าต่อยูนิตที่สหกรณ์กำหนดขึ้นไปคำนวณอัตราค่าบริการสูบน้ำต่อชั่วโมง โดยนำอัตราค่ากระแสไฟฟ้าต่อยูนิตไปคูณกับจำนวนยูนิตไฟฟ้าที่ใช้ใน ๑ ชั่วโมง ดังนี้ ๑๕๐ x ๐.๙๐ บาท เท่ากับ ๑๓๕ บาท อัตราค่าบริการสูบน้ำต่อชั่วโมงที่ได้คือ ๑๓๕ บาท

<u>สูตร การคิดค่าบริการสูบน้ำเมื่อกำหนดอัตราค่าบริการสูบน้ำต่อชั่วโมง</u>

ค่าบริการสูบน้ำ (บาท)	=	จำนวนชั่วโมงที่ใช้สูบน้ำ (ชั่วโมง)	x	อัตราค่าบริการสูบน้ำต่อชั่วโมง (บาท/ชั่วโมง)

ตัวอย่าง สมมุติว่า สมาชิกขอสูบน้ำเป็นเวลา ๓ ชั่วโมง และพนักงานสูบน้ำได้เดินเครื่องสูบน้ำ เป็นเวลา ๓ ชั่วโมง ตามที่สมาชิกขอใช้น้ำ ดังนั้น สมาชิกจะเสียค่าบริการสูบน้ำเป็นเงิน ๓ x ๑๓๕ บาท เท่ากับ ๔๐๕ บาท

๓) การคิดค่ากระแสไฟฟ้าตามจำนวนพื้นที่เพาะปลูก

วิธีนี้จะต้องคำนึงถึงปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิด ขณะเดียวกันต้องมีการควบคุมการใช้น้ำไม่ให้มากเกินไป เพราะจะทำให้อัตราค่าบริการสูบน้ำที่สหกรณ์เรียกเก็บไม่พอกับค่ากระแสไฟฟ้า ที่เกิดขึ้น จากการสูบน้ำ

ในฤดูนาปี การคิดค่ากระแสไฟฟ้าด้วยวิธีนี้ค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกมีน้ำฝนช่วย และไม่สามารถแยกได้ว่าพื้นที่ส่วนไหนใช้น้ำจากสถานีสูบน้ำ

ดังนั้นวิธีนี้จึงเหมาะสมที่จะใช้สำหรับฤดูแล้ง

การกำหนดอัตราการคิดค่าบริการสูบน้ำต่อไร่ในฤดูแล้งพิจารณาตามปริมาณการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดดังนี้ คือ

ปริมาณการใช้น้ำของข้าว ประมาณ ๑,๕๐๐ – ๒,๐๐๐ ม^{๓}/ไร่
ปริมาณการใช้น้ำของพืชไร่ ประมาณ ๘๐๐ – ๑,๕๐๐ ม^{๓}/ไร่

ทั้งนี้ การกำหนดอัตราค่าบริการสูบน้ำต่อไร่จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่ ชนิดดิน และชนิดพืชที่ปลูกสำหรับสถานีที่มีเครื่องสูบน้ำ จำนวน ๑ เครื่อง อาจประมาณได้ดังนี้

ข้าว ปริมาณใช้น้ำ ๑,๘๐๐ ม^{๓}/ไร่
คิดเป็นจำนวนชั่วโมงสูบน้ำ $\frac{๑,๘๐๐}{๙๐๐^{*}} = ๒.๐๐$ ม^{๓}/ไร่

อัตราค่าบริการสูบน้ำต่อไร่ (บาท/ไร่)	=	๒๐ (ชั่วโมง/ไร่)	x	อัตราค่าบริการสูบน้ำต่อชั่วโมง (บาท/ชั่วโมง)

ตัวอย่าง อัตราค่าบริการสูบน้ำต่อชั่วโมง ๑๓๕ บาท อัตราค่าบริการสูบน้ำต่อไร่ของข้าง จะเท่ากับ ๒x๑๓๕ บาท เท่ากับ ๒๗๐ บาทต่อไร่

พืชไร่ ปริมาณใช้น้ำ ๑,๒๐๐ ม^{๓}/ไร่
คิดเป็นจำนวนชั่วโมงสูบน้ำ $\frac{๑,๒๐๐}{๙๐๐^{*}} = ๑.๓๓$ ม^{๓}/ไร่

อัตราค่าบริการสูบน้ำต่อไร่ (บาท/ไร่)	=	๑.๓๓ (ชั่วโมง/ไร่)	x	อัตราค่าบริการสูบน้ำต่อชั่วโมง (บาท/ชั่วโมง)

ตัวอย่าง อัตราค่าบริการสูบน้ำต่อชั่วโมง ๑๓๕ บาท อัตราค่าบริการสูบน้ำต่อไร่ของพืชไร่จะเท่ากับ ๑.๓๓ x ๑๓๕ บาท เท่ากับ ๑๘๐ บาท

ดังนั้น สูตรการคำนวณค่าบริการสูบน้ำตามจำนวนพื้นที่การเพาะปลูก คือ

อัตราค่าบริการสูบน้ำ (บาท)	=	จำนวนพื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	x	อัตราค่าบริการสูบน้ำของพืชนั้น (บาท/ไร่)

.....

(* เครื่องสูบน้ำ (ปั้ม) สามารถสูบน้ำได้ ๙๐๐ ม๓ ในหนึ่งชั่วโมง)

ตัวอย่าง สมมุติว่าสมาชิกปลูกข้าว จำนวน ๒๐ ไร่ สหกรณ์คิดค่าบริการสูบน้ำต่อไร่ของข้าว ไร่ละ ๒๗๐ บาท ดังนั้น สมาชิกจะต้องจ่ายค่าบริการสูบน้ำในฤดูกาลนั้น ๒๐ x ๒๗๐ บาท เท่ากับ ๕,๔๐๐ บาท

ตัวอย่าง สมมุติว่าสมาชิกปลูกพืชไร่ จำนวน ๒๐ ไร่ สหกรณ์คิดค่าบริการสูบน้ำต่อไร่ของพืช ไร่ละ ๑๘๐ บาท ดังนั้น สมาชิกจะต้องจ่ายค่าบริการสูบน้ำในฤดูกาลนั้น ๒๐ x ๑๘๐ บาท เท่ากับ ๓,๖๐๐ บาท

การเก็บเงินค่าบริการสูบน้ำ

หัวหน้ากลุ่ม มีหน้าที่ตามเก็บค่าบริการสูบน้ำจากสมาชิกตามรายการแสดงค่าบริการสูบน้ำ (บน.๖) ส่งให้ประธานสหกรณ์ เมื่อได้รับค่าบริการแล้วให้ออกใบเสร็จรับเงินด้วยทุกครั้งแล้วบันทึกหมายเลขใบเสร็จรับ เงินลงในช่องสุดท้ายของแบบฟอร์ม บน.๖

การเรียกเก็บค่าบริการสูบน้ำ ทางสหกรณ์ควรกำหนดเวลาให้เสร็จสิ้นก่อนวันนำเงินไปจ่ายให้แก่องค์กรที่ดูแลและรับผิดชอบสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้านั้นๆ ดังนี้

ฤดูนาปี	เก็บให้เสร็จสิ้นก่อนวันที่ ๕ ของเดือนถัดไป
ฤดูนาปรัง	เก็บให้เสร็จสิ้นก่อนการวางแผนของฤดูนาปีที่จะถึง

ตรวจสอบและซ่อมแซมเมื่อการทำงานไม่ปกติ

<u>๑ สาเหตุของปัญหาและอาการที่เกิดกับเครื่องสูบน้ำ</u>

๑. ไม่ได้เติมน้ำก่อนเดินเครื่องสูบน้ำหรือไม่มีน้ำในห้องสูบ
๒. ในห้องสูบหรือท่อดูดมีน้ำไม่เต็ม
๓. ระยะดูดยก (Suction Lift)
๔. NPSHa น้อยกว่า NPSHr
๕. มีฟองน้ำอากาศหรือก๊าซในของเหลวมากเกินไป
๖. มีโพรงอากาศ (Air Pocket) ในท่อดูด
๗. ท่อดูดรั้วทำให้อากาศเข้าไปในท่อได้
๘. อากาศรั่วเข้าไปในห้องสูบผ่านตลับอัดกันรั่ว (Stuffing Box)
๙. ฟุตวาล์วเล็กเกินไป
๑๐. ฟุตวาล์วเล็กเกินไป
๑๑.ปลายท่อดูดอยู่ต่ำจากผิวของของเหลวไม่มากพอ
๑๒. ปะเก็นเชือก หรือ Mechanical Seal ชำรุดทำให้เข้าไปในห้องสูบ

๑๓. ขนาดของกันรั่วผิด
๑๔. ความเร็วต่ำเกินไป
๑๕. ความเร็วสูงเกินไป
๑๖. ใบพัดหมุนผิดทาง
๑๗. เฮดรวมของระบบสูงกว่าเฮดของเครื่องสูบที่ออกแบบไว้
๑๘. เฮดรวมของระบบต่ำกว่าเฮดของเครื่องสูบที่ออกแบบไว้
๑๙. ความถ่วงจำเพาะของเหลวต่างจากที่ได้ออกแบบไว้
๒๐. ความหนืด (Viscosity) ของของเหลวต่างจากที่ได้ออกแบบไว้
๒๑. ให้เครื่องสูบน้ำทำงานร่วมกันแบบขนานอย่างไม่เหมาะสม
๒๒. ให้เครื่องสูบน้ำทำงานร่วมกันแบบอนุกรมอย่างไม่เหมาะสม
๒๓. มีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปติดในใบพัด
๒๔. เพลาของเครื่องสูบและมอเตอร์ไม่ได้ศูนย์
๒๕. แท่นเครื่องสูบน้ำและมอเตอร์หลวมคลอน
๒๖. เพลาคด
๒๗. ชิ้นส่วนที่หมุนบดกับชิ้นส่วนที่อยู่กับพื้นที่
๒๘. แบริ่ง (Bearing) ลึก
๒๙. แวริ่ง – ริง (Wwarung Ring) ลึกมาก
๓๐. ใบพัดชำรุด
๓๑. ปะเก็นเชือกของห้องสูบชำรุด
๓๒. เพลาหรือปลอกเพลาชำรุดที่กันรั่ว
๓๓. ติดตั้งปะเก็นเชือกไม่ถูกต้อง
๓๔. ประเภทของประเก็นไม่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
๓๕. เพลาหมุนไม่ได้ศูนย์เนื่องจากแบริ่งชำรุด
๓๖. ใบพัดหรือชิ้นส่วนที่หมุนอื่น ๆ ไม่สมดุล
๓๗. การหล่อลื่นปะเก็นเชือกและแบริ่งน้อยเกินไป
๓๘. ไม่มีการระบายความร้อนของปะเก็นเชือก กรณีระบายความร้อนด้วยน้ำ
๓๙. ช่องว่างระหว่างเพลากับเรือนเครื่องสูบแน่นจนเกินไป
๔๐. มีสิ่งสกปรกเข้าไปทำให้เกิดการสึกหรอบนเพลาหรือปลอกเพลา
๔๑. มีแรงกดดันมากเกินไปโดยมีสาเหตุมาจากการชำรุดของชิ้นส่วนภายใน หรือการชำรุดของอุปกรณ์ควบคุมความสมดุลของแรงดันของเหลว
๔๒. มีไขหรือน้ำมันหล่อลื่นในช่วงติดตั้งแบริ่งหรือตลับลูกปืนมากเกินไป หรือมีการระบายความร้อนไม่ดีจึงมีอุณหภูมิสูง
๔๓. ขาดวัสดุหล่อลื่น
๔๔. ติดตั้งแบริ่งไม่ถูกต้อง ใช้ขนาดแบริ่งไม่เหมาะสม ลูกปืนแตกหรือชำรุด
๔๕. มีสิ่งสกปรกเข้าไปในตลับลูกปืน
๔๖. สนิมขึ้นในตลับลูกปืนเนื่องจากน้ำรั่วเข้าไป
๔๗. อุณหภูมิของที่สูบเย็นมากทำให้ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำในช่องตลับลูกปืน

๒ ปัญหาการทำงานและอาการที่เกิดกับเครื่องสูบน้ำจากสาเหตุต่างๆ

ปัญหาที่เกิดในการทำงานของเครื่องสูบน้ำแบ่งออกเป็น ๑๐ ประเด็นหลัก แต่ส่วนมากแล้วมักเกิดจากสาเหตุทางด้านท่อดูดและวาล์วต่างๆ ซึ่งรายละเอียดของปัญหาและการตรวจสอบเพื่อแก้ไขมีดังนี้

ปัญหาและสาเหตุของปัญหา

ปัญหา	สาเหตุ
๑. เครื่องสูบน้ำไม่จ่ายน้ำ	๑,๒,๓,๔,๖,๑๑,๑๔,๑๖,๑๗,๒๒,๒๓
๒. เครื่องสูบน้ำให้จ่ายน้ำออกมาน้อย	๒,๓,๔,๕,๖,๗,๘,๙,๑๐,๑๑,๑๔,๑๗,๒๐,๒๒,๒๓,๒๙,๓๐,๓๑
๓. เครื่องสูบน้ำให้แรงดันน้ำน้อยเริ่มจ่ายน้ำแล้วหยุดจ่าย	๕,๑๔,๑๖,๑๗,๒๐,๒๒,๒๙,๓๑
	๒,๓,๕,๖,๘,๑๑,๑๒,๑๓
๔. เครื่องสูบน้ำต้องการกำลังมากผิดปกติ	๑๕,๑๖,๑๗,๑๘,๑๙,๒๐,๒๓,๒๔,๒๖,๒๗,๒๙,๓๓,๓๔,๓๗
๕. Stuffing Box รั่วมากผิดปกติ	๑๓,๒๔,๒๖,๓๒,๓๓,๓๔,๓๕,๓๖,๓๘,๔๐
๖. อายุการใช้งานของปะเก็นเชือกสั้นผิดปกติ	๑๒,๑๓,๒๔,๒๖,๒๘,๓๒,๓๓,๓๔,๓๕,๓๖,๓๗,๓๘,๓๙,๔๐
๗. เครื่องสูบน้ำสั่นหรือมีเสียงดังมาก	๒,๓,๔,๙,๑๐,๑๑,๒๑,๒๓,๒๔,๒๕,๒๖,๒๗,๒๘,๓๐,๓๕,๓๖,
	๔๑,๔๒,๔๓,๔๔,๔๕,๔๖,๔๗
	๒๔,๒๖,๒๗,๒๘,๓๕,๒๖,๔๑,๔๒,๔๓,๔๔,๔๕,๔๖,๔๗
๘. อายุการการใช้งานแบริ่งสั้นผิดปกติ เครื่องสูบน้ำร้อนจัดเวลาทำงานหรือหมุนผิดปกติ	๑,๔,๒๑,๒๒,๒๔,๒๗,๒๘,๓๕,๔๑

๓ การตรวจดูเครื่องสูบน้ำและเครื่องมอเตอร์ไฟฟ้า

๑. การตรวจดูเครื่องสูบน้ำ

ตารางที่๑ การตรวจดูเครื่องสูบน้ำ

ช่วงเวลา	ข้อควรตรวจ	ข้อสังเกต
ทุกวัน	๑. กรวดน้ำรั่ว เครื่องสูบมีเสียงดังและมีการสั่นเกิดขึ้น	ยอมให้มีน้ำรั่วได้ ๑ หยด ใน ๑ วินาที
	๒. ตรวจอุณหภูมิที่รองลื่นรับเพลา	ไม่ควรเกินอุณหภูมิปกติบวกอีก ๔๐ องศาเซลเซียส
	๓. ตรวจเชือกอัดแกลนด์ (Seal)	
ทุกเดือน	๑. ตรวจน้ำมันหล่อลื่น รองลื่นรับเพลา	ระดับน้ำมันต้องได้ระดับ
	๒. ตรวจเชือกอัดแกลนด์ (Seal)	ตรวจการสึกหรอแล้วไม่สึกหรอมาก
ทุก ๖ เดือน	ตรวจเปลี่ยนน้ำมันหล่อรื่นรองลื่น	ตรวจระดับน้ำมันให้ได้ระดับ
	ตรวจเปลี่ยนผ้าอัดแกลนด์ขันน๊อตให้แน่น	ตรวจความแน่นที่ผ้าอัดแกลนด์อย่าให้แน่นเกินไป
	ตรวจอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ	

ช่วงเวลา	ข้อควรตรวจ	ข้อสังเกต
ทุกปี	ตรวจซ่อมบำรุงใหญ่	ตรวจการสึกหรอของชิ้นส่วนที่เบียดกันได้และตรวจการผุกร่อน กัดกร่อน ของส่วนที่เปียกน้ำอย่างละเอียด

๒. การตรวจดูเครื่องมอเตอร์ไฟฟ้า

ตารางที่ ๒ การตรวจเครื่องมอเตอร์ไฟฟ้า

ข้อควรตรวจ	ข้อสังเกต
๑. ระดับเสียงและการสั่นสะเทือนของเครื่อง ๒. ระดับอุณหภูมิของตุ๊กตารับเพลา	ไม่เกินระดับปกติ ไม่ควรเกินอุณหภูมิปกติบวกอีก ๔๐ องศาเซลเซียส
การเคลื่อนไปของแปลนพ่วงแหวนเลื่อน	เฉพาะมอเตอร์แบบแกนหุนพันด้วยสายไฟเท่านั้น
๑. น้ำมันหล่อรื่นรองลื่นรับเพลา ๒. ความต้านทานของเครื่องป้องกันไฟรั่ว ๓. ตรวจสอบเครื่องป้องกันต่างๆ	ตรวจระดับน้ำมัน ควรเป็น lm สำหรับ ๖๐๐ V หรือน้อยกว่า ๓m เมื่อมากกว่า ๖๐๐ V
ตรวจและเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นรองลื่น	ตรวจระดับหลังเปลี่ยน



ระเบียบกรมชลประทาน
ว่าด้วยการใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่เพื่อช่วยเหลือ
ในการเพาะปลูกและการอื่น
พ.ศ.2544

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงระเบียบว่าด้วยการสูบน้ำช่วยเหลือชาวนา (ฉบับแก้ไข ปี พ.ศ. 2520) ลงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2520 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น อธิบดีกรมชลประทาน โดยความเห็นชอบของส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง กรมการปกครอง สำนักงบประมาณ กรมส่งเสริมการเกษตร และกรมส่งเสริมสหกรณ์ ออกระเบียบเกี่ยวกับการใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ไว้ดังต่อไปนี้.-

ข้อ 1. ระเบียบนี้เรียกว่าระเบียบกรมชลประทานว่าด้วยการใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่เพื่อช่วยเหลือในการเพาะปลูกและการอื่น พ.ศ. 2544

ข้อ 2. ระเบียบนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2544 เป็นต้นไป

ข้อ 3. ให้ยกเลิกระเบียบว่าด้วยการใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่เพื่อช่วยเหลือในการเพาะปลูก และการอื่น พ.ศ. 2520 ลงวันที่ 31 สิงหาคม 2520

ข้อ 4. ให้ใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ได้ในกรณีดังต่อไปนี้

(1) การสูบน้ำช่วยเหลือการทำนาปีหรือพืชไร่ในฤดูฝน

(2) การสูบน้ำช่วยเหลือการทำนาปรังหรือพืชไร่ในฤดูแล้ง

(3) การสูบน้ำช่วยเหลือการเพาะปลูกขดเชยนาปี หรือพืชไร่ที่ได้รับความเสียหายจากภัยธรรมชาติ หรือภัยพิบัติอื่น

(4) การสูบน้ำช่วยเหลือน้ำท่วม

(5) การสูบน้ำช่วยเหลือการอุปโภคหรือบริโภค

(6) การสูบน้ำช่วยเหลือเพื่อการหนึ่งการใด หรือที่ไม่เข้าเกณฑ์ตามที่ระบุไว้ในระเบียบนี้ ตามที่อธิบดีกรมชลประทานมีคำสั่งเป็นกรณีพิเศษตามที่เห็นสมควร

ข้อ 5. การใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ในกรณีตาม (1) ถึง (5) แห่งข้อ 4 นั้น ให้พิจารณาและถือปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

(1) การสูบน้ำช่วยเหลือการทำนาปีหรือพืชไร่ในฤดูฝน จะใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ได้ต่อเมื่อ

(ก) นานั้นเป็นนาที่มีต้นข้าวหรือแปลงกล้าที่มีต้นข้าว หรือพื้นที่เพาะพืชไร่ที่มีต้นพืชอยู่แล้ว ซึ่งต้นข้าวหรือต้นพืชนั้นกำลังขาดแคลนน้ำจนเข้าขีดอันตราย และนาหรือพื้นที่ดังกล่าวมีจำนวนพื้นที่ติดต่อเป็นผืนเดียวกันไม่น้อยกว่าสามร้อยไร่

(ข) นานั้นเป็นนาที่ราษฎรไม่สามารถจะไถหว่านปักดำเพื่อทำนาปีได้ เนื่องจากขาดแคลนน้ำในระยะต้นเดือนสิงหาคมเป็นต้นไป สำหรับทุกจังหวัด เว้นแต่จังหวัดภาคใต้ฝั่งตะวันออก ตั้งแต่จังหวัดสุราษฎร์ธานีลงไป จะต้องขาดแคลนน้ำในระยะต้นเดือนพฤศจิกายน และนาดังกล่าวมีจำนวนพื้นที่ติดต่อกันเป็นผืนเดียวกันไม่น้อยกว่าสามร้อยไร่

(2) การสูบน้ำช่วยเหลือการทำนาปรังหรือพืชไร่ในฤดูแล้ง จะใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ได้ต่อเมื่อพื้นที่นั้นเป็นพื้นที่ที่ทำนาปรัง (นาครั้งที่สอง) หรือพื้นที่ที่เพาะพืชไร่ในฤดูแล้ง และพื้นที่ดังกล่าวมีจำนวนพื้นที่ติดต่อกันเป็นผืนเดียวกันไม่น้อยกว่าสามร้อยไร่

(3) การสูบน้ำช่วยเหลือการเพาะปลูกชดเชยนาปี หรือพืชไร่ที่ได้รับความเสียหายจากภัยธรรมชาติหรือภัยพิบัติอื่น จะใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ได้ต่อเมื่อพื้นที่นาหรือพื้นที่พืชไร่ซึ่งเพาะปลูกต้นข้าวหรือต้นพืชไว้ประสบความเสียหาย และราษฎรประสงค์จะทำนาหรือเพาะปลูกพืชไร่ขึ้นใหม่ในที่นาหรือพื้นที่นั้นเพื่อชดเชยความเสียหายที่เกิดขึ้นในปีนั้น และพื้นที่ดังกล่าวมีจำนวนพื้นที่ติดต่อกันเป็นผืนเดียวกันไม่น้อยกว่าสามร้อยไร่

(4) การสูบน้ำช่วยเหลือน้ำท่วม และเพื่อสาธารณประโยชน์ จะใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ได้ต่อเมื่อพื้นที่นั้นเป็นพื้นที่ที่มีต้นข้าวหรือต้นพืชไร่และต้นผลไม้ถูกน้ำท่วม และพื้นที่ดังกล่าวมีจำนวนพื้นที่ติดต่อกันเป็นผืนเดียวกันไม่น้อยกว่าสามร้อยไร่

(5) การสูบน้ำช่วยเหลือการอุปโภคหรือบริโภค จะใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ได้ต่อเมื่อเป็นการสูบน้ำช่วยเหลือแหล่งชุมชน เพื่อราษฎรส่วนรวม

ข้อ 6. ราษฎรกลุ่มใดซึ่งประสงค์จะให้ทางราชการให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับการสูบน้ำตามระเบียบที่กำหนดไว้ในข้อ 4 ให้ยื่นคำร้องขอความช่วยเหลือต่อองค์การบริหารส่วนตำบล หรืออำเภอ หรือจังหวัด หรือยื่นคำร้องโดยตรงต่อเจ้าหน้าที่ชลประทานจังหวัด หรือเจ้าหน้าที่ชลประทานอื่นที่ที่นาหรือพื้นที่ หรือชุมชนนั้นอยู่ในท้องที่อำเภอ จังหวัด หรือ เขตชลประทาน หรือหน่วยงานชลประทานนั้น

เมื่อได้รับคำร้องขอตามวรรคหนึ่งแล้ว ให้องค์การบริหารส่วนตำบล หรืออำเภอ หรือจังหวัด หรือเจ้าหน้าที่ชลประทานแล้วแต่กรณี ทำรายงานบันทึกความเห็นและชี้แจงข้อเท็จจริงโดยละเอียดในเรื่องดังต่อไปนี้ ให้โครงการชลประทานในพื้นที่ทราบทันที โดยทางวิทยุ และรายงานเป็นหนังสือโดยรีบด่วนด้วย

(1) คำร้องขออยู่ในเกณฑ์ตามข้อ 5 หรือไม่

(2) นา พื้นที่ไร่ หรือชุมชน ตั้งอยู่ในท้องที่ หมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด เขตชลประทาน หรือ หน่วยงานชลประทานใด มีจำนวนเท่าใด มีพื้นที่ตกกล้า - ปักดำ จำนวนเท่าใด

(3) ระบุชื่อเจ้าหน้าที่ฝ่ายปกครองและฝ่ายชลประทาน ซึ่งเป็นผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในท้องที่ ตาม (2)

(4) แหล่งน้ำที่ใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่มีลักษณะอย่างใด ระบุชื่อแหล่งน้ำ ถ้ามี แจ้งปริมาณน้ำว่ามีเพียงพอหรือไม่ จุดที่จะตั้งเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ได้มีระดับสูงกว่าระดับน้ำเท่าใด ทำแผนผังสังเขปแสดงที่ตั้งเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ได้เท่าที่เห็นควร

(5) สภาพต้นข้าว หรือต้นพืช แล้วแต่กรณี มีขนาดสูงเท่าใด จะรอการช่วยเหลือได้ในระยะเวลาเท่าใด

ข้อ 7. เมื่อได้รับรายงานตามข้อ 6 ว่า คำร้องขออยู่ในเกณฑ์ตามข้อ 5 แล้วให้อธิบดีกรมชลประทาน หรือผู้ซึ่งได้รับมอบหมายจากอธิบดีกรมชลประทาน มีคำสั่งให้จัดส่งเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ไปยังท้องที่ที่มีคำร้องขอโดยรีบด่วน โดยแจ้งให้อำเภอและตำบลแห่งท้องที่นั้นจัดส่งเจ้าหน้าที่ของตนไปดำเนินงานร่วมกับเจ้าหน้าที่ของกรมชลประทาน เพื่อแนะนำหรือเรียกร้อง

ให้ราษฎรผู้ที่จะได้รับประโยชน์มาให้ความร่วมมือช่วยเหลือและป้องกันการแย่งน้ำจากที่สูบ และเพื่อจัดแบ่งน้ำนั้นให้ทั่วถึงกันทุก ๆ แปลง ภายในระยะเวลาอันสมควร

ข้อ 8. ให้ทางอำเภอเป็นผู้จัดทำประกาศไว้ล่วงหน้า เพื่อให้ราษฎรได้ทราบทั่วถึงกันว่าในกรณีที่ทางราชการให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับการใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ในท้องที่ใด ให้ราษฎรซึ่งได้รับประโยชน์จากการช่วยเหลือดังกล่าวจากทางราชการในท้องที่นั้นมีหน้าที่พึงปฏิบัติโดยไม่เรียกร้องค่าตอบแทนใด ๆ ทั้งสิ้น ดังต่อไปนี้

(1) ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการนำเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ไปติดตั้งยังจุดที่ตั้งหรือท่าสูบ ตลอดจนการโยกย้าย ไปติดตั้งที่ท่าสูบอื่น ตามแผนผังที่กำหนด

(2) ช่วยดำเนินการขนส่งและดำเนินการติดตั้งเครื่องอุปกรณ์ในการติดตั้ง และช่วยดำเนินการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น

(3) ปรับพื้นที่ตั้งเครื่องสูบน้ำ ขุดร่องน้ำ ทำคันดิน และทำทำนบปิดกั้นน้ำ ทั้งนี้ เพื่อให้น้ำที่สูบได้ไหลไปสู่แปลงนาทุกแปลงได้โดยสะดวกทั่วถึงจนถึงแปลงนาสุดท้าย และป้องกันมิให้น้ำรั่วไหลทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์

(4) ช่วยดำเนินการอื่นตามคำสั่งของเจ้าหน้าที่ของทางราชการ ที่มีคำสั่งให้ปฏิบัติเนื่องจากการใช้เครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่

ข้อ 9. ในกรณีที่ได้ดำเนินการติดตั้งเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่แล้ว ถ้าเจ้าหน้าที่ฝ่ายชลประทานและเจ้าหน้าที่ฝ่ายปกครองแห่งท้องที่นั้นเห็นชอบร่วมกันว่า สมควรโยกย้ายที่ตั้งเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ไปติดตั้งที่ท่าสูบอื่น หรือที่แห่งอื่นเพื่อให้ได้ประโยชน์ในการสูบน้ำยิ่งขึ้น ก็ให้เจ้าหน้าที่ฝ่ายชลประทานมีอำนาจสั่งดำเนินการได้โดยไม่ต้องขออนุมัติจากกรมชลประทาน แต่ต้องรายงานการเปลี่ยนแปลงนั้นให้กรมชลประทานทราบด้วย

ข้อ 10. เพื่อประโยชน์ในการจัดสรรค่าใช้จ่าย เพื่อปฏิบัติตามระเบียบนี้ ให้ถือปฏิบัติดังต่อไปนี้.-

(1) กรมชลประทานเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด สำหรับกรณีการสูบน้ำช่วยเหลือการทำนาปี หรือพืชไร่ในฤดูฝน กรณีการสูบน้ำช่วยเหลือ

การเพาะปลูกชดเชยนาปี หรือพืชไร่ที่ได้รับความเสียหายจากภัยธรรมชาติหรือภัยพิบัติอื่น กรณีการสูบน้ำช่วยเหลือน้ำท่วมที่มีพื้นที่ที่มีต้นข้าวหรือต้นพืชไร่ถูกน้ำท่วมไม่น้อยกว่าสามร้อยไร่ และกรณีที่อธิบดีกรมชลประทานมีคำสั่งเป็นกรณีพิเศษ

(2) กรมชลประทานเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเฉพาะน้ำมันหล่อลื่น ค่าแรงงาน และค่าเบี้ยเลี้ยงของเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ได้ สำหรับกรณีการสูบน้ำช่วยเหลือนาปรัง หรือพืชไร่ในฤดูแล้ง กรณีการสูบน้ำช่วยเหลือน้ำท่วมแหล่งชุมชนหรือสถานที่ราชการ กรณีการสูบน้ำช่วยเหลือการอุปโภคหรือบริโภค

ค่าใช้จ่ายอื่นที่ไม่ได้ระบุไว้ในวรรคหนึ่ง ให้ราษฎรกลุ่มที่ร้องขอและที่ได้รับประโยชน์ในท้องที่นั้น หรือส่วนราชการหรือหน่วยงานที่ได้รับประโยชน์ในท้องที่นั้น เป็นผู้รับผิดชอบในค่าใช้จ่ายนั้น ๆ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น

แต่ถ้ามีการใช้เครื่องสูบน้ำเกินเจ็ดวัน สำหรับกรณีการสูบน้ำช่วยเหลือในที่ราชการหรือสถานที่ที่อยู่ในหน่วยงานของส่วนราชการที่มีงบประมาณค่าใช้จ่ายเพื่อการนี้อยู่ ให้ส่วนราชการที่ได้รับประโยชน์จากการใช้เครื่องสูบน้ำนี้ ดำเนินการจัดสรรค่าใช้จ่ายชดเชยงบประมาณของกรมชลประทานตามความเหมาะสมที่ตกลงกันระหว่างส่วนราชการนั้นกับกรมชลประทาน

(3) กรุงเทพมหานครเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด สำหรับกรณีการสูบน้ำช่วยเหลือน้ำท่วม เพื่อบรรเทาสภาพน้ำท่วมในเขตกรุงเทพมหานคร

(4) ส่วนราชการซึ่งเป็นเจ้าของหรือผู้ครอบครองเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่ไม่ได้เป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายทั้งหมด สำหรับกรณีส่วนราชการนั้นให้การสูบน้ำช่วยเหลือราษฎรตามกรณีหนึ่งกรณีใด ที่ระบุไว้ในข้อ 4

(5) กลุ่มราษฎรที่ร้องขอเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด สำหรับกรณีที่ไม่เข้าเกณฑ์ตามข้อ 5 ในกรณีหนึ่งกรณีใด และอธิบดีกรมชลประทาน

ได้มีคำสั่งเป็นพิเศษตามที่กลุ่มราษฎรได้ร้องขอว่าจะเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด

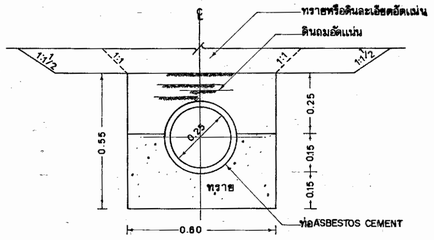
ระเบียบใดที่ขัดหรือแย้งกับระเบียบฉบับนี้ หรือมีข้อความตรงกับระเบียบฉบับนี้ให้ใช้ระเบียบฉบับนี้แทน

ประกาศ ณ วันที่ ๒๘ กันยายน พ.ศ. 2544

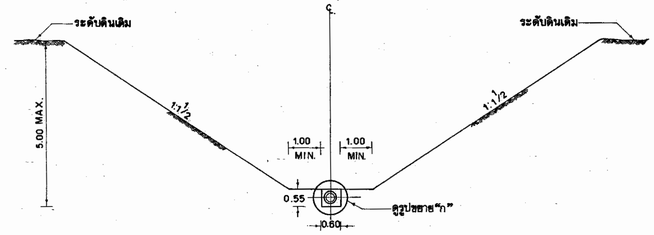
(นายกิจจา ผลภาษี)
อธิบดีกรมชลประทาน

แบบประกอบ

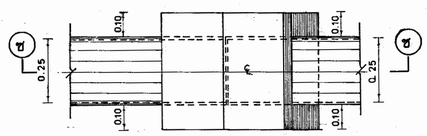
ลำดับ	รายการ	หมายเลขแบบ
1	มาตรฐานการต่อท่อ วางท่อ	70124
2	มาตรฐานตอม่อรับท่อส่งน้ำ	76197
3	มาตรฐานระบบส่งน้ำและระบายน้ำ	มฐ 03-03-001
4	มาตรฐานงานระบบท่อส่งน้ำ	มฐ 03-03-002
5	มาตรฐานระบบส่งน้ำและระบายน้ำ AIR VALVE	มฐ 03-03-003
6	มาตรฐาน BLOWOFF	79532
7	ท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก	มฐย-2-002
8	รายละเอียดประกอบท่อคอนกรีต	มฐย-2-004



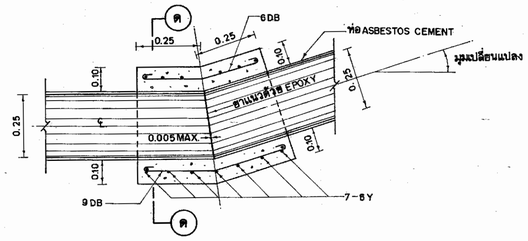
รูปขยาย"ก"



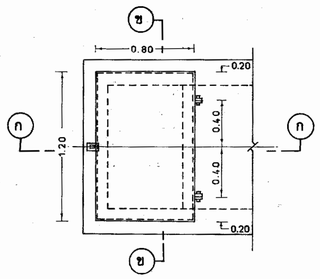
รูปตัดแสดงการวางท่อ



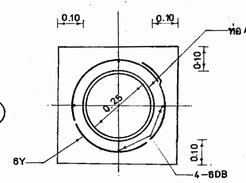
แปลนแสดงการต่อท่อ



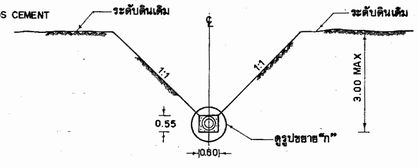
รูปตัด ช–ช



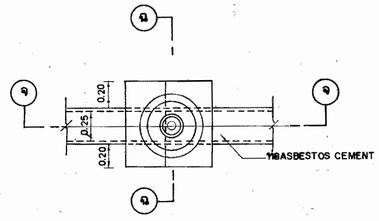
ฝาเหล็กปิด MAN HOLE



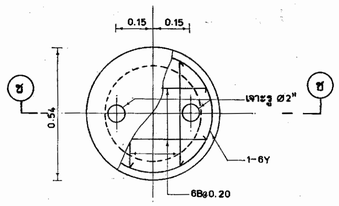
รูปตัด ค – ค



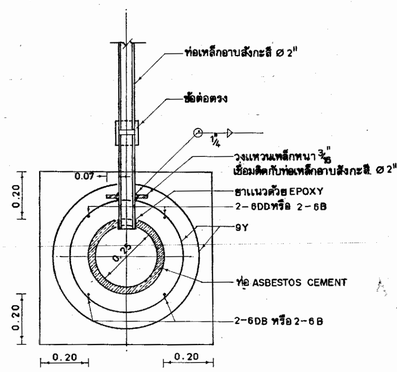
รูปตัดแสดงการวางท่อ



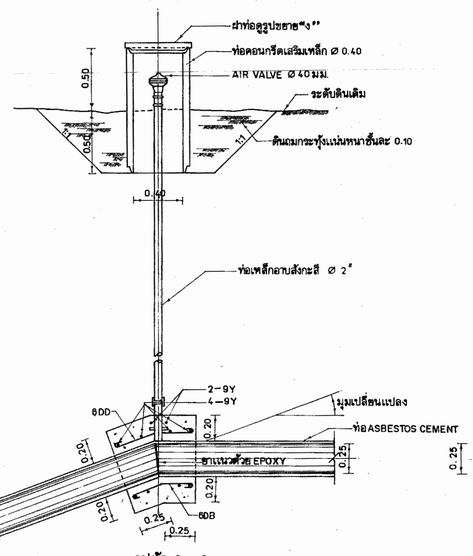
แปลนแสดงการติดตั้ง AIR VALVE



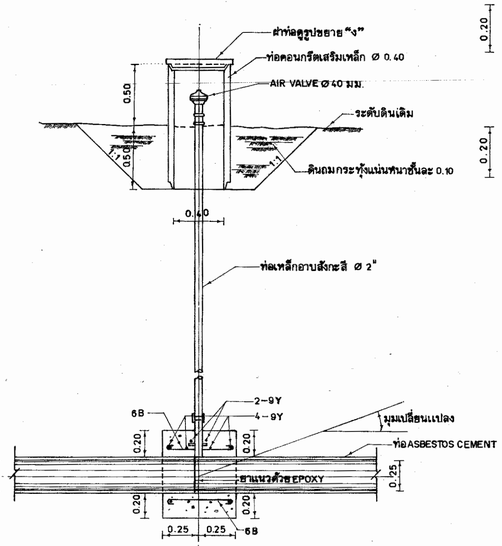
รูปขยาย "ง"



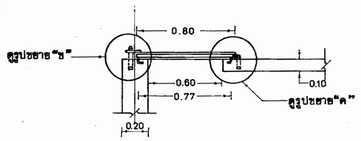
รูปตัด ฉ – ฉ



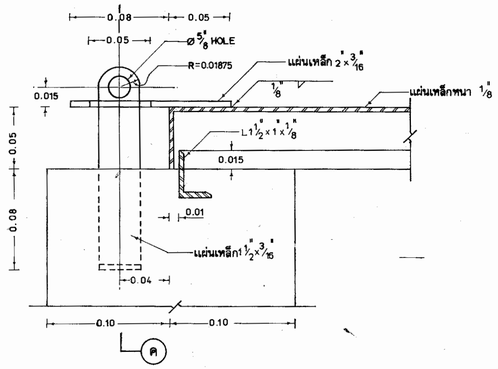
รูปตัด จ – จ
แบบที่ 1



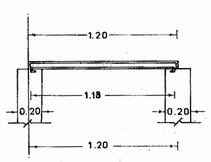
รูปตัด จ – จ
แบบที่ 2



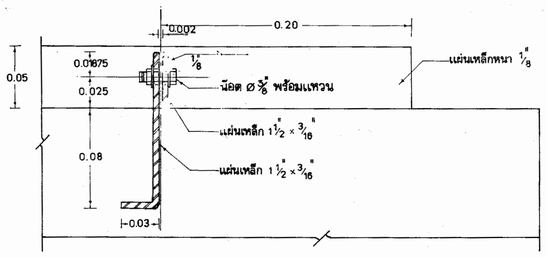
รูปตัด ก – ก



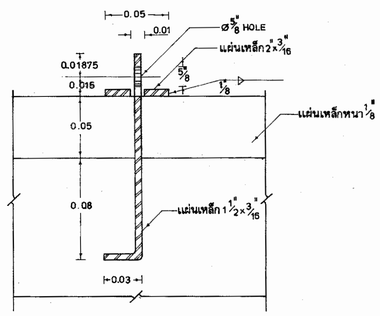
รูปขยาย "ข"



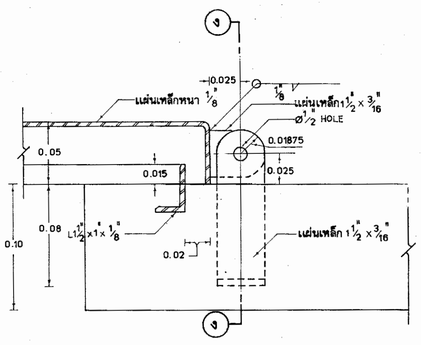
รูปตัด ช – ช



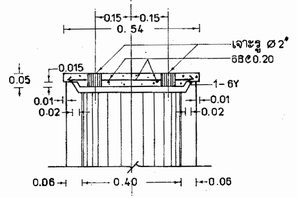
รูปตัด ง – ง



รูปตัด ค – ค



รูปขยาย"ค"



รูปตัด ช–ช

หมายเหตุ

1. ระดับ (รทก.หรือ รสม.) และมิติต่างๆ กำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ขนาดของเหล็กเสริมกำหนดไว้เป็นมิลลิเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
3. คอนกรีตรับแรงกดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 175 กก./ซม.² โดยการทดสอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอก Ø 15×30 ซม. เมื่ออายุได้ 28 วัน
4. เหล็กเสริมใช้เหล็กเส้นกลม(ROUND BARS) ชั้นคุณภาพSR.24 ตามมาตรฐาน มอก.20 – 2524
5. คอนกรีตหุ้มเหล็กให้ระยะระหว่างผิวเหล็กถึงผิวคอนกรีต ด้านที่ติดกับแบบให้ได้ 4 ซม. และด้านที่ติดกับดินหรือสิ่งให้ได้ 6 ซม. นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
6. ลบมุม 2 ซม. ทุกแห่งที่ผิวคอนกรีตเปิด
7. การติดตั้ง AIR VALVE จะต้องให้ศูนย์กลางของ AIR VALVE อยู่ในแนวดิ่ง

โครงการชลประทานขนาดเล็ก

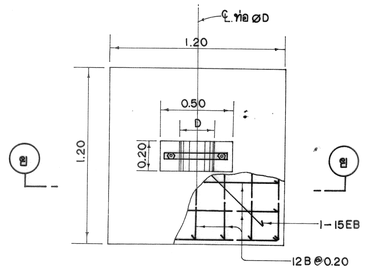
ปี พ.ศ.2526

มาตรฐานการต่อท่อ วางท่อ

ฝาเหล็กปิด MAN HOLE และการติดตั้ง AIR VALVE

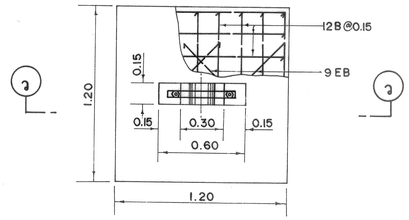
ออกแบบ		เสนอ	
เรียน		ผ่าน	
ลอก		เห็นชอบ	
ตรวจ		อนุมัติ	
งานออกแบบ ฝ่ายวิศวกรรม สำนักงานชลประทานที่ 12		1 กย.2528 วันที่	00044

ลอกจากแบบ กองออกแบบ งานออกแบบชลประทาน 12. เลขที่ 7012 4 18 ส.ค. 26



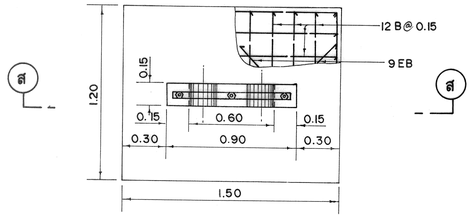
แปลน

มาตราส่วน 1 : 20



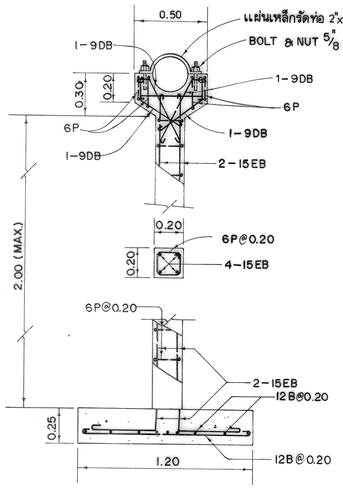
แปลน

มาตราส่วน 1 : 20



แปลน

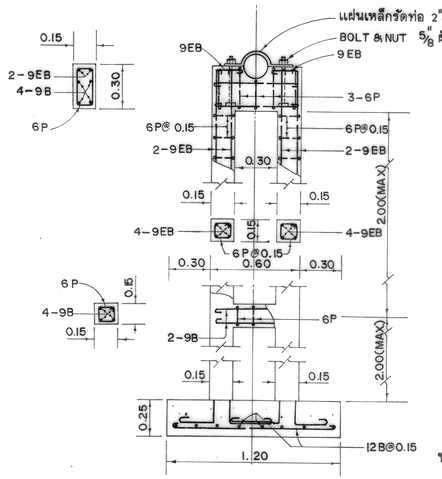
มาตราส่วน 1 : 20



รูปตัด ย — ย

มาตราส่วน 1 : 20

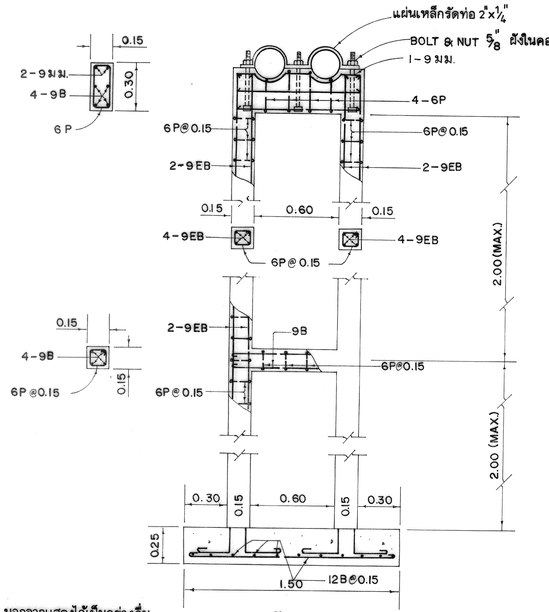
ตอม่อรับท่อ แบบที่ 1



รูปตัด ว — ว

มาตราส่วน 1 : 20

ตอม่อรับท่อ แบบที่ 2



รูปตัด ส — ส

มาตราส่วน 1 : 20

ตอม่อรับท่อ แบบที่ 3

หมายเหตุ

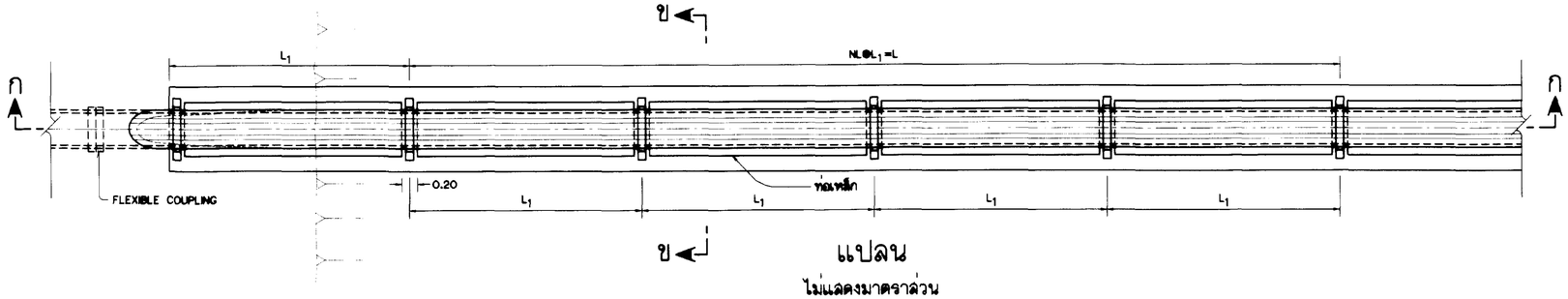
1. ขนาดเหล็กเสริมกำหนดไว้เป็นมิลลิเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. คอนกรีตรับแรงกดสูงสุดได้ ไม่น้อยกว่า 175 กก/ซม.^{2} โดยการทดสอบแท่นคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอก Ø 15×30 ซม. เมื่ออายุได้ 28 วัน
3. เหล็กเสริมใช้เหล็กเส้นกลม(ROUND BARS) ชั้นคุณภาพ SR.24 ตามมาตรฐาน มอก. 20- 2524
4. คอนกรีตหุ้มเหล็กให้ระยะห่างระหว่างผิวเหล็กกับผิวคอนกรีตด้านที่ติดกับแบบใช้ 4 ซม. นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
5. ลบมุม 2 ซม. ทุกแห่งที่ผิวคอนกรีตเปิด
6. ฐานรากต้องฝังดินลึกอย่างน้อย 1.00 เมตร และดินฐานรากจะต้องรับน้ำหนักได้ 6 ตัน/ม.^{2}
7. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่ใช้ไม่เกิน 0.30 ม.

ลอกจากแบบ กองออกแบบ กรมชลประทาน เลขที่ 76197
วันที่ 7 ส.ค. 2527

โครงการชลประทานขนาดเล็ก
ปี พ.ศ. 2527
มาตรฐานตอม่อรับท่อส่งน้ำ
แสดงรายละเอียด และการเสริมเหล็ก

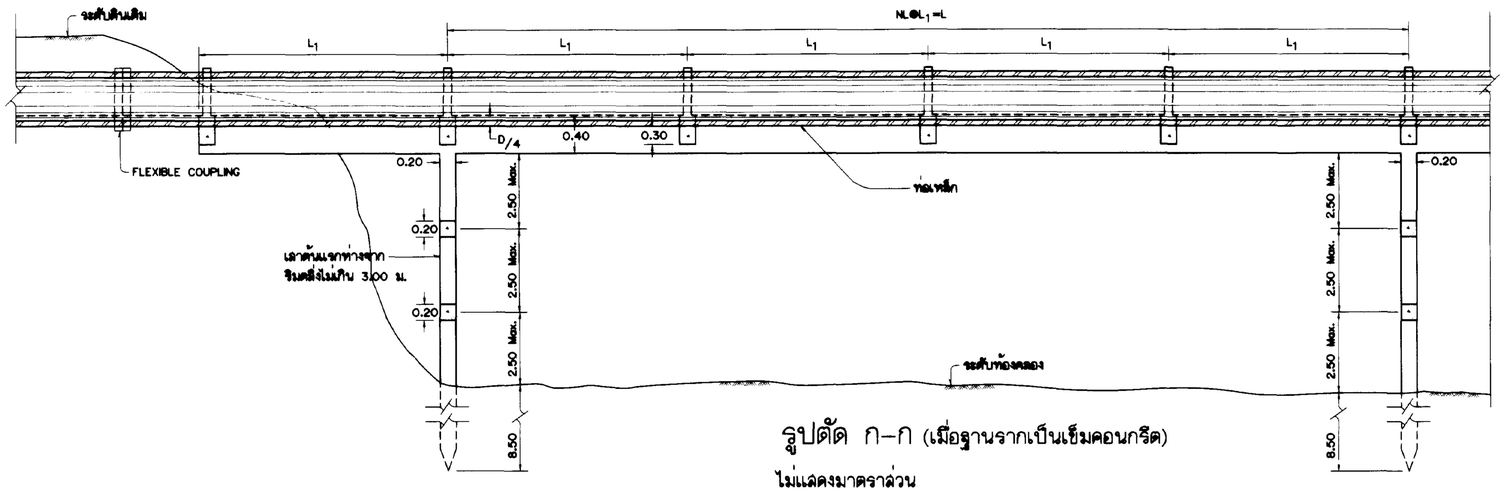
ออกแบบ		เสนอ	
เขียน		ผ่าน	
ลอก		เห็นชอบ	
ตรวจ		อนุมัติ	
งานออกแบบ ฝ่ายวิศวกรรม สำนักงานชลประทานที่ 12		พ.ย. 2528 วันที่	00049

มฐ03-03-001



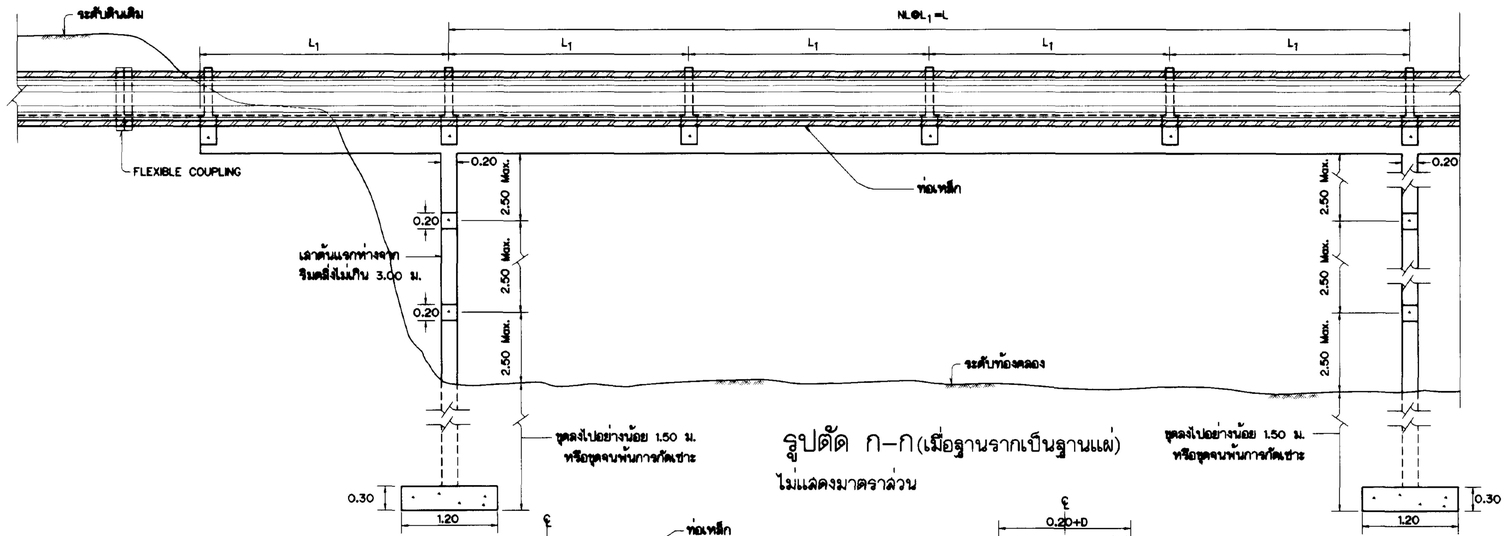
แปลน

ไม่แสดงมาตราส่วน



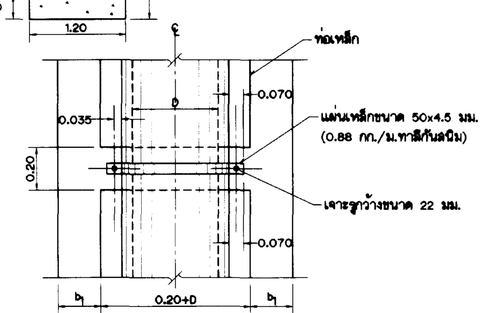
รูปตัด ก–ก (เมื่อฐานรากเป็นเข็มคอนกรีต)

ไม่แสดงมาตราส่วน



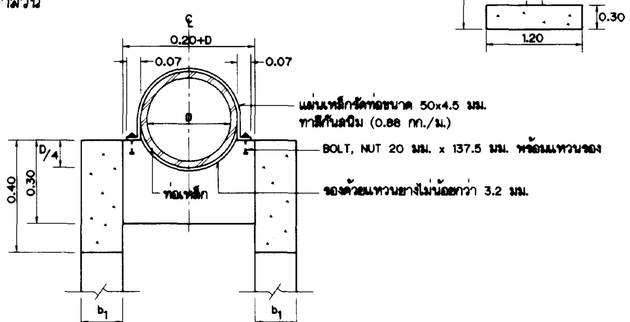
รูปตัด ก–ก(เมื่อฐานรากเป็นฐานแผ่)

ไม่แสดงมาตราส่วน



แสดงเหล็กรัดท่อ

ไม่แสดงมาตราส่วน



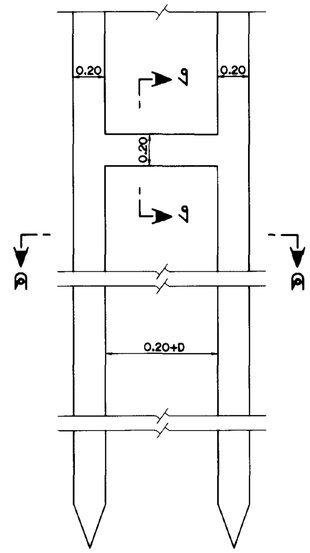
รองด้วยแหวนยางไม่น้อยกว่า 3.2 มม.

รูปตัด ข–ข

ไม่แสดงมาตราส่วน

ตารางแสดง มิติต่างๆของตอม่อรับท่อลงน้ำ

ขนาดท่อ (เมตร)	b_1 (เมตร)	L_1 (เมตร)	NL	L (เมตร)	หมายเหตุ
<0.40	0.20	2.50	4	10.00	
0.50	0.20	3.00	2	6.00	



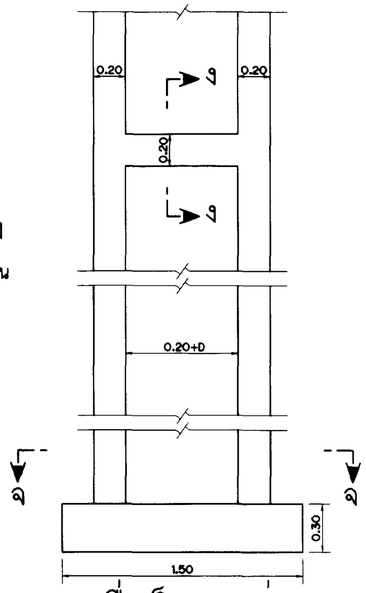
เมื่อเป็นเข็ม ค.ส.ล.

ไม่แสดงมาตราส่วน



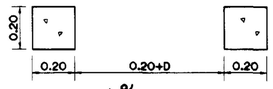
รูปตัด ง–ง

ไม่แสดงมาตราส่วน



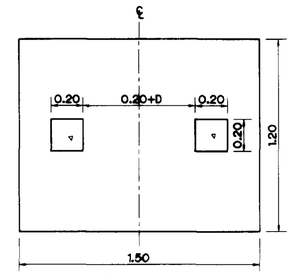
เมื่อเป็นฐานแผ่

ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด ค–ค

ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด จ–จ

ไม่แสดงมาตราส่วน

หมายเหตุ

1. มิติต่างๆ กำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. คอนกรีตต้องรับแรงกดดูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 175 กก./ซม.^{2} โดยการทดสอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอก ø 15x30 ซม. เมื่ออายุได้ 28 วัน
3. ถ้าฐานรากเป็นเสาเข็ม เข็มแต่ละต้นต้องรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่า 5 ตัน หรือลอกลึกกว่าดินเดิมไม่น้อยกว่า 8.50 ม.
4. ฐานแผ่นฐานรากต้องรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่า 5 ตัน/ม.^{2}
5. การที่จะใช้ฐานรากเป็นเข็มหรือฐานแผ่ ให้อยู่ในดุลยพินิจของนายช่างผู้ควบคุมโครงการ
6. มาตรฐานตอม่อรับท่อลงน้ำชิ้นนี้ออกแบบสำหรับความลึกของดินที่ท้องคลองมีความลึกมากกว่า 2.50 ม.
7. ลบมุมอาคารส่วนที่มองเห็นได้ 2 ซม. นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
8. ในกรณีที่ใช้ตอม่อรับท่อลงน้ำเกิน 3 ช่วงเสา ต้องมี EXPANSION JOINT
9. สำหรับท่อเหล็กท่อนแรกนี้ ให้ทาด้วยวัสดุกันสนิมด้านนอก และเคลือบด้วยวัสดุกันสนิมที่ไม่เป็นอันตรายต่อคุณภาพ เมื่อน้ำผ่านสารนี้ที่ผิวดินในท่อ

แบบประกอบ

1. แบบแสดง รายละเอียดการเสริมเหล็ก ดูแบบหมายเลข มฐ03-03-002

กรมชลประทาน

แบบมาตรฐาน

ระบบส่งน้ำและระบายน้ำ

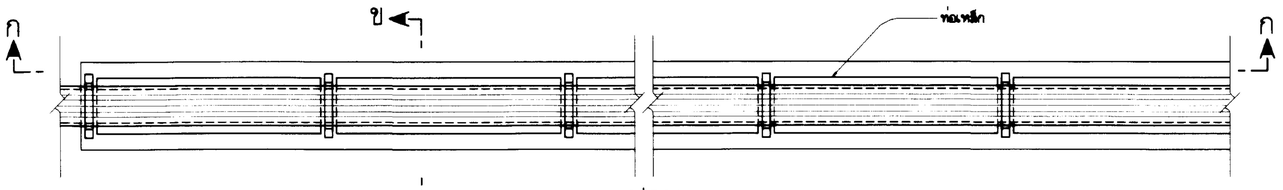
ตอม่อรับท่อลงน้ำ

แสดง แบบ และรูปตัดทั่วไป

ออกแบบ	คณะทำงานฯ 3	เสนอ		มช.อบ.
เขียน	นายประเสริฐ จอนแจ้ง	ตรวจ		มส.อบ.
ลอก	นายชาติศิริ โสภาพ	เห็นชอบ		วธว.
ตรวจ	คณะทำงานฯ 3	อนุมัติ		อธช.

คณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานฯ กรมชลประทาน วันที่ 3 พ.ค. 47

มฐ03-03-001

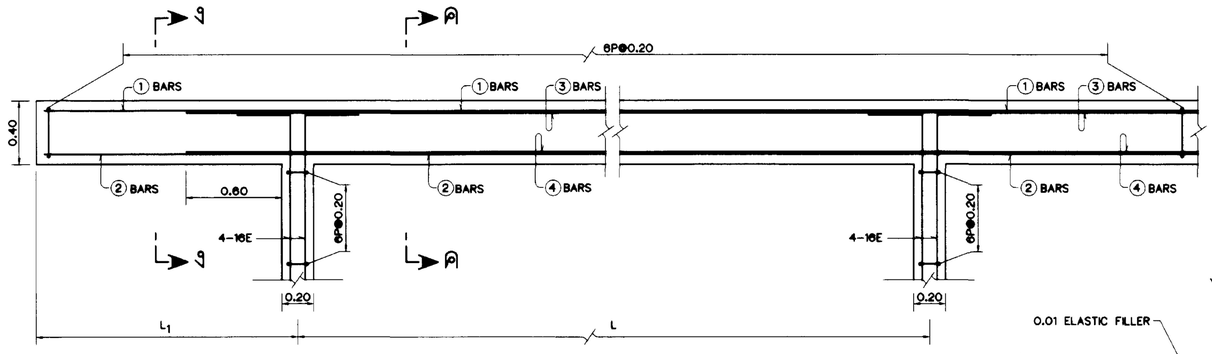


แปลน

ไม่แสดงมาตราส่วน

ตารางแสดง รายละเอียดเหล็กเสริมของตอม่อรับท่อส่งน้ำ

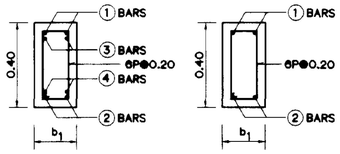
ขนาดท่อ (เมตร)	รายละเอียดเหล็กเสริม				หมายเหตุ
	①BARS	②BARS	③BARS	④BARS	
<0.40	2-20ø	2-20ø	2-16ø	2-16ø	
0.50	2-20ø	2-16ø	-	-	



รูปตัด ก-ก

(แสดงการเสริมเหล็กคานยึดเฉลาตามยาว)

ไม่แสดงมาตราส่วน

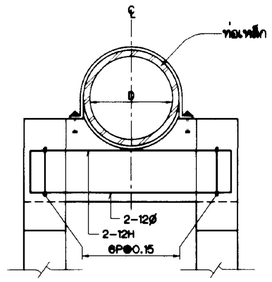


รูปตัด ค-ค

ไม่แสดงมาตราส่วน

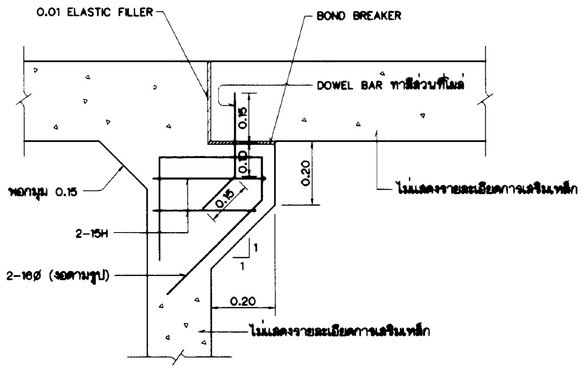
รูปตัด ง-ง

ไม่แสดงมาตราส่วน



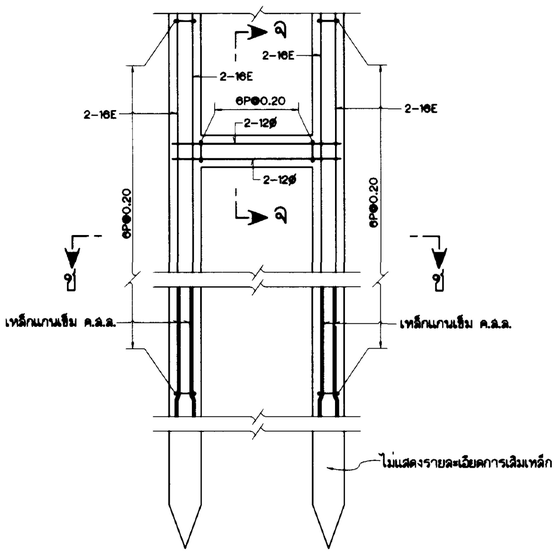
รูปตัด ข-ข

ไม่แสดงมาตราส่วน



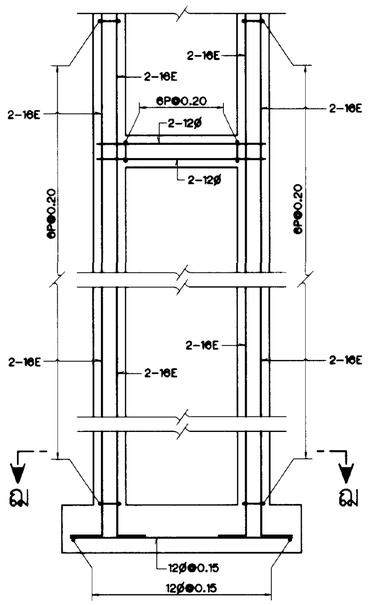
รูปขยาย EXPANSION JOINT

ไม่แสดงมาตราส่วน



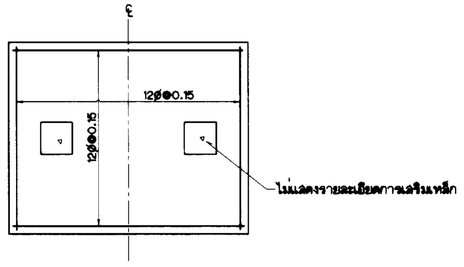
เมื่อเป็นเข็ม ค.ส.ล.

ไม่แสดงมาตราส่วน



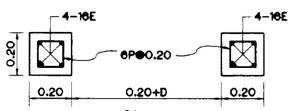
เมื่อเป็นฐานแผ่

ไม่แสดงมาตราส่วน



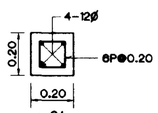
รูปตัด ฌ-ฌ

ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด ช-ช

ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด จ-จ

ไม่แสดงมาตราส่วน

หมายเหตุ

1. มิติต่างๆ กำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ขนาดของเหล็กเสริมกำหนดไว้เป็นมิลลิเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
3. เหล็กเสริมใช้เหล็กเส้นกลม (ROUND BARS) ชั้นคุณภาพ SR-24 ตามมาตรฐาน มอก.20-2524 และเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ชั้นคุณภาพ SD30 ตามมาตรฐาน มอก.24-2527 เหล็กเสริมขนาด 10 มม. ขึ้นไปให้ใช้เหล็กข้ออ้อย
4. คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมให้เป็นไปตามเกณฑ์ ดังนี้
   4.1 เหล็กเสริมชั้นเดียว ถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่นให้วางตรงที่กลางความหนา
   4.2 เหล็กเสริมสองชั้น ระยะระหว่างผิวเหล็กถึงผิวคอนกรีตที่ติดกับแบบให้ใช้ 4 ซม. และถ้าติดกับดินหรือหินให้ใช้ 8 ซม. นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
5. การต่อเหล็กเสริมโดยวิธีทาบ (LAPPED SPLICES) ถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่นให้เป็นไปตามเกณฑ์ ดังนี้
   5.1 เหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ให้วางทาบกันไม่น้อยกว่า 36 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็ก โดยปลายไม่ต้องงอขอมาตรฐาน
   5.2 เหล็กเส้นกลม (ROUND BARS) ให้วางทาบกันไม่น้อยกว่า 48 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็ก โดยปลายงอขอมาตรฐาน

แบบประกอบ

1. แบบแปลน และรูปตัดทั่วไป ดูแบบหมายเลข มฐ03-03-001

กรมชลประทาน

แบบมาตรฐาน

งานระบบท่อส่งน้ำ

ตอม่อรับท่อส่งน้ำ

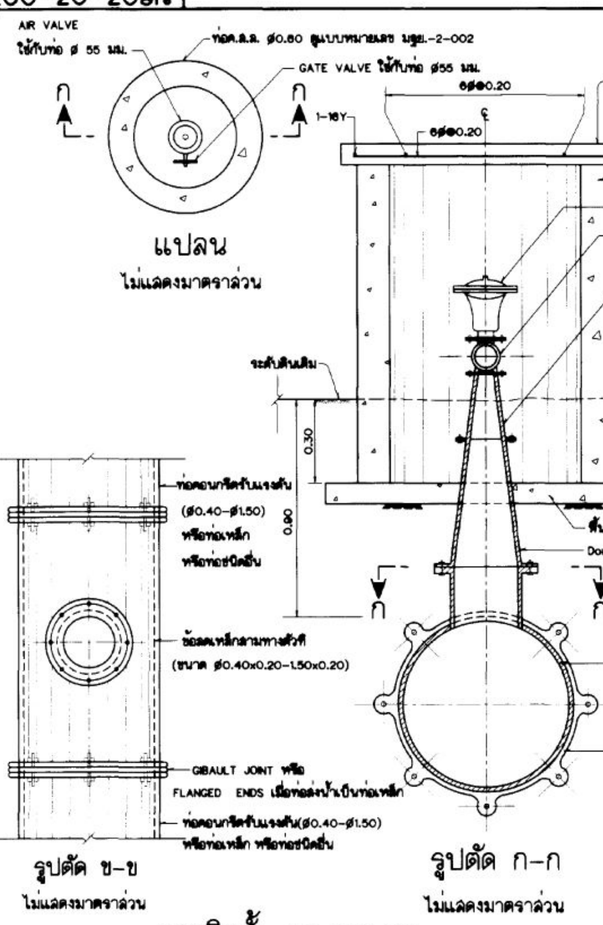
แสดง รายละเอียดการเสริมเหล็ก

ออกแบบ	คณะทำงานฯ 3	เสนอ		มชพ.อบ
เขียน	นายปรเมศวร์ จอนแจ้ง	ผ่าน		มส.อบ.
ลอก	นายบริพัตร ไล้ทอง	เห็นชอบ		รอว.
ตรวจ	คณะทำงานฯ 3	อนุมัติ		ออช.

คณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานฯ กรมชลประทาน 3 พ.ค. 47 วันที่

มฐ03-03-002

มอก.03-03-003

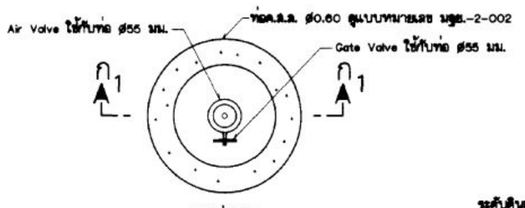


แปลน
ไม่แสดงมาตราส่วน

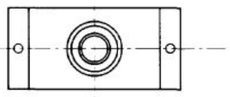
รูปตัด ข–ข
ไม่แสดงมาตราส่วน

รูปตัด ก–ก
ไม่แสดงมาตราส่วน

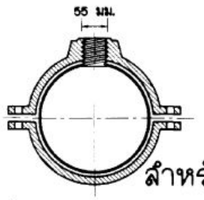
การติดตั้ง AIR VALVE สำหรับท่อเหล็กทุกขนาด



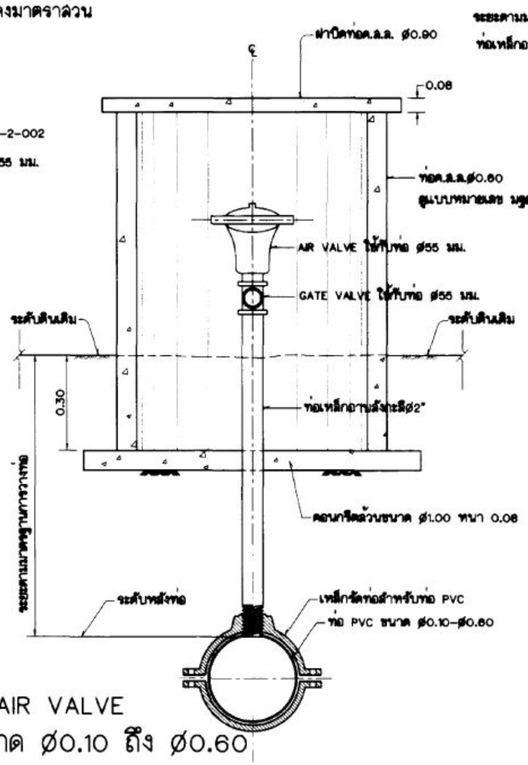
แปลน
ไม่แสดงมาตราส่วน



แปลน
ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัดทั่วไปสำหรับเหล็กรัดท่อ
ไม่แสดงมาตราส่วน



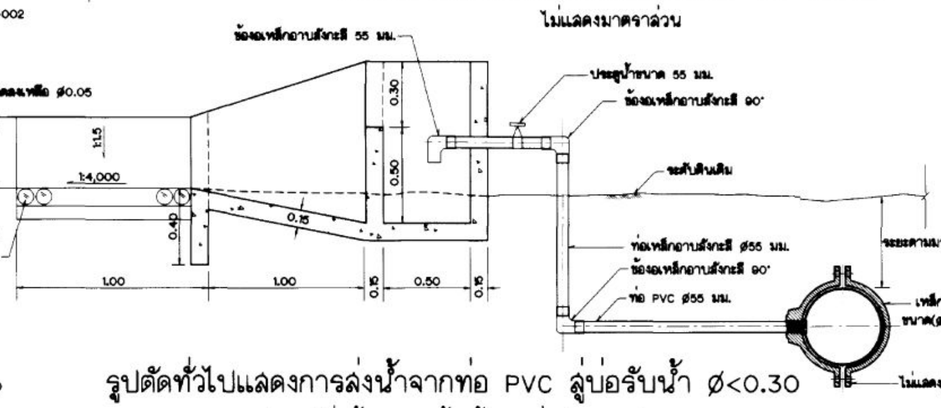
การติดตั้ง AIR VALVE สำหรับท่อ PVC ขนาด ø0.10 ถึง ø0.60

รูปตัด $ก_1$–$ก_1$
ไม่แสดงมาตราส่วน

แสดงตำแหน่งของท่อลงน้ำที่ต้องใส่ AIR VALVE



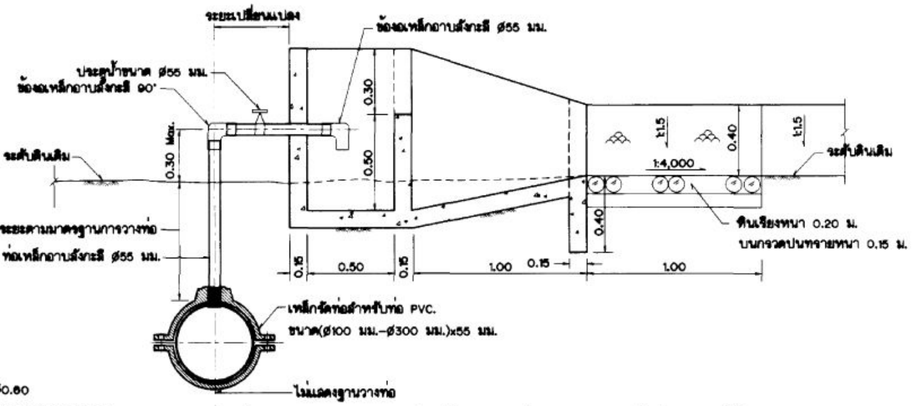
ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัดทั่วไปแสดงการลงน้ำจากท่อ PVC สู่บ่อรับน้ำ ø<0.30

(กรณีลงน้ำออกจากด้านข้างของท่อประธาน)

ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัดทั่วไปแสดงการลงน้ำจากท่อ PVC สู่บ่อรับน้ำ ø<0.30

(กรณีลงน้ำออกทางดิ่งของท่อประธาน)

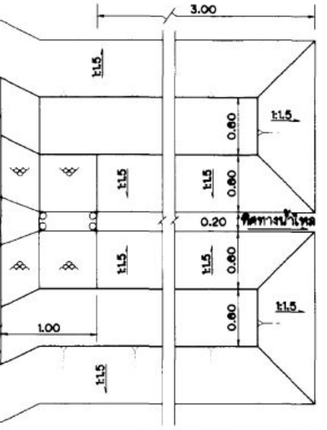
ไม่แสดงมาตราส่วน

หมายเหตุ

1. มิติต่างๆ กำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ท่อเหล็กอาบสังกะสี ø55 มม. ใช้อย่างหนา (MEDIUM CLASS)
3. ขนาดของเหล็กเสริมกำหนดไว้เป็นมิลลิเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
4. เหล็กเสริมใช้เหล็กเส้นกลม (ROUND BARS) ชั้นคุณภาพ SR-24 ตามมาตรฐาน มอก.20–2524
   และเหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ชั้นคุณภาพ SD30 ตามมาตรฐาน มอก.24–2527
5. คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมให้เป็นไปตามมาตรฐาน ดังนี้
   5.1 เหล็กเสริมชั้นเดียว ถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่นให้วางตรงที่จากกลางความหนา
   5.2 เหล็กเสริมสองชั้น ระยะระหว่างผิวเหล็กถึงผิวคอนกรีตที่ติดกับแบบให้ใช้ 4 ซม.
   และถ้าติดกับดินหรือหินให้ใช้ 8 ซม. นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
6. การต่อเหล็กเสริมโดยวิธีทาบ (LAPPED SPLICES) ถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่นให้เป็นไปตามมาตรฐาน ดังนี้
   6.1 เหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ให้ว่างทาบกันไม่น้อยกว่า 36 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็ก โดยปลายไม่ต้องงอตามมาตรฐาน
   6.2 เหล็กเส้นกลม (ROUND BARS) ให้ว่างทาบกันไม่น้อยกว่า 48 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็ก โดยปลายงอตามมาตรฐาน

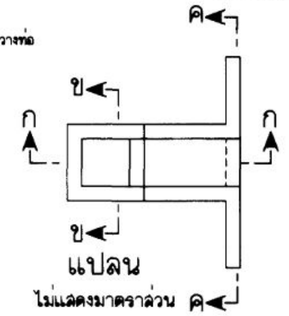
แบบประกอบ

1. ท่อค.ส.ล. สำเร็จรูป ø0.60 ม. ตามแบบหมายเลข มยผ.-2-002

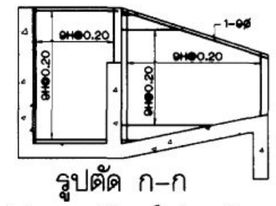


แปลน แสดงบ่อรับน้ำจากท่อลงน้ำ

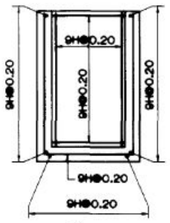
ไม่แสดงมาตราส่วน



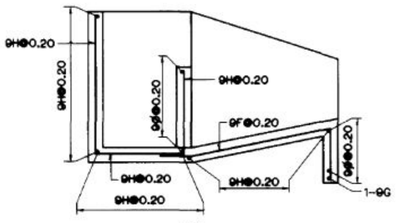
แปลน
ไม่แสดงมาตราส่วน



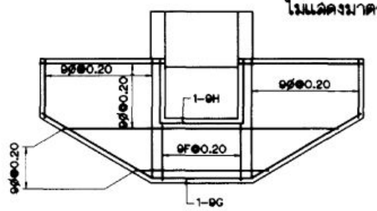
รูปตัด ก–ก
(แสดงการเสริมเหล็กกำแพง)
ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด ข–ข
ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด ก–ก
(แสดงการเสริมเหล็กพื้นและกำแพง)
ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด ค–ค
ไม่แสดงมาตราส่วน

กรมชลประทาน

แบบมาตรฐาน

ระบบลงน้ำและระบายน้ำ

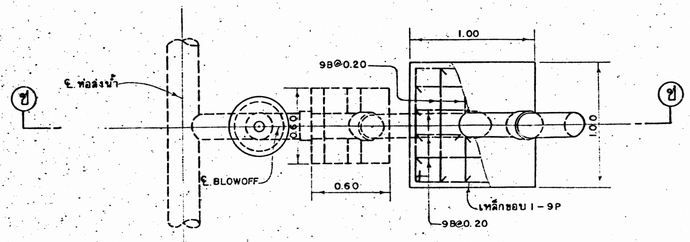
AIR VALVE

แสดง แปลน และรูปตัดทั่วไป

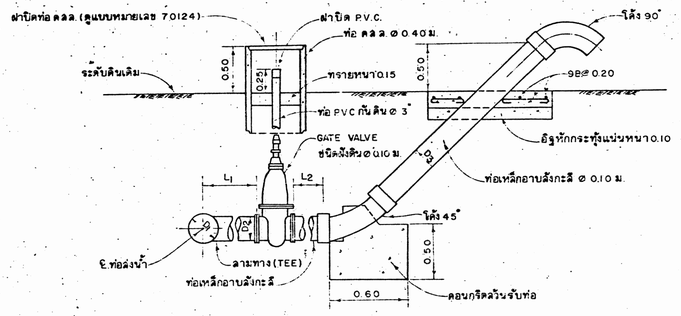
ออกแบบ	คณะทำงานฯ 3	เสนอ		ผช.ผอ.
เขียน	นายประเสริฐ จอมเจ้ง	ผ่าน		ผอ.อบ.
ลอก	นายบุรินทร์ โสทอง	เห็นชอบ		รอว.
ตรวจ	คณะทำงานฯ 3	อนุมัติ		ออช.

คณะกรรมการพิจารณาแบบมาตรฐานฯ กรมชลประทาน วันที่ 3 พค. 47

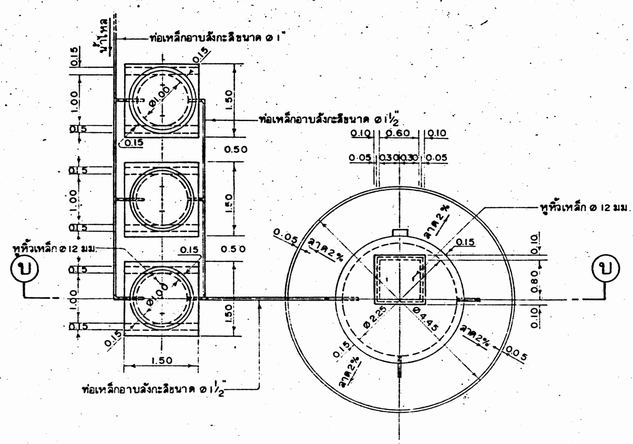
มอก.03-03-003



แปลน มาตรฐาน BLOWOFF ชนิด GATE VALVE ฝังดิน



รูปตัด ข - ข

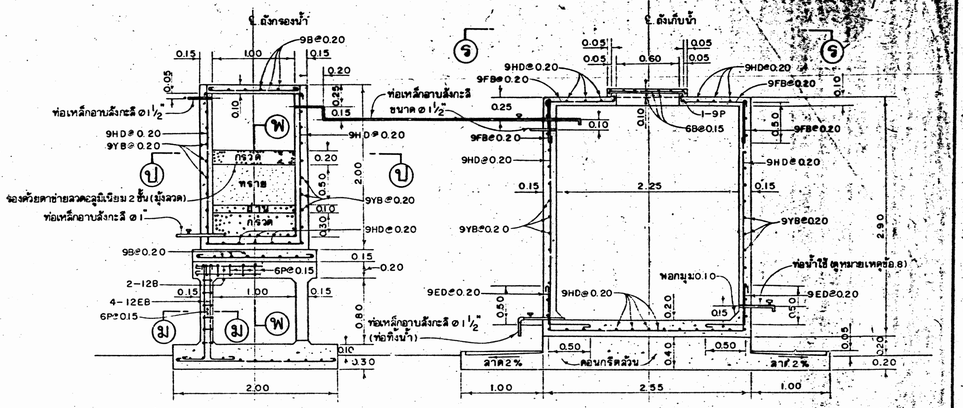


แปลน ถังกรองน้ำและถังเก็บน้ำ

มาตราส่วน 1 : 50

0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0

เมตร

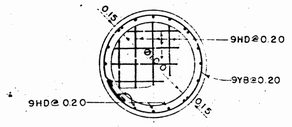


รูปตัด บ - บ

มาตราส่วน 1 : 30

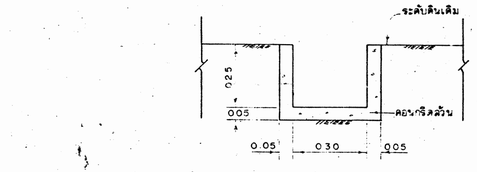
0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0

เมตร



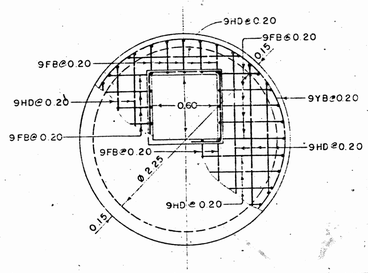
รูปตัด ป - ป

มาตราส่วน 1 : 30



รูปตัด ค - ค

มาตราส่วน 1 : 10

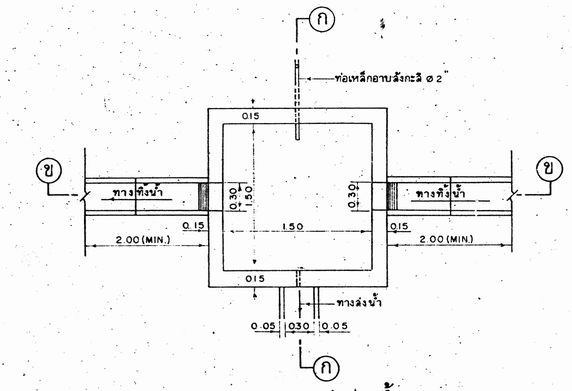


รูปตัด ร - ร

มาตราส่วน 1 : 30

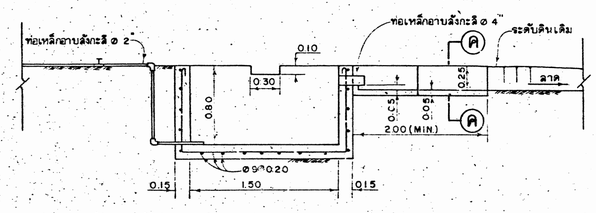
หมายเหตุ

1. ระดับ (ร.ท.ก. หรือ ร.ม.ต.) และมิติต่างๆ กำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ขนาดของเหล็กเสริมกำหนดไว้เป็นมิลลิเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
3. คอนกรีตรับแรงกดลูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 175 กก./ซม.² โดยการทดสอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอก ø 15x30 ซม. เมื่ออายุไว้ 28 วัน
4. เหล็กเสริมใช้เหล็กเส้นกลม (ROUND BARS) ชั้นคุณภาพ SR.24 ตามมาตรฐาน มอก. 20 - 2527
5. คอนกรีตหุ้มเหล็กให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ดังนี้
   5.1 เหล็กเสริมชั้นเดียว ถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่น ให้วางตรงกึ่งกลางความหนา
   5.2 เหล็กเสริม 2 ชั้น ระยะระหว่างผิวเหล็กกับผิวคอนกรีตที่ติดกับแบบให้ใช้ 4 ซม. และถ้าติดกับดินหรือน้ำให้ใช้ 6 ซม. นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
6. การต่อเหล็กโดยวิธีทาบ (LAPPED SPLICES) ถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่น เหล็กเสริมเส้นกลมให้วางทาบกันไม่น้อยกว่า 5 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลาง และปลายต้องงอขอ - มาตรฐาน
7. ให้ลบมุมคอนกรีต 2 ซม. ทุกแห่ง นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
8. ท่อใช้น้ำของถังเก็บน้ำ อาจติดตั้งเพิ่มเป็น 2 หรือ 3 แห่งได้ตามความเหมาะสม



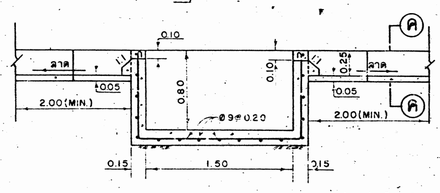
แปลนแสดงบ่อจ่ายน้ำ

มาตราส่วน 1 : 25



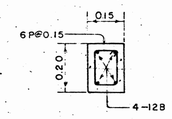
รูปตัด ก-ก

มาตราส่วน 1 : 25



รูปตัด ข-ข

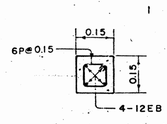
มาตราส่วน 1 : 25



รูปตัด พ - พ

(เฉพาะคาน)

มาตราส่วน 1 : 10



รูปตัด ม - ม

มาตราส่วน 1 : 10

กรมชลประทาน

โครงการชลประทานขนาดเล็ก

มาตรฐาน BLOWOFF, บ่อจ่ายน้ำ, ถังกรองน้ำ และถังเก็บน้ำ แปลน, รูปตัด และการเสริมเหล็ก

ออกแบบ			เสนอ				
เขียน			ผ่าน				
สอบ			เห็นชอบ				
ตรวจ			อนุมัติ				

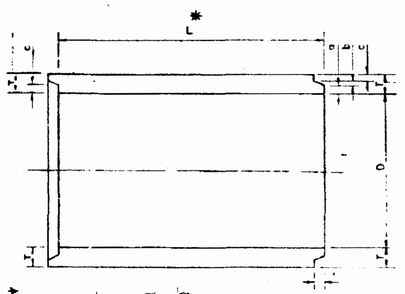
กองออกแบบ วันที่ 12 มิ.ย. 2530

ครั้งที่	รายการแก้ไข	วันเดือน ปี	ตรวจ เสนอ	ผ่าน เห็นชอบ	อนุมัติ

ร่างออกแบบ ประทาน 12 มิถุนายน 2530

9532

รายละเอียดของท่อคอนกรีตเสริมเหล็กรับปากลิ้นราง (TONGUE AND GROOVE TYPE)

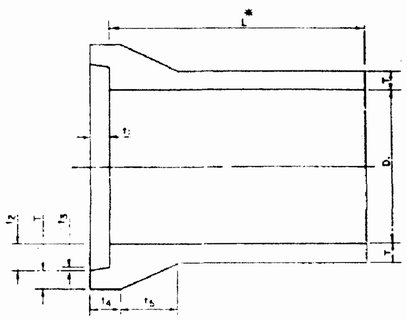


ความยาวท่อ (L) โดยทั่วไป จะยาว 1.00 เมตร
หรือตามที่สั่งทำเป็นอย่างอื่นระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย

ขนาดระบุเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (D) เซนติเมตร	ความหนาของเนื้อท่อ (T) เซนติเมตร	ขนาดของปากลิ้นราง เซนติเมตร			
		t	a	b	c
30	5.00	3.00	1.90	0.80	2.30
40	6.00	3.00	2.30	1.00	2.70
50	7.00	4.00	2.80	1.00	3.20
60	7.50	4.00	2.80	1.50	3.20
80	9.50	4.50	3.80	1.50	4.20
100	11.00	4.50	4.30	2.00	4.70
120	12.50	5.00	4.80	2.50	5.20
135	14.00	5.00	5.30	2.50	6.00
150	15.00	6.00	5.70	3.00	6.30

หมายเหตุ ผู้ผลิตสามารถขอแก้ไขได้ เมื่อได้รับความเห็นชอบจากผู้ซื้อก่อน

รายละเอียดของท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก ชนิดปากระฆัง (BELL AND SPIGOT TYPE)



ขนาดระบุเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (D) เซนติเมตร	ความหนาของเนื้อท่อ (T) เซนติเมตร	ขนาดของปากระฆัง เซนติเมตร				
		t_1	t_2	t_3	t_4	t_5 ประมาณ
30	5.00	6.00	6.80	0.40	8.50	15.00
40	6.00	6.70	7.80	0.40	9.70	18.00
50	7.00	7.00	8.60	0.40	10.80	21.00
60	7.50	7.60	9.10	0.40	11.40	22.50
80	9.50	8.90	11.10	0.40	13.70	28.50
100	11.00	9.50	12.60	0.40	15.00	33.00
120	12.50	10.00	14.10	0.40	16.50	37.50
135	14.00	10.00	15.60	0.40	17.20	42.00
150	15.00	10.00	16.60	0.40	17.70	46.00

หมายเหตุ ผู้ผลิตสามารถขอแก้ไขได้ เมื่อได้รับความเห็นชอบจากผู้ซื้อก่อน

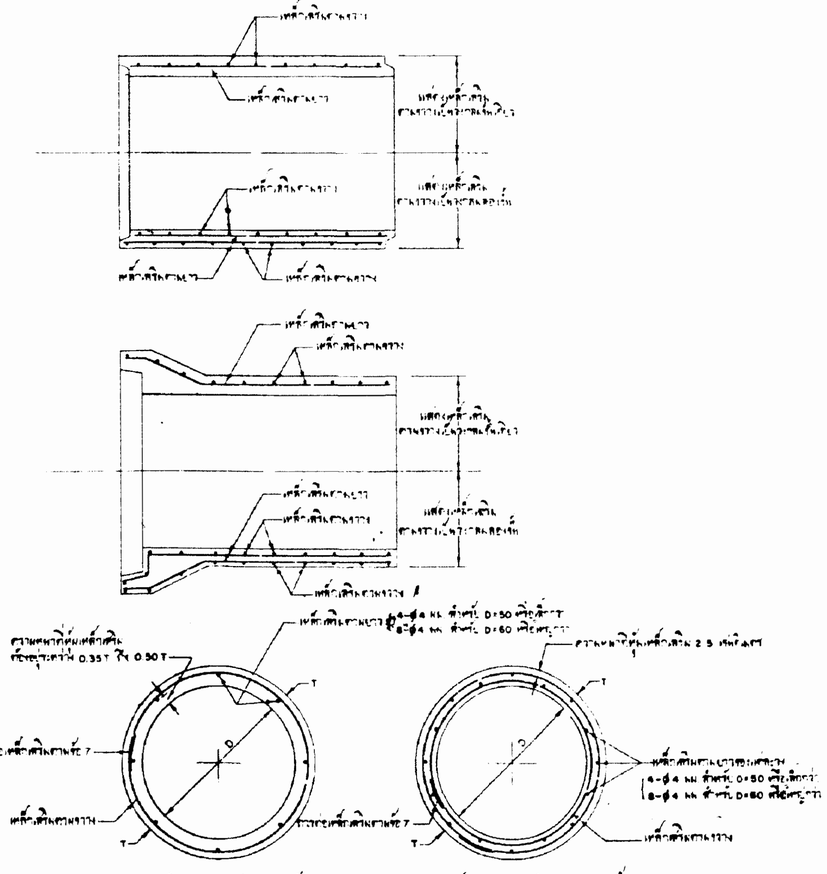
ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก

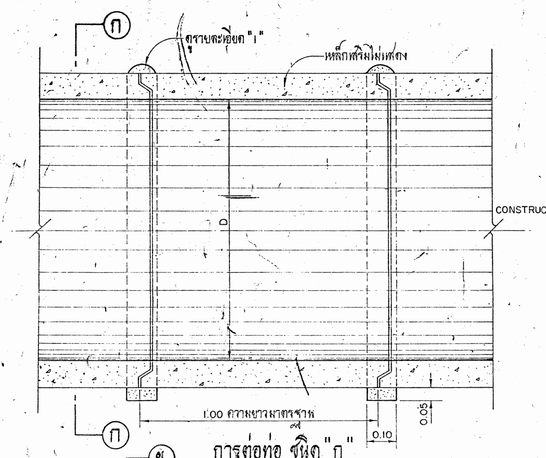
	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้	หมายเหตุ
ขนาดระบุเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (D) 30 ถึง 60 เซนติเมตร 80 ถึง 150 เซนติเมตร	ร้อยละ ± 1.5 ± 1.0 เซนติเมตร	
ความหนาของเนื้อท่อ (T) เซนติเมตร	ร้อยละ ± 5 ± 0.5 เซนติเมตร	– ขอบเขตที่ความคลาดเคลื่อนนี้ไม่ถือว่า...
ความยาวของท่อ (L) เซนติเมตร	± 1 เซนติเมตร	
ความตรงของเนื้อท่อ	ร้อยละ ± 10 ของความยาวของท่อ	ระยะเว้าไม่เกิน 1.3 เซนติเมตร ที่ความยาวท่อ 2.40 เมตร ให้มีเว้าได้ไม่เกิน 1.0 เซนติเมตร และที่ความยาวท่อ 4.00 เมตร ให้มีเว้าได้ ระยะเว้าที่ความยาวของท่อที่เหลือให้เป็นไปตามข้อ 1.3 เซนติเมตร
ความคลาดเคลื่อนของขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ ความหนาของเนื้อท่อ และความตรงของท่อ	ร้อยละ – 3	ระยะที่วัดจากปลายท่อทั้งสองข้างตามแนวยาวของท่อ ตามข้อ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ยกเว้นท่อที่ใช้งานเป็นท่อเข็มกัด

ความแข็งแรง ขนาดของท่อ และเหล็กเสริม

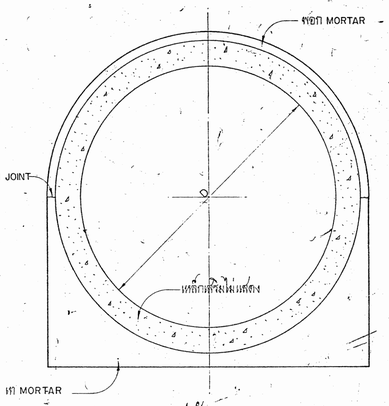
(ตามข้อ 1 ข้อกำหนดข้อ 4 ตามเอกสาร มยธ.)

ชั้นที่	ขนาดระบุเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน (D) เซนติเมตร	ความหนาของเนื้อท่อ (T) เซนติเมตร	พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรอบวงต่อความยาว 1 เมตร ตารางเซนติเมตร ต่อเมตร: วงรอบ	วงเกลียว	พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรอบวงต่อความยาว 0.25 ตารางเซนติเมตร ต่อเมตร	น้ำหนักท่อโดยประมาณ ความยาว 2.25 เมตร กิโลกรัม	น้ำหนักท่อโดยประมาณ ความยาว 2.50 เมตร กิโลกรัม	แรงกดทับ (FC) ที่ใช้ทดสอบการรับน้ำหนักท่อ กิโลกรัมต่อเมตร
1	30	5.00	2.22	–	–	4,395	7,323	420
	40	6.00	4.27	–	–	5,860	9,764	
	50	7.00	6.27	–	5.75	7,325	12,205	
	60	7.50	9.60	–	8.08	8,790	14,646	
	80	9.50	9.35	7.23	10.58	11,720	19,528	
	100	11.00	11.94	8.95	13.35	14,650	24,410	
	120	12.50	15.09	11.31	16.63	17,580	29,292	
2	30	5.00	2.18	–	–	2,928	4,395	280
	40	6.00	2.90	–	–	3,904	5,860	
	50	7.00	3.97	–	3.40	4,880	7,325	
	60	7.80	5.18	–	4.73	5,856	8,790	
	80	9.50	5.73	4.13	6.30	7,808	11,720	
	100	11.00	7.03	5.21	7.84	9,760	14,650	
	120	12.50	8.72	6.62	9.66	11,712	17,580	
	135	14.00	10.55	7.81	11.57	13,176	19,777	
	150	15.00	12.21	9.27	13.65	14,640	21,975	350
3	30	5.00	1.50	–	–	1,977	2,928	280
	40	6.00	1.70	–	–	2,636	3,904	
	50	7.00	2.55	–	1.93	3,295	4,880	
	60	7.80	3.00	–	2.55	3,954	5,856	
	80	9.50	3.07	2.20	3.46	5,272	7,808	
	100	11.00	4.10	3.19	4.55	6,590	9,760	
	120	12.50	4.98	3.69	5.58	7,908	11,712	
	135	14.00	6.09	4.67	6.75	8,896	13,176	
	150	15.00	7.03	5.38	7.82	9,885	14,640	
4	30	5.00	1.30	–	–	1,464	2,196	280
	40	6.00	1.50	–	–	1,952	2,928	
	50	7.00	2.15	–	1.93	2,440	3,660	
	60	7.80	2.35	–	2.14	2,928	4,392	
	80	9.50	3.06	–	2.74	3,904	5,856	
	100	11.00	2.93	2.28	3.29	4,880	7,320	
	120	12.50	3.74	2.94	4.13	5,856	8,784	
	135	14.00	4.67	3.40	5.07	6,588	9,882	
	150	15.00	5.23	3.94	5.78	7,320	10,980	

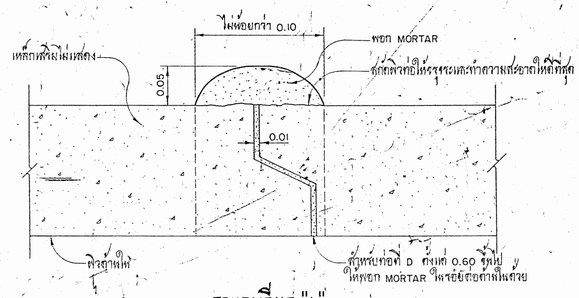

เหล็กเสริมตามยาว
เหล็กเสริมตามยาว
เหล็กเสริมตามยาว



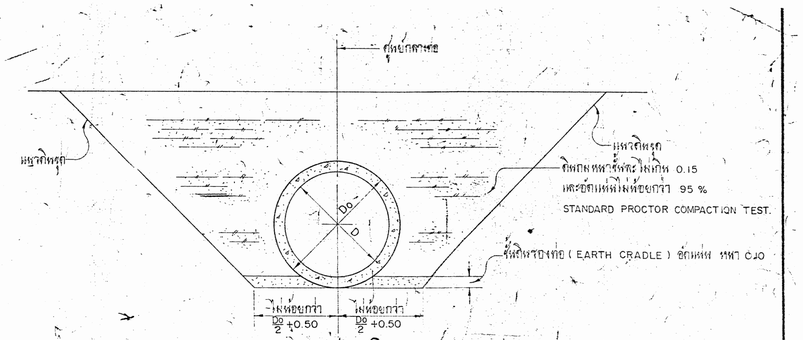
การต่อท่อ ชนิด "ก"



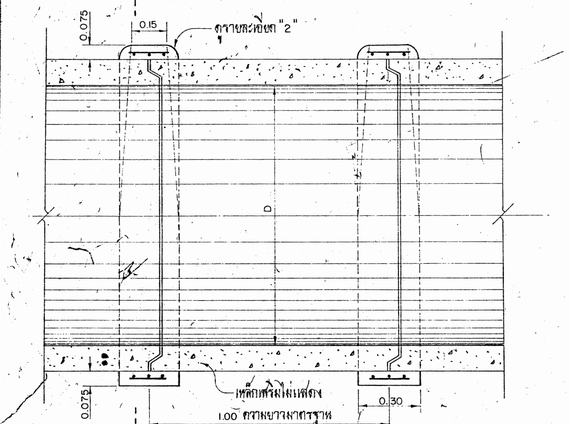
รูปตัด ก-ก



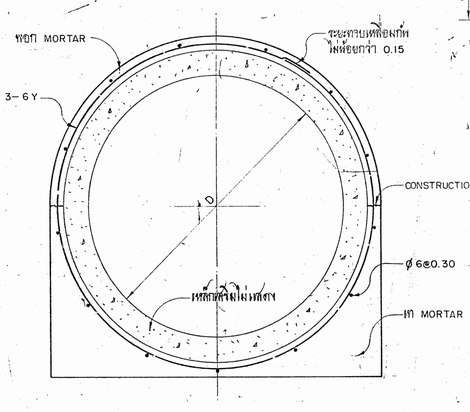
รายละเอียด "1"



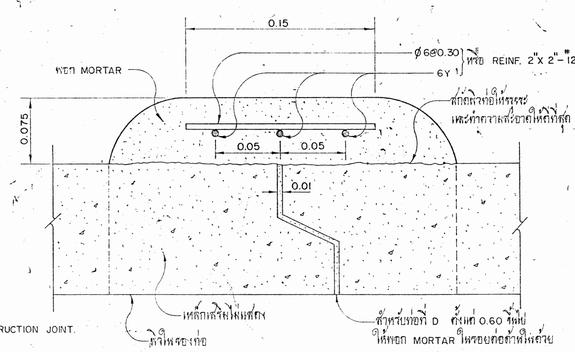
การวางท่อบนดิน
(ท่อเดี่ยว)



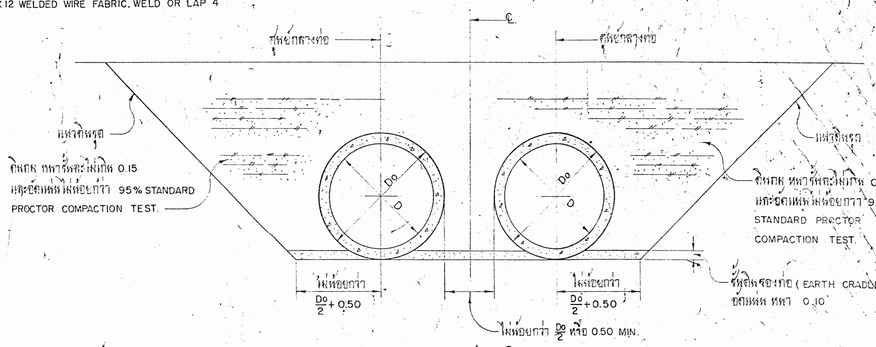
การต่อท่อ ชนิด "ข"



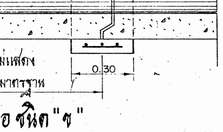
รูปตัด ข-ข



รายละเอียด "2"

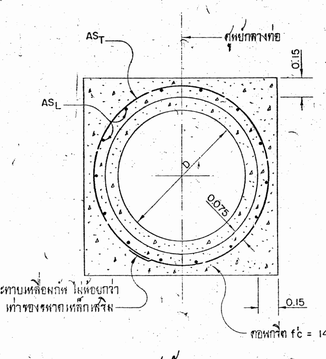


การวางท่อบนดิน
(มากกว่าหนึ่งท่อ)

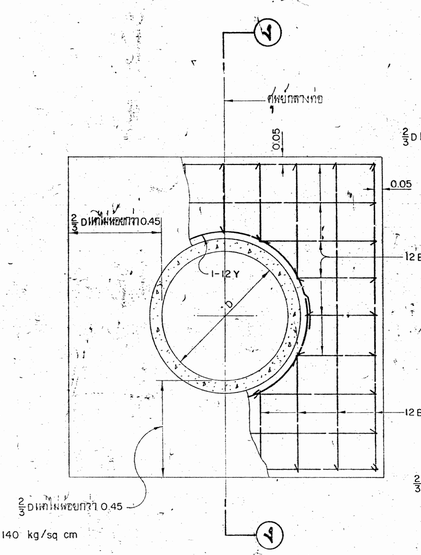


การต่อท่อชนิดหักมุม

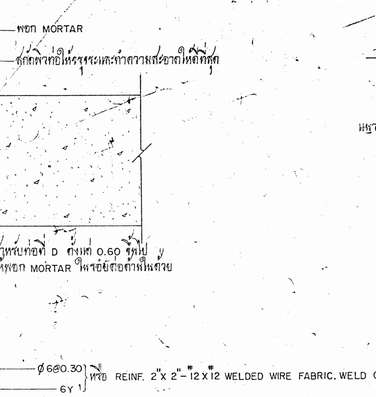
ขนาดของท่อ D	AS_T	AS_L
0.30	5-9 Y	8-9 D
0.40	5-9 Y	8-9 D
0.50	5-9 Y	8-9 D
0.60	5-12 Y	10-12 D
0.80	5-12 Y	12-12 D
1.00	5-12 Y	12-12 D
1.20	5-12 Y	16-15 D
1.35	5-15 Y	18-15 D
1.50	5-15 Y	19-15 D



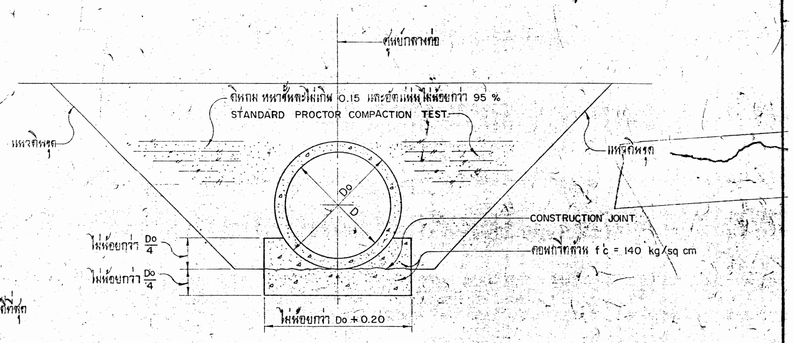
รูปตัด ค-ค



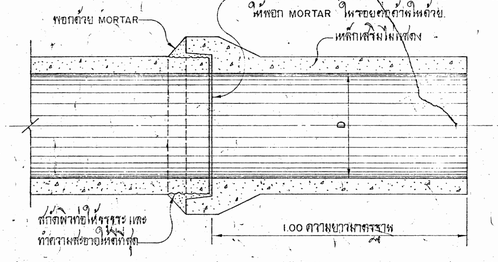
COLLAR



รูปตัด ง-ง



การวางท่อบนฐานคอนกรีต (CONCRETE CRADLE)



การต่อท่อคอนกรีต ชนิดปากระฆัง

หมายเหตุ

1. มิติต่าง ๆ เป็นเมตร และขนาดของเหล็กเสริมเป็นมิลลิเมตร นอกจากจะแสดงไว้เป็นอย่างอื่น.
2. การต่อท่อ ชนิด "ก" ให้ใช้ท่อคอนกรีตปากกระดิ่งเหล็ก หรือไม่เสริมเหล็ก โดยมี HEAD ของน้ำไม่การเกิน 0.60 ม.
3. การต่อท่อ ชนิด "ข" และการต่อท่อชนิดหักมุม ใช้รอยต่อท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยมี HEAD ของน้ำไม่การเกิน 3.00 ม.
4. การวางท่อบนดิน ที่กำหนดไว้ให้แบบแห่งนี้ จะเป็นการวางท่อในลักษณะ ของ CLASS D BEDDING.
5. การวางท่อบนฐานคอนกรีต (CONCRETE CRADLE) จะเป็นการวางท่อในลักษณะรองรับ CLASS A BEDDING.
6. ท่อคอนกรีตชนิดปากระฆัง ทั้งประเภทเสริมเหล็ก หรือไม่เสริมเหล็กนั้น ไม่การใช้หลายระยะท่อเกินกว่า 0.30 ม. และไม่ควรให้รับน้ำลงสูง หรือน้ำหนักจรบรรทุก
7. ท่อคอนกรีตชนิดปากระฆัง หรือชนิดปากลิ้นราง เมื่อใช้ในการระบายน้ำใต้ดิน หรือใช้อาคารนั้น การต่อท่อไม่จำเป็นใช้ MORTAR ยกเว้นรอยต่อ.
8. ท่อคอนกรีตที่ใช้ในระบบการส่งน้ำ และการระบายน้ำ (ยกเว้นท่อสี่เหลี่ยมผืนผ้า) ต้องเป็นท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก และความแข็งแรงของท่อ ไม่การต่ำกว่า ชั้นที่ 3
9. MORTAR ที่ใช้พอกระบายท่อ ให้ใช้อัตราส่วน ปริมาตร : ทราย เท่ากับ 1 : 2 โดยปริมาตร.
10. แบบ PRECAST CONCRETE PIPE หมายเลข 29960 และ 30098 ได้ยกเลิกแล้ว เมื่อ วันที่ 23 ธันวาคม 2525 และให้ใช้แบบท่อคอนกรีต และรายละเอียดประกอบท่อคอนกรีต หมายเลข มฐย-2-002,003 และ 004 แทน

ล.ล.

กรมชลประทาน

แบบมาตรฐาน

รายละเอียดประกอบท่อคอนกรีต

การต่อท่อชนิดต่างๆ,การวางท่อ และ COLLAR

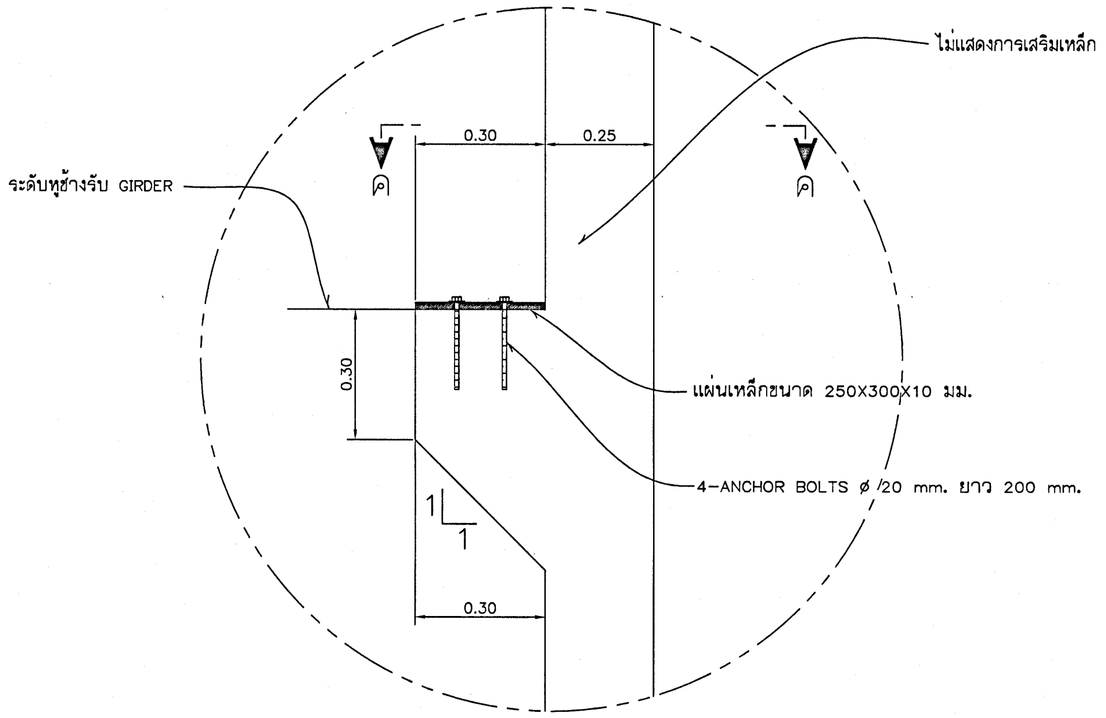
ลำดับที่	รายการแก้ไข	วันที่ลงนาม	ตรวจ	เสนอ	ถ่าย	เห็นชอบ	อนุมัติ
1.	เพิ่มเติมหมายเหตุข้อ 10	11 มี.ค.26					

ออกแบบ		เสนอ	
เขียน		ถวาย	
ตรวจ		เห็นชอบ	
ตรวจ		อนุมัติ	

มฐย-2-004

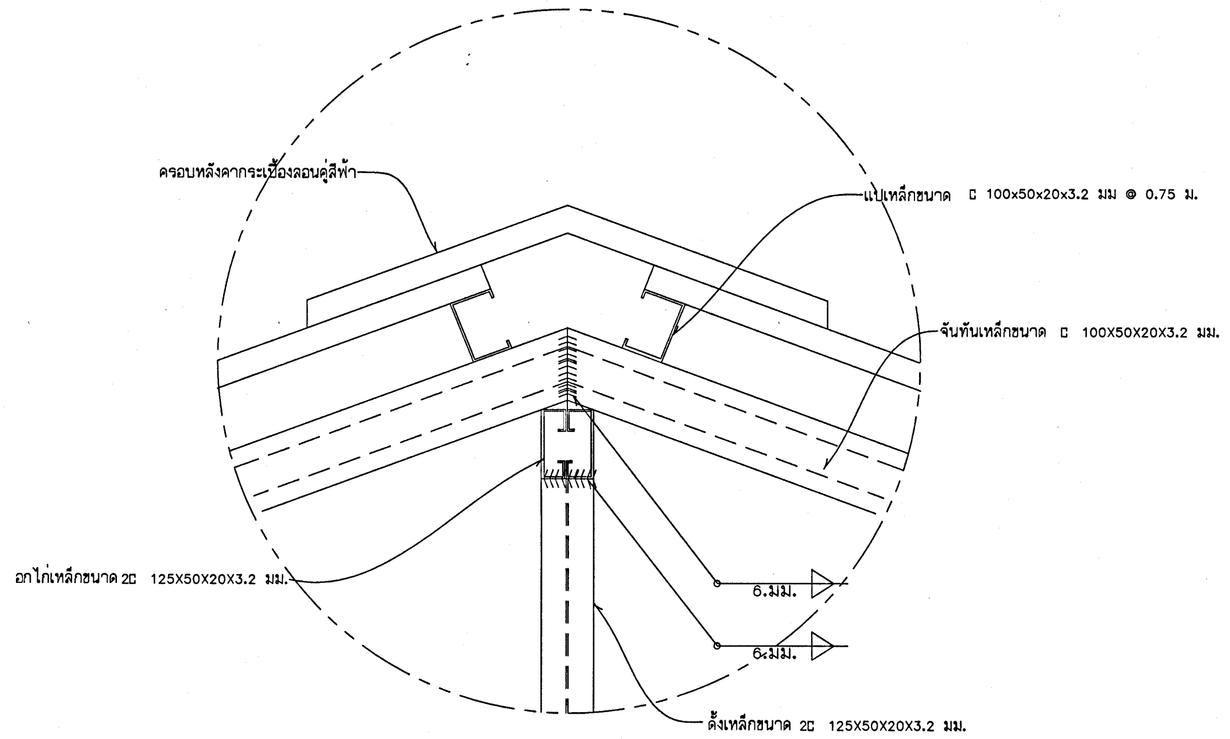
ตัวอย่างการออกแบบ

ลำดับ	ตัวอย่างการออกแบบ	แบบหมายเลข
1	หลังคาสถานีสูบน้ำบ้านโคกกูแว	0479 - 0482
	อำเภอสุไหงโก-ลก จังหวัดนราธิวาส	
2	งานสถานีสูบน้ำบ้านนาคออีบู	สชป.17-4956 – สชป.17-4958
	ตำบลนานาค อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส	
3	งานสถานีสูบน้ำบ้านปะลุกา	0513 - 0519
	ตำบลนานาค อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส	
4	งานสถานีสูบน้ำบ้านกัวลอตือ	สชป.17-4959 – สชป.17-4961
	ตำบลนานาค อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส	
5	สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำบ้านตะโล๊ะสาลี	สชป.17-1185 – สชป.17-1195
	ตำบลบันนังสาเรง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา	
6	โครงการสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำบ้านบูเก๊ะ	1558 - 1562
	ตำบลบาตง อำเภอรือเสาะ จังหวัดนราธิวาส	
7	งานสถานีสูบน้ำบ้านตาเซะ	PSP-1241 – PSP-1242
	ตำบลนานาค อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส	



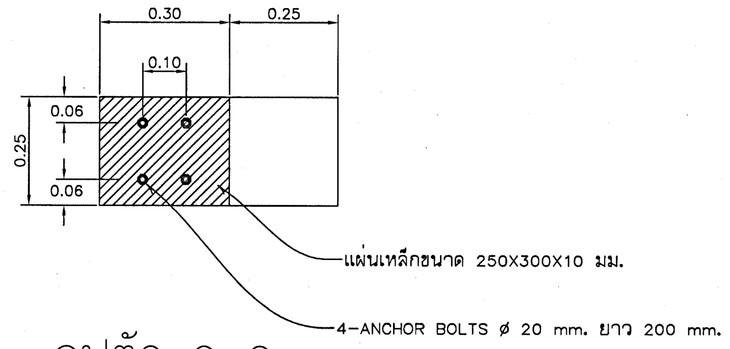
รูปขยาย "1" (0480)

มาตราส่วน 1:10



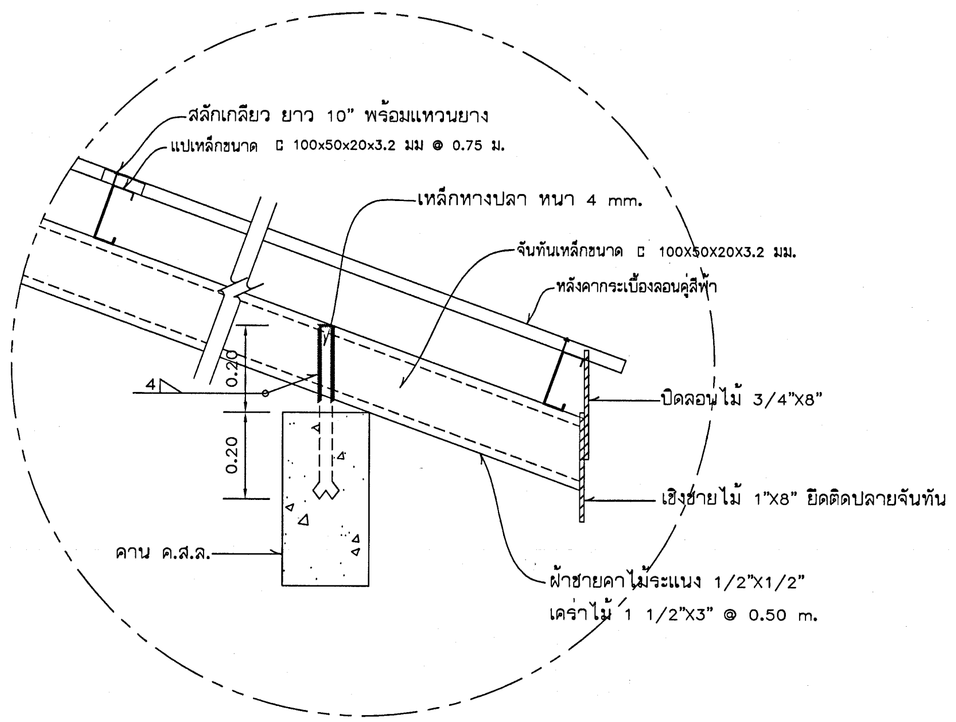
รูปขยาย "2" (0481)

มาตราส่วน 1:10



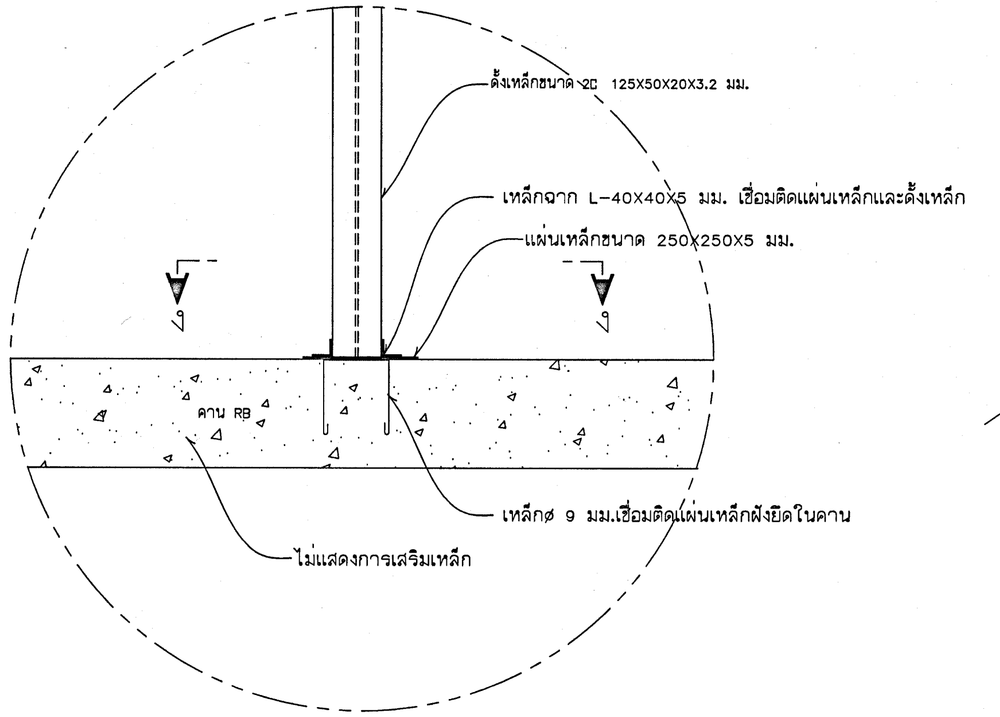
รูปตัด ค-ค

มาตราส่วน 1:10



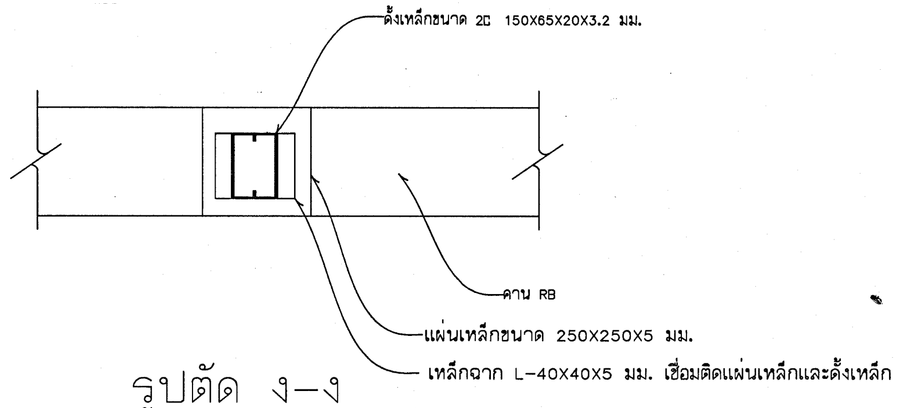
รูปขยาย "3" (0481)

มาตราส่วน 1:10



รูปขยาย "4" (0481)

มาตราส่วน 1:10



รูปตัด ง-ง

มาตราส่วน 1:10

หมายเหตุ

ดูหมายเหตุและแบบประกอบในแบบหมายเลข 0479

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก

อ.สุไหงโก-ลก จ.นราธิวาส

หลังคาสถานีสูบน้ำบ้านโคกกูแว

รูปขยาย

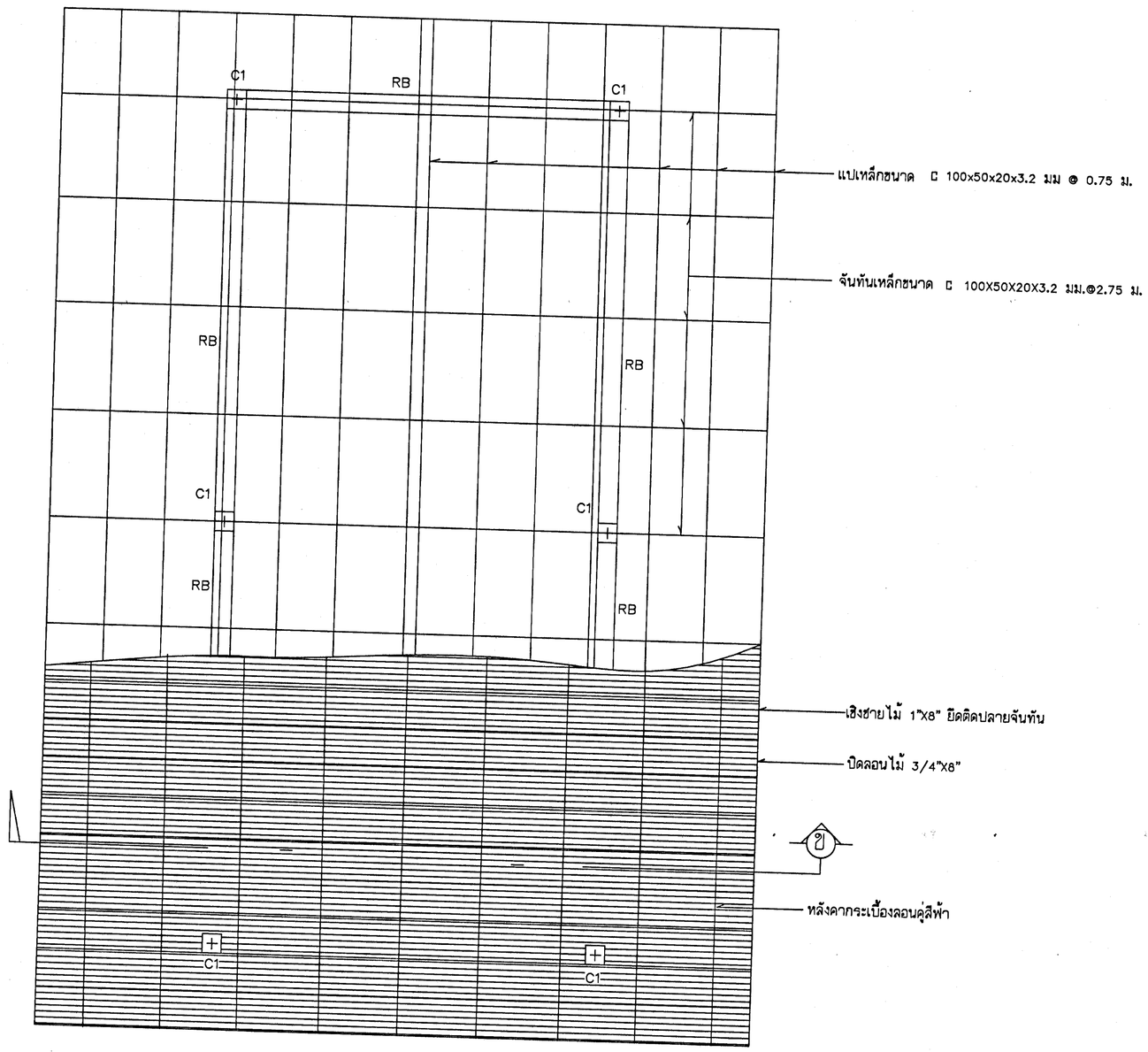
ครั้งที่	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ

ออกแบบ		เสนอ		กอบ.ชป.17
เขียน		ผ่าน		ผวศ.ชป.17
ลอก	PLOTTER	เห็นชอบ		ผส.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ		

สำนักชลประทานที่ 17 — 9 ม.ค. 52

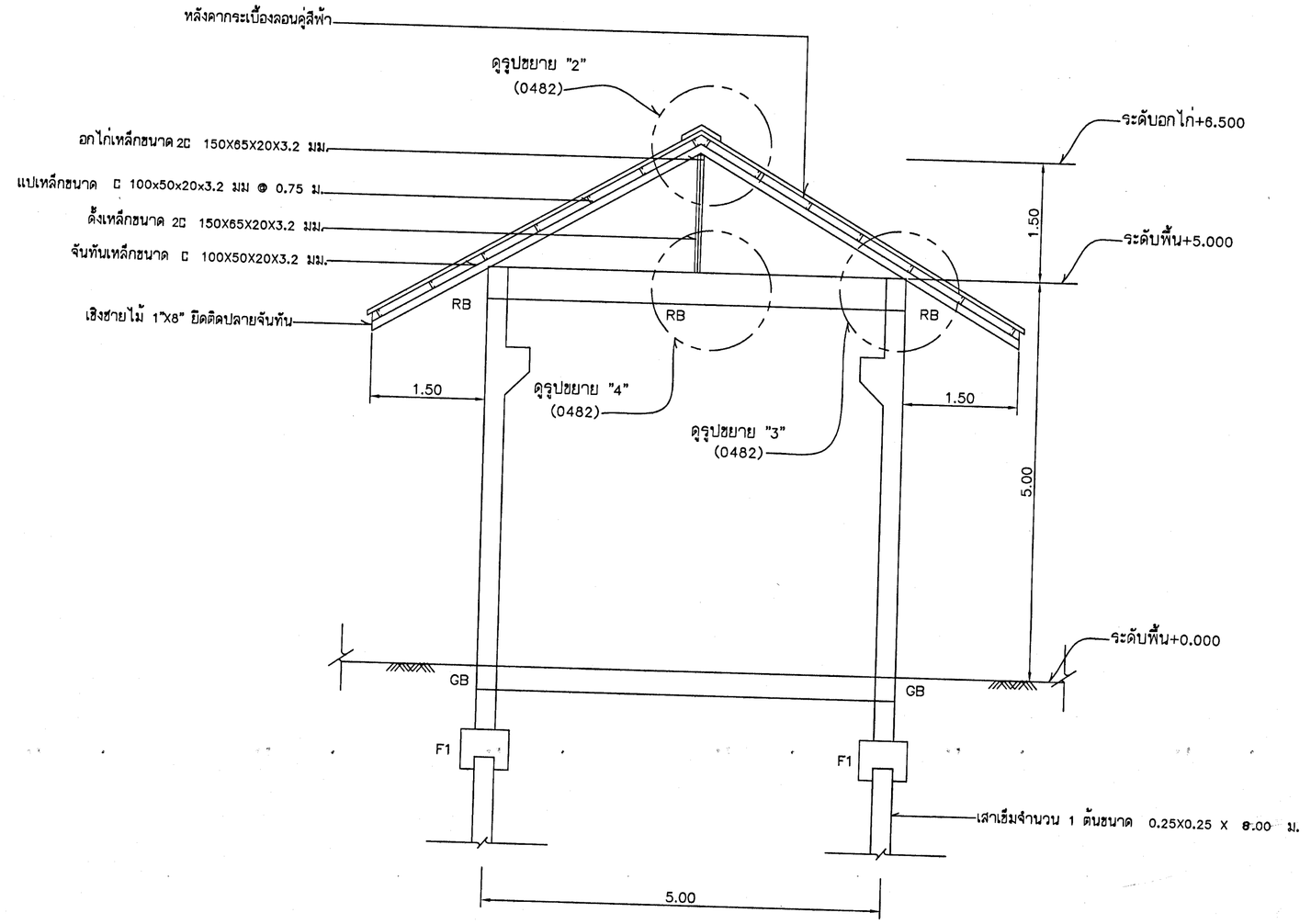
กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร — วันที่

0482



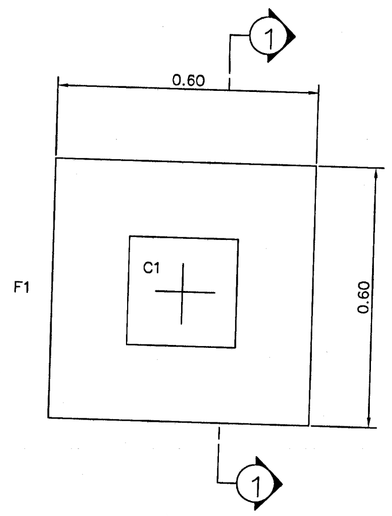
แปลนหลังคา

มาตราส่วน 1:50



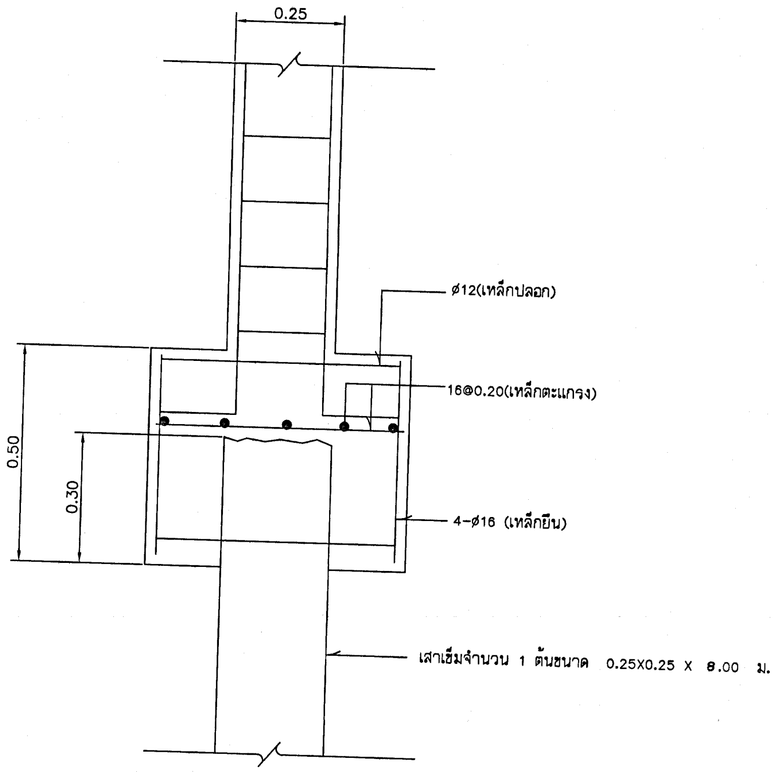
รูปตัด ข–ข

มาตราส่วน 1:50



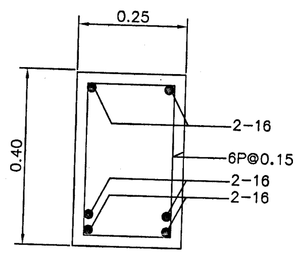
แปลน F1

มาตราส่วน 1:10

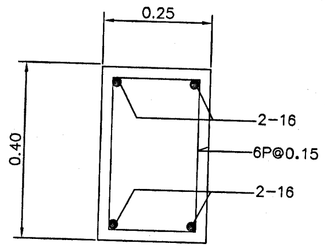


รูปตัด ① – ①

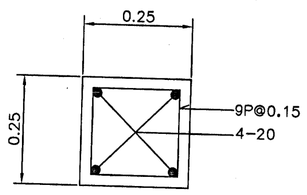
มาตราส่วน 1:10



คาน RB



คาน GB



เสา C1

แสดงการเสริมเหล็ก คานและเสา

มาตราส่วน 1:10

หมายเหตุ

ดูหมายเหตุและแบบประกอบในแบบหมายเลข 0479

ครั้งที่	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ	ผ่าน	เห็นชอบ
			เสนอ		อนุมัติ

ออกแบบ		เสนอ	กอบ.ชป.17
เขียน		ผ่าน	ผวค.ชป.17
ลอก	PLOTTER	เห็นชอบ	ผส.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ	

สำนักชลประทานที่ 17 วันที่ 9 ม.ค. 52

กลุ่มออกแบบ สวนวิศวกรรมบริหาร

กรมชลประทาน

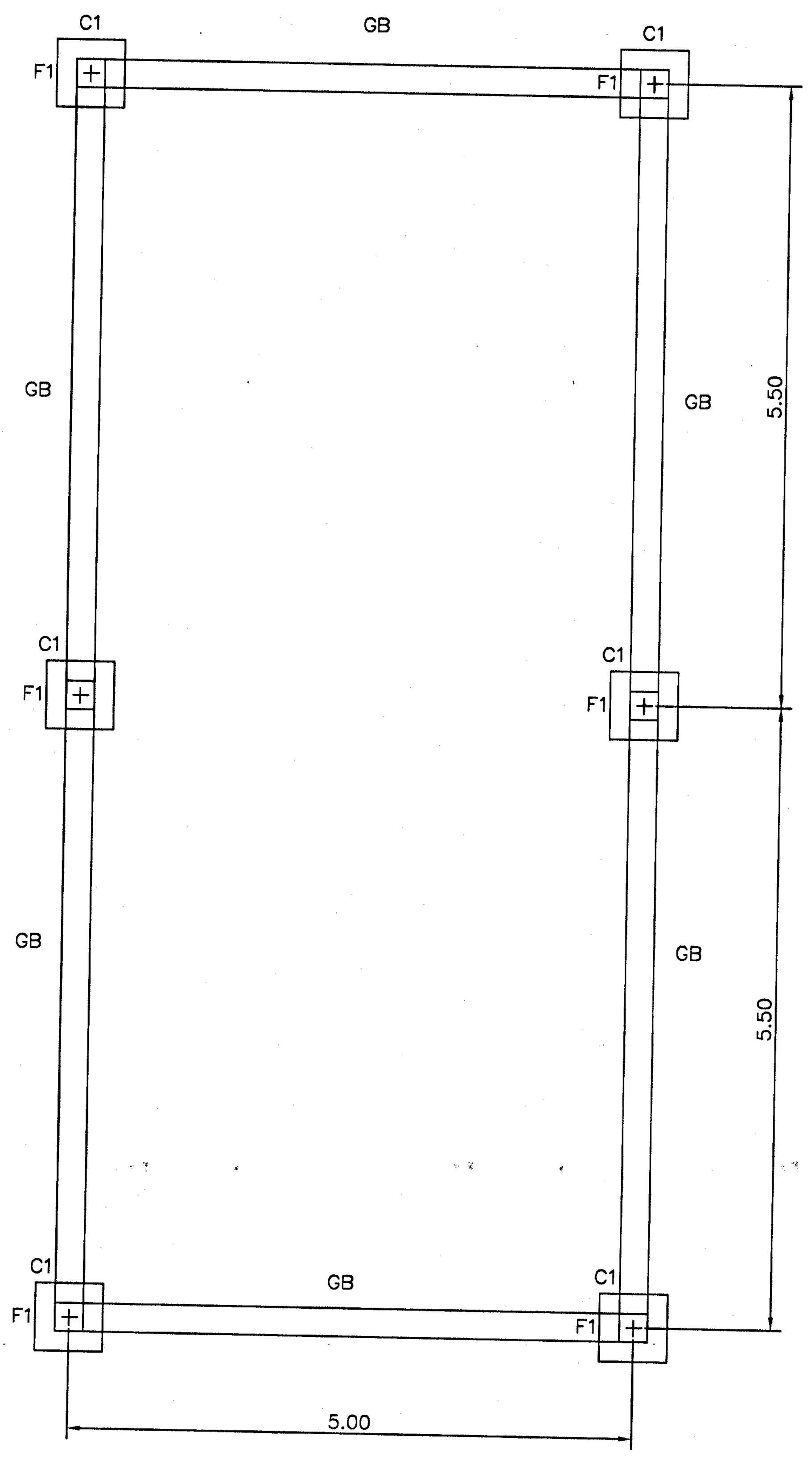
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก–ลก

อ.สุไหงโก–ลก จ.นราธิวาส

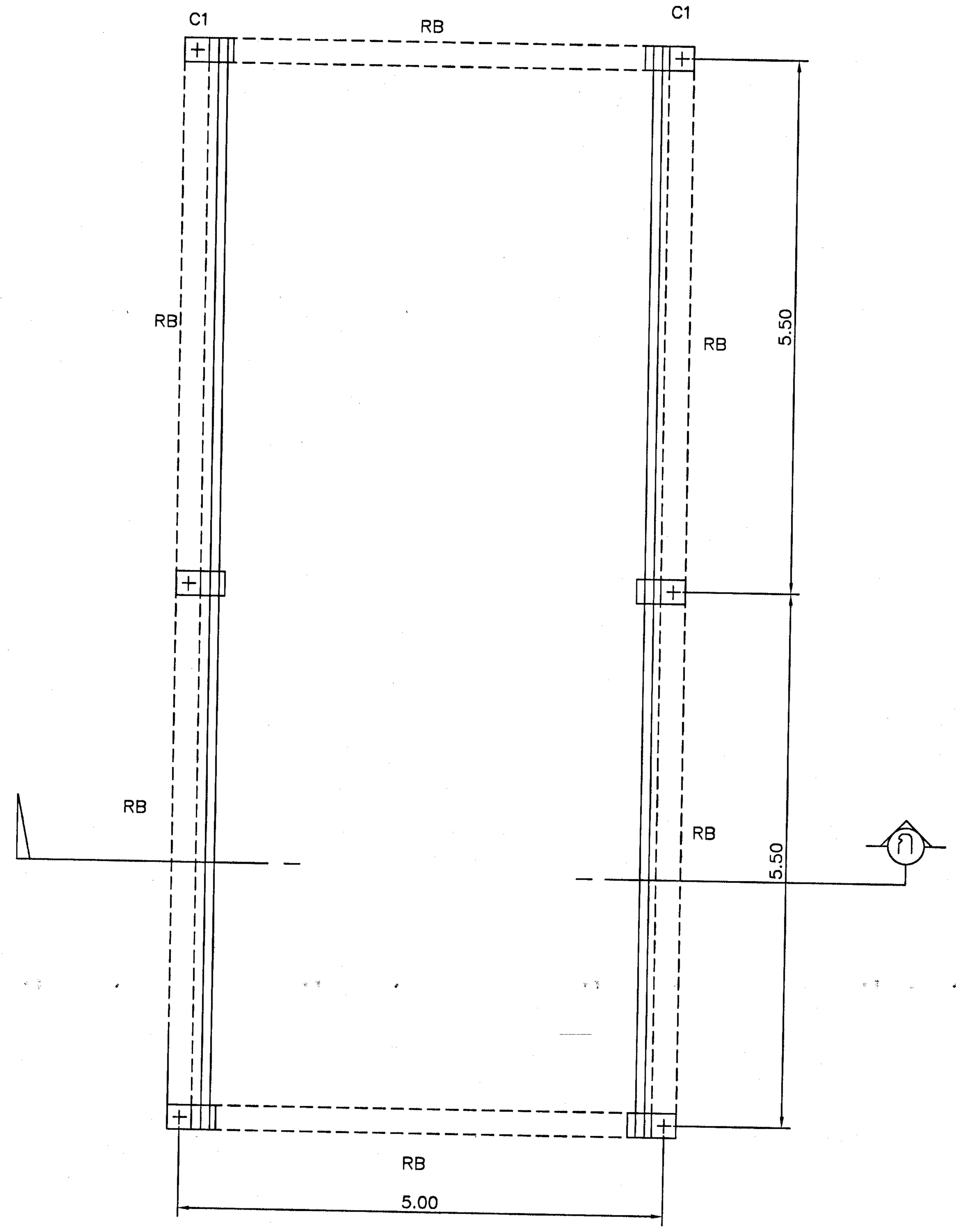
หลังคาสถานีสูบน้ำบ้านโคกกูแว

แปลนหลังคา,รูปตัด และรายละเอียดการเสริมเหล็ก

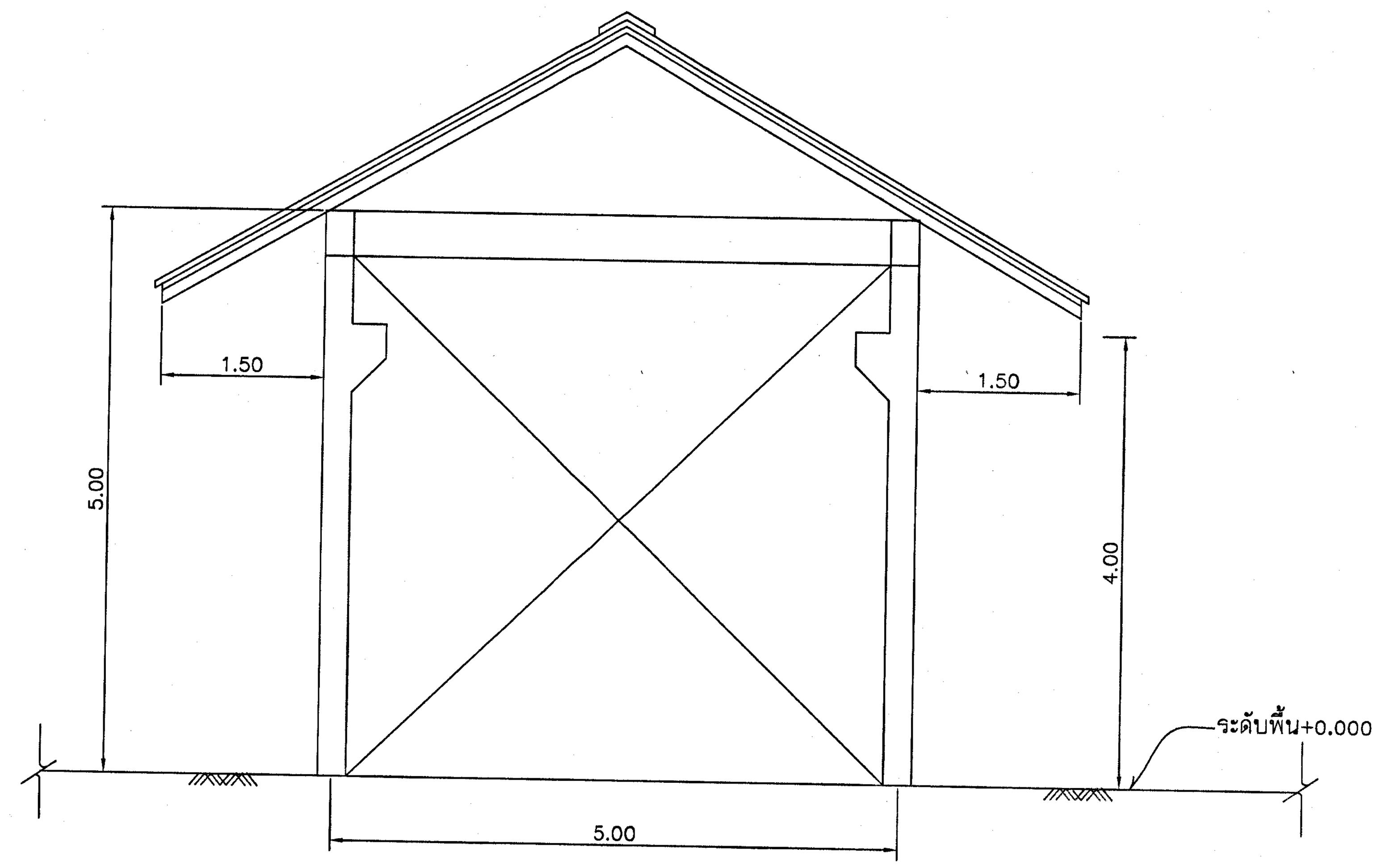
0481



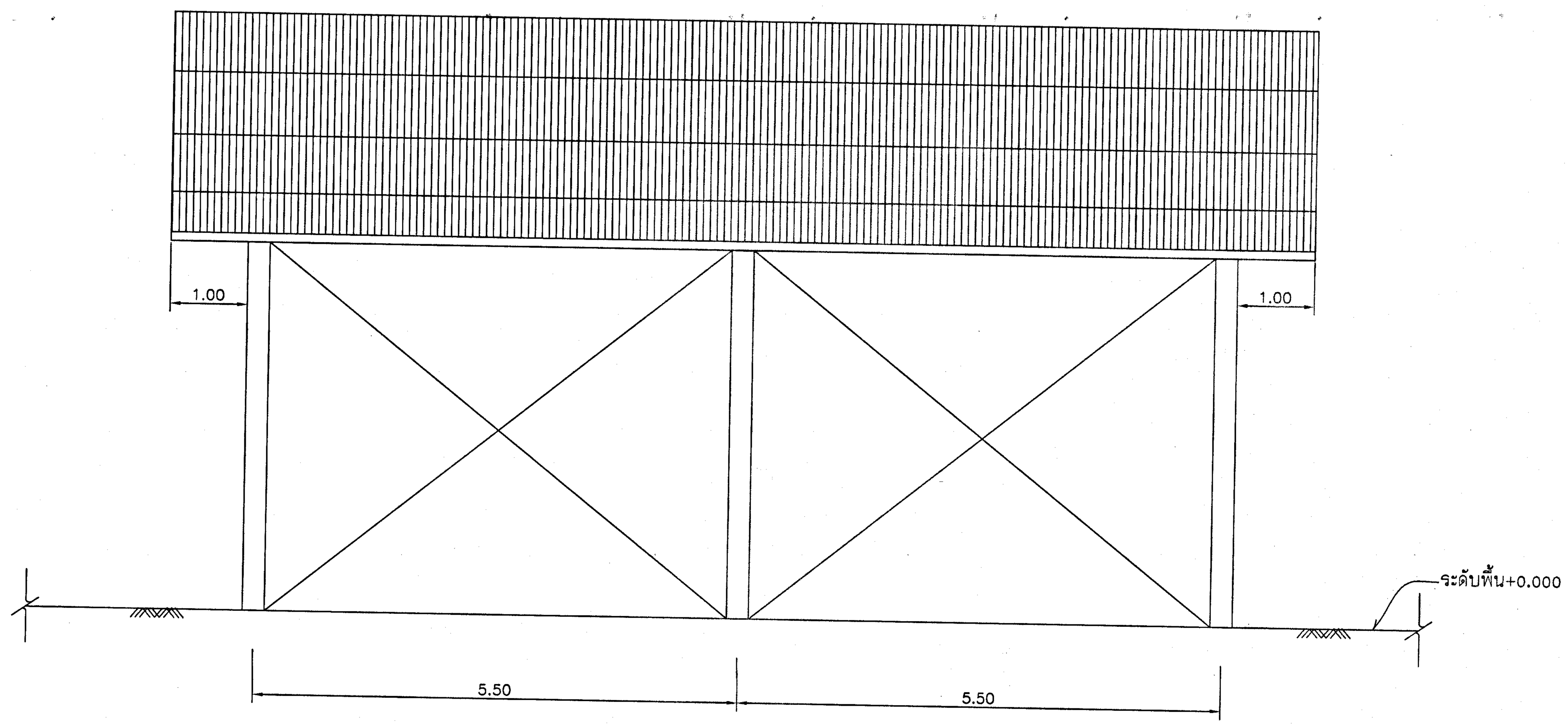
แปลน เสา, ฐานราก
มาตราส่วน 1:50



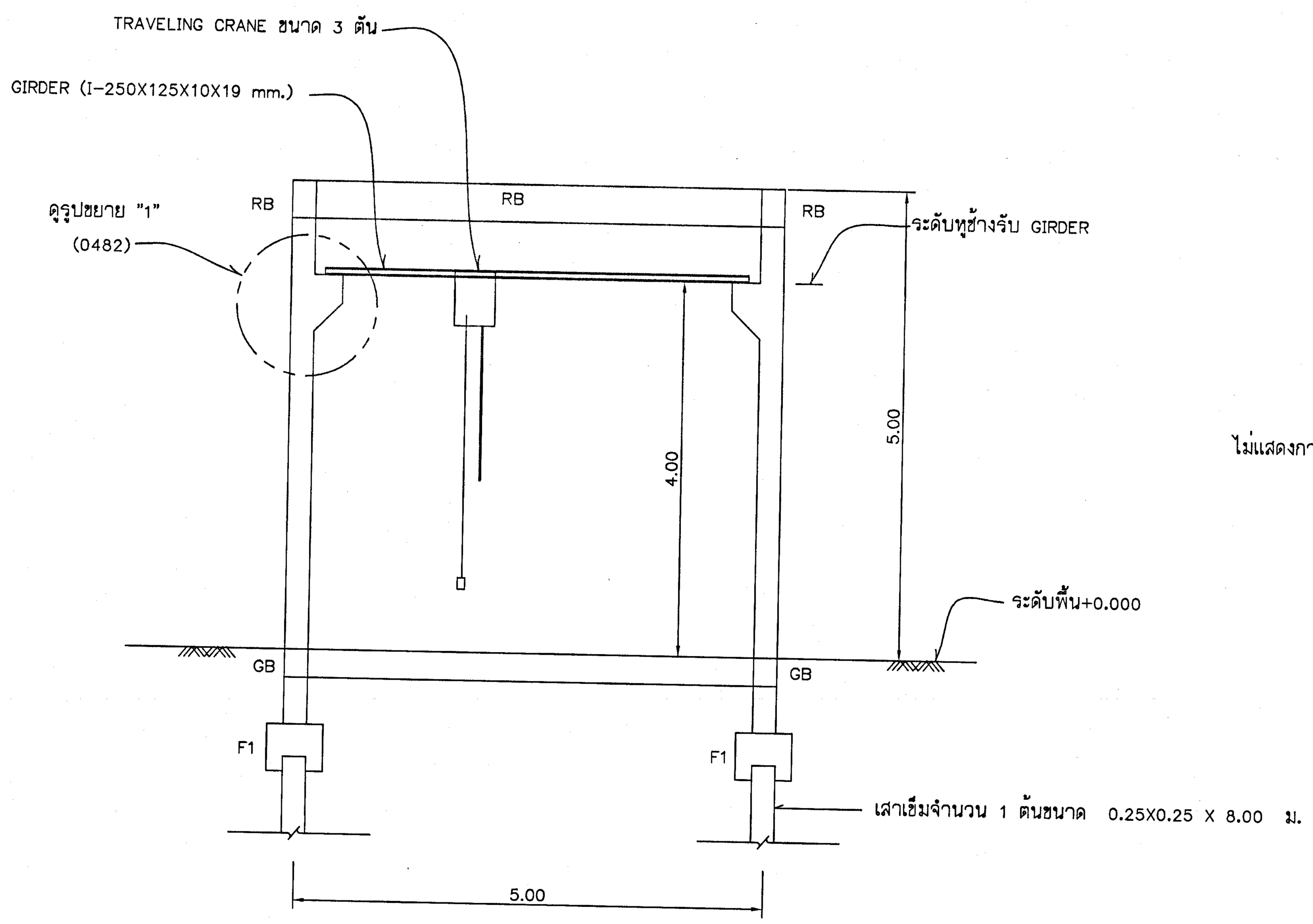
แปลนคานหัวเสา
มาตราส่วน 1:50



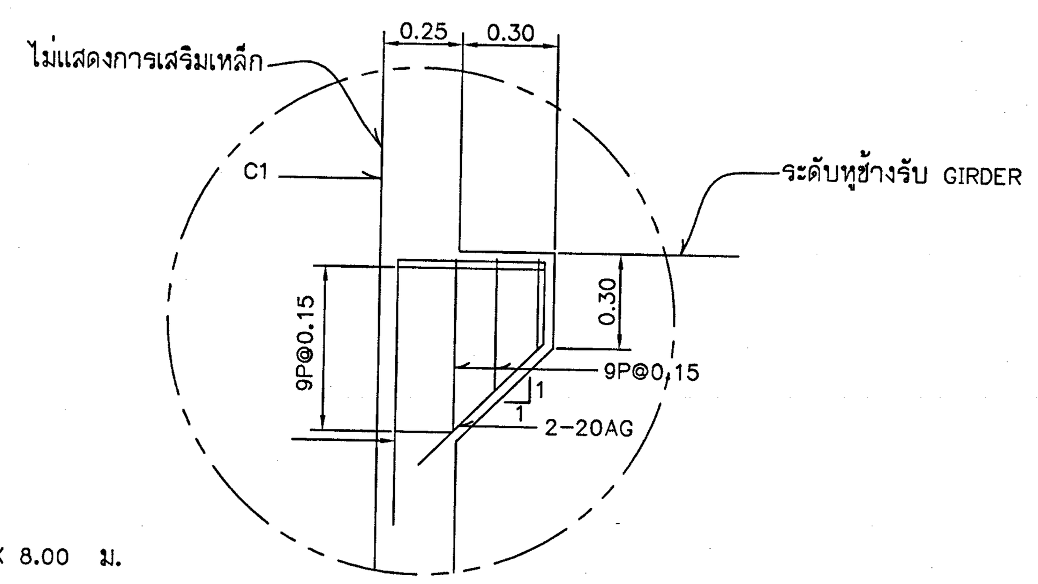
รูปด้านหน้า
มาตราส่วน 1:50



รูปด้านข้าง
มาตราส่วน 1:50



รูปตัด ก-ก
มาตราส่วน 1:50



รูปขยายหูช้างรับ GIRDER
มาตราส่วน 1:20

หมายเหตุ

ดูหมายเหตุและแบบประกอบในแบบหมายเลข 0479

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก

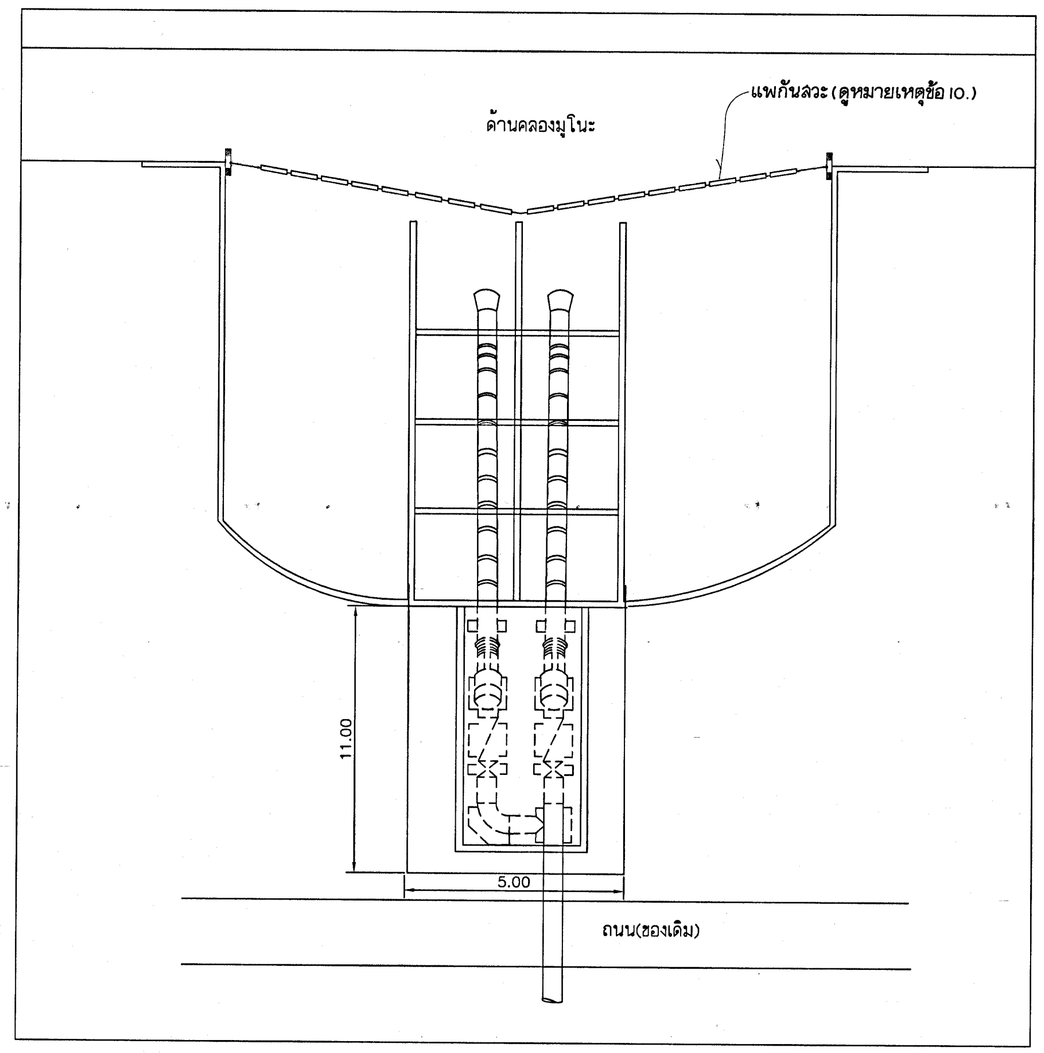
อ.สุไหงโก-ลก จ.นราธิวาส

หลังคาสถานีสูบน้ำบ้านโคกกูแว

แปลน, รูปตัดและรูปด้าน

ครั้งที่	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ

ออกแบบ	[signature]	เสนอ	[signature]	กอบ.ชป.17
เขียน	[signature]	ผ่าน	[signature]	ผวศ.ชป.17
ลอก	PLOTTER [signature]	เห็นชอบ		ผส.ชป.17
ตรวจ	[signature]	อนุมัติ	[signature]	
สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร	วันที่ 9 มี.ค. 52		0480	



ผังบริเวณ

ไม่แสดงมาตราส่วน

หมายเหตุ

1. ระดับ (ร.ส.ม.)และมิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร เหล็กเสริมเป็นมิลลิเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. คอนกรีตต้องรับแรงกดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 175 กก./ซม.^{2} โดยการทดสอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอกขนาด ø 15X30 ซม. เมื่ออายุได้ 28 วัน
3. เหล็กเสริมใช้เหล็กข้ออ้อย (DEFORMED BARS) ชั้นคุณภาพ SD 30 ตามมาตรฐาน มอก. 24-2536 และเหล็กเส้นกลม (ROUND BARS) ชั้นคุณภาพ SR 24 ตามมาตรฐาน มอก.20-2543
4. โครงสร้างเหล็กรูปพรรณทั่วไปมีกำลังคลากไม่น้อยกว่า 2,400 กก. /ซม.^{2} พร้อมทาสีกันสนิม
5. คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมให้เป็นตามแบบหมายเลข มฐย-4-049
6. การต่อเหล็กเสริมโดยวิธีทาบ (LAPPED SPLICED) ถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่น สำหรับเหล็กข้ออ้อยให้วางทาบกันไม่น้อยกว่า 30 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กโดยปลายไม่งอตามมาตรฐาน สำหรับเหล็กเส้นกลมให้วางทาบกันไม่น้อยกว่า 50 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเมื่อปลายงอตามมาตรฐาน และ 60 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเมื่อปลายไม่งอตามมาตรฐาน
7. ระยะห่างระหว่างเหล็กเสริม ที่แสดงไว้เป็นระยะระหว่าง ศูนย์กลางเหล็กถึงศูนย์กลางเหล็ก
8. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง I- BEAM รับรอกแม่แรงต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังนี้
   8.1 เหล็กแผ่น (STEEL PLATE) ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATON A-36
   8.2 ลวดเชื่อมต้องใช้ลวดเชื่อมขนาด E70, HEAVILY COATED ELECTRODE วิธีเชื่อมให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASW CODE SECTION 6, WORKMANSHIP AND TECHNIQUE " STANDARD CODE FOR ARC AND GAS WEDDING BUILDING CONSTRUCTION" ขนาดรอยเชื่อมไม่น้อยกว่า 6 มม. ตลอดทั้งสองด้าน นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
   8.3 สลักเกลียวและแป้นเกลียว มาตรฐาน ASTM DESIGNATON A-307 ให้ติดตั้งสลักเกลียวพร้อมกับงานคอนกรีต ห้ามใช้วิธีเจาะฝัง
9. นายช่างผู้ควบคุมโครงการฯสามารถพิจารณาเพิ่ม GIRDER ได้ตามความจำเป็นในการใช้งาน แต่ต้องเชื่อมติดกับโครงสร้างอย่างแข็งแรง
10. อาคารต้องสร้างบนเสาเข็ม ค.ส.ล. ขนาด 0.25×0.25 ยาวประมาณ 8.00 เมตร ตามมาตรฐาน มอก. 395-2524 และจะต้องรับน้ำหนักสูงสุด (ULTIMATE LOAD) ไม่น้อยกว่า 30 ตัน/ต้น โดยการตอกทดลอง 10 ครั้งสุดท้ายจาก HILEY' S FORMULA ถ้าปรากฏว่า รับน้ำหนักไม่ได้ตามที่กำหนดไว้ ต้องหล่อเสาเข็มต่อไปอีกแล้วตอกทดลองจนกว่าจะสามารถรับน้ำหนักตามที่กำหนดไว้
10. แพกันสวะยาวประมาณ 26.00 ม. และอนุโลมใช้ตามแบบหมายเลข82790โดยมีเสาจำนวน2เสาต่อ1ตอม่อ โดยให้นายช่างผู้ควบคุมโครงการฯพิจารณารายละเอียดอื่นๆได้ตามความเหมาะสมในสนาม

แบบประกอบ

1. แปลน, รูปตัดและรูปด้าน _____ หมายเลข 0480
2. แปลนหลังคา,รูปตัด และรายละเอียดการเสริมเหล็ก _____ หมายเลข 0481
3. แพกันสวะ _____ หมายเลข 82790

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก

อ.สุไหงโก-ลก จ.นราธิวาส

หลังคาสถานีสูบน้ำบ้านโคกกูแว

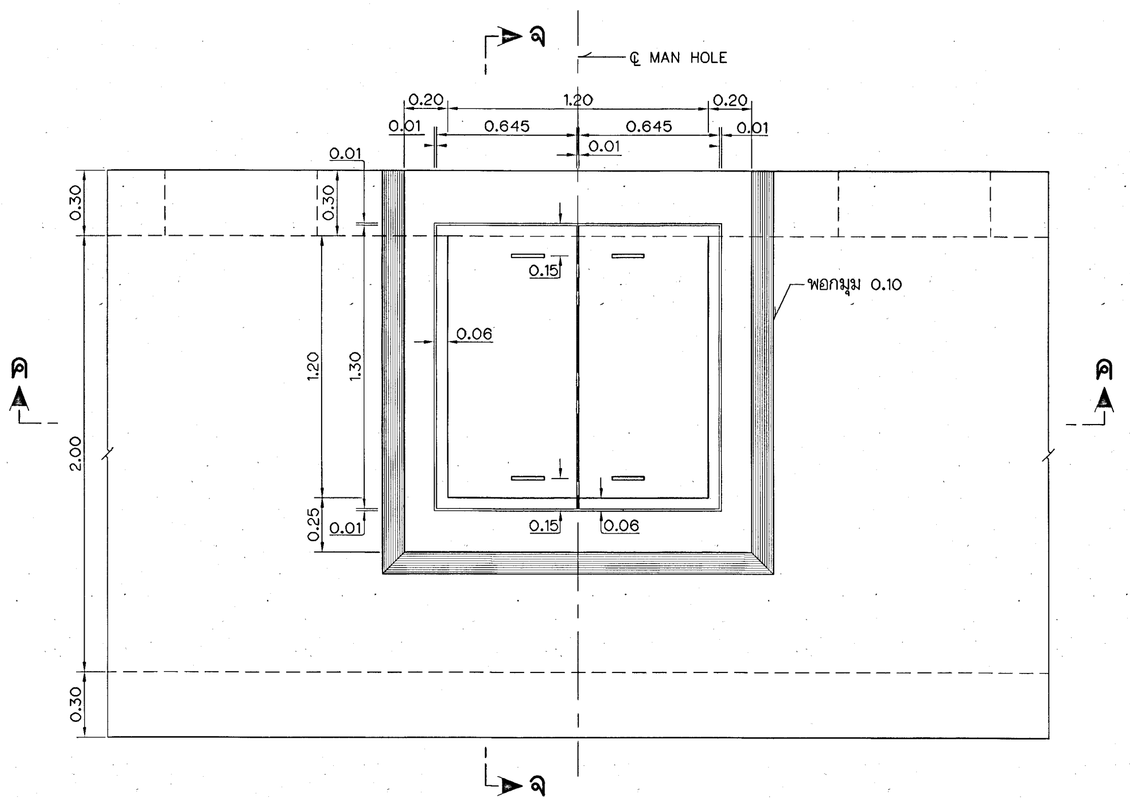
ผังบริเวณ

ครั้งที่	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ

ออกแบบ		เสนอ	กอบ.ชป.17
เขียน		ผ่าน	ผวศ.ชป.17
ลอก	PLOTTER	เห็นชอบ	ผส.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ	

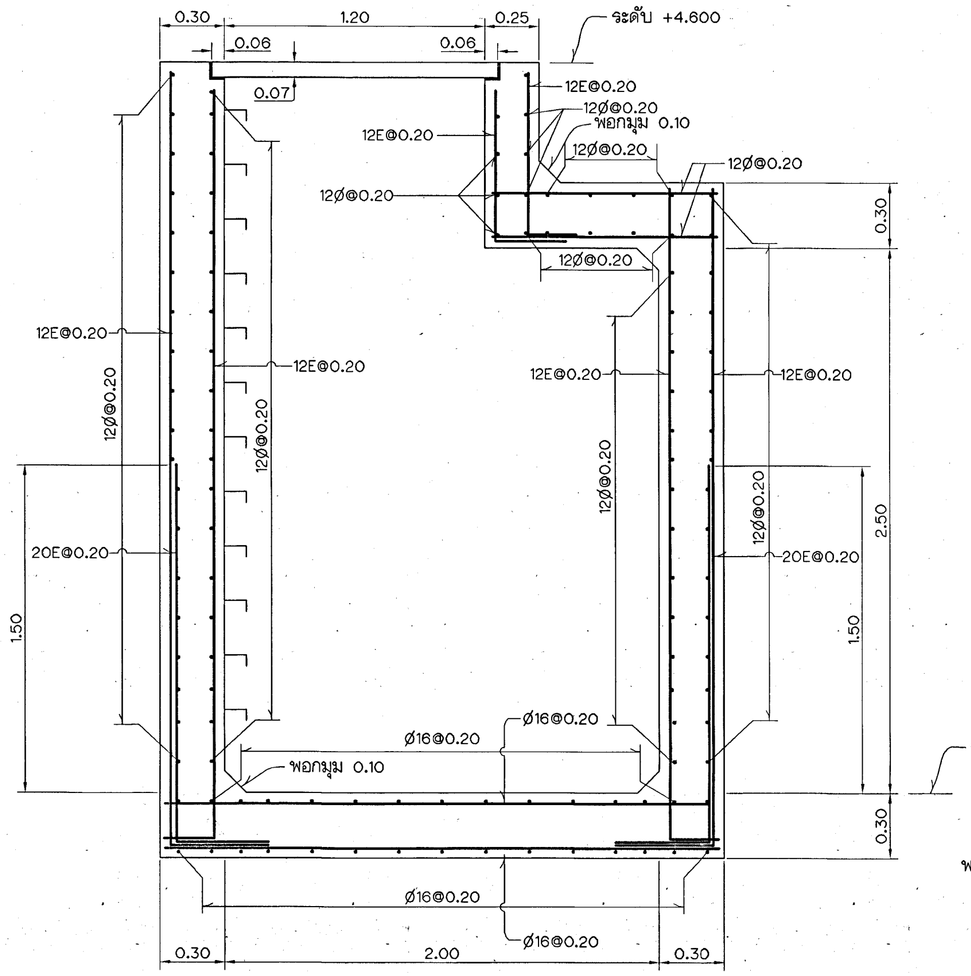
สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร — 9 มิ.ค. 52 รับที่ — 0479

สป.ป.17-4958



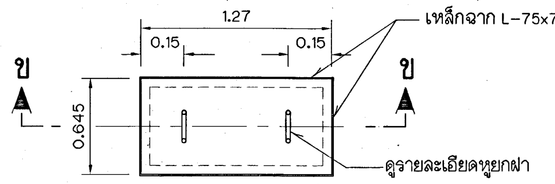
แปลน MAN HOLE

มาตราส่วน 1:20



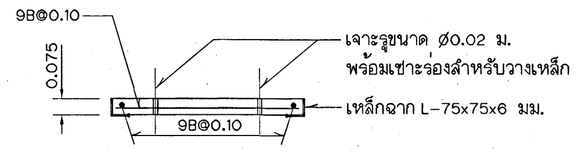
รูปตัด จ–จ

มาตราส่วน 1:20



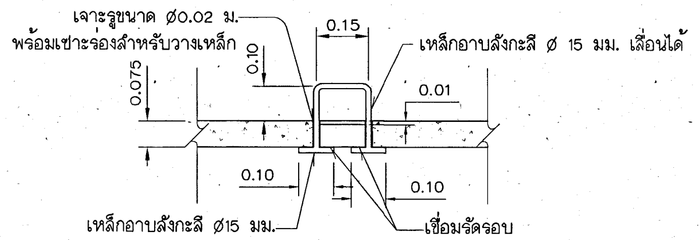
แปลนฝาปิด ค.ส.ล.

ไม่แสดงมาตราส่วน



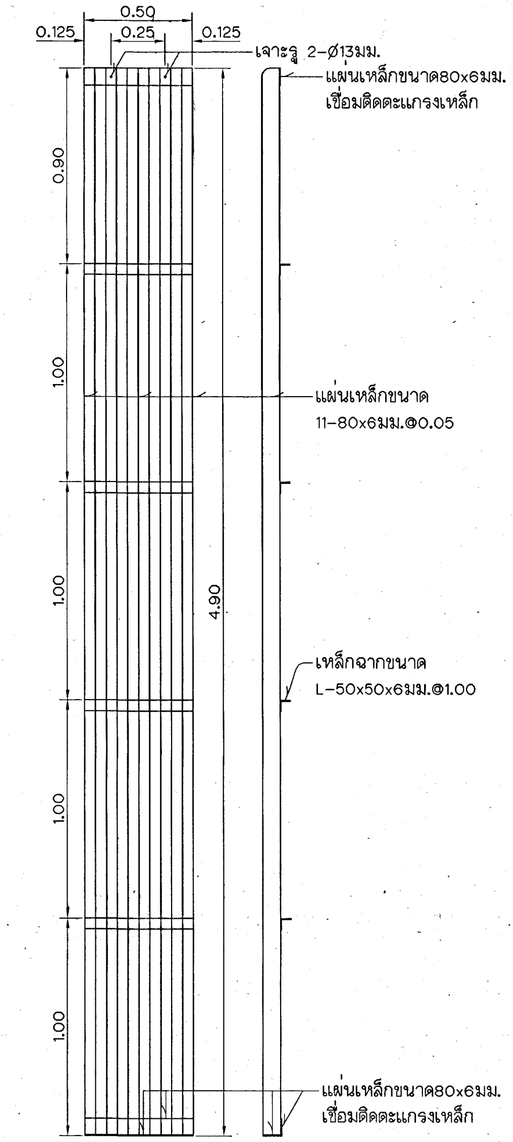
รูปตัด ข–ข

ไม่แสดงมาตราส่วน



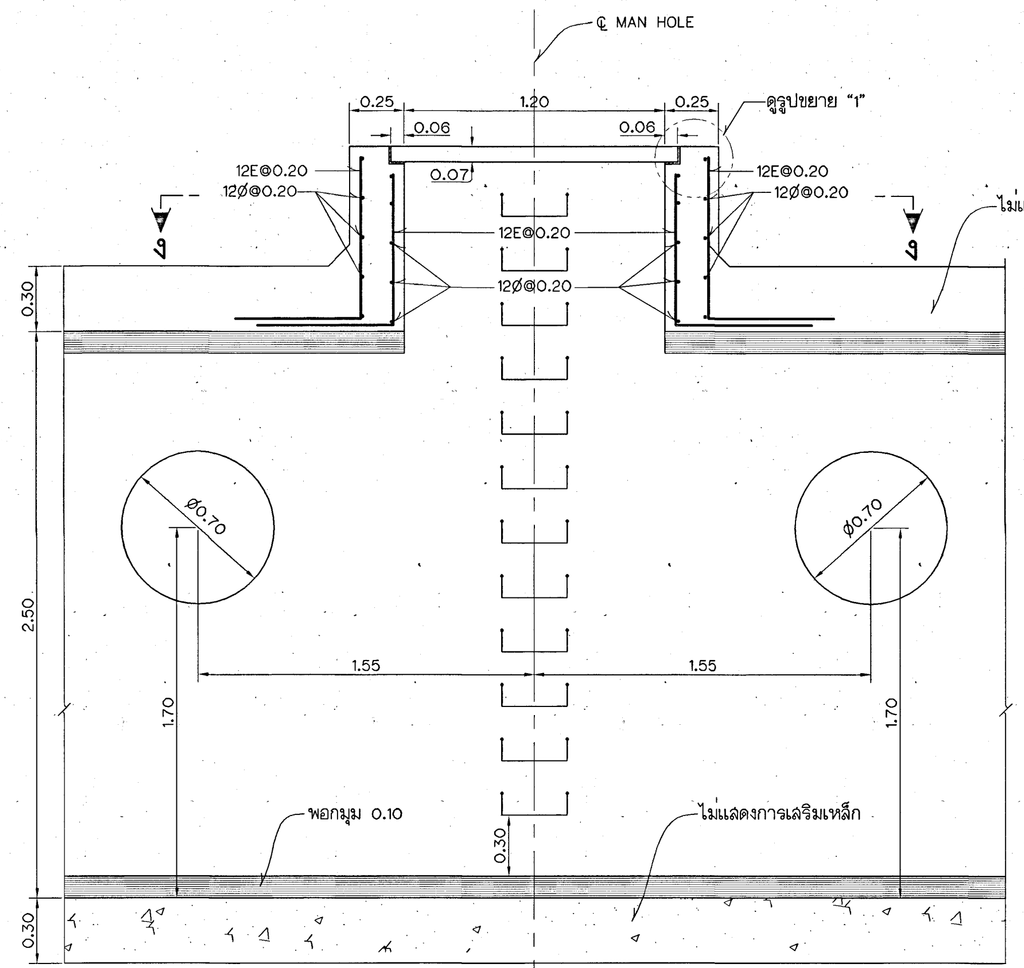
รายละเอียดหูยกฝา

ไม่แสดงมาตราส่วน



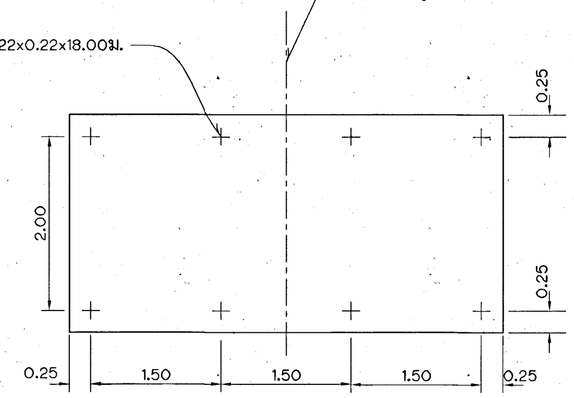
ตะแกรงกันขยะ

มาตราส่วน 1:20



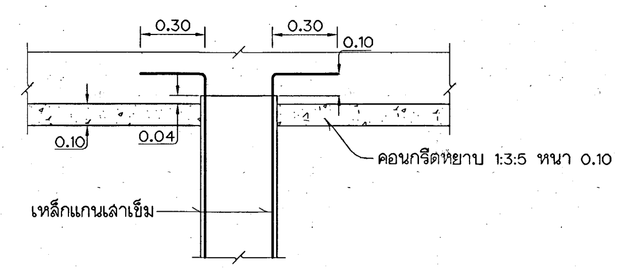
รูปตัด ค–ค

มาตราส่วน 1:20



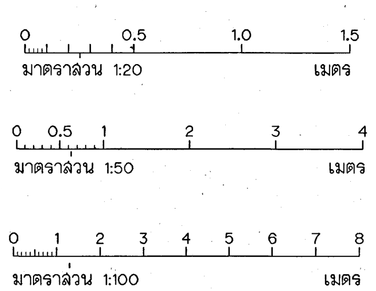
แปลนเสาเข็มของบ่อทิ้งน้ำ

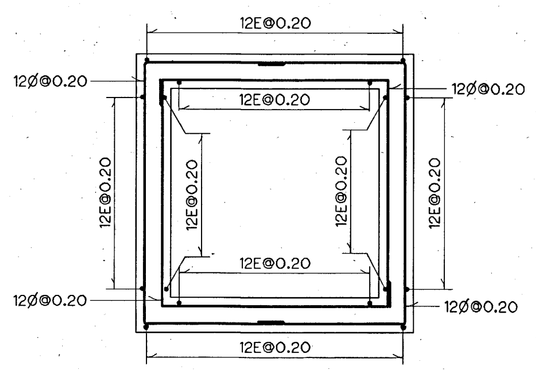
มาตราส่วน 1:50



รายละเอียดหัวเสาเข็มบ่อทิ้งน้ำ

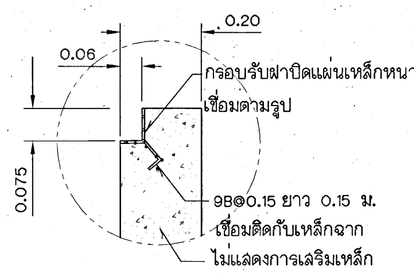
มาตราส่วน 1:20





รูปตัด ง–ง

มาตราส่วน 1:20



รูปขยาย "1"

ไม่แสดงมาตราส่วน

หมายเหตุ

1. หมายเหตุและแบบประกอบดูตามแบบหมายเลข สป.ป.17-4956
2. การเสริมเหล็กบ่อทิ้งน้ำให้ยึดรายละเอียดเหล็กเสริมของ MAN HOLE เป็นเกณฑ์ และให้นายช่างผู้ควบคุมโครงการฯพิจารณารายละเอียดอื่นๆได้ตามความเหมาะสม

ครั้งที่	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ

ออกแบบ		เสนอ		ผวค.ชป.17
เขียน		ผ่าน		สช่ช.ชป.17
ลอก		เห็นชอบ		ผล.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ		

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก

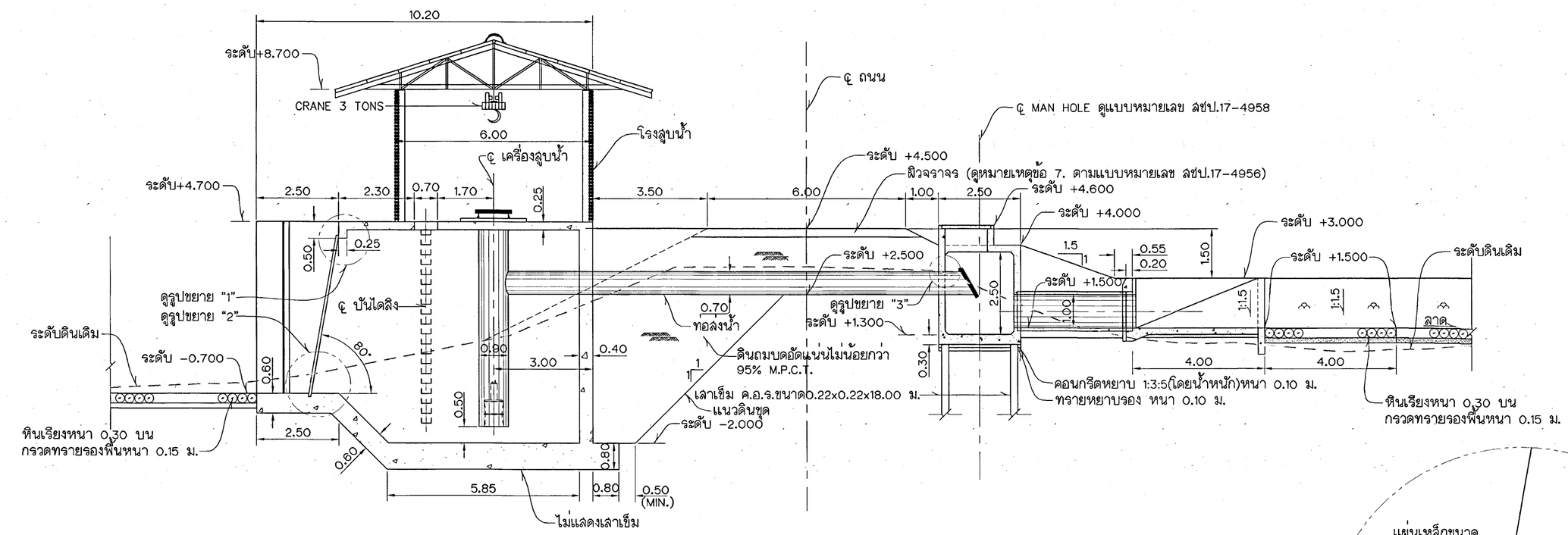
งานสถานีสูบน้ำบ้านนาคอยู

ต.นานาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

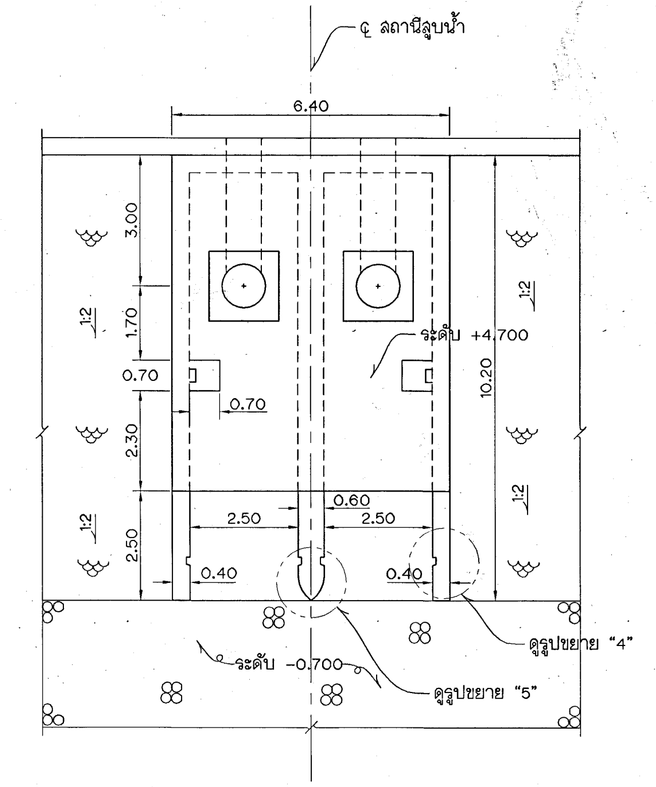
MAN HOLE

แปลน รูปตัด และรายละเอียดการเสริมเหล็ก

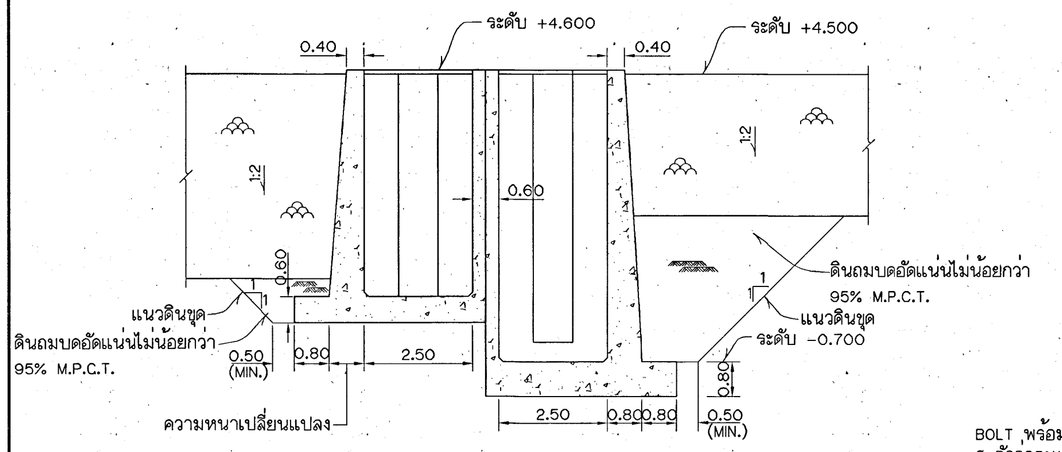
ฝ่ายออกแบบ	สำนักงานชลประทานที่ 17	สช่ป.17-4958
	วันที่ 25 มค. 2565	



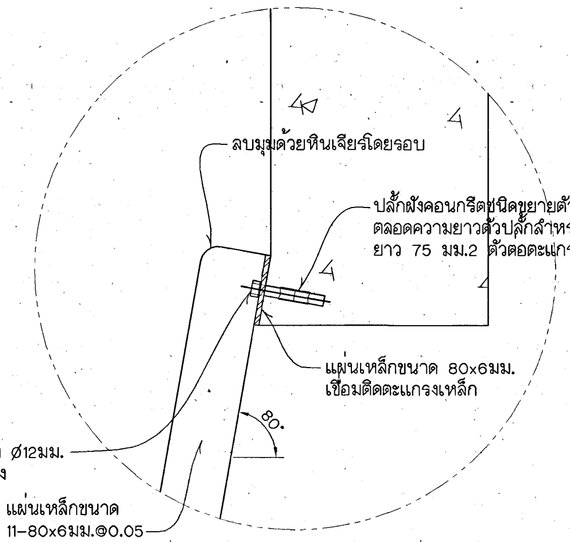
รูปตัด ก–ก (สป.17-4956)
มาตราส่วน 1:100



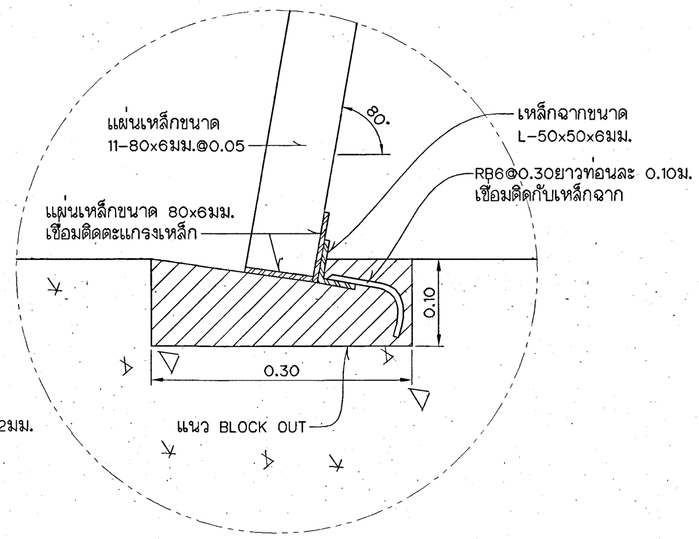
แปลนสถานีสูบน้ำ
มาตราส่วน 1:100



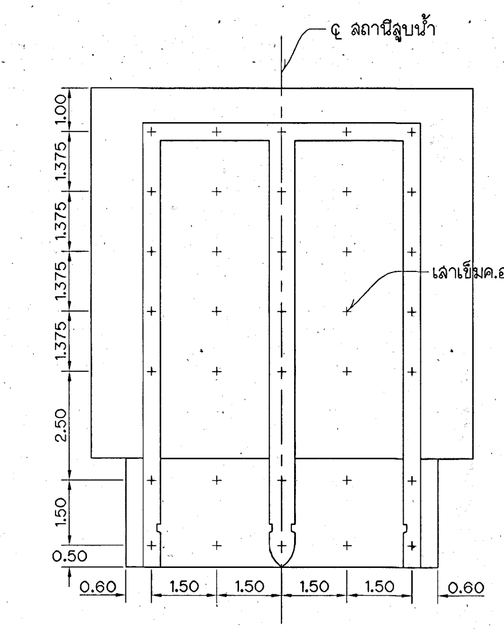
รูปตัด ข–ข (สป.17-4956)
มาตราส่วน 1:100



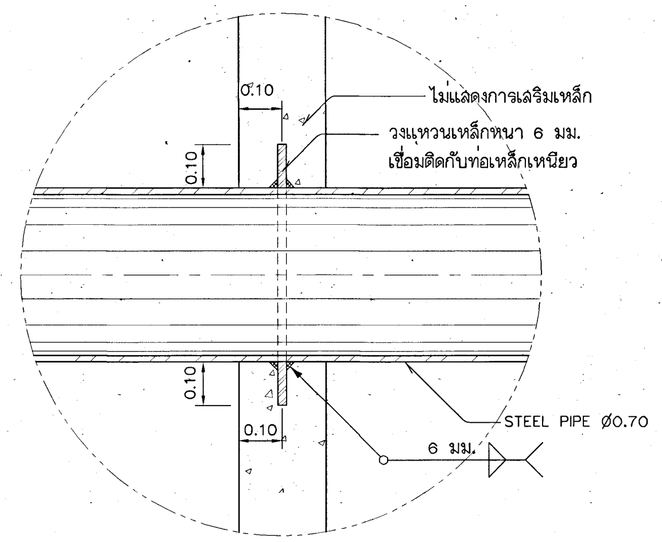
รูปขยาย "1"
มาตราส่วน 1:5



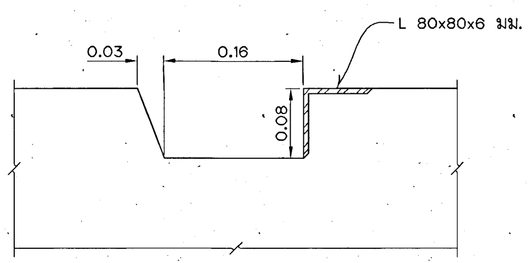
รูปขยาย "2"
มาตราส่วน 1:5



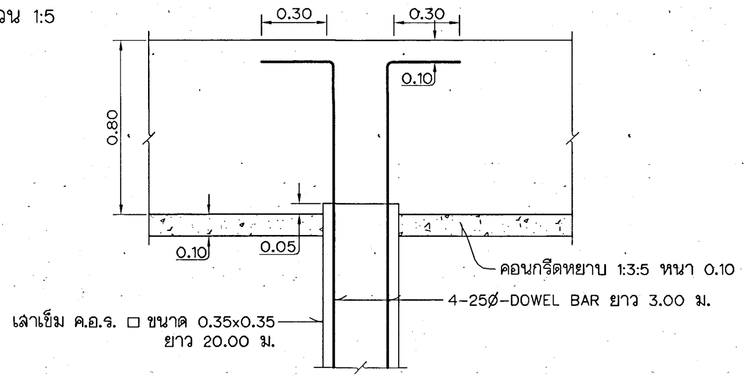
แปลนเสาเข็มสถานีสูบน้ำ
มาตราส่วน 1:100



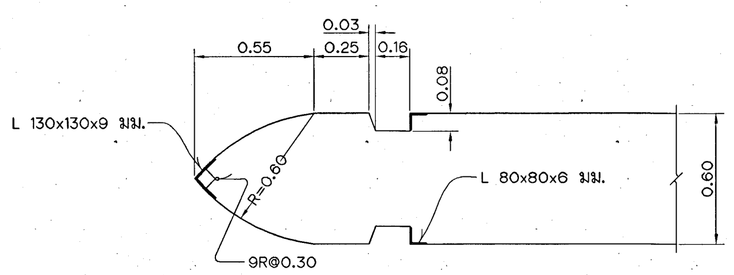
รูปขยาย "3"
ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปขยาย "4"
มาตราส่วน 1:5



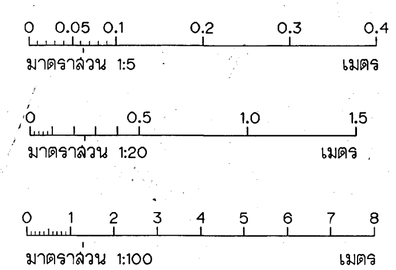
รายละเอียดหัวเสาเข็มบ่อดูดน้ำ
มาตราส่วน 1:20



รูปขยาย "5"
มาตราส่วน 1:20

หมายเหตุ

1. หมายเหตุและแบบประกอบดูตามแบบหมายเลข สป.17-4956



กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก

งานสถานีสูบน้ำบ้านนาคอยู

ต.นานาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

สถานีสูบน้ำ

แปลน รูปตัด และรูปขยาย

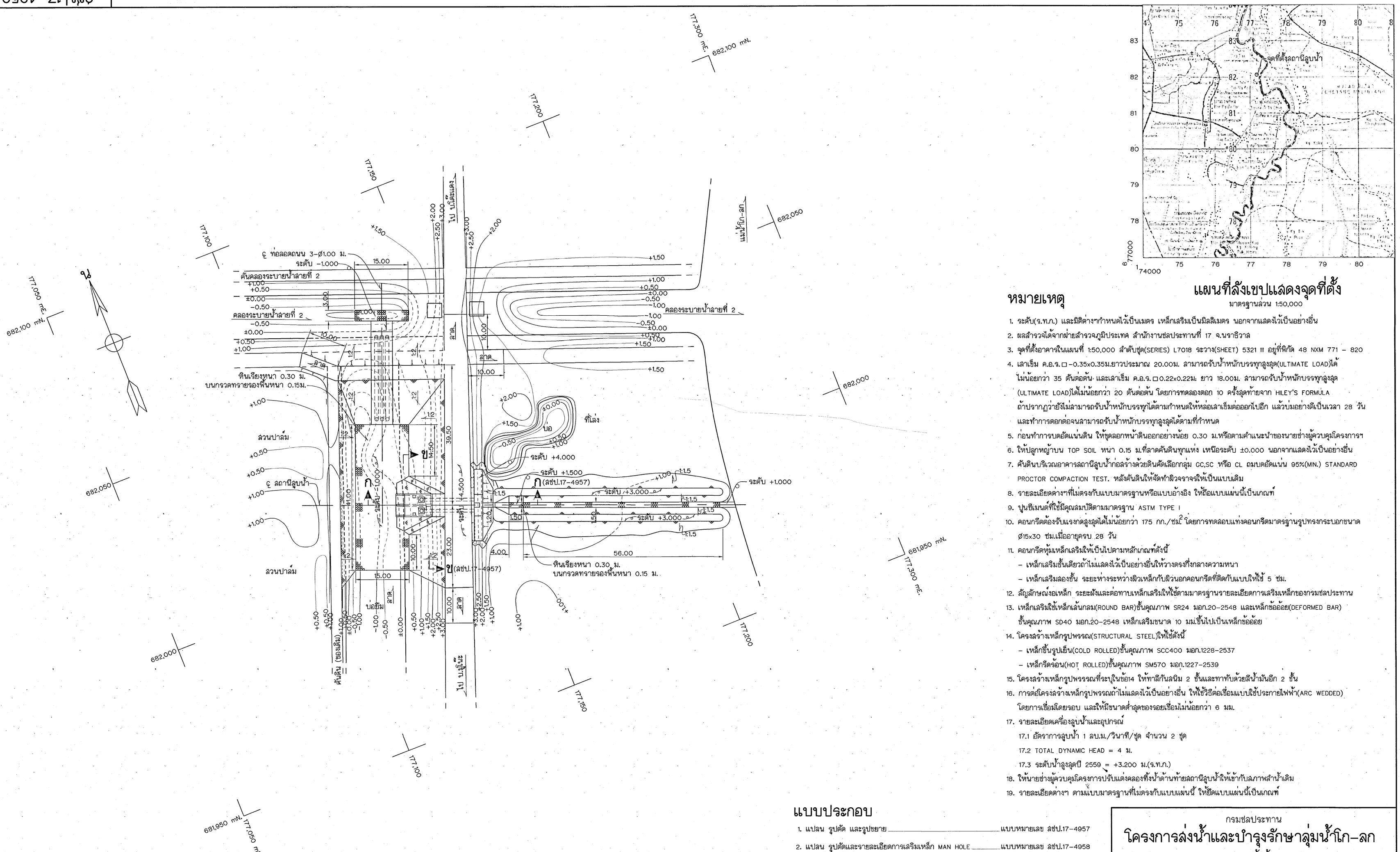
ครั้งที่	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เลขย	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ

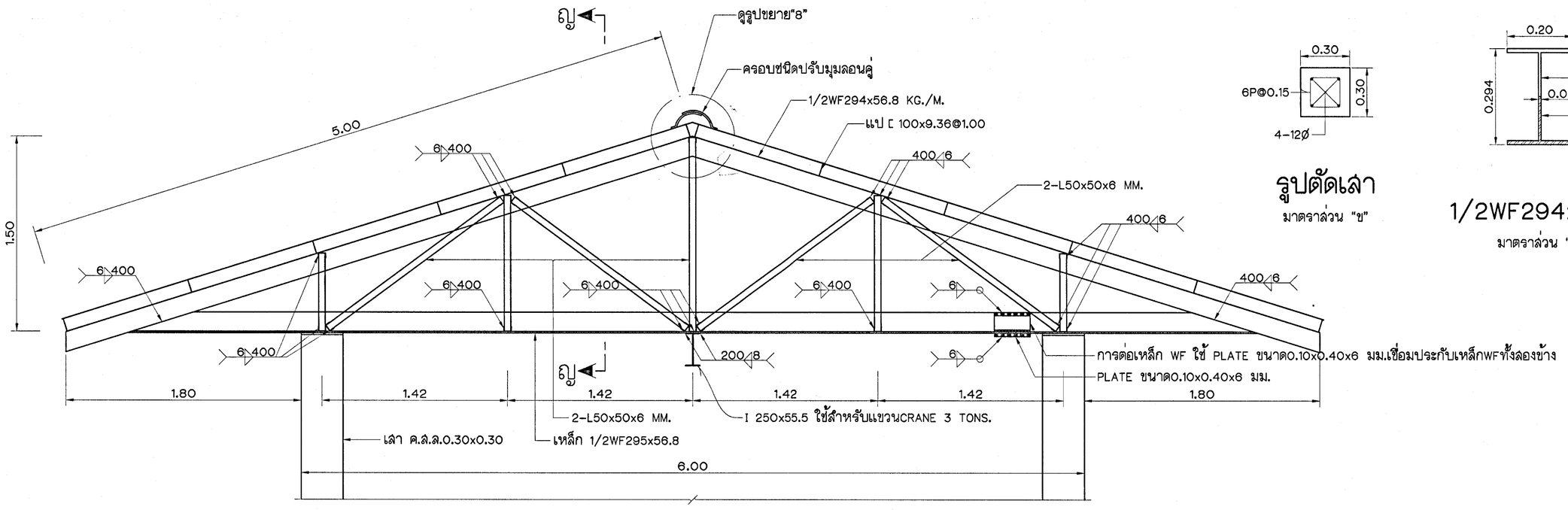
ออกแบบ		เลขย	ผวค.ชป.17
เขียน		ผ่าน	ผช่ช.ชป.17
ลอก		เห็นชอบ	ผล.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ	

สำนักงานชลประทานที่ 17 วันที่ 9 ธ.ค. 2530
ฝ่ายออกแบบ ส่วนวิศวกรรม

สป.17-4957

สปป.17-4956


177,300 mE. 682,100 mN.
177,200
177,150
177,100
177,050 mE. 682,100 mN.
682,050
682,000
681,950 mN. 177,050 mE.
177,000
177,200 mE. 681,950 mN.
177,150
177,100 mE. 682,000 mN.
682,050
ท่อลอดถนน 3-ø1.00 ม.
ระดับ -1.000
15.00
คันดินคลองระบายน้ำสายที่ 2
คลองระบายน้ำสายที่ 2
หินเรียงหนา 0.30 ม.
บนกรวดทรายรองพื้นหนา 0.15ม.
สวนปาล์ม
ลาด
ที่โล่ง
บ่อ
ระดับ +4.000
ระดับ +1.500
ระดับ +3.000
ระดับ +1.000
(สปป.17-4957)
ถนนลาดยาง
ไป น.เกี๊ยะแดง
แม่น้ำโก-ลก
ลานกลับรถ
ลานจอดรถ
ลานกลับรถ
ลานจอดรถ
ลานกลับรถ
ลานจอดรถ

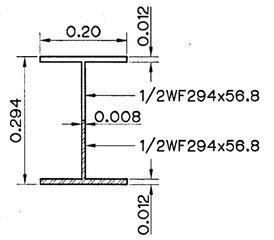


รูปขยายโครงหลังคา

มาตราส่วน "ค"

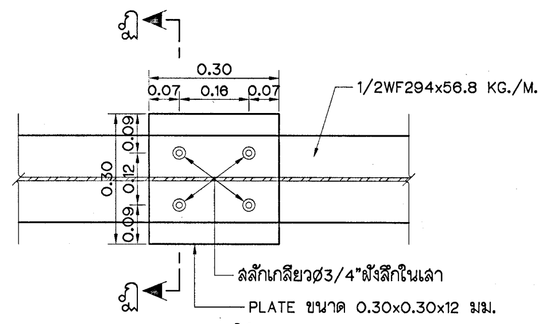
รูปตัดเสา

มาตราส่วน "ข"



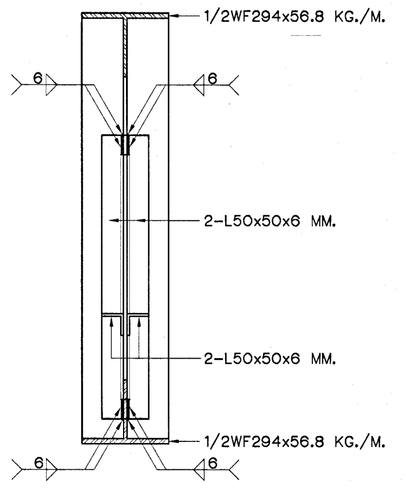
1/2WF294x56.8

มาตราส่วน "ก"



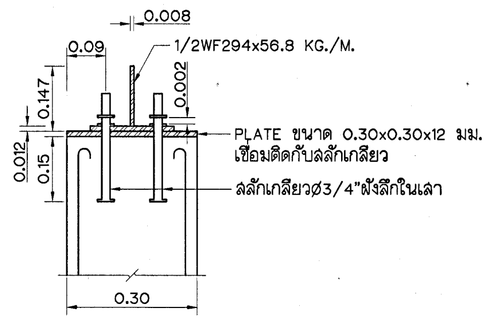
รูปขยายปลายเสาด้าน FIXED END

มาตราส่วน "ก"



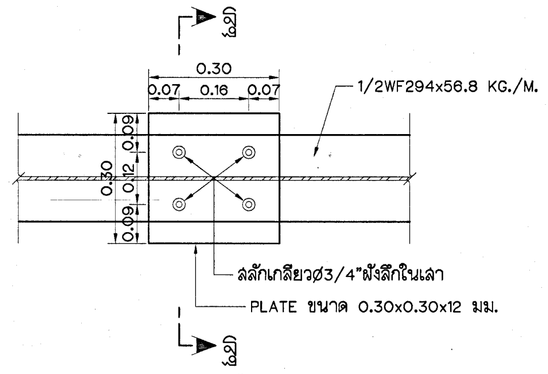
รูปตัด ญ–ญ

มาตราส่วน "ก"



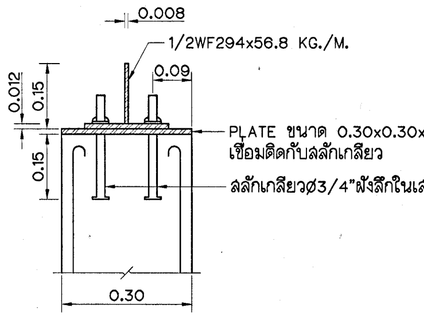
รูปตัด ฐ–ฐ

มาตราส่วน "ก"



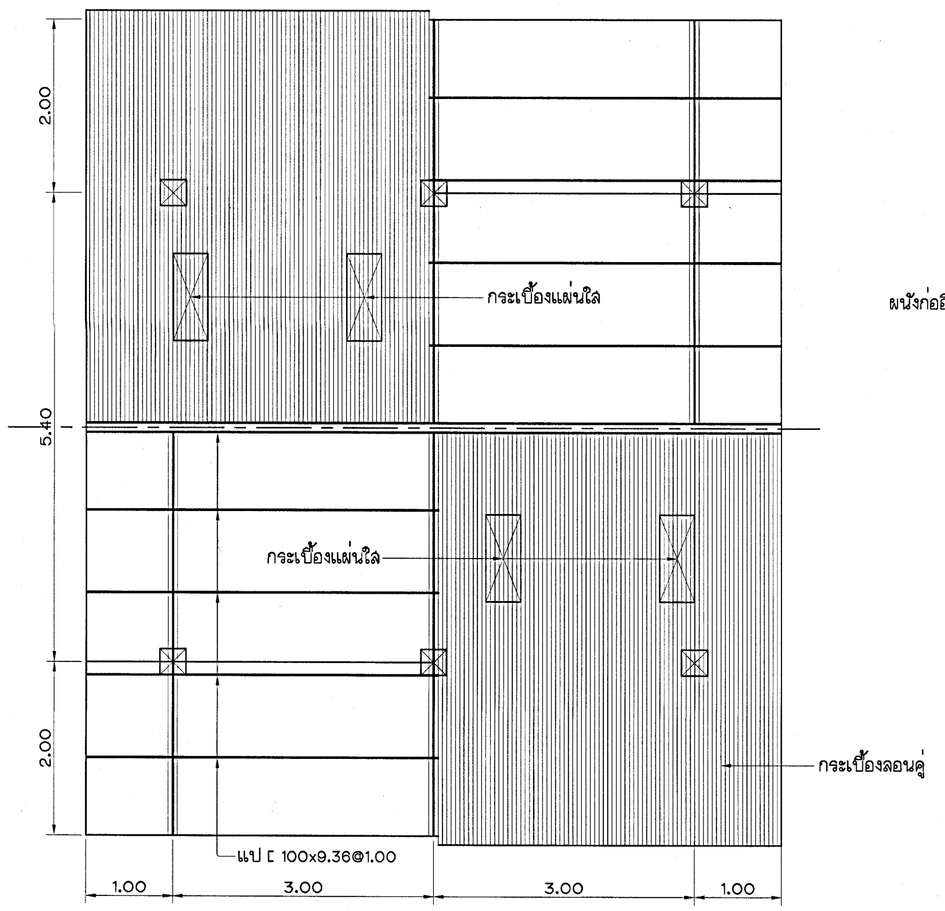
รูปขยายปลายเสาด้าน FREE END

มาตราส่วน "ก"



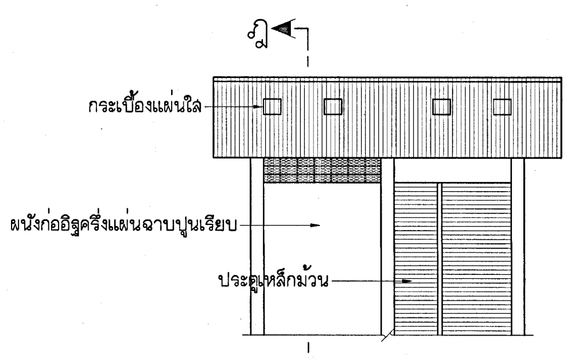
รูปตัด ฑ–ฑ

มาตราส่วน "ก"



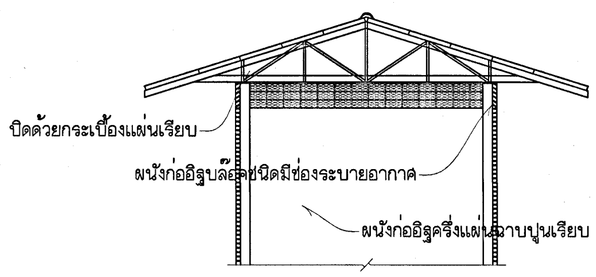
แปลนโครงหลังคา

มาตราส่วน "ง"



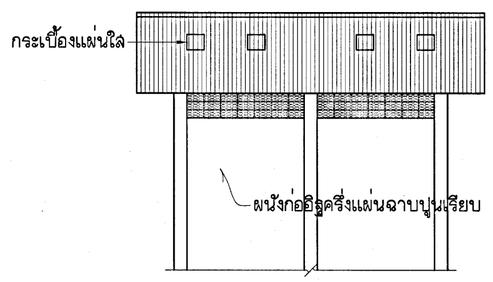
รูปด้านหน้า

มาตราส่วน "จ"



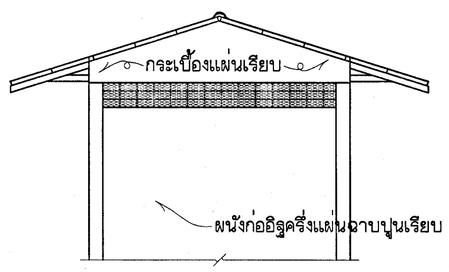
รูปตัด ฎ–ฎ

มาตราส่วน "จ"



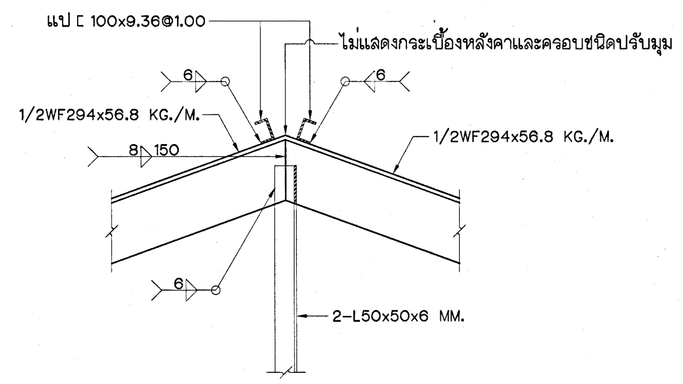
รูปด้านหลัง

มาตราส่วน "ก"



รูปด้านข้างทั้งสองด้าน

มาตราส่วน "ก"



รูปขยาย "8"

มาตราส่วน "ก"

มาตราส่วน "ก"

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 เมตร

มาตราส่วน 1:10

มาตราส่วน "ข"

0 0.5 1 1.5 เมตร

มาตราส่วน 1:20

มาตราส่วน "ค"

0 0.25 0.50 1 1.50 2 เมตร

มาตราส่วน 1:25

มาตราส่วน "ง"

0 0.5 1 2 3 4 เมตร

มาตราส่วน 1:50

มาตราส่วน "จ"

0 1 2 3 4 5 6 7 8 เมตร

มาตราส่วน 1:100

หมายเหตุ

1. หมายเหตุและแบบประกอบดูตามแบบหมายเลข 0513

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก

งานสถานีสูบน้ำบ้านปะลุกา

ต.นานาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

โรงสูบน้ำ

แปลน,รูปตัด,รูปขยายและโครงหลังคา

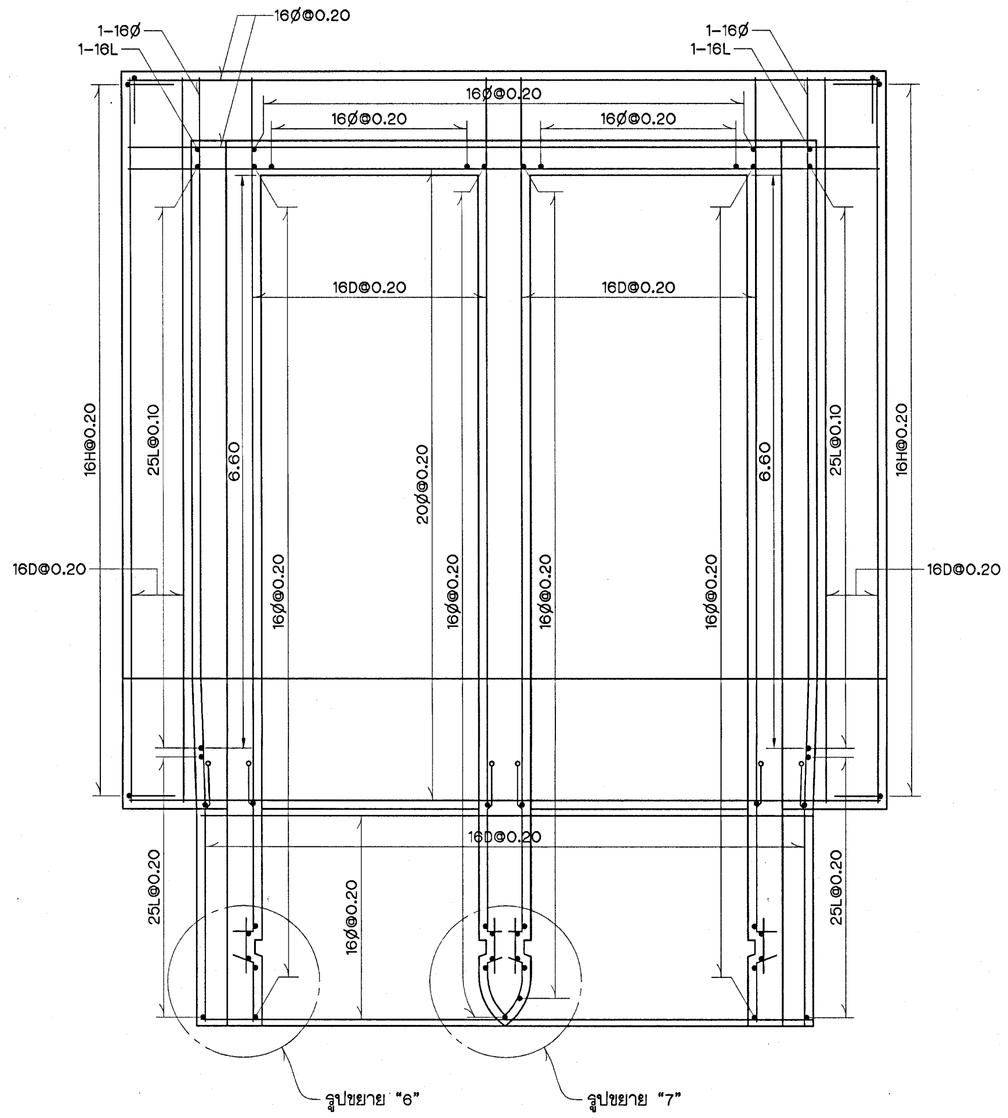
ออกแบบ		เสนอ	กอบ.ชป.17
เขียน		ผ่าน	ผวค.ชป.17
ลอก	PLOTTER,	เห็นชอบ	ผล.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ	

สำนักชลประทานที่ 17 20 พ.ค. 52

กลุ่มออกแบบ ลวนวิศวกรรมบริหาร วันที่

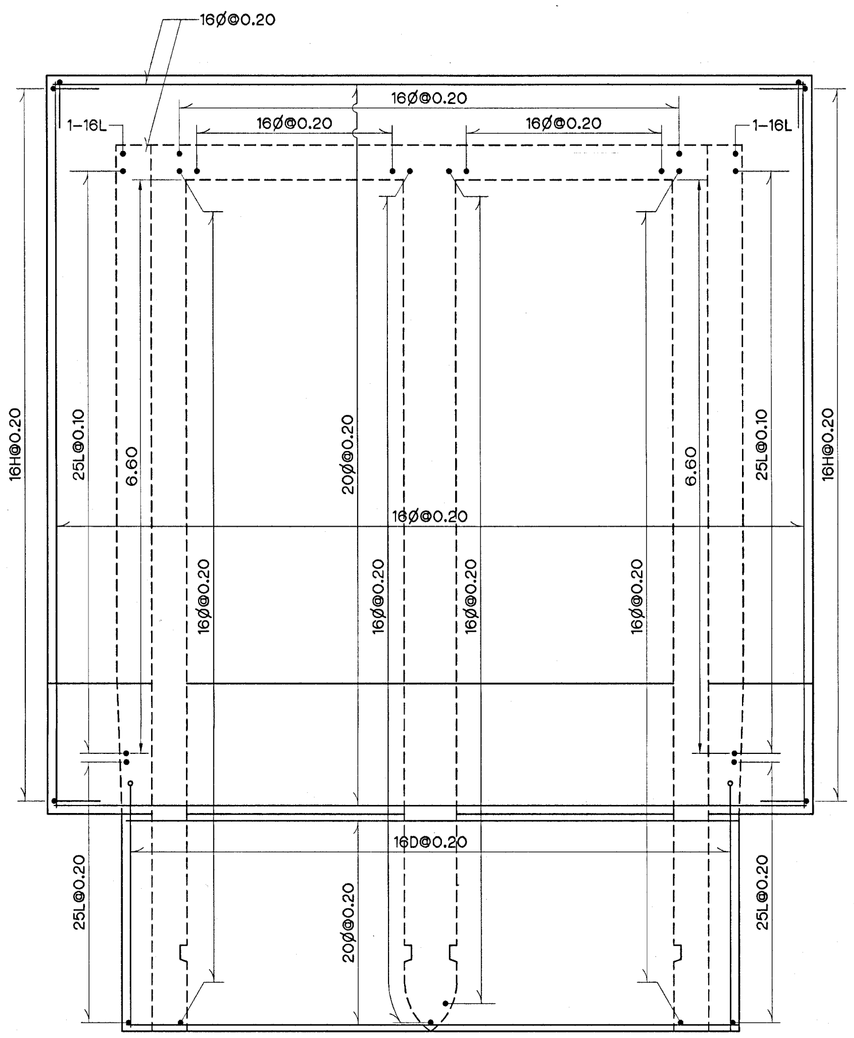
0519

ครั้งที่	ตำแหน่ง	รายการแก้ไข	วันที่	ตรวจ เสนอ	ผ่าน เห็นชอบ	อนุมัติ



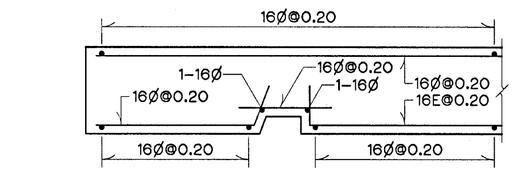
พื้นล่างผิวบน

มาตราส่วน "ข"



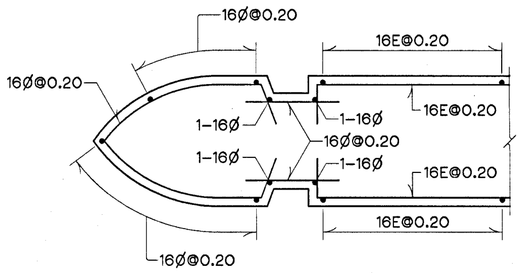
พื้นล่างผิวล่าง

มาตราส่วน "ข"



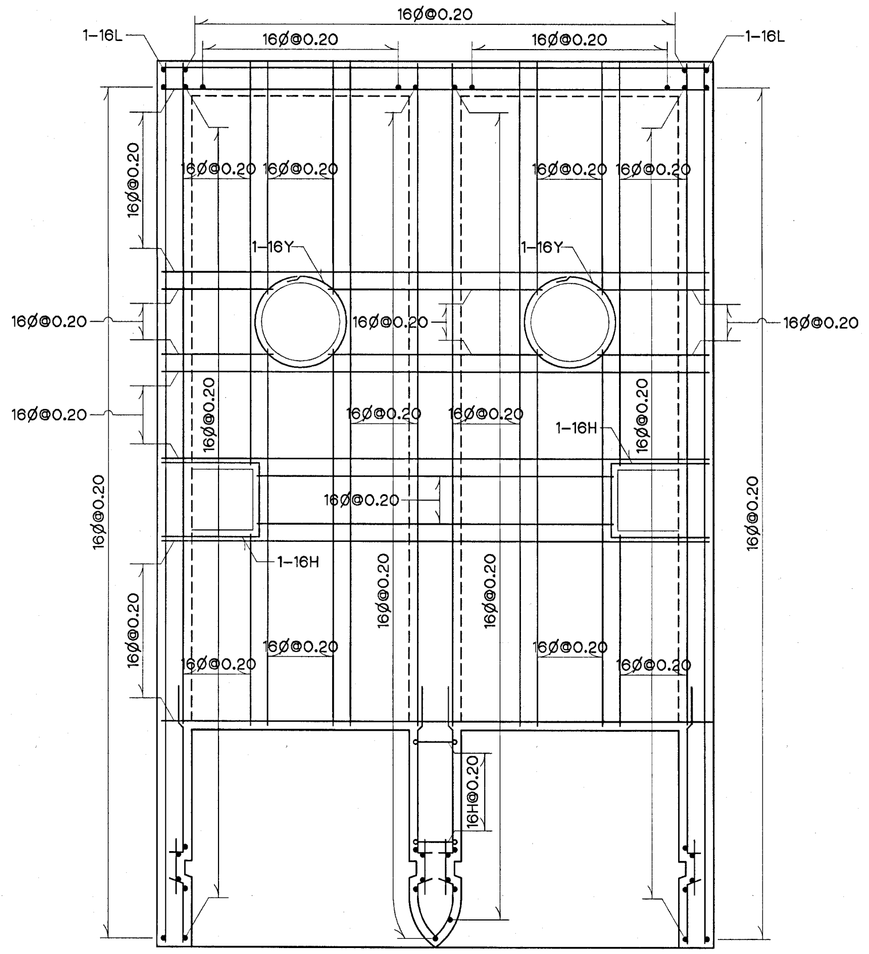
รูปขยาย "6"

มาตราส่วน "ก"



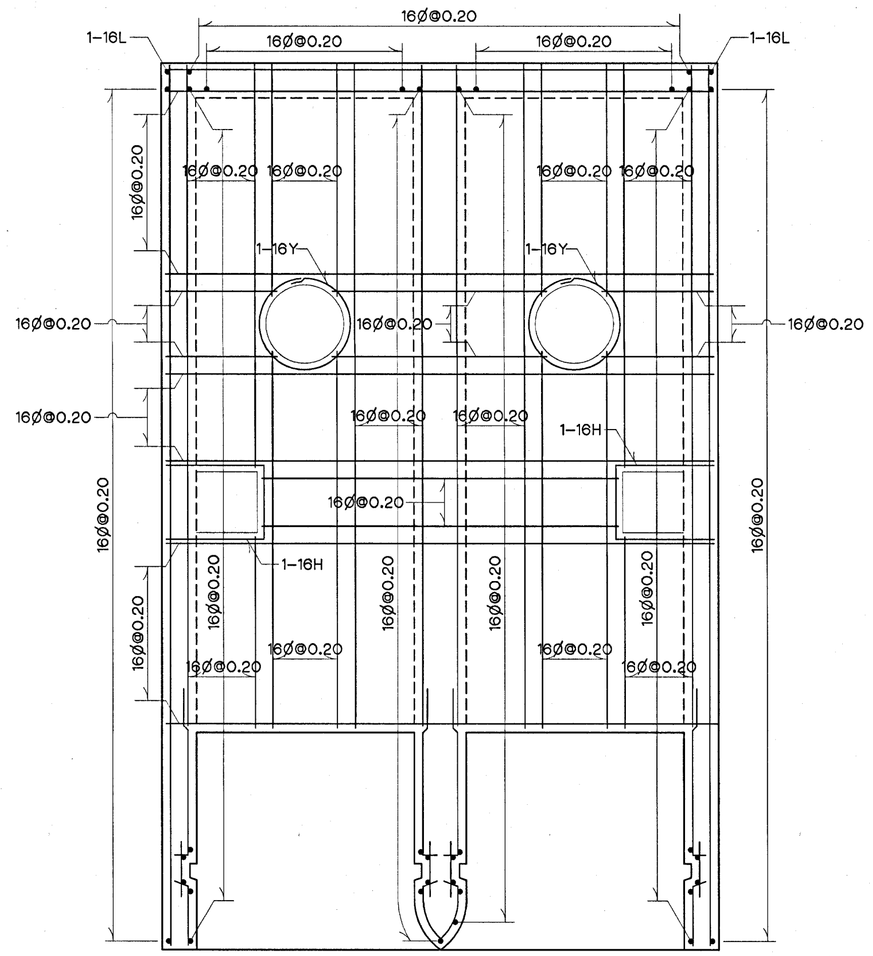
รูปขยาย "7"

มาตราส่วน "ก"



พื้นบนผิวบน

มาตราส่วน "ข"



พื้นบนผิวล่าง

มาตราส่วน "ข"

หมายเหตุ

1. หมายเหตุและแบบประกอบดูตามแบบหมายเลข 0513

มาตราส่วน "ก"

0 0.5 1 1.5

มาตราส่วน 1:20 เมตร

มาตราส่วน "ข"

0 0.5 1 2 3 4

มาตราส่วน 1:50 เมตร

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก

งานสถานีสูบน้ำบ้านปะลุกา

ต.นานาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

สถานีสูบน้ำ

รายละเอียดการเสริมเหล็ก

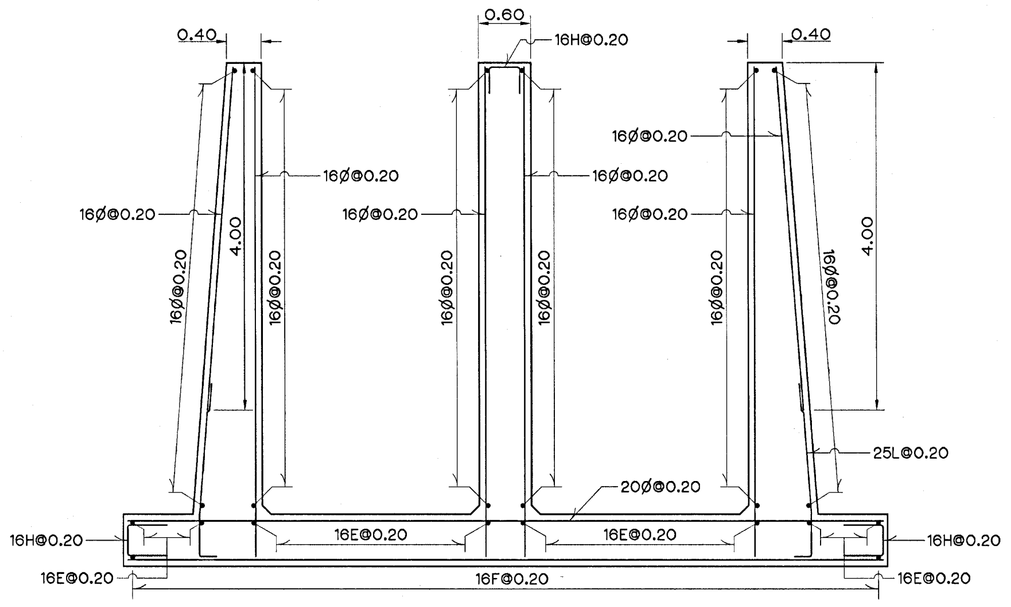
ครั้งที่	ตำแหน่ง	รายการแก้ไข	วันที่	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน / เห็นชอบ	อนุมัติ

ออกแบบ		เสนอ	กอบ.ชป.17
เขียน		ผ่าน	ผวล.ชป.17
ลอก	PLOTTER,	เห็นชอบ	ผล.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ	

สำนักชลประทานที่ 17 20 พ.ค. 52

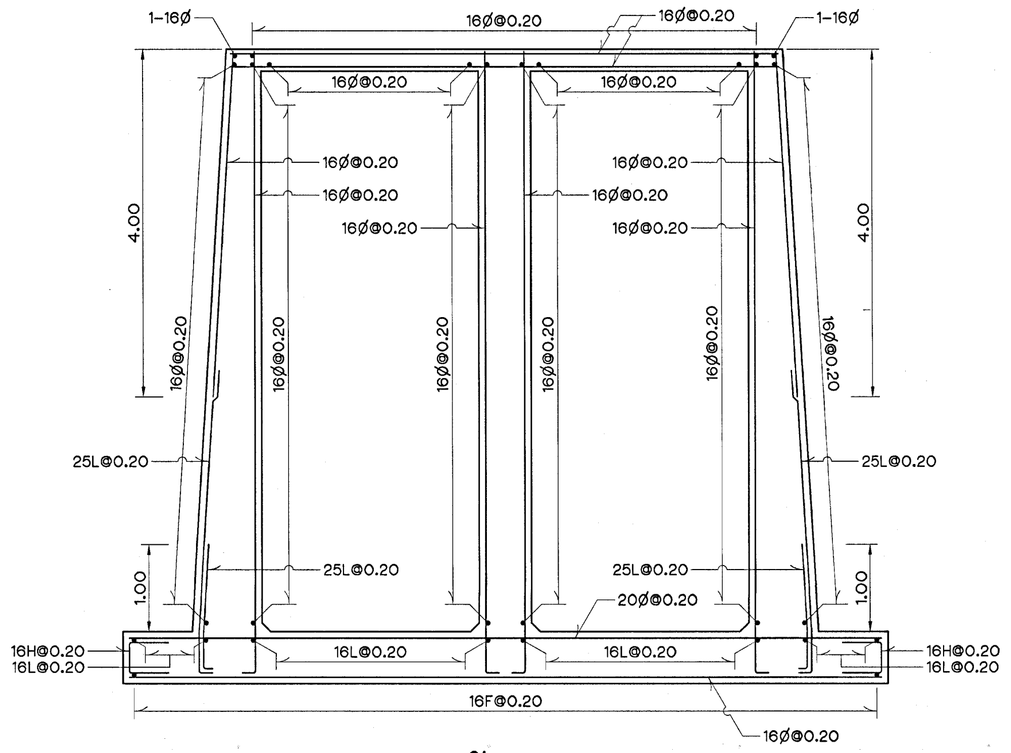
กลุ่มออกแบบ ลวนวิศวกรรมบริหาร วันที่

0518



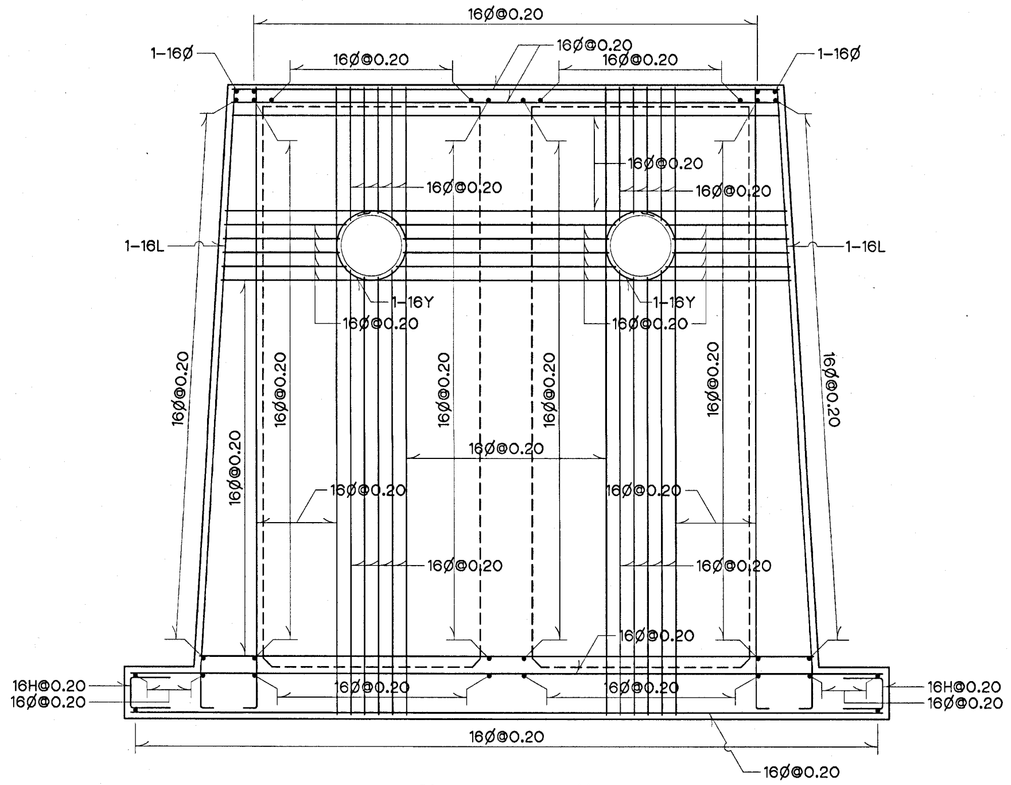
รูปตัด ฉ–ฉ(0514)

มาตราส่วน "ก"



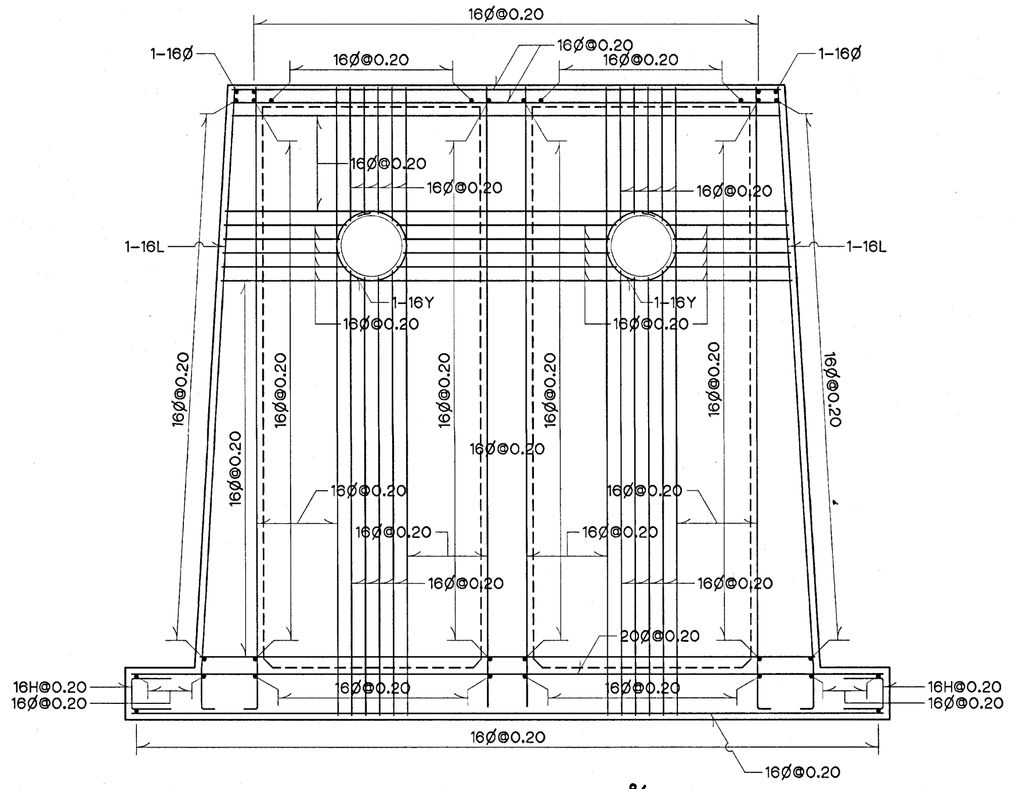
รูปตัด ฌ–ฌ(0514)

มาตราส่วน "ก"



รูปตัด ซ–ซ(ผิวไกล)(0514)

มาตราส่วน "ก"



รูปตัด ซ–ซ(ผิวใกล้)(0514)

มาตราส่วน "ก"

หมายเหตุ

1. หมายเหตุและแบบประกอบดูตามแบบหมายเลข 0513

มาตราส่วน "ก"

0 0.5 1 2 3 4

มาตราส่วน 1:50 เมตร

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก–ลก

งานสถานีสูบน้ำบ้านปะลุกา

ต.นานาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

สถานีสูบน้ำ

รูปตัดและรายละเอียดการเสริมเหล็ก(2/2)

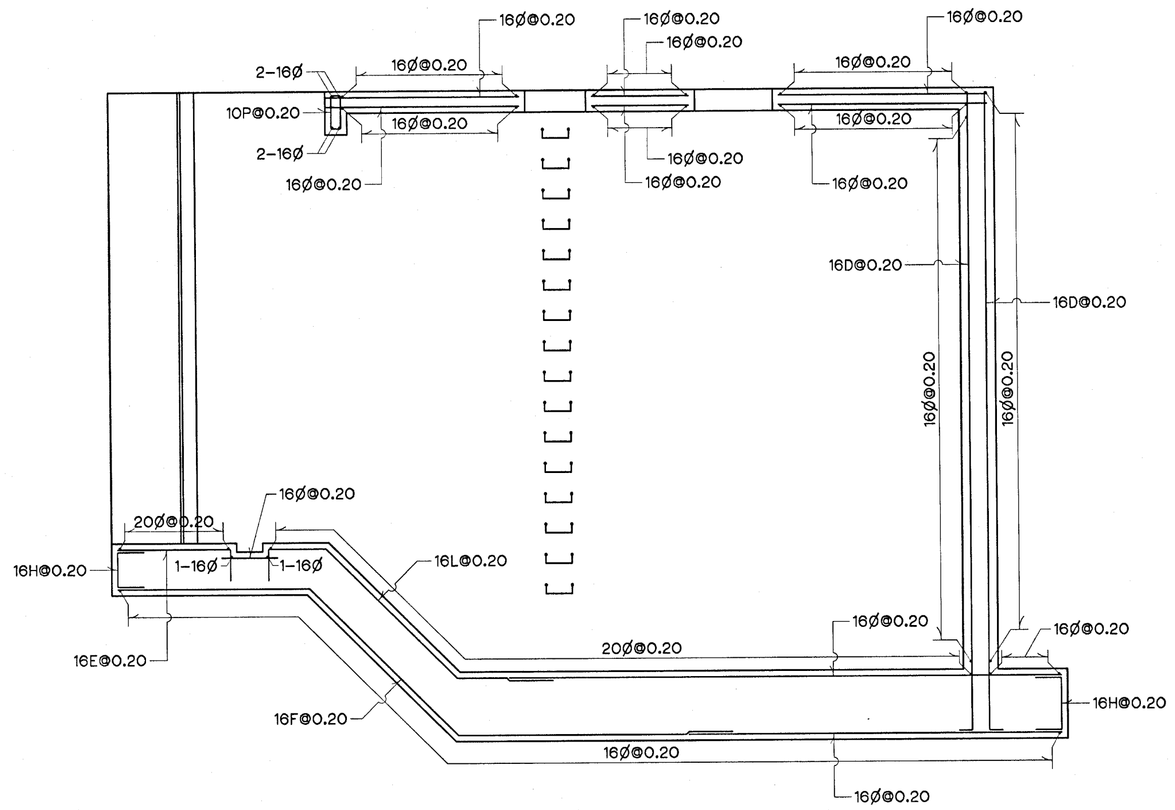
ครั้งที่	ตำแหน่ง	รายการแก้ไข	วันที่	ตรวจ/เสนอ	ผ่าน/เห็นชอบ	อนุมัติ

ออกแบบ		เสนอ		กอบ.ชป.17
เขียน		ผ่าน		ผวค.ชป.17
ลอก	PLOTTER,	เห็นชอบ		ผล.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ		

สำนักชลประทานที่ 17 20 พ.ศ.52

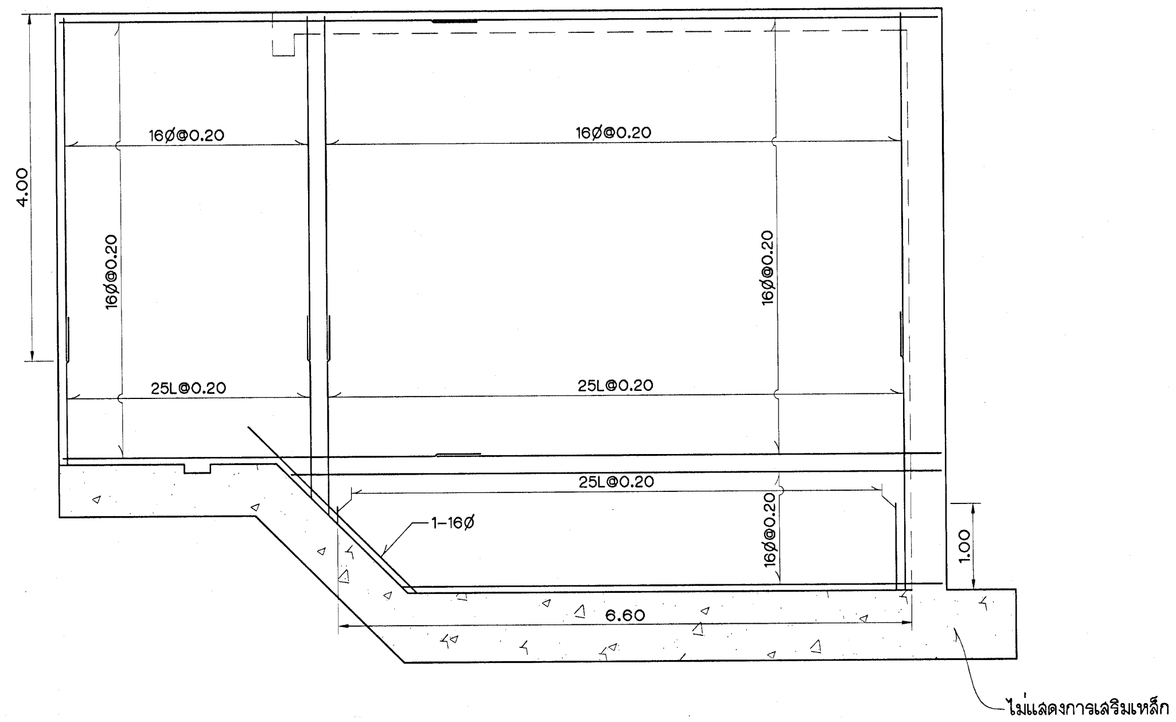
กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร วันที่

0517



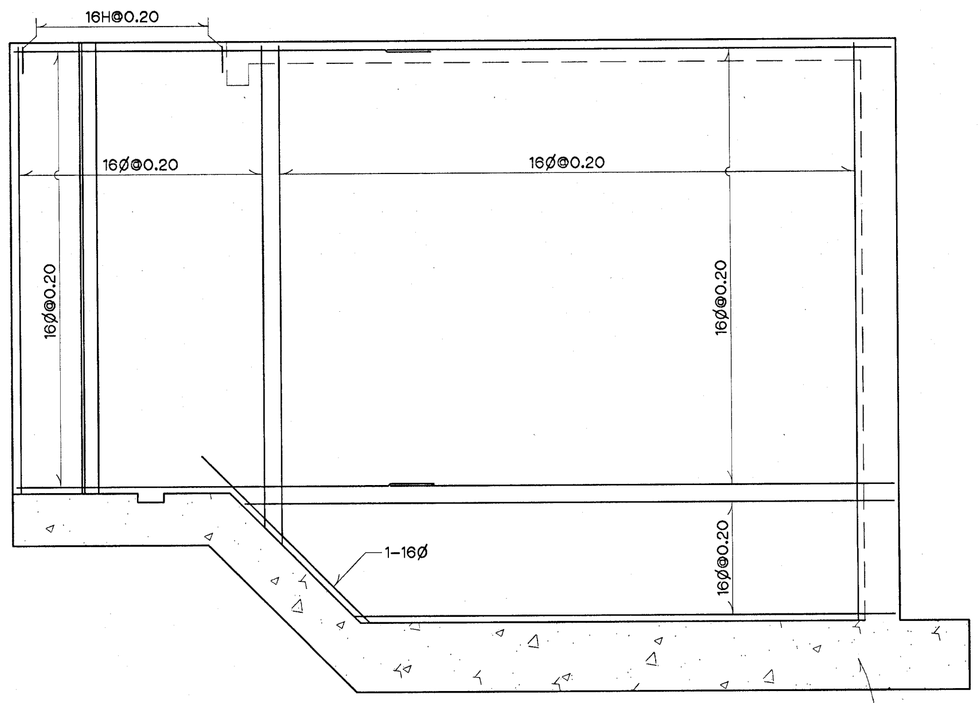
รูปตัด ช่-ช่(0514)

มาตราส่วน "ก"



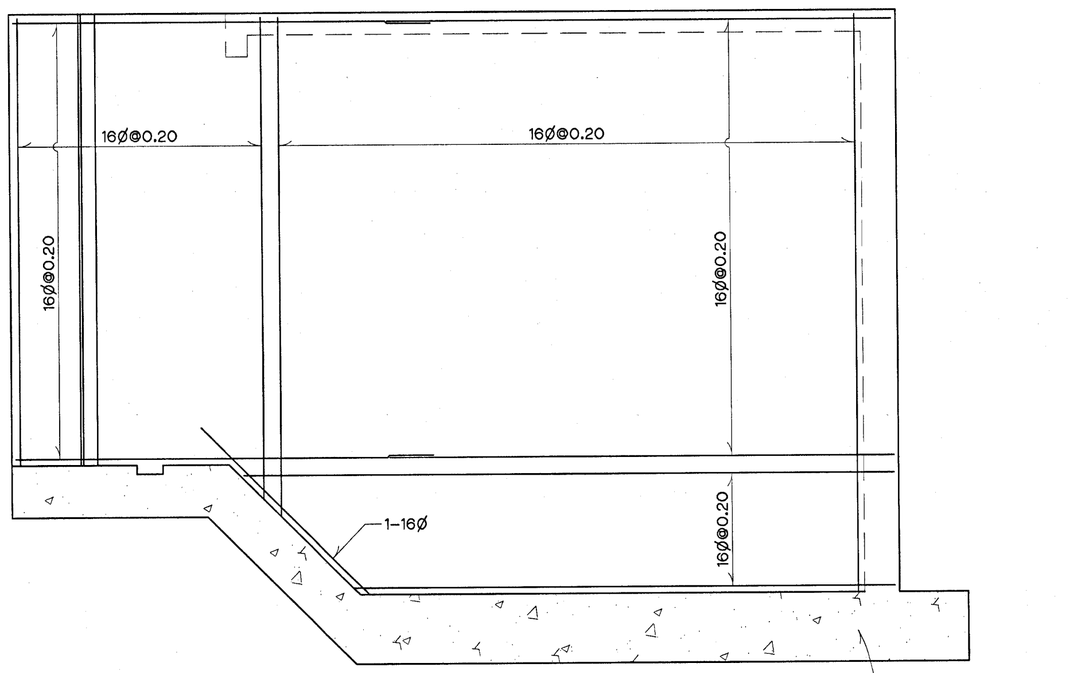
ตอม่อริมผิวไกล

มาตราส่วน "ก"



ตอม่อกลางทั้งสองฝิว

มาตราส่วน "ก"



ตอม่อริมผิวใกล้

มาตราส่วน "ก"

หมายเหตุ

1. หมายเหตุและแบบประกอบดูตามแบบหมายเลข 0513

มาตราส่วน "ก"

0 0.5 1 2 3 4

มาตราส่วน 1:50 เมตร

ครั้งที่	ตำแหน่ง	รายการแก้ไข	วันที่	ตรวจ/เสนอ	ผ่าน/เห็นชอบ	อนุมัติ

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก

งานสถานีสูบน้ำบ้านปะลุกา

ต.นานาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

สถานีสูบน้ำ

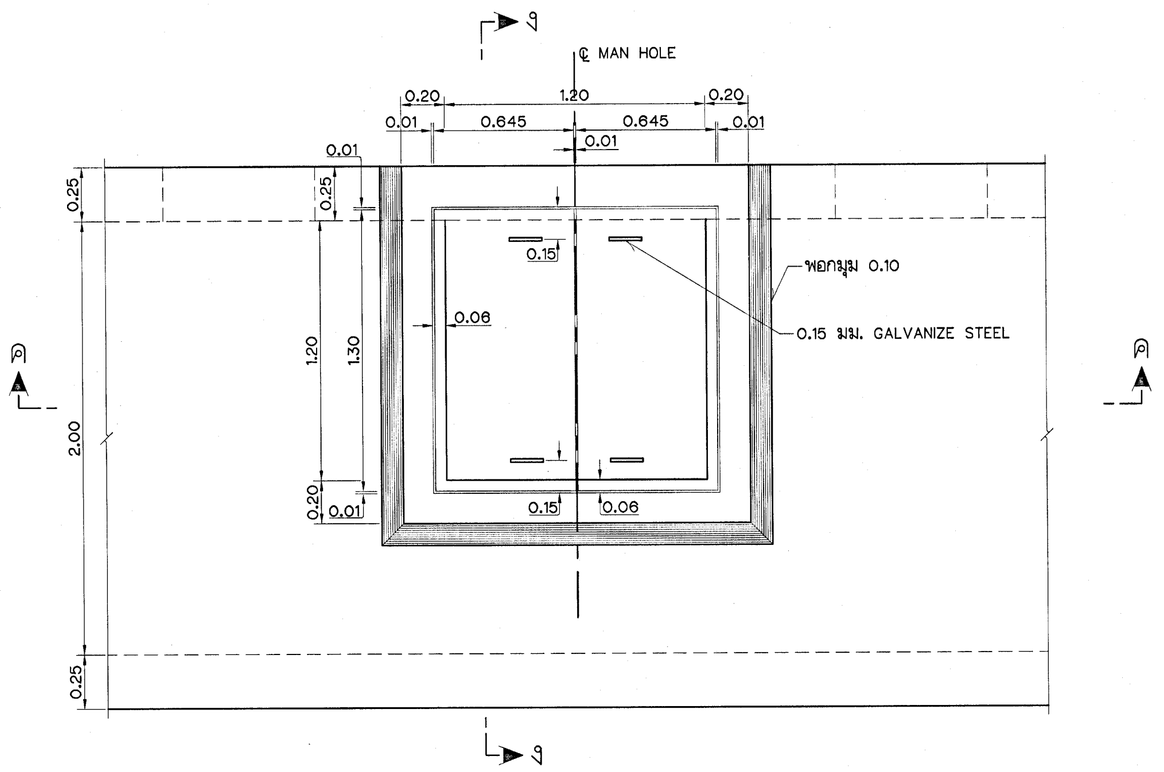
รูปตัดและรายละเอียดการเสริมเหล็ก (1/2)

ออกแบบ		เสนอ		กอบ.ชป.17
เขียน		ผ่าน		ผวค.ชป.17
ลอก	PLOTTER,	เห็นชอบ		ผส.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ		

สำนักชลประทานที่ 17 20 พ.ค. 52

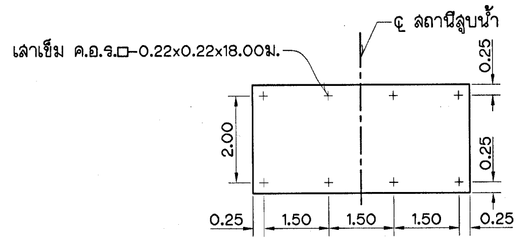
กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร วันที่

0516



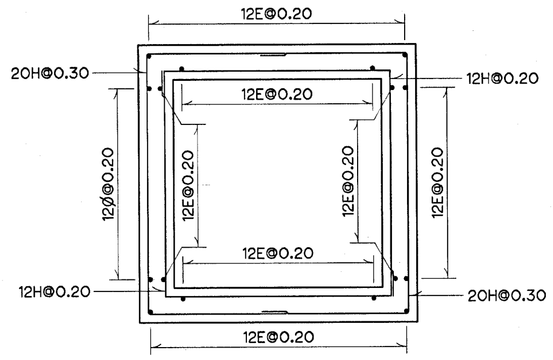
แปลน MAN HOLE

มาตราส่วน "ก"



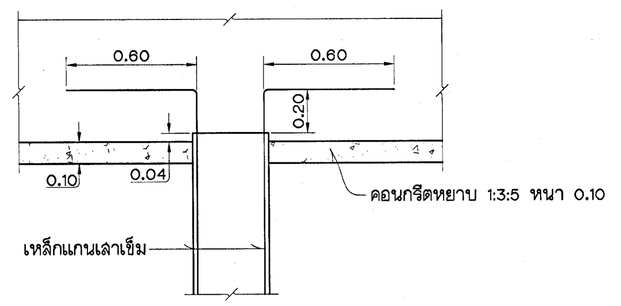
แปลนเสาเข็มของบ่อทิ้งน้ำ

มาตราส่วน "ค"



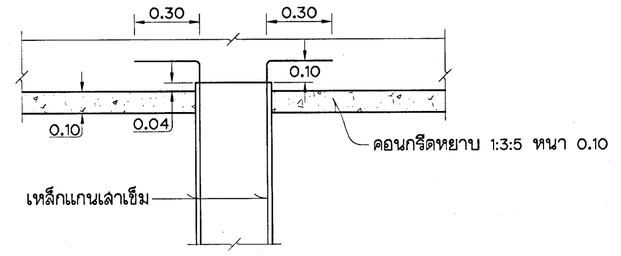
รูปตัด ค1–ค1

มาตราส่วน "ข"



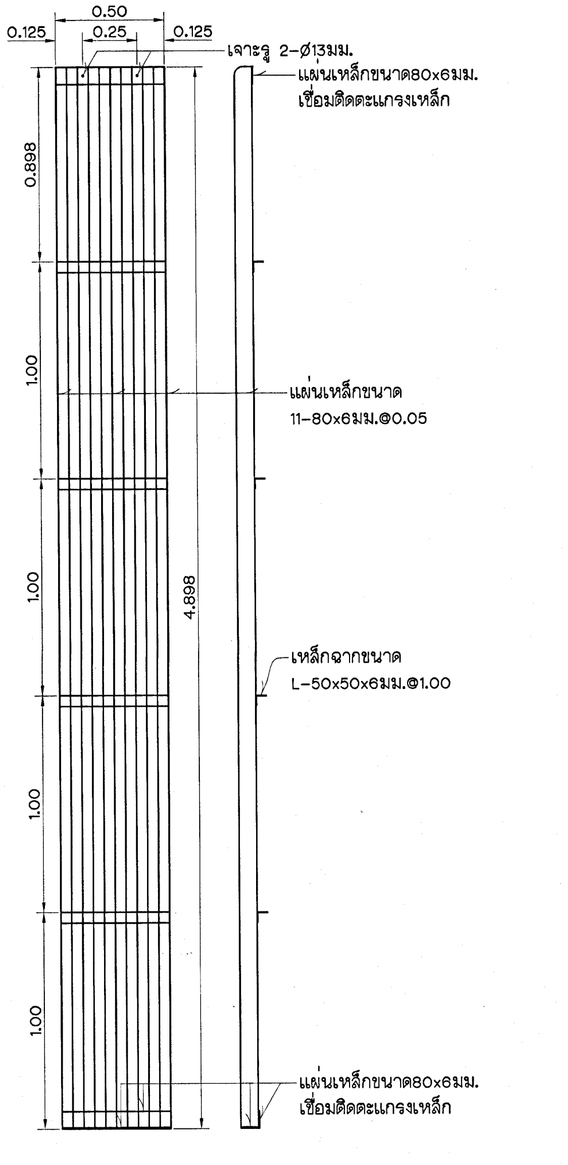
รายละเอียดหัวเสาเข็มสถานีสูบน้ำ

มาตราส่วน "ก"



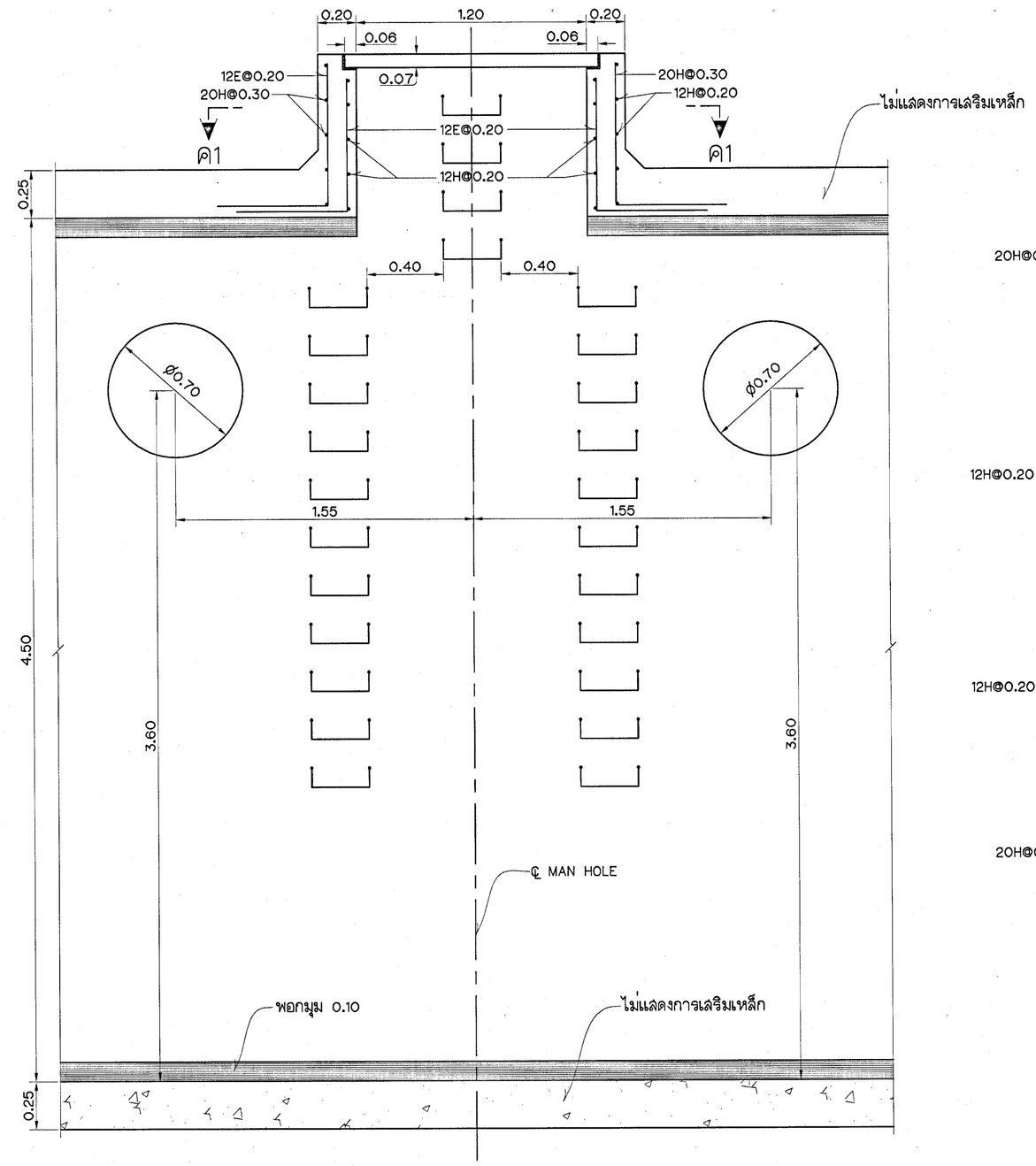
รายละเอียดหัวเสาเข็มบ่อทิ้งน้ำ

มาตราส่วน "ก"



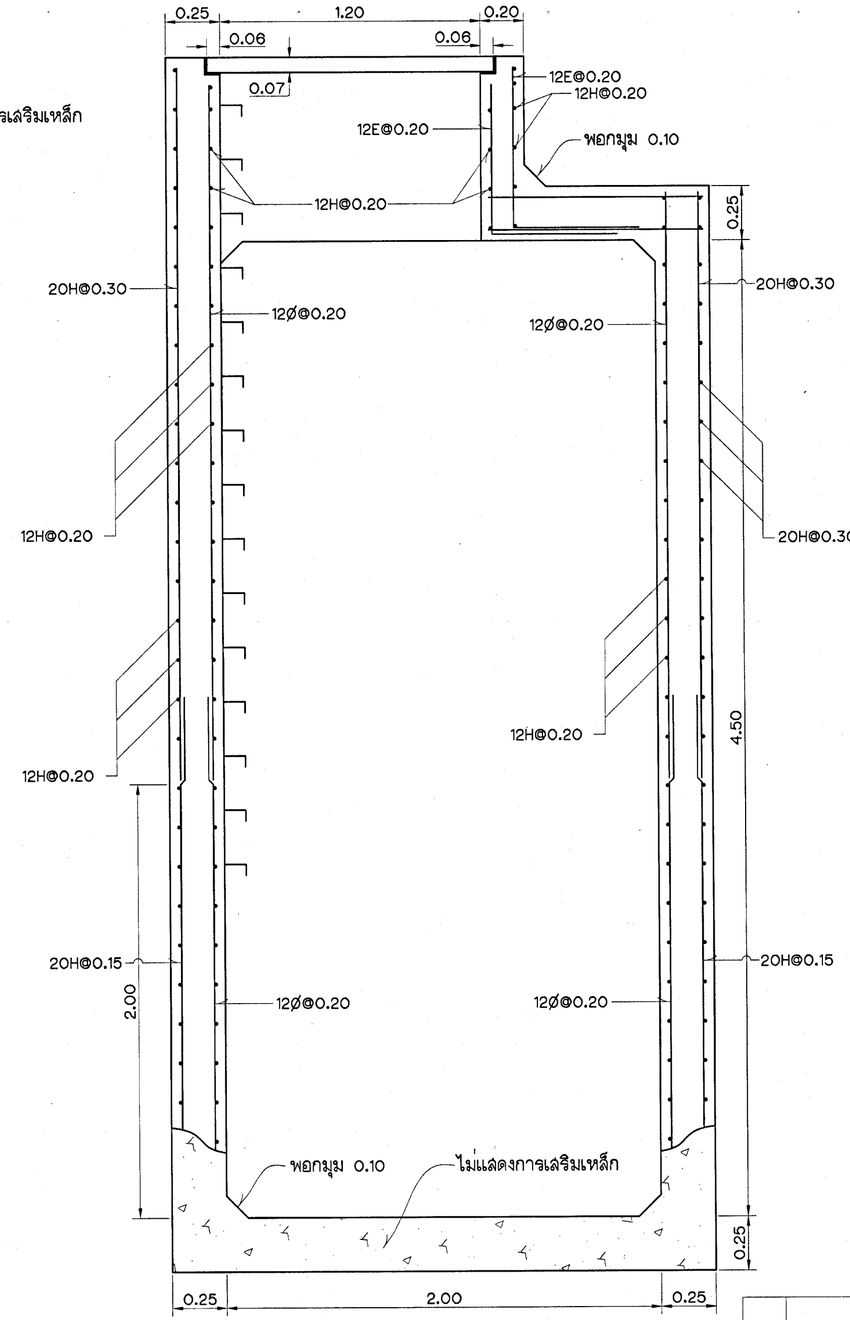
ตะแกรงกันขยะ

มาตราส่วน "ก"



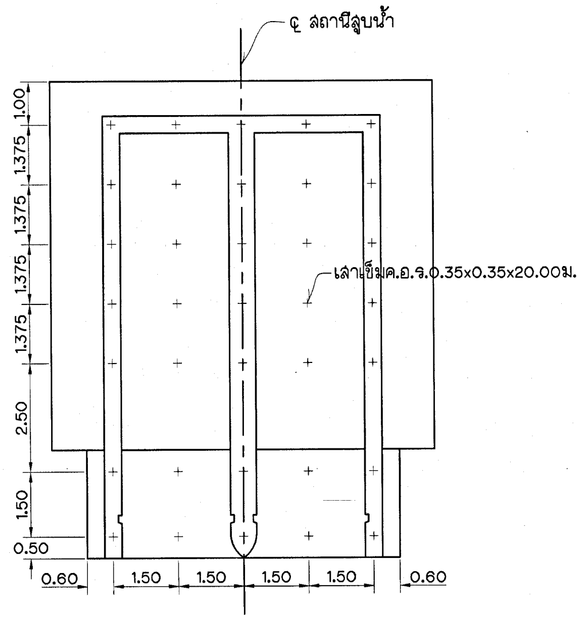
รูปตัด ค–ค

มาตราส่วน "ก"



รูปตัด ง–ง

มาตราส่วน "ก"



แปลนเสาเข็มสถานีสูบน้ำ

มาตราส่วน "ค"

หมายเหตุ

1. หมายเหตุและแบบประกอบดูตามแบบหมายเลข 0513
2. การเสริมเหล็กบ่อทิ้งน้ำให้ยึดการเสริมเหล็ก MAN HOLE เป็นเกณฑ์ และพิจารณารายละเอียดอื่นๆ ได้ตามความเหมาะสมในสนาม

มาตราส่วน "ก"

0 0.5 1 1.5 เมตร

มาตราส่วน 1:20

มาตราส่วน "ข"

0 0.25 0.50 1 1.50 2 เมตร

มาตราส่วน 1:25

มาตราส่วน "ค"

0 1 2 3 4 5 6 7 8 เมตร

มาตราส่วน 1:100

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก

งานสถานีสูบน้ำบ้านปะลุกา

ต.นานาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

สถานีสูบน้ำ

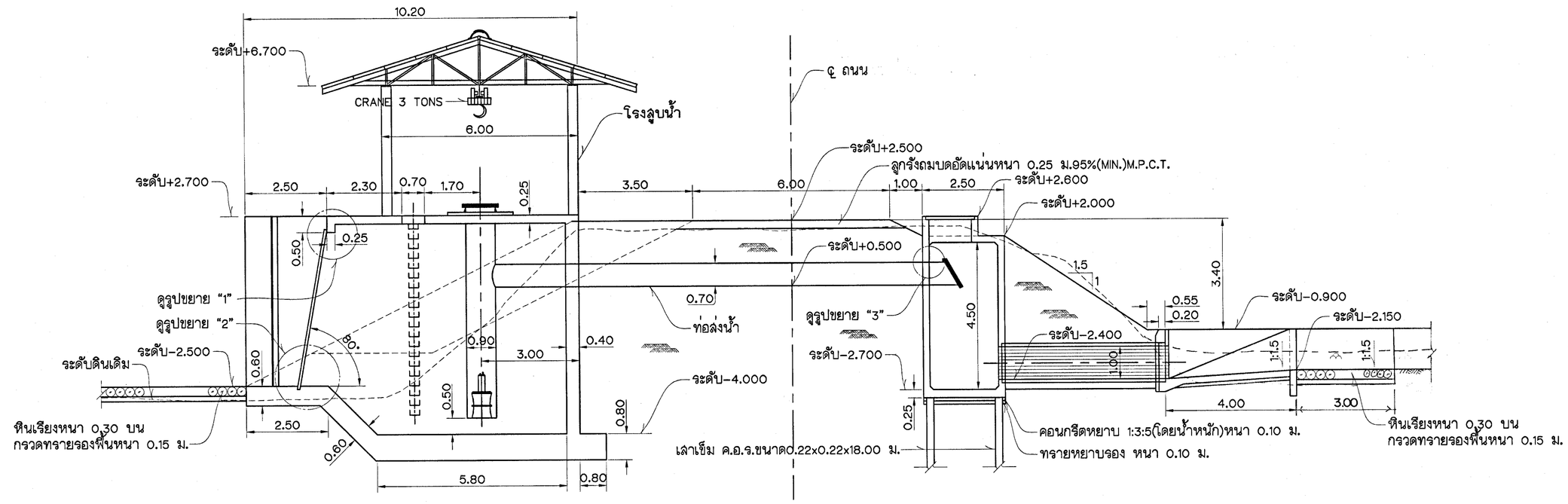
แปลน รูปตัดและรายละเอียดการเสริมเหล็ก

ออกแบบ		เสนอ		JA.	กอบ.ชป.17
เขียน		ผ่าน			ผวค.ชป.17
ลอก	PLOTTER.	เห็นชอบ			ผล.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ			

ครั้งที่	ตำแหน่ง	รายการแก้ไข	วันที่	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน / เห็นชอบ	อนุมัติ

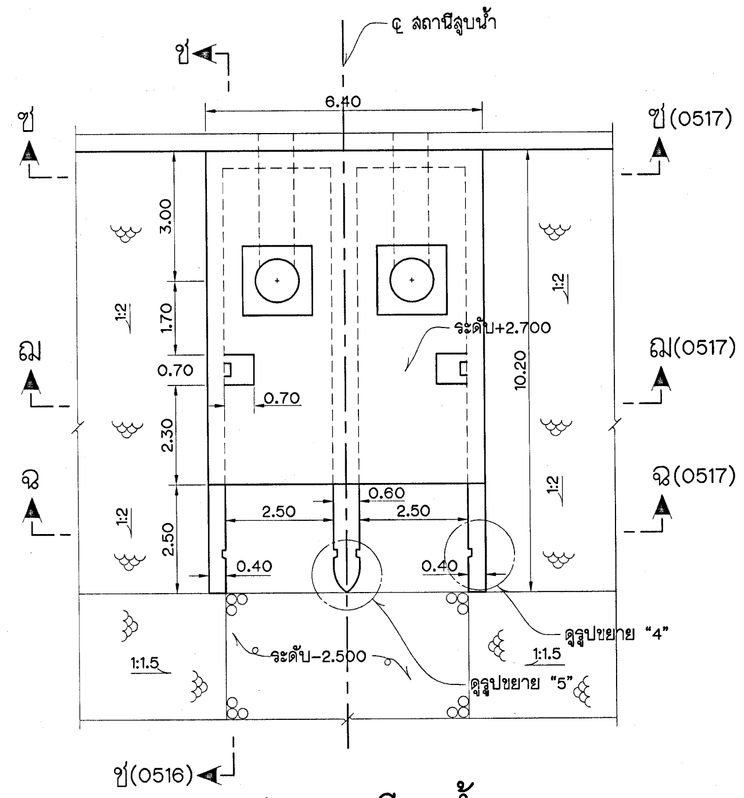
สำนักชลประทานที่ 17 20 พ.ค. 52
กลุ่มออกแบบ สวนวิศวกรรมบริหาร วันที่

0515



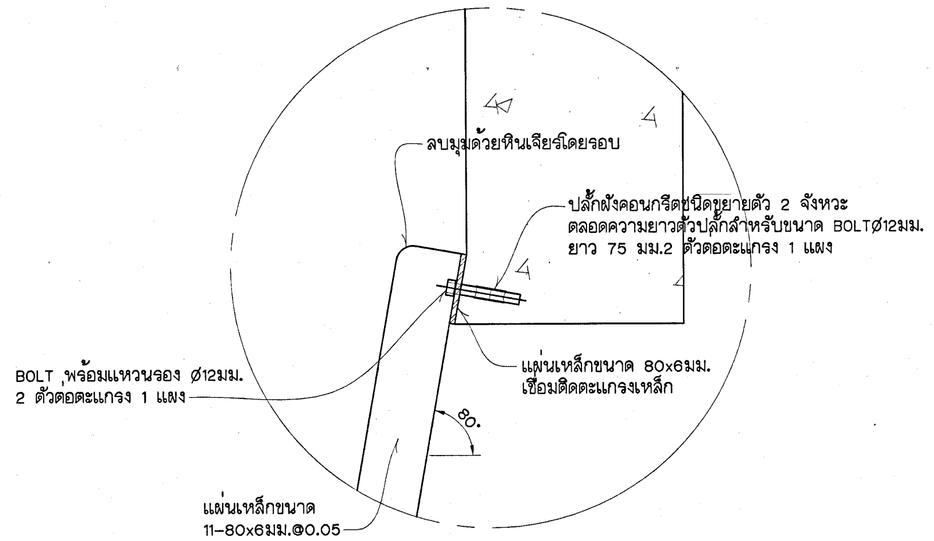
รูปตัด ก–ก(0513)

มาตราส่วน "ค"



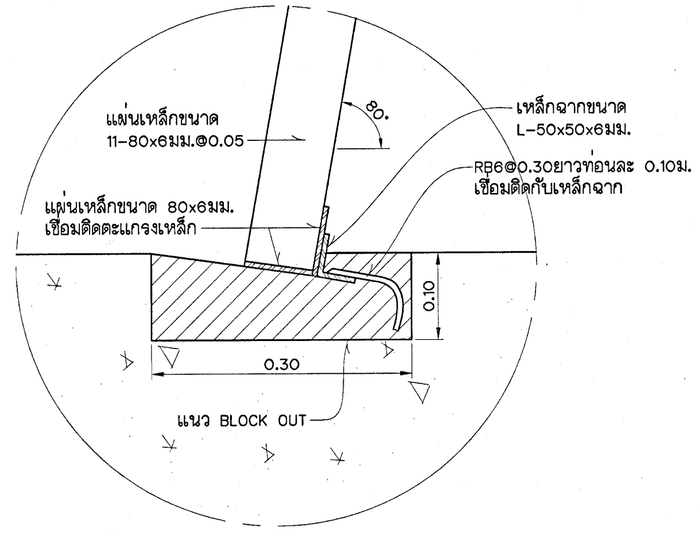
แปลนสถานีสูบน้ำ

มาตราส่วน "ค"



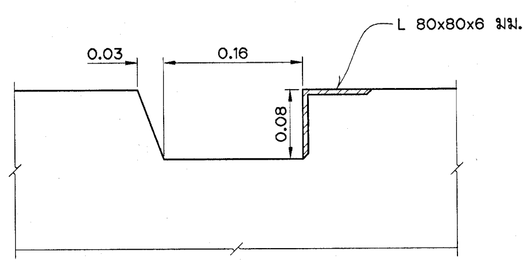
รูปขยาย "1"

มาตราส่วน "ก"



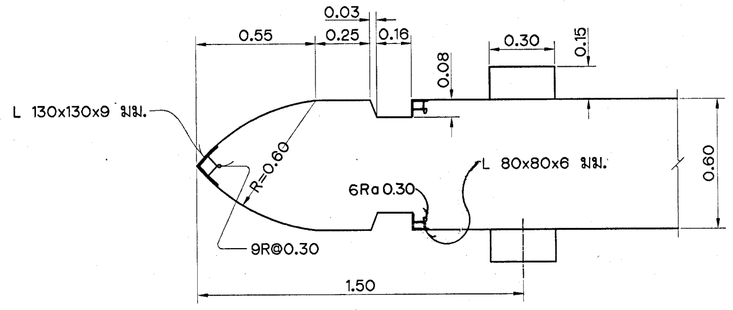
รูปขยาย "2"

มาตราส่วน "ก"



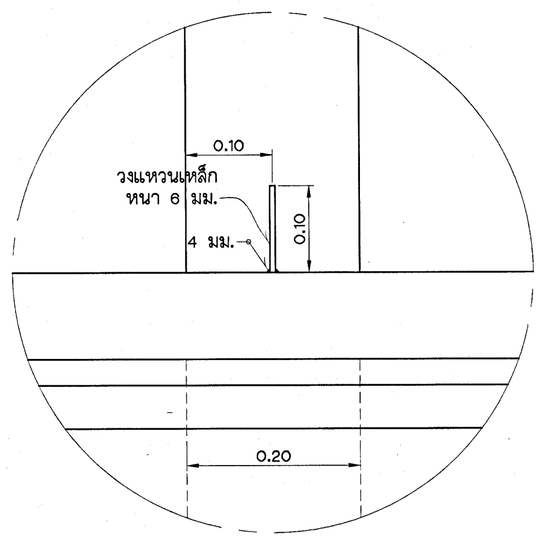
รูปขยาย "4"

มาตราส่วน "ก"



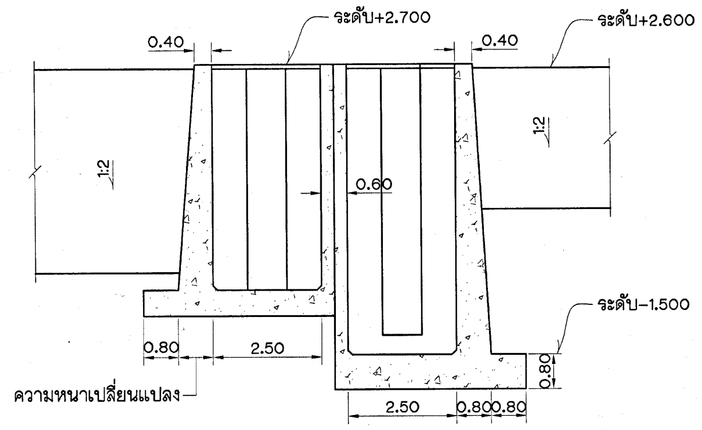
รูปขยาย "5"

มาตราส่วน "ข"



รูปขยาย "3"

มาตราส่วน "ก"



รูปดัด ข–ข(0513)

มาตราส่วน "ค"

มาตราส่วน "ก"

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4

มาตราส่วน 1:5 เมตร

มาตราส่วน "ข"

0 0.5 1 1.5

มาตราส่วน 1:20 เมตร

มาตราส่วน "ค"

0 1 2 3 4 5 6 7 8

มาตราส่วน 1:100 เมตร

หมายเหตุ

1. หมายเหตุและแบบประกอบดูตามแบบหมายเลข 0513

ครั้งที่	ตำแหน่ง	รายการแก้ไข	วันที่	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน / เห็นชอบ	อนุมัติ

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก

งานสถานีสูบน้ำบ้านปะลุกา

ต.นานาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

สถานีสูบน้ำ

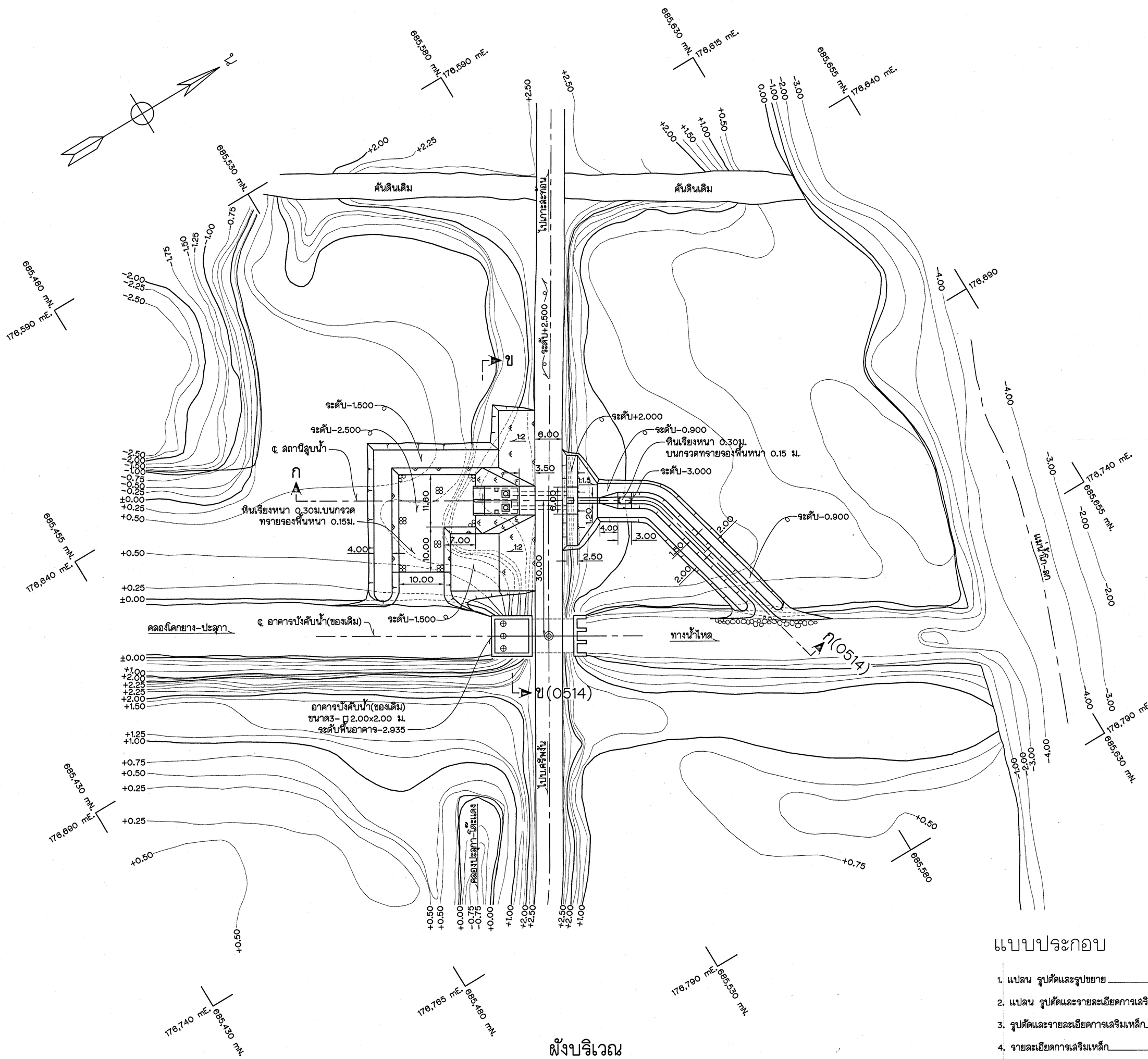
แปลน รูปตัดและรูปขยาย

ออกแบบ		เสนอ	กอบ.ชป.17
เขียน		ผ่าน	ผวค.ชป.17
ลอก	PLOTTER,	เห็นชอบ	ผล.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ	

สำนักชลประทานที่ 17 20 พ.ค. 52

กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร วันที่

0514



หมายเหตุ

1. ระดับ(ร.ท.ก.) และมิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร เหล็กเสริมเป็นมิลลิเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ผลสำรวจได้จากฝ่ายสำรวจภูมิประเทศ สำนักชลประทานที่17 จ.นราธิวาส
3. จุดที่ตั้งอาคารในแผนที่ 1:50,000 ลำดับชุด(SERIES)L7018 ระวาง(SHEET) 5421 III อยู่ที่พิกัด 48 NSM 766-855
4. เสาเข็ม ค.ส.ล. □-0.35x0.35ม.และ 0.22x0.22ม.ยาวประมาณ 20.00ม.และ18.00ม.ตามลำดับ สามารถรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุด(ULTIMATE LOAD)ได้ไม่น้อยกว่า 75,20 ตันต่อต้นตามลำดับ โดยการทดลองตอก 10 ครั้งสุดท้ายจาก HILEY'S FORMULA ถ้าปรากฏว่ายังไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามกำหนด ให้หล่อเสาเข็มต่อออกไปอีก แล้วบ่มอย่างดีเป็นเวลา 28 วัน และทำการตอกต่อจนสามารถรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดได้ตามที่กำหนด
5. ก่อนทำการบดอัดแน่นดิน ให้ขุดลอกหน้าดินออกอย่างน้อย 0.30 ม.หรือตามคำแนะนำของนายช่างผู้ควบคุมโครงการฯ
6. ให้ปลูกหญ้าบน TOP SOIL หนา 0.15 ม.ที่ลาดคันดินทุกแห่ง
7. คันดินบริเวณอาคารสถานีสูบน้ำก่อสร้างด้วยดินคัดเลือกกลุ่ม GC,SC หรือ CL ถมบดอัดแน่น 95%(MIN.)STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST.หลังคันดินปูด้วยดินลูกรังบดอัดแน่นหนา 0.25 ม.มีความแน่น 95%(MIN.)MODIFIED PROCTOR COMPACTION TEST.
8. รายละเอียดต่างๆที่ไม่ตรงกับแบบมาตรฐานหรือแบบอ้างอิง ให้ถือแบบแบบนี้เป็นเกณฑ์
9. ปูนซีเมนต์ที่ใช้มีคุณลมปัติตามมาตรฐาน ASTM TYPE I
10. คอนกรีตต้องรับแรงกดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 175 กก./ซม.² โดยการทดลอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอกขนาด ø15x30 ซม.เมื่ออายุครบ 28 วัน
11. คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ดังนี้
    - เหล็กเสริมชั้นเดียวถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่นให้วางตรงกลางความหนา
    - เหล็กเสริมสองชั้น ระยะห่างระหว่างผิวเหล็กกับผิวนอกคอนกรีตที่ติดกับแบบให้ใช้ 5 ซม.
12. ลัญลักษณ์รอยเหล็ก ระยะฝังและต่อทาบเหล็กเสริมให้ใช้ตามมาตรฐานรายละเอียดการเสริมเหล็กของกรมชลประทาน
13. เหล็กเสริมใช้เหล็กเส้นกลม(ROUND BAR)ชั้นคุณภาพ SR24 มอก.20-2543 และเหล็กข้ออ้อย(DEFORMED BAR) ชั้นคุณภาพ SD30 มอก.24-2548 เหล็กเสริมขนาด 12 มม.ขึ้นไปเป็นเหล็กข้ออ้อย
14. โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ(STRUCTURAL STEEL)ให้ใช้ดังนี้
    - เหล็กขึ้นรูปเย็น(COLD ROLLED)ชั้นคุณภาพ SCC400 มอก.1228-2537
    - เหล็กรีดร้อน(HOT ROLLED)ชั้นคุณภาพ SM570 มอก.1227-2539
15. โครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่ระบุในข้อ14 ให้ทาสีกันสนิม 2 ชั้นและทาทับด้วยสีน้ำมันอีก 2 ชั้น
16. การต่อโครงสร้างเหล็กรูปพรรณถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้วิธีต่อเชื่อมแบบใช้ประกายไฟฟ้า(ARC WELDED) โดยการเชื่อมโดยรอบ และให้มีขนาดต่ำสุดของรอยเชื่อมไม่น้อยกว่า 6 มม.
17. รายละเอียดเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์
    17.1 อัตราการสูบน้ำ 1 ลบ.ม./วินาที/ชุด จำนวน 2 ชุด
    17.2 TOTAL DYNAMIC HEAD = 4 ม.
    17.3 ระดับน้ำสูงสุดปี 2550 = +1.082(ร.ท.ก.)

แบบประกอบ

1. แปลน รูปตัดและรูปขยาย	แบบหมายเลข 0514
2. แปลน รูปตัดและรายละเอียดการเสริมเหล็ก	แบบหมายเลข 0515
3. รูปตัดและรายละเอียดการเสริมเหล็ก	แบบหมายเลข 0516-0517
4. รายละเอียดการเสริมเหล็ก	แบบหมายเลข 0518
5. โรงสูบน้ำ	แบบหมายเลข 0519
6. ท่อ ค.ส.ล.ø 1.00ม.	แบบหมายเลข มรย-2-002, มรย-2-004

ผังบริเวณ

มาตราส่วน "ก"

มาตราส่วน "ก"
0 5 10 20 30 40
มาตราส่วน 1:500 เมตร

ครั้งที่	ตำแหน่ง	รายการแก้ไข	วันที่	ตรวจ/เสนอ	ผ่าน/เห็นชอบ	อนุมัติ

กรมชลประทาน
โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก
งานสถานีสูบน้ำบ้านปะลุกา
ต.นานาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

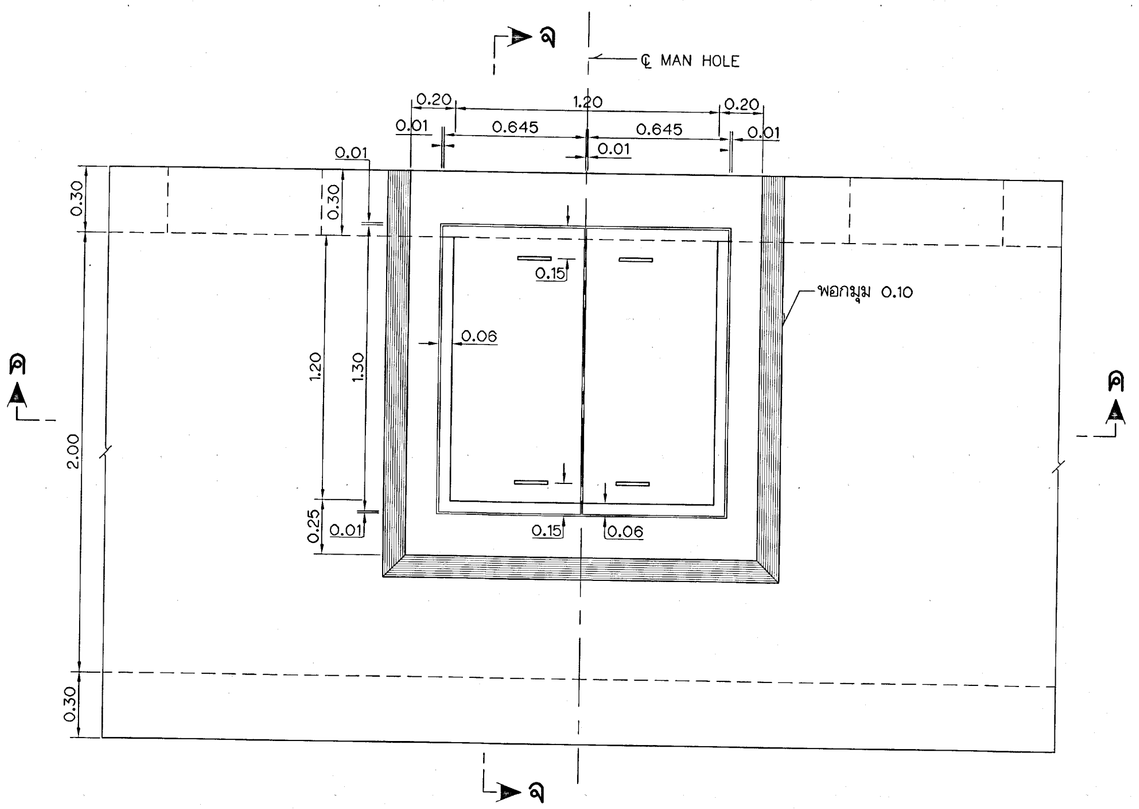
สถานีสูบน้ำ

ผังบริเวณ

ออกแบบ		เสนอ		กอบ.ชป.17
เขียน		ผ่าน		ผวค.ชป.17
ลอก	PLOTTER,	เห็นชอบ		ผล.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ		

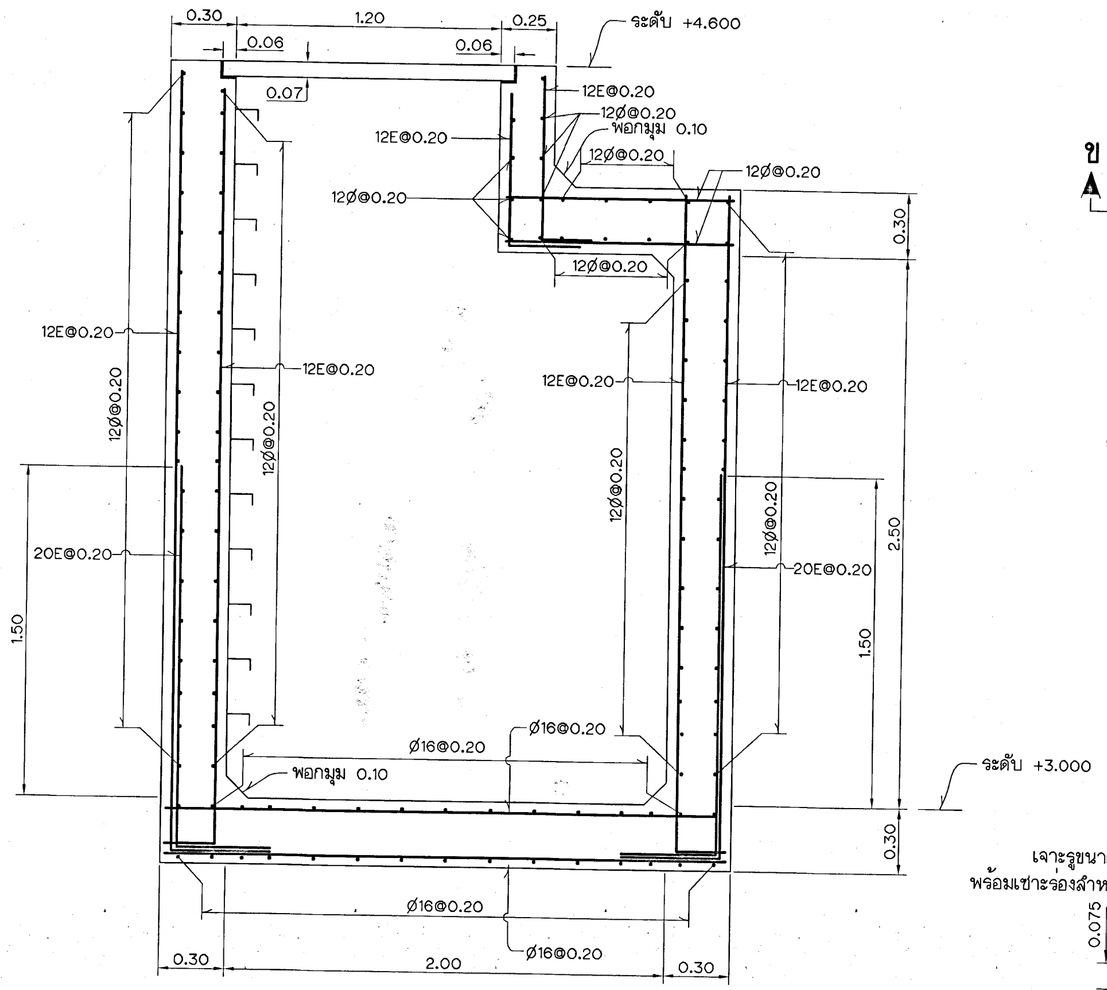
สำนักชลประทานที่ 17 20 พ.ค. 52
กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร วันที่

0513



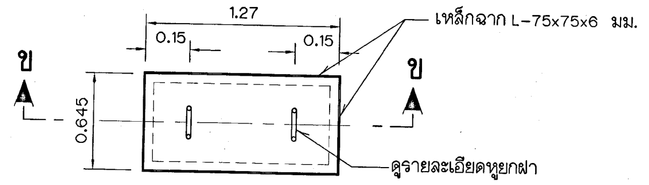
แปลน MAN HOLE

มาตราส่วน 1:20



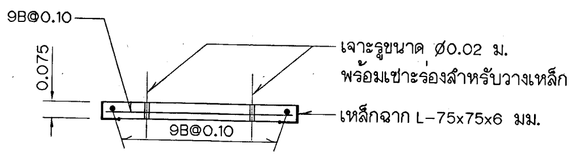
รูปตัด ฉ–ฉ

มาตราส่วน 1:20



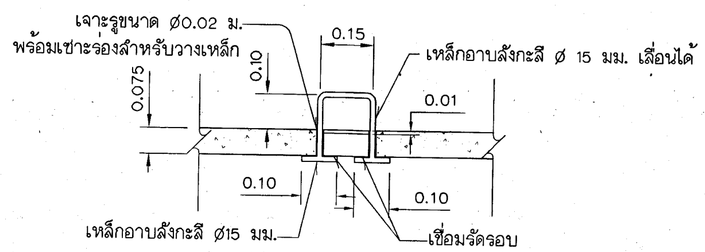
แปลนฝาปิด ค.ส.ล.

ไม่แสดงมาตราส่วน



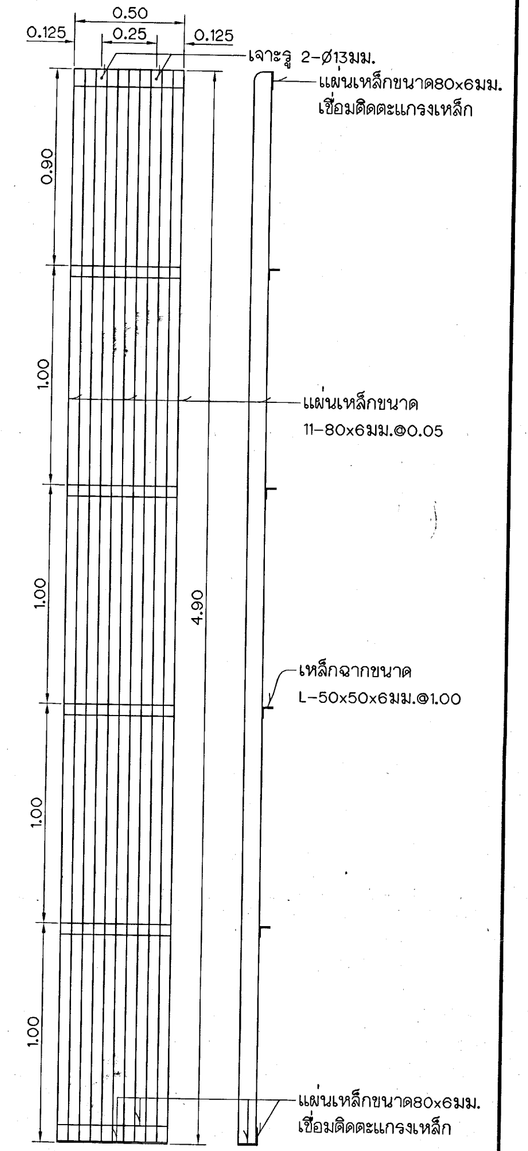
รูปตัด ข–ข

ไม่แสดงมาตราส่วน



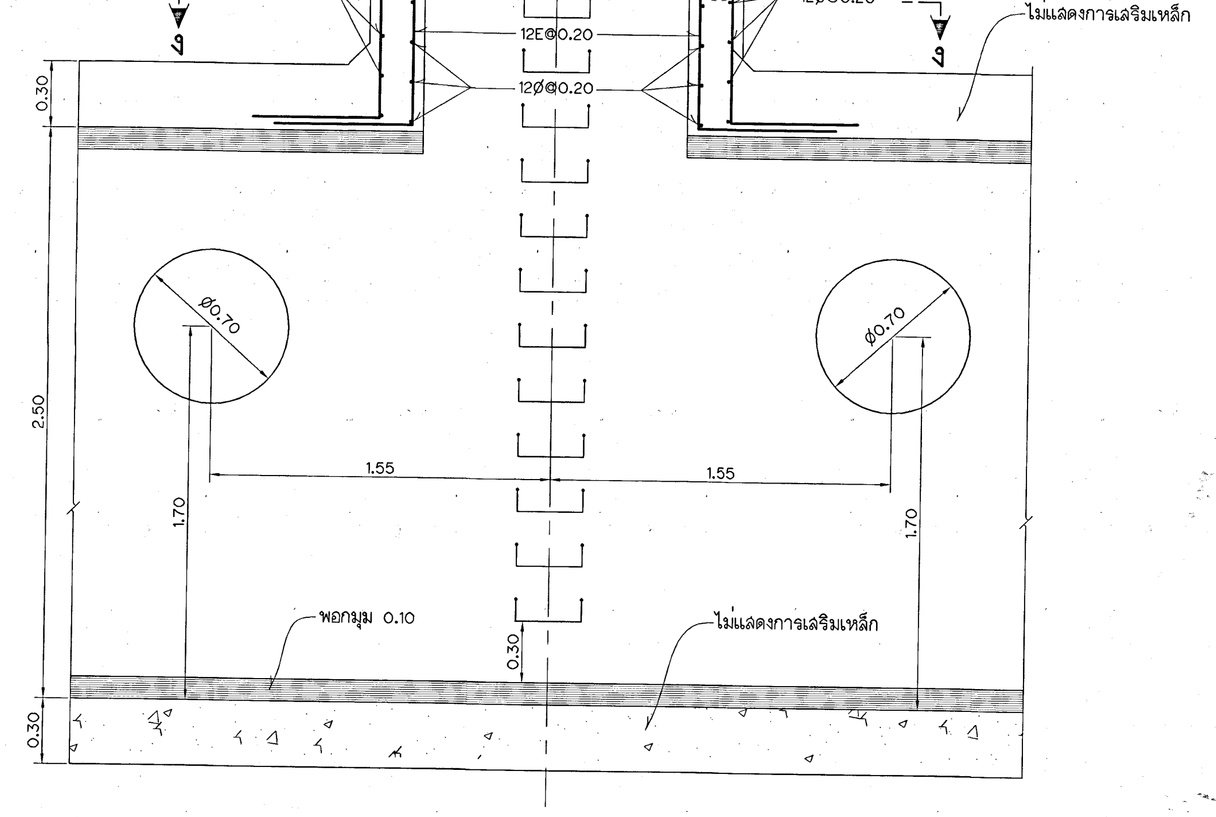
รายละเอียดหูยกฝา

ไม่แสดงมาตราส่วน



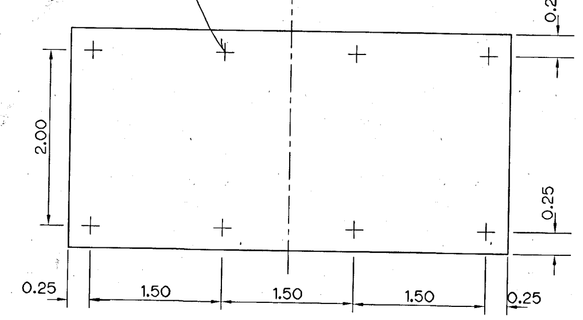
ตะแกรงกันขยะ

มาตราส่วน 1:20



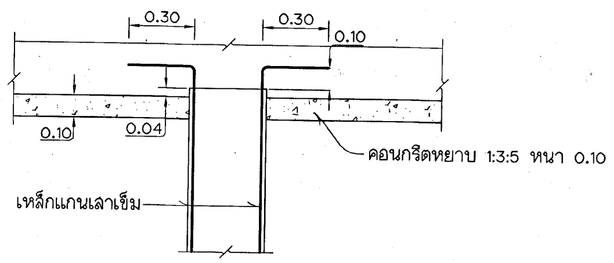
รูปตัด ค–ค

มาตราส่วน 1:20



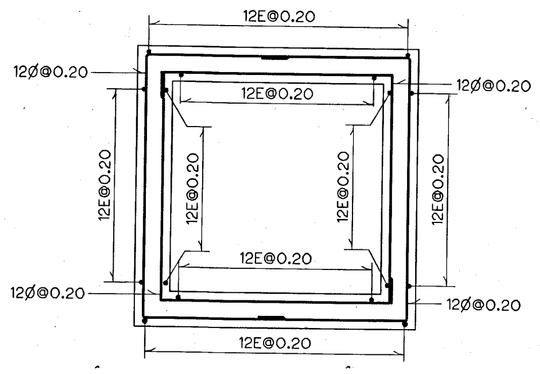
แปลนเสาเข็มของบ่อทิ้งน้ำ

มาตราส่วน 1:50



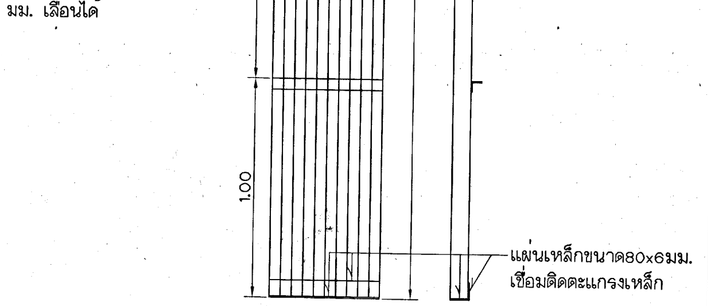
รายละเอียดหัวเสาเข็มบ่อทิ้งน้ำ

มาตราส่วน 1:20



รูปตัด ง–ง

มาตราส่วน 1:20

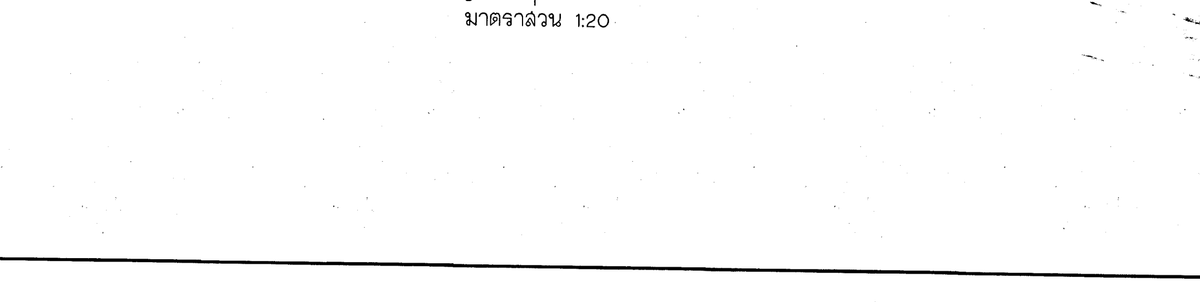


รูปขยาย "1"

ไม่แสดงมาตราส่วน

หมายเหตุ

1. หมายเหตุและแบบประกอบดูตามแบบหมายเลข สปป.17-4959
2. การเสริมเหล็กบ่อทิ้งน้ำให้ยึดรายละเอียดเหล็กเสริมของ MAN HOLE เป็นเกณฑ์ และให้นายช่างผู้ควบคุมโครงการฯพิจารณารายละเอียดอื่นๆได้ตามความเหมาะสม



ครั้งที่	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก

งานสถานีสูบน้ำบ้านกัวลอตัะ

ต.นานาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

MAN HOLE

แปลน รูปตัด และรายละเอียดการเสริมเหล็ก

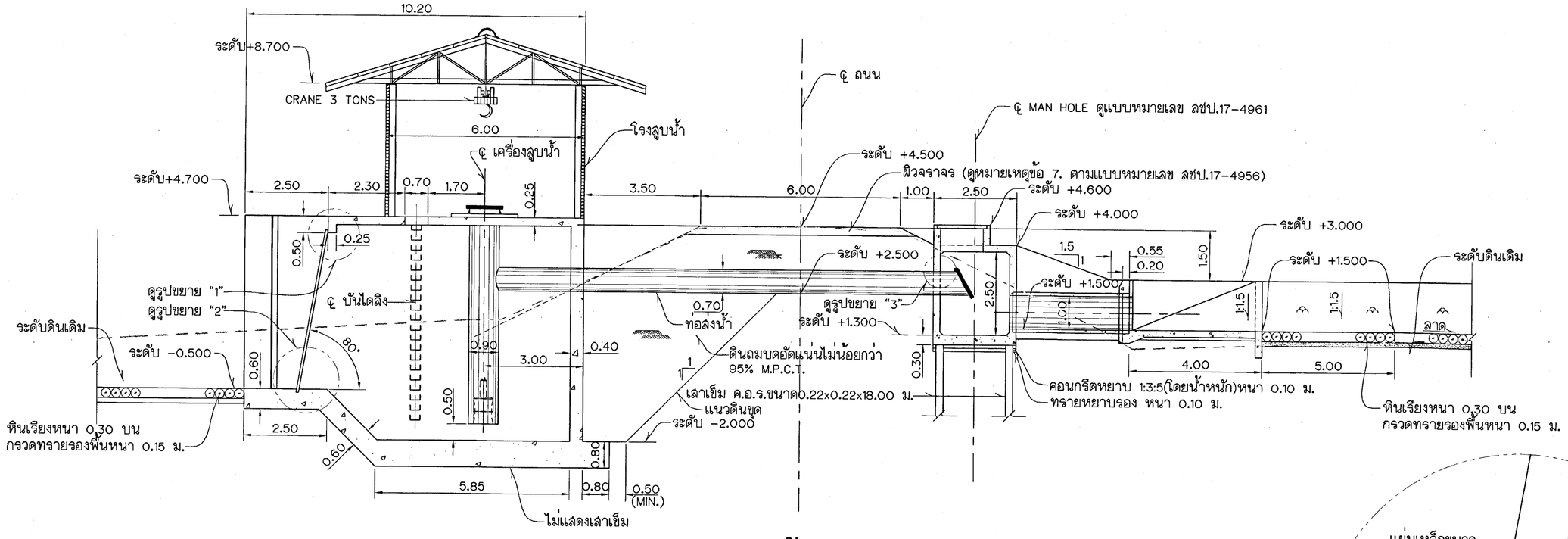
ออกแบบ		เสนอ	ผวค.ชป.17
เขียน		ผ่าน	ผชช.ชป.17
ลอก		เห็นชอบ	
ตรวจ		อนุมัติ	ผล.ชป.17

สำนักงานชลประทานที่ ๑๘ ฝ่ายออกแบบ ลวนวิลวกรรม

วันที่ ๑๘ พ.ค.๖๐

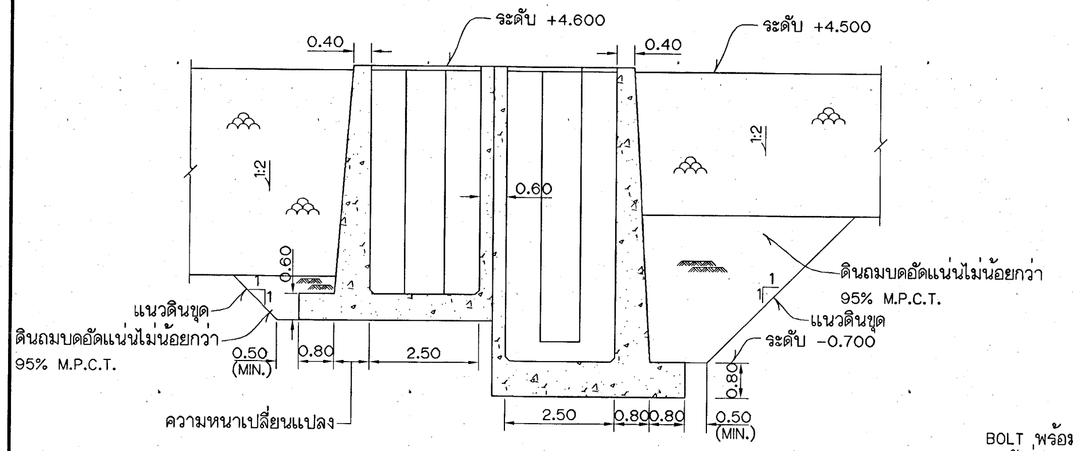
สปป.17-4961

สปป.17-4960



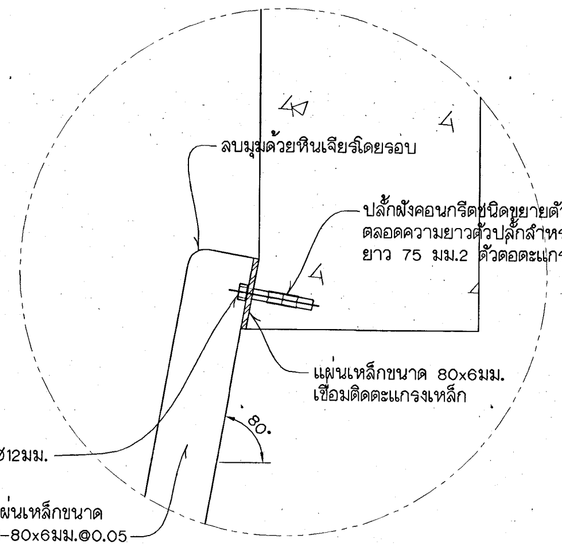
รูปตัด ก–ก (สปป.17-4959)

มาตราส่วน 1:100



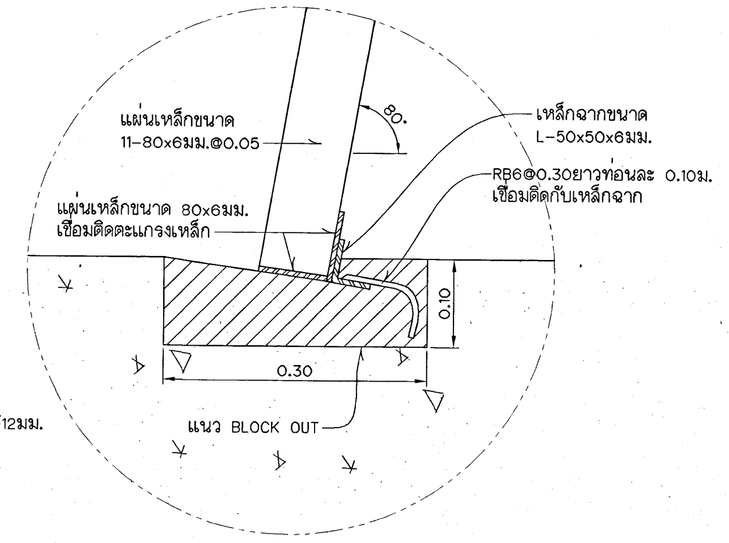
รูปตัด ข–ข (สปป.17-4959)

มาตราส่วน 1:100



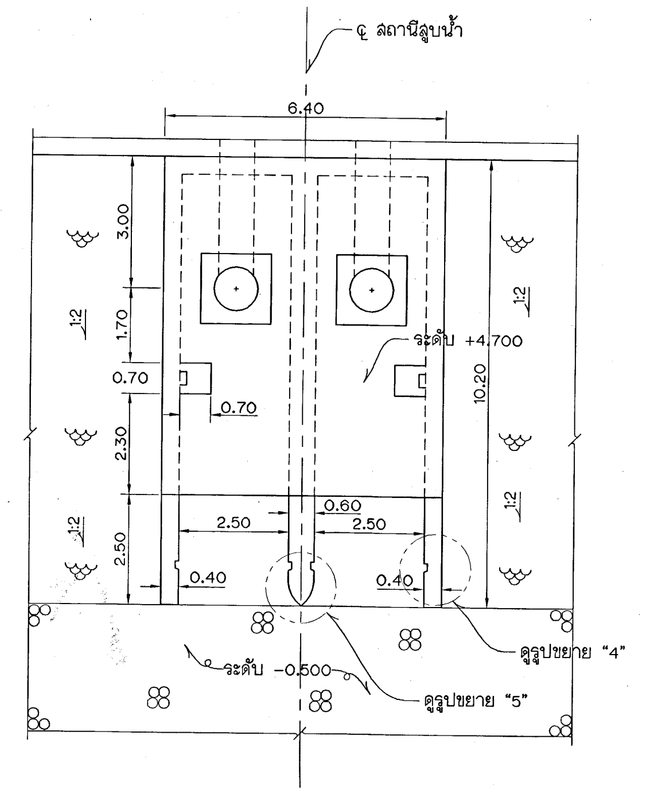
รูปขยาย "1"

มาตราส่วน 1:5



รูปขยาย "2"

มาตราส่วน 1:5

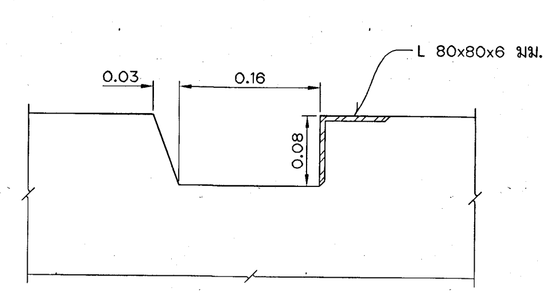


แปลนสถานีสูบน้ำ

มาตราส่วน 1:100

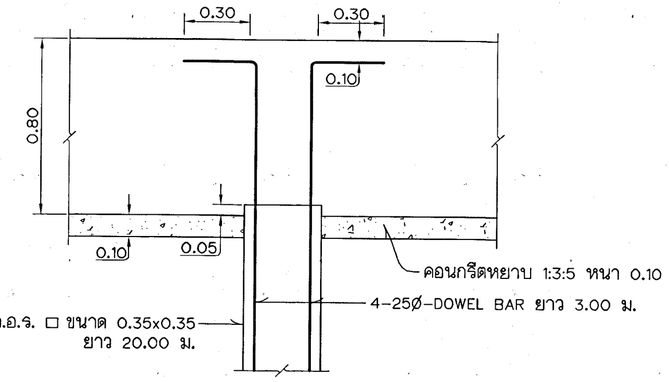
รูปขยาย "3"

ไม่แสดงมาตราส่วน



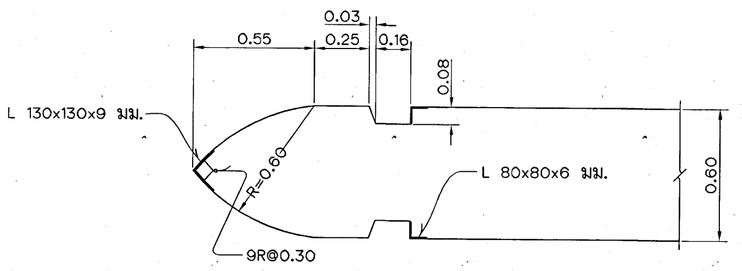
รูปขยาย "4"

มาตราส่วน 1:5



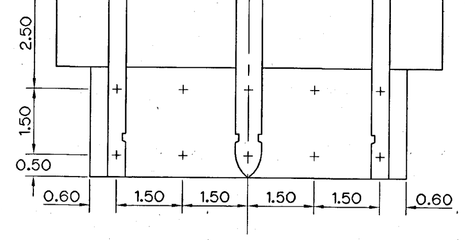
รายละเอียดหัวเสาเข็มบ่อดูดน้ำ

มาตราส่วน 1:20



รูปขยาย "5"

มาตราส่วน 1:20



แปลนเสาเข็มสถานีสูบน้ำ

มาตราส่วน 1:100

หมายเหตุ

1. หมายเหตุและแบบประกอบดูตามแบบหมายเลข สปป.17-4959

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4 เมตร
มาตราส่วน 1:5

0 0.5 1.0 1.5 เมตร
มาตราส่วน 1:20

0 1 2 3 4 5 6 7 8 เมตร
มาตราส่วน 1:100

ครั้งที่	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก-ลก

งานสถานีสูบน้ำบ้านกัวลอดีซะ

ต.น่านาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

สถานีสูบน้ำ

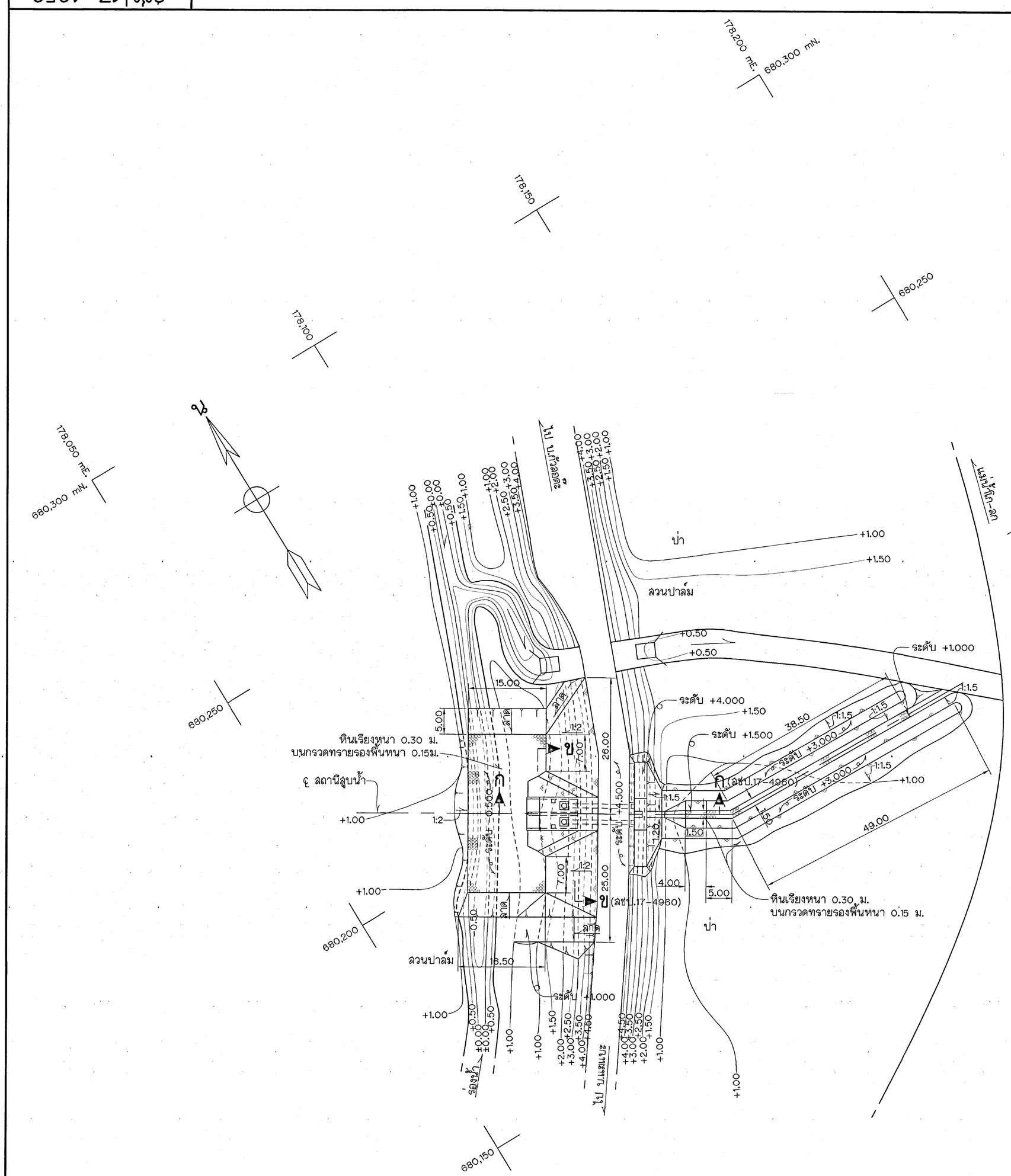
แปลน รูปตัด และรูปขยาย

ออกแบบ		เสนอ	ผวค.ชป.17
เขียน		ผ่าน	ผช่ช.ชป.17
ลอก		เห็นชอบ	ผล.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ	

สำนักงานชลประทานที่ 17 วันที่ ๑๙ ม.ค. ๖๐
ฝ่ายออกแบบ ส่วนวิศวกรรม

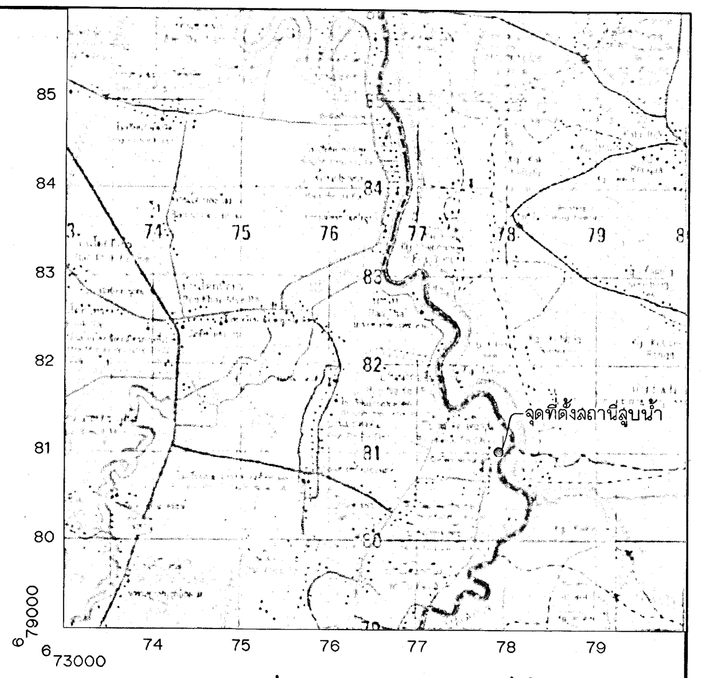
สปป.17-4960

สช.17-4959



ผังบริเวณ

0 5 10 20 30 40
มาตราส่วน 1:500 เมตร



แผนที่สังเขปแสดงจุดที่ตั้ง

มาตรฐานส่วน 1:50,000

หมายเหตุ

1. ระดับ(ร.ท.ก.) และมิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร เหล็กเสริมเป็นมิลลิเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ผลสำรวจได้จากฝ่ายสำรวจภูมิประเทศ สำนักงานชลประทานที่ 17 จ.นราธิวาส
3. จุดที่ตั้งอาคารในแผนที่ 1:50,000 ลำดับชุด(SERIES) L7018 ระวาง(SHEET) 5321 III อยู่ที่พิกัด 48 NXM 779 – 810
4. เสาเข็ม ค.อ.ร.□–0.35x0.35ม.ยาวประมาณ 20.00ม. สามารถรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุด(ULTIMATE LOAD)ได้ไม่น้อยกว่า 35 ตันต่อต้น และเสาเข็ม ค.อ.ร.□0.22x0.22ม.ยาวประมาณ 18.00ม.สามารถรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุด (ULTIMATE LOAD)ได้ไม่น้อยกว่า 20 ตันต่อต้น โดยการทดลองตอก 10 ครั้งสุดท้ายจาก HILEY'S FORMULA ถ้าปรากฏว่ายังไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามกำหนดให้หล่อเสาเข็มต่อออกไปอีก แล้วบ่มอย่างดีเป็นเวลา 28 วัน และทำการตอกต่อจนสามารถรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดได้ตามที่กำหนด
5. ก่อนทำการบดอัดแน่นดิน ให้ขุดลอกหน้าดินออกอย่างน้อย 0.30 ม.หรือตามคำแนะนำของนายช่างผู้ควบคุมโครงการฯ
6. ให้ปลูกหญ้าบน TOP SOIL หนา 0.15 ม.ที่ลาดคันดินทุกแห่ง เหนือระดับ ±0.000
7. คันดินบริเวณอาคารสถานีสูบน้ำก่อสร้างด้วยดินคัดเลือกกลุ่ม GC,SC หรือ CL ถมบดอัดแน่น 95%(MIN.) STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST. หลังคันดินให้จัดทำผิวจราจรให้เป็นแบบเดิม
8. รายละเอียดต่างๆที่ไม่ตรงกับแบบมาตรฐานหรือแบบอ้างอิง ให้ถือแบบแผ่นนี้เป็นเกณฑ์
9. ปูนซีเมนต์ที่ใช้มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน ASTM TYPE I
10. คอนกรีตต้องรับแรงกดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 175 กก./ซม.² โดยการทดลอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอกขนาด Ø15x30 ซม.เมื่ออายุครบ 28 วัน
11. คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ดังนี้
    - เหล็กเสริมชั้นเดียวถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่นให้วางตรงกึ่งกลางความหนา
    - เหล็กเสริมสองชั้น ระยะห่างระหว่างผิวเหล็กกับผิวนอกคอนกรีตที่ติดกับแบบให้ใช้ 5 ซม.
12. สัญลักษณ์งอเหล็ก ระยะฝังและต่อทาบเหล็กเสริมให้ใช้ตามมาตรฐานรายละเอียดการเสริมเหล็กของกรมชลประทาน
13. เหล็กเสริมใช้เหล็กเส้นกลม(ROUND BAR)ชั้นคุณภาพ SR24 มอก.20–2548 และเหล็กข้ออ้อย(DEFORMED BAR) ชั้นคุณภาพ SD40 มอก.20–2548 เหล็กเสริมขนาด 10 มม.ขึ้นไปเป็นเหล็กข้ออ้อย
14. โครงสร้างเหล็กรูปพรรณ(STRUCTURAL STEEL)ให้ใช้ดังนี้
    - เหล็กขึ้นรูปเย็น(COLD ROLLED)ชั้นคุณภาพ SCC400 มอก.1228–2537
    - เหล็กรีดร้อน(HOT ROLLED)ชั้นคุณภาพ SM570 มอก.1227–2539
15. โครงสร้างเหล็กรูปพรรณที่ระบุในข้อ14 ให้ทาสีกันสนิม 2 ชั้นและทาทับด้วยสีน้ำมันอีก 2 ชั้น
16. การต่อโครงสร้างเหล็กรูปพรรณถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่น ให้ใช้วิธีต่อเชื่อมแบบใช้ประกายไฟฟ้า(ARC WEDDED) โดยการเชื่อมโดยรอบ และให้มีขนาดต่ำสุดของรอยเชื่อมไม่น้อยกว่า 6 มม.
17. รายละเอียดเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์
    17.1 อัตราการสูบน้ำ 1 ลบ.ม./วินาที/ชุด จำนวน 2 ชุด
    17.2 TOTAL DYNAMIC HEAD = 4 ม.
    17.3 ระดับน้ำสูงสุดปี 2559 = +3.200(ร.ท.ก.)
18. ให้นายช่างผู้ควบคุมโครงการปรับแต่งคลองทั้งน้ำด้านท้ายสถานีสูบน้ำให้เข้ากับสภาพลำน้ำเดิม

แบบประกอบ

1. แปลน รูปตัด และรูปขยาย _____ แบบหมายเลข สช.17–4960
2. แปลน รูปตัดและรายละเอียดการเสริมเหล็ก MAN HOLE _____ แบบหมายเลข สช.17–4961
3. สถานีสูบน้ำบ้านโคกมือบา รายละเอียดการเสริมเหล็ก _____ แบบหมายเลข 0665–67
4. สถานีสูบน้ำบ้านโคกมือบา รูปขยายและโครงหลังคา _____ แบบหมายเลข 0668

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำโก–ลก

งานสถานีสูบน้ำบ้านกัวลอตัะ

ต.นานาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

สถานีสูบน้ำ

ผังบริเวณ

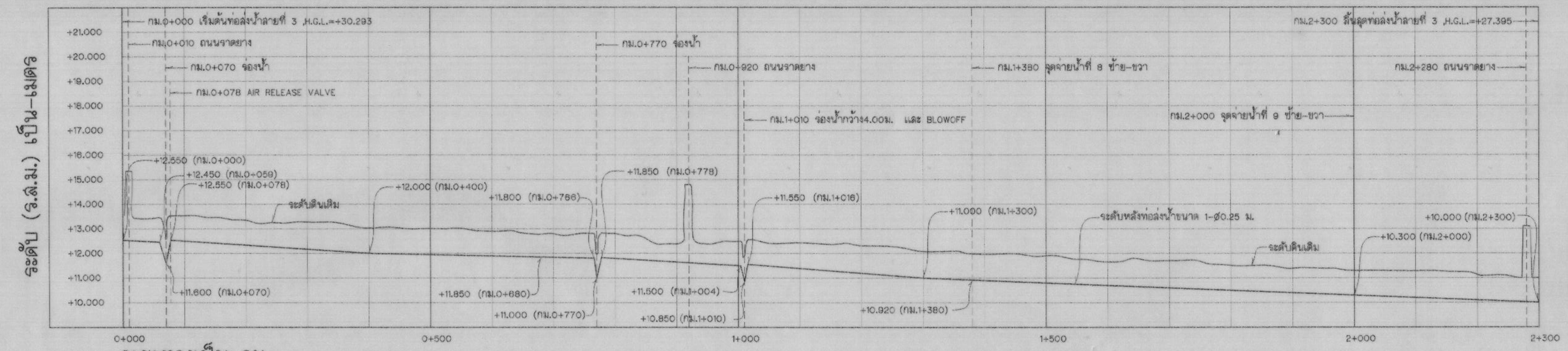
ครั้งที่	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ เลขอ	ผ่าน	เห็นชอบ อนุมัติ

ออกแบบ		เลขอ	ผวส.ชป.17
เขียน		ผ่าน	ผชช.ชป.17
ลอก		เห็นชอบ	ผล.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ	

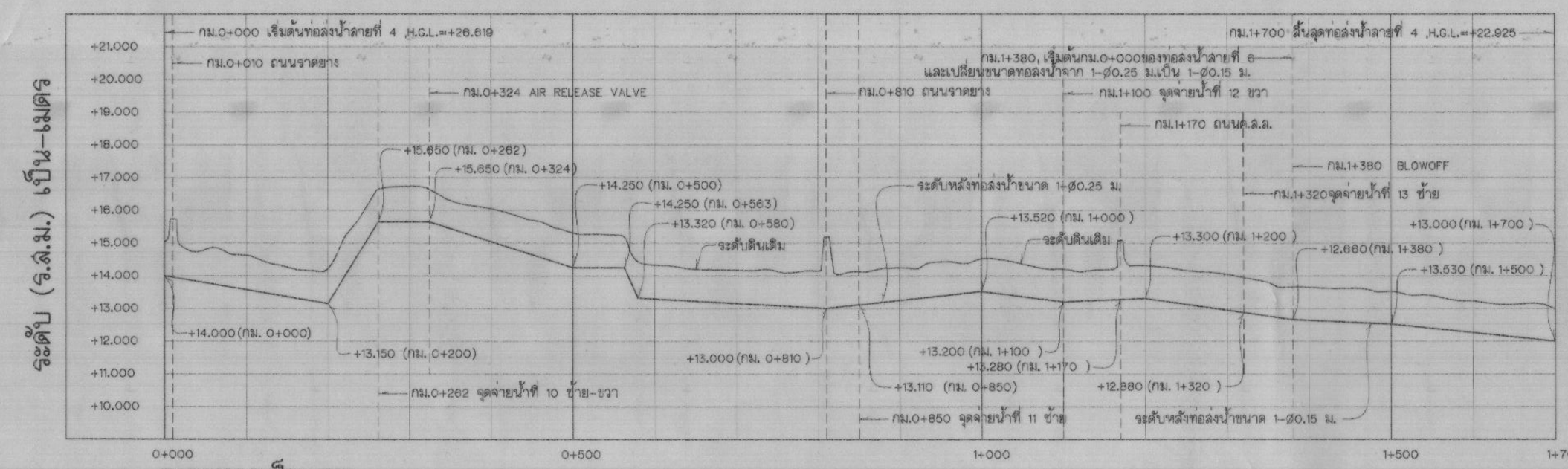
สำนักงานชลประทานที่ 17 วันที่ 9 พ.ย. 60
ฝ่ายออกแบบ ลวนวิศวกรรม

สช.17–4959

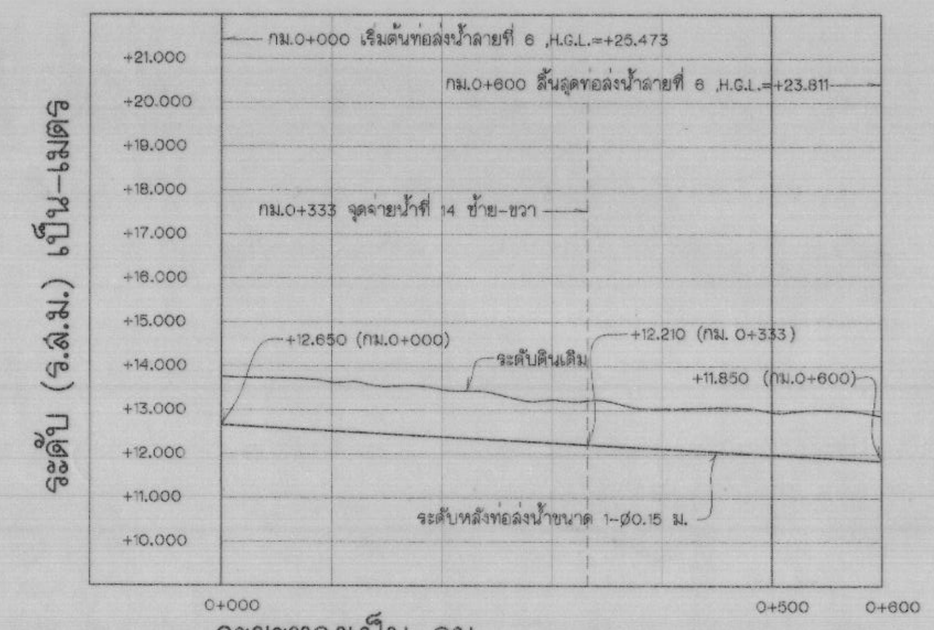
1/3



รูปตัดตามยาวลายที่ 3



รูปตัดตามยาวลายที่ 4



รูปตัดตามยาวลายที่ 6

รูปตัดตามยาว

มาตราส่วน ทางตั้ง 1:100
ทางราบ 1:4,000

หมายเหตุ

ดูหมายเหตุและแบบประกอบในแบบหมายเลข สปป.17-1190

กรมชลประทาน

โครงการชลประทานยะลา
สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำ
บ้านตะโละสาลี

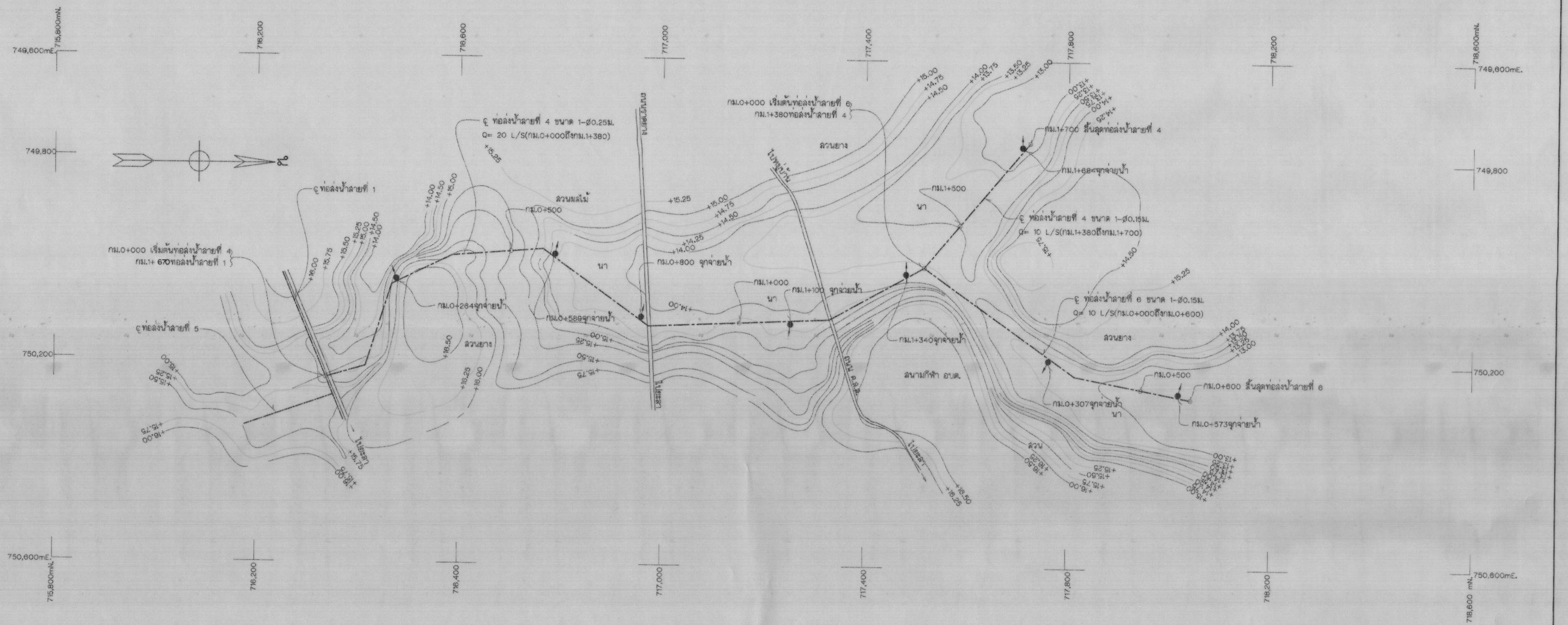
ต.บันนังสาเรง อ.เมือง จ.ยะลา

ท่อส่งน้ำลายที่ 3 , 4 และ 6

กม.0+000 ถึง กม.2+300 , กม.0+000 ถึง 1+700 และ กม.0+000 ถึง 0+600

รูปตัดตามยาว

					ออกแบบ		กอบ.ชป.17
				เลขอ	เขียน	ถาน	มวล.ชป.17
					ลอก	เห็นชอบ	
					ตรวจ	อนุมัติ	ผล.ชป.17
รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ เลขอ	ผ่าน	เห็นชอบ อนุมัติ	สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร	วันที่ ๒๗ มิ.ย. ๕๓	สปป.17-1195



แปลน

0 50 100 200 300
มาตราส่วน 1:4,000 เมตร

หมายเหตุ

ดูหมายเหตุและแบบประกอบในแบบหมายเลข สชป.17-1190

กรมชลประทาน

โครงการชลประทานยะลา
สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำ
บ้านตะโละสาลี

ต.บันนังสาเรง อ.เมือง จ.ยะลา

ท่อลงน้ำลายที่ 4 และ 6

กม.0+000 ถึง กม.1+700 และ กม.0+000 ถึง 0+600

แปลน

						ออกแบบ		เสนอ		กอบ.ชป.17
						เขียน		ผ่าน		ผวค.ชป.17
						ลอก		เห็นชอบ		ผล.ชป.17
						ตรวจ		อนุมัติ		
	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ	สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ ลวนวิศวกรรมบริหาร รับที่				สชป.17-1194

ทางหลวงหมายเลข 3 ตอน ชะอำ – ปากท่อ

ตั้งแต่ กม.ที่ 144+000 ถึง กม.ที่ 153+300

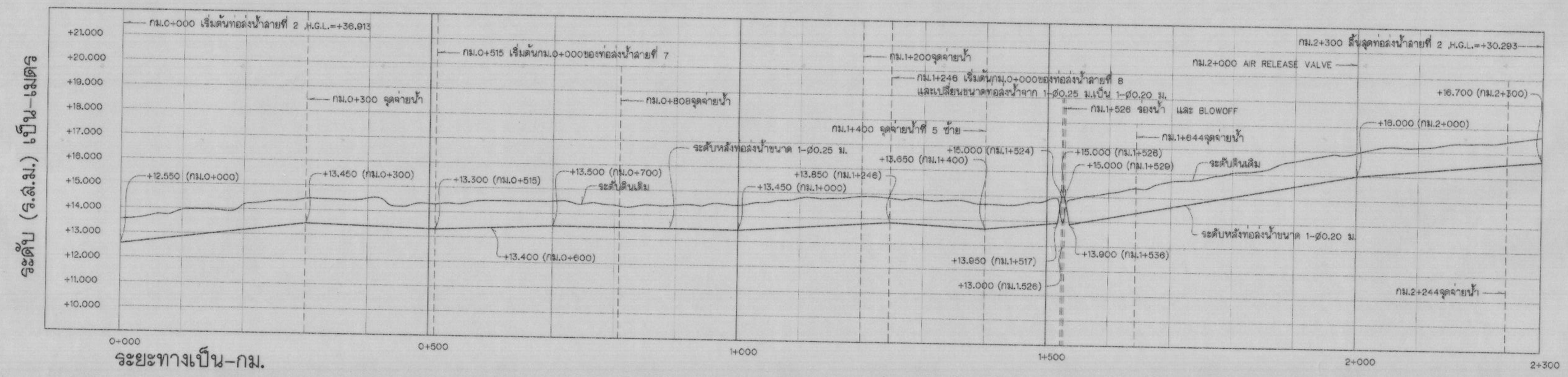
ระยะทางประมาณ 9.300 กิโลเมตร

ตอนที่ 1 กม.ที่ 144+000 ถึง กม.ที่ 147+300

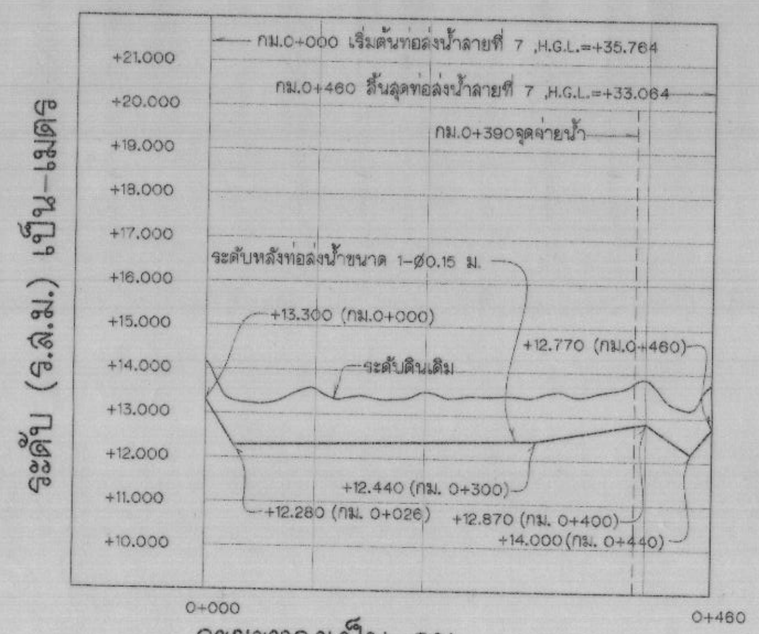
ตอนที่ 2 กม.ที่ 147+300 ถึง กม.ที่ 153+300

ลำดับที่	รายการ	ปริมาณ	หน่วย	ลำดับที่	รายการ	ปริมาณ	หน่วย
1	งานขุดดินธรรมดา	1,000,000	ลบ.ม.	6	งานวางท่อเหลี่ยม ขนาด 1.50 x 1.50 ม.	1,000	ม.
2	งานขุดหินแข็ง	1,000,000	ลบ.ม.	7	งานวางท่อเหลี่ยม ขนาด 2.00 x 2.00 ม.	1,000	ม.
3	งานขุดดินอ่อนพิเศษ	1,000,000	ลบ.ม.	8	งานวางท่อเหลี่ยม ขนาด 3.00 x 3.00 ม.	1,000	ม.
4	งานขุดดินอ่อนพิเศษ	1,000,000	ลบ.ม.	9	งานวางท่อเหลี่ยม ขนาด 4.00 x 4.00 ม.	1,000	ม.
5	งานวางท่อเหลี่ยม ขนาด 1.00 x 1.00 ม.	1,000	ม.	10	งานวางท่อเหลี่ยม ขนาด 5.00 x 5.00 ม.	1,000	ม.

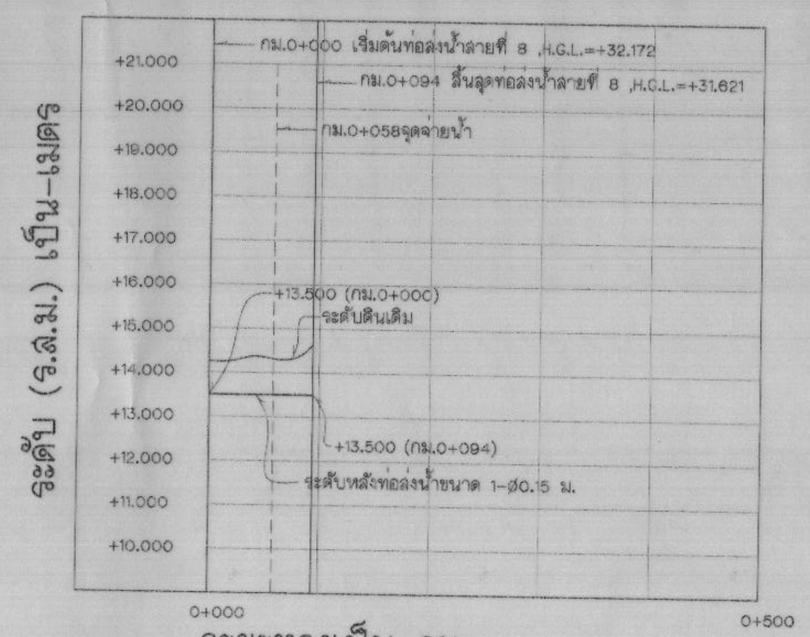
ตำแหน่งที่	ชนิดของงาน	ขนาด	หน่วย	ปริมาณ
กม.ที่ 144+000 ถึง กม.ที่ 147+300	งานขุดดินธรรมดา		ลบ.ม.	1,000,000
กม.ที่ 147+300 ถึง กม.ที่ 153+300	งานขุดหินแข็ง		ลบ.ม.	1,000,000
กม.ที่ 144+000 ถึง กม.ที่ 153+300	งานขุดดินอ่อนพิเศษ		ลบ.ม.	1,000,000
กม.ที่ 144+000 ถึง กม.ที่ 153+300	งานขุดดินอ่อนพิเศษ		ลบ.ม.	1,000,000
กม.ที่ 144+000 ถึง กม.ที่ 153+300	งานวางท่อเหลี่ยม	1.00 x 1.00 ม.	ม.	1,000
กม.ที่ 144+000 ถึง กม.ที่ 153+300	งานวางท่อเหลี่ยม	1.50 x 1.50 ม.	ม.	1,000
กม.ที่ 144+000 ถึง กม.ที่ 153+300	งานวางท่อเหลี่ยม	2.00 x 2.00 ม.	ม.	1,000
กม.ที่ 144+000 ถึง กม.ที่ 153+300	งานวางท่อเหลี่ยม	3.00 x 3.00 ม.	ม.	1,000
กม.ที่ 144+000 ถึง กม.ที่ 153+300	งานวางท่อเหลี่ยม	4.00 x 4.00 ม.	ม.	1,000
กม.ที่ 144+000 ถึง กม.ที่ 153+300	งานวางท่อเหลี่ยม	5.00 x 5.00 ม.	ม.	1,000



รูปตัดตามยาวลายที่ 2



รูปตัดตามยาวลายที่ 7



รูปตัดตามยาวลายที่ 8

หมายเหตุ

ดูหมายเหตุและแบบประกอบในแบบหมายเลข สชป.17-1190

รูปตัดตามยาว

มาตราส่วน { ทางตั้ง 1:100 / ทางราบ 1:4,000

กรมชลประทาน

โครงการชลประทานยะลา
สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำ
บ้านตะโล๊ะสาลี

ต.บันนังสาเรง อ.เมือง จ.ยะลา

ท่อส่งน้ำลายที่ 2 , 7 และ 8

กม.0+000 ถึง กม.2+300 , กม.0+000 ถึง 0+460 และ กม.0+000 ถึง 0+094

รูปตัดตามยาว

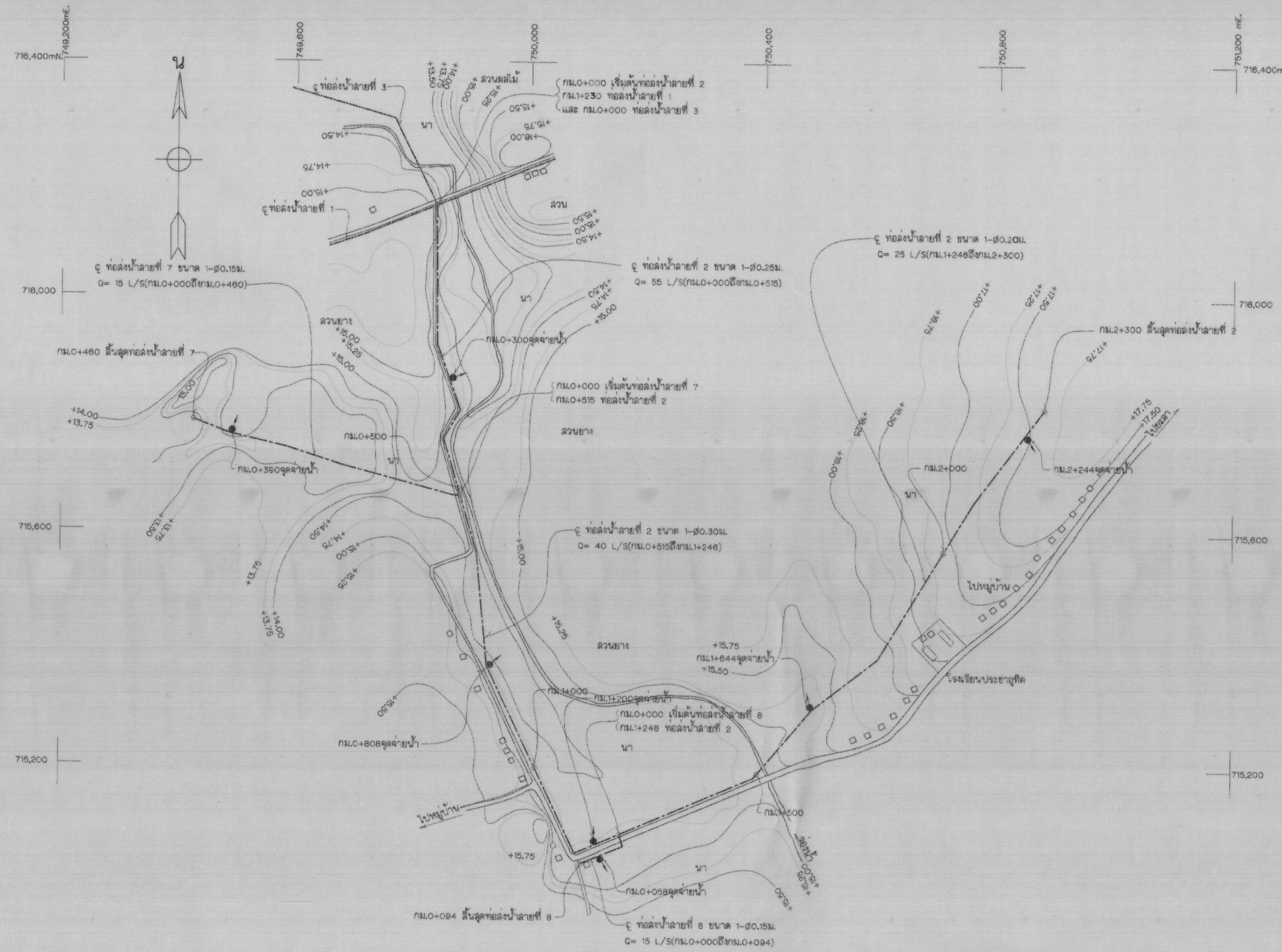
รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ/เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ/อนุมัติ

ออกแบบ		เสนอ	กอบ.ชป.17
เขียน		ผ่าน	ผวล.ชป.17
ลอก		เห็นชอบ	
ตรวจ		อนุมัติ	ผล.ชป.17

สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร วันที่ 14 มี.ค. 57

สชป.17-1192

8/11



แปลน

0 50 100 200 300

มาตราส่วน 1:4,000 เมตร

หมายเหตุ

ดูหมายเหตุและแบบประกอบในแบบหมายเลข สป.17-1190

กรมชลประทาน

โครงการชลประทานยะลา
สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำ บ้านตะโล๊ะสาลี

ต.บันนังสาเรง อ.เมือง จ.ยะลา

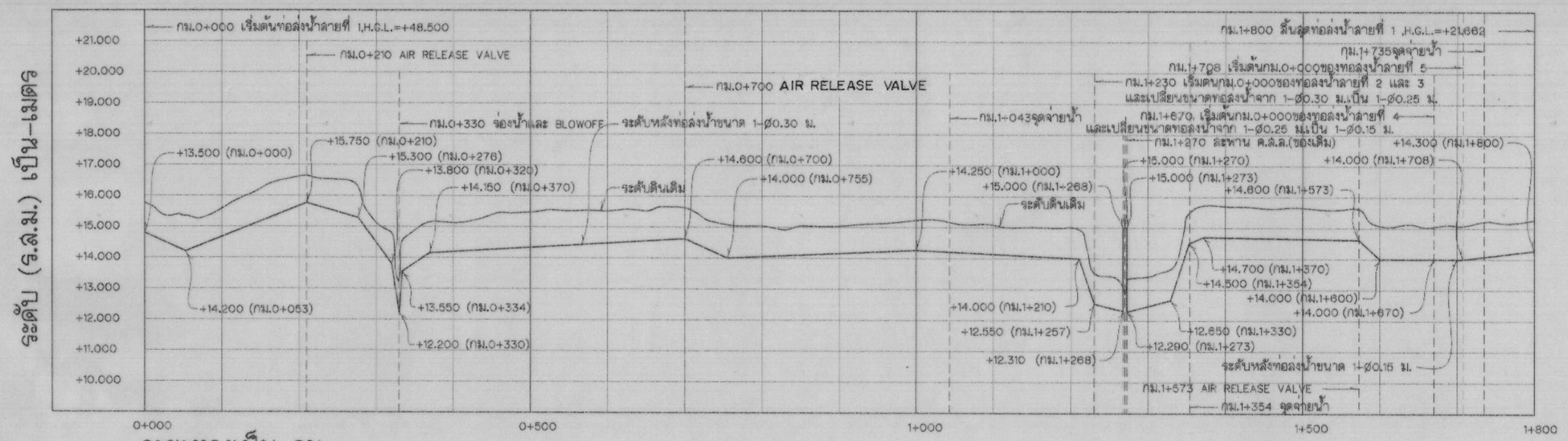
ท่อส่งน้ำลายที่ 2 , 7 และ 8

กม.0+000 ถึง กม.2+300 , กม.0+000 ถึง 0+460 และ กม.0+000 ถึง 0+094

แปลน

						ออกแบบ	เลนอ	กอบ.ชป.17
						เขียน	ผาน	ผวค.ชป.17
						ลอก	เห็นชอบ	ผล.ชป.17
						ตรวจ	อนุมัติ	
	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ เลนอ	ผาน	เห็นชอบ อนุมัติ	สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ ลวนวิศวกรรมบริหาร	วันที่ พ.ค./มิ.ย. ๕๖	สป.17-1191

สชป.17-1190



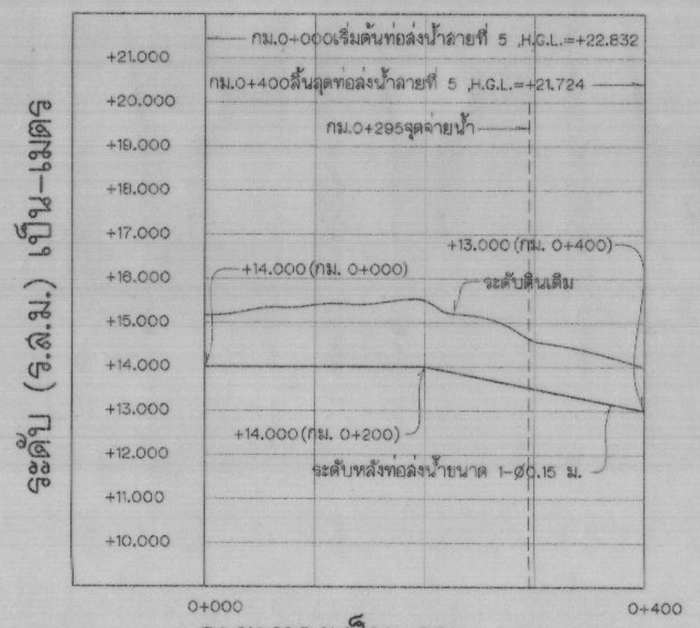
รูปตัดตามยาวลายที่ 1

หมายเหตุ

1. ระดับ (ร.ท.ก.) และมิติต่างๆ กำหนดไว้เป็นเมตร ระยะทางเป็นกิโลเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ผลสำรวจได้จากฝ่ายสำรวจภูมิประเทศ สำนักชลประทานที่ 17 จ.นราธิวาส
3. จุดที่ตั้งอาคาร อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมในระหว่างการก่อสร้าง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงต้องแจ้งทางกลุ่มออกแบบทราบ เพื่อแก้ไขแบบ
4. ท่อส่งน้ำ ให้ใช้ท่อ PVC ชั้น 8.5 มอก.17-2532 หรือท่อ AC ชั้น 20 มอก.81-2529 วางฝังดินลึก 1.00 ม.(MIN.) ท่อเหล็กอาบสังกะสีใช้เฉพาะกรณีวางท่อผ่านพื้นหินหรือข้ามร่องน้ำ และมีคอม่อรับตามแบบหมายเลข 76197 ระยะห่างระหว่างคอม่อ 4.00 ม.(MAX.) นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
5. วิธีการวางท่อและการต่อท่อ ฯลฯ ให้ดำเนินการตามข้อปฏิบัติของบริษัทผู้ผลิต หรือตามแบบหมายเลข 70124
6. ให้ติดตั้งอุปกรณ์ช่วยลดแรงดันท่ออันเนื่องจากการเกิด WATER HAMMER หน้าประตูน้ำทุกแห่ง
7. ท่อส่งน้ำเมื่อมีท่อแยกออกจากท่อ MAIN จะต้องมี GATE VALVE หลังจุดแยกทั้งท่อ MAIN,ท่อแยกและปลายท่อทุกครั้ง
8. จุดจ่ายน้ำ ให้ใช้ตามแบบหมายเลข มฐ03-03-003

แบบประกอบ

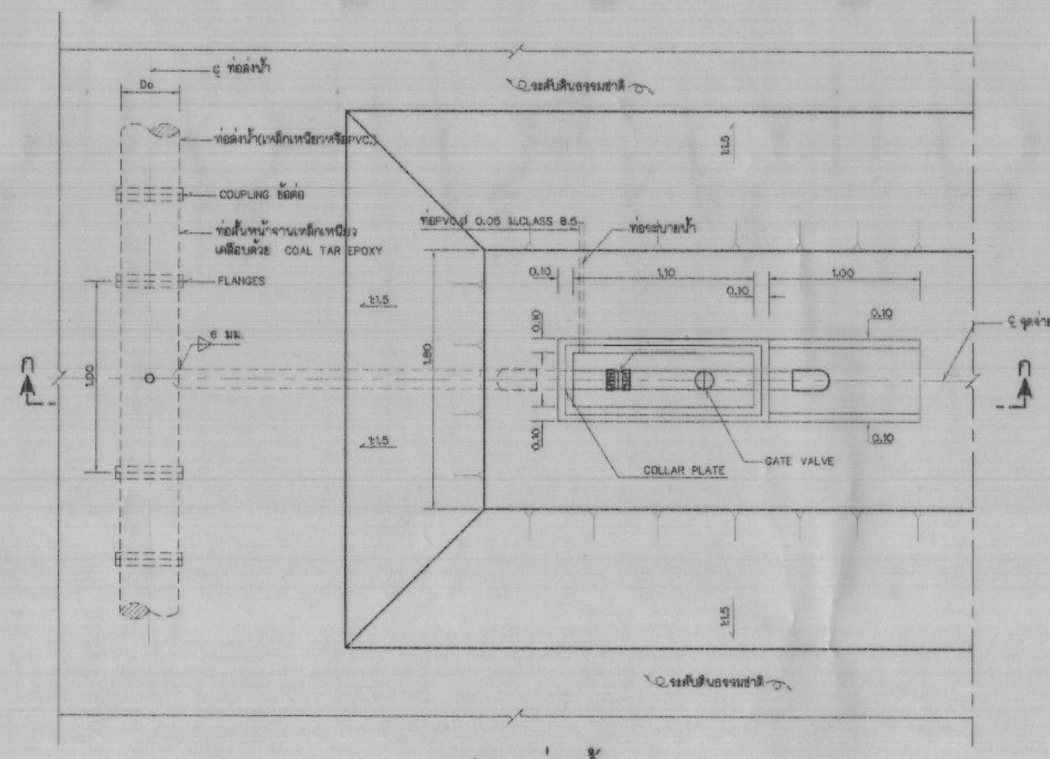
1. มาตรฐานการต่อท่อ,วางท่อ	หมายเลข	70124
2. มาตรฐานคอม่อรับท่อส่งน้ำ	หมายเลข	76197
3. มาตรฐานจุดจ่ายน้ำ	หมายเลข	มฐ03-03-003
4. มาตรฐานบ่อดักตะกอน	หมายเลข	มฐ03-03-004
5. สถานีสูบน้ำ ผังบริเวณ	หมายเลข	สชป.17-1185



รูปตัดตามยาวลายที่ 5

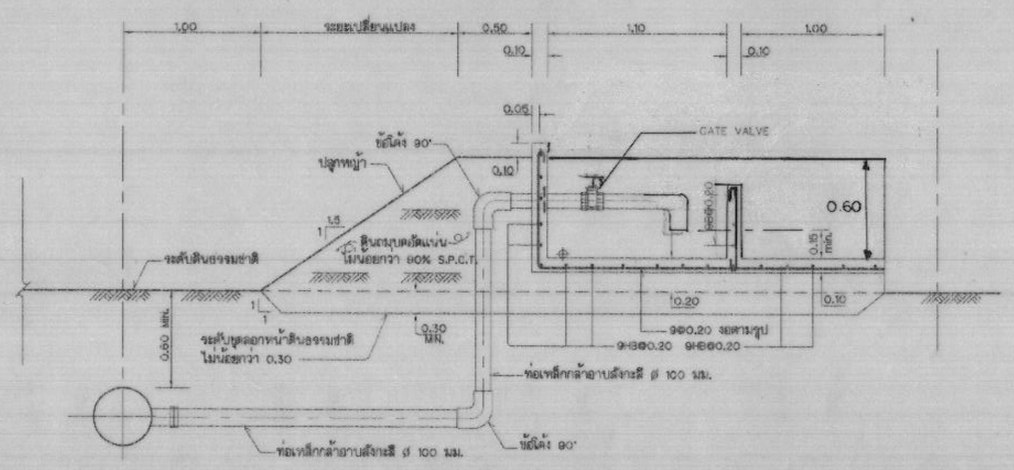
รูปตัดตามยาว

มาตราส่วน { ทางตั้ง 1:100 / ทางราบ 1:4,000



แปลนจุดจ่ายน้ำ

ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด ก-ก

ไม่แสดงมาตราส่วน

ข้อแนะนำการใช้น้ำ

1. ให้กลุ่มผู้ใช้น้ำบริหารจัดการน้ำโดยแบ่งโซนการให้น้ำเป็น 3 โซน ดังนี้
   โซนที่ 1 ลายที่ 3
   โซนที่ 2 ลายที่ 4 ลายที่ 5 และลายที่ 6
   โซนที่ 3 ลายที่ 2 ลายที่ 7 และลายที่ 8

หมายเหตุจุดจ่ายน้ำ

1. ระดับ (ร.ท.ก.) และมิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. พื้นฐานจากรองรับอาคารต้องรับน้ำหนักปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่า 10 ตัน/ตร.ม.
3. ท่อจ่ายน้ำให้เป็นท่อเหล็กกล้าอาบสังกะสี ประเภทที่ 2 (ความหนาปานกลาง) ตามมาตรฐาน มอก. 277-2532 โดยมีกำหนดให้มีขนาดระบุ(NORMAL SIZE) ขนาด ø 100 มม.
4. การแต่งลาดดิน อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมกับภูมิประเทศ โดยได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมโครงการ
5. เหล็กเสริมคอนกรีตผนัง พื้นและแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กใช้ ๑๑๐.20 ตามรูปที่แสดง ขึ้นเสียวางตำแหน่งที่วางตามความหนาคอนกรีต

กรมชลประทาน

โครงการชลประทานยะลา
สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำ บ้านตะโละสาลิ

ต.บันนังสาเรง อ.เมือง จ.ยะลา

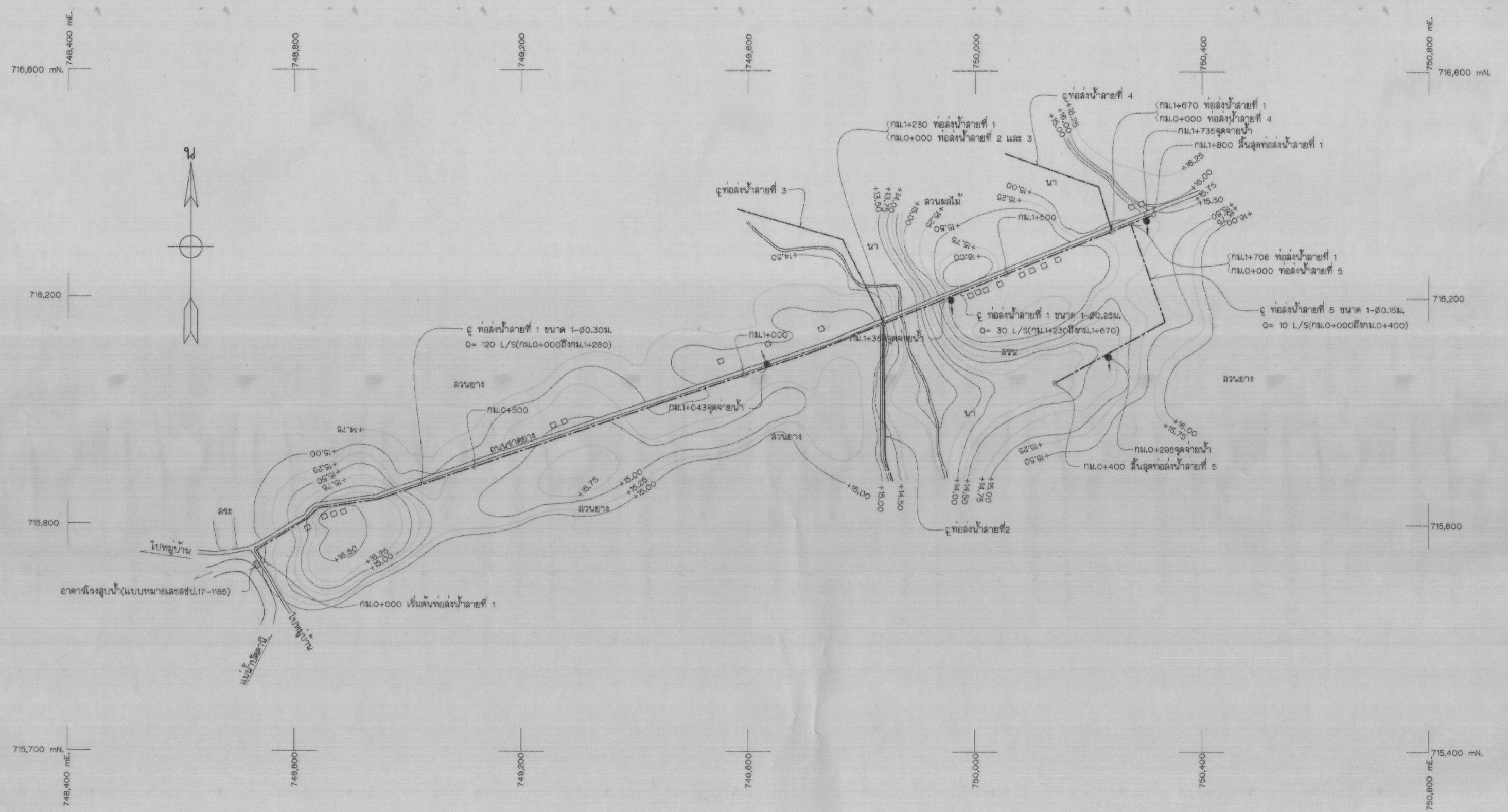
ท่อส่งน้ำลายที่ 1,5และจุดปล่อยน้ำ

กม.0+000 ถึง กม.1+800 และ กม.0+000 ถึง 0+400

แปลนและรูปตัด

						ออกแบบ		เสนอ	กอบ.ชป.17
						เขียน		ผ่าน	ตวจ.ชป.17
						ลอก		เห็นชอบ	
						ตรวจ		อนุมัติ	ผอ.ชป.17
	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ อนุมัติ	สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร	วันที่ ๒๗ มิ.ย. ๕๖		สชป.17-1190

6/11



แปลน

มาตราส่วน 1:4,000

0 50 100 200 300 เมตร

หมายเหตุ

ดูหมายเหตุและแบบประกอบในแบบหมายเลข สชป.17-1190

กรมชลประทาน

โครงการชลประทานยะลา
สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำ
บ้านตะโล๊ะสาลี

ต.บันนังสาเรง อ.เมือง จ.ยะลา

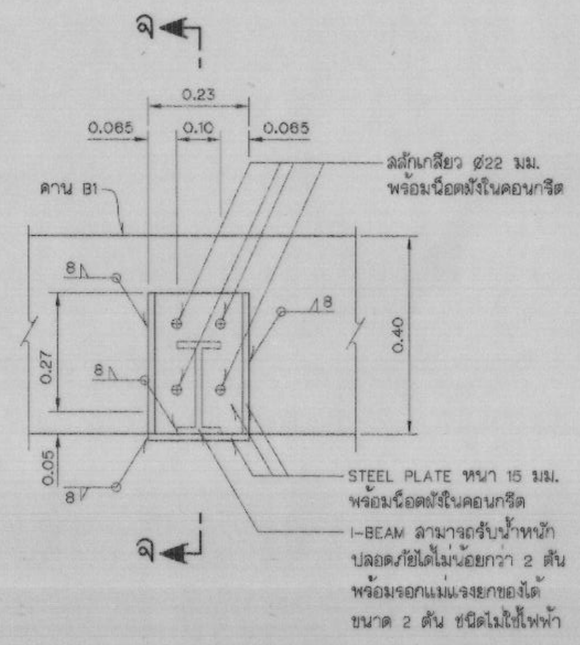
ท่อส่งน้ำลายที่ 1 และ 5

กม.0+000 ถึง กม.1+800 และ กม.0+000 ถึง 0+400

แปลน

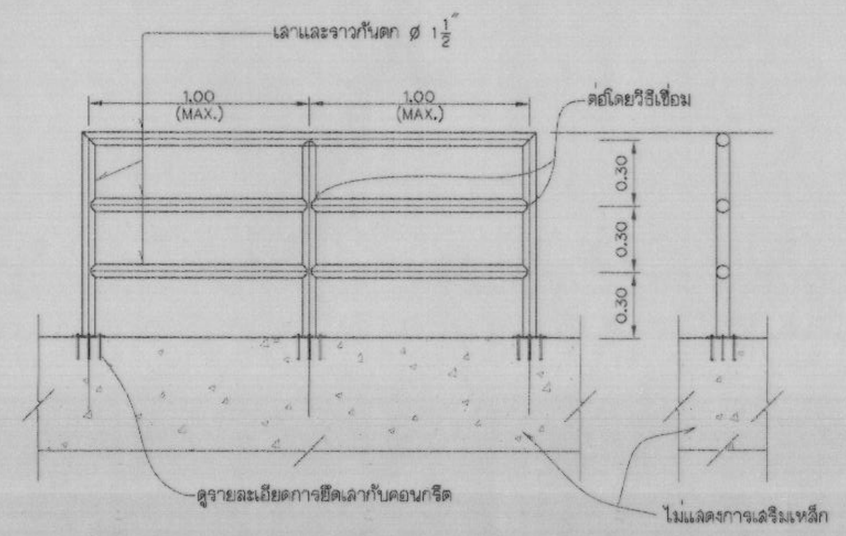
						ออกแบบ		เสนอ		กอบ.ชป.17
						เขียน		ฝ่าย		ฝวศ.ชป.17
						ลอก		เห็นชอบ		ฝล.ชป.17
						ตรวจ		อนุมัติ		
	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	ฝ่าย	เห็นชอบ / อนุมัติ	สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ ฝวนวิศวกรรมบริหาร		วันที่		สชป.17-1189

5/11



รายละเอียดการติดตั้ง I-BEAM

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8
มาตราส่วน 1:10 เมตร

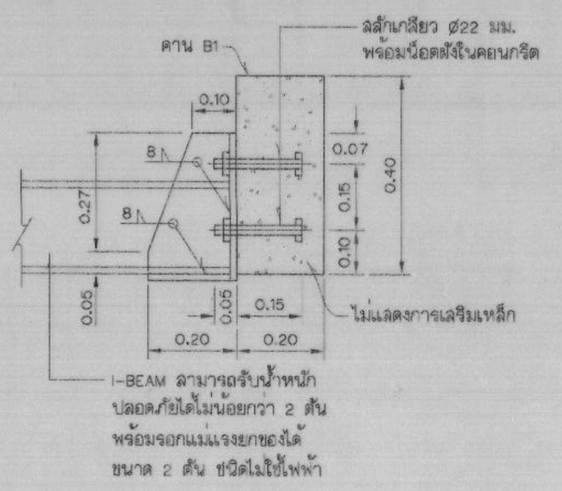


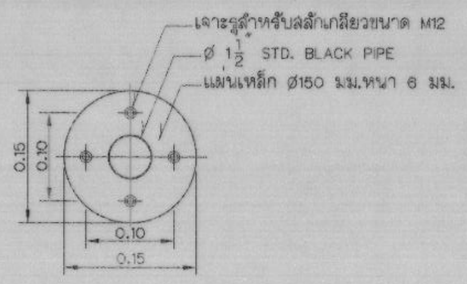
รายละเอียดเสาและราวกันตก

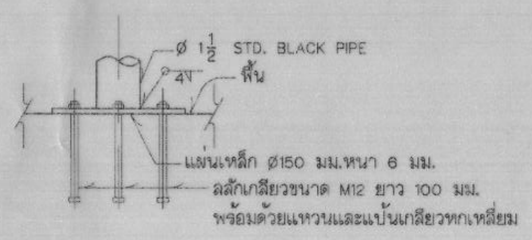
0 0.5 1 1.5
มาตราส่วน 1:20 เมตร

หมายเหตุ

1. มิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง I-BEAM รับรอกแม่แรงหรือรอกก่อนแรงต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังนี้
   2.1 เหล็กแผ่น (STEEL PLATE) ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATON A-36
   2.2 ลวดเชื่อมต้องใช้ลวดเชื่อมขนาด E70 ,HEAVILY COATED ELECTRODE วิธีเชื่อมให้เป็นไปตามมาตรฐานของ AWS CODE SECTION 6, WORKMANSHIP AND TECHNIQUE "STANDARD CODE FOR ARC AND GAS WEDDING BUILDING CONSTRUCTION" ขนาดรอยเชื่อมไม่น้อยกว่า 6 มม. ตลอดทั้งสองด้าน นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
   2.3 ลสักเกลียวและแป้นเกลียว มาตรฐาน ASTM DESIGNATON A-307 ให้ดำเนินการติดตั้งลสักเกลียวพร้อมกับการทำงานคอนกรีต ห้ามใช้วิธีเจาะยัง
3. รอกแม่แรงโซ่ยก ขนาดยกน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 2 ตัน ยกได้สูงไม่น้อยกว่า 4.50 ม. พร้อม TROLLY เดินบนรางรูปตัวไอ จำนวน 1 ชุด
4. STANDARD BLACK PIPE สำหรับราวกันตกและบันได ต้องเป็นเหล็กกล้าตามมาตรฐาน มอก.267-2521 สำหรับเหล็กแผ่น (STEEL PLATE) ประเภท 2 การประกอบใช้วิธีเชื่อมทั้งหมดพร้อมเคลือบสีกันสนิม พร้อมสลักแป้นเกลียวและการเชื่อม ให้เป็นไปตามหมายเหตุข้อ 2.







รายละเอียดการยึดเสากับคอนกรีต

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4
มาตราส่วน 1:5 เมตร

แบบประกอบ

1. โรงสูบน้ำ แปลนและรูปตัด ..... หมายเลข สปป.17-1185

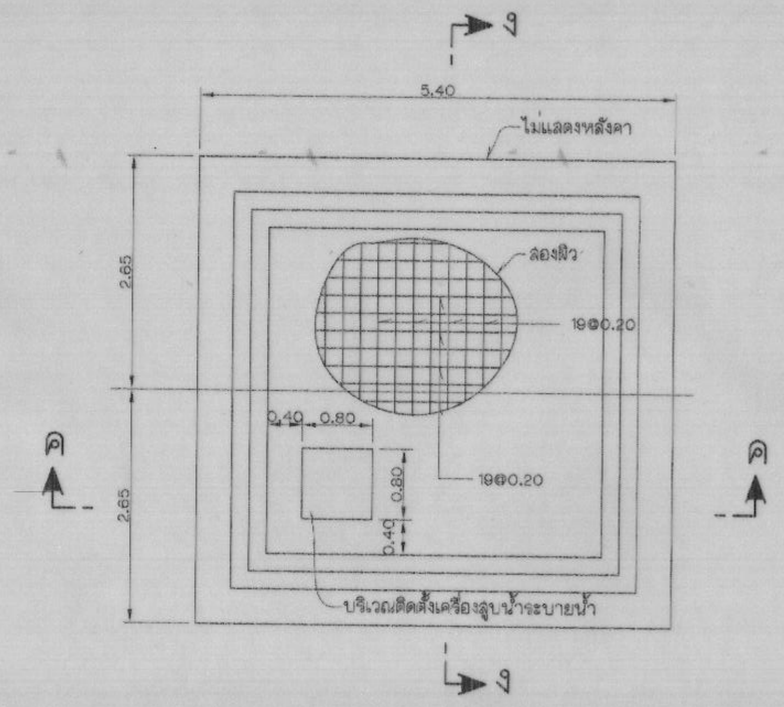
รูปตัด จ-จ

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8
มาตราส่วน 1:10 เมตร

กรมชลประทาน
โครงการชลประทานยะลา
สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำ
บ้านตะโล๊ะสาลี
ต.บันนังสาแรง อ.เมือง จ.ยะลา

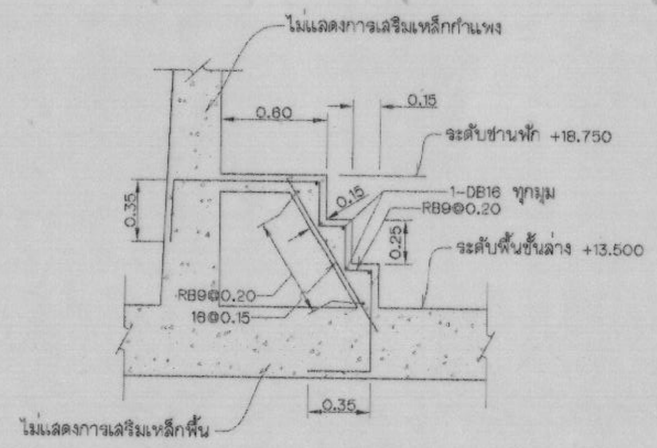
โรงสูบน้ำ
แสดงรายละเอียดต่างๆ

						ออกแบบ	เสนอ	กอบ.ชป.17
						เขียน	ผ่าน	ผวค.ชป.17
						ลอก	เห็นชอบ	ผล.ชป.17
						ตรวจ	อนุมัติ	
	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ	สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร	วันที่ ๒๗ มิ.ย. ๒๕๖๑	สปป.17-1188



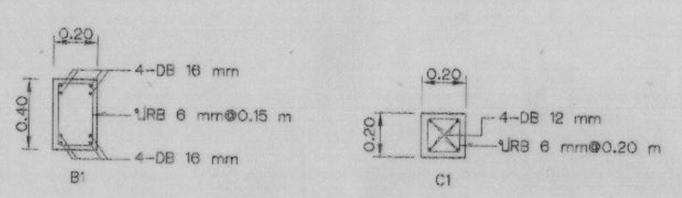
แปลนแสดงการเสริมเหล็กพื้น

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



รายละเอียดการเสริมเหล็กบันได

0 0.5 1.0 1.5 2.0
มาตราส่วน 1:25 เมตร



รายละเอียดการเสริมเหล็กคานและเสา

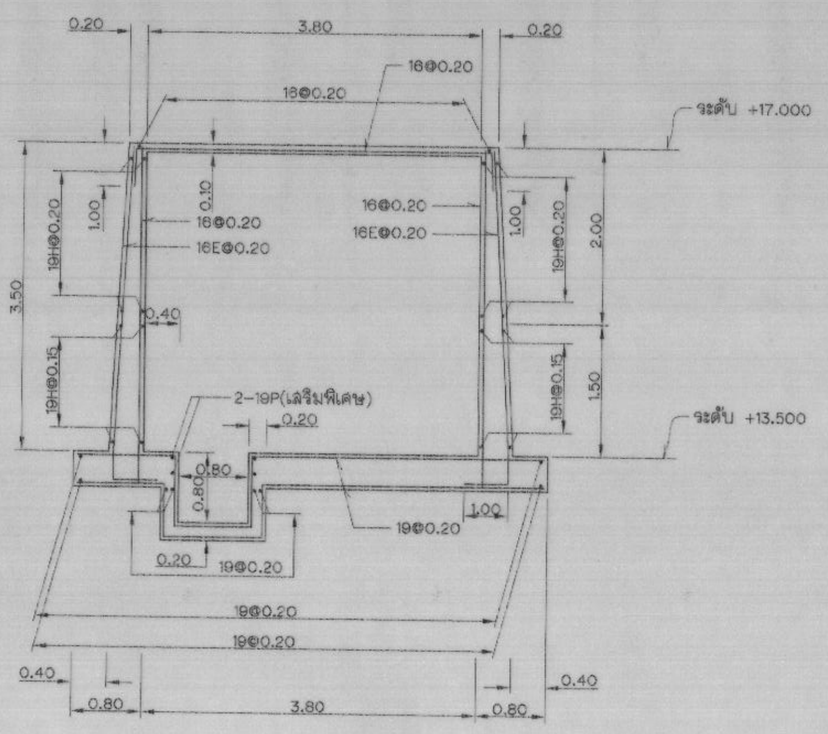
0 0.5 1.0 1.5 2.0
มาตราส่วน 1:25 เมตร

หมายเหตุ

1. ระดับ (ร.ล.ม.) และมิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ขนาดของเหล็กเสริมกำหนดไว้เป็นมิลลิเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
3. ดินหรือหินฐานรากบริเวณอาคาร ต้องรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ไม่น้อยกว่า 6 ตัน/ตร.ม.
4. คอนกรีตต้องรับแรงกดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 210 กก./ตร.ซม. โดยการทดสอบแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอกขนาด ø 15x30 ซม. เมื่ออายุได้ 28 วัน
5. เหล็กเสริมใช้เหล็กข้ออ้อย ชั้นคุณภาพ SD-30 มอก. 24-2548 และเหล็กเส้นกลม ชั้นคุณภาพ SR-24 มอก. 20-2543 สำหรับเหล็กเสริมขนาด 10 มม. ขึ้นไปเป็นเหล็กข้ออ้อย
6. การต่อเหล็กเสริมโดยวิธีทาบ ถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่น สำหรับเหล็กข้ออ้อยให้วางทาบกันไม่น้อยกว่า 30 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็ก โดยปลายไม่ต้องงอขอมาตรฐาน สำหรับเหล็กเส้นกลมให้วางทาบกันไม่น้อยกว่า 50 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็ก เมื่อปลายงอขอมาตรฐานและ 60 เท่าของเส้นผ่านศูนย์ศูนย์กลางเหล็ก เมื่อปลายไม่งอขอมาตรฐาน
7. คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมให้เป็นไปตามเกณฑ์ดังนี้
   7.1 สำหรับคอนกรีตที่ติดกับแบบ ให้ใช้ระยะระหว่างผิวเหล็กถึงผิวคอนกรีต 4 ซม.
   7.2 สำหรับผิวคอนกรีตที่ติดกับดินหรือหิน ให้ใช้ 6 ซม.นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น

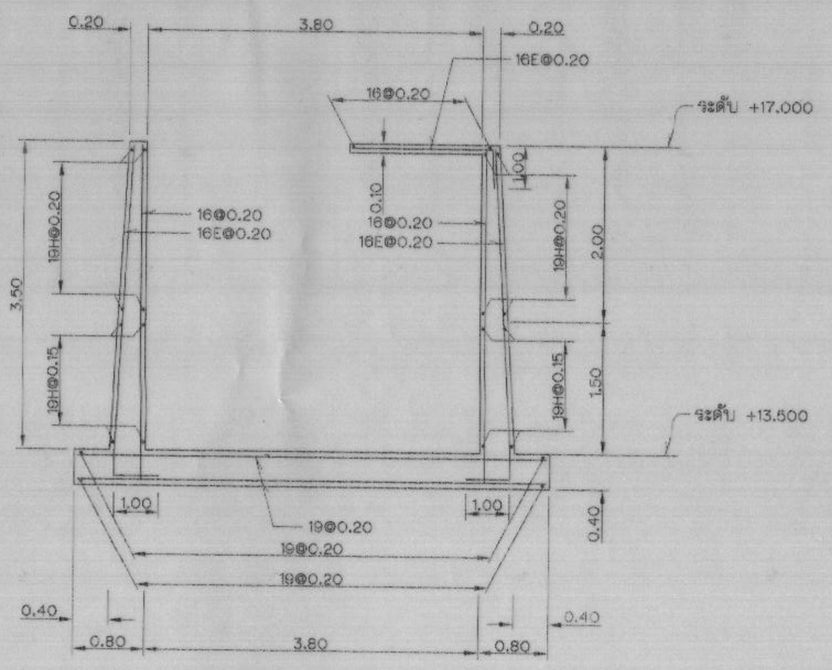
แบบประกอบ

1. โรงสูบน้ำ แปลนและรูปตัด ..... หมายเลข สชป.17-1185
2. ท่อส่งน้ำลายที่ 1 แปลนและรูปตัดตามยาว ..... หมายเลข สชป.17-1189 ถึง 1195



รูปตัด ค-ค

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



รูปตัด ง-ง

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร

กรมชลประทาน
โครงการชลประทานยะลา
สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำ บ้านตะโละสาสี
ต.บันนังสาเรง อ.เมือง จ.ยะลา

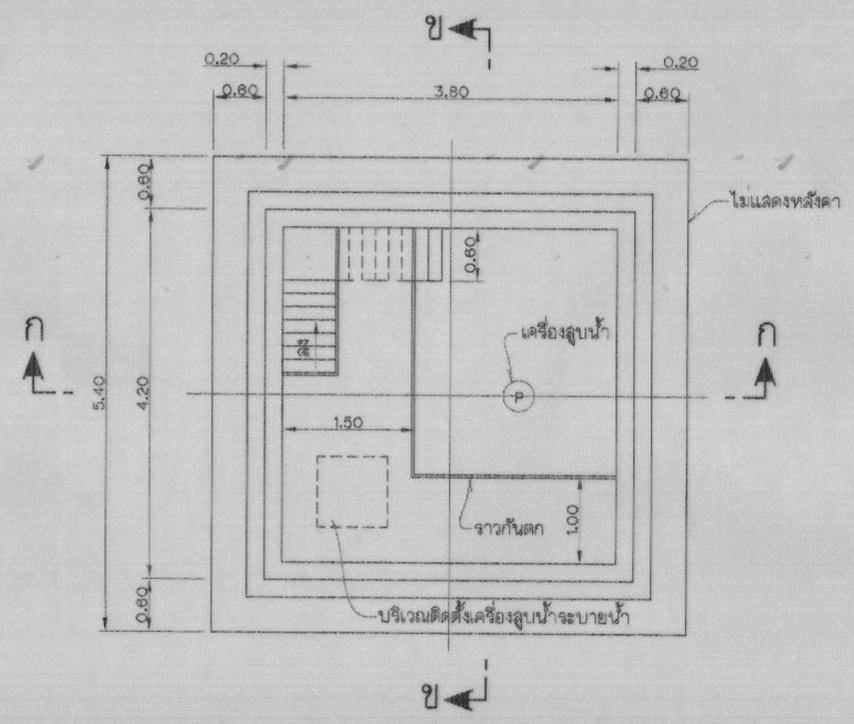
โรงสูบน้ำ
แสดงรายละเอียดการเสริมเหล็ก

รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ	อ่าน	เห็นชอบ
		เสนอ		อนุมัติ

ออกแบบ	เสนอ		กอบ.ชป.17
เขียน	อ่าน		ผวค.ชป.17
ลอก	เห็นชอบ		ผล.ชป.17
ตรวจ	อนุมัติ		

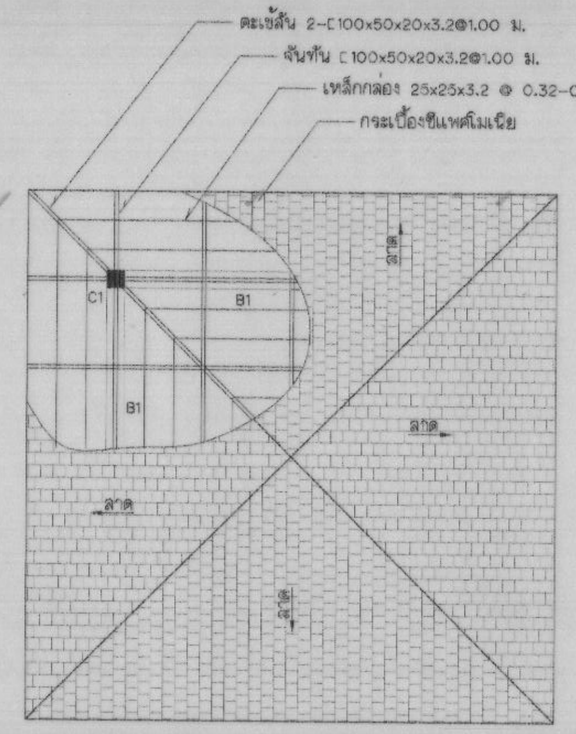
สำนักชลประทานที่ 17 วันที่ 24 มิ.ย. 62
กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร

สชป.17-1187



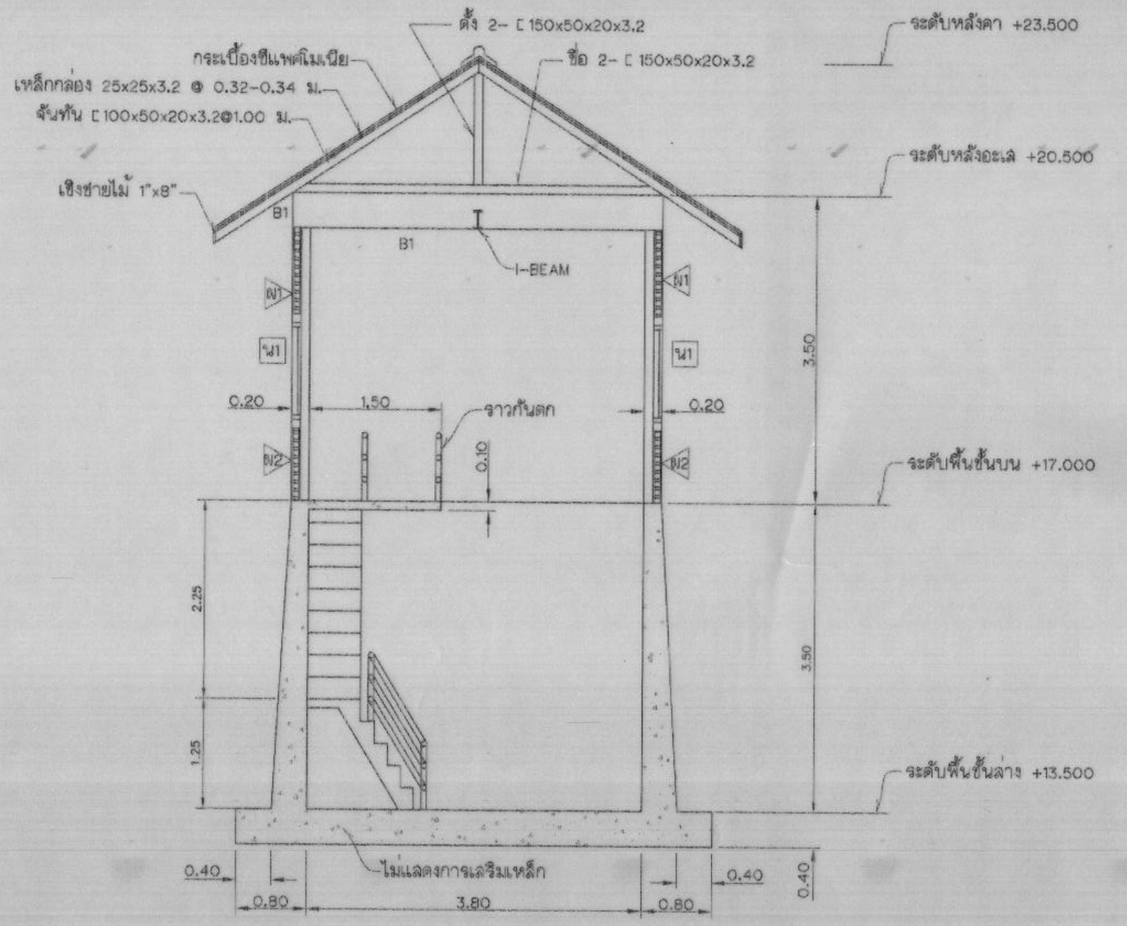
แปลนสถานีสูบน้ำ

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



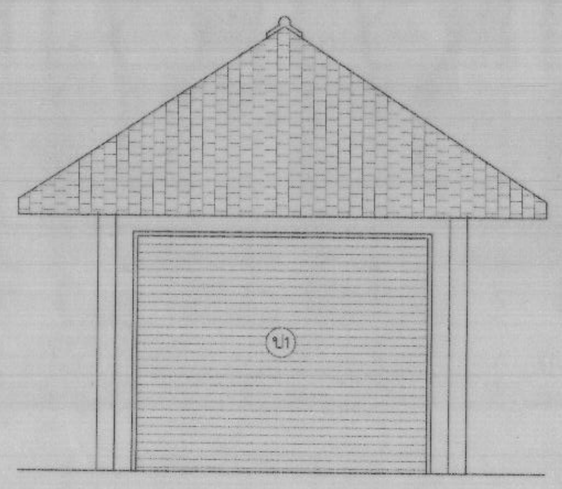
แปลนหลังคา

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



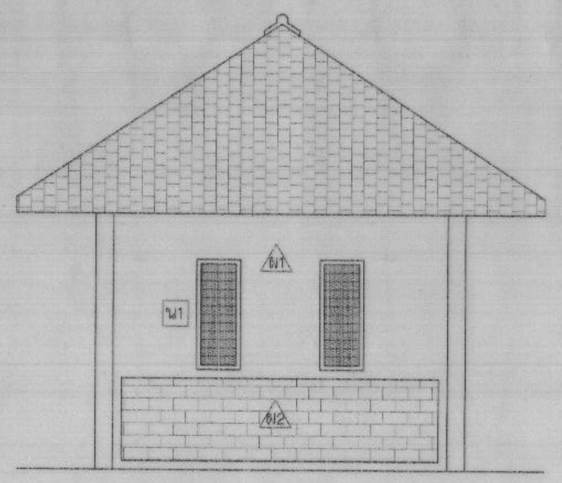
รูปตัด ก-ก

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



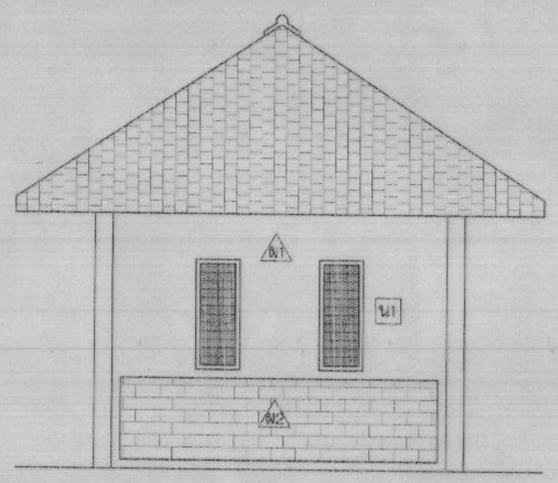
รูปด้าน 1

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



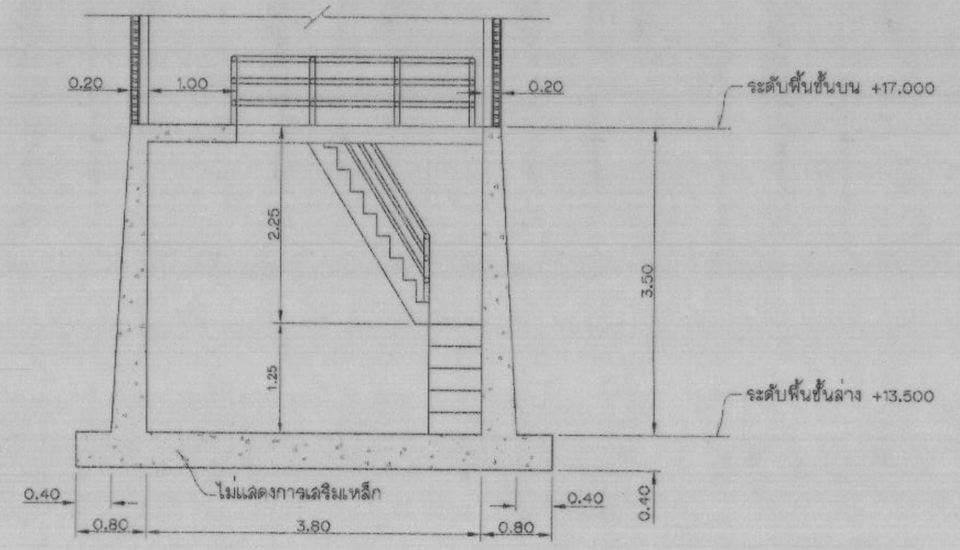
รูปด้าน 2,3

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



รูปด้าน 4

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



รูปตัด ข-ข

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร

สัญลักษณ์

- น1 หมายถึง หน้าต่างบานปุ่นเรียบ
- น2 หมายถึง หน้าต่างบานเกร็ดเกาะช่องลมแนวนอน
- บ1 หมายถึง ประตูเหล็กม้วนยืดแนวตั้ง วงกบประตูเหล็กขนาดตามมาตรฐาน
- น1 หมายถึง ช่องลม

หมายเหตุ

1. ตำแหน่งเครื่องสูบน้ำเป็นการกำหนดโดยประมาณ นายช่างผู้ควบคุมโครงการฯ สามารถเปลี่ยนแปลงให้เข้ากับโครงสร้างอื่นๆได้ตามความเหมาะสม
2. สัญหมายเหตุและแบบประกอบในแบบหมายเลข สป.17-1187 ถึง 1188

กรมชลประทาน
โครงการชลประทานยะลา
สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำ
บ้านตะโล๊ะสาสี
ต.บันนังสาเรง อ.เมือง จ.ยะลา

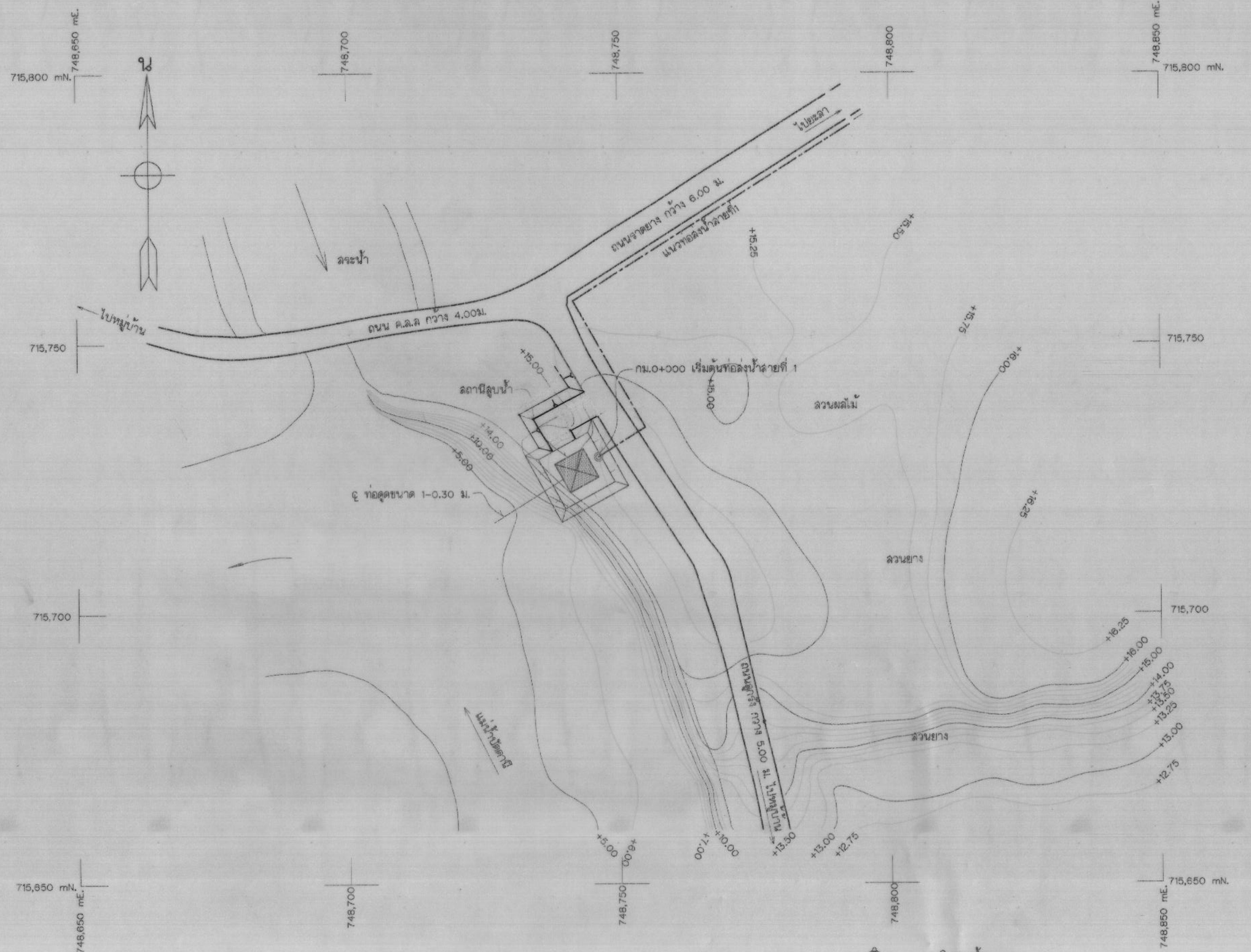
โรงสูบน้ำ

แปลน,รูปด้านและรูปตัด

						ออกแบบ		เสนอ	กอบ.ชป.17
						เขียน		ผ่าน	ผวค.ชป.17
						ลอก		เห็นชอบ	
						ตรวจ		อนุมัติ	ผล.ชป.17
	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ	สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ ลวนวิศวกรรมบริหาร	วันที่	สป.17-1186	

2/11

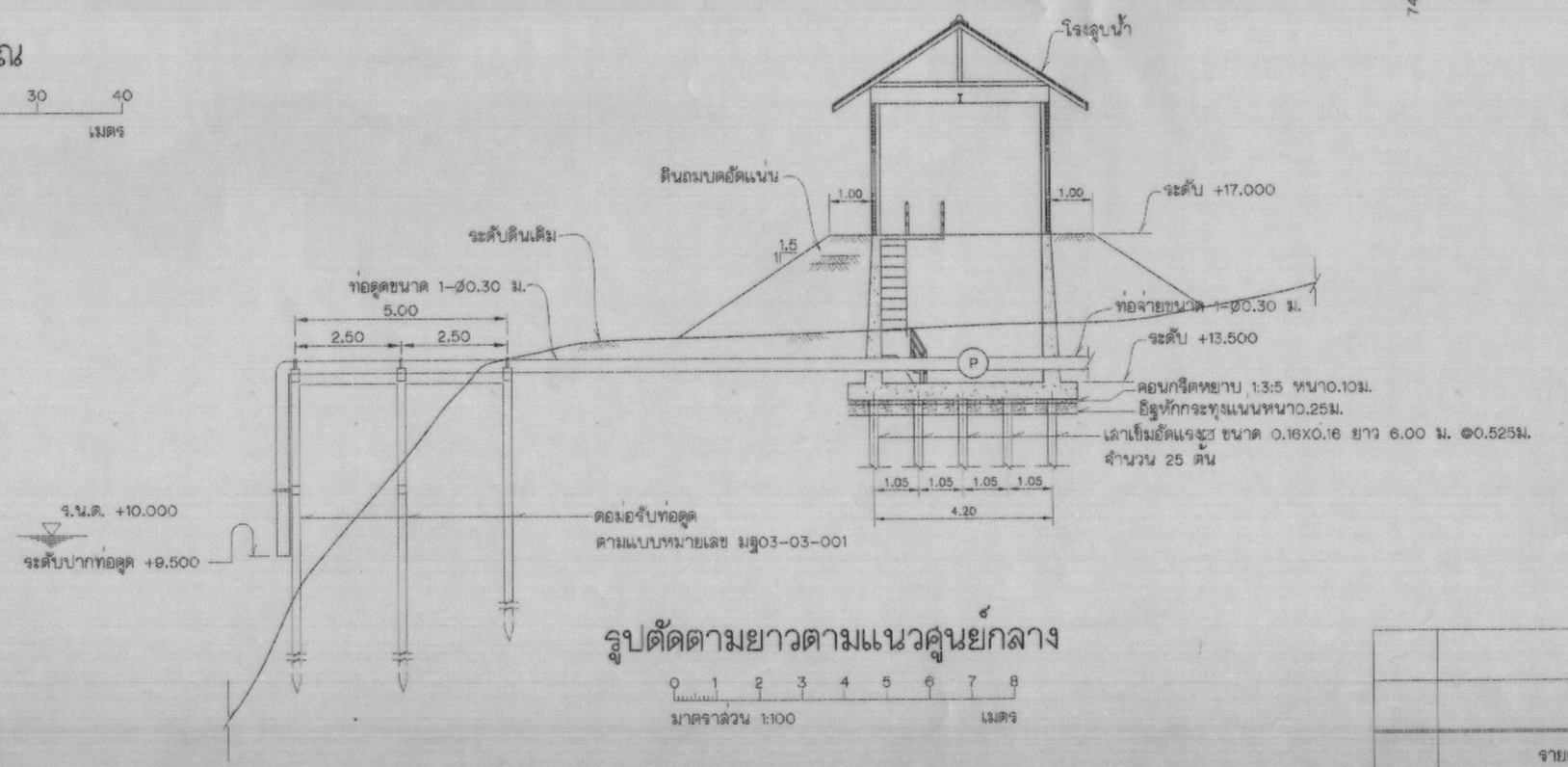
สปป.17-1185



ผังบริเวณ

0 5 10 20 30 40

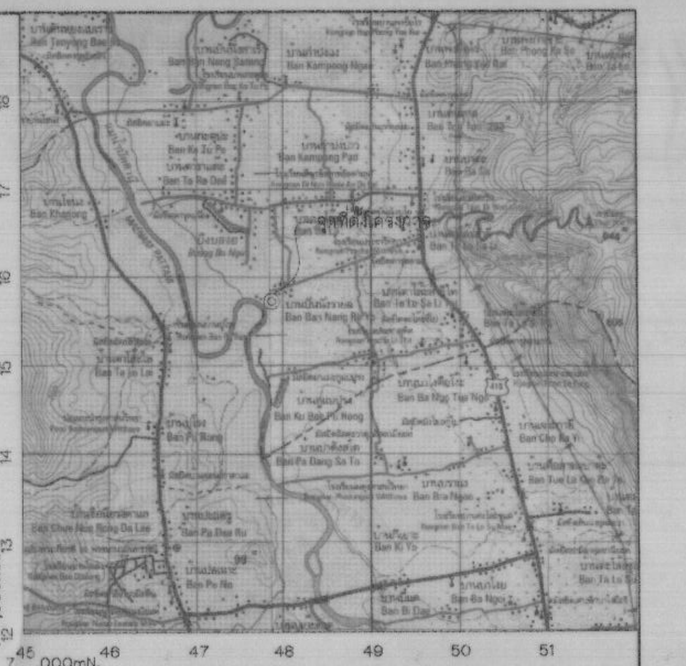
มาตราส่วน 1:500 เมตร



รูปตัดตามยาวตามแนวศูนย์กลาง

0 1 2 3 4 5 6 7 8

มาตราส่วน 1:100 เมตร



แผนที่สังเขปแสดงจุดที่ตั้ง

มาตราส่วน 1:50,000

หมายเหตุ

1. ระดับ (ร.ล.ม.) และมิติต่างๆ กำหนดไว้เป็นเมตร ระยะทางเป็นกิโลเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ผลสำรวจได้จากฝ่ายสำรวจภูมิประเทศ สำนักชลประทานที่ 17 จ.นราธิวาส
3. ที่ตั้งอาคารในแผนที่ 1:50,000 ลำดับชุด(SERIES) L7018 ระวาง(SHEET) 5221 IV ที่พิกัด
   47 NQH 487-157
4. จุดที่ตั้งอาคาร อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมในระหว่างการก่อสร้าง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง
   ต้องแจ้งทางกลุ่มออกแบบทราบ เพื่อแก้ไขแบบ
5. ถ้ารายละเอียดของอาคารในแบบแผ่นนี้แตกต่างจากแบบมาตรฐานหรือแบบอ้างอิง ให้ยึดแบบแผ่นนี้เป็นเกณฑ์
6. ให้ติดตั้งเครื่องสูบน้ำ จำนวน 1 เครื่อง อัตราการสูบไม่น้อยกว่า 120 ลิตร/วินาที ยกน้ำได้สูงไม่น้อยกว่า 35 ม.
   พร้อมติดตั้ง CHECK VALVE,อุปกรณ์ป้องกัน WATER HAMMER ฯลฯ โดยให้นายช่างผู้ควบคุมโครงการฯ
   เป็นผู้พิจารณา
7. ท่อดูดและท่อจ่ายใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี มอก.277-2532 ขนาด Ø0.30 ม. ปลายท่อดูดอยู่ที่ระดับ +9.500
   (ร.น.ต. +10.000) ตอม่อรับท่อดูดและท่อจ่าย อนุโลมใช้ตามแบบหมายเลข มฐ03-03-001,002
8. ให้ถมดินกว้าง 1 ม. รอบอาคารโรงสูบน้ำ รายละเอียดอื่นๆ พิจารณาได้ตามความเหมาะสมในงาน
8. ⊕ หมายถึงเสาเข็ม ค.ส.ร. ขนาด ◻-0.16x0.16ม. ยาว 6.00ม. มีเกลียวหน้าตัดไม่น้อยกว่า 256 ตร.ม.
   มีเส้นรอบรูปไม่น้อยกว่า 84 ซม.และรับน้ำหนักประลัยได้ไม่น้อยกว่า 5 ตัน/ต้น โดยการทดสอบ
   HILEY'S FORMULAหรือเทียบเท่า ถ้าความยาวไม่เพียงพอให้เพิ่มความยาวเสาเข็มจนรับน้ำหนักได้ตามที่กำหนด
   และต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐาน มอก.396-2524

แบบประกอบ

1. มาตรฐานตอม่อรับท่อส่งน้ำ ..... หมายเลข มฐ03-03-001,002
2. โรงสูบน้ำ แปลน,รูปตัดและรายละเอียดต่างๆ ..... หมายเลข สปป.17-1186 ถึง 1188
3. แปลนและรูปตัดตามยาวท่อส่งน้ำ ..... หมายเลข สปป.17-1189 ถึง 1195

กรมชลประทาน

โครงการชลประทานยะลา
สถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้าพร้อมระบบส่งน้ำ
บ้านตะโล๊ะลาลี

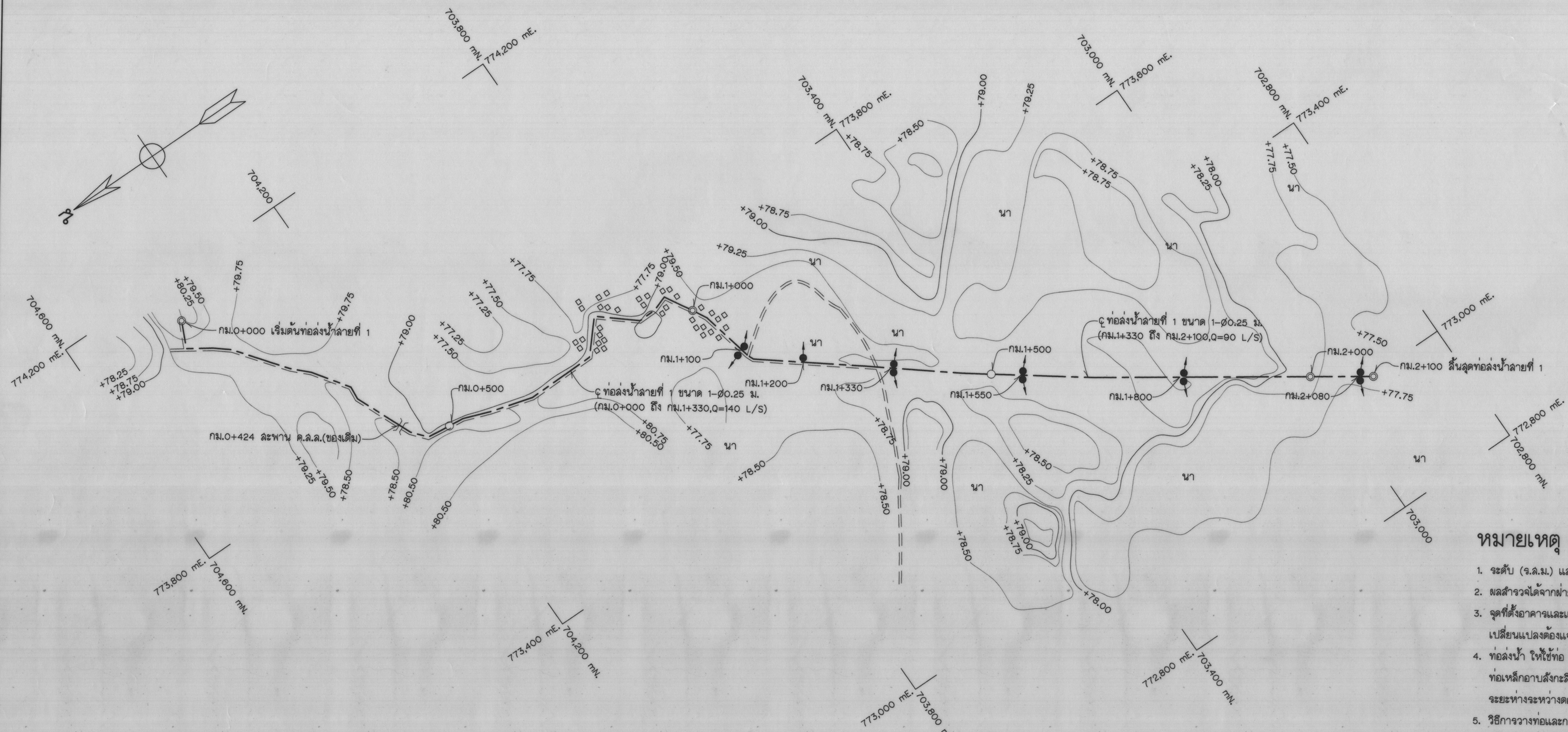
ต.บันนังสาเรง อ.เมือง จ.ยะลา

สถานีสูบน้ำ

ผังบริเวณและรูปตัด

						ออกแบบ		เสนอ		กอบ.ชป.17
						เทียน		อ่าน		ผวล.ชป.17
						ลอก		เห็นชอบ		ผล.ชป.17
						ตรวจ		อนุมัติ		
	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	อ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ	สำนักชลประทานที่ 17 / กลุ่มออกแบบ ลวนวิศวกรรมบริหาร				สปป.17-1185

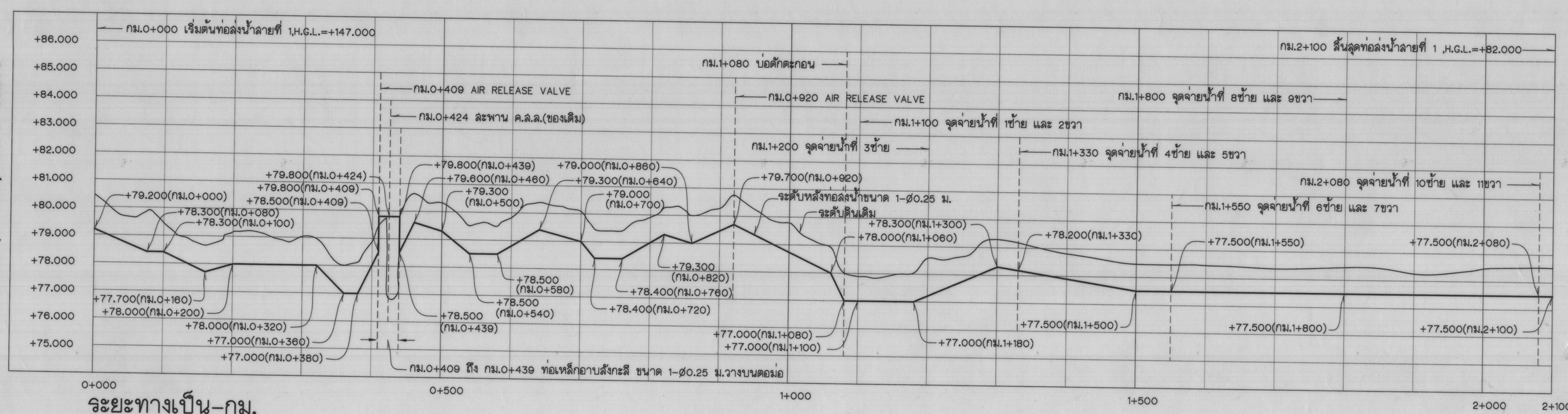
1/11



แปลน

0 50 100 200 300

มาตราส่วน 1:4,000 เมตร



รูปตัดตามยาว

มาตราส่วน ทางตั้ง 1:100 ทางราบ 1:4,000

หมายเหตุ

1. ระดับ (ร.ส.ม.) และมิติต่างๆ กำหนดไว้เป็นเมตร ระยะทางเป็นกิโลเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ผลสำรวจได้จากฝ่ายสำรวจภูมิประเทศ สำนักชลประทานที่ 17 จ.นราธิวาส
3. จุดที่ตั้งอาคารและแนวท่อส่งน้ำ อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมในระหว่างการก่อสร้าง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงต้องแจ้งทางกลุ่มออกแบบทราบ เพื่อแก้ไขแบบ
4. ท่อส่งน้ำ ให้ใช้ท่อ PVC ชั้น 8.5 มอก.17-2532 หรือท่อ AC ชั้น 20 มอก.81-2529 วางฝังดินลึก 1.00 ม.(MIN.) ท่อเหล็กอาบสังกะสีใช้เฉพาะกรณีวางท่อผ่านพื้นหินหรือข้ามร่องน้ำ และมีตอม่อรับตามแบบหมายเลข 76197 ระยะห่างระหว่างตอม่อ 4.00 ม.(MAX.) นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
5. วิธีการวางท่อและการต่อท่อ ฯลฯ ให้ดำเนินการตามข้อปฏิบัติของบริษัทผู้ผลิต หรืออนุโลมใช้ตามแบบหมายเลข 70124
6. ให้ติดตั้งอุปกรณ์ช่วยลดแรงดันท่ออันเนื่องจากการเกิด WATER HAMMER หน้าประตูน้ำทุกแห่ง
7. AIR RELEASE VALVE ใช้ขนาด Ø40 มม. และอนุโลมติดตั้งตามแบบหมายเลข มฐ03-03-003
8. จุดจ่ายน้ำ ให้ใช้ตามแบบหมายเลข มฐ03-03-003
9. บ่อดักตะกอน ให้ใช้ตามแบบหมายเลข มฐ03-03-004

แบบประกอบ

1. มาตรฐานการต่อท่อ,วางท่อ	หมายเลข	70124
2. มาตรฐานตอม่อรับท่อส่งน้ำ	หมายเลข	76197
3. มาตรฐานจุดจ่ายน้ำ	หมายเลข	มฐ03-03-003
4. มาตรฐานบ่อดักตะกอน	หมายเลข	มฐ03-03-004
5. สถานีสูบน้ำ สังบริเวณ	หมายเลข	1558

กรมชลประทาน

โครงการสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า พร้อมระบบส่งน้ำบ้านบูเกะ

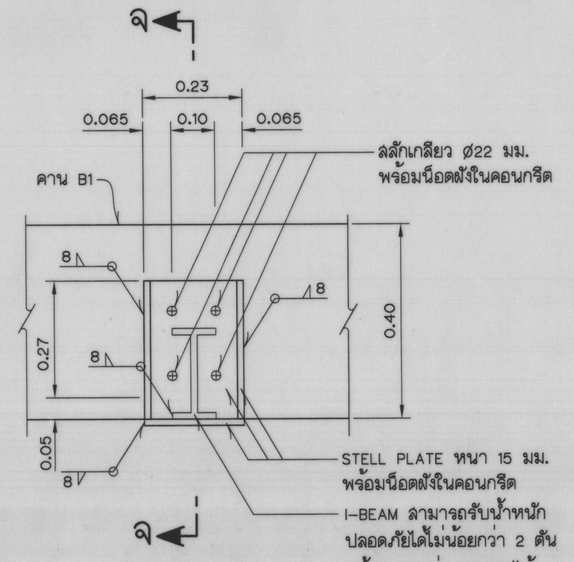
ต.บาตง อ.รือเสาะ จ.นราธิวาส

ท่อส่งน้ำสายที่ 1

กม.0+000 ถึง กม.2+100

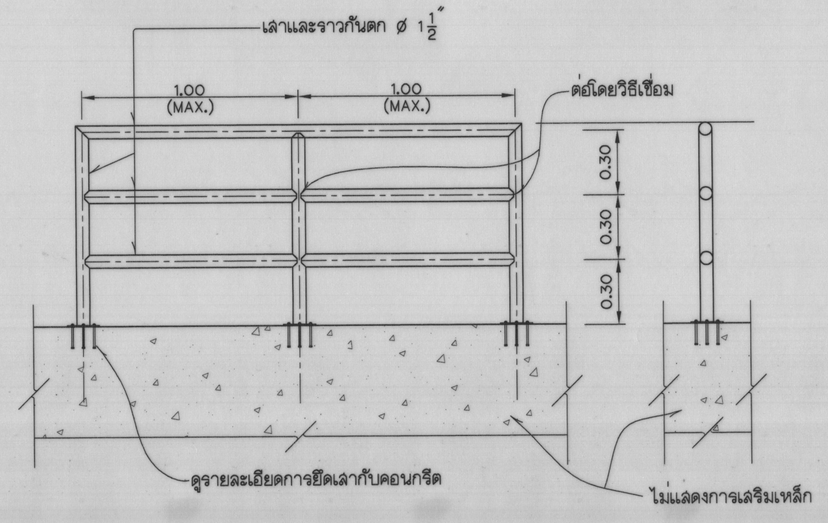
แปลนและรูปตัดตามยาว

						ออกแบบ		เสนอ		กอบ.ชป.17
						เขียน		ผ่าน		ผวล.ชป.17
						ลอก	PLOTTER.	เห็นชอบ		
						ตรวจ		อนุมัติ		ผล.ชป.17
	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ อนุมัติ	สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ ลวนวิศวกรรมบริหาร	3 พ.ค. 53 วันที่	1562		



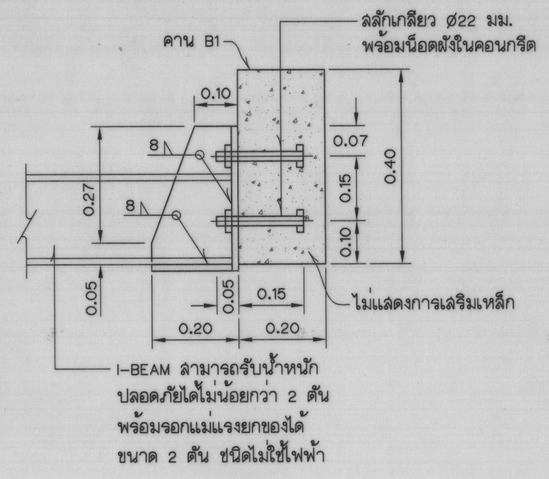
รายละเอียดการติดตั้ง I-BEAM

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8
มาตราส่วน 1:10 เมตร



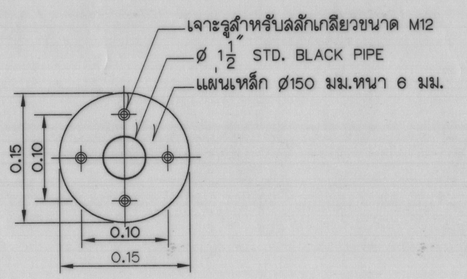
รายละเอียดเสาและราวกันตก

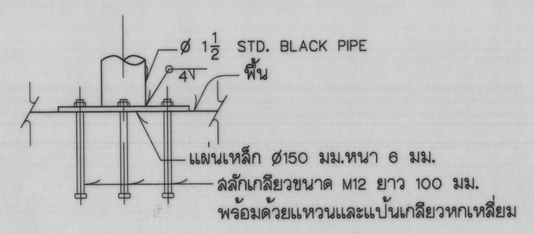
0 0.5 1 1.5
มาตราส่วน 1:20 เมตร



รูปตัด จ-จ

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8
มาตราส่วน 1:10 เมตร





รายละเอียดการยึดเสากับคอนกรีต

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4
มาตราส่วน 1:5 เมตร

หมายเหตุ

1. มิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้ง I-BEAM รับรอกแม่แรงหรืออกม่อนแรงต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังนี้
   2.1 เหล็กแผ่น (STEEL PLATE) ตามมาตรฐาน ASTM DESIGNATON A-36
   2.2 ลวดเชื่อมต้องใช้ลวดเชื่อมขนาด E70 ,HEAVILY COATED ELECTRODE วิธีเชื่อมให้เป็นไปตามมาตรฐานของ AWS CODE SECTION 8, WORKMANSHIP AND TECHNIQUE "STANDARD CODE FOR ARC AND GAS WEDDING BUILDING CONSTRUCTION" ขนาดรอยเชื่อมไม่น้อยกว่า 6 มม. ตลอดทั้งสองด้าน นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
   2.3 ลลักเกลียวและแป้นเกลียว มาตรฐาน ASTM DESIGNATON A-307 ให้ดำเนินการติดตั้งลลักเกลียว พร้อมกับการทำงานคอนกรีต ห้ามใช้วิธีเจาะฝัง
3. รอกแม่แรงโซ่ยก ขนาดยกน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 2 ตัน ยกได้สูงไม่น้อยกว่า 4.50 ม. พร้อม TROLLY เดินบนรางรูปตัวไอ จำนวน 2 ชุด
4. STANDARD BLACK PIPE สำหรับราวกันตกและบันได ต้องเป็นเหล็กกล้าตามมาตรฐาน มอก.267-2521 สำหรับเหล็กแผ่น (STELL PLATE) ประเภท 2 การประกอบใช้วิธีเชื่อมทั้งหมดพร้อมเคลือบสีกันสนิม พร้อมลลักแป้นเกลียวและการเชื่อม ให้เป็นไปตามหมายเหตุข้อ 2.

แบบประกอบ

1. โรงสูบน้ำ แปลนและรูปตัด _____ หมายเลข 1559

กรมชลประทาน

โครงการสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า พร้อมระบบส่งน้ำบ้านปูเกะ

ต.บาดง อ.ซือเลาะ จ.นราธิวาส

โรงสูบน้ำ

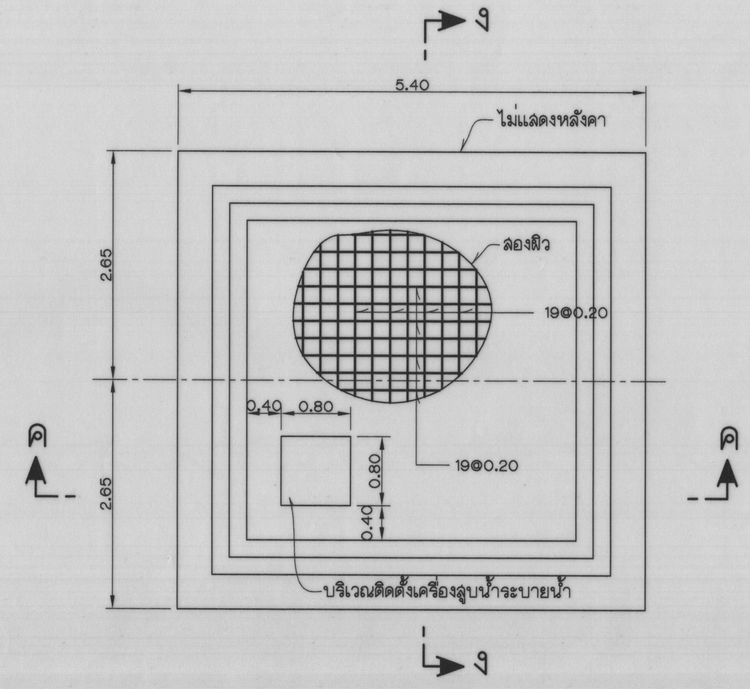
รายละเอียดต่าง ๆ

						ออกแบบ		เสนอ	กอบ.ชป.17
						เขียน		ผ่าน	ผวค.ชป.17
						ลอก	PLOTTER,	เห็นชอบ	ผล.ชป.17
						ตรวจ		อนุมัติ	

	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ

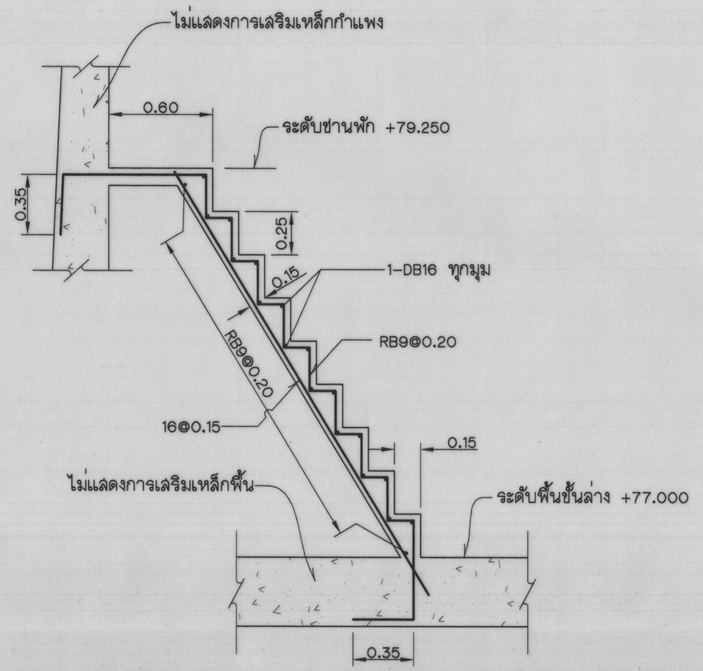
สำนักชลประทานที่ 17 3 พ.ค. 53
กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร วันที่

1561



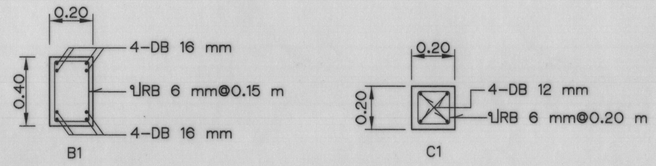
แปลนแสดงการเสริมเหล็กพื้น

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



รายละเอียดการเสริมเหล็กบันได

0 0.5 1.0 1.5 2.0
มาตราส่วน 1:25 เมตร



รายละเอียดการเสริมเหล็กคานและเสา

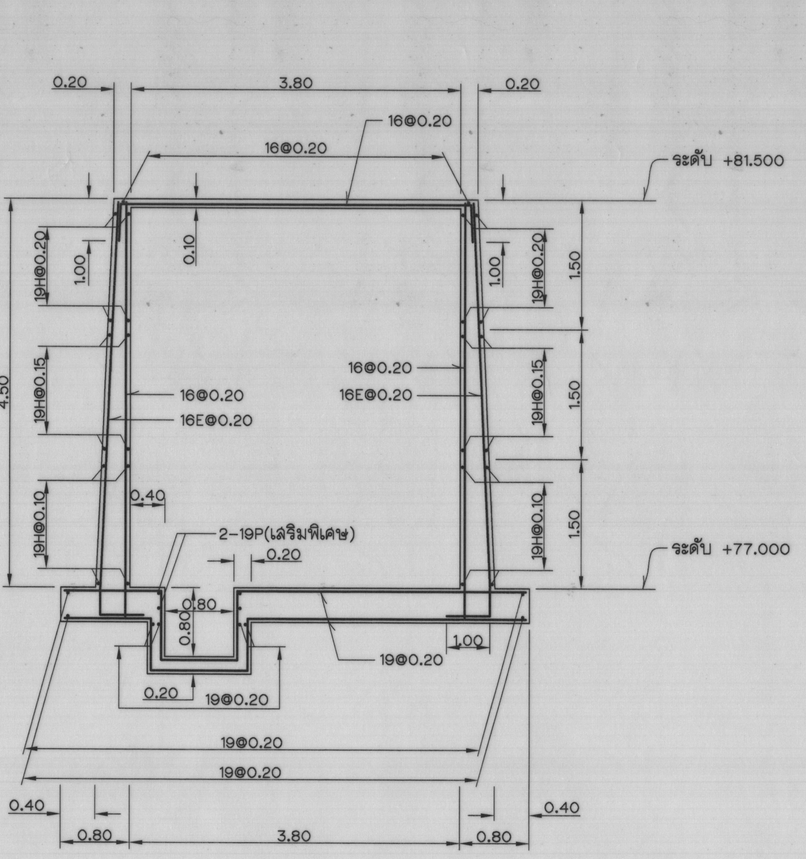
0 0.5 1.0 1.5 2.0
มาตราส่วน 1:25 เมตร

หมายเหตุ

1. ระดับ (ร.ล.ม.) และมิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. ขนาดของเหล็กเสริมกำหนดไว้เป็นมิลลิเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
3. คอนกรีตต้องรับแรงกดลูกบาศก์ได้ไม่น้อยกว่า 210 กก./ตร.ซม. โดยการทดลองแท่งคอนกรีตมาตรฐานรูปทรงกระบอกขนาด ø 15x30 ซม. เมื่ออายุได้ 28 วัน
4. เหล็กเสริมใช้เหล็กข้ออ้อย ชั้นคุณภาพ SD-30 มอก. 24-2548 และเหล็กเส้นกลม ชั้นคุณภาพ SR-24 มอก. 20-2543 สำหรับเหล็กเสริมขนาด 10 มม. ขึ้นไปเป็นเหล็กข้ออ้อย
5. การต่อเหล็กเสริมโดยวิธีทาบ ถ้าไม่แสดงไว้เป็นอย่างอื่น สำหรับเหล็กข้ออ้อยให้วางทาบกันไม่น้อยกว่า 30 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็ก โดยปลายไม่ต้องงอขอมาตรฐาน สำหรับเหล็กเส้นกลมให้วางทาบกันไม่น้อยกว่า 50 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็ก เมื่อปลายงอขอมาตรฐานและ 60 เท่าของเส้นผ่านศูนย์ศูนย์กลางเหล็ก เมื่อปลายไม่งอขอมาตรฐาน
6. คอนกรีตหุ้มเหล็กเสริมให้เป็นไปตามเกณฑ์ดังนี้
   6.1 สำหรับคอนกรีตที่ติดกับแบบ ให้ใช้ระยะระหว่างผิวเหล็กถึงผิวคอนกรีต 4 ซม.
   6.2 สำหรับผิวคอนกรีตที่ติดกับดินหรือหิน ให้ใช้ 6 ซม.นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น

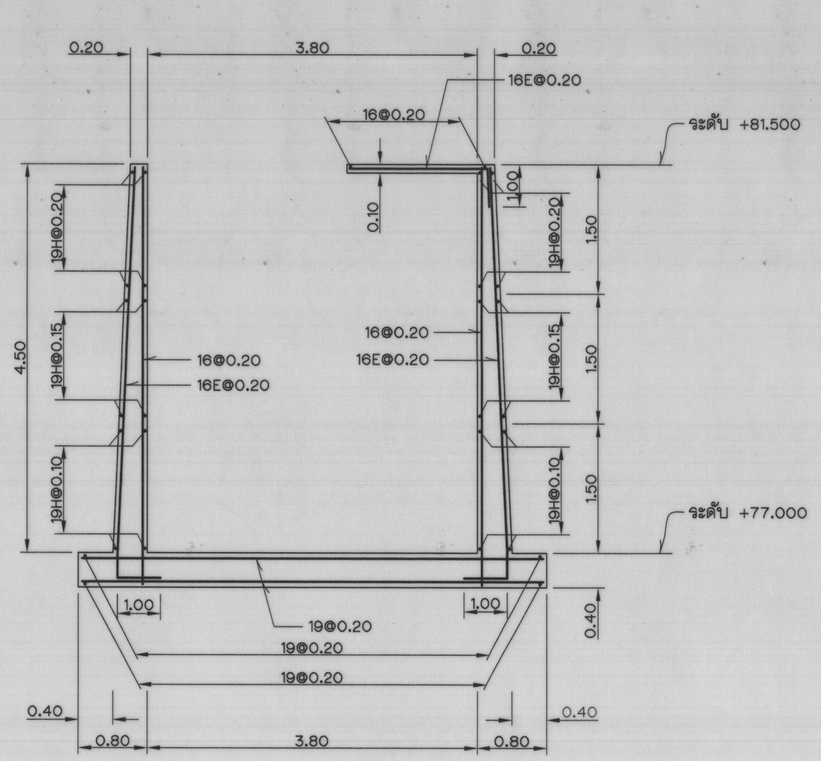
แบบประกอบ

1. โรงสูบน้ำ แปลนและรูปตัด ..... หมายเลข 1559



รูปตัด ค-ค

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



รูปตัด ง-ง

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร

						ออกแบบ		เลขอ		กอบ.ชป.17
						เทียน		ผ่าน		ผวค.ชป.17
						ลอก	PLOTTER,	เห็นชอบ		ผล.ชป.17
						ตรวจ		อนุมัติ		
	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เลขอ	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ	สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ ลวนวิศวกรรมบริหาร	3 พ.ค 53 วันที่	1560		

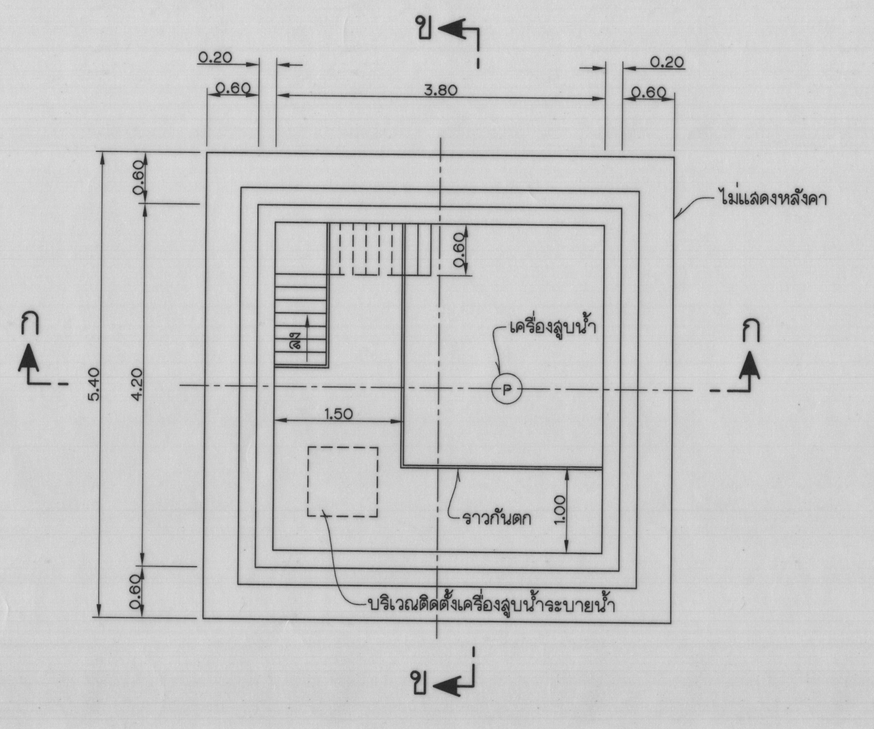
กรมชลประทาน

โครงการสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า พร้อมระบบลงน้ำบ้านบูเก๊ะ

ต.บาตง อ.รือเสาะ จ.นราธิวาส

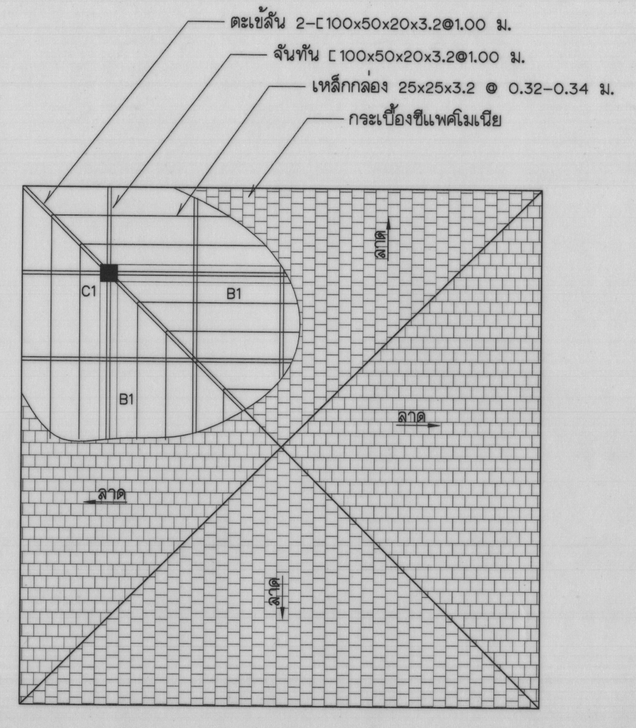
โรงสูบน้ำ

แสดงรายละเอียดการเสริมเหล็ก



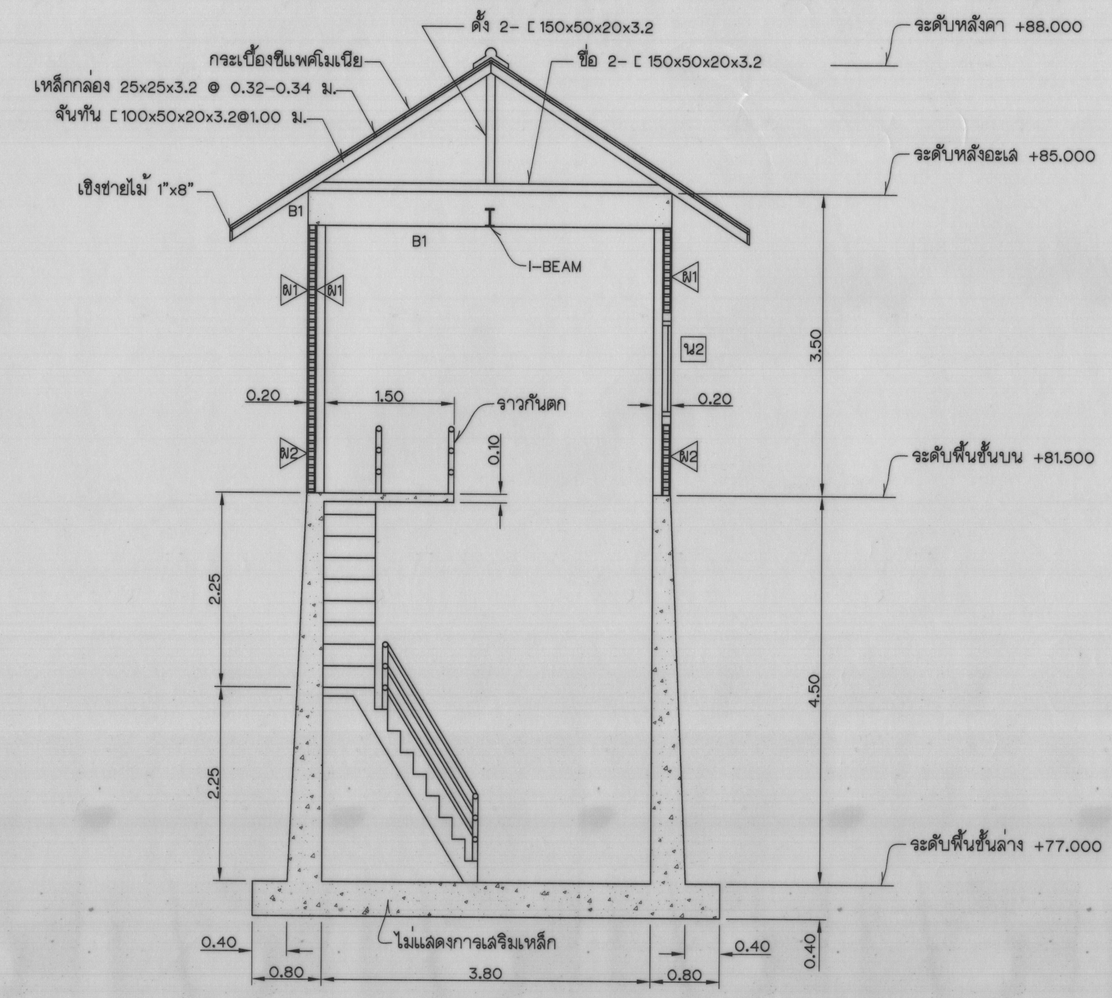
แปลนสถานีสูบน้ำ

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



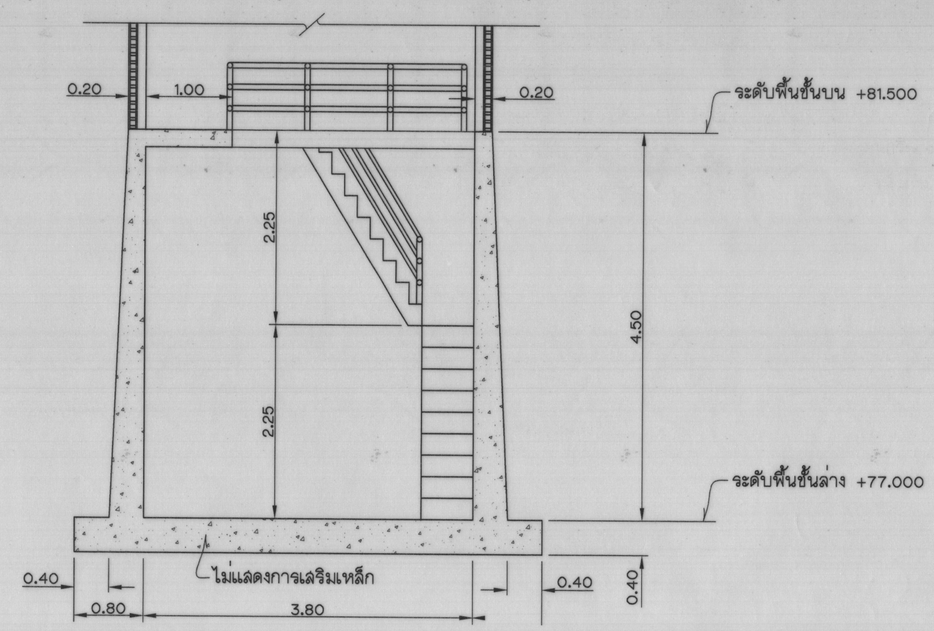
แปลนหลังคา

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



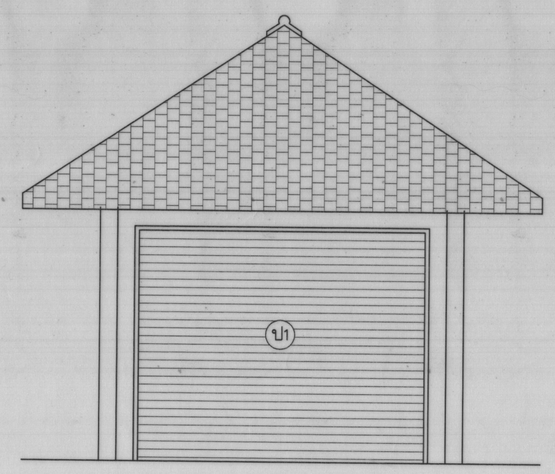
รูปตัด ก-ก

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



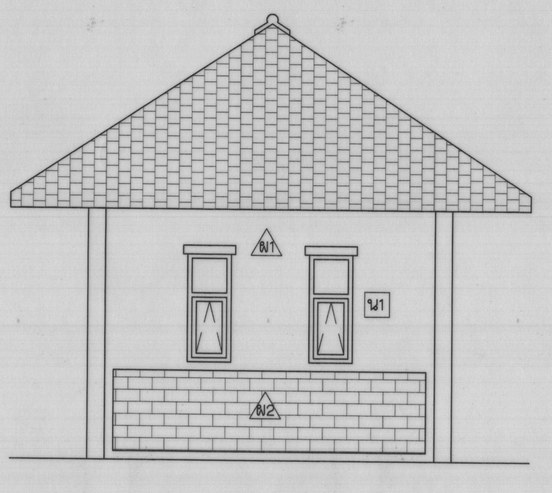
รูปตัด ข-ข

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



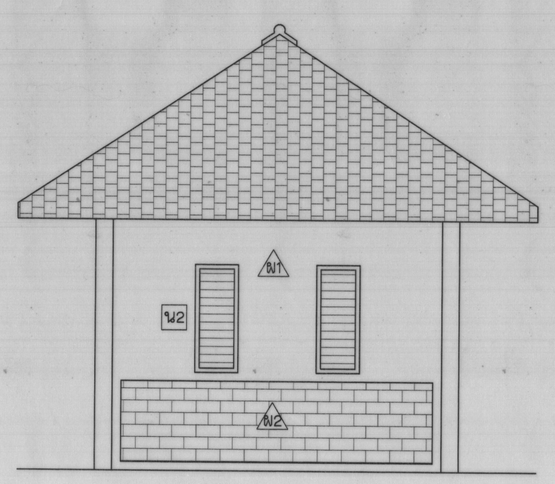
รูปด้านหน้า

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



รูปด้านซ้าย

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร



รูปด้านหลังและขวา

0 0.5 1 2 3 4
มาตราส่วน 1:50 เมตร

สัญลักษณ์

- ม1 ผนังอิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบ
- ม2 ผนังอิฐมอญครึ่งแผ่นเซาะร่องโชว์แนว
- บ1 ประตูเหล็กม้วนยืดแนวดิ่ง วงกบประตูเหล็กขนาดตามมาตรฐาน
- น1 หน้าต่างบานกระทุ้งอลูมิเนียมสีอโนไดซ์ วงกบหน้าต่างอะลูมิเนียมขนาดตามมาตรฐาน
- น2 หน้าต่างลูกฟักช่องลมอะลูมิเนียมสีอโนไดซ์ วงกบหน้าต่างอะลูมิเนียมขนาดตามมาตรฐาน

หมายเหตุ

1. ดูหมายเหตุและแบบประกอบในแบบหมายเลข 1558,1560-1
2. ตำแหน่งเครื่องสูบน้ำเป็นการกำหนดโดยประมาณ นายช่างผู้ควบคุมโครงการฯ สามารถเปลี่ยนแปลงให้เข้ากับโครงสร้างอื่นๆได้ตามความเหมาะสม

กรมชลประทาน

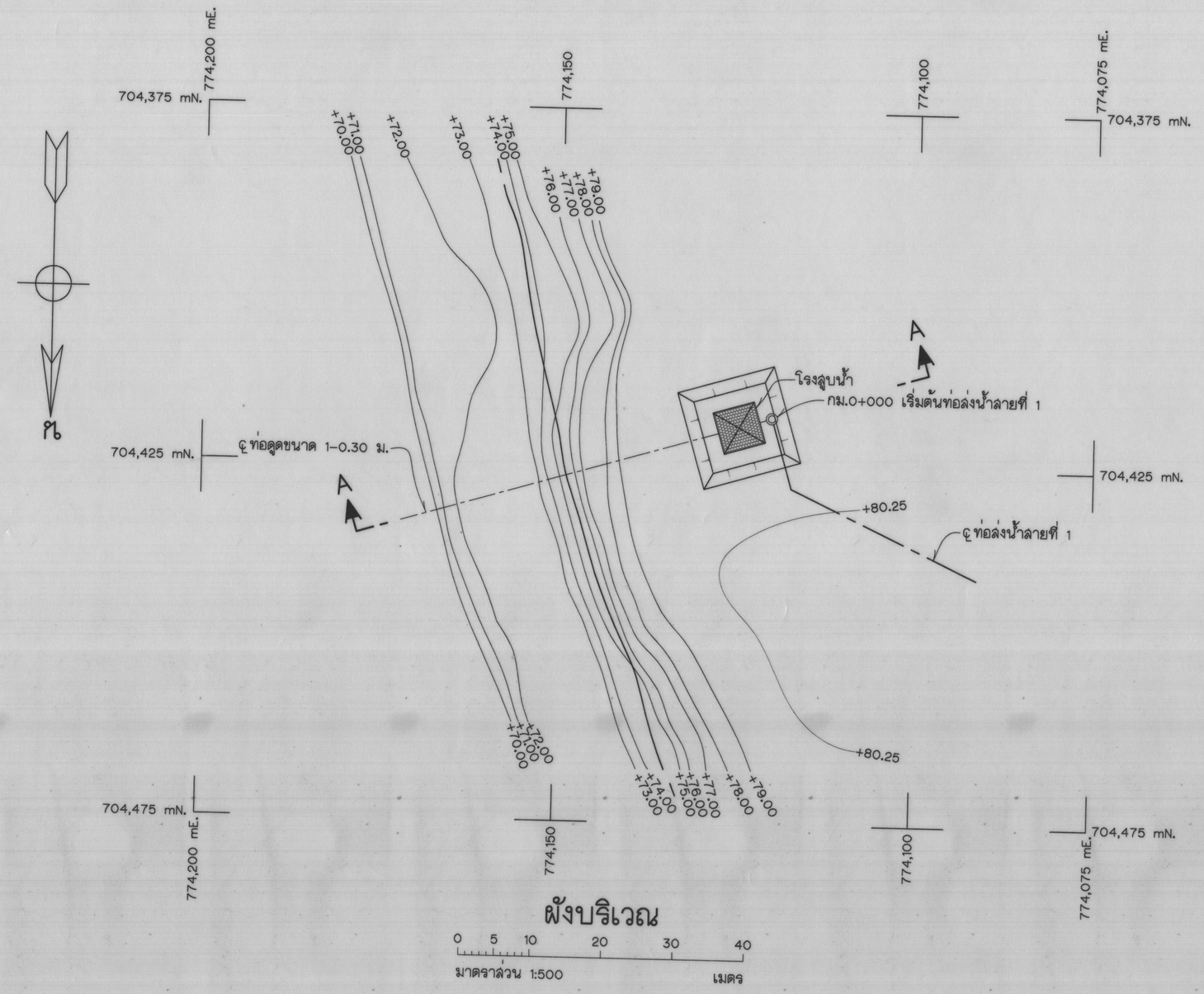
โครงการสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า พร้อมระบบส่งน้ำบ้านบูเก๊ะ

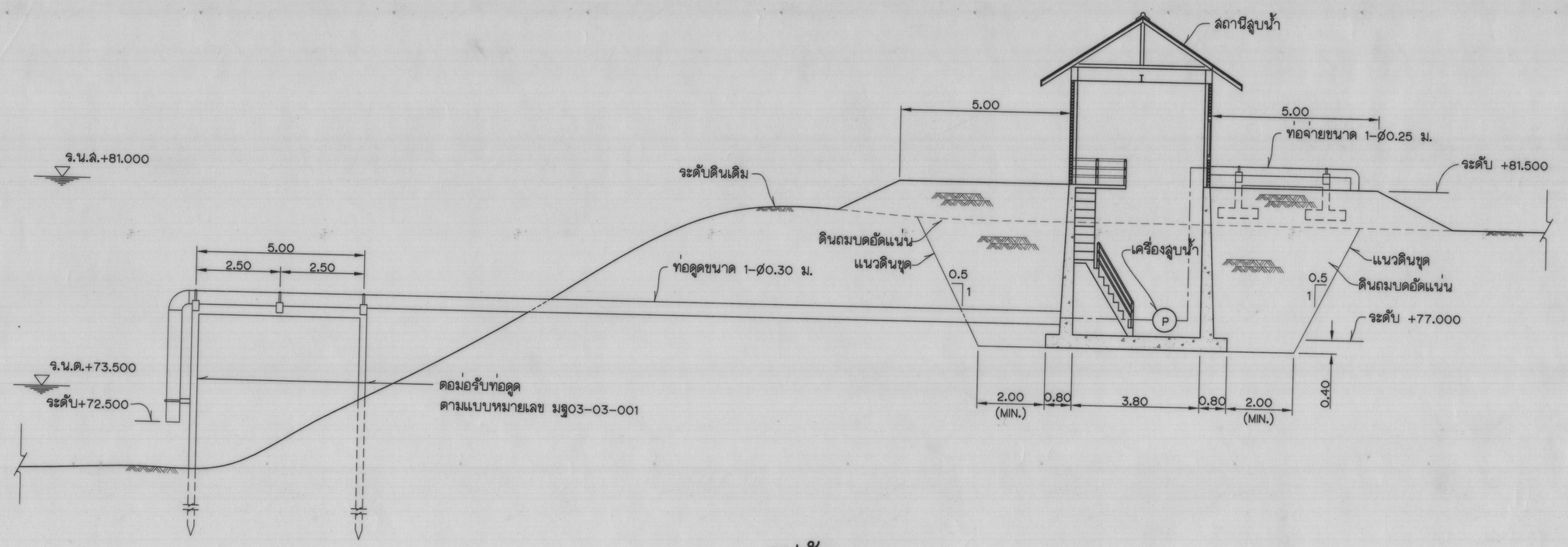
ต.บาตง อ.ธารเสาะ จ.นราธิวาส

โรงสูบน้ำ

แปลนและรูปตัด

						ออกแบบ		เสนอ		กอบ.ชป.17
						เขียน		ผ่าน		ผวค.ชป.17
						ลอก	PLOTTER,	เห็นชอบ		ผล.ชป.17
						ตรวจ		อนุมัติ		
	รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ / เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ / อนุมัติ	สำนักชลประทานที่ 17 กลุ่มออกแบบ	3 พ.ค. 53	ลวนวิศวกรรมบริหาร	วันที่	1559





หมายเหตุ

1. ระดับ (ร.ล.ม.) และมิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. จุดที่ตั้งอาคารในแผนที่ 1:50,000 ลำดับชุด(SERIES) L7018 ระวาง(SHEET) 5221 I อยู่ที่พิกัด 47 NQH 741-044
3. ผลสำรวจได้จากฝ่ายสำรวจภูมิประเทศ สำนักชลประทานที่ 17 จ.นราธิวาส
4. จุดที่ตั้งอาคารสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมในสนาม
5. รายละเอียดต่างๆตามแบบมาตรฐานที่ไม่ตรงกับแบบแผ่นนี้ ให้ยึดแบบแผ่นนี้เป็นเกณฑ์
6. คันดินรอบโรงสูบน้ำก่อสร้างด้วยดินคัดเลือกกลุ่ม GC,SC หรือ CL ถมบดอัดแน่น 95% (MIN) STANDARD PROCTOR COMPACTION TEST.
7. ให้ปลูกหญ้าบน TOP SOIL หนา 0.15 ม. ที่ลาดด้านข้างของดินทุกแห่ง นอกจากกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น
8. ให้ทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่มีอัตราการสูบไม่น้อยกว่า 0.14 ม.³/วินาที ยกน้ำได้สูงไม่น้อยกว่า 70 ม.จำนวน 1 เครื่อง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ CHECK VALVE,อุปกรณ์ป้องกัน WATER HAMMER และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ โดยสำนักเครื่องจักรกลฯ เป็นผู้กำหนด
9. รายละเอียดอื่นๆที่ไม่ได้แสดงไว้ ให้นายช่างผู้ควบคุมโครงการฯ พิจารณาได้ตามความเหมาะสมในสนาม
10. ท่อดูดและท่อจ่ายใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสี มอก.277-2532 ขนาด ø0.30 ม. และ ø0.25 ม. ตามลำดับ ตอม่อรับท่อดูดและท่อจ่าย อนุโลมใช้ตามแบบหมายเลข มฐ03-03-001,002
11. การวางท่อดูดล่วนที่ฝังดิน อนุโลมใช้ตามแบบหมายเลข มฐ03-03-005

แบบประกอบ

1. มาตรฐานตอม่อรับท่อส่งน้ำ _____ หมายเลข มฐ03-03-001,002
2. การวางท่อ _____ หมายเลข มฐ03-03-005
3. โรงสูบน้ำ แปลนและรูปตัด _____ หมายเลข 1559
4. โรงสูบน้ำ แสดงรายละเอียดการเสริมเหล็ก _____ หมายเลข 1560
5. โรงสูบน้ำ รายละเอียดต่างๆ _____ หมายเลข 1561
6. ท่อส่งน้ำสายที่ 1 กม.0+000 ถึง กม. 2+100 _____ หมายเลข 1562

กรมชลประทาน

โครงการสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า พร้อมระบบส่งน้ำบ้านบูเก๊ะ

ต.บาดง อ.รือเสาะ จ.นราธิวาส

สถานีสูบน้ำ

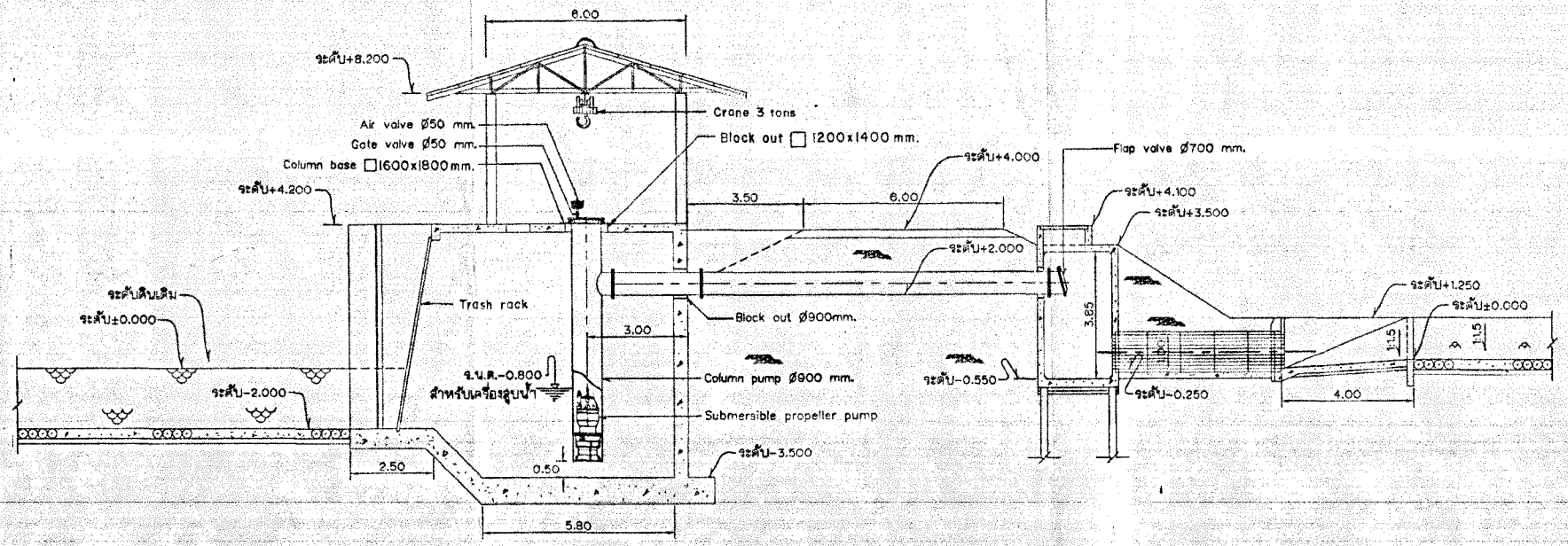
ผังบริเวณและรูปตัด

ออกแบบ		เสนอ			กอบ.ชป.17
เขียน		ผ่าน			ผวล.ชป.17
ลอก	PLOTTER,	เห็นชอบ			ผล.ชป.17
ตรวจ		อนุมัติ			

รายการแก้ไข	วัน,เดือน,ปี	ตรวจ เสนอ	ผ่าน	เห็นชอบ อนุมัติ

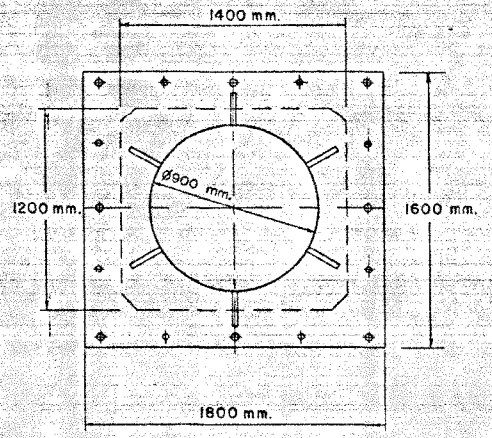
สำนักชลประทานที่ 17 3 พ.ค. 53
กลุ่มออกแบบ ลวนวิศวกรรมบริหาร วันที่

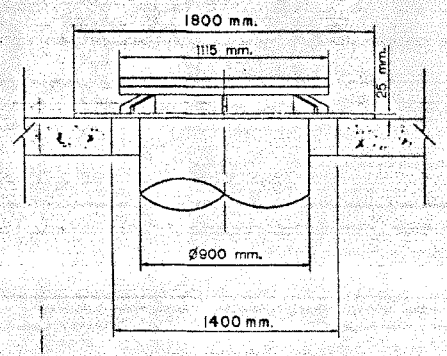
1558



รูปตัด ก-ก

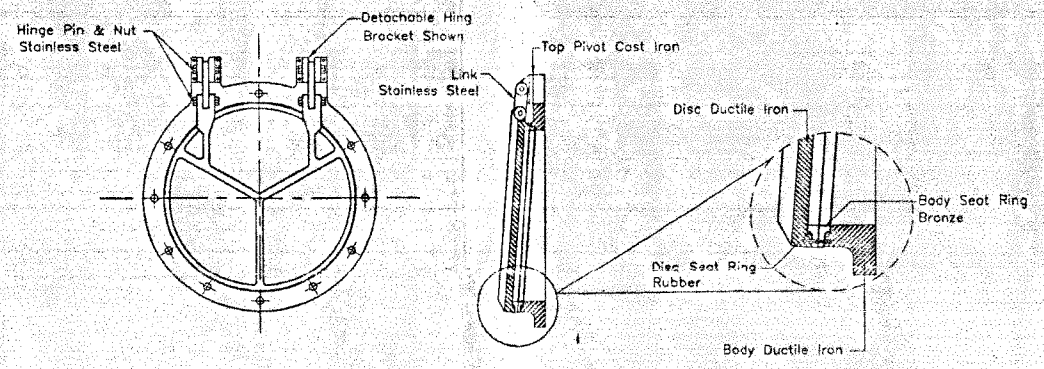
มาตราส่วน 1:100





รายละเอียดติดตั้งฐานคอลัมน์

Not to scale



รายละเอียด Flap Valve PN.10

Not to scale

รายละเอียดเครื่องสูบน้ำ

SUCTION SIDE	
Min. water level	- 0.800 m.
Sump floor level	- 3.500 m.
DELIVERY SIDE	
Center of discharge pipe level	+ 2.350 m.
Length of discharge pipe	Approx 14.000 m.
RATING CAPACITY	
Total head (H) not less than	4.00 m
Capacity at head not less than	1.00 m^3/sec

Electric motor driven submersible propeller pump

รายละเอียดอุปกรณ์สำคัญของเครื่องสูบน้ำ

1. ท่อน้ำ (Column Pipe, Discharge Pipe&Column Base)
   หนา : ไม่น้อยกว่า 9.0 มม. (Column&Discharge Pipe)
   หนา : ไม่น้อยกว่า 25.0 มม. (Column Base)
   วัสดุ : SS400
   การเตรียมพื้นผิว : Sand Blasting
   ทาสี Primer : Zince Silicate 2 ชั้น
   Finishing : Coal - tar Epoxy 2 ชั้น
2. ประตูน้ำบานกระดก (Flap valve)
   สามารถรับแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 10 bar(PN10)
3. ประตูน้ำระบายอากาศ (Air Valve) เป็นชนิดลูกลอยคู่ ตัวเรือนทำจากเหล็กหล่อ
   สามารถรับแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 10 bar(PN10)

หมายเหตุ

1. ระดับ(ร.ท.ก.)และมิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. รายละเอียดการติดตั้งของเครื่องสูบน้ำที่ได้แสดงไว้ให้เป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
3. ขนาดและมิติต่าง ๆ ในการติดตั้งเครื่องสูบน้ำอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละบริษัทผู้ผลิต เพื่อให้เครื่องสูบน้ำสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ แต่ต้องแสดงแบบแก้ไข พร้อมรายการคำนวณแก่คณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการแก้ไข
4. โครงสร้างต่างๆตามแบบของสำนักชลประทานที่ 17

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำ-โกลก

งานสถานีสูบน้ำบ้านตาเ ะ

ต.นาบาล อ.ตากใบ จ.นราธิวาะ

สถานีสูบน้ำ

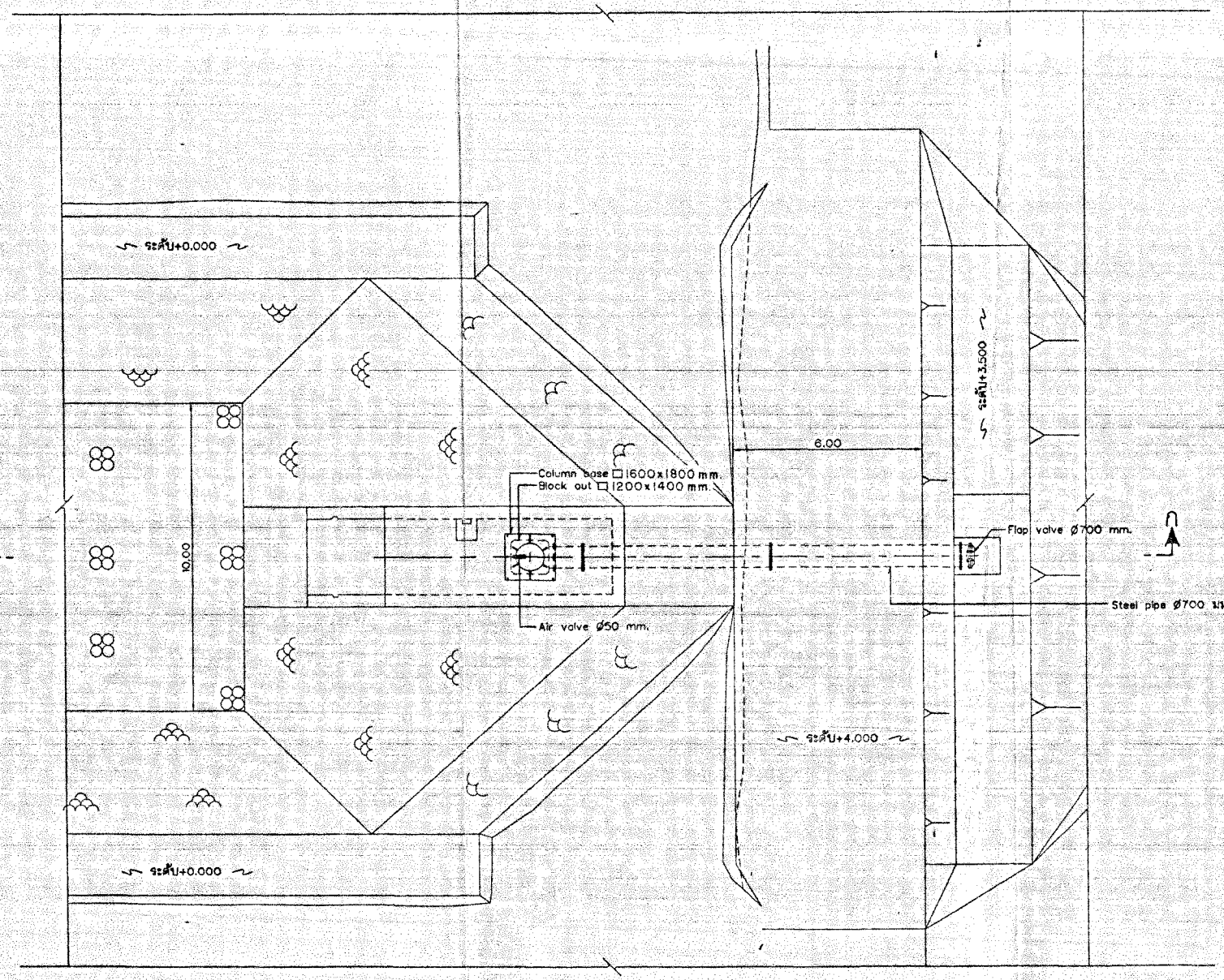
รูปตัดแสดงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ประกอบ

ครั้งที่	ตำแหน่ง	รายการแก้ไข	วันที่	ตรวจ	ผ่าน	อนุมัติ
				เสนอ	เห็นชอบ	

ออกแบบ	เฉลิมภาคย์ เลขอินทร์	เสนอ	กอ.คก.
เขียน	วิโรจน์ ทิมมะรัตน์	ผ่าน	ผวอ.คก.
ลอก	วิโรจน์ ทิมมะรัตน์	เห็นชอบ	ผชช.คก.
ตรวจ		อนุมัติ	ชช แทน. ชชธ.

สำนักเครื่องจักรกล กลุ่มงานวิชาการและออกแบบ ส่วนวิศวกรรม วันที่ ธ.ค. 57

PSP- 42



แปลน
มาตราส่วน 1:100

หมายเหตุ

1. ระดับ(ร.ท.ก.)และมิติต่างๆกำหนดไว้เป็นเมตร นอกจากแสดงไว้เป็นอย่างอื่น
2. รายละเอียดการติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่ไม่ได้แสดงไว้ให้เป็นไปตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต
3. ขนาดและมิติต่างๆ ในการติดตั้งเครื่องสูบน้ำอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของแต่ละบริษัทผู้ผลิต เพื่อให้เครื่องสูบน้ำสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ต้องแสดงแบบแก้ไข

   พร้อมรายการคำนวณแก่คณะกรรมการตรวจการจ้างหรือผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนดำเนินการแก้ไข
4. โครงสร้างต่างๆตามแบบของสำนักชลประทานที่ 17

กรมชลประทาน

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลุ่มน้ำ-โกลก

งานสถานีสูบน้ำบ้านตาเซะ

ต.นานาค อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

สถานีสูบน้ำ

แปลน แสดงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ประกอบ

ครั้งที่	ตำแหน่ง	รายการแก้ไข	วันที่	ตรวจ เสนอ	ผ่าน เห็นชอบ	อนุมัติ

ออกแบบ	เจษฎาภรณ์ เลนธันทร์	เสนอ	กอ.คก.
เขียน	[illegible]	ผ่าน	ผวค.คก.
สอก.	[illegible]	เห็นชอบ	ผชช.คก.
ตรวจ	[illegible]	อนุมัติ	ผอ.สำนัก แทน. ออธ.

สำนักเครื่องจักรกล กลุ่มงานวิชาการและออกแบบ ส่วนวิศวกรรม

2 ก.ย. 52

PSP-1241

บรรณานุกรม

๑. ดร.วิบูลย์ บุญยธไรกุล : การวางแผนและออกแบบงานสูบน้ำ

๒. กรมชลประทาน .**แนวทางและหลักเกณฑ์การออกแบบ ระบบท่อส่งน้ำรับแรงดัน**

๓. โครงการชลประทานยะลา. **คู่มือการจัดตั้งสถานีสูบน้ำด้วยไฟฟ้า**

๔. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.**เอกสารประกอบการบรรยาย โครงการอบรมและสอบวิศวกรงานระบบ รุ่นที่ ๓** กรุงเทพฯ

๕. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. **มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.๒๕๕๖**. กรุงเทพฯ : คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (๒๕๔๕) สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

๖. ลือชัย ทองนิล. **การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานของการไฟฟ้า สำหรับบ้านอยู่อาศัย, อุตสาหกรรม และอาคารชุด** สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

๗. ผู้ช่วยศาสตร์จารย์ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ : การออกแบบระบบไฟฟ้า.