แนวคิดการวางท่อส่งน้ำประปาลอดใต้ทะเล โดยวิธีลอยและจม จากอำเภอขนอมถึง – เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

นายภาณุรัตน์ สุขวาสนะ

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2555

แนวคิดการวางท่อส่งน้ำประปาลอดใต้ทะเล โดยวิธีลอยและจม จากอำเภอขนอมถึง – เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบโครงงาน

(ผศ. ดร.พรศิริ จงกล)
ประธานกรรมการ

(ศ. ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน)

(ผศ. ดร.ปรียาพร โกษา)
กรรมการ

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาณุรัตน์ สุขวาสนะ : แนวคิดการวางท่อส่งน้ำประปาลอดใต้ทะเล โดยวิธีลอยและจม จากอำเภอขนอมถึง – เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี (CONCEPTUAL DESIGN FOR SUBSEA WATER SUPPLY PIPELINE BY FLOATING AND SINKING METHOD FROM KHANOM DISTRICT TO KOH SAMUI, SURAT THANI PROVINCE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข

พื้นที่บนเกาะสมุยซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศ ประสบปัญหาขาดแคลนน้ำประปา เนื่องจากปริมาณความต้องการใช้น้ำประปาในเกาะสมุยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว กอปรกับข้อจำกัดด้านภูมิประเทศที่ไม่เหมาะสมต่อการกักเก็บน้ำดิบ การประปาสาขาเกาะสมุยทำการแก้ปัญหาเบื้องต้นด้วยการก่อสร้างระบบผลิตน้ำแบบ RO ขนาด 200 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง และนำเสนอแผนระยะยาวซึ่งคือการผลิตน้ำประปาบนฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี และจัดส่งน้ำประปาตามท่อใต้ทะเลไปยังเกาะสมุย ท่อน้ำประปาบนฝั่งเป็นท่อเหล็กเหนียวขนาด 900 มิลลิเมตร เริ่มจากโรงสูบน้ำแรงต่ำที่บ้านตลิ่งชันไปยังบ้านท่าจันทร์ รวมระยะทางประมาณ 90 กิโลเมตร สถานีสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (Booster Pumping Station) เพื่อยกระดับแรงดันน้ำไปยังเกาะสมุย ตั้งอยู่ที่บ้านใน งานวางท่อส่งน้ำประปาลอดใต้ทะเลกำหนดให้ใช้ท่อ HDPE ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 900 มม. ชั้น PN10 วางจากบ้านท่าจันทร์ไปขึ้นฝั่งบริเวณหาดท้องโตนด รวมระยะทางประมาณ 19.20 กิโลเมตร การส่งท่อลอดใต้ทะเลใช้วิธีลอยและจม (Floating and sinking Method) โดยใช้ทุ่นถ่วงน้ำหนักในการจมท่อ การส่งท่อโดยวิธีลอยและจมในพื้นที่ก่อสร้างนี้มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยประมาณ 25,852 บาทต่อเมตร

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

PANURAT SUKWASANA : CONCEPTUAL DESIGN FOR SUBSEA WATER SUPPLY PIPELINE BY FLOATING AND SINKING METHOD FROM KHANOM DISTRICT TO KOH SAMUI, SURAT THANI PROVINCE. ADVISOR : PROF. SUKSUN HORPIBULSUK, Ph.D., P.E.

Koh Samui, a major tourist attraction is experiencing water shortages because the demand for water supply has increased rapidly and the and the geological condition is not suitable for water storage. Provincial Waterworks Authority has supplied the reversed osmosis (RO) water with 200 m^3/hour as a short-term solution. The long-term solution was proposed, which is the production of tap water at Surat Thani province and supply to Koh Samui through a subsea water supply pipeline. The water system in Surat Thani province is a steel pipe of 900 mm diameter, starting from a low pressure pump station at Ban Talingchan to Ban Tachan, with total distance of 90 kilometers. A booster pumping station to enhance the pressure for supplying the tap water to Koh Samui is located at Ban Nai. The subsea water supply pipeline is HDPE pipe with 900 mm diameter class PN 10. It starts from Ban Tachan to Tongtanod beach, which has a total distance of 19.20 kilometers. The floating and sinking method is adopted for subsea water supply and the concrete counter weight is used to sink the pipeline. The average construction cost for the floating and sinking method at this site is estimated to be 25,852 baht/meter.

School of Civil Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2012 Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานการศึกษานี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำในการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ แนะนำแนวทางการทำงานเพิ่มเติม และให้ความเอาใจใส่ ความเมตตากรุณาถ่ายทอดความรู้แก่ศิษย์เป็นอย่างดี ทั้งยังปลูกฝังให้ผู้ศึกษามีความอดทน มีวินัย หมั่นค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ผู้ศึกษาจึงขอขอบพระคุณท่าน ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข ไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ให้แก่ผู้ศึกษา ซึ่งเป็นความรู้และประสบการณ์ที่มีค่า และมีประโยชน์ในการทำงานของผู้ศึกษาต่อไป ผู้ศึกษาขอระลึกถึงพระคุณบิดา และมารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี รักการศึกษา และหมั่นหาความรู้เพิ่มเติมและไม่ย่อท้อต่อปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ รวมถึงครอบครัวสุขวาสนะทุกท่าน ขอขอบพระคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ บริษัท วิคแอนด์ฮุคลันด์ จำกัด (มหาชน) ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดการทำงานศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างดี

ภาณุรัตน์ สุขวาสนะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูปภาพ ..... ซ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 คำนิยามศัพท์เฉพาะ 3

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำประปาและสำนักงานการประปาอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี 5

2.1.1 การประปาอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี 7

2.1.2 ทรัพยากรน้ำและแหล่งน้ำดิบ 9

2.1.3 ระบบผลิตน้ำประปา 14

2.1.4 ความต้องการน้ำประปาในอำเภอเกาะสมุย 16

2.1.5 ความต้องการน้ำดิบ 19

2.2 การเลือกท่อ HDPE สำหรับการวางท่อใต้น้ำทะเล 20

2.2.1 ขั้นตอนในการออกแบบและติดตั้งโดยวิธีลอย-และ-จม 22

2.2.1.1 การเลือกขนาดท่อที่เหมาะสม 22

2.2.1.2 การเลือก SDR ที่ต้องการ 22

2.2.1.3 การเลือกน้ำหนักถ่วง การออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนัก และระยะห่าง 23

2.2.1.4 การเลือกสถานที่ในการเก็บท่อการต่อท่อ และการปล่อยท่อ 31
2.2.1.5 การเตรียมพื้นที่รอยต่อระหว่างผิวดิน และผิวน้ำ และแนวร่องท่อใต้น้ำ 31
2.2.1.6 การเชื่อมต่อและประกอบท่อให้เป็นเส้นยาว 32
2.2.1.7 การติดตั้งทุ่นถ่วงน้ำหนัก 33
2.2.1.8 การปล่อยท่อลงสู่น้ำ 34
2.2.1.9 การลากท่อที่เชื่อมต่อแล้วลงน้ำ 35
2.2.1.10 การจมท่อโดยวิธีลอย และ จม 37
2.2.2 การลดความเสี่ยงในการเกิด Buckling โดยใช้แรงดึงท่อที่เหมาะสมในการจมท่อ 38
2.2.3 การทางเลือกอื่น ๆ ในการถ่วงน้ำหนักท่อ 39
2.2.4 การเสร็จสิ้นการลากท่อจากแผ่นดินสู่น้ำ 39
2.2.5 การสำรวจหลังการติดตั้ง 40
2.2.6 การติดตั้งท่อในแบบอื่น ๆ 40
2.2.6.1 การติดตั้งในขณะที่อากาศเย็น 40
2.2.6.2 การติดตั้งในบริเวณที่เฉอะแฉะ 40
2.2.6.3 ระบบน้ำอัดอากาศ 40
2.2.6.4 การขุดลอกท้องน้ำ 41
2.2.6.5 ท่อลอยน้ำแบบชั่วคราว 41
2.2.7 บทสรุป 41
3 วิธีดำเนินการศึกษา 43
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล 43
3.2 กำหนดแนวทางการออกแบบ 43
3.3 แผนการวิจัย (Research Plan) 43
4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล 45
4.1 รวบรวมข้อมูลจากแผนแม่บท 45
4.1.1 ความต้องการกำลังการผลิตน้ำประปา 45
4.1.2 แนวคิดทางลือกของการพัฒนาระบบประปา 46
4.1.3 ทางลือกของการวางท่อส่งน้ำไปเกาะสมุย 49

4.1.4 การเปรียบเทียบการลงทุนระหว่างระบบผลิตน้ำแบบ RO และ
และการวางท่อส่งน้ำทางทะเล 52
4.1.4.1 การวางระบบท่อส่งน้ำไปยังเกาะสมุย 53
4.1.4.2 การใช้ระบบผลิตน้ำแบบ RO บนเกาะสมุย 61
4.1.4.3 การพิจารณาเลือกการลงทุนระหว่างการวางท่อส่งน้ำและ
ระบบผลิตน้ำ RO 64
4.2 สรุปผลการศึกษา 65
4.3 การคำนวณการออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนัก 65
4.4 วิธีการและขั้นตอน การวางท่อน้ำประปาในทะเล 73
4.5 การประมาณราคาค่าลงทุนระบบส่งน้ำประปาจากฝั่งสุราษฎร์ธานีไปเกาะสมุย 84
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 87
5.1 สรุปผลการศึกษา 87
5.2 ข้อเสนอแนะ 88
เอกสารอ้างอิง 89
ประวัติผู้เขียน 90

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ขนาดพื้นที่รองรับน้ำฝนในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	12
2.2	ความต้องการใช้น้ำประปาในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	17
2.3	ต้องการใช้น้ำดิบกับปริมาณน้ำดิบที่นำมาใช้งานได้	18
2.4	ความต้องการน้ำดิบรายปีในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี	19
2.5	ค่าคูณลดของแรงลอยตัว “K” ในสมการที่ 3	25
2.6	ระยะห่างโดยทั่วไปของทุ่นคอนกรีตวางท่อ	28
2.7	ตัวคูณของขนาดท่อเพื่อหาค่ารัศมีของการยุบตัว (Buckling Radius)	38
2.8	แผนการวิจัย (Research Plan)	44
4.1	กำลังการผลิตที่ต้องการและกำลังการผลิตที่ต้องการเพิ่มในปี พ.ศ. 2557 2567 และ 2577 ของ การประปาส่วนภูมิภาค สาขาเกาะสมุย	46
4.2	เปรียบเทียบของทางเลือก การวางท่อส่งน้ำไปยังเกาะสมุย	49
4.3	ปริมาณน้ำผลิตเฉลี่ยรายปีที่ต้องการเพิ่มของระบบประปา การประปาภูมิภาคสาขาเกาะสมุย	53
4.4	การคำนวณการออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนัก ช่วงกลางทะเล	68
4.5	การคำนวณการออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนัก บริเวณ Surf zone	69
4.6	ประมาณการค่าลงทุนระบบส่งน้ำประปาจากฝั่งสุราษฎร์ธานีไปเกาะสมุย โดย บริษัททีม คอนซัลติ้งเอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด	85
4.7	ประมาณการค่าลงทุนระบบส่งน้ำประปาจากฝั่งสุราษฎร์ธานีไปเกาะสมุย โดยผู้วิจัย	86

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา	7
2.2	แหล่งน้ำผิวดินในเกาะสมุย	9
2.3	ขั้นตอนของการผลิตน้ำประปา โดยระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส	15
2.4	การจมท่อที่ถ่วงน้ำหนักที่หนักมากลงจากเรือ	26
2.5	การใช้ Surge Chamber เพื่อป้องกันมิให้อากาศไหลเข้าในท่อ	27
2.6	ทุ่นคอนกรีตขณะอยู่ที่หน้างานสามารถทำได้หลายรูปแบบ	30
2.7	การติดตั้งทุ่นถ่วงน้ำหนัก บนเรือ Barge หรือ Raft	33
2.8	ท่อที่ยังไม่ได้ถ่วงทุ่นน้ำหนัก กำลังถูกปล่อยไปยังเรือ Barge เพื่อทำการติดทุ่นถ่วงน้ำหนัก	36
2.9	วิธีการวางท่อแบบลาก-จูง	36
2.10	การยกท่อเพื่อเพิ่มน้ำเข้าในเส้นท่อ	37
2.11	การลากท่อระหว่างขั้นตอนการจมท่อ โดยหลีกเลี่ยงมิให้ท่องอมากเกินไป	39
4.1	กำลังการผลิตที่ต้องการและกำลังการผลิตตามแผนงานปรับปรุง ขยายระบบประปา การประปาส่วนภูมิภาค สาขาเกาะสมุย	46
4.2	แผนผังทางเลือก การพัฒนาระบบประปา การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเกาะสมุย	48
4.3	แนวท่อส่งน้ำและรูปตัดตามยาว การประปาส่วนภูมิภาค สาขาเกาะสมุย	55
4.4	แนวท่อส่งน้ำประปาไปเกาะสมุย ตามแนวทางเลือกที่คาดว่าเหมาะสมที่สุด	56
4.5	ตัวอย่างรูปแบบทุ่นถ่วงน้ำหนักคอนกรีต (Concrete Counter Weight)	70
4.6	ขนาดและมิติ ของทุ่นถ่วงน้ำหนักคอนกรีต (Concrete Counter Weight)	71
4.7	การเสริมเหล็ก ทุ่นถ่วงน้ำหนักคอนกรีต (Concrete Counter Weight)	72
4.8	แนวระดับท้องทะเลบริเวณช่องสมุย	76
4.9	แนววางท่อส่งน้ำ ที่เลือกโดยบริษัท ทีม คอนซัลติ้งเอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด (แนวเส้นสีน้ำเงิน) และแนววางท่อที่ผู้วิจัยเลือก (แนวเส้นสีแดง)	77
4.10	การเตรียมพื้นที่ กองเก็บและวางท่อHDPE บนฝั่ง สำหรับเชื่อมต่อท่อ	78
4.11	สำรวจและติดตั้งเครื่องหมายแสดงแนววางท่อ	79
4.12	วิธีการขุดเปิดร่องดิน	80
4.13	วิธีการเชื่อมท่อ HDPE และการลำเลียงท่อลงในทะเล	81

4.14 วิธีการจัดเตรียม ลอยท่อ HDPE ที่ติดตั้ง CCW เข้าแนวติดตั้งเหนือร่อง Trench 82
4.15 วิธีการจมท่อ HDPE ลงในร่องดิน 83

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เกาะสมุยนับว่าเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ ซึ่งเป็นที่รู้จักแก่นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติเป็นอย่างดี จัดเป็นเกาะที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 3 ของประเทศ รองจากเกาะภูเก็ตและเกาะช้าง อำเภอเกาะสมุยอยู่บริเวณอ่าวไทย ห่างจากจังหวัดสุราษฎร์ธานีไปทางทิศตะวันออก 84 กิโลเมตร มีเนื้อที่ 247 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ 1 ใน 3 ของเกาะเป็นที่ราบ ล้อมรอบภูเขา มาถึงวันนี้การท่องเที่ยวบนเกาะแห่งนี้เฟื่องฟูมากและเป็นหัวใจของเศรษฐกิจ อันเป็นที่มาของรายได้ที่สำคัญ ในขณะที่ เกษตรกรรมอันเป็นอาชีพหลักของชาวเกาะสมุยกลับกลายเป็นรายได้รอง แต่ไม่ว่าจะเป็นอาชีพไหน น้ำประปาก็มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของประชาชนชาวอำเภอเกาะสมุย ประชากรบนเกาะสมุยมีทั้งสิ้น 61,318 คน แบ่งเป็นผู้ชาย 29,768 คน และผู้หญิง 31,550 คน แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 7 ตำบล 36,660 ครัวเรือน (กรมการปกครอง อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ณ.วันที่ 31 ธันวาคม 2554) นอกจากนี้ ยังมีประชากรแฝงซึ่งมีประมาณ 300,000 คน นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติประมาณ 3,000 คน/วัน จำนวนนักท่องเที่ยวที่สูงนี้ก่อให้เกิดการขยายธุรกิจทั้งทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ด้วยเหตุนี้เอง ความต้องการน้ำประปาเพื่อใช้อุปโภคบริโภคจึงมีปริมาณมากขึ้นตาม แต่ด้วยแหล่งน้ำดิบที่จำกัด ปริมาณน้ำประปาจึงไม่พอเพียงต่อการจ่ายน้ำให้กับครัวเรือน และก่อปัญหาการขาดแคลนน้ำประปาอย่างรุนแรง โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง นอกจากปัญหาการขาดแคลนน้ำประปาแล้ว การขยายตัวของประชากรและอุตสาหกรรมส่งผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพน้ำดิบ ซึ่งส่งผลกระทบอย่างมากต่อค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำประปา

ปัจจุบัน การขาดแคลนน้ำบนเกาะสมุย เป็นปัญหาที่สำคัญมากและเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อความเสียหายของธุรกิจการท่องเที่ยว ซึ่งเป็นรายได้หลักของท้องถิ่นและประเทศ ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงได้เร่งดำเนินการเพื่อบรรเทาปัญหาดังกล่าว รัฐบาลได้มอบหมายให้ การประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) พิจารณาวางแนวทางดำเนินการไว้ล่วงหน้า ซึ่งมี 3 ทางเลือกคือ

1.1.1 การพัฒนาอ่างเก็บน้ำบนเกาะสมุยร่วมกับการผลิตน้ำประปาจากน้ำทะเล

1.1.2 การก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาจากน้ำทะเล เพิ่มขึ้นจากเดิมให้เพียงพอ

1.1.3 การวางท่อส่งน้ำประปาจาก จ.สุราษฎร์ธานี (แม่น้ำตาปี) ไปยังเกาะสมุย โดยขยายกำลังการผลิตน้ำประปาสุราษฎร์ธานี แล้วส่งน้ำประปาผ่านระบบท่อบนฝั่งระยะทาง 90 กิโลเมตร ระบบท่อลอดใต้ทะเล ส่งไปยังเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระยะทาง 19.20 กิโลเมตร

ผู้วิจัยจะรวบรวมข้อมูลและสรุปผลการศึกษาแผนแม่บทและศึกษาความเป็นไปได้โครงการปรับปรุงขยายระบบประปาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี (2553) โดยบริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด และนำข้อมูลมาทำการกำหนดแนวทางและออกแบบท่อส่งน้ำจากจังหวัดสุราษฎร์ธานีสู่เกาะสมุย พร้อมทั้งประมาณราคาค่าก่อสร้าง การวางท่อจะทำโดยวิธีลอยและจม (Floating and Sinking method) การวางท่อโดยวิธีดังกล่าวเป็นงานก่อสร้างเฉพาะ ซึ่งบริษัทผู้รับเหมาที่มีประสบการณ์และความพร้อมด้านอุปกรณ์เครื่องจักรมีจำกัด ดังนั้น การประมาณราคาที่ถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งแปรผันอย่างมากกับเทคนิค ขั้นตอนการทำงานและข้อจำกัดทางพื้นที่ จึงต้องอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานด้านนี้โดยเฉพาะ ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้เป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ความคุ้มทุนในการเลือกโครงการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำประปาในพื้นที่เกาะสมุย เพื่อนำเสนอต่อบอร์ดการประปาหรือผู้มีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

โครงการวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1.2.1 เพื่อการออกแบบงานวางท่อส่งน้ำลอดใต้ทะเลโดยวิธีลอยและจม กรณีงานวางท่อจาก อำเภอขนอม - เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

1.2.2 เพื่อกำหนดขั้นตอนเบื้องต้นในการติดตั้งท่อส่งน้ำใต้ทะเล

1.2.3 เพื่อประมาณราคาค่าก่อสร้างงานวางท่อส่งน้ำใต้ทะเลโดยวิธีลอยและจม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยได้ ดังนี้

1.3.1 การออกแบบงานวางท่อบริเวณชายฝั่งโดยปรกติมีความลึกไม่เกิน 20 เมตร

1.3.2 การเลือกใช้ท่อพลาสติกชนิดความหนาแน่นสูง HDPE (High Density Polyethylene)

1.3.3 การเลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อที่เหมาะสม

1.3.4 การเลือกรูปแบบทุ่นถ่วงน้ำหนัก และระยะห่างในการติดตั้งทุ่นถ่วงน้ำหนัก

1.3.5 การกำหนดขั้นตอนการทำงาน

1.3.6 การประมาณราคาค่าก่อสร้าง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผู้วิจัยคาดว่างานวิจัยนี้จะเกิดประโยชน์ดังนี้

1.4.1 ได้แบบก่อสร้างงานวางท่อส่งน้ำลอดใต้ทะเลโดยวิธีลอยและจม กรณีงานวางท่อจาก อำเภอขนอม - เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

1.4.2 ทราบขั้นตอนการทำงานการติดตั้งท่อส่งน้ำลอดใต้ทะเลโดยวิธีลอยและจม กรณีงานวางท่อจาก อำเภอขนอม - เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

1.4.3 ได้ราคาค่าก่อสร้างงานวางท่อส่งน้ำลอดใต้ทะเลโดยวิธีลอยและจม

1.5 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

รีเวอร์ส ออสโมซิส (Reverse Osmosis) หมายถึง การผลิตน้ำสะอาดจากน้ำทะเลที่ป้อนเข้าเครื่องรีเวอร์ส ออสโมซิส 100 ส่วน ได้น้ำจืด 30 ส่วน และระบายน้ำทะเลที่เหลือจากการผลิตอีก 70 ส่วน กลับลงสู่ทะเล

HDPE (High Density Polyethylene) หมายถึง พลาสติกพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง

SDR (Standard Dimension Ratio) คืออัตราส่วนขนาดมาตราฐานหรือหมายถึงอัตราส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกระบุกับความหนาของท่อระบุ

OD (Outside Diameter) คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกที่จุดใดๆ

PN (Nominal pressure) คือ ความดันระบุ

BN (Negative Pipe Buoyancy) คือ แรงต้านแรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร

B_P (Theoretical Pipe Bouyancy per meter) คือ แรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร

K (Underwater Environmental Factor) คือ ค่าตัวคูณลดของแรงลอยตัว

V_{ID} (Bore Volume per meter) คือ ปริมาตรภายในท่อ, ลูกบาศก์เมตร/เมตร

V_P (Specific Weight of Medium outside pipe) คือ ปริมาตรท่อ, ลูกบาศก์เมตร/เมตร

W_{LO} (Specific Weight of Medium outside pipe) คือ ความหนาแน่นของน้ำภายนอกท่อ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

W_{LI} (Specific Weight of Medium inside pipe) คือ ความหนาแน่นของน้ำภายในท่อ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

W_P (Pipe Weight) คือ น้ำหนักท่อ, กิโลกรัม/เมตร

W_B (Specific Weight of Ballast Material) คือ ความหนาแน่นของทุ่นถ่วงน้ำหนัก, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

W_{BS} (Submerged Ballast Weight) คือ น้ำหนักทุ่นถ่วงในน้ำ, กิโลกรัม

W_{BD} (Dry Ballast Weight per Unit) คือ น้ำหนักทุ่นถ่วงแห้ง, กิโลกรัม

$L_{C.C}$ (c:c Distance between weights) คือ ระยะห่างทุ่นถ่วงน้ำหนัก, เมตร

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบงานวางท่อส่งน้ำลอดใต้ทะเลโดยวิธีลอยและจม กรณีงานวางท่อจาก อำเภอขนอม - เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิดและทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาใช้เป็นแนวทางการศึกษาวิจัยออกแบบดังนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำประปาและสำนักงานการประปาอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี
2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับท่อพลาสติกชนิดความหนาแน่นสูง HDPE (High Density Polyethylene)
3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. ลักษณะงานและการติดตั้งท่อที่คล้ายคลึงกัน

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำประปาและสำนักงานการประปาอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

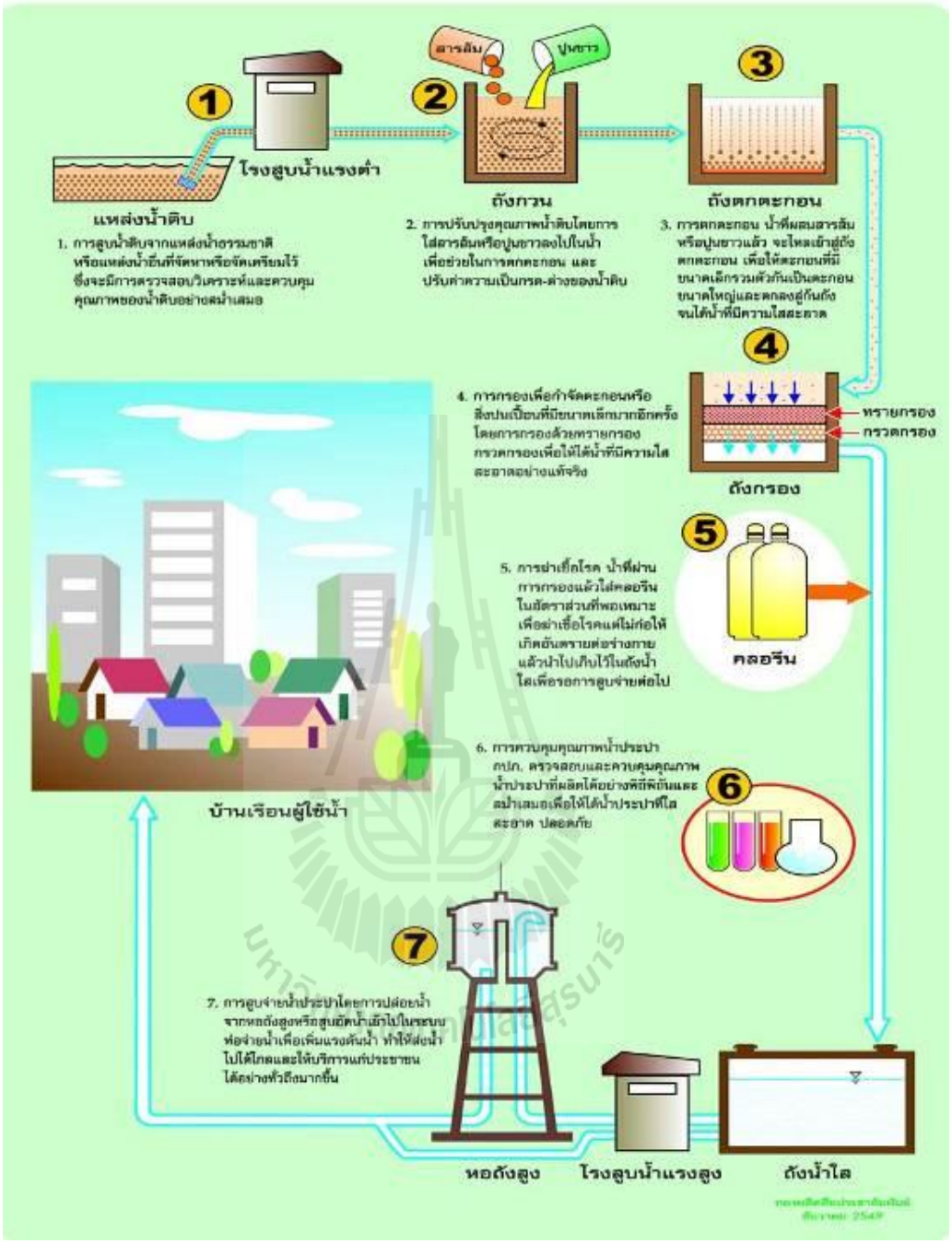
น้ำประปาหมายถึง น้ำที่ผ่านกระบวนการต่างๆ มากมาย เพื่อให้ได้น้ำที่สะอาดปราศจากเชื้อโรค แล้วจ่ายไปให้ประชาชนบริโภคใช้สอย (สุกัญญา อรุณส่ง,2549) เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าน้ำประปาสะอาดสามารถดื่มได้อย่างปลอดภัย สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้ตรวจสอบคุณภาพน้ำในการปฏิบัติการทุกขั้นตอนในการผลิตและการสูบจ่ายน้ำ โดยตรวจสอบตั้งแต่คุณภาพน้ำในระบบน้ำดิบ ระบบผลิต สถานีสูบจ่ายน้ำ ระบบจ่ายน้ำและน้ำประปาจากสถานีใช้น้ำ วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ และการวิเคราะห์เป็นไปตามข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก โดยวิเคราะห์ทั้งทางเคมี-ฟิสิกส์ สารพิษเกษตร โลหะหนัก สารกัมมันตภาพรังสี สารก่อมะเร็ง แบคทีเรีย และไวรัส ขั้นตอนการผลิตด้วยกัน 7 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.1

1. การสูบน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติหรือแหล่งน้ำอื่นที่จัดหาหรือจัดเตรียมไว้ ซึ่งจะมีการตรวจสอบวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพของน้ำดิบอย่างสม่ำเสมอ
2. การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบโดยการใส่สารส้มหรือปูนขาวลงไปในน้ำ เพื่อช่วยในการตก ตะกอนและปรับค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำดิบ
3. น้ำที่ผสมสารส้มหรือปูนขาวแล้วจะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอนเพื่อให้ตะกอนที่มีขนาดเล็กรวมตัวกันเป็นตะกอนขนาดใหญ่ และตกลงสู่ก้นถังจนได้น้ำที่มีความใสสะอาด
4. การกรองเพื่อกำจัดตะกอนหรือสิ่งปนเปื้อนที่มีขนาดเล็กมากอีกครั้งโดยการกรองด้วยทราย กรองด้วยกรวด เพื่อให้ได้น้ำที่มีความใสสะอาดอย่างแท้จริง

5. การฆ่าเชื้อโรค น้ำที่ผ่านกระบวนการกรองแล้ว นำมาใส่คลอรีนในอัตราส่วนที่พอเหมาะเพื่อฆ่าเชื้อโรค แต่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายแล้วนำไปเก็บไว้ในถังน้ำใสเพื่อรอการสูบจ่ายต่อไป
6. การควบคุมคุณภาพน้ำประปา กปภ.ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพน้ำประปาที่ผลิตได้อย่างพิถีพิถันและสม่ำเสมอเพื่อให้ได้น้ำประปาที่ใสสะอาดและ ปลอดภัย
7. การสูบจ่ายน้ำประปาโดยการปล่อยน้ำจากหอถังสูงหรือสูบอัดน้ำเข้าไปในระบบท่อจ่ายน้ำเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำ ทำให้ส่งน้ำไปได้ไกลและให้บริการแก่ประปาชนได้อย่างทั่วถึงมากขึ้นในขั้นตอนการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคนั้น ทุกขั้นตอนต้องมีค่าใช้จ่ายการดำเนินการทั้งสิ้น เริ่มจากการสูบน้ำดิบที่ต้องใช้ทั้งกระแสไฟฟ้าหรือน้ำมันเชื้อเพลิง สารเคมี เช่น สารส้ม ปูนขาว และคลอรีน ก็ต้องมีการจัดซื้อมาเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำและฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา รวมถึงการจัดเก็บและสูบจ่ายมายังครัวเรือนของผู้ใช้น้ำก็ต้องมีค่าใช้จ่ายเพื่อให้ทุกขั้นตอนการดำเนินการที่สมบูรณ์

ถึงแม้จะมีการเรียกเก็บค่าบริการจากผู้ใช้น้ำ แต่ก็เป็นราคาที่ถูกมาก เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพน้ำ รวมถึงขั้นตอนขบวนการผลิตและส่งจ่ายน้ำประปามาถึงทุกครัวเรือน นับว่าเป็นสาธารณูปโภคที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิต แต่มีราคาถูกอย่างมาก หากเปรียบเทียบกับการที่จะทำการผลิตน้ำประปาเอง หรือการซื้อน้ำที่มีการจำหน่ายอยู่ทั่วไปก็ตาม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนของการผลิตน้ำประปา
(สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย. 2549)

2.1.1 การประปาอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตั้งอยู่บ้านเลขที่ 55/6 หมู่ 2 ตำบลอ่างทอง อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี เปิดดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2520 อยู่ในความ

รับผิดชอบของสุขาภิบาลเกาะสมุย มีกำลังการผลิตเริ่มแรก 20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ใช้แหล่งน้ำดิบจากน้ำตกหินลาดให้บริการในพื้นที่ชุมชนบ้านหน้าทอน ต่อมาในปี พ.ศ. 2532 สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย ได้โอนกิจการมาอยู่ในความดูแลของการประปาส่วนภูมิภาค และได้มีการปรับปรุงขยายกำลังผลิตและขยายพื้นที่ออกไปรอบนอก

ปี พ.ศ. 2532 (ปรับปรุงครั้งที่ 1) การประปาส่วนภูมิภาคได้ก่อสร้างโรงกรองน้ำหินลาด ที่มีกำลังผลิตขนาด 250 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และก่อสร้างสถานีจ่ายน้ำช่องเขา เพื่อขยายเขตจ่ายน้ำไปยังชุมชนหาดละไม ชุมชนบ้านตลาดแม่น้ำ หาดเฉวง และปรับปรุงระบบน้ำดิบก่อสร้างโรงสูบน้ำแรงต่ำ และพัฒนาพรุกระจูด ให้เป็นสระพักน้ำดิบ เพื่อเป็นแหล่งน้ำดิบเสริมแก่โรงกรองน้ำหินลาด (สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย. 2552)

ปี พ.ศ. 2542 (ปรับปรุงครั้งที่ 2) การประปาส่วนภูมิภาคพัฒนาพรุหน้าเมืองเพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำดิบและก่อสร้างระบบผลิตใหม่ ขนาด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงที่พรุหน้าเมือง

ปี พ.ศ. 2547 (ปรับปรุงครั้งที่ 3) การประปาส่วนภูมิภาคปรับปรุงสระพักน้ำดิบพรุกระจูด ก่อสร้างโรงสูบน้ำแรงต่ำระบบชักน้ำดิบ และก่อสร้างระบบผลิตใหม่ ขนาด 150 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ที่สถานีผลิตน้ำหน้าเมือง ในปี พ.ศ. 2547

ปี พ.ศ. 2547 (ปรับปรุงครั้งที่ 4) การประปาส่วนภูมิภาคเพิ่มกำลังผลิตที่โรงกรองน้ำหินลาด จากกำลังผลิต 250 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เป็น 450 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

ปี พ.ศ. 2547 การประปาส่วนภูมิภาคก่อสร้างระบบผลิตแบบ Mobile (ระบบผลิตน้ำสำรอง) บริเวณพรุเฉวงขนาด 375 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (125 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง x 3 ชุด) เพื่อเป็นระบบผลิตน้ำสำรองในกรณีที่ระบบผลิตอื่นๆ ขาดแคลนน้ำดิบ

ปี พ.ศ. 2548 การประปาส่วนภูมิภาคทำสัญญารับซื้อน้ำประปาจากระบบ Reverse Osmosis (การผลิตน้ำสะอาดจากน้ำทะเล) ของบริษัท Universal Utilities Co., Ltd (U.U.) ในปริมาณ 2,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ราคารับซื้อปีแรก 45.50 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

ปัจจุบันการปกครองอำเภอเกาะสมุยมีกำลังการผลิตรวมทั้งสิ้น 1,175 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ใช้งานปกติ 800 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง มีเขตจำหน่ายน้ำครอบคลุมพื้นที่เทศบาลอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยแหล่งน้ำที่สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ใช้ในการผลิตน้ำประปาเพื่อจ่ายน้ำให้กับครัวเรือนนั้น มาจากทรัพยากรแหล่งน้ำดิบธรรมชาติ ซึ่งมีทั้งแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินดังจะกล่าวในรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.2 ทรัพยากรน้ำและแหล่งน้ำดิบ

เกาะสมุยเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญสำหรับใช้ในการเกษตร อุปโภค บริโภค รวมทั้งเป็นแหล่งน้ำดิบสำรองสำหรับผลิตน้ำประปา ซึ่งมีที่มาจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน

2.1.2.1 แหล่งน้ำผิวดิน

แหล่งน้ำผิวดินของเกาะสมุยเป็นคลองธรรมชาติสายสั้น ๆ ที่ไหลอยู่ตามร่องเขาลำน้ำที่ยาวที่สุด ได้แก่ คลองลิปะน้อย ยาวประมาณ 15 กิโลเมตร (รูปที่ 2.2) ลำน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่มีความลาดชันสูง ทำให้ความเร็วในการไหลของน้ำค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับลำน้ำธรรมชาติทั่วๆ ไป ลักษณะดังกล่าวส่งผลให้ในฤดูฝนน้ำในลำธารธรรมชาติไหลเร็วและแรงหลังฝนตก ส่วนในฤดูแล้ง ปริมาณน้ำมีน้อยมากเนื่องจากลำน้ำไม่สามารถเก็บกักน้ำฝนส่วนใหญ่ไว้ได้ แหล่งน้ำผิวดินบนอำเภอ เกาะสมุยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ คลองธรรมชาติ ฝาย และพรุธรรมชาติ

รูปที่ 2.2 แหล่งน้ำผิวดินในเกาะสมุย
(สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย. 2552)

2.1.2.2 คลองธรรมชาติ ประกอบด้วย

คลองน้ำตามธรรมชาติประกอบด้วย

1. คลองลิปะใหญ่ เป็นคลองที่ไหลจากตอนกลางของตัวอำเภอเกาะสมุย ไหลลงสู่ทะเลด้านตะวันตกบริเวณรอยต่อของหมู่ที่ 1 และหมู่ที่ 3 ตำบลอ่างทอง ปัจจุบันมีฝายเก็บน้ำเพื่อการผลิตน้ำประปา 1 แห่ง สูงประมาณ 1.20 เมตร ยาวประมาณ 15 เมตร
2. คลองหลังไผ่ อยู่บริเวณหมู่ที่ 5 ตำบลอ่างทอง มีฝายขนาดเล็กส่งน้ำด้วยท่อเหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ยาวประมาณ 4.9 กิโลเมตร จ่ายน้ำให้ราษฎรบริเวณหมู่ที่ 3, 4และ 5 ตำบลอ่างทองและพื้นที่การเกษตรประมาณ 300 ไร่
3. คลองลิปะน้อย ต้นน้ำเกิดจากเขาใหญ่ไหลลงสู่ทะเลที่บ้านลิปะน้อย
4. คลองสระเกศ ต้นน้ำเกิดจากเขาท้ายควายไหลลงสู่ที่ลุ่มบริเวณบ้านโจรคร่ำ
5. คลองละไม มีต้นกำเนิดจากเขาใหญ่และเขาพลู ไหลมารวมกันบริเวณหุบเขาบ้านละไม ตำบลมะเร็ต ใช้ประโยชน์เพื่อการทำนาและสวนผลไม้
6. คลองน้ำจืด มีต้นกำเนิดจากเขาพลูไหลผ่านสวนมะพร้าว สวนผลไม้บ้านหัวถนน หมู่ที่1 แล้วไหลออกไปทะเลบริเวณบ้านหัวถนน
7. คลองท่าเร็ต มีต้นกำเนิดจากบริเวณเขาใหญ่ไหลผ่านหมู่ที่ 2 และหมู่ที่ 5 ของตำบลมะเร็ต และไหลออกสู่ทะเลบริเวณหมู่ที่ 2 ตำบลมะเร็ต
8. คลองสียา มีต้นกำเนิดจากเขาใหญ่ไหลผ่าน หมู่ที่ 1 หมู่ที่ 2 ตำบลหน้าเมืองและแยกเป็นคลองซอยผ่านทุ่งนาบริเวณหมู่ที่ 3 และหมู่ที่ 5 ของตำบลหน้าเมือง แล้วจึงไหลออกสู่ทะเลบริเวณหมู่ที่ 3 ของตำบลหน้าเมือง แหล่งน้ำดังกล่าวจะขอดแห้งเป็นบางช่วงเวลา

2.1.2.3 ฝาย ประกอบด้วย

ฝายมีทั้งสิ้น 8 ฝายประกอบด้วย

1. ฝายหินลาด ก่อสร้างตั้งแต่ปี พ.ศ. 2505 เป็นฝายทดน้ำในลำน้ำลิปะใหญ่ ซึ่งในปัจจุบันมีระบบท่อเชื่อมโยงระหว่างฝายหินลาดและพรุกระจูด เพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำสำรอง

2. ฝายน้ำตกหน้าเมือง เป็นโครงการประเภทเหมืองฝาย กรมชลประทานได้สร้างฝายที่คลองท่าเสียว ซึ่งเป็นคลองสาขาด้านต้นน้ำคลองหน้าเมือง ส่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูกทางฝั่งซ้ายของคลองท่าเสียว
3. ฝายคลองแม่น้ำ เป็นโครงการประเภทเหมืองฝาย กรมชลประทานได้สร้าง ฝายทดน้ำที่คลองแม่น้ำ ตำบลแม่น้ำ เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำเกษตร
4. เขื่อนท่าสก สร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2523 บริเวณเขาพลูหมู่ที่ 3 ตำบลมะเร็ต กั้นคลองละไมซึ่งมีพื้นที่รับน้ำ 3.0 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่อปี ประมาณ 2.3 ล้าน ลูกบาศก์เมตร/ปี
5. ฝายบางน้ำจืด สร้างขึ้นบริเวณหมู่ที่ 1 เป็นฝายขนาดเล็กกั้นคลองบางน้ำจืด พื้นที่รับน้ำของฝายมีขนาดเพียง 1.2 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำผ่านฝายประมาณปีละ 0.9 ล้านลูกบาศก์เมตร
6. ฝายวังเสาธง บริเวณหมู่ที่ 5 ตำบลมะเร็ต เป็นโครงการประเภทเหมืองฝาย กรมชลประทานได้สร้างฝายที่คลองมะเร็ต เพื่อทดน้ำและส่งน้ำตอนต้น เพื่อการอุปโภค บริโภคและการเกษตร
7. ฝายวังหินลาด เป็นโครงการชลประทานเหมืองฝาย กรมชลประทานได้สร้างฝาย ที่คลองท่าจีน (คลองตลาดแม่น้ำ)
8. ฝายพังเพ เป็นโครงการชลประทานเหมืองฝาย กรมชลประทานได้สร้างฝายทดน้ำ ที่คลองพังเพ บ้านทุ่งเขย่า เพื่อเป็นประโยชน์ของพื้นที่นาและพื้นที่การเกษตร

2.1.2.4 พรุธรรมชาติ

พรุธรรมชาติ เป็นพื้นที่ลุ่มตามบริเวณเชิงเขา สามารถพัฒนาเป็นอ่างเก็บน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคได้ พื้นที่ลุ่มเหล่านี้เป็นทางระบายน้ำท่าจากภูเขาผ่านลงสู่ทะเล พื้นที่บางแห่งมีน้ำใต้ดินไหลซึมออกมาตลอดปี ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก แต่จะนำมาเป็นตัวอย่าง ดังนี้

1. อ่างเก็บน้ำพรุกระจูด (พรุโจรครำ) หมู่ที่ 2 ตำบลลิปะน้อย มีเนื้อที่พรุประมาณ 41 ไร่ ในปัจจุบัน การประปาส่วนภูมิภาค ได้ทำการพัฒนาอ่างเก็บน้ำพรุกระจูดให้สามารถเก็บกักน้ำได้ประมาณ 350,000 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณความจุใช้งานได้ของพรุกระจูดประมาณ

245,000 ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ อ่างเก็บน้ำพรุกระจูดเป็นแหล่งน้ำดิบที่เสริมปริมาณน้ำดิบที่ผันจากฝายหินลาดเพียงแหล่งเดียว

2. อ่างเก็บน้ำพรุหน้าเมือง หมู่ที่ 5 ตำบลหน้าเมือง และมีพื้นที่บางส่วนอยู่ในหมู่ที่ 2 และ 5 ตำบลมะเร็ต กรมชลประทานได้พัฒนาพรุแห่งนี้ในรูปแบบโครงการชลประทานขนาดเล็ก ปัจจุบันพรุหน้าเมืองเก็บกักน้ำได้ประมาณ 800,000 ลูกบาศก์เมตร
3. พรุบ้านหาญ เป็นพรุขนาดเล็กใกล้กับพรุหน้าเมือง มีเนื้อที่ 20 ไร่ กรมชลประทานได้ขุดลอกเมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ให้มีความจุ 81,000 ลูกบาศก์เมตร และก่อสร้างท่อส่งน้ำเพื่อส่งน้ำลงพรุหน้าเมือง
4. อ่างเก็บน้ำพรุเฉวง เป็นแหล่งน้ำอีกแห่งหนึ่งที่อยู่ด้านตะวันออกของเกาะสมุยใกล้กับชุมชนอ่าวเฉวง พรุเฉวงที่เนื้อที่ 574 ไร่ มีพื้นที่เก็บกักน้ำได้มากกว่าพรุอื่นๆ แต่มีข้อจำกัดในส่วนของความลึก กล่าวคือไม่สามารถขุดให้มีความลึกได้มาก เพราะอาจมีปัญหาน้ำทะเลซึมเข้าได้
5. พรุบางรัก หมู่ที่ 4 และ 5 ตำบลบ่อผุด ลักษณะของพรุเป็นป่าชายเลน มีต้นโกงกางและต้นลำพูอยู่ในพรุ และเป็นพรุที่น้ำทะเลไหลเข้าออก พื้นที่พรุในเขตอำเภอเกาะสมุย สรุปตามขนาดพื้นที่ พื้นที่รองรับน้ำฝนและรายละเอียดอื่นๆ ได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขนาดพื้นที่รองรับน้ำฝนในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

พรุ	กระจูด	หน้าเมือง	เฉวง	บางรัก
1. พื้นที่พรุ (ไร่)	41	180	574	-
2. พื้นที่รับน้ำฝน (ตารางกิโลเมตร)	1.5	1.5	7.5	1.5
3.ปริมาณฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	1,828.0	1,950.0	1,873.0	1,873.0
4.ปริมาณน้ำเข้าอ่าง(ล้าน ลูกบาศก์เมตร)	1.6	1.7	7.4	1.8
5.ความจุกักเก็บ(ล้าน ลูกบาศก์เมตร)	0.35	0.8	1.6	0.32

ที่มา: สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย, 2552

2.1.2.5 แหล่งน้ำใต้ดิน

เกาะสมุยมีแหล่งน้ำใต้ดิน 3 ลักษณะคือ ชั้นหินให้น้ำแกรนิต ในพื้นที่ที่เป็นภูเขาตอนกลางของเกาะ ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา และชั้นหินให้น้ำหินแปร ที่

อยู่ตามแนวชายฝั่ง สำนักงาประปาอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ใช้แหล่งน้ำดิบหลัก 4 แห่ง เป็นแหล่งสำรองน้ำเนื่องจากผลการวิเคราะห์สภาพสมดุลน้ำใต้ดินของเกาะสมุย พบว่าแหล่งน้ำสำรองน้ำดิบ ได้แก่ น้ำตกหินลาด (คลองลิปะใหญ่) และพรุหน้าเมือง แหล่งน้ำสำรอง 2 แห่ง ได้แก่ สระพักน้ำดิบพรุกระจูด และ พรุเฉวง รวมเป็น 4 แห่งด้วยกัน ดังนี้

1. น้ำตกหินลาด เป็นแหล่งน้ำหลักของโรงกรองน้ำหินลาด รับน้ำจากคลองลิปะใหญ่มีปริมาณน้ำประมาณ 7.5 ลูกบาศก์เมตร/ปี พื้นที่รับน้ำประมาณ 10.2 ตารางกิโลเมตร) ปัจจุบันน้ำดิบจากน้ำตกหินลาดถูกส่งไปที่โรงกรองน้ำหินลาดโดยแรงโน้มถ่วง จากฝายน้ำตกหินลาด ระยะทางประมาณ 1.5 กิโลเมตร ระดับน้ำส่งสูง 46 เมตร ผ่านท่อเหล็กขนาด 300 มิลลิเมตร ช่วงเวลาที่ใช้น้ำจากน้ำตกหินลาดได้เพียงพอประมาณ 6 เดือน (สิงหาคม - มกราคม) ซึ่งจะมีปริมาณน้ำท่าประมาณร้อยละ 84.2 ของน้ำทั้งปี จากนั้นปริมาณน้ำจะลดลงตามปริมาณฝน ในบางปีช่วงที่ปริมาณน้ำน้อยอาจนานถึง 9 เดือน จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าของน้ำตกหินลาด โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนของสถานีวัดน้ำฝนของเกาะสมุย เปรียบเทียบกับปริมาณวัดน้ำฝนอำเภอใกล้เคียง ที่มีสถานีวัดน้ำท่า เมื่อเทียบกับความต้องการน้ำดิบของโรงกรองน้ำหินลาดในปัจจุบัน ผลปรากฏว่า ช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำท่าในคลองต่ำกว่าความต้องการใช้น้ำหรือมีโอกาสเกิดการขาดแคลนน้ำดิบนาน 1 - 9 เดือน ระยะเวลาที่เหมาะสมในการออกแบบความจุแหล่งน้ำสำรองคือ 5 เดือน
2. สระพักน้ำพรุกระจูด เป็นแหล่งน้ำสำรองขนาดความจุประมาณ 350,000 ลูกบาศก์เมตร มีเนื้อที่ประมาณ 42 ไร่ 1 งาน 8 ตารางวา กปภ. ได้วางท่อส่งน้ำดิบจากฝายน้ำตกหินลาด เพื่อมาเก็บกักที่พรุกระจูด โดยใช้ท่อHDPEขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 315 มิลลิเมตร 2 ท่อ ระยะทางประมาณ 7 กิโลเมตร ระดับน้ำส่งสูง 85 เมตร ส่งน้ำได้ประมาณ 700 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง พรุกระจูด มีปัญหาคุณภาพน้ำมีค่า pH ต่ำในช่วงหน้าแล้ง สาเหตุเกิดจากดินบริเวณพรุเป็นดินเปรี้ยว ถึงแม้จะทำการปูพลาสติกกันซึมแล้วก็ตาม น้ำใต้ดินยังไหลเข้าสระได้ตามรูระบายแรงดันน้ำใต้ดิน กปภ. โดยกองพัฒนาแหล่ง

น้ำจึงได้ออกแบบเพิ่มท่อรับน้ำใต้ดินแล้วต่อไปที่บ่อรับน้ำเพื่อแยกน้ำใต้ดินไม่ให้เข้าไปปนกับน้ำในสระที่รับมาจากน้ำตกหินลาด

3. พรุหน้าเมือง เป็นแหล่งน้ำดิบของโรงกรองน้ำหน้าเมือง ซึ่งมีกำลังผลิตอยู่ที่ 250ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง พรุหน้าเมืองมีความจุประมาณ 800,000 ลูกบาศก์เมตร รับน้ำจากคลองท่าสีหยา ซึ่งเป็นสาขาของน้ำตกหน้าเมือง โดยน้ำตกหน้าเมืองมีปริมาณน้ำประมาณ 2.09 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี นอกจากนี้พรุหน้าเมืองยังรับน้ำจากพื้นที่ข้างเคียงเพราะที่ตั้งพรุอยู่ในที่ต่ำ ช่วงที่เกิดน้ำหลาก น้ำจะไหลเข้าพรุได้ รวมปริมาณน้ำไหลเข้าพรุหน้าเมืองได้ประมาณ 3.0 ล้าน ลูกบาศก์เมตร/ปี แต่ปัจจุบันเก็บน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้งได้ประมาณ 3 เดือนเท่านั้น
4. พรุเฉวง มีความจุประมาณ 1.6 ล้าน ลูกบาศก์เมตร มีปัญหาน้ำเสียจากการระบายน้ำของชุมชนรอบ ๆ พรุ ได้ถูกปรับให้มีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนระบายลงพรุ แต่ก็ทำงานได้ไม่เต็มที่ทำให้คุณภาพน้ำยังไม่เหมาะสมกับการผลิตน้ำประปาเท่าที่ควร โดยเฉพาะกับระบบการผลิตแบบ Mobile เนื่องจากน้ำดิบมีตะกอนมากทำให้ผลิตน้ำได้น้อย สิ้นเปลืองสารเคมีและกระแสไฟฟ้ามากกว่าปกติ พรุเฉวงจึงถูกใช้เป็นแหล่งน้ำสำรองจากแหล่งน้ำที่กล่าวมาทั้งสิ้น เป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญต่อสำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในการผลิตเพื่อให้ได้น้ำประปาที่มีคุณภาพเหมาะกับการใช้งานของผู้ใช้บริการที่อาศัยอยู่ในอำเภอเกาะสมุยจังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.1.3 ระบบผลิตน้ำประปา

ระบบการผลิตน้ำประปาของสำนักงานเกาะสมุย ประกอบด้วยโรงกรองน้ำ 3 แห่ง และโรงกรองน้ำของบริษัท Universal Utilities Co., Ltd. (U.U.) 1 แห่งได้แก่

1. โรงกรองน้ำน้ำตกหินลาด ขนาดกำลังผลิต 450 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง อยู่ในบริเวณเดียวกับสำนักงานประปาเกาะสมุย เนื้อที่รวมประมาณ 5 ไร่ 4 งาน 40 ตารางวา ใช้น้ำดิบจากฝายน้ำตกหินลาด (คลองลิปะใหญ่) เป็นแหล่งน้ำหลักและใช้สระพักน้ำดิบพรุกระจูดเป็นแหล่งน้ำสำรอง
2. โรงกรองน้ำหน้าเมือง ขนาดกำลังผลิต 250 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง อยู่ในบริเวณพรุหน้าเมือง มีเนื้อที่ประมาณ 6 ไร่ ระบบผลิตน้ำประปาจะประกอบไปด้วย ระบบกวนเร็ว ระบบกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรองเร็ว ถังพักน้ำใส โรง

สูบน้ำแรงสูง และระบบจ่ายสารเคมีและบ่อพักตะกอน ใช้น้ำดิบจากพรุหน้าเมือง

3. โรงกรองน้ำแบบ Mobile ขนาดกำลัง 375 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง อยู่ในบริเวณ พรุ เฉวง เป็นระบบผลิตสำรอง ที่ใช้น้ำดิบจากพรุเฉวง
4. โรงกรองน้ำแบบรีเวอร์สออสโมซิส (Reverse Osmosis) ของบริษัท Universal Utilities Co., Ltd. (U.U.) ขนาดกำลังผลิต 2,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน อยู่ในบริเวณอ่าวปลายแหลมตำบลบ่อผุด

2.1.3.1 ระบบผลิตน้ำประปาโดยระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส (Reverse Osmosis)

ระบบการผลิตน้ำประปาจะทำการสูบน้ำทะเลผ่านเข้าสู่เยื่อเมมเบรน เพื่อกรองน้ำทะเลให้เป็นน้ำประปาคุณภาพน้ำดื่ม โดยอาศัยเครื่องสูบน้ำแรงดันสูง รูปที่ 2.2 แสดงรูปถ่ายการผลิตน้ำประปา โดยระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส ความสามารถในการกรองของเยื่อเมมเบรนเป็นดังนี้

1. ลดปริมาณของความเค็ม
2. ลดปริมาณความกระด้างของน้ำ
3. ลดปริมาณของฟลูออไรด์
4. ลดและกำจัดสารอินทรีย์ต่าง ๆ
5. กำจัดโลหะหนักที่เป็นพิษ
6. กำจัดจุลินทรีย์ ต่าง ๆ รวมทั้งไวรัส

รูปที่ 2.3 ขั้นตอนของการผลิตน้ำประปา โดยระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส
(สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย. 2552)

2.1.3.2 กระบวนการผลิตน้ำประปาจากน้ำทะเล

ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตน้ำประปาจากน้ำทะเลแบบรีเวอร์สออสโมซิส(Reverse Osmosis) จะมีกระบวนการทำงาน ซึ่งประกอบด้วย

1. ระบบน้ำดิบ ระบบสูบน้ำทะเลจากบ่อ Beach Well มาเก็บไว้ที่บ่อพักน้ำทะเล เพื่อทำการสูบจ่ายเข้าระบบการกรองเบื้องต้นและระบบการกรองรีเวอร์ส ออสโมซิส
2. ระบบบำบัดน้ำทะเลเบื้องต้นเป็นระบบทรายกรอง เพื่อรองรับคุณภาพน้ำทะเลจากบ่อพักน้ำทะเล และปรับปรุงคุณภาพน้ำทะเลให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ก่อนเข้าระบบรีเวอร์ส ออสโมซิส เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกรองของเยื่อเมมเบรน และช่วยยืดอายุเวลาการอุดตันของเยื่อเมมเบรน
3. ระบบการผลิตน้ำแบบรีเวอร์ส ออสโมซิส ระบบจะทำการสูบน้ำทะเลเข้าสู่ระบบกรอง รีเวอร์ส ออสโมซิส โดยใช้แรงดันสูง ผ่านเข้าเยื่อเมมเบรน เพื่อกรองน้ำทะเลเป็นน้ำจืด
4. ระบบบำบัดน้ำสุดท้าย เป็นการเตรียมน้ำให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์การใช้น้ำระบบนี้จะเป็นการเติมสารคลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อที่อาจตกค้างในท่อส่งน้ำ ทำให้น้ำที่ได้เป็นคุณภาพน้ำประปาดื่มได้ น้ำที่ปรับสภาพให้พร้อมใช้นี้จะถูกส่งไปเก็บที่ถังน้ำใส
5. ระบบสูบจ่ายน้ำ ระบบจะสูบน้ำจากถังน้ำใส ไปตามแนวท่อที่ได้เชื่อมประสานกับระบบท่อของการประปาส่วนภูมิภาค เพื่อส่งจ่ายน้ำให้กับชุมชนต่อไป
6. บ่อปรับสภาพน้ำจืด เป็นบ่อปรับสภาพน้ำที่ระบายออกจากระบบ ให้มีคุณภาพที่เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งสู่ทะเล

2.1.4 ความต้องการน้ำประปาในอำเภอเกาะสมุย

สำนักงานการประปาส่วนภูมิภาค ระบุว่าอัตราการใช้น้ำโดยเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่ให้บริการของการประปาส่วนภูมิภาค เท่ากับ 220 ลิตร/คน/วัน หรือเท่ากับ 4,434 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในพ.ศ. 2549 และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 12,155 และ 21,196 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ใน พ.ศ. 2560 - 2570 ในขณะที่ การคาดการณ์การใช้น้ำเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวที่มาพักอยู่ที่เกาะสมุยในระยะเวลา 3 - 5 คืน/คน ใช้น้ำโดยเฉลี่ยหนึ่งคนเท่ากับ 350 ลิตร/วัน หรือเท่ากับ 5,106 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 7,709 และ 9,397 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในปี พ.ศ. 2560 และ 2570 ตามลำดับ

ดังนั้น ปริมาณน้ำคาดการณ์สูงสุดที่ประชากรในพื้นที่และนักท่องเที่ยวต้องการใช้ รวมกันมีค่าเท่ากับ 13,337 ลูกบาศก์เมตรต่อวันในปี พ.ศ. 2550 และคาดว่าจะเพิ่มสูงขึ้นเป็น 25,822 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และ 39,771 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ใน พ.ศ. 2552 นอกจากนี้ การประปาส่วนภูมิภาคควรต้องปรับปรุงขยายเพิ่มกำลังอีก 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำในปี พ.ศ. 2567 (อ้างถึงใน สำนักงานประปาส่วนภูมิภาคอำเภอเกาะสมุย, 2550) ความต้องการใช้น้ำประปาบนเกาะสมุย ปี พ.ศ. 2551 - 2570 แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 ความต้องการใช้น้ำประปาในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ปี พ.ศ.	ประชากรใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร)	การท่องเที่ยวใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร)	รวม (ลูกบาศก์เมตร)	กำลังผลิต (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)
2551	2,608,865	2,620,334	5,229,199	746
2552	2,886,404	2,725,147	5,611,551	801
2553	3,181,971	2,834,153	6,016,124	858
2554	3,496,566	2,947,519	6,444,085	920
2555	3,831,237	3,065,420	6,896,658	984
2556	4,187,088	3,188,037	7,375,125	1,052
2557	4,565,277	3,315,558	7,880,835	1,125
2558	4,967,021	3,448,181	8,415,202	1,201
2559	5,393,600	3,586,108	8,979,708	1,281
2560	5,767,354	3,657,830	9,425,184	1,345
2561	6,162,378	3,730,987	9,893,365	1,412
2562	6,579,777	3,805,606	10,385,383	1,482
2563	7,020,707	3,881,719	10,902,426	1,556
2564	7,393,960	3,959,353	11,353,313	1,620
2565	7,785,840	4,038,540	11,824,380	1,687
2566	8,197,240	4,119,311	12,316,551	1,757
2567	8,629,095	4,201,697	12,830,792	1,831
2568	9,082,382	4,285,731	13,368,113	1,908
2569	9,558,126	4,371,446	13,929,571	1,988
2570	10,057,397	4,458,874	14,516,272	2,071

ที่มา : สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย. 2552

แหล่งน้ำที่ประชากรบนเกาะสมุยใช้ส่วนใหญ่ จะเป็นแหล่งน้ำจากธรรมชาติ ซึ่งมีกระจายอยู่ทั่วเกาะ แต่การขยายตัวของการท่องเที่ยวที่รวดเร็ว ทำให้แหล่งน้ำที่มีอยู่ไม่เพียงพอ นอกจากนี้ การทำลายสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ รวมทั้งการบุกรุกเข้าไปทำธุรกิจของเอกชนและการบุกรุกของชาวบ้านในท้องถิ่น ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำในเกาะสมุย แหล่งน้ำดิบธรรมชาติบนเกาะสมุยมีเพียง 700,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถใช้ผลิตน้ำได้เพียง 2 - 3 เดือนเท่านั้น ในขณะที่ ความต้องการน้ำดิบสำรองในระยะเวลา 5 เดือน มีปริมาณสูงถึง 1.2 ล้าน ลูกบาศก์เมตร แหล่งเก็บน้ำอื่นก็มีปัญหาคุณภาพน้ำไม่เหมาะสม จากน้ำเสียที่ระบายจากชุมชนรอบพรุ ถึงแม้เทศบาลจะก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว แต่คุณภาพน้ำก็ยังมีปัญหาสาหร่ายและความขุ่นสูง จึงไม่เหมาะกับระบบผลิตน้ำประปา แม้ว่า น้ำในเกาะสมุยจะมีปริมาณมากในฤดูฝน แต่ก็ไหลลงทะเล ไม่สามารถเก็บไว้ได้ ดังนั้น สาเหตุของปัญหาการขาดแคลนน้ำดิบในเกาะสมุย จึงเกิดจากการมีน้ำดิบสำรองไม่เพียงพอหรือขาดแคลนแหล่งเก็บน้ำสำรองในฤดูแล้ง ความต้องการใช้น้ำดิบกับปริมาณน้ำดิบที่นำมาใช้งานได้สามารถเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ความต้องการใช้น้ำดิบกับปริมาณน้ำดิบที่นำมาใช้งานได้

ปี พ.ศ.	ความต้องการน้ำดิบ (ล้าน ลูกบาศก์เมตร)	ปริมาณน้ำดิบ (ล้านลูกบาศก์เมตร)	สถานการณ์น้ำดิบทั้งปี (ล้าน ลูกบาศก์เมตร) (+ เพียงพอ - ขาดแคลน)
2551	7.84	9.49	1.65
2552	8.42	9.49	1.07
2553	9.02	10.93	1.91
2554	9.67	10.93	1.26
2555	10.34	12.28	1.94
2556	11.06	12.28	1.22
2557	11.82	12.28	0.46
2558	12.62	12.28	-0.34
2559	13.47	12.28	-1.19
2560	14.14	12.28	-1.86
2561	14.84	12.28	-2.56
2562	15.58	12.28	-3.3
2563	16.35	12.28	-4.07

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	ความต้องการน้ำดิบ (ล้าน ลูกบาศก์เมตร)	ปริมาณน้ำดิบ (ล้านลูกบาศก์เมตร)	สถานการณ์น้ำดิบทั้งปี (ล้าน ลูกบาศก์เมตร) (+ เพียงพอ - ขาดแคลน)
2564	17.03	12.28	-4.75
2565	17.74	12.28	-5.46
2666	18.47	12.28	-6.19
2567	19.25	12.28	-6.97
2568	20.05	12.28	-7.77
2569	20.89	12.28	-8.61
2570	21.77	12.28	-9.49

ที่มา : สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย. 2552

2.1.5 ความต้องการน้ำดิบ

ความต้องการน้ำดิบเพื่อกิจการประปาในเกาะสมุย เพิ่มขึ้นตามความต้องการใช้น้ำประปา ความต้องการน้ำดิบคิดจากการใช้น้ำประปาสูงสุด เผื่อปริมาณน้ำสูญเสียในระบบจำหน่ายและเผื่อปริมาณน้ำสูญเสียในแหล่งน้ำจากการระเหย รั่วซึมลงดินและการสูญเสียในระบบท่อส่งน้ำดิบรวมประมาณร้อยละ 20 ดังนั้น ความต้องการน้ำดิบรายปีในอำเภอเกาะสมุยแสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ความต้องการน้ำดิบรายปีในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ปี พ.ศ.	**ความต้องการน้ำดิบ (ล้านลูกบาศก์เมตร)**	**ปี พ.ศ.**	**ความต้องการน้ำดิบ (ล้านลูกบาศก์เมตร)**
2551	7.84	2561	14.84
2552	8.42	2562	15.58
2553	9.02	2563	16.35
2554	9.67	2564	17.03
2555	10.34	2565	17.74
2556	11.06	2566	18.47
2557	11.82	2567	19.25
2558	12.62	2568	20.05

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ปี พ.ศ.	ความต้องการน้ำดิบ (ล้านลูกบาศก์เมตร)	ปี พ.ศ.	ความต้องการน้ำดิบ (ล้านลูกบาศก์เมตร)
2559	13.47	2569	20.89
2560	14.14	2570	21.77

ที่มา : สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย. 2552

จากข้อมูลเบื้องต้นของแหล่งน้ำ ปริมาณความต้องการใช้น้ำประปาของประชาชนในอำเภอเกาะสมุย ทำให้คาดการณ์ได้ว่าใน พ.ศ. 2558 เกาะสมุยจะเริ่มประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำและจะขาดแคลนมากขึ้นทุกปีพ.ศ. 2570 เกาะสมุยจะขาดแคลนน้ำประปาถึงวันละ2,071 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

2.2 การเลือกท่อ HDPE สำหรับการวางท่อใต้น้ำทะเล

หลังจากที่ได้เริ่มมีการใช้ท่อ HDPE ในช่วง ค.ศ. 1960 แล้วประมาณ 2-3 ปี ท่อ HDPE ได้ถูกนำมาใช้ในงานวางท่อทางทะเล อย่างแพร่หลายเช่น ท่อระบายน้ำที่บำบัดแล้วลงทะเล ท่อข้ามแม่น้ำและทะเลสาป และท่อชักน้ำจืดหรือน้ำทะเล (Intake) เป็นต้น สาเหตุสำคัญที่ท่อ HDPE ได้รับความนิยม คือ การทนต่อการสึกกร่อน เนื่องจากอากาศและน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำทะเลเป็นตัวการทำให้เกิดการสึกกร่อนของท่อเหล็ก ข้อดีอื่นๆของท่อ HDPE ซึ่งเหมาะสำหรับใช้วางท่อใต้น้ำ คือ

1 น้ำหนักเบา ท่อ HDPE ที่มีขนาดและการใช้งานแบบเดียวกันกับท่อประเภทอื่น จะมีน้ำหนักแค่เพียงร้อยละ 10 ของน้ำหนักท่อคอนกรีต และร้อยละ 50 ของท่อเหล็ก การยกย้ายท่อพีอีใช้เครื่องจักรหนักน้อยกว่า

2 ท่อ HDPE ลอยน้ำได้ เนื่องจากความหนาแน่นของ HDPE เป็นเพียงร้อยละ 96 ของน้ำจืด และร้อยละ 94 ของน้ำทะเล ท่อ HDPE จึงลอยน้ำได้แม้ว่าจะมีน้ำอยู่เต็มท่อ ท่อ HDPE สามารถเชื่อมต่อเป็นเส้นท่อยาวบริเวณชายฝั่ง ด้วยน้ำหนักที่เบา แม้ว่าจะมีการติดตั้งตัวถ่วงน้ำหนัก ท่อก็ยังสามารถลอยน้ำอยู่ได้ในสภาวะที่มีอากาศภายในท่อ ทำให้สามารถลากท่อไปยังบริเวณที่ต้องการติดตั้งได้ เมื่อปล่อยน้ำเข้าสู่เส้นท่อเพื่อแทนที่อากาศภายในท่อ ท่อพร้อมตัวถ่วงน้ำหนักก็จะจมลง

3 รอยเชื่อมต่อปราศจากการรั่วซึม เนื่องจากการเชื่อมท่อแบบเชื่อมชน (Butt-fusion) สามารถเชื่อมต่อต่อเนื่องเป็นแนวยาว โดยไม่ต้องใช้ Mechanical Coupling รอยเชื่อมมีความแข็งแรงเท่ากับตัวท่อ ลดความเสี่ยงเนื่องจากการรั่วซึม

4 ความยืดหยุ่น ท่อ HDPE มีความยืดหยุ่นตัวที่ดี จึงสามารถโค้งงอตัวและจมลงสู่พื้นผิวใต้น้ำและทอดตัวตามสภาพพื้นท้องน้ำได้ดี โดยไม่ต้องขุดร่องดินหรือปรับระดับพื้นท้องน้ำให้เรียบ

5 ความเหนียว (Ductility) เนื่องจากท่อ HDPE มีคุณสมบัติด้านการทนต่อการยืดตัวได้ดี มีความสามารถในการรับแรงต่างๆ จากภายนอก เช่น จากคลื่น หรือกระแสน้ำ คุณสมบัติด้านการทนต่อการยืดตัวนี้ทำให้ท่อสามารถโค้งงอตัวไปตามแนววางท่อที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากกระแสน้ำเชี่ยว

หากใช้ท่อที่ไม่สามารถยืดหยุ่นได้ เช่นท่อเหล็ก หรือคอนกรีต ในงานส่งน้ำใต้ทะเล ท่อจำพวกนี้ต้องถูกออกแบบให้เกิดการเสียรูปน้อยภายใต้น้ำหนักกระทำ เพื่อป้องกันการรั่วซึมหรือการสูญเสียโครงสร้างบริเวณข้อต่อ ดังนั้นท่อพวกนี้จึงต้องการน้ำหนักถ่วงค่อนข้างสูง หรือการใช้แนวขุดวางท่อที่พื้นผิวทะเล ขั้นตอนเหล่านี้ค่อนข้างยุ่งยากและยังสิ้นเปลืองอีกด้วย ในขณะที่ความยืดหยุ่นและความเหนียวของท่อ HDPE ทำให้ท่อสามารถปรับตัวตามสภาพของท้องน้ำ หรือโค้งงอเพื่อลดแรงที่กระทำต่อท่อ ท่อ HDPE ต้องการน้ำหนักถ่วงเพียงเล็กน้อย เพื่อคุมให้ท่ออยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ และป้องกันมิให้ท่อลอย ดังนั้น การประยุกต์ใช้ท่อ HDPE จึงมีความสะดวกและประหยัดกว่าท่อคงรูป ค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าในการวางท่อ HDPE ช่วยให้สามารถเลือกที่จะวางท่อขนาดเล็กหลายๆเส้น แทนที่จะวางท่อขนาดใหญ่เพียงเส้นเดียว ท่อนำน้ำบำบัดแล้วออกไปทิ้งในทะเลขนาดเล็กหลาย ๆ เส้น ยังช่วยในเรื่องการรักษาสิ่งแวดล้อมโดยจะทำการกระจายน้ำออกในหลายๆจุด ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำบริเวณริมฝั่งในการวางท่อใต้น้ำ

การติดตั้งท่อน้ำใต้ทะเลในกรณีทั่วไปจะกระทำโดยวิธีการลอย - และ - จม (Float and sink) แต่หากมีเงื่อนไขที่จำกัดในการติดตั้งเราอาจใช้วิธีจมท่อเป็นช่วง ๆ โดยก่อนจมให้ติดหน้าจานสำหรับท่อ HDPE (Stub end & Backing ring) และติดตั้งหน้าจานตาบอด (Blind Flange) ที่ปลายท่อทั้งสองด้าน ปล่อยให้ท่อลอย หลังจากนั้นจึงจมท่อท่อนถัดไปโดยทำการขันน็อตเพื่อต่อท่อเข้าด้วยกันโดยนักประดาน้ำ นอกจากนี้อาจใช้วิธี Bottom - pull หรือการลากท่อ ไม่ว่าจะใช้วิธีการใดก็ตาม หลักการที่ใช้ก็ยังคงอิงกับวิธีลอย - และ - จม

วิธีการติดตั้งท่อใต้น้ำแบบอื่น ซึ่งท่อพีอีได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเหมาะสมนั้น รวมไปถึงการติดตั้งท่อบนผิวน้ำแบบชั่วคราวท่อที่ติดตั้งบนผิวดินที่ชื้นแฉะ และท่อที่ใช้ในการขุดลอกท้องน้ำ การออกแบบและการติดตั้งก็จะใช้หลักการเดียวกันกับวิธี ลอย - และ - จม

2.2.1 ขั้นตอนในการออกแบบและติดตั้งโดยวิธีลอย-และ-จม

การวางท่อ HDPE ใต้น้ำโดยทั่วไปจะมีขั้นตอนเบื้องต้นดังนี้

1. เลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อที่เหมาะสม
2. เลือก SDR (อัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกกับความหนา) ของท่อให้เหมาะกับการติดตั้งและใช้งาน โดยคำนึงถึงสภาพการติดตั้งและการใช้งาน
3. เลือกรูปแบบทุ่นถ่วงน้ำหนัก และระยะห่างในการติดทุ่นถ่วงน้ำหนัก เพื่อช่วยในการจมและยึดท่อให้อยู่ในบริเวณที่ต้องการ
4. เลือกจุดที่ใช้ปฏิบัติงาน จัดกองท่อ การเชื่อมท่อ และการลากท่อ
5. เตรียมพื้นที่บริเวณรอยต่อระหว่างพื้นดินและพื้นน้ำ รวมถึงการปรับชั้นพื้นรองท่อ (Bedding)
6. การต่อเชื่อมและการประกอบท่อให้เป็นเส้นยาว
7. การติดตั้งทุ่นถ่วงน้ำหนัก ซึ่งอาจทำร่วมกับขั้นตอนที่ 8
8. การลากท่อที่เชื่อมต่อกันแล้วลงน้ำ
9. การค่อย ๆ จมท่อลงบริเวณแนวที่ต้องการ
10. การปรับพื้นที่บริเวณรอยต่อระหว่างพื้นดินและพื้นน้ำ (Land - to - Water)

2.2.1.1 การเลือกขนาดท่อที่เหมาะสม

การเลือกขนาดท่อเกี่ยวข้องกับการคำนวณขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อที่น้อยที่สุด ที่สามารถรองรับอัตราการไหลที่ต้องการได้ การยืนยันค่าที่ได้จะทำภายหลังจากที่ได้ กำหนด SDR แล้ว ตามข้อ 2.2.2.2 ที่จะกล่าวถึงต่อไป เนื่องจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อจะขึ้นกับขนาดท่อ และ SDR ดังนั้น การเลือกขนาดท่อจะกำหนดโดยท่อที่ถูกเลือกจะต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อที่มีค่าอย่างน้อยเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางการไหลที่คำนวณได้ข้างต้น

2.2.1.2 การเลือก SDR ที่ต้องการ

SDR (อัตราส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกระบุกับความหนา) ของท่อ HDPE จะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ผลิตท่อ MRS (Minimum Required Strength) ซึ่งท่อจะต้องปลอดภัยเพียงพอที่จะสามารถทนต่อแรงดันภายในท่อ ณ อุณหภูมิที่ใช้งาน ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิใช้งาน แฟคเตอร์ส่วนลดแรงดันตาม SDR (อัตราส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกระบุกับความหนา) ในทางปฏิบัติควรพิจารณาอุณหภูมิที่มากที่สุดทั้งภายนอกหรือภายในโดยเลือกค่าที่สูงกว่า

ในการออกแบบ ต้องตรวจสอบว่าแรงดันที่เลือกใช้เพียงพอและปลอดภัยต่อแรงดัน Surge ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ชั่วคราวที่ทำให้เกิดแรงดันที่สูงกว่าแรงดันใช้งานตามปกติ แรงดัน Surge มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นขณะเปิดหรือปิดเครื่องสูบน้ำ หรือระหว่างที่เครื่องสูบน้ำหยุดกะทันหันในภาวะฉุกเฉิน เช่น ไฟฟ้าดับ การหยุดเครื่องสูบน้ำอย่างกะทันหัน ทำให้เกิดการแยกตัวของการไหลส่งผลให้แรงดันลดลงในบางส่วนของระบบท่อเป็นครั้งคราว เนื่องจากท่อใต้น้ำจะถูกแรงกระทำจากแรงดันน้ำ ภายนอกในปริมาณมาก ปรากกฏการณ์การแยกตัวของน้ำบางครั้งอาจนำไปสู่การเกิดแรงดันด้านลบอย่างมาก ควรตรวจสอบว่า SDR (อัตราส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกระบุกับความหนา) ของท่อที่เลือกโดยอ้างอิงจากแรงดันภายในที่มากที่สุดนั้น เหมาะสมและปลอดภัยเพียงพอต่อการทนต่อ Buckling หรือการยุบตัวของท่อ เนื่องจากแรงกระทำด้านลบ (Net negative internal pressure) ที่อาจเกิดขึ้นจากสาเหตุต่างๆ ทุ่นถ่วงน้ำหนักที่ติดตั้งบนท่อ HDPE มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการจมท่อและช่วยเพิ่มความแข็งของท่อ ทำให้เพิ่มความสามารถในการทนต่อการยุบตัวของท่อด้วย ในการออกแบบโดยทั่วไปจะยอมรับข้อดีดังกล่าวเป็นเพียงการเพิ่ม Safety Factor เท่านั้น

2.2.1.3 การเลือกน้ำหนักถ่วง การออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนัก และระยะห่าง

ขั้นตอนการเลือกมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเลือกน้ำหนักถ่วงซึ่งทำให้ท่อลอย

แรงลอยตัว หรือแรงยกตัวในแนวดิ่งที่กระทำกับท่อที่จะจมเท่ากับน้ำหนักของท่อและอุปกรณ์ลบกับน้ำหนักน้ำที่ถูกท่อแทนที่ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$B_P = [W_P + W_C] - W_{DW} \qquad (2.1)$$

เมื่อ B_P = แรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร ของท่อ

W_P = น้ำหนักท่อ, กิโลกรัม/เมตร ของท่อ

W_C = น้ำหนักของอุปกรณ์ประกอบท่อ, กิโลกรัม/เมตร ของท่อ

WDW = น้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยท่อ, กิโลกรัม/เมตร ของท่อ

เนื่องจากความหนาแน่นของ HDPE (960 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ซึ่งเบากว่าน้ำสะอาด (1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ทำให้ท่อ HDPE ลอยน้ำ อย่างไรก็

ตาม แรงยกตัวของท่อส่วนใหญ่เกิดจากอากาศที่อยู่ภายในท่อ ปริมาตรภายในของท่อขึ้นกับความหนาท่อที่ขนาดของท่อที่กำหนด ท่อยิ่งหนาปริมาตรภายในท่อยิ่งน้อย และความหนาท่อขึ้นกับ สมการที่ 2.1 สามารถเขียนได้ใหม่เป็นตามสมการที่ 2.2 แรงลอยตัวรวมสามารถหาได้จากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก, ปริมาตรอากาศในท่อ, ความหนาแน่นของน้ำบริเวณที่จะจมท่อ และ ความหนาแน่นของท่อ และของเหลวที่จะอยู่ในเส้นท่อ

$B_P = V_P . K . W_{LO}$ (2. 2)

$B_N = W_P + (V_{ID} * WLI)$ (2. 3)

WBS = BP - BN (2. 4)

WBD = (L .WBS. wB) / (WB- K . WLO) (2. 5)

เมื่อ Bp =แรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร

VP = ปริมาตรท่อ ลูกบาศก์เมตร/เมตร

K = ค่าตัวคูณลดของแรงลอยตัว (K จากตาราง2.5)

WLO= ความหนาแน่นของน้ำภายนอกท่อ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

BN = แรงต้านแรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร

WP = น้ำหนักท่อ, กิโลกรัม/เมตร

VID = ปริมาตรภายในท่อ,ลูกบาศก์เมตร/เมตร

WLI = ความหนาแน่นของน้ำภายในท่อ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

wB = ความหนาแน่นท่อ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

wB = ความหนาแน่นของทุ่นถ่วงน้ำหนัก, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

wBS = น้ำหนักทุ่นถ่วงในน้ำ, กิโลกรัม

WBD = น้ำหนักทุ่นถ่วงแห้ง, กิโลกรัม

$L_{C.C}$ = ระยะห่างทุ่นถ่วงน้ำหนัก, เมตร

ค่าแรงลอยตัวจะเท่ากับผลของน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยท่อ (W_{DW}) คูณด้วยตัวคูณลดของแรงลอยตัว “K” อันเนื่องจากปริมาตรภายในท่อ ปริมาณอากาศในท่อ และความหนาแน่นของท่อและของของไหลภายในท่อ ค่า “K” แสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ค่าคูณลดของแรงลอยตัว “K” ในสมการที่ 3

ตัวคูณลดของแรงลอยตัว “K”	
แรงลอยตัวปรกติ	1.0
ทะเลสาป,หนองน้ำ, หรือน้ำไหลช้าๆ	1.3
กระแสน้ำไหลแรง, หรือ คลื่น	1.5

ที่มา : Committee Report : Design and Installation of PE Pipe, Journal AWWA, Volume 91, Issue 2, February, 1999

ขั้นตอนที่ 2 เลือกน้ำหนักถ่วงที่มากที่สุดที่ท่อพีอียังสามารถลอยได้

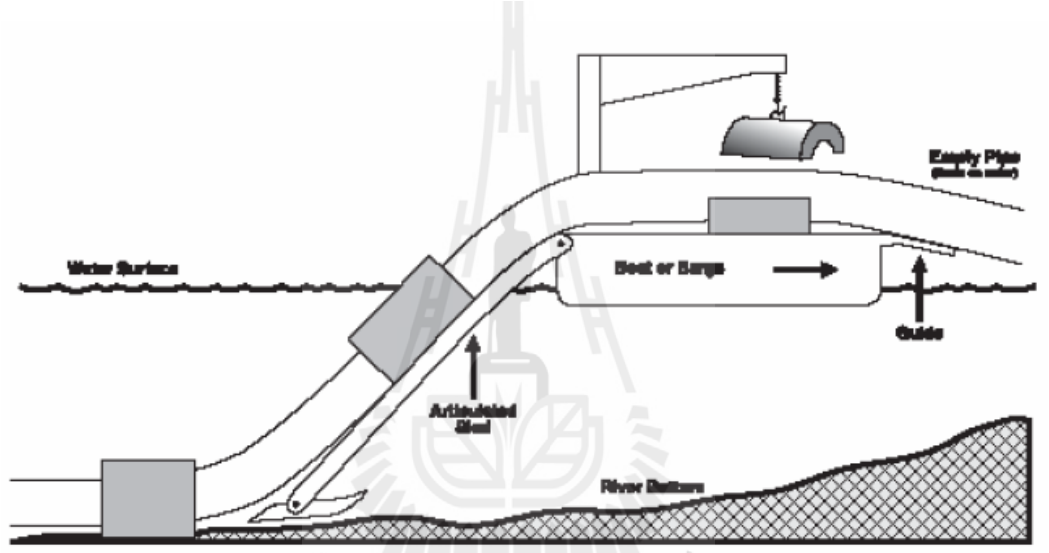
เมื่อมีอากาศอยู่เต็มท่อ HDPE น้ำหนักที่ใช้ในการจมท่อจะเท่ากับ W_{DW} หรือน้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยปริมาตรภายนอกของท่อคูณด้วยค่าคงที่ “K” ค่า “K” จะเกี่ยวข้องกับ SDR และความหนาแน่นของท่อและน้ำจากตารางที่ 2.5 จะเห็นได้ว่าน้ำหนักถ่วงมากที่สุด เมื่อพิจารณาจาก SDR จะอยู่ระหว่าง 57% - 75% ของท่อที่ถูกแทนที่

ขั้นตอนที่ 3 การเลือกน้ำหนักถ่วงที่น้อยที่สุด

Janson, Lars-Eric (1996) โดยทั่วไป น้ำหนักถ่วงท่อจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 25-50 ของน้ำหนักท่อที่ถูกแทนที่ ซึ่งเพียงพอต่อการติดตั้งและจมท่อหลังจากที่เติมน้ำเข้าไปในท่อ การถ่วงน้ำหนักเบาเหมาะสมกับกรณีวางท่อข้ามทะเลสาบที่กระแสน้ำและคลื่นเบาบาง ในขณะที่แรงถ่วงน้ำหนักมากเหมาะสำหรับการติดตั้งในกรณีที่การแสน้ำไหลแรง ในกรณีที่ติดตั้งท่อในสภาพทะเลปกติบริเวณฝั่ง พบว่าการถ่วงน้ำหนักในระดับร้อยละ 70 ของน้ำหนักท่อที่ถูกแทนที่พบว่าเป็นที่น่าพึงพอใจ การถ่วงน้ำหนักในสัดส่วนดังกล่าวก็ยังทำให้ท่อสามารถลอยได้ในกรณีที่มีอากาศเต็มท่อ

Janson, Lars-Eric (1996) สรุปเกี่ยวกับการวางท่อพลาสติกแบบ Outfall ขนาด 1,000 มิลลิเมตร ในประเทศสวีเดน ที่ความลึกมากว่า 12 เมตร ดังนี้ ท่อถูกถ่วงน้ำหนักร้อยละ 25 ของน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยท่อ และบริเวณ Surf Zone ซึ่งเป็นบริเวณที่ถูกคลื่นกระแทกและมีความลึกปริมาณ 3เมตร น้ำหนักถ่วงที่ใช้เท่ากับร้อยละ 60 ของน้ำที่ถูกแทนที่ บริเวณใกล้ชายฝั่งที่มีคลื่นแรง ท่อควรวางอยู่ในร่องดิน ซึ่ง Janson แนะนำว่าร่องดินควรถูกกลบทับด้วยดินเม็ดละเอียด (Fine-grained soil) ท่อที่ถูกฝังกลบแล้วบางครั้งอาจลอยออกจากร่องดิน ด้วยแรงกระทำจากคลื่น

ที่รุนแรง การถ่วงน้ำหนักท่อที่ร้อยละ 40 ของน้ำที่ถูกแทนที่ช่วยป้องกันการลอยตัวของท่อได้ การติดตั้งทุ่นถ่วงน้ำหนักสามารถทำได้ 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกให้ถ่วงน้ำหนักท่อ ในปริมาณที่ท่อยังสามารถลอยไปยัง จุดที่จะจมท่อได้ หลังจากนั้นจึงติดตั้งทุ่นถ่วงน้ำหนักเพิ่มเติมหลังสิ้นสุดกระบวนการจมท่อ หรืออีกวิธีหนึ่ง คือ การเพิ่มแรงลอยตัวแบบชั่วคราวโดยการใช้ถังเปล่า หรือพลาสติกโฟมแข็งขนาดก้อนใหญ่ หลังจากจมท่อเสร็จแล้วก็ปล่อยอุปกรณ์ดังกล่าวทิ้ง อีกวิธีการหนึ่ง ได้แก่ การติดตั้งทุ่นถ่วงน้ำหนักบนเรือแล้วจึงค่อยๆ เลื่อนท่อลงในน้ำ โดยระวังมิให้ท่อโค้งงอเกินซึ่งอาจทำให้ท่อยุบ (Bucking) ดังแสดงในรูปที่ 2.3

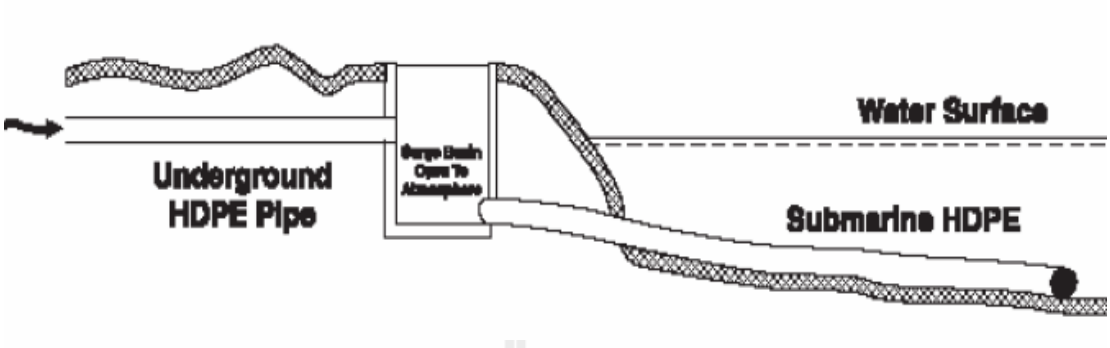


รูปที่ 2.4 การจมท่อที่ถ่วงน้ำหนักที่หนักมากลงจากเรือ

ขั้นตอนที่ 4 การทำให้แน่ใจว่าน้ำหนักที่ต้องทำการถ่วงจะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากอากาศในท่อ

จากค่า “k” ในตารางที่ 2.5 หากท่อที่ถูกถ่วงน้ำหนักร้อยละ 25 ของท่อที่ถูกแทนที่และมีอากาศสะสมภายในเพียงร้อยละ 10 ของปริมาตรภายใน แรงลอยตัวอันเนื่องมาจากอากาศภายในจะลดน้ำหนักที่ถ่วงท่อสุทธิลงเหลือเพียงร้อยละ 15 ค่าที่ลดลงดังกล่าวก็จะส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของท่อที่จะทนต่อกระแสคลื่นและกระแสน้ำ วิธีการหนึ่งที่จะช่วยป้องกันการเข้ามาและการสะสมของอากาศในบริเวณต่าง ๆ ของท่อ Outfall ที่จมน้ำ คือ การติดตั้ง Surge หรือ Drop chamber ในระบบ ดังรูปที่ 2.4 อีกวิธีการหนึ่ง คือการป้องกันไม่ให้มีจุดสูง

ตลอดแนวท่อที่อาจทำให้เกิดการสะสมของอากาศหรือก๊าซขณะที่ไม่มีอัตราการไหลหรืออัตราการไหลต่ำๆ



รูปที่ 2.5 การใช้ Surge Chamber เพื่อป้องกันมิให้อากาศไหลเข้าในท่อ

ในกรณีที่อาจเกิดการสะสมของอากาศหรือก๊าซ ซึ่งอาจเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี และไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ หรือท่ออาจไม่มีน้ำ จำเป็นที่จะต้องเพิ่มทุ่นถ่วงน้ำหนักให้เพียงพอต่อแรงลอยตัวที่อาจเกิดขึ้น และช่วยให้ท่ออยู่ในบริเวณที่ต้องการ

ขั้นตอนที่ 5 การเลือกระยะห่างระหว่างทุ่นถ่วงน้ำหนักที่ติดตั้งบนท่อ

วัตถุประสงค์ในการจำกัดระยะห่างระหว่างทุ่นถ่วงน้ำหนัก จะคล้ายคลึงกับระยะห่างระหว่างจุดรองรับท่อในกรณีวางท่อเหนือดิน ทั้งสองกรณีท่อจะรับ Distributed load ที่กระทำกับท่อ ในกรณีที่ท่อจมใต้น้ำจะเกิดผลกระทบเนื่องจากกระแสน้ำการยกตัว และแรงกระทำจากคลื่น วัตถุประสงค์ในการออกแบบนี้เพื่อจำกัดการแอ่นตัวของท่อ เพื่อที่ว่าความเค้นและความเครียดจากการงอตัวที่เกิดขึ้นในโครงสร้างของท่อจะอยู่ในระดับที่ปลอดภัย นอกจากนี้ ยังช่วยลดโอกาสในการสะสมตัวของก๊าซและอากาศภายในท่อ แรงลอยตัวที่เกิดจากการสะสมของฟองอากาศหากมีมากพออาจเกิดผลกระทบต่อการถ่วงน้ำหนักของท่อ ระยะห่างระหว่างทุ่นถ่วงน้ำหนักจะไม่ถูกจำกัดด้วยการยุบตัวของท่อที่ยอมรับได้ หากยอมให้มีการยุบตัวมากกว่านั้นภายใต้ความเค้นและความเครียดจากการงอตัวที่มากที่สุด ระยะห่างของทุ่นถ่วงน้ำหนักโดยทั่วไปแสดงดังตารางที่ 2.6 เพื่อลดการสะสมตัวของอากาศภายในท่อ ระยะห่างระหว่างทุ่นถ่วงน้ำหนักควรสั้นกว่าที่กำหนด ข้อดีอีกประการหนึ่งของการลดระยะห่างระหว่างทุ่นถ่วงน้ำหนัก ได้แก่ การช่วยกระจายน้ำโหลดให้กับพื้นทะเล ซึ่งจะรองรับแบริ่งได้ปานกลาง ยิ่งไปกว่านั้นระยะห่างที่ลดลงจะช่วยลดโอกาสในการยกตัวของท่อ ช่วยให้กระบวนการจม

ท่อเป็นไปอย่างราบรื่นทำให้สามารถจัดการกับขนาดและน้ำหนักของทุ่นถ่วงน้ำหนักได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 2.6 ระยะห่างโดยทั่วไปของทุ่นคอนกรีตวางท่อ

ขนาดท่อ (มม.) **OD**	**ระยะห่าง (ม.)** **L**
≥ 315	1.5 – 3 m.
355 – 630	2.25 – 4.5 m.
710 – 1600	3 – 6 m.

ที่มา : Committee Report : Design and Installation of PE Pipe, Journal AWWA, Volume 91,1999น้ำหนักของทุ่นถ่วงน้ำหนักที่ต้องการสามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$B_W = \frac{W_S}{L} \tag{2.6}$$

เมื่อ B_W = น้ำหนักของทุ่นถ่วงน้ำหนักในน้ำ, กิโลกรัม

W_S = น้ำหนักถ่วงที่ต้องการจากทุ่นถ่วงน้ำหนัก, กิโลกรัม/เมตร

L = ระยะห่างระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางของทุ่นถ่วงน้ำหนัก, เมตร

น้ำหนักของทุ่นถ่วงน้ำหนักในอากาศ จะขึ้นกับความหนาแน่นของทุ่นถ่วงน้ำหนักเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักที่จะถ่วงด้วยทุ่นถ่วงน้ำหนัก

$$B_A = \frac{\rho_B}{(\rho_B - \rho_W)} \tag{2.7}$$

เมื่อ B_A = น้ำหนักของของทุ่นถ่วงน้ำหนักในอากาศ, กิโลกรัม

ρ_B = ความหนาแน่นของทุ่นถ่วงน้ำหนัก (กรณีคอนกรีตธรรมดา 2304 กก./ลบ.ม., คอนกรีตเสริมเหล็ก 2400 กก./ลบ.ม.)

ρ_W = ความหนาแน่น (น้ำจืด 1,000 กก./ลบ.ม. , น้ำทะเล 1,025 กก./ลบ.ม.)

เนื่องจากน้ำหนักของทุ่นถ่วงน้ำหนักอาจไม่สามารถคาดการณ์ได้ หรือปรับได้ในทางปฏิบัติ จึงสามารถปรับระยะห่างของทุ่นถ่วงน้ำหนักที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว เพื่อให้ได้เปอร์เซ็นต์การถ่วงท่อที่ต้องการ ดังสมการที่ 2.8

$$L = \frac{W_S}{B_a} \frac{\rho_B}{(\rho_B - \rho_W)} \qquad (2.8)$$

ขั้นตอนที่ 6 การออกแบบและก่อสร้างทุ่นถ่วงน้ำหนัก

เพื่อป้องกันการเสียหายของทุ่นถ่วงน้ำหนักขณะยกวาง การประกอบและการเคลื่อนตัวของท่อ HDPE ทุ่นถ่วงน้ำหนักโดยทั่วไปจะผลิตจากคอนกรีตเสริมเหล็ก ทุ่นถ่วงน้ำหนักสามารถทำได้หลายรูปแบบ รูปแบบที่เป็นที่นิยมได้แก่ แบบกลม แบบเหลี่ยม และหกเหลี่ยม เพื่อป้องกันการบิดตัวขณะจมท่อ ทุ่นถ่วงคอนกรีตแบบที่มีพื้นราบเรียบเหมาะสำหรับการจมท่อที่อาจได้รับผลกระทบจากกระแสคลื่น กระแสน้ำ หรือแรงคลื่น เนื่องจากช่วยป้องกันการบิดตัวของท่อเมื่อสภาพดังกล่าวอาจเกิดขึ้น ทุ่นถ่วงน้ำหนักควรจะวางสูงจากพื้นทะเลหรือพื้นน้ำประมาณหนึ่งในสี่ของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ แรงยกตัวที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของน้ำอย่างรวดเร็วจะกระทำในมุมตั้งฉากกับท่อที่วางบนพื้นทะเลหรือพื้นน้ำมากกว่าท่อที่ถูกวางสูงกว่าพื้นในระยะห่างที่มากขึ้นไป แสดงว่าการออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนักทำให้เกิดช่องว่างระหว่างท่อและพื้นท้องน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดแรงยกตัวน้อยกว่า ยกตัวอย่างเช่น การคำนวณที่พัฒนาโดย Janson, Lars - Eric (2003) แรงยกตัวที่เกิดขึ้นในท่อ HDPE ขนาด 315 มม.ที่วางบนพื้นทะเลและถูกกระแสน้ำที่รุนแรงกระทำในทิศทาง 60° ที่ไหลด้วยความเร็ว 3.3 เมตร/วินาที มีค่าประมาณ 66 กิโลกรัม/เมตร ในขณะที่ท่อถูกวางเหนือพื้นทะเล ที่ความสูงหนึ่งในสี่ของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกท่อ แรงยกตัวจะลดลงเหลือเพียง 16.6 กิโลกรัม/เมตร

ทุ่นถ่วงคอนกรีตควรประกอบด้วยชิ้นบนและชิ้นล่างประกบกันโดยมีช่องว่างตรงกลางระหว่างครึ่งบนและครึ่งล่าง ซึ่งจะทำให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในที่ใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อเล็กน้อย เส้นผ่าศูนย์กลางภายในที่ใหญ่กว่านี้เมื่อวางวัสดุที่อ่อนนุ่มไว้ภายในเพื่อป้องกันความเสียหายบนท่อจากทุ่นถ่วงน้ำหนักที่แข็งและยังช่วยป้องกันทุ่นถ่วงน้ำหนักมิให้ไหลรูดลงตามท่อขณะติดตั้ง เนื่องจากผิวท่อพีอีมีความเรียบลื่น ดังนั้นจึงห้ามใช้ฟิล์ม HDPE หรือแผ่น HDPE รองด้านใน วัสดุที่แนะนำให้ใช้ระหว่างกลางโดยหุ้มพันหลาย

รอบ ได้แก่ แผ่นยางหนา 30 มิลลิเมตร หรือ Neoprene sponge sheet หนาประมาณ 6 มิลลิเมตร

วัตถุประสงค์ที่ต้องมีช่องว่างระหว่างทุ่นคอนกรีตทั้งสองส่วนเพื่อช่วยให้คอนกรีตทั้งสองส่วนประกบบนท่อและถูกขันให้แน่น ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางท่อลดลงเล็กน้อยและช่วยเพิ่มการยึดเกาะของทุ่นถ่วงน้ำหนักบนท่อ

จากประสบการณ์ของ Janson, Lars-Eric แสดงให้เห็นว่าในการวางท่อในทะเลขณะคลื่นและกระแสน้ำเป็นปัจจัยสำคัญ ที่ทำให้ท่อกลิ้งหรือบิดตัวได้ ผลกระทบดังกล่าวเมื่อรวมกันกับน้ำหนักของทุ่นคอนกรีตแต่ละชิ้น อาจทำให้เกิดผลกระทบเนื่องจากการบิดตัวของท่อ การติดตั้งลักษณะนี้แนะนำให้ใช้ทุ่นถ่วงน้ำหนักที่ไม่สมมาตร (Asymmetric Ballast) ซึ่งมีครึ่งล่างที่หนักกว่าครึ่งบน

ควรมีหูหิ้วด้านบนและด้านล่างของทุ่นถ่วงน้ำหนัก หูหิ้วและอุปกรณ์ควรเป็นชนิดที่ทนต่อการกัดกร่อน แนะนำให้ใช้สายรัดสแตนเลส หรืออุปกรณ์ขันน็อตที่ทนต่อการกัดกร่อน ระบบการขันน็อตมีความจำเป็นสำหรับท่อขนาดใหญ่กว่า 200 มม. เพื่อสะดวกต่อการขันให้แน่นอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะจมท่อ เนื่องจากน็อตอาจคลายตัวเนื่องจากการคลายความเค้น(Stress relaxation) ของวัสดุท่อ ตัวอย่างของการออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนักที่ประสบความสำเร็จในการใช้งาน

รูปที่ 2.6 ทุ่นคอนกรีตขณะอยู่ที่หน้างานสามารถทำได้หลายรูปแบบ

2.2.1.4 การเลือกสถานที่ในการเก็บท่อการต่อท่อ และการปล่อยท่อ

สถานที่ในการเก็บท่อ การต่อท่อ และการปล่อยท่อควรจะอยู่บนฝั่งใกล้กับพื้นน้ำบริเวณที่จะติดตั้งท่อและใกล้กับจุดที่ท่อจะลงสู่น้ำ รวมถึงสถานที่ดังกล่าวควรง่ายต่อการขนส่ง และการเข้าถึง หากไม่สามารถหาสถานที่ดังกล่าวได้ ท่อควรจะถูกเก็บเชื่อมและถ่วงน้ำหนักที่จุดที่สามารถเข้าถึงได้ แล้วจึงลอยท่อออกไปยังสถานที่ที่จะทำการติดตั้ง ท่อขนาดใหญ่และมีความยาวมากเคยถูกลากจูงไปเป็นระยะทางไกลก่อนการติดตั้ง อย่างไรก็ตาม ข้อควรระวังขณะลากจูงไปควรติดตั้งไฟนำทางในทะเล ควรพิจารณากระแสคลื่น และสภาพอากาศขณะลากจูงด้วย

สถานที่ที่จะติดตั้งบริเวณใกล้น้ำควรจะเป็นพื้นราบเพื่อช่วยให้การตั้งแนวท่อและการเชื่อมท่อทำได้ง่าย และควรมีพื้นที่เพียงพอต่อการติดตั้งทุ่นถ่วงน้ำหนัก สถานที่ที่ติดตั้งควรจะมีพื้นที่มากเพียงพอที่จะกองท่อใกล้กับเครื่องเชื่อมท่อ

พื้นดินหรือบริเวณอื่นที่ท่อจะถูกเคลื่อนลงน้ำควรจะเรียบ และปราศจากหิน ขยะหรือวัสดุอื่นที่อาจทำความเสียหายกับท่อหรือขัดขวางการลากจูงท่อ ขณะลากจูงท่อโดยมีทุ่นถ่วงน้ำหนักติดตั้งอยู่ ควรมีการจัดเตรียมทางลง หรือทางราบเพื่อให้ทุ่นถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่โดยง่ายลงสู่น้ำโดยไม่แขวงตัวเหนือดิน เพื่อช่วยให้ท่อลอยได้อย่างอิสระ ควรปิดปลายท่อเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเข้ามาในท่อก่อนที่จะปล่อยท่อออกสู่น้ำ

2.2.1.5 การเตรียมพื้นที่รอยต่อระหว่างผิวดิน และผิวน้ำ และแนวร่องท่อใต้น้ำ

ก่อนที่จะเริ่มจมท่อควรจะมีการเตรียมแนวที่จะวางท่อระหว่างจุดที่ท่อออกจากฝั่ง และจุดแรกที่ท่อจะถูกจมโดยไม่ต้องมีอะไรปกคลุม แนววางท่อต้องมีความลึกและยาวมากพอที่จะป้องกันท่อจากกระแสคลื่น และการจราจรทางน้ำ ถ้าหากไม่มีการถ่วงน้ำหนักท่อเข้าไปอย่างน้อยร้อยละ 40 ท่อที่วางอยู่ในช่วงเชื่อมต่อของผิวดินและผิวน้ำที่ถูกกลบด้วยทรายอาจลอยขึ้นมาได้ถ้าเกิดคลื่นแรง วิธีหนึ่งที่ใช้ป้องกันมิให้เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวคือ การออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนักแบบเพิ่มพูน หรือจะใช้วัสดุฝังกลบตามที่กำหนดใน ASTM D2774 ข้อกำหนดนี้ให้วัสดุรองท่อและวัสดุฝังกลบที่มีขนาดอยู่ในช่วง 0.5 - 1.5 นิ้ว ขึ้นกับขนาดเส้นท่อ อย่างไรก็ตาม อาจจำเป็นต้องใช้วัสดุฝังกลบที่มีขนาด 1.5 - 4 นิ้ว ทับอีกทีเพื่อป้องกันการเคลื่อนของชั้นหินที่ฝังกลบ การป้องกันและรักษาเสถียรภาพในการ

วางท่อนั้นอาจเพิ่มมากขึ้นได้โดยการใช้ชั้นหินหนา 1 - 2 ฟุต ทับแนววางท่อหลังจากเสร็จสิ้นการติดตั้ง

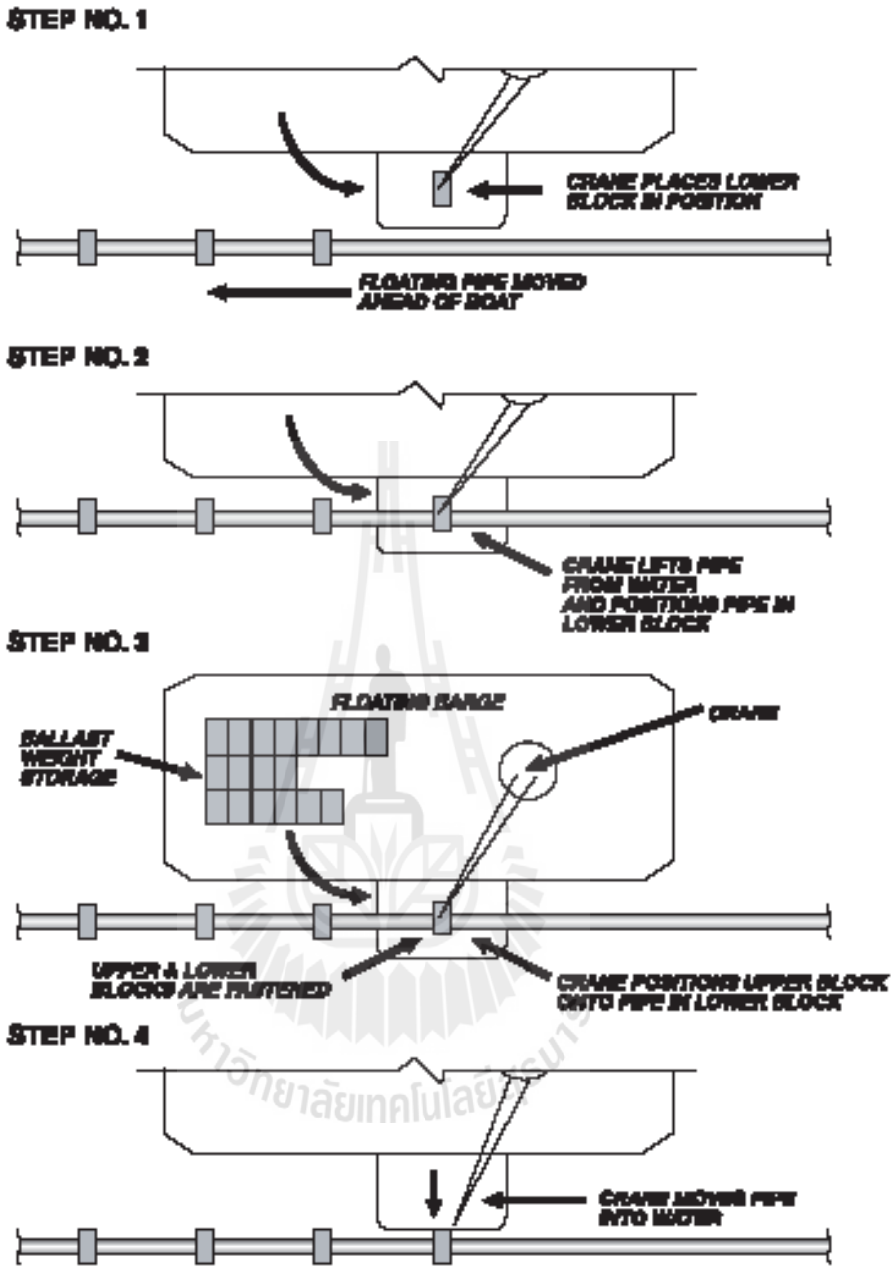
ในการเตรียมแนวรองท่อใต้น้ำนั้น โดยทั่วไปไม่จำเป็นต้องมีการขุดลอก เนื่องจากทุ่นถ่วงน้ำหนักทำหน้าที่ถ่วงให้ท่ออยู่ที่พื้นน้ำ โดยหลักการแล้วท่อจะต้องไม่สัมผัสหรือวางบนหินขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงต้องทำการย้ายหินขนาดใหญ่ออกจากแนวที่จะสัมผัสกับท่อ และในบริเวณรอบ ๆ ท่อทั้ง 2 ข้าง เป็นระยะ 3 เท่าของขนาดท่อด้วย

2.2.1.6 การต่อเชื่อมและการประกอบท่อให้เป็นเส้นยาว

การเชื่อมท่อแบบเชื่อมชน (Butt fusion) ต้องทำโดยบุคลากรที่ผ่านการฝึกอบรมและใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสม พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเชื่อม เช่น อุณหภูมิ แรงดัน เวลาที่ใช้ ควรเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตท่อ หลังจากเสร็จสิ้นการเชื่อมท่อในแต่ละช่วง ปลายท่ออีกด้านก็จะถูกเคลื่อนลงสู่ทะเล ท่อควรถูกเคลื่อนลงน้ำโดยใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมโดยจะต้องไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อท่อ หรือปลายท่อ

ทุ่นถ่วงน้ำหนักควรติดก่อนที่ท่อจะลงน้ำ หรืออาจถูกติดขณะที่ลอยอยู่บนผิวน้ำโดยที่ติดบนเรือ ดังรูปที่ 2.7

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.7 การติดตั้งทุ่นถ่วงน้ำหนัก บนเรือ Barge หรือ Raft

2.2.1.7 การติดตั้งทุ่นถ่วงน้ำหนัก

เนื่องจากขั้นตอนการเชื่อมท่อใช้เวลาน้อยกว่าการติดตั้งทุ่นถ่วงน้ำหนักจึงสามารถลดระยะ เวลาในขั้นตอนหลังได้โดยเพิ่มจุดทำการติดตั้ง และอาจทำการจัดเตรียมจำนวนทุ่นให้เพียงพอในแต่ละจุด โดยจะต้องมีอุปกรณ์ช่วยยกทุ่นน้ำหนักจากจุดเตรียมทุ่นไปยังท่อ และยกท่อเพื่อให้ทุ่นน้ำหนักอยู่ใต้ท่อ อุปกรณ์นี้ควรสามารถยกและลากท่อลงน้ำได้ด้วย เพื่อให้ท่อที่ถูกถ่วงน้ำหนักเคลื่อนลงน้ำ

โดยมีแรงเสียดทานน้อยที่สุด ควรจะมี Ramp หรือ Skid way ที่เหมาะสมในการติดตั้งทุ่นถ่วงน้ำหนักบนท่อที่ลอยบนน้ำจำเป็นจะต้องมีเรือ Barge หรือ Raft ขนาดใหญ่เพียงพอที่จะบรรทุกอุปกรณ์ยก และทุ่นน้ำหนัก วิธีนี้หรือ Barge จะอยู่คู่กับท่อที่คอยอยู่ ท่อจะถูกยกขึ้นเพื่อทำการติดทุ่นน้ำหนัก หลังจากติดทุ่นเสร็จท่อก็จะถูกยกลงน้ำ และทำการยกท่อส่วนต่อไปขึ้นบนเรือ หรือให้เรือเคลื่อนที่ไปตามแนวท่อ ทั้งนี้บริเวณที่ทำงานควรจะอยู่ใกล้ระดับผิวน้ำให้มากที่สุด เพื่อลดการยกของท่อที่ถ่วงน้ำหนักแล้ว ขั้นตอนในการติดทุ่นถ่วงน้ำหนักมีดังนี้

1. การจัดวางวัสดุลดแรงเสียดทาน/ป้องกันรอบๆ ท่อ ทำได้โดยวางแผ่นรองบนทุ่นถ่วงน้ำหนักครึ่งล่าง และวางแผ่นรองบนท่อก่อนที่จะนำทุ่นน้ำหนักครึ่งบนมาติด
2. ยกท่อและจัดวางทุ่นน้ำหนักครึ่งล่างใต้ท่อ
3. วางท่อบนทุ่นน้ำหนัก
4. วางทุ่นน้ำหนักครึ่งบนลงบนท่อ
5. ติดสายรัด หรือขันน็อตให้ทุ่นน้ำหนักติดอยู่กับท่อ

2.2.1.8 การปล่อยท่อลงสู่น้ำ

ท่อที่จะทำการปล่อยลงสู่น้ำจะต้องทำการปิดปลายทั้ง 2 ก่อน หรือ outlet จะต้องอยู่เหนือระดับน้ำ เพื่อป้องกันมิให้น้ำไหลเข้าเส้นท่อ เมื่อมีการปล่อยท่อเป็นช่วงๆ แล้ว ทำการต่อภายหลัง ท่อทุกช่วงต้องทำการปิดปลายท่อให้เรียบร้อย

น้ำทิ้งที่ลงสู่ทะเลจะถูกปล่อยผ่าน Diffuser โดย Diffuser จะถูกออกแบบเป็นรูปทรงต่างๆ เช่น ตัววาย หรือตัวที หรือท่อที่เจาะรูบนท่อในช่วง 10-2 นาฬิกา หรือท่อที่ติด riser ซึ่งเป็นท่อในแนวดิ่งขนาดเล็กหลายๆ ท่อ โดยปกติ diffuser ถูกออกแบบให้ติดตั้งกับท่อโดยใช้หน้าจาน การติดตั้งสามารถทำก่อนปล่อยท่อลงน้ำหรือติดโดยนักประดาน้ำเมื่อท่อถูกจมเรียบร้อย เมื่อ diffuser ถูกติดก่อนปล่อยท่อจำเป็นจะต้องทำให้ diffuser ลอยเหนือน้ำโดยทำการเพิ่มทุ่นลอย เพื่อป้องกันมิให้น้ำเข้าไปยังช่องต่างๆ ของ diffuser หลังจากที่ท่อจมแล้วก็ทำการปลดทุ่นลอยออก

ต้องมีการระมัดระวังอย่างมากเมื่อทำการจมท่อที่มี Diffuser ติดอยู่ด้วย ขั้นตอนการจมท่อจะทำให้เกิดความเค้น (stress) บนข้อต่อ เช่น หน้าจาน สามทาง ฯลฯ วิธีที่นิยมใช้เมื่อต้องมีการติดตั้ง Diffuser คือ ทำการจมท่อซึ่งติดหน้าจานก่อนและจม Diffuser แยกภายหลัง

ปลายท่อส่วนที่ไม่ต้องต่อกับ Diffuser ควรจะมีการปิดปลายท่อโดยใช้หน้าจานตาบอด ซึ่งประกอบด้วย พีอีสตับเอ็น ซึ่งเชื่อมติดกับปลายท่อ และมีหน้าจานรองรับ อาจมีการเจาะช่องสำหรับท่อขนาดเล็กที่หน้าจานตาบอดเพื่อสำหรับติดตั้งวาล์ว หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อช่วยในการจมท่อ

2.2.1.9 การลากท่อที่เชื่อมต่อกันแล้วลงน้ำ

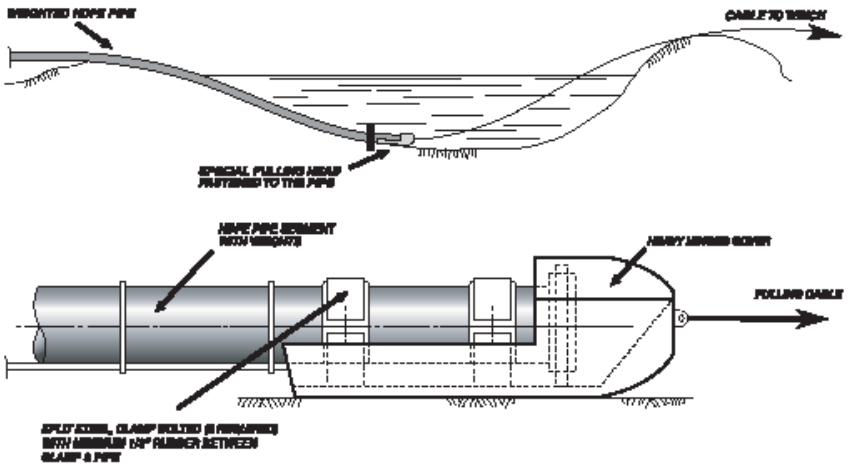
ท่อที่ติดทุ่นถ่วงน้ำหนักแล้ว ควรถูกนำลงใช้โดยใช้ ramp หรือ skid way โดย ramp จะต้องยื่นลงน้ำลึกพอที่จะให้ท่อลอยออกจาก ramp น้ำหนักของทุ่นจะถูกรองรับโดยแรงลอยตัวของท่อ ท่อที่ไม่ได้ติดทุ่นถ่วงน้ำหนักนั้นสามารถนำลงน้ำบนพื้นธรรมดาได้ โดยที่พื้นต้องปราศจากหิน หากไม่สามารถทำได้ให้ใช้ไม้รอง หรือ ลูกกลิ้งไม้รองระหว่างท่อและพื้น

ท่อควรถูกเคลื่อนย้ายโดยใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม ท่ออาจถูกยกและดึงโดยใช้อุปกรณ์ 1 ชุด โดยมีอุปกรณ์อีกชุดทำหน้าที่คอยดันท่อจากบนฝั่ง ท่อควรถูกยกโดยใช้เชือกไนลอน หรือ สลิง (Sling) แบบต่าง ๆ ที่ป้องกันมิให้เกิดแรงกดเป็นจุดบนท่อ ไม่ควรดึงหรือลากท่อ ณ จุดที่มีการเชื่อมต่อโดยใช้หน้าจาน(ดังแสดงในรูปที่ 2.8)

ก่อนที่จะมีการปล่อยท่อลงสู่น้ำควรมีการวางแผนงาน เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของท่อขณะที่ลอยอยู่ และหลบเลี่ยงการจราจรทางน้ำจนกว่าท่อจะพร้อมที่จะถูกจม ในการนี้อุปกรณ์ทางน้ำต่างๆ ที่เหมาะสม เช่น เรือที่มีขนาดแรงลากจูงเพียงพอควรอยู่ในบริเวณพื้นที่ทำงาน อีกวิธีหนึ่งคือ การใช้ Block anchor วางไว้ที่ข้างๆของแนวจมท่อ ในกรณีวางท่อข้ามแม่น้ำก็จะใช้ Cable ยึดที่ด้านตรงข้ามเพื่อคุมตำแหน่งของท่อโดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลาที่น้ำไหลเชี่ยว

รูปที่ 2.8 ท่อที่ยังไม่ได้ถ่วงทุ่นน้ำหนัก กำลังถูกปล่อยไปยังเรือ Barge เพื่อทำการติดทุ่นถ่วงน้ำหนัก

ในการวางท่อข้ามแม่น้ำ เมื่อมีการเดินเรือจะทำให้ไม่สามารถใช้วิธี ลอย และจมท่อได้ วิธีลาก - จูง ดังรูปที่ 2.9 จึงถูกนำมาใช้ เมื่อใช้วิธีนี้ จึงต้องการทุ่นถ่วงน้ำหนักจำนวนน้อยที่เพียงพอให้ท่อเคลื่อนไปตามท้องน้ำ ขณะที่ท่อถูกลากจากฝั่งหนึ่งไปอีกฝั่งหนึ่ง หลังจากเสร็จสิ้นการลากแล้วจึงทำการติดทุ่นน้ำหนักเพิ่มหรืออาจมีการกลบท่อได้ถ้าต้องการ

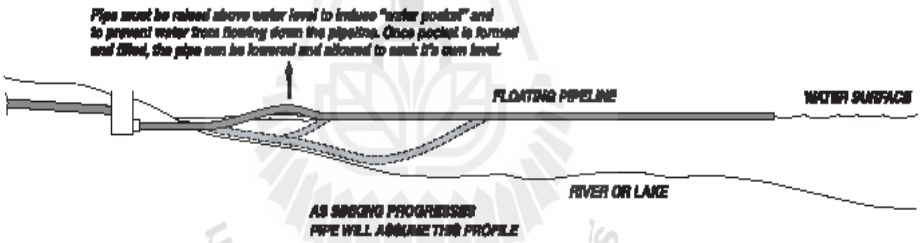


รูปที่ 2.9 วิธีการวางท่อแบบลาก - จูง

2.2.1.10 การจมท่อโดยวิธี ลอย และ จม

ในการเตรียมท่อที่จะจม ขั้นแรกต้องจัดท่อให้อยู่ในแนวที่ต้องการ ขั้นตอนในการจมจะประกอบด้วยการควบคุมปริมาณน้ำที่เติมจากปลายท่อที่อยู่บนบกและการระบายอากาศที่ค้างอยู่ในเส้นท่อจากปลายอีกด้าน การจมเริ่มจากริมฝั่งโดย ท่อค่อยๆจมลงในน้ำโดยการยกท่อที่ลอยอยู่เพื่อทำให้เกิดโพรงอากาศ ในขณะที่น้ำเริ่มเข้ามาในท่อจากด้านริมฝั่งเพื่อเพิ่มน้ำหนักของส้นท่อทำให้โพรงอากาศเคลื่อนออกไป และทำให้ท่อที่อยู่ระหว่างฝั่งและโพรงอากาศนั้นจมลง เมื่อปริมาณน้ำมีมากขึ้นเรื่อยๆ โพรงอากาศจะเคลื่อนออกไปมากขึ้น ท่อจมลงเรื่อยๆ วิธีนี้สามารถควบคุมอัตราการจมของท่อ รวมทั้งลดการงอตัวของท่อและทำให้ท่อปรับตัวตามท้องน้ำ จนได้รับการรองท่อตลอดความยาว (ดังแสดงในรูปที่ 2.10)

ความเสี่ยงในการจมท่อเกิดเมื่อมีการจมท่อเร็วเกินไป ทำให้ท่อเกิดการงอหรือหัก หรือยุบตัว เมื่อท่อโค้งตัวพื้นที่หน้าตัดของท่อจะกลายเป็นรูปวงรี ทำให้ Moment of Inertia ลดลง รวมถึง Bending force ด้วย



รูปที่ 2.10 การยกท่อเพื่อเพิ่มน้ำเข้าในเส้นท่อ

การเกิดรอยย่นบนท่อจะชะลอการจมท่อ และอาจทำให้ความสามารถไหลในเส้นท่อ และการทนต่อการยุบตัวเนื่องจากแรงจากภายนอกลดลง ดังนั้น จึงจำเป็นต้องจำกัดการโค้งตัวของท่อในขณะที่ทำการจมท่อเพื่อป้องกันการเกิดรอยย่น รัศมีความโค้งของท่อที่อาจทำให้เกิดความเสี่ยงขณะโค้งตัวหาได้จาก

$$R_b = D_o \frac{(SDR-1)}{1.12} \qquad (2.9)$$

เมื่อ R_b = Buckling radius การโค้งตัวของท่อ, เมตร

D_o = เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกท่อ, เมตร

SDR = อัตราส่วนมิติของท่อ

= เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ยหารด้วยความหนาท่อต่ำสุด

ความสัมพันธ์ของ Janson สำหรับการหาค่า Minimum Buckling Radius (สมการที่ 2.9) ได้จากหลักเกณฑ์ของการยุบตัว ที่น้อยที่สุดของท่อ อันเนื่องจากการโค้งตัวของท่อร้อยละ 71 และค่าความเครียดที่มากที่สุดที่ผนังท่อร้อยละ 5 ในความเป็นจริงแล้วค่าความเครียดระยะสั้นจะได้ถึงค่าประมาณร้อยละ 7-10 เป็นที่รู้กันว่าวัสดุที่ใช้ผลิตท่อสามารถใช้งานได้เป็นระยะเวลานานที่การเกิดการยืดหยุ่นเป็นวงรี (Ovalization) ในระดับหนึ่งจากการติดตั้งแบบฝังกลบ ค่าในตารางที่ 2.7 เป็นแค่ค่าที่ใช้ในเบื้องต้นสำหรับรัศมีการงอตัวของท่อพีอีในระยะเวลาสั้นขณะที่จมท่อ ผู้ออกแบบสามารถใช้รัศมีการงอตัวที่มากขึ้นเพื่อชดเชยปัจจัยอื่น เช่น คลื่นลมแรง ความถี่ของการติดตุ้มถ่วงน้ำหนัก และตัวแปรอื่นๆ จากการติดตั้ง

ตารางที่ 2.7 ตัวคูณของขนาดท่อเพื่อหาค่ารัศมีของการยุบตัว (Buckling Radius)

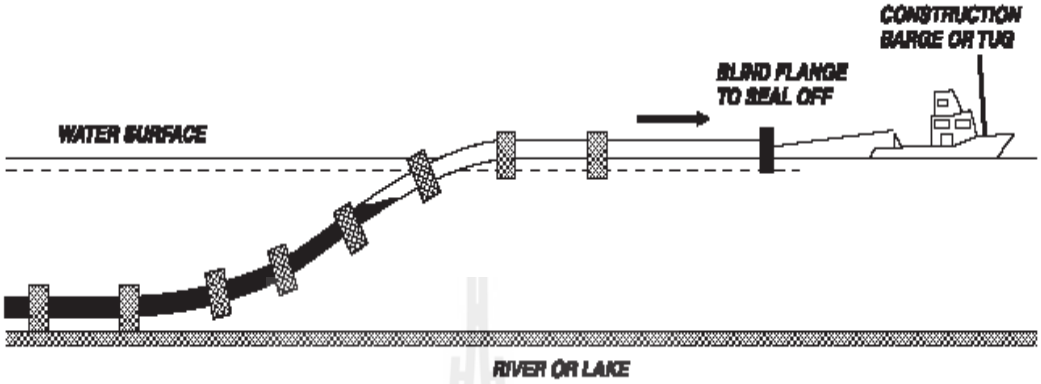
Pipe	**Multiplier***
11	8.9
13.5	11.2
17	14.3
21	17.8
26	22.3
32.5	28.1

เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องควบคุมการปล่อยน้ำเข้าในท่อ เพื่อป้องกันให้การจมท่อไม่ทำให้ท่อเกิดการยุบตัว และทำให้แนวท่อวางตัวลงบนท้องน้ำอย่างเรียบร้อย ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดการยกตัวของท่อเมื่อมีคลื่นแรง จากประสบการณ์ของ Janson, Lars-Eric ที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าการจมท่อที่อัตรา15 ถึง 45 เมตรต่อชั่วโมงนั้นเป็นอัตราที่เหมาะสม ทั้งนี้ควรระวังไม่ให้ท่องอเนื่องจากการหยุดขั้นตอนการจมท่อเป็นเวลานาน ควรปรึกษาผู้ผลิตท่อและวิศวกรผู้ออกแบบเกี่ยวกับการจมท่อเป็นกรณีไป

2.2.2 การลดความเสี่ยงในการเกิด Buckling โดยใช้แรงดึงท่อที่เหมาะสมในการจมท่อ

ในขณะที่น้ำถูกเติมเข้าทางปลายท่อด้านชายฝั่ง อากาศจะต้องสามารถออกจากเส้นท่อในด้านตรงข้ามได้ ในกรณีที่ปลายท่อเป็น Diffuser อากาศจะถูกปล่อยออกทางรูระบายของ Diffuser หากมีการเชื่อมท่อ Diffuser ไว้ก่อนก็จะจำเป็นที่จะต้องเพิ่มแรงลอยตัวเพื่อป้องกันมิให้น้ำเข้าท่อและจมเร็วเกินไป ควรระวังในการติดทุ่นคอนกรีตและจมท่อบริเวณส่วนที่เป็น Diffuser เนื่องจาก

การจมท่อสามารถทำให้เกิดความเค้นบนข้อต่อต่างๆที่ประกอบรวมกันเป็น Diffuser วิธีที่นิยมใช้คือ จมส่วนที่เป็นท่อ และ Diffuser แยกกัน แล้วต่อกันด้วยการใช้หน้าจานโดยนักประดาน้ำ



รูปที่ 2.11 การลากท่อระหว่างขั้นตอนการจมท่อ โดยหลีกเลี่ยงมิให้ท่องอมากเกินไป

เมื่อปลายของท่อที่จะถูกจมมีการต่อด้วยหน้าจาน การไล่อากาศออกจากท่อสามารถทำได้โดยติดวาล์วที่หน้าจานตาบอด เพื่อเป็นการป้องกันมิให้น้ำไหลเข้าไปในท่อนี้ได้ เราสามารถทำการต่อสายหรือท่อที่ช่องระบาย และทำให้ระดับของท่ออยู่เหนือผิวน้ำ เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วจึงให้นักประดาน้ำปลดท่อออก

หากมีปัญหาเกิดขึ้นระหว่างการจมท่อ ตัววาล์วจะช่วยย้อนขั้นตอนต่าง ๆ ได้ สามารถอัดอากาศเข้าไปในท่อเพื่อแทนที่น้ำทำให้ท่อลอย แต่ในการอัดอากาศนี้ก็จำกัดให้ความดันของอากาศไม่เกินครึ่งหนึ่งของความดันที่กำหนดของท่อ

2.2.3 ทางเลือกอื่น ๆ ในการถ่วงน้ำหนักท่อ

ในการจมท่อแบบต่างๆ ตุ้มถ่วงน้ำหนักเพื่อป้องกันการลอยตัวของท่อ สามารถใช้เป็นแบบชั่วคราวได้ เช่น โครงเหล็กที่ยึดด้านนอกของท่อ ซึ่งสามารถเอาออกได้หลังจากที่ได้ทำการถ่วงน้ำหนักแบบถาวรแล้ว ซึ่งการถ่วงน้ำหนักแบบถาวรประกอบด้วยการกลบท่อที่อยู่ในแนวขุด หรือสายรัดที่มีการยึดไว้ หรือวิธีอื่น ๆ

อย่างไรก็ตามพึงระลึกไว้ว่าท่อที่วางบนท้องน้ำจะถูกกระทำโดยแรงยกจากคลื่น หรือกระแสน้ำมากกว่าที่ท่อมีการวางอยู่เหนือระดับดังกล่าว

2.2.4 การเสร็จสิ้นการลากท่อจากแผ่นดินสู่น้ำ

หลังจากท่อได้มีการจมแล้ว ท่อที่วางอยู่ในแนวขุดจะต้องถูกฝังกลบโดยใช้วัสดุและความลึกที่กำหนด

2.2.5 การสำรวจหลังการติดตั้ง

หลังจากเสร็จสิ้นการจมท่อแล้ว ควรที่จะมีการสำรวจแนววางท่อโดยนักประดาน้ำ

1. เพื่อให้มั่นใจว่าแนวท่ออยู่ภายในแนวที่กำหนด
2. ตุ้มถ่วงน้ำหนักตั้งอยู่บนท้องน้ำ และไม่ให้เสี่ยงต่อการยกตัว
3. ท่อไม่วางอยู่บนแนวหินหรือสิ่งอื่นๆที่อาจสร้างความเสียหายให้กับท่อ
4. อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการติดตั้งได้ถูกเคลื่อนย้ายไปหมดแล้ว
5. การกลบท่อเป็นไปด้วยความเรียบร้อย
6. ได้มีการปฏิบัติตามข้อกำหนดอื่นๆในการติดตั้งโดยผู้ออกแบบอย่างครบถ้วน

2.2.6 การติดตั้งท่อในแบบอื่นๆ

เนื่องจากความยืดหยุ่น, น้ำหนักเบา, และความแข็งแรงทนทานของท่อพีอี จึงทำให้ท่อพีอีเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งในการใช้งานทางน้ำประเภทอื่นๆ หลักเกณฑ์เบื้องต้นในการออกแบบและติดตั้งของวิธี ลอยและจมท่อก็สามารถนำมาใช้กับวิธีอื่นๆ

2.2.6.1 การติดตั้งในขณะที่อากาศเย็น

ท่ออาจจะต้องถูกจมบนพื้นน้ำที่แข็งตัว หลังจากทำการเชื่อมท่อแล้วก็จะลากท่อไปยังแนววางท่อ หลังจากนั้นจึงติดตุ้มถ่วงน้ำหนัก แล้วจึงทำการตัดน้ำแข็งที่แนววางท่อเพื่อจมท่อ ขั้นตอนการจมท่อก็จะเป็นไปตามที่กล่าวไว้ก่อนหน้านี้

2.2.6.2 การติดตั้งในบริเวณที่เฉอะแฉะ

การวางท่อบริเวณที่แฉะเป็นการติดตั้งที่ยากแบบหนึ่ง โดยทั่วไปดินที่แฉะจะไม่เป็นฐานรองรับที่มั่นคงซึ่งท่อส่วนใหญ่ต้องการเนื่องจากความยืดหยุ่นและการต่อแบบเชื่อมทำให้ท่อพีอี สามารถปรับตัวให้เข้ากับแนวรองท่อที่ไม่เสมอกัน โดยไม่ข้อต่อเสียหาย ในขณะที่สภาพของดินมีได้หลายแบบ ท่อพีอีก็สามารถปรับตัวเข้ากับดินที่อยู่รอบๆได้ แต่ก็ควรคำนึงถึงสิ่งอื่นๆ เช่น External hydrostatic ของท่ออันเนื่องมาจากการใช้งาน อย่างไรก็ตาม เราสามารถนำจุดเด่นต่างๆของท่อพีอีมาออกแบบระบบท่อที่มีราคาเหมาะสมและใช้งานได้ ซึ่งจะได้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ในบางกรณีระดับน้ำใต้ดินจะทำให้เกิดแรงลอยตัวของท่อ ซึ่งอาจต้องมีการถ่วงน้ำหนักเพื่อชดเชยแรงดังกล่าว

2.2.6.3 ระบบน้ำอัดอากาศ

ท่อพีอีที่ติดตั้งใต้น้ำขนาดเล็กซึ่งถูกเจาะรูบริเวณด้านบนของท่อ จะถูกใช้สำหรับละลายน้ำแข็งบริเวณที่จอดเรือ ฟองอากาศที่ออกจากท่อที่จะทำให้น้ำที่อุ่น

กว่าลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ และละลายน้ำแข็งที่อยู่บนผิว เมื่อมีการใช้งานควรจะมีการถ่วงน้ำหนักท่อ เนื่องจากท่อจะเต็มไปด้วยอากาศ

2.2.6.4 การขุดลอกท้องน้ำ

ท่อพีอีเป็นตัวเลือกที่นิยมในการขุดลอกท้องน้ำ เพราะความยืดหยุ่น น้ำหนักเบา การลอยตัว และความทนทานของท่อ ทำให้มีการใช้ท่อพีอีในการลอกท้องน้ำมาเป็นเวลานานแล้ว ในการใช้งานประเภทนี้จำเป็นที่จะต้องเชื่อมเป็นความยาวพอประมาณ เพื่อให้ท่อสามารถเคลื่อนตัวไปมา ณ จุดที่ทำงานได้ การเชื่อมต่อท่อนี้อาจทำได้โดยใช้หน้าจาน หรือข้อต่อแบบง่ายๆ เพื่อให้ได้ความยาวที่ต้องการ ในขณะดำเนินการขุดลอกท้องน้ำก็อาจเพื่อหรือลดความยาวท่อได้ตามความเหมาะสม การทำงานก็จะขึ้นกับชนิดของตะกอนที่มี ขนาดของการทำงาน และการออกแบบในแต่ละกรณี ทั้งนี้เราใช้การคำนวณเพื่อให้ท่อลอยบนผิวน้ำ และสามารถใช้เรือลากได้ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ชนิดของตะกอน และการออกแบบทุ่นเพื่อช่วยพยุงท่อ

2.2.6.5 ท่อลอยน้ำแบบชั่วคราว

ท่อพีอีถูกนำมาใช้เป็นท่อที่ติดตั้งข้ามแม่น้ำแบบชั่วคราว โดยแรงลอยตัวของท่อพีอีทำให้ท่อลอยอยู่ที่บริเวณผิวน้ำ หลักการออกแบบและติดตั้ง คือ ต้องควบคุมให้ท่ออยู่ในที่ที่กำหนดเมื่อเจอกระแสน้ำหรือคลื่นลม โดยส่วนใหญ่จะใช้เคเบิ้ลยึด โดยจะยึดรอบท่อซึ่งสายเคเบิ้ลจะต้องไม่ไหลเลื่อนไปตามแนวท่อ ซึ่งจะทำความเสียหายให้กับท่อ

2.2.7 บทสรุป

ท่อ HDPE เป็นท่อที่นิยมนำมาใช้ในการติดตั้งทางน้ำ ความแข็งแรงทนทานของท่อรวมถึงวิธีการที่ติดตั้งที่ค่าใช้จ่ายไม่สูง ซึ่งอำนวยความสะดวกในการใช้เป็นระบบระบายน้ำ ระบบสูบน้ำ ท่อส่งน้ำดื่ม หรือท่อระบายน้ำเสียที่ต้องข้ามน้ำ

การเชื่อมท่อแบบเชื่อมชนที่ไว้วางใจได้ รวมถึงข้อต่อท่อหลากหลายชนิดทำให้ผู้ออกแบบมีวิธีการออกแบบได้หลายทาง ซึ่งจะได้ท่อที่ปราศจากการรั่วซึม ซึ่งเหมาะกับการติดตั้งทางน้ำนี้ วิธีการต่อแบบนี้ยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในกรณีการติดตั้งแบบลอยและแบบจมท่อเป็นระยะทางยาวๆ หรือแบบ directional drilling การนำข้อดีต่างๆของท่อพีอีมาใช้ในการออกแบบจะทำให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกวิธีการติดตั้งที่เหมาะสม ที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการใช้เรือ หรืออุปกรณ์พิเศษอื่นๆ และยังช่วยลดผลกระทบต่อการจราจรทางน้ำด้วย

บทความนี้แสดงถึงภาพรวมในการออกแบบสำหรับการใช้งานท่อพีอีทางน้ำ โดยทั่วไป โดยให้ความเข้าใจเบื้องต้นแก่ผู้ออกแบบถึงการใช้งานท่อพีอี การออกแบบที่เฉพาะเจาะจงกว่านี้ อาจต้องขึ้นกับแต่ละกรณีไปจากข้อมูลเบื้องต้นจะเห็นได้ว่าท่อ HDPE เป็นตัวเลือกที่เหมาะสมในการติดตั้งทางน้ำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

การดำเนินงานกรณีศึกษาเฉพาะเรื่องครั้งนี้ ผู้วิจัยจะศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการวางท่อส่งน้ำประปาลอดใต้ทะเล จากอำเภอขนอม - เกาะสมุยจังหวัดสุราษฎร์ธานี รวมทั้งเสนอแนวทางการออกแบบที่เหมาะสม การวางท่อจะทำโดยวิธีลอยและจม (Floating and Sinking method) การวางท่อโดยวิธีดังกล่าวเป็นงานก่อสร้างเฉพาะ ซึ่งบริษัทผู้รับเหมาที่มีประสบการณ์และความพร้อมด้านอุปกรณ์เครื่องจักรมีจำกัด ดังนั้น การประมาณราคาที่ถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งแปรผันอย่างมากกับเทคนิคและขั้นตอนการทำงาน จึงต้องอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานด้านนี้โดยเฉพาะ ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้เป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ความคุ้มทุนในการเลือกโครงการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำประปาในพื้นที่เกาะสมุย เพื่อนำเสนอต่อบอร์ดการประปาหรือผู้มีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบต่อไป

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยขอความร่วมมือจากหน่วยงานต่าง ๆ และจากเจ้าหน้าที่การประปาส่วนภูมิภาคจังหวัดสุราษฎร์ธานี การประปาส่วนภูมิภาคเกาะสมุย

3.2 กำหนดแนวทางการออกแบบ

โครงการวางท่อส่งน้ำลอดใต้ทะเล จากอำเภอขนอม-เกาะสมุยจังหวัดสุราษฎร์ธานี รวมทั้งเสนอแนวทางการออกแบบที่เหมาะสม การวางท่อจะทำโดยวิธีลอยและจม

3.2.1 หาข้อมูลเกี่ยวกับโครงงานวิจัย

3.2.2 ศึกษาวิธีการทำโครงงานวิจัย

3.2.3 จัดทำเค้าโครงงานวิจัย

3.2.4 ทำการรวบรวมข้อมูลและสรุปผลการศึกษา

3.2.5 ดำเนินการออกแบบ

3.2.6 ประมาณราคาค่าก่อสร้าง

3.2.7 จัดทำรายงานและนำเสนอ

3.3 แผนการวิจัย (Research Plan)

ตารางที่ 3.1 แผนการวิจัย (Research Plan)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	ระยะเวลาดำเนินการวิจัย																			
	พ.ย.2555				ธ.ค.2555				ม.ค.2556				ก.พ.2556				มี.ค.2556			
	สัปดาห์				สัปดาห์				สัปดาห์				สัปดาห์				สัปดาห์			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.หาข้อมูลเกี่ยวกับโครงงานวิจัย																				
2.ศึกษาวิธีการทำโครงงานวิจัย																				
3.จัดทำเค้าโครงงานวิจัย																				
4.รวบรวมข้อมูลและสรุปผล																				
5. ดำเนินการออกแบบ																				
6. ประมาณราคาค่าก่อสร้าง																				
7.จัดทำรายงานและนำเสนอ																				

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลและสรุปผลการศึกษาแผนแม่บทและศึกษาความเป็นไปได้โครงการปรับปรุงขยายระบบประปาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี (2553) โดยบริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด และนำข้อมูลมาทำการกำหนดแนวทางและออกแบบท่อส่งน้ำจากจังหวัดสุราษฎร์ธานีสู่เกาะสมุย พร้อมทั้งประมาณราคาค่าก่อสร้าง

4.1 รวบรวมข้อมูลจากแผนแม่บท

4.1.1 ความต้องการกำลังการผลิตน้ำประปา

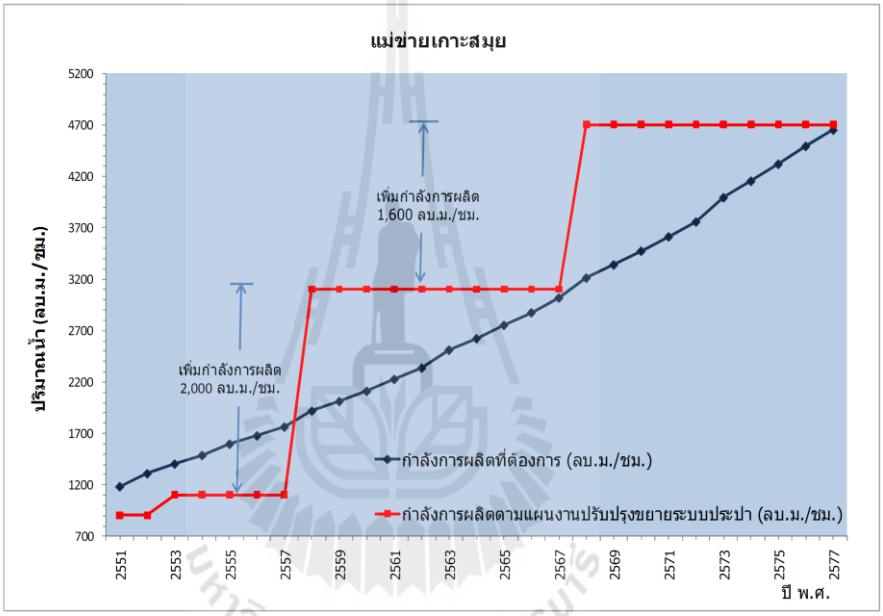
การประปาภูมิภาคสาขาเกาะสมุยมีความต้องการกำลังการผลิตน้ำประปาในปริมาณ 1,763 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2557 ปริมาณ 3,020 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2567 และปริมาณ 4,653 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2567 ในขณะที่ กำลังการผลิตน้ำประปาที่มีอยู่ในปัจจุบันเพียง 904 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ซึ่งได้จาก

- สถานีผลิตน้ำสำนักงาน การประปาสาขาเกาะสมุย 450 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
- สถานีผลิตน้ำ พรุหน้าเมือง 250 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
- สถานีผลิตน้ำ RO บริเวณบ่อผุด 104 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง
- สถานีผลิตน้ำ RO พรุกระจูด 100 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

สถานีผลิตน้ำพรุเฉวงอาจต้องหยุดการผลิตเนื่องจากแหล่งน้ำดิบไม่ได้มาตรฐานสำหรับใช้ผลิตน้ำประปา ทำให้พื้นที่เกาะสมุยอาจประสบกับปัญหาขาดแคลนน้ำถึงประมาณ 2,116 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2567 แต่จากแผนป้องกันระยะสั้นของการประปาภูมิภาคสาขาเกาะสมุยได้เพิ่มกำลังการผลิตน้ำแบบ RO ปริมาณ 200 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง เพื่อบรรเทาการขาดแคลนน้ำ ทำให้กำลังการผลิตน้ำประปาที่ต้องการเพิ่มจากปี พ.ศ. 2552 เท่ากับ 2,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 กำลังการผลิตที่ต้องการและกำลังการผลิตที่ต้องการเพิ่มในปี พ.ศ. 2557 2567 และ 2577 ของ การประปาส่วนภูมิภาค สาขาเกาะสมุย

พื้นที่	กำลังการผลิตที่ต้องการ (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)			กำลังผลิตปี 2552 (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)	กำลังการผลิตที่ต้องการเพิ่ม (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)		
	ปี 2557	ปี 2567	ปี 2577		ปี 2557	ปี 2567	ปี 2577
แม่ข่ายเกาะสมุย	1,763	3,020	4,653	904	859	2,116	3,749



รูปที่ 4.1 กำลังการผลิตที่ต้องการและกำลังการผลิตตามแผนงานปรับปรุง ขยายระบบประปา การประปาส่วนภูมิภาค สาขาเกาะสมุย

4.1.2 แนวคิดทางเลือกของการพัฒนาระบบประปา

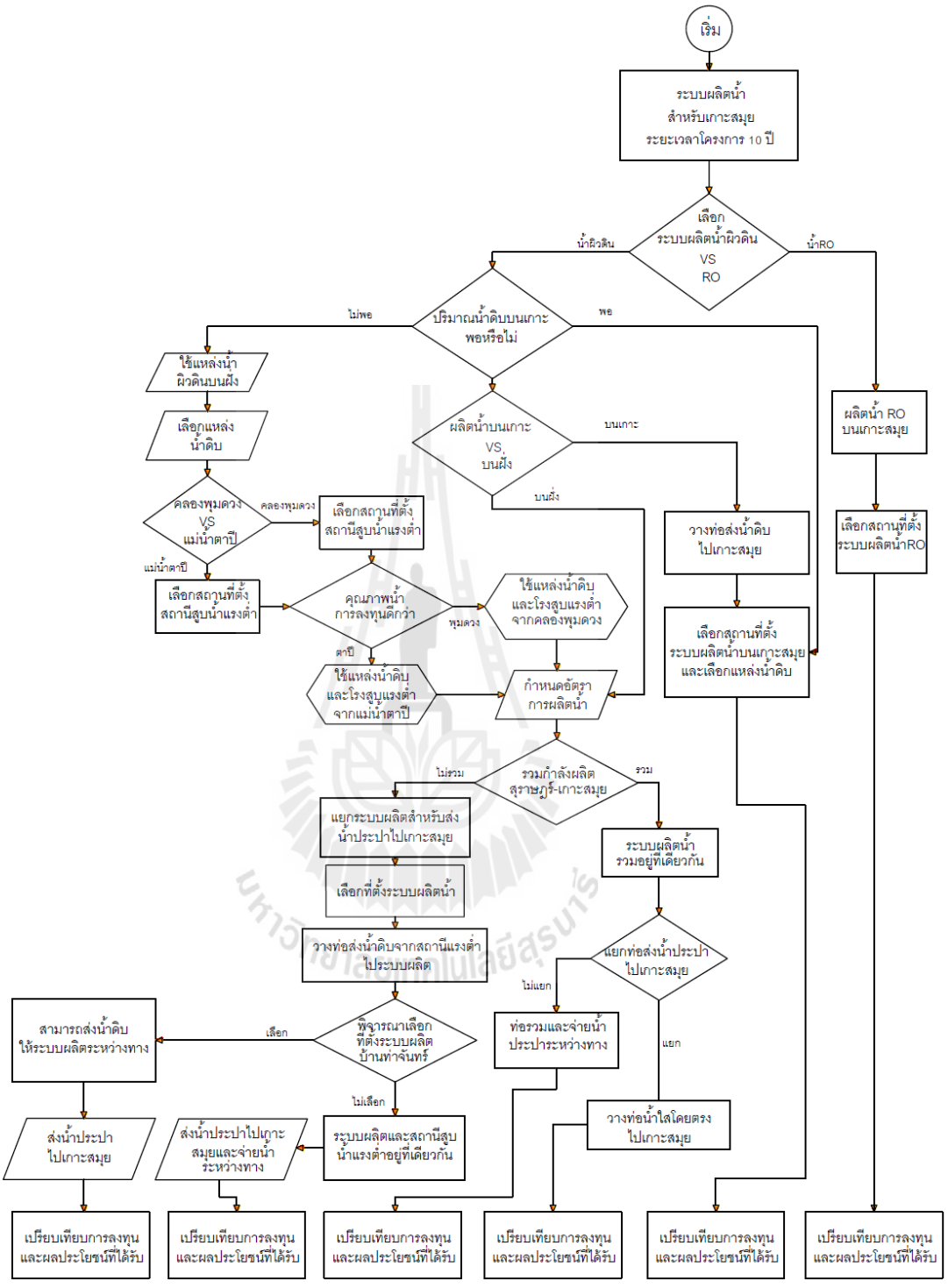
ระบบการผลิตน้ำของเกาะสมุยใช้น้ำดิบแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งจะประสบกับปัญหาขาดแคลนน้ำดิบในช่วงฤดูแล้ง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน เป็นประจำทุกปี เพื่อให้มีปริมาณน้ำที่เพียงพอกับความต้องการของประชาชน การประปาภูมิภาคจึงได้ซื้อน้ำจากบริษัทเอกชนซึ่งผลิตน้ำจากกระบวนการ Reversed Osmosis (RO) ต้นทุนการผลิตน้ำต่อหน่วยอยู่ในเกณฑ์สูงเมื่อเทียบกับระบบผลิตน้ำผิวดิน

สภาพภูมิประเทศที่เป็นเกาะทำให้การจัดหาแหล่งน้ำดิบ เพื่อผลิตน้ำประปามีความยุ่งยาก ถึงแม้ว่าระบบผลิตน้ำผิวดินจะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำ แต่การจัดหาพื้นที่มีความยุ่งยากและ

มีค่าดำเนินการสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การจัดหาที่ดินในพื้นที่ราบเพื่อขุดสระพักน้ำดิบและสำรองน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง ดังนั้นจึงเกิดโครงการศึกษาความเป็นไปได้ของการส่งน้ำจากจังหวัดสุราษฎร์ธานีมายังเกาะสมุย

การส่งน้ำผ่านท่อทางทะเลเป็นไปได้ในสองทางเลือก คือการส่งน้ำประปาที่บำบัดแล้วจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีและส่งไปยังเกาะสมุย และการส่งน้ำดิบจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีเพื่อมาผลิตบนเกาะ ความแตกต่างในการทำงานระหว่าง 2 ทางเลือก คือการกำหนดที่ตั้งของระบบผลิต สถานที่ตั้งของระบบผลิตและแหล่งน้ำดิบเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการลงทุนและประโยชน์ที่จะได้รับและเพื่อให้เกิดความชัดเจนในการกำหนดทางเลือกจึงทำการกำหนดแผนผังทางเลือก การพัฒนาระบบประปา ตามขั้นตอน (Flow Chart) รูปที่ 4.2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.2 แผนผังทางเลือก การพัฒนาระบบประปา การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเกาะสมุย

แผนผังทางเลือกดังกล่าว นำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับกำหนดทางเลือกต่าง ๆ ซึ่งจะได้รับการประเมินเพื่อเปรียบเทียบการลงทุนและผลประโยชน์ที่จะได้รับ โดยเลือกเพียงทางเลือกเดียวที่ใช้การลงทุนที่น้อยที่สุดและให้ผลประโยชน์ตอบแทนสูงสุด

4.1.3 ทางเลือกของการวางท่อส่งน้ำไปเกาะสมุย

แหล่งน้ำดิบในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย 2 แหล่ง คือคลองพุมดวง และแม่น้ำตาปี แม่น้ำตาปีมีข้อด้อยกว่าคลองพุมดวง เนื่องจากแม่น้ำตาปีมีต้นน้ำมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งไหลผ่านชุมชนและมีปริมาณสารแขวนลอยสูง ทำให้น้ำมีความขุ่นมากกว่าคลองพุมดวง ในขณะที่คลองพุมดวงรับน้ำที่ปล่อยออกมาจากการผลิตกระแสไฟฟ้าของเขื่อนรัชชประภาในปริมาณที่เพียงพอและต่อเนื่อง ซึ่งน้ำจากเขื่อนได้ผ่านการตกตะกอนจากการกักเก็บมาแล้วชั่วระยะเวลาหนึ่ง ดังนั้น หากนำมาใช้เป็นแหล่งน้ำดิบจะทำให้สามารถประหยัดสารเคมีได้อย่างมีนัยสำคัญ

เพื่อให้มีความชัดเจนมากขึ้นสำหรับการเปรียบเทียบการวางท่อส่งน้ำซึ่งมีทั้งผลดีและผลเสียระหว่างการส่งน้ำทั้งสองระบบ(น้ำประปาและน้ำดิบ)ในเบื้องต้นทำการพิจารณาเลือกตำแหน่งการก่อสร้างระบบส่งน้ำและระบบผลิตให้อยู่ในบริเวณใกล้เคียงสถานีสูบน้ำตลิ่งชัน เนื่องจากเป็นจุดสูบน้ำที่ใกล้กับถนนหลักและใช้แหล่งน้ำดิบจากคลองพุมดวง

การเปรียบเทียบการลงทุนระหว่างการวางท่อส่งน้ำประปาและท่อส่งน้ำดิบ เป็นการเปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างทั้งสองทางเลือกของโครงการรวมทั้งค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าซึ่งนำไปสู่การเปรียบเทียบการลงทุนระหว่างการวางท่อส่งน้ำจากพื้นแผ่นดินใหญ่ฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีและการใช้ระบบ RO เป็นระบบผลิตน้ำบนเกาะสมุย

การวางท่อระบบส่งน้ำประปาและท่อส่งน้ำดิบไปยังเกาะสมุย สำหรับผู้ใช้น้ำช่วงแรกของโครงการในระยะเวลา 10 ปี มีข้อพิจารณาเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย ตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบของทางเลือก การวางท่อส่งน้ำไปยังเกาะสมุย

ข้อพิจารณา	ทางเลือกที่ 1 การวางท่อส่งน้ำดิบ	ทางเลือกที่ 2 การวางท่อส่งน้ำประปา
1. การจ่ายน้ำ	- สามารถจ่ายน้ำให้ระบบผลิตที่ขาดแคลนน้ำดิบระหว่างทางได้ทั้งระบบผลิตบนเกาะและแผ่นดินใหญ่ - ถ้ามีการปิดท่อซ่อมแซม สามารถใช้น้ำดิบในอ่างเก็บน้ำผลิตน้ำประปาได้	- สามารถจ่ายเป็นน้ำสะอาดเข้าเส้นท่อจ่ายน้ำได้โดยตรงสำหรับชุมชนระหว่างทางหรือสำหรับการประปาที่มีปัญหาการขาดแคลนน้ำในบางฤดูการหรือกรณีฉุกเฉิน

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ข้อพิจารณา	ทางเลือกที่ 1 การวางท่อส่งน้ำดิบ	ทางเลือกที่ 2 การวางท่อส่งน้ำประปา
2. การกักเก็บน้ำ	สามารถนำไปเติมใส่ในอ่างเก็บน้ำที่มีอยู่แล้วบนเกาะสมุยได้โดยตรงเช่นที่พรุกระจูดโดยอาจไม่จำเป็น ต้องสร้างอ่างเก็บน้ำเพิ่มเติม	สามารถนำไปเก็บไว้ในถังน้ำใสของระบบผลิตและจ่ายเข้าสู่ระบบท่อจ่ายน้ำโดยใช้ระบบสูบจ่ายน้ำที่มีอยู่เดิม
3. การสูญเสีย (Loss)	การรั่วไหลในท่อน้ำมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการรั่วไหลของน้ำประปา	-
4. ที่ดิน	ที่ดินบนเกาะมีราคาสูงโดยเฉพาะพื้นที่ราบผืนเดียวกันเพื่อก่อสร้างสระเก็บน้ำและระบบผลิต	สามารถจัดหาที่ดินได้ง่ายและราคาไม่สูง เพื่อสร้างระบบผลิตใหม่ บนแผ่นดินใหญ่
5. ระบบผลิตน้ำประปา	ในกรณีที่ระบบผลิตน้ำของเดิมบนเกาะสมุยขาดแคลนน้ำดิบ สามารถชดเชยระบบเดิมที่ขาดไปได้	ไม่จำเป็นต้องก่อสร้างระบบผลิตน้ำใหม่บนเกาะสมุย ตัดปัญหาเรื่องที่ดินหายากและมีราคาแพง
6. บุคลากรและการดำเนินงาน	ต้องมีบุคลากร สำหรับดูแลระบบผลิตน้ำประปาขนาดใหญ่ บนเกาะสมุย ต้องมีการขนส่งสารเคมีจากฝั่งสุราษฎร์ธานีไปยังเกาะสมุย	เนื่องจากระบบผลิตน้ำอยู่ในพื้นที่สาขาสุราษฎร์ธานี สามารถใช้บุคลากรร่วมกันได้ ลดความยุ่งยากในเชิงการบริหารและประหยัดค่าขนส่งสารเคมี

<u>ทางเลือกที่ 1</u> การจัดส่งน้ำดิบไปยังเกาะสมุยโดยการวางท่อส่งน้ำทางทะเล

กรณีนี้จะเป็นการวางท่อส่งน้ำดิบและระบบการสูบส่งไปยังเกาะสมุยโดยตรง น้ำดิบที่ส่งไปจะจ่ายให้กับระบบผลิตน้ำที่มีอยู่เดิมบนเกาะสมุย ซึ่งประสบกับสภาวะการขาดแคลนในช่วงฤดูแล้ง รวมทั้งให้กับระบบประปาใหม่ที่จะทำการก่อสร้างเพิ่มเติม เพื่อให้มีอัตราการผลิตอย่างพอเพียงสำหรับความต้องการใช้น้ำในระยะเวลา 10 ปี (จนถึงปี พ.ศ.2567)

<u>ทางเลือกที่ 2</u> การวางท่อส่งน้ำประปาไปเกาะสมุย

กรณีนี้เป็นการวางท่อส่งน้ำประปาจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีไปยังเกาะสมุยโดยตรงในปริมาณที่พอเพียงในระยะเวลา 10 ปี ซึ่งต้องการน้ำประปาในปริมาณ 2,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

แหล่งน้ำดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาจากคลองพุมดวง ที่ตั้งของระบบผลิตน้ำประปาจะเป็นตัวแปรที่ควบคุมต้นทุน การศึกษานี้กำหนดตำแหน่งที่ตั้งของระบบผลิตในสองพื้นที่ คือบริเวณหมู่บ้านตลิ่งชัน และบริเวณระหว่างการวางท่อส่งน้ำ

กำหนดที่ตั้งของระบบผลิต อยู่ในบริเวณหมู่บ้านตลิ่งชัน

ในกรณีนี้ ที่ตั้งของระบบผลิตน้ำและโรงสูบน้ำแรงต่ำจะอยู่ในพื้นที่เดียวกันและใช้น้ำดิบจากคลองพุมดวง หากทางเลือกนี้มีความเป็นไปได้ จะต้องทำการจัดซื้อที่ดินเพิ่มเติมบริเวณโรงสูบดิบตลิ่งชันและทำการก่อสร้างระบบผลิตขนาด 2,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง หากรวมปริมาณน้ำประปาที่ผลิตได้จากระบบผลิตน้ำที่จะสร้างขึ้นใหม่นี้กับการประปาสุราษฎร์ธานี ซึ่งสามารถผลิตน้ำประปาได้ในปริมาณ 4,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง กำลังการผลิตรวมจะมีปริมาณมากถึง 6,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง และมีผลต่อการลงทุนในแง่ขนาดกำลังการผลิต (Economy of Scale) นอกจากนี้ การที่ระบบผลิตทั้งสองอยู่ใกล้กันจะช่วยลดบุคลากรในการปฏิบัติงาน ซึ่งจัดเป็นผลประโยชน์ทางอ้อม อย่างไรก็ตาม เพื่อความชัดเจนในการเปรียบเทียบการลงทุน ผู้วิจัยจะคิดเฉพาะค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์จากระบบผลิตน้ำประปาในปริมาณ 2,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

กำหนดที่ตั้งของระบบผลิตอยู่บริเวณระหว่างการวางท่อส่งน้ำ

กรณีนี้เป็นการกำหนดที่ตั้งของระบบผลิตน้ำให้อยู่ระหว่างโรงสูบน้ำแรงต่ำบ้านท่าตลิ่งชันไปตามถนนหมายเลข 417 และทางหลวงหมายเลข 401 คาดว่าการก่อสร้างระบบผลิตน้ำในระหว่างเส้นทางดังกล่าวและวางท่อน้ำดิบมาจากโรงสูบน้ำบ้านตลิ่งชันจะมีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อที่ดินที่ถูกกว่า เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายในการวางท่อส่งน้ำในขนาดที่เท่ากัน (น้ำดิบหรือน้ำประปา)

จากการพิจารณาเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการวางท่อส่งน้ำทั้งสองระบบ จากเอกสารการจัดทำแผนแม่บทและศึกษาความเป็นไปได้ โครงการปรับปรุงขยายระบบประปา ในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี (2553) การก่อสร้างวางท่อส่งน้ำประปาไปเกาะสมุยเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจาก

(1) สามารถหาที่ดินเพื่อการก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาบนฝั่งสุราษฎร์ธานีได้ง่ายและราคาถูกกว่าบนเกาะสมุย
(2) การดูแลและบำรุงรักษาระบบผลิตน้ำประปาบนฝั่งสุราษฎร์ธานีจะสะดวกมากกว่าบนเกาะสมุย ทั้งในด้านการบิหารและการขนส่งสารเคมี
(3) สามารถจ่ายเป็นน้ำสะอาดเข้าเส้นท่อจ่ายน้ำได้โดยตรงสำหรับชุมชนระหว่างทางที่ขาดแคลนน้ำประปา

ในกรณีที่ต้องปิดซ่อมท่อส่งน้ำประปาและจำเป็นต้องหยุดการจ่ายน้ำจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีไปยังเกาะสมุย ผู้ใช้น้ำจะต้องอาศัยน้ำจากระบบผลิตน้ำที่มีอยู่บนเกาะเป็นหลัก การ

ดำเนินงานระบบประปาในช่วงฤดูแล้งควรใช้น้ำประปาจากระบบส่งน้ำเป็นหลัก เพื่อรักษาปริมาณน้ำดิบในอ่างเก็บบนเกาะสมุยไว้ให้มากที่สุด การวางท่อส่งน้ำประปาไปยังเกาะสมุยจะช่วยให้การส่งน้ำประปามีความมั่นคงเพิ่มขึ้น

4.1.4 การเปรียบเทียบการลงทุนระหว่างระบบผลิตน้ำแบบ RO และการวางท่อส่งน้ำทางทะเล

เพื่อให้การกำหนดแนวทางเลือกระหว่างการใช้ระบบการผลิตน้ำแบบ RO ติดตั้งบนเกาะและการนำน้ำจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีผ่านท่อส่งน้ำทางทะเล มีความชัดเจนยิ่งขึ้น แผนแม่บทและศึกษาความเป็นไปได้ โครงการปรับปรุงขยายระบบประปาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี (2553) ได้ทำการวิเคราะห์ในเบื้องต้นเพื่อหาค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างระบบผลิตและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Operation) ของแต่ละแนวทางเลือกมาเป็นตัวเปรียบเทียบ

ปัจจัยที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายในการลงทุนและการดำเนินงานสำหรับแนวทางเลือกในการวางท่อส่งน้ำทางทะเล มีประเด็นที่ควรนำมาพิจารณา ดังนี้

1. ตำแหน่งที่ตั้งของระบบผลิตและที่ตั้งของระบบสูบน้ำแรงต่ำ
2. ความยาวและขนาดของท่อส่งน้ำบนฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี
3. ความยาวและขนาดของท่อส่งทางทะเล
4. ขนาดของระบบการผลิต (Economy of Scale)
5. ที่ตั้งและคุณภาพของแหล่งน้ำ
6. ตำแหน่งที่ตั้งของอาคารรับน้ำที่มีอยู่เดิม เช่นถังน้ำใส และสถานีจ่ายน้ำเป็นต้น
7. ขนาดและที่ตั้งของสถานีสูบน้ำเพิ่มแรงดันระหว่างทาง (Booster Pumps)

ปริมาณน้ำประปาที่นำไปวิเคราะห์ต้นทุนค่าน้ำต่อหน่วย จะใช้ปริมาณน้ำดิบเฉลี่ยรายปี (ลูกบาศก์เมตร/ปี) ที่หักปริมาณผลิตเฉลี่ยที่มีอยู่เดิมบนเกาะสมุย จากการคำนวณดังแสดงในแผนแม่บทและศึกษาความเป็นไปได้โครงการปรับปรุงขยายระบบประปาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี (2553) ปริมาณน้ำผลิตเฉลี่ยรายปีที่ต้องการเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันในปี 2567 เท่ากับ 11.99 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณน้ำผลิตเฉลี่ยรายปีที่ต้องการเพิ่มของระบบประปา การประปาส่วนภูมิภาค สาขาเกาะสมุย

ปริมาณน้ำ	หน่วย	พ.ศ. 2567	พ.ศ. 2577
1. ปริมาณน้ำจำหน่ายเฉลี่ย	ลูกบาศก์เมตร/วัน	38,827	59,826
2. ปริมาณน้ำผลิตจำหน่าย (รวมน้ำสูญเสีย)	ลูกบาศก์เมตร/วัน	51,769	79,768
3. ปริมาณน้ำผลิตบนเกาะเฉลี่ย	ลูกบาศก์เมตร/วัน	15,497	15,497
4. ปริมาณน้ำผลิตที่ต้องการผลิตเพิ่มเฉลี่ย	ลูกบาศก์เมตร/วัน	36,272	64,271
5. ปริมาณน้ำผลิตที่ต้องการผลิตเพิ่มเฉลี่ย	ลูกบาศก์เมตร/ปี	13.24	23.46

ที่มา: สำนักงานประปาอำเภอเกาะสมุย, 2554

4.1.4.1 การวางระบบท่อส่งน้ำไปยังเกาะสมุย

บริษัท ทีม คอนซัลติ้งเอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด ได้กำหนดรูปแบบ (Model) ของระบบท่อส่งน้ำไปยังเกาะสมุยให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำสำหรับวางแผนในปี พ.ศ. 2567 และวิเคราะห์ระบบท่อส่งน้ำโดยใช้โปรแกรมEPANET V.2 โดยกำหนดให้มีองค์ประกอบหลักส่วนต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการสูบส่งน้ำให้สอดคล้องและใกล้เคียงกับข้อเท็จจริง และนำมาจัดทำประมาณการเพื่อหาค่าใช้จ่ายในการลงทุน

การส่งน้ำประปาผ่านระบบท่อส่งน้ำทางทะเลมีองค์ประกอบเบื้องต้นสำหรับประเมินการลงทุนเพื่อการเปรียบเทียบดังนี้

1) องค์ประกอบของระบบท่อส่งน้ำไปยังเกาะสมุย

ระบบท่อส่งน้ำในส่วนบนพื้นดินฝั่งจังหวัดสุราษฎรธานีไปยังเกาะสมุย แสดงดังรูปที่ 4.3 และ 4.4 เริ่มจากระบบสูบน้ำแรงสูงของระบบผลิตไปสิ้นสุดที่บริเวณบ้านท่าจันทร์ ก่อนวางท่อส่งน้ำใต้ทะเลไปยังฝั่งเกาะสมุย และกำหนดให้โรงสูบน้ำแรงต่ำอยู่ในบริเวณบ้านท่าตลิ่งชันและมีจุดปลายทางของท่อส่งน้ำลงบนถังน้ำใสและสถานีสูบน้ำบริเวณบ้านหน้าเมืองของเกาะสมุยรายละเอียดของแนวท่อส่งน้ำและองค์ประกอบของอาคารส่วนต่างๆ ตามแนวท่อแต่ละส่วนมีดังนี้

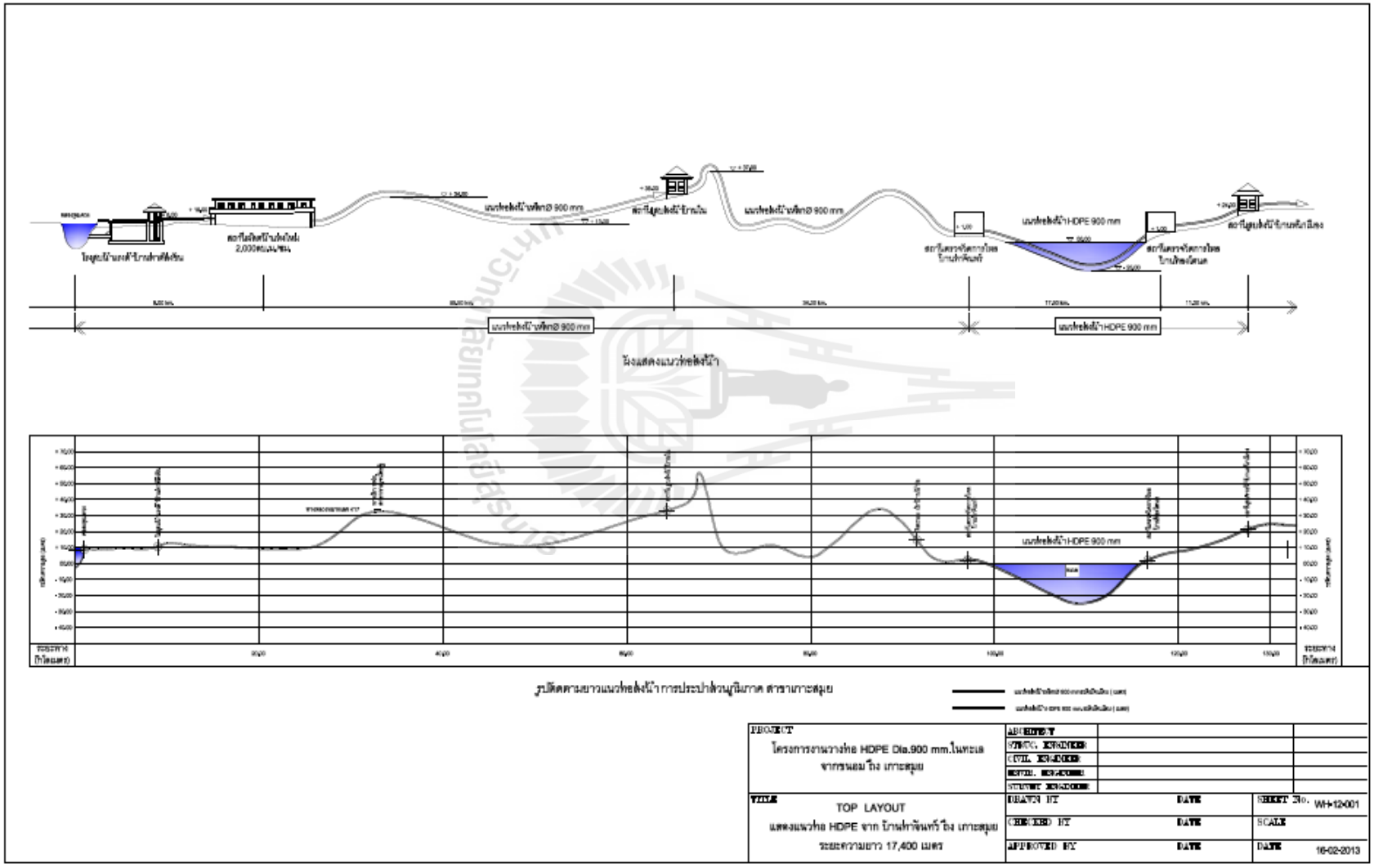
2) แนวท่อส่งน้ำบนฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี

การวางแนวท่อส่งน้ำประปาจากระบบผลิตบริเวณบ้านตลิ่งชันไปยังบ้านท่าจันทร์ ใช้แนววางท่อไปตามถนนสายหลัก โดยจะเลือกเส้นทางที่มีระยะทางสั้นและมีอุปสรรคในการวางท่อน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม ไหล่ทางของถนนบางช่วงที่

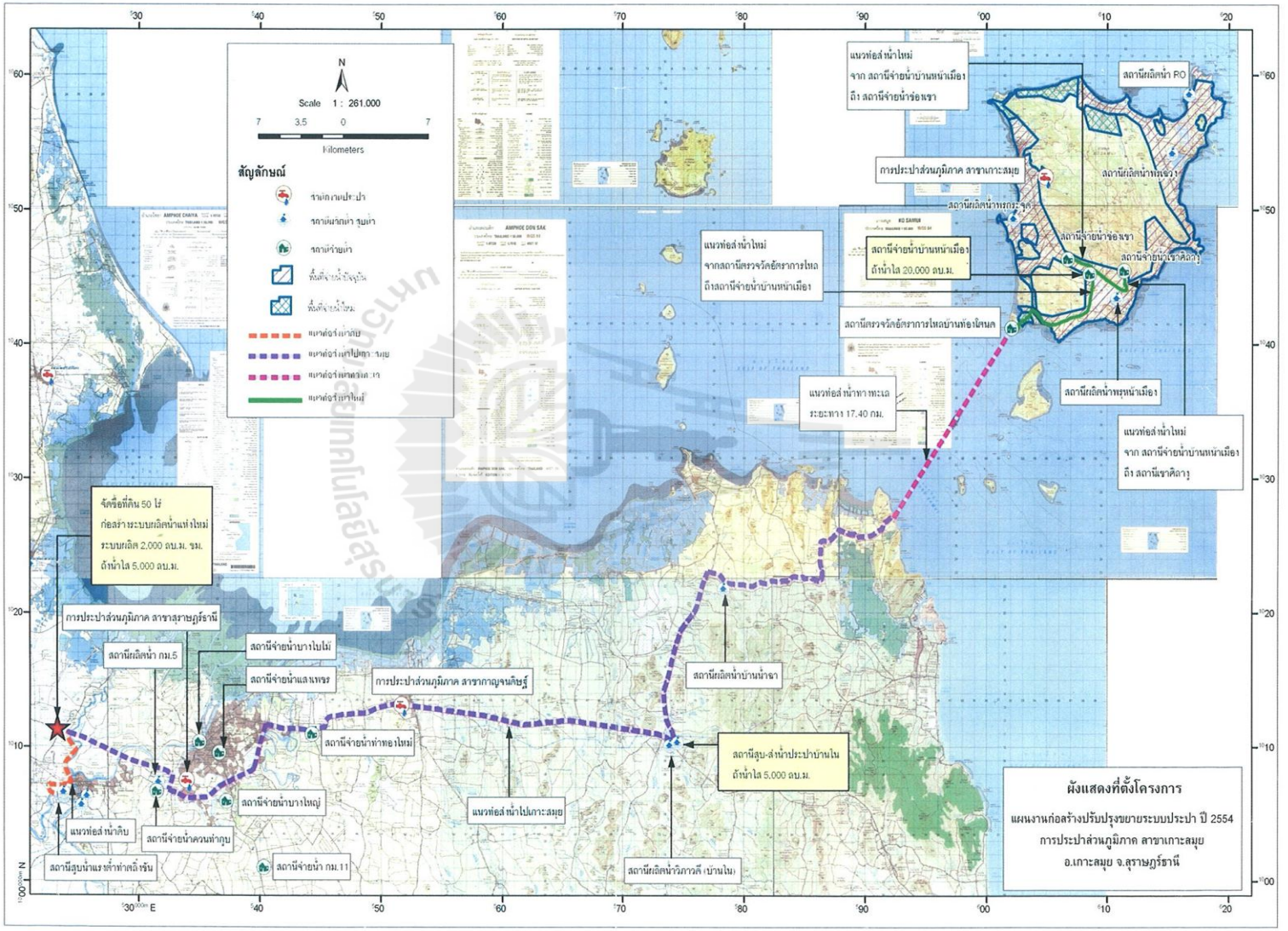
คับแคบและแนวท่อที่มีอยู่เดิมในบางช่วงของถนนเป็นอุปสรรคต่อการก่อสร้าง บริษัท ทีม คอนซัลติ้งเอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด ได้เสนอเส้นทางที่เหมาะสม โดยกำหนดที่ตั้งของระบบผลิตน้ำให้อยู่ระหว่างโรงสูบน้ำแรงต่ำบ้านตลิ่งชัน ไปตามถนนหมายเลข 417 และทางหลวงหมายเลข 401 ไปจนถึงอำเภอกาญจนดิษฐ์ และอำเภอบ้านใน ก่อนวกซ้ายเข้าสู่ถนนหมายเลข 4142 แล้วเลี้ยวขวาเข้าสู่ถนน รพช. หมายเลข 3193 ผ่านบริเวณผลิตน้ำประปาบ้านน้ำฉาไปสุดปลายทางที่บ้านท่าจันทร์ เป็นระยะทางประมาณ 90 กิโลเมตร

ด้วยแรงดันเริ่มต้นที่ค่อนข้างสูง การส่งน้ำจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี จึงต้องใช้ท่อเหล็กเหนียวขนาด 900 มิลลิเมตร เพื่อส่งน้ำในอัตรา 2,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ด้วยความเร็วของน้ำในเส้นท่อโดยเฉลี่ยประมาณ 1 เมตรต่อวินาที

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.3 แนวท่อส่งน้ำและรูปตัดตามยาว การประปาส่วนภูมิภาค สาขาเกาะสมุย



รูปที่ 4.4 แนวท่อส่งน้ำประปาไปเกาะสมุย ตามแนวทางเลือกที่คาดว่าเหมาะสมที่สุด ที่มา: แผนแม่บทโครงการปรับปรุงขยายระบบประปาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี,2553

3) ระบบผลิตน้ำสำหรับการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเกาะสมุย

ในปี พ.ศ. 2567 การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเกาะสมุยจะต้องทำการก่อสร้างระบบผลิตขึ้นอีก 2,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง โดยคาดว่าจะทำการก่อสร้างระบบผลิตน้ำแบบดั้งเดิม ตามแบบมาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค ซึ่งจะมีองค์ประกอบของระบบผลิตโดยสังเขปดังนี้

- ถังตกตะกอนและโรงกรองน้ำ
- ขนาดกำลังการผลิต 2,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง 1 ชุด
- ถังน้ำใสขนาด 5,000 ลูกบาศก์เมตร 1 ชุด
- โรงสูบน้ำแรงสูงขนาด 7 x 20 เมตร 1 หลัง
- โรงสูบน้ำแรงต่ำขนาด 7 x 20 เมตร 1 หลัง
- อาคารชักน้ำและองค์ประกอบ 1 ชุด
- โรงเก็บจ่ายสารเคมีขนาด 14.5 x 36 เมตร 1 หลัง
- บ้านพักขนาด 4 ครอบครัว 1 หลัง
- เครื่องจ่ายสารเคมีพร้อมชุดถังกวน 1 ชุด
- เครื่องจ่ายแก๊สคลอรีนพร้อมอุปกรณ์ 1 ชุด
- ประสานท่อภายในของระบบประปา 1 ชุด
- เครื่องสูบน้ำแรงต่ำขนาด 750 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ส่งน้ำสูง 25 เมตร ขับด้วยมอเตอร์ 100 HP 4 ชุด (สำรอง 1 ชุด)
- เครื่องสูบน้ำแรงสูงขนาด 750 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ส่งน้ำสูง 85 เมตร ขับด้วยมอเตอร์ 355 HP 4 ชุด สำรอง 1 ชุด)

4) ระบบสูบน้ำเพิ่มแรงดันฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี

ระบบท่อส่งน้ำไปยังเกาะสมุยบนฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี เริ่มจากระบบสูบน้ำแรงสูงของระบบผลิตที่จะก่อสร้างบริเวณบ้านท่าตลิ่งชัน ไปสิ้นสุดที่บ้านท่าจันทร์ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการวางท่อส่งน้ำทางทะเล ดังแสดงในรูปที่ 4.3 อาคารสูบน้ำระหว่างทางประกอบด้วยถังน้ำใสและสถานีสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (Booster Pumping Station) บริเวณบ้านใน เพื่อยกระดับแรงดันของการสูบส่งน้ำไปฝั่งเกาะสมุย องค์ประกอบของสถานีสูบน้ำเพิ่มแรงดัน มีดังนี้

- จัดหาที่ดินประมาณ 10 ไร่
- ถังน้ำใสขนาด 5,000 ลูกบาศก์เมตร 1 ชุด
- โรงสูบน้ำแรงสูงขนาด 7 x 20 เมตร 1 หลัง
- เครื่องสูบน้ำแรงสูงขนาด 750 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ส่งน้ำสูง 85 เมตร ขับด้วยมอเตอร์ 355 HP 4 ชุด (สำรอง 1 ชุด)
- ประสานท่อภายในของระบบประปา 1 ชุด
- บ้านพักขนาด 2 ครอบครัว 1 หลัง

5) ท่อส่งน้ำทางทะเล ไปยังเกาะสมุย

การวางท่อส่งน้ำทางทะเลจะเริ่มจากบ้านท่าจันทร์ไปขึ้นฝั่งบริเวณหาดท้องโตนด ซึ่งอยู่บริเวณด้านทิศใต้ของเกาะสมุย แนวการวางท่อดังกล่าวเป็นแนววางท่อส่งน้ำทางทะเล ซึ่งเลือกใช้ท่อ HDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 900 มิลลิเมตร ชั้น PN10 ไปยังเกาะสมุยที่ใช้ระยะทางที่สั้นที่สุด (ประมาณ 17.40 กิโลเมตร) โดยมีจุดเริ่มต้นของแนวท่อห่างจากจุดเริ่มวางท่อสายไฟแรงสูงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไปทางทิศเหนือประมาณ 6 กิโลเมตร แนวขึ้นท่อบนเกาะสมุยเป็นแนวเดียวกับการวางสายเคเบิ้ลใต้น้ำของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (รูปที่ 4.4) ซึ่งได้ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จ

อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้พิจารณาทางเลือกแนวที่ 2 เผื่อไว้เป็นทางสำรอง หากในกรณีที่แนวการวางท่อในทะเลมีอุปสรรคหรือมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยเส้นทางนี้มีจุดเริ่มของการวางท่อส่งน้ำทางทะเลเริ่มจากบ้านท่าจันทร์เช่นเดียวกับเส้นทางที่ 1 โดยวางขนานไปกับแนววางท่อสายไฟแรงสูงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ห่างจากแนวสายไฟฟ้าแรงสูงประมาณ 1กิโลเมตร ทำให้ไม่ต้องวางท่อส่งน้ำคล่อมทับกับแนวสายไฟแรงสูง ไปขึ้นฝั่งบริเวณหาดพังกาของเกาะสมุย แต่เส้นทางดังกล่าวจะมีระยะทางการวางท่อในทะเลยาวกว่าแนวทางที่ 1 ประมาณ 1. 8 กิโลเมตร

6) แนวท่อและองค์ประกอบของระบบท่อส่งน้ำบนฝั่งเกาะสมุย

ระบบท่อส่งน้ำบนฝั่งเกาะสมุยประกอบด้วยแนวท่อขึ้นฝั่งบริเวณหาดท้องโตนดไปตามถนน รพช. หมายเลข สฎ 4051 ทางหลวงหมายเลข 4170 ไปจนถึงจุดตัดกับทางหลวงหมายเลข 4173 บริเวณบ้านหน้าเมือง ดังแสดงในรูปที่ 4.4 บริเวณดังกล่าวจะเป็นที่ตั้งของสถานีสูบแรงสูง เพื่อส่งน้ำไปยังถังน้ำใสบริเวณ

ช่องเขาและจ่ายน้ำขึ้นพื้นที่จ่ายน้ำ ตำบลอ่างทอง ตำบลลิปะน้อย และตำบลตลิ่งงาม สำหรับระบบสูบแรงสูงชุดที่ 2 และจ่ายน้ำไปยังพื้นที่จ่ายน้ำบริเวณตำบลมะเร็ต ตำบลหน้าเมือง ตำบลบ่อผุด และตำบลแม่น้ำ เนื่องจากถังน้ำใสบริเวณเขาศิลางูตั้งอยู่บนพื้นที่สูง การส่งน้ำจำเป็นต้องใช้เครื่องสูบน้ำและวางท่อส่งน้ำขนาด 280 มิลลิเมตร แยกต่างหากเพื่อส่งน้ำไปเก็บสำรองไว้จ่ายเสริมในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน

การวางแผนโครงการเพื่อก่อสร้างระบบการส่งน้ำในปี พ.ศ. 2567 ควรจัดเตรียมเรื่องที่ดินและการออกแบบอาคารเผื่อไว้สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงขยายโครงการในปี พ.ศ. 2577 องค์ประกอบหลักของระบบท่อส่งน้ำฝั่งเกาะสมุย ได้แก่ ถังน้ำใสและระบบสูบน้ำบริเวณทางแยกบ้านหน้าเมือง ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำในถังน้ำใสกำหนดไว้ประมาณ 10 ชั่วโมง เพื่อความมั่นคงและสำรองน้ำไว้ใช้ยามฉุกเฉินหรือกรณีซ่อมท่อที่อาจชำรุดในทะเล

ท่อส่งน้ำและองค์ประกอบของสถานีสูบน้ำมีรายการดังนี้

- ท่อ HDPE ขนาด 900 มิลลิเมตร PN 10 ยาวประมาณ 11 กิโลเมตร
- จัดหาที่ดินประมาณ 12 ไร่
- ถังน้ำใสขนาด 10,000 ลูกบาศก์เมตร 2 ชุด
- โรงสูบน้ำแรงสูงขนาด 7 x 24 เมตร 1 ชุด
- เครื่องสูบน้ำแรงสูงขนาด 650 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ส่งน้ำสูง 75 เมตร ขับด้วยมอเตอร์ขนาด 270 HP ส่งน้ำไปยังถังน้ำใสบนช่องเขา จำนวน 3 ชุด (สำรอง 1 ชุด)
- เครื่องสูบน้ำแรงสูงขนาด 800 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ส่งน้ำสูง 45 เมตร. ขับด้วยมอเตอร์ขนาด 175 HP ส่งน้ำจากถังน้ำใสไปเขตจ่ายน้ำหน้าเมือง จำนวน 3 ชุด (สำรอง 1 ชุด)
- เครื่องสูบน้ำแรงสูงขนาด170ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมงส่งน้ำได้สูง 80 เมตรขับด้วยมอเตอร์ขนาด 75 HP ส่งน้ำจากถังน้ำใสไปถังน้ำใสบนเขาศิลางู จำนวน 1 ชุด (สำรอง 1 ชุด)
- เครื่องจ่ายแก๊สคลอรีนขนาด 10 กิโลกรัม/ชั่วโมง จำนวน 2 ชุด (สำรอง 1 ชุด)

7) ระบบควบคุมการส่งน้ำจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีไปยังเกาะ สมุย

การส่งน้ำประปาไปยังเกาะสมุยเริ่มจากระบบสูบน้ำบริเวณตลิ่งชัน เป็นระยะทางประมาณ130 กม. ตามความยาวของท่อส่งน้ำที่วางผ่าน (Profile) ซึ่งจะผ่านพื้นที่ๆ มีความแตกต่างของระดับการวางท่อในทะเลและการสูบส่งน้ำเป็นระยะทางไกลๆ เช่นนี้จำเป็นต้องใช้แรงดัน (Head) ในการสูบส่งน้ำต้นทางที่สูงมาก การตัดตอนการสูบส่งโดยการใช้สถานีเพิ่มแรงดันระหว่างทางจะทำให้การสูบส่งน้ำขาดความต่อเนื่อง และจำเป็นต้องมีการพักน้ำลงในถังน้ำใส เพื่อให้สามารถสูบส่งต่อเป็นระยะๆ หากอัตราการสูบน้ำจากถังน้ำใสไปยังสถานีถัดไปน้อยกว่าหรือมากกว่าอัตราการส่งน้ำจากต้นทาง ก็จะทำให้เกิดสภาวะน้ำล้นหรือน้ำแห้งถังน้ำใสในสถานีต่างๆ ได้ กรณีดังกล่าวแก้ไขได้โดยการควบคุมการปิด-เปิดเครื่องสูบน้ำหรือปรับความเร็วรอบ เพื่อให้อัตราการไหลของน้ำในระบบส่งน้ำอยู่ในสภาวะสมดุล

เพื่อให้การควบคุมและบริหารการส่งน้ำไปยังจุดหมายเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องนำระบบ SCADA มาใช้ในการควบคุมการสูบส่งน้ำระหว่างสถานีต่างๆ โดยการควบคุมระยะไกลผ่านระบบคลื่นวิทยุย่านความถี่ UHF ของการประปาส่วนภูมิภาค เบื้องต้นกำหนดให้มีศูนย์การควบคุมอยู่ที่สถานีสูบน้ำตลิ่งชัน และมีสถานีลูกข่าย

- ศูนย์ควบคุมการส่งน้ำ (Control Center -Master Station) บริเวณโรงผลิตน้ำตลิ่งชัน
- สถานีลูกข่าย (Slave Station) ควบคุมการผลิตและสูบส่งบริเวณบ้านท่าตลิ่งชัน
- สถานีลูกข่ายระบบส่งน้ำ ระยะไกล ประกอบด้วย
- สถานีสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (Booster Pumps) บริเวณบ้านใน
- สถานีพักน้ำและสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (Booster Pumps) ขึ้นถังน้ำใสช่องเขา บริเวณแยกบ้านหน้าเมือง
- สถานีวัดอัตราการไหลของน้ำบริเวณจุดส่งน้ำบ้านท่าจันทร์และจุดขึ้นฝั่งเกาะสมุย บริเวณหาดท้องโตนด

8) การวิเคราะห์การลงทุนของระบบท่อส่งน้ำไปยังเกาะสมุย

จากข้อมูลและสรุปผลการศึกษาแผนแม่บทและศึกษาความเป็นไปได้โครงการปรับปรุงขยายระบบประปาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี การวิเคราะห์

ด้านการเงิน ค่าลงทุนของระบบท่อส่งน้ำไปยังเกาะสมุย ประกอบด้วยต้นทุนค่าก่อสร้าง 30.62 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษา 9.18 บาทต่อลูกบาศก์เมตรอัตราค่าคืนทุนรวมค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการ เท่ากับ 39.80 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

เมื่อนำต้นทุนค่าน้ำมาคำนวณปรับเป็นรายปี พบว่าอัตราค่าน้ำคืนทุนรวมค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการ เท่ากับ 29.10 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ในปี 2558 และจะเพิ่มขึ้นทุกๆปีตามอัตราเงินเฟ้อ ร้อยละ 3 ต่อปี

4.1.4.2 การใช้ระบบผลิตน้ำแบบ RO บนเกาะสมุย

การนำเอาระบบผลิตน้ำแบบ RO มาใช้เป็นระบบผลิตน้ำบนเกาะสมุยเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่สามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากไม่มีข้อจำกัดทางด้านแหล่งน้ำและสามารถลงทุนปรับปรุงเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตตามขนาดและตำแหน่งต่างๆได้ตามต้องการ อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพื่อติดตั้งระบบ RO และการปฏิบัติงาน โดยรวมแล้วจะมีค่าใช้จ่ายต่อหน่วย น้ำที่ผลิตสูงกว่าระบบผลิตน้ำผิวดิน ซึ่งจะต้องนำมาเปรียบเทียบกับแนวทางเลือกในการนำน้ำที่ผลิตจากผืนแผ่นดินใหญ่โดยท่อส่งทางทะเล ซึ่งเป็นแนวทางเลือกที่มีค่าลงทุน สูงสำหรับระบบท่อส่งน้ำเช่นเดียวกัน

ดังนั้นเพื่อเป็นการกำหนดข้อเปรียบเทียบการเลือกใช้แนวทางการแก้ไขปัญหาทางใดทางหนึ่งระหว่างการใช้ระบบ RO เป็นระบบผลิตน้ำบนเกาะและระหว่างการวางท่อส่งน้ำประปาจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี จึงต้องนำค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่อหน่วยน้ำผลิต(บาทต่อลูกบาศก์เมตร)มาเป็นตัวเปรียบเทียบระหว่างทั้งสองทางเลือกและใช้แนวทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนน้อยที่สุด

1) องค์ประกอบการของระบบผลิต RO

การประเมินการลงทุนเพื่อการก่อสร้างระบบผลิตน้ำ RO สำหรับใช้เป็นแนวทางการเปรียบเทียบมีปัจจัยที่ควรพิจารณาได้แก่การเลือกตำแหน่งที่จะทำการก่อสร้างระบบผลิตและตำแหน่งของระบบสูบน้ำเพื่อนำน้ำทะเลเข้าสู่ขบวนการผลิต ซึ่งมีประเด็นที่ควรพิจารณาได้แก่ คุณภาพของน้ำทะเลที่ปราศจากการปนเปื้อนจากสภาพแวดล้อมและขั้นตอนการนำน้ำทะเลเข้าสู่ขบวนการผลิตโดยใช้วิธีการเจาะบ่อริมชายหาด(Beach Well)หรือจากการสูบน้ำทะเลที่อยู่ห่างจากฝั่ง ซึ่งแต่ละรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะและสภาพพื้นที่และมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่ต่างกัน

องค์ประกอบหลักๆของระบบผลิตน้ำประปาแบบ RO บนเกาะสมุย มีดังนี้

- ถังเก็บน้ำทะเล (Seawater Storage Tank)
- ถังกรองทรายเพื่อกรองสารแขวนลอยและสิ่งสกปรกเบื้องต้นที่ติดมากับน้ำ
- ระบบกรองแบบละเอียดประกอบด้วยเครื่องกรองแบบไส้กรอง (Cartridge Filter) ขนาด 5 ไมครอน เพื่อลดการอุดตันของเยื่อเมมเบรน
- เครื่องสูบน้ำแรงสูงความดันไม่น้อยกว่า 57 บาร์ เพื่อส่งน้ำทะเลเข้าสู่เยื่อเมมเบรนเพื่อแยกโมเลกุลของเกลือแร่ออกจากน้ำทะเล
- ระบบการกรองแบบผันกลับ(Reversed Osmosis) ประกอบด้วยชุดของเยื่อเมมเบรนและอุปกรณ์ควบคุมและระบบตรวจวัดสำหรับควบคุมการผลิต
- อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความดัน (Pressure Exchanger) เพื่อนำความดันที่เหลือในระบบกลับมาใช้ในระบบเพื่อการประหยัดพลังงาน
- ถังน้ำใสเพื่อเก็บน้ำที่ผ่านขบวนการ RO ก่อนสูบจ่ายไปยังผู้ใช้ต่อไป
- ระบบสูบน้ำแรงสูง (Water Distribution Pumps)

การปฏิบัติงานสำหรับระบบ RO นอกจากค่าใช้จ่ายสำหรับทางด้านกระแสไฟฟ้าจะเป็นค่าใช้จ่ายหลักแล้ว ยังต้องมีค่าใช้จ่ายสำหรับการเปลี่ยนเยื่อเมมเบรนซึ่งจะมีอายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณ 5 ปี นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายสำหรับการใช้สารเคมีในขบวนการผลิต เพื่อล้างเยื่อเมมเบรนและปรับสภาพน้ำตามขั้นตอนต่าง ๆ ในระบบ โดยสารเคมีที่ใช้ในระบบได้แก่

- การเติมคลอรีน (Pre Chlorination) เพื่อป้องกันและกำจัดเพลี้ยทะเลและสารอินทรีย์ (Organic Matter) ทำให้ยืดอายุการใช้งานของเยื่อเมมเบรน
- สารช่วยเพิ่มขนาดของเม็ดตะกอน (PAC) ก่อนเข้าสู่ระบบการกรองเพื่อให้สารแขวนลอยรวมตัวเป็นการเพิ่มประสิทธภาพการกรองการกรองให้ดีขึ้น

- การเติมสารเคมีเพื่อป้องกันการอุดตันอันเกิดจากตะกรันในเยื่อเมมเบรน
- การเติมด่างเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด ด่าง (pH) ของน้ำให้เป็นกลาง (น้ำที่ผ่านระบบ RO จะมีค่า pH ประมาณ 5 - 6)
- การเติมคลอรีน (Post Chlorination) เพื่อให้มีคลอรีนคงเหลือก่อนจ่ายให้ผู้ใช้น้ำต่อไป

2) แนวทางการก่อสร้างและติดตั้งใช้งานของระบบผลิตน้ำแบบ RO

ข้อดีของการใช้ระบบผลิต RO เป็นระบบผลิตสำหรับเกาะสมุย คือเป็นระบบที่สามารถนำมาติดตั้งได้ทุกสถานที่ที่มีน้ำทะเลเป็นแหล่งน้ำเพื่อการผลิต และหากเลือกตำแหน่งให้อยู่ใกล้พื้นที่จ่ายน้ำ ก็จะทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการวางท่อส่งน้ำได้ส่วนหนึ่ง อย่างไรก็ตามการทำงานของระบบ RO ควรจะต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่อง หากระบบผลิตหยุดทำงานเป็นระยะเวลานานจะต้องใช้สารเคมีแช่ล้าง เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของเยื่อเมมเบรน ดังนั้นจึงควรวางแผนการติดตั้งระบบ RO ให้สอดคล้องกับความต้องการ การใช้น้ำ (Demand) จากชุมชนและควรทำการติดตั้งในช่วงระยะเวลาที่มีการใช้น้ำใกล้ถึงกำลังการผลิตของระบบที่มีอยู่ (Supply) โดยภายหลังการติดตั้งจะต้องวางแผนการเดินระบบผลิตอย่างต่อเนื่องและพิจารณาการเดินระบบผลิตแบบน้ำผิวดินเป็นระบบเสริม เนื่องจากสามารถหยุดขบวนการผลิตได้เมื่อมีน้ำที่ผลิตเกินความต้องการ (Over Supply) ในช่วงระยะเวลาต่างๆกัน

การกำหนดขนาดของระบบผลิต RO เพื่อเปรียบเทียบการลงทุน

สำหรับการเปรียบเทียบแนวทางการลงทุนเพื่อติดตั้งระบบผลิตน้ำแบบ RO จะกำหนดให้ทำการก่อสร้าง แบ่งเป็นชุด ๆ ละ 500 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

ระบบผลิตน้ำแบบ RO สำหรับติดตั้งบนเกาะสมุยมีองค์ประกอบ ดังนี้

- ระบบผลิตน้ำแบบ RO ขนาดกำลังการผลิต 500 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง พร้อมองค์ประกอบ ภายในอาคาร จำนวน 1 ชุด
- ถังน้ำใสขนาด 3,000 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ชุด
- หอถังสูงขนาด 500 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ชุด
- โรงสูบน้ำแรงสูง 1 หลัง
- ระบบสูบน้ำดิบจากน้ำทะเลรวมระบบกรองและถังเก็บน้ำ 1 ระบบ

3) การวิเคราะห์การลงทุนเพื่อการเปรียบเทียบของระบบผลิตน้ำ RO บนเกาะสมุย

จากข้อมูลและสรุปผลการศึกษาแผนแม่บทและศึกษาความเป็นไปได้โครงการปรับปรุงขยายระบบประปาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี การวิเคราะห์ด้านการเงิน สรุปต้นทุนค่าน้ำสำหรับระบบผลิตน้ำแบบ RO บนเกาะสมุย ประกอบด้วยต้นทุนค่าก่อสร้าง 20.29 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษา 34.09 บาทต่อลูกบาศก์เมตรอัตราค่าคืนทุนรวมค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการ เท่ากับ 54.38 บาทต่อลูกบาศก์เมตร

เมื่อนำต้นทุนค่าน้ำมาคำนวณปรับเป็นรายปี พบว่าอัตราค่าน้ำคืนทุนรวมค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการ เท่ากับ 39.10 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ในปี 2558 และจะเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี ตามอัตราเงินเฟ้อ ร้อยละ 3 ต่อปี

4.1.4.3 การพิจารณาเลือกการลงทุนระหว่างการวางท่อส่งน้ำและระบบผลิตน้ำ RO

จากการพิจารณาต้นทุนสำหรับทางเลือกระหว่างการใช้ RO เป็นระบบผลิตน้ำประปาบนเกาะสมุยและค่าลงทุนสำหรับทางเลือกในการวางท่อส่งน้ำประปาจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีมายังเกาะสมุย เพื่อให้สามารถผลิตน้ำได้ในแต่ละช่วงระยะเวลาในปริมาณที่เท่ากัน โดยใช้ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการคิดต้นทุนติดตั้งระบบ (Investment Cost) และค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน (Operating Cost) มาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของน้ำประปาสำหรับทั้ง 2 แนวทางเลือก มีข้อเปรียบเทียบสรุปได้ดังนี้

- การวางท่อส่งน้ำประปาจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีมายังเกาะสมุย มีต้นทุนค่าน้ำเริ่มต้น 29 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ. 2558 และปรับขึ้นตามอัตราเงินเฟ้อ
- การผลิตน้ำประปาโดยใช้ระบบ RO บนเกาะสมุย มีต้นทุนค่าน้ำเริ่มต้น 40 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ. 2558 และปรับขึ้นตามอัตราเงินเฟ้อ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์บ่งชี้ว่า แนวทางการวางท่อส่งน้ำประปาจากบนฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีมายังเกาะสมุยเป็นแนวทางที่ลงทุนน้อยกว่าการติดตั้งระบบ RO ดังนั้น แผนการก่อสร้างระบบผลิตในปี พ.ศ. 2567 ในการเพิ่มกำลังการผลิตน้ำประปาของเกาะสมุย เพื่อให้มีน้ำประปาเพียงพอกับความต้องการ การ

ประปาเกาะสมุย ควรเลือกใช้แนวทางการก่อสร้างระบบผลิตน้ำบนฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีและวางท่อส่งน้ำประปาไปยังเกาะสมุย

4.2 สรุปผลการศึกษา

จากแผนแม่บทโครงการปรับปรุงขยายระบบประปาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี สรุปได้ดังนี้

4.2.1 กำลังการผลิตน้ำประปาที่ต้องการเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2558 เท่ากับ 2,000 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

4.2.2 การวางท่อส่งน้ำประปาจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีมายังเกาะสมุย เป็นแนวทางที่ใช้การลงทุนน้อยกว่าการติดตั้งระบบ RO เมื่อพิจารณาอัตราการผลิตน้ำในปริมาณที่เท่ากัน ดังนั้น การประปาเกาะสมุยควรเลือกใช้แนวทางการก่อสร้างระบบผลิตน้ำบนฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีและวางท่อส่งน้ำประปาไปยังเกาะสมุย

4.2.3 ท่อลำเลียงน้ำประปาบนบกใช้ท่อเหล็กเหนียวขนาด 900 มิลลิเมตร เริ่มจากโรงสูบน้ำแรงต่ำบ้านตลิ่งชันไปตามถนนหมายเลข 417 และทางหลวงหมายเลข 401 ไปจนถึงอำเภอกาญจนดิษฐ์ และอำเภอบ้านใน ก่อนวกซ้ายเข้าสู่ถนนหมายเลข 4142 แล้วเลี้ยวขวาเข้าสู่ถนน รพช.หมายเลข 3193 ผ่านบริเวณผลิตน้ำประปาบ้านน้ำฉาไปสุดปลายทางที่บ้านท่าจันทร์ เป็นระยะทางประมาณ 90 กิโลเมตร โดยมีสถานีสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (Booster Pumping Station) บริเวณบ้านใน เพื่อยกระดับแรงดันของการสูบส่งน้ำประปาไปยังเกาะสมุย

4.2.4 งานวางท่อส่งน้ำทางทะเลเริ่มจากบ้านท่าจันทร์ไปขึ้นฝั่งบริเวณหาดท้องโตนดหรือหาดบ้านพังกา ซึ่งอยู่บริเวณด้านทิศใต้ของเกาะสมุย โดยใช้ท่อ HDPE ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 900 มิลลิเมตร ชั้น PN10

4.2.5 ข้อกำหนดของการประปาส่วนภูมิภาคและกรมเจ้าท่า ต้องทำการขุดฝังท่อส่งน้ำทางทะเลโดยหลังท่ออยู่ลึกกว่าระดับท้องทะเลไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร เพื่อหลีกเลี่ยงการเกี่ยวลากของสมอเรือขนาดเล็ก

4.3 การคำนวณการออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนัก

เนื่องจากท่อ HDPE มีความหนาแน่น 960 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเบากว่าน้ำสะอาดที่มีความหนาแน่น 1,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ทำให้ท่อ HDPE ลอยน้ำได้ แม้ว่าจะมีน้ำอยู่เต็มท่อ ท่อ HDPE สามารถเชื่อมต่อเป็นเส้นท่อยาวบริเวณชายฝั่ง ด้วยน้ำหนักที่เบา แม้ว่าจะมีการติดตั้งตัว

ถ่วงน้ำหนัก ท่อก็ยังสามารถลอยน้ำอยู่ได้ในสภาวะที่มีอากาศภายในท่อ ทำให้สามารถใช้เรือลากท่อไปยังบริเวณที่ต้องการติดตั้งได้ เมื่อปล่อยน้ำเข้าสู่เส้นท่อเพื่อแทนที่อากาศภายในท่อ ท่อพร้อมตัวถ่วงน้ำหนักก็จะจมลง

Janson, Lars-Eric (2003) กล่าวว่าน้ำหนักถ่วงท่อในช่วงกลางทะเล ซึ่งมีความเร็วกระแสน้ำต่ำถึงปานกลาง ควรมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 25-50 ของน้ำหนักท่อที่ถูกแทนที่ ซึ่งเพียงพอต่อการติดตั้งและจมท่อหลังจากที่เติมน้ำเข้าไปในท่อ การถ่วงน้ำหนักเบาเหมาะสมกับกรณีวางท่อข้ามทะเลสาบที่กระแสน้ำและคลื่นเบาบาง ในขณะที่ การถ่วงน้ำหนักมากเหมาะสำหรับการติดตั้งในกรณีที่การแสน้ำไหลแรง ในกรณีที่ติดตั้งท่อในสภาพทะเลปกติบริเวณฝั่ง การถ่วงน้ำหนักในระดับร้อยละ 70 ของน้ำหนักท่อที่ถูกแทนที่ ได้รับการยอมรับว่าเหมาะสม การถ่วงน้ำหนักในสัดส่วนดังกล่าวยังทำให้ท่อสามารถลอยได้ในกรณีที่มีอากาศเต็มท่อ

การเลือกน้ำหนักถ่วง การออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนัก และระยะห่าง

ขั้นตอนการเลือกน้ำหนักถ่วงซึ่งทำให้ท่อลอย

$$B_P = [W_P + W_C] - W_{DW}$$

เมื่อ B_P = แรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร ของท่อ

WP = น้ำหนักท่อ, กิโลกรัม/เมตร ของท่อ

WC = น้ำหนักของอุปกรณ์ประกอบท่อ, กิโลกรัม/เมตร ของท่อ

W_{DW} = น้ำหนักของน้ำที่ถูกแทนที่ด้วยท่อ, กิโลกรัม/เมตร ของท่อ

$$B_P = V_P . K . WLO$$

$$BN = WP + (VID . WLI)$$

$$WBS = BP - BN$$

$$WBD = (L . W_{BS} . W_B) / (W_B - K . W_{LO})$$

ข้อกำหนดการออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนัก

OD	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกท่อ	=	900	มิลลิเมตร
e	ความหนาของท่อ	=	53.4	มิลลิเมตร

SDR อัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกกับความหนาท่อ = 17

K	ค่าตัวคูณลดของแรงลอยตัว	=	1.5	
W_{LO}	ความหนาแน่นของน้ำทะเลภายนอกท่อ	=	1025	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
W_{LI}	ความหนาแน่นของน้ำภายในท่อ	=	1000	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
W_B	ความหนาแน่นของทุ่นถ่วงน้ำหนัก	=	2400	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
W_P	น้ำหนักท่อ, กิโลกรัม/เมตร	=	142.38	กิโลกรัม/เมตร

$ID = (OD-2*e)$ = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ ,มิลลิเมตร

$V_P = PI/4 * OD^2$ = ปริมาตรภายนอกท่อ,ลูกบาศก์เมตร/เมตร

$V_{ID} = PI/4 * (ID)^2$ = ปริมาตรภายในท่อ,ลูกบาศก์เมตร/เมตร

B_N แรงต้านแรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร

% ปริมาณอากาศภายในท่อเมื่อเทียบกับค่าแรงลอยตัว

$L_{C.C}$ (c:c Distance between weights) = ระยะห่างทุ่นถ่วงน้ำหนัก, เมตร

B_p = แรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร

K = ค่าตัวคูณลดของแรงลอยตัว (K จากตาราง2.5)

BN = แรงต้านแรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร

VID = ปริมาตรภายในท่อ,ลูกบาศก์เมตร/เมตร

WLI = ความหนาแน่นของน้ำภายในท่อ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

WLO = ความหนาแน่นของน้ำภายนอกท่อ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

WBL = ความหนาแน่นท่อ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

WB = ความหนาแน่นของทุ่นถ่วงน้ำหนัก, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

WBS = น้ำหนักทุ่นถ่วงในน้ำ, กิโลกรัม

WBD = น้ำหนักทุ่นถ่วงแห้ง, กิโลกรัม

การออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนักจะแบ่งเป็น 2 ช่วง

1) ช่วงกลางทะเล ระดับความลึกมากกว่า 3 เมตร น้ำหนักถ่วงท่อจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 25-50 ของน้ำหนักท่อที่ถูกแทนที่
2) บริเวณชายฝั่ง (Surf Zone) ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้ชายฝั่งที่มีคลื่นกระแทกแรง มีความลึกน้อยกว่า 3 เมตร (ระยะทางประมาณ 300 เมตร จากฝั่ง) น้ำหนักถ่วงท่อจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 65 - 70 ของน้ำหนักท่อที่ถูกแทนที่

ตารางที่ 4.4 การคำนวณการออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนัก ช่วงกลางทะเล

Concrete Weight in Submersion Installation

โครงการ : งานวางท่อส่งน้ำประปาลอดใต้ทะเล (ช่วงกลางทะเล) 01-Mar-13

มาตรฐานการผลิตท่อ **มอก** 982-2533 **วัสดุผลิต** **PE 100**

OD = เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกท่อ ,มิลลิเมตร	**900**	มิลลิเมตร
e =ความหนาของท่อ ,มิลลิเมตร	**52.9**	มิลลิเมตร
ID = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ ,มิลลิเมตร	**794.1**	มิลลิเมตร
SDR = อัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกกับความหนาท่อ	**17**	
K = ค่าตัวคูณลดของแรงลอยตัว (K จากตาราง2.5)	**1.5**	
W_{LO} = ความหนาแน่นของน้ำภายนอกท่อ	**1025**	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
W_{LI} = ความหนาแน่นของน้ำภายในท่อ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	**1000**	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
Wp = ความหนาแน่นของวัสดุท่อ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	**960**	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

B_p = แรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร	$B_P = V_P \cdot K \cdot w_{LO}$	=	978.12	กิโลกรัม/เมตร
W_p = น้ำหนักท่อ, กิโลกรัม/เมตร		=	142.38	กิโลกรัม/เมตร
B_N = แรงต้านแรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร	$B_N = w_P + (V_{ID} \cdot w_{LI})$	=	637.67	กิโลกรัม/เมตร
W_{BS} = น้ำหนักทุ่นถ่วงแห้ง, กิโลกรัม	$W_{BS} = B_P - B_N$	=	340.45	กิโลกรัม/เมตร
$L_{C.C}$ = ระยะห่างทุ่นถ่วงน้ำหนัก, เมตร		=	3	เมตร
w_B = ความหนาแน่นของทุ่นถ่วงน้ำหนัก, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร		=	2400	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
W_{BD} = น้ำหนักทุ่นถ่วงแห้ง, กิโลกรัม	$W_{BD} = \frac{L \cdot W_{BS} \cdot w_B}{(w_B - K \cdot w_{LO})}$	=	947	กิโลกรัม/หน่วย
ปริมาตรทุ่นถ่วงน้ำหนัก		=	0.3947	ลูกบาศก์เมตร /หน่วย
% ปริมาณอากาศภายในท่อเมื่อเทียบกับค่าแรงลอยตัว		=	34.42%	

Dimension of Concrete Weight (Circular shape)

เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ทุ่นถ่วงน้ำหนัก, (D)	=	910.00	มิลลิเมตร
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ทุ่นถ่วงน้ำหนัก, (X)	=	1500.00	มิลลิเมตร
ความหนา ทุ่นถ่วงน้ำหนัก ,มิลลิเมตร,, (T)	=	375.00	มิลลิเมตร
When; Concrete is not full in shape	=	5.0%	
ปริมาตรทุ่นถ่วงน้ำหนัก ออกแบบ	=	0.3980	ลูกบาศก์เมตร
น้ำหนัก ทุ่นถ่วงน้ำหนัก ออกแบบ	=	955	กิโลกรัม
		O.K.	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.5 การคำนวณการออกแบบทุ่นถ่วงน้ำหนัก บริเวณ Surf zone

Concrete Weight in Submersion Installation

โครงการ : งานวางท่อส่งน้ำประปาลอดใต้ทะเล (ช่วงชายฝั่ง Suft Zone) 01-Mar-13

มาตรฐานการผลิตท่อ มอก 982-2533 วัสดุผลิต **PE 100**

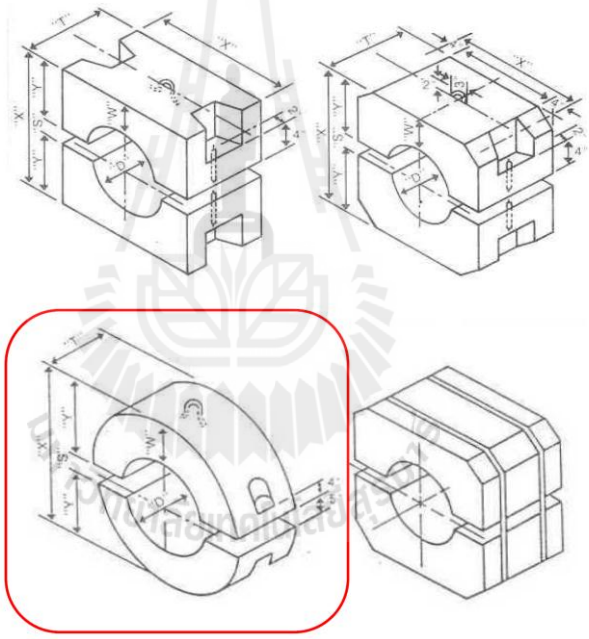
OD = เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกท่อ ,มิลลิเมตร	**900**	มิลลิเมตร
e =ความหนาของท่อ ,มิลลิเมตร	**52.9**	มิลลิเมตร
ID = เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ ,มิลลิเมตร	**794.1**	มิลลิเมตร
SDR = อัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกกับความหนาท่อ	**17**	
K = ค่าตัวคูณลดของแรงลอยตัว (K จากตาราง2.5)	**1.5**	
W_{LO} = ความหนาแน่นของน้ำภายนอกท่อ	**1025**	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
W_{LI} = ความหนาแน่นของน้ำภายในท่อ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	**1000**	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
Wp = ความหนาแน่นของวัสดุท่อ, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร	**960**	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

B_p = แรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร	$B_P = V_P \cdot K \cdot w_{LO}$	=	978.12	กิโลกรัม/เมตร
W_P = น้ำหนักท่อ, กิโลกรัม/เมตร		=	142.38	กิโลกรัม/เมตร
B_N = แรงต้านแรงลอยตัว, กิโลกรัม/เมตร	$B_N = w_P + (V_{ID} \cdot w_{LI})$	=	637.67	กิโลกรัม/เมตร
W_{BS} = น้ำหนักทุ่นถ่วงแห้ง, กิโลกรัม	$W_{BS} = B_P - B_N$	=	340.45	กิโลกรัม/เมตร
$L_{C.C}$ = ระยะห่างทุ่นถ่วงน้ำหนัก, เมตร		=	1.50	เมตร
w_B = ความหนาแน่นของทุ่นถ่วงน้ำหนัก, กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร		=	2400	กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร
W_{BD} = น้ำหนักทุ่นถ่วงแห้ง, กิโลกรัม	$W_{BD} = \frac{L \cdot W_{BS} \cdot w_B}{(w_B - K \cdot w_{LO})}$	=	947	กิโลกรัม/หน่วย
ปริมาตรทุ่นถ่วงน้ำหนัก		=	0.3947	ลูกบาศก์เมตร /หน่วย
% ปริมาณอากาศภายในท่อเมื่อเทียบกับค่าแรงลอยตัว		=	68.83%	

Dimension of Concrete Weight (Circular shape)

เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ทุ่นถ่วงน้ำหนัก, (D)	=	910.00	มิลลิเมตร
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ทุ่นถ่วงน้ำหนัก, (X)	=	1500.00	มิลลิเมตร
ความหนา ทุ่นถ่วงน้ำหนัก ,มิลลิเมตร,, (T)	=	375.00	มิลลิเมตร
When; Concrete is not full in shape	=	5.0%	
ปริมาตรทุ่นถ่วงน้ำหนัก ออกแบบ	=	0.3980	ลูกบาศก์เมตร
น้ำหนัก ทุ่นถ่วงน้ำหนัก ออกแบบ	=	955	กิโลกรัม
		O.K.	

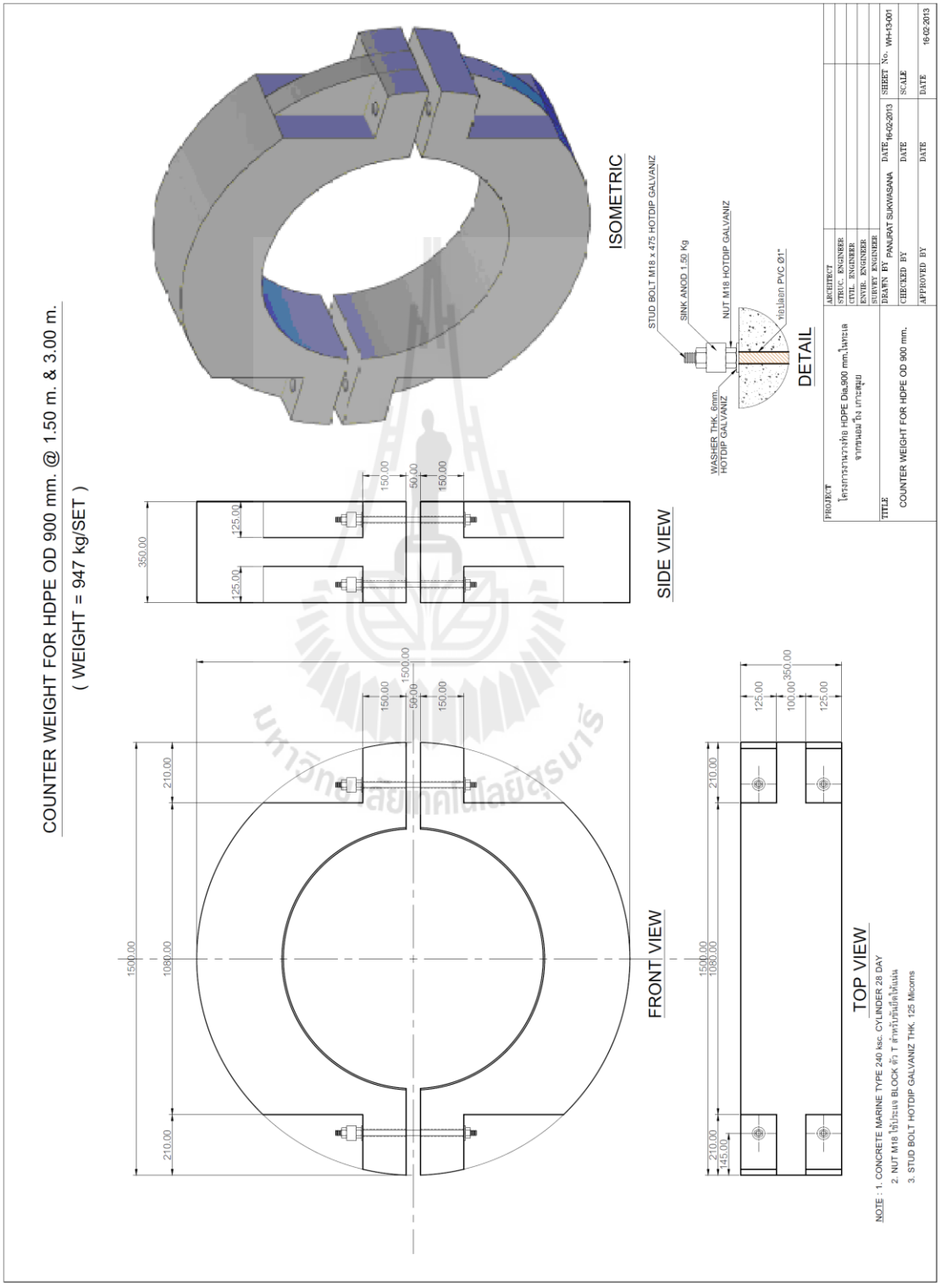
ทุ่นถ่วงคอนกรีตหนัก 947 กิโลกรัม ที่ระยะห่าง 3 เมตร คิดเป็นปริมาณอากาศภายในท่อเทียบกับค่าแรงลอยตัวของท่อ เท่ากับร้อยละ 34.42 (ดูตารางที่ 4.5) เป็นน้ำหนักที่เพียงพอต่อการติดตั้งกับท่อ HDPE 900 มิลลิเมตร ชั้น PN10 ช่วงกลางทะเล (ท่อที่ติดตั้งทุ่นถ่วงหนัก 947 กิโลกรัม จะลอยอยู่เหนือผิวน้ำเป็นเส้นยาว) ในช่วงบริเวณ Surf Zone กำหนดให้ใช้ทุ่นถ่วงคอนกรีตหนัก 947 กิโลกรัม เช่นกัน แต่ใช้ระยะห่างเท่ากับ 1.50 เมตร คิดเป็นปริมาณอากาศภายในท่อเทียบกับค่าแรงลอยตัวของท่อ เท่ากับร้อยละ 68.84 (ตารางที่ 4.6) ความยาวท่อแต่ละช่วงจะขึ้นอยู่กับความแรงของกระแสน้ำ ถ้ากระแสน้ำค่อนข้างแรงและเร็ว ร่องดินที่ขุดไว้สำหรับวางท่อจะถูกกลบกลับคืนค่อนข้างเร็ว ท่อจึงควรสั้น สำหรับกรณีกระแสน้ำไหลเบาและช้า แนวร่องดินที่ขุดจะมีความมั่นคงและไม่พังลงง่ายๆ ท่อที่ใช้จึงอาจมีความยาวได้มาก รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่างรูปแบบทุ่นถ่วงน้ำหนักคอนกรีต ที่ใช้ในการวางท่อใต้ทะเล



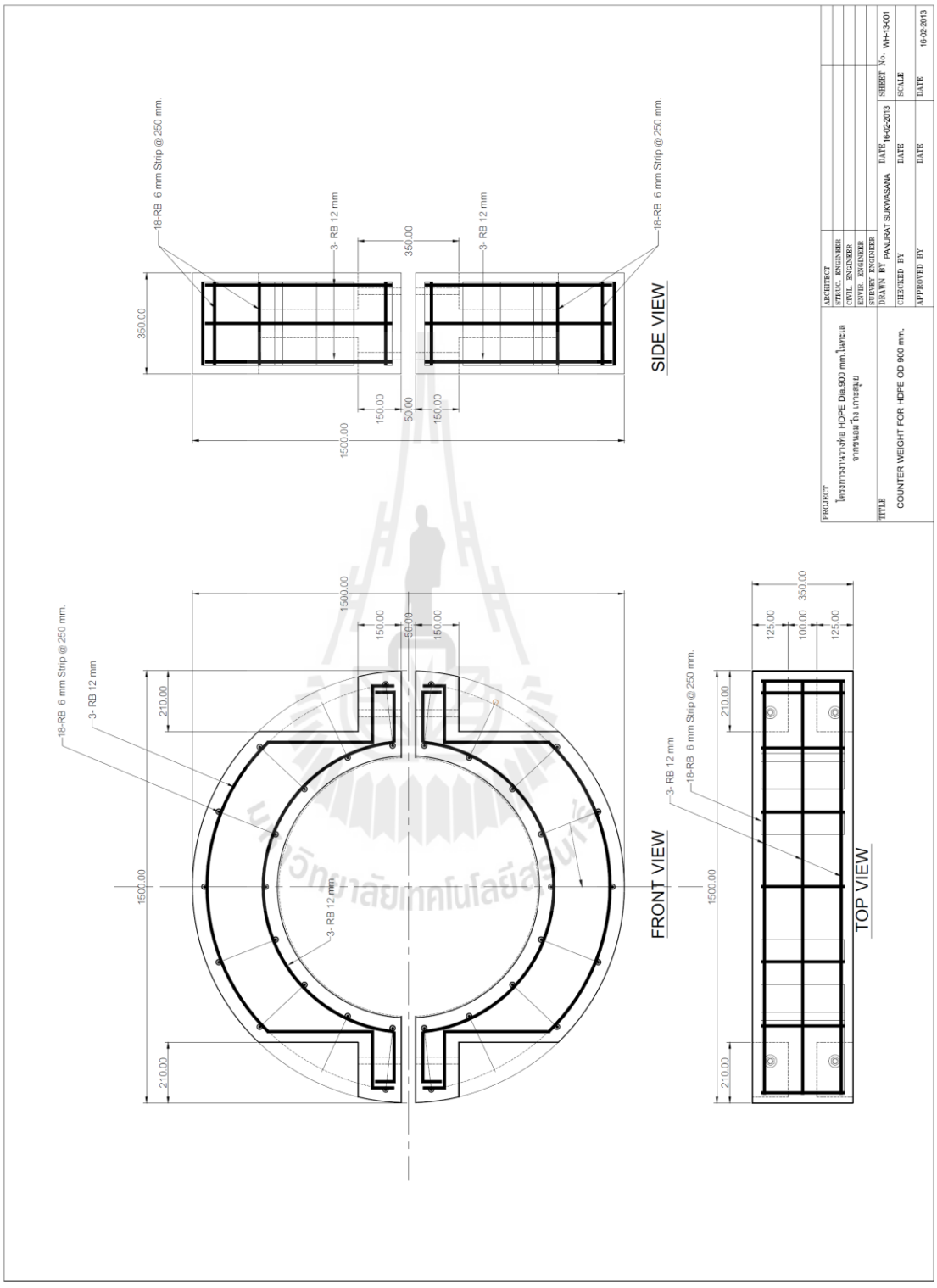
รูปที่ 4.5 ตัวอย่างรูปแบบทุ่นถ่วงน้ำหนักคอนกรีต (Concrete Counter Weight)

ขนาดและรูปแบบที่เหมาะสมของทุ่นถ่วงขึ้นอยู่กับสภาพหน้างาน ในการศึกษาวิจัยนี้ ทุ่นถ่วงที่เป็นทรงกลมตามกรอบสี่เหลี่ยมสีแดง เป็นแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งาน โดยงานก่อสร้างช่วงกลางทะเล และช่วงบริเวณชายฝั่ง (Surf Zone) จะใช้คอนกรีตขนาดและน้ำหนักเท่ากัน เพราะสามารถที่ผลิตได้ง่าย ประหยัดค่าแบบก่อสร้าง งานวางท่อส่งน้ำประปาในทะเล ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของการประปาส่วนภูมิภาคและข้อกำหนดของกรมเจ้าท่า ซึ่งกำหนดว่าต้องทำการขุดฝังให้หลังท่ออยู่ลึกกว่าระดับท้องทะเลไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร เพื่อหลีกเลี่ยงการเกี่ยวลากของสมอเรือ

ขนาดเล็ก ดังนั้น การออกแบบจึงไม่พิจารณาแรงยกตัวที่เกิดจากกระแสน้ำ ซึ่งอาจทำให้ท่อกลิ้งหรือไหลไปตามกระแสน้ำได้



รูปที่ 4.6 ขนาดและมิติ ของท่อน้ำหนักคอนกรีต (Concrete Counter Weight)



รูปที่ 4.7 การเสริมเหล็ก ทุ่นถ่วงน้ำหนักคอนกรีต (Concrete Counter Weight)

4.4 วิธีการและขั้นตอน การวางท่อน้ำประปาในทะเล

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดแนววางท่อและจุดขึ้นและลงในทะเล (รูปที่ 4.8 และ 4.9)

- กำหนดแนววางท่อ
- กำหนดจุดขึ้นและลง ของท่อในทะเล

ขั้นตอนที่ 2 สถานที่แนววางท่อบริเวณบนฝั่งและในทะเล

- กำหนดท่อทิศทางการเชื่อมต่อท่อลงทะเล
- การเตรียมพื้นที่ กองเก็บและวางท่อ HDPE บนฝั่ง สำหรับเชื่อมต่อท่อ (รูปที่ 4.10)

ขั้นตอนที่ 3 สำรวจและติดตั้งเครื่องหมายวางท่อในทะเล (รูปที่ 4.11)

- จัดทีมสำรวจเพื่อหาพิกัดตำแหน่งวางท่อในทะเลและตำแหน่งริมฝั่งทั้ง 2 ฝั่ง
- สำรวจแนววางท่อ และติดตั้งเครื่องหมายแสดงแนวบนขอบ Trench ทั้งด้านขวาและด้านซ้ายทุกระยะ50 เมตร ทั้งบนบกและในทะเล
- สำรวจระดับพื้นดินท้องทะเล เพื่อหาระดับที่ต้องการวางท่อ

ขั้นตอนที่ 4 วิธีการเปิด Trench (รูปที่ 4.12)

- ทำการเปิดTrench ตลอดความยาวแนวท่อจากริมฝั่งถึงปลายอีกฝั่งหนึ่งโดยใช้โป๊ะแบ็คโฮขุดและติดตั้ง Silt Screen รอบบริเวณที่จะทำการขุดเพื่อป้องกันฝุ่นตะกอนฟุ้งกระจาย
- วิธีการเปิด Trench บริเวณชายฝั่ง จะทำการติดตั้ง Sheet Pile อุปกรณ์ป้องกันดินพังเพื่อป้องกันตลิ่งเสียหาย
- ระหว่างทำการเปิด Trench อยู่ จะดำเนินการตรวจสอบระดับความลึก Trench ควบคู่กันไป
- การตรวจสอบระดับดินโดยใช้เครื่องมือหยั่งระดับน้ำ ให้ได้ระดับตามที่ระบุไว้ในแบบ

ขั้นตอนที่ 5 การเชื่อมต่อท่อ HDPE และการลำเลียงท่อลงในทะเล (รูปที่ 4.13)

- ทำการสร้าง Platform Concrete สำหรับเชื่อมท่อ HDPE บนชายฝั่ง
- ทำการติดตั้ง Support Roller สำหรับดันท่อที่เชื่อมต่อแล้วลงทะเล
- ทำการติดตั้ง Blind flange And System Valve Water and Valve Air ที่ปลายท่อ
  1. ระบบ Valve Water “Butterfly Valve” Dia. 8” เพื่อให้น้ำไหลเข้าท่อ ขณะจะนำท่อไปวางตามแบบที่ระบุไว้
  2. ระบบ Valve Airไว้สำหรับควบคุมความเร็วในการจมท่อ หากมีปัญหาการวางท่อ

- ทำการติดตั้งอุปกรณ์ยึดที่ Blind Flange สำหรับลากท่อ
- เมื่อเชื่อมท่อ HDPE ได้เป็นระยะความยาวแล้ว จะทำการดึงท่อลงทะเล (รูปที่ 4.12)
    1. ทำการติดตั้งอุปกรณ์ยึดท่อ โดยใช้เชือกและสมอยึด ทั้งด้านขวาและด้านซ้าย
    2. ติดตั้งสัญญาณป้องกันการเดินเรือโดยใช้ทุ่นไฟและสัญญาณธง ที่ปลายท่อ
    3. ทำการติดตั้ง ทุ่นถ่วงน้ำหนักคอนกรีต ระยะห่างเท่า ๆ กันทุก ๆ 3.00 เมตร
    4. ช่วงเวลาที่เชื่อมต่อความยาวท่อ ต้องทำการยึดแนวท่อไว้กับสมอเรือทั้งซ้าย ขวา

<u>ขั้นตอนที่ 6</u> การจมท่อHDPE ลงในร่องดิน (Trench) (รูปที่ 4.13)

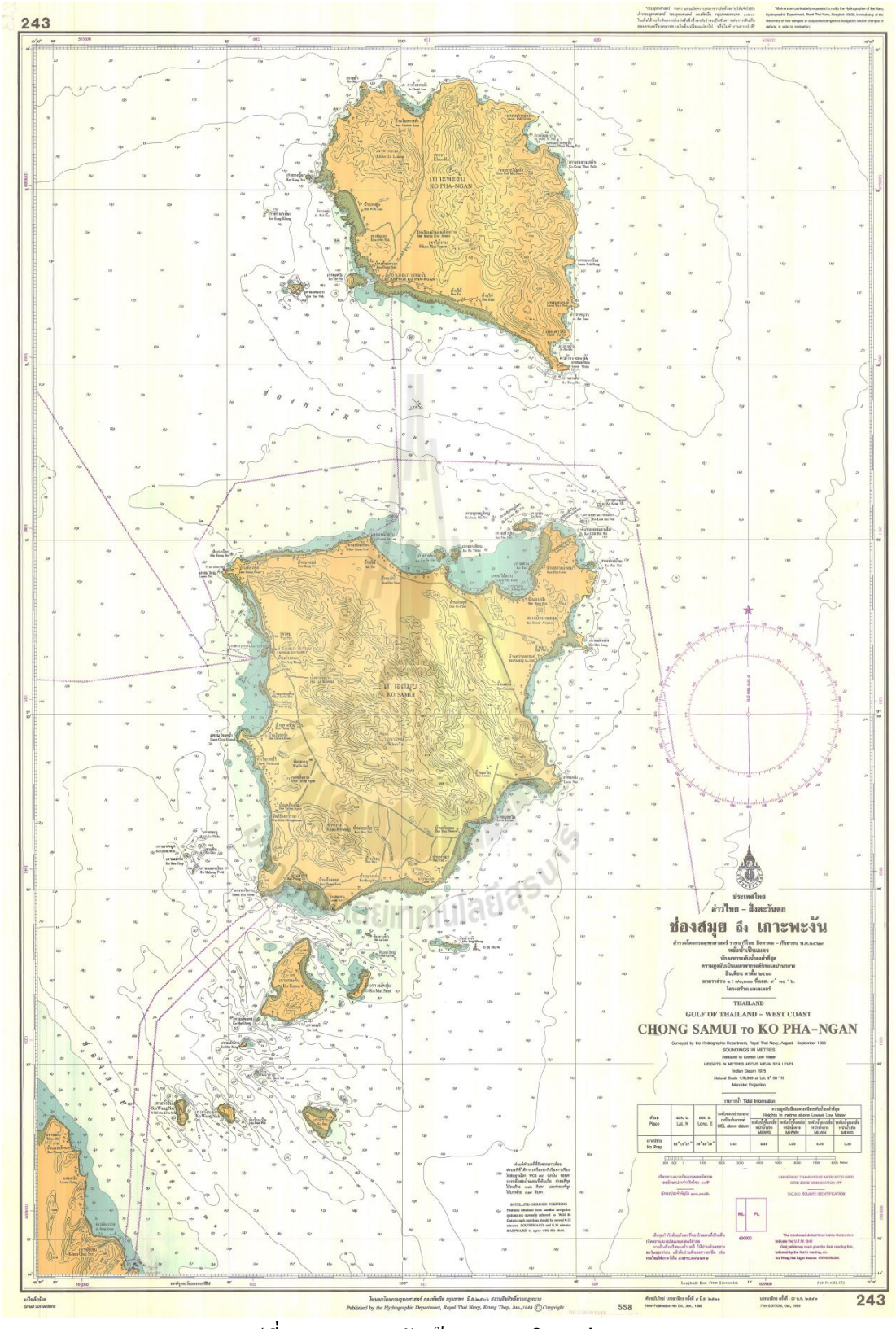
1. ใช้เรือ Floating crane and Mobile Crane ทำการติดตั้ง Blind Flange Fitting Relief Valve and Refill Air Valve ที่ปลายท่อ เพื่อไว้ปล่อยอากาศออกจากท่อ การควบคุมจะอยู่ที่ปลายท่อ (ในขณะที่นักประดาน้ำทำการเปิด Valve Water)
2. ทำการเคลื่อนท่อเข้าแนว เพื่อจมท่อ HDPE ลงใน Trench โดยเรือคอยพยุงท่อเข้าแนววางท่อจำนวน 4 ลำ
3. ทำการปักเสาเหล็ก เพื่อไม่ให้ตำแหน่งลื่น ในการจมท่อ ทุกระยะ 50 เมตร จะทำทุกครั้งไปในขณะมีการจมท่อ
4. การจมท่อ โดยใช้นักประดาน้ำควบคุมการเปิด-ปิด Valve Water เพื่อให้น้ำไหลเข้าสู่ท่อในขณะเดียวกันที่ปลายท่อที่ลอยอยู่เหนือผิวน้ำ จะมีผู้ควบคุมการเปิด-ปิด Air Relief Valve เพื่อควบคุมอากาศไปตามกรรมวิธีการจมท่อ
5. การควบคุมการจมท่อ โดยการสื่อสารระหว่างผู้ควบคุมงานทั้งบนฝั่งและในทะเล โดย Master Controller ที่อยู่บนเรือ จะใช้วิทยุประสานงานกันตลอดเวลา
6. เมื่อ Valve ทั้งสองเปิด ท่อก็จะค่อยๆ จมน้ำโดย Master Controller จะเป็นผู้ควบคุมความเร็วของการจมท่อ ในกรณีที่ต้องการเร่งการจม จะเปิด Air Relief Valve มาก เมื่อต้องการหยุดการจมท่อ จะปิด Air Relief Valve 100% อัตราการจมท่อที่เหมาะสม ต้องอยู่ในประมาณ 4 - 6 เมตร ต่อ 1 นาที
7. วิธีการจมท่อต้องจมจากด้านปลายท่อด้านใดด้านหนึ่ง เพื่อป้องกันไม่ให้ท่อหักเนื่องจากการงอตัว
8. เมื่อจมท่อลงใน Trench แล้ว จะทำการตรวจสอบระดับและตำแหน่งที่ระบุไว้หลังจากวางท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วถมด้วยทรายหยาบ

9. หลังจากผู้ควบคุมงาน ของผู้ว่าจ้าง ได้ตรวจสอบตำแหน่ง,ระดับ และการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ถูกต้องแล้ว จะทำการกลบดินหลังท่อใน Trench ให้อยู่ในสภาพเดิม และระดับน้ำทะเลความลึกเท่าเดิมแต่ละตำแหน่งโดยใช้โป๊ะแบ็คโฮ นำดินเก่าที่ขุดจาก Trench มากลบหลังท่อ ให้ได้ระดับดินเดิม

<u>ขั้นตอนที่ 7</u> การดูดทราย กลบหลังท่อ

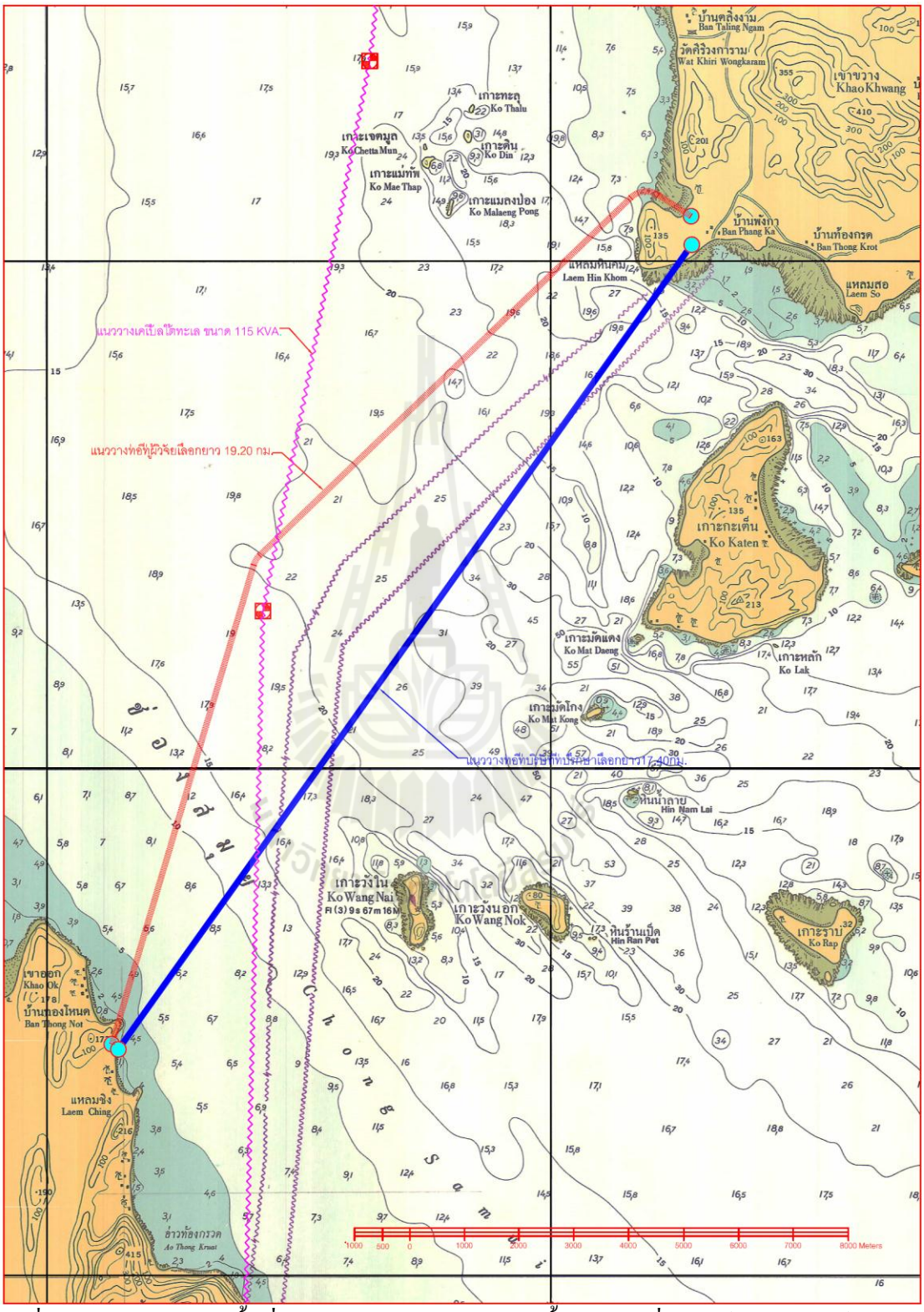
1. หลังการวางท่อเสร็จสิ้นแล้ว จะอยู่ในลักษณะตามรูปที่ 4.14

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

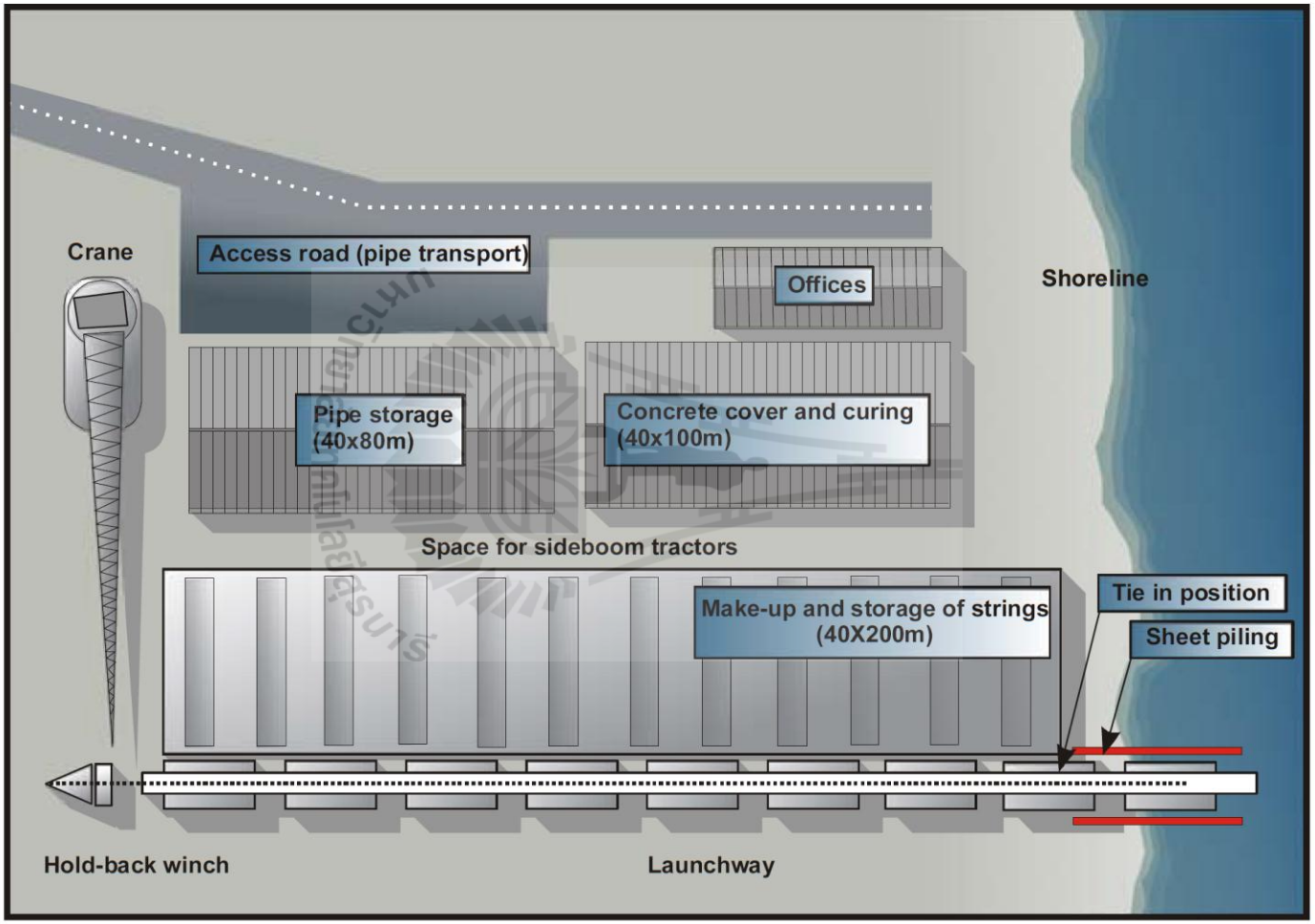


รูปที่ 4.8 แนวระดับท้องทะเลบริเวณช่องสมุย

ที่มา : แผนที่เดินเรือ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (2536)

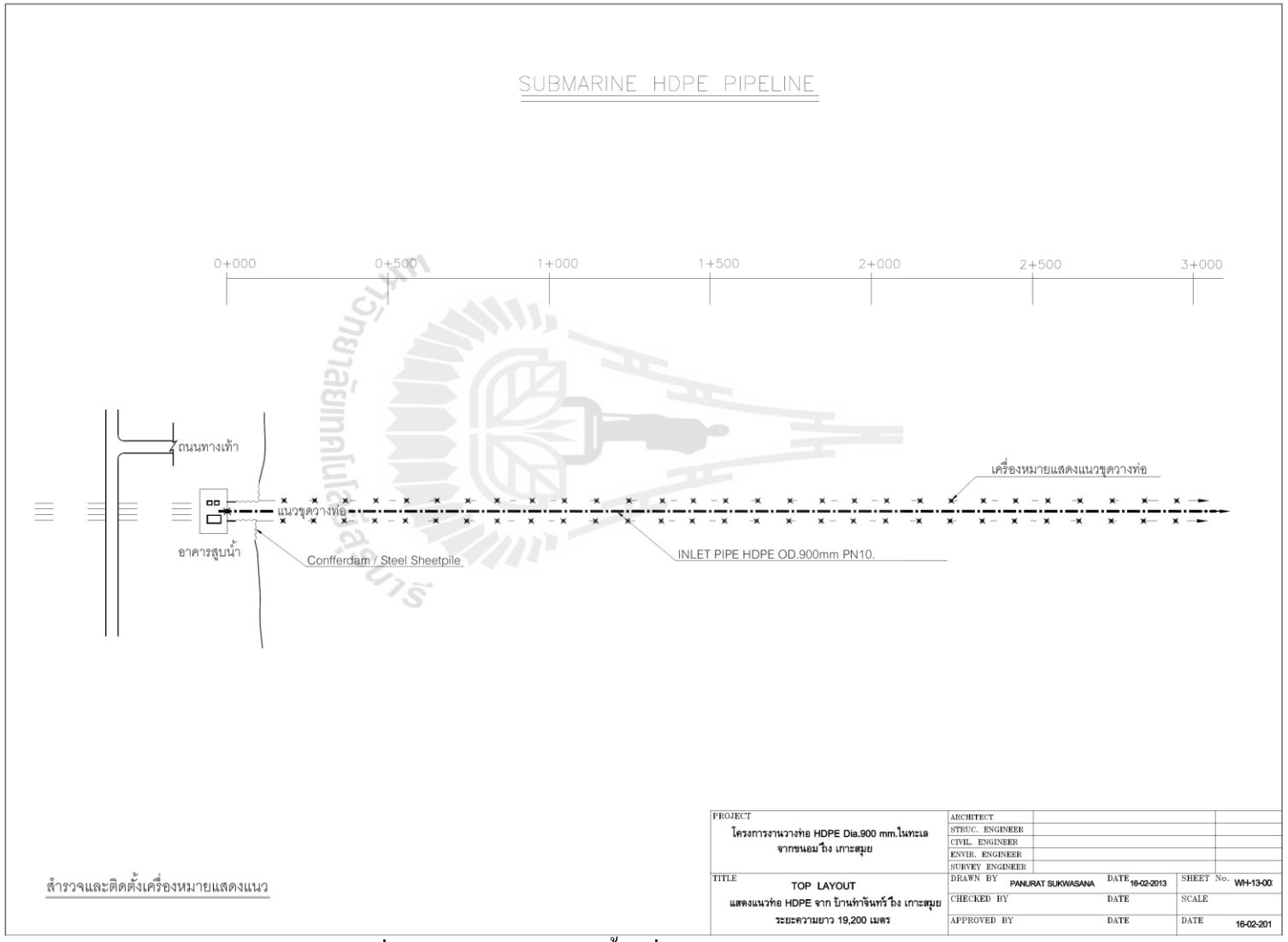


รูปที่ 4.9 แนววางท่อส่งน้ำ ที่เลือกโดยบริษัท ทีม คอนซัลติ้งเอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด (แนวเส้นสีน้ำเงิน) และแนววางท่อที่ผู้วิจัยเลือก (แนวเส้นสีแดง)

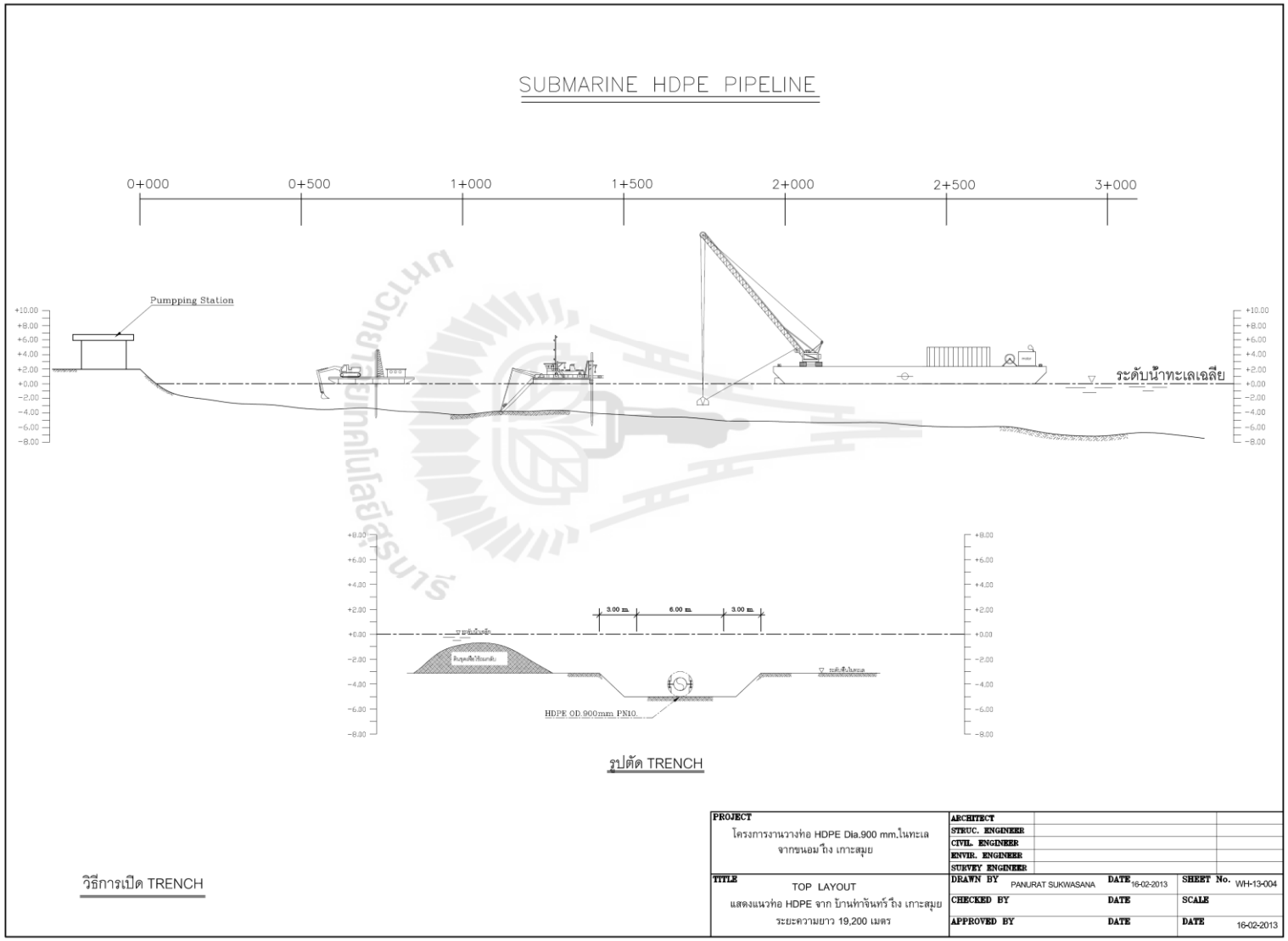


รูปที่ 4. 10 การเตรียมพื้นที่ กองเก็บและวางท่อHDPE บนฝั่ง สำหรับเชื่อมต่อท่อ

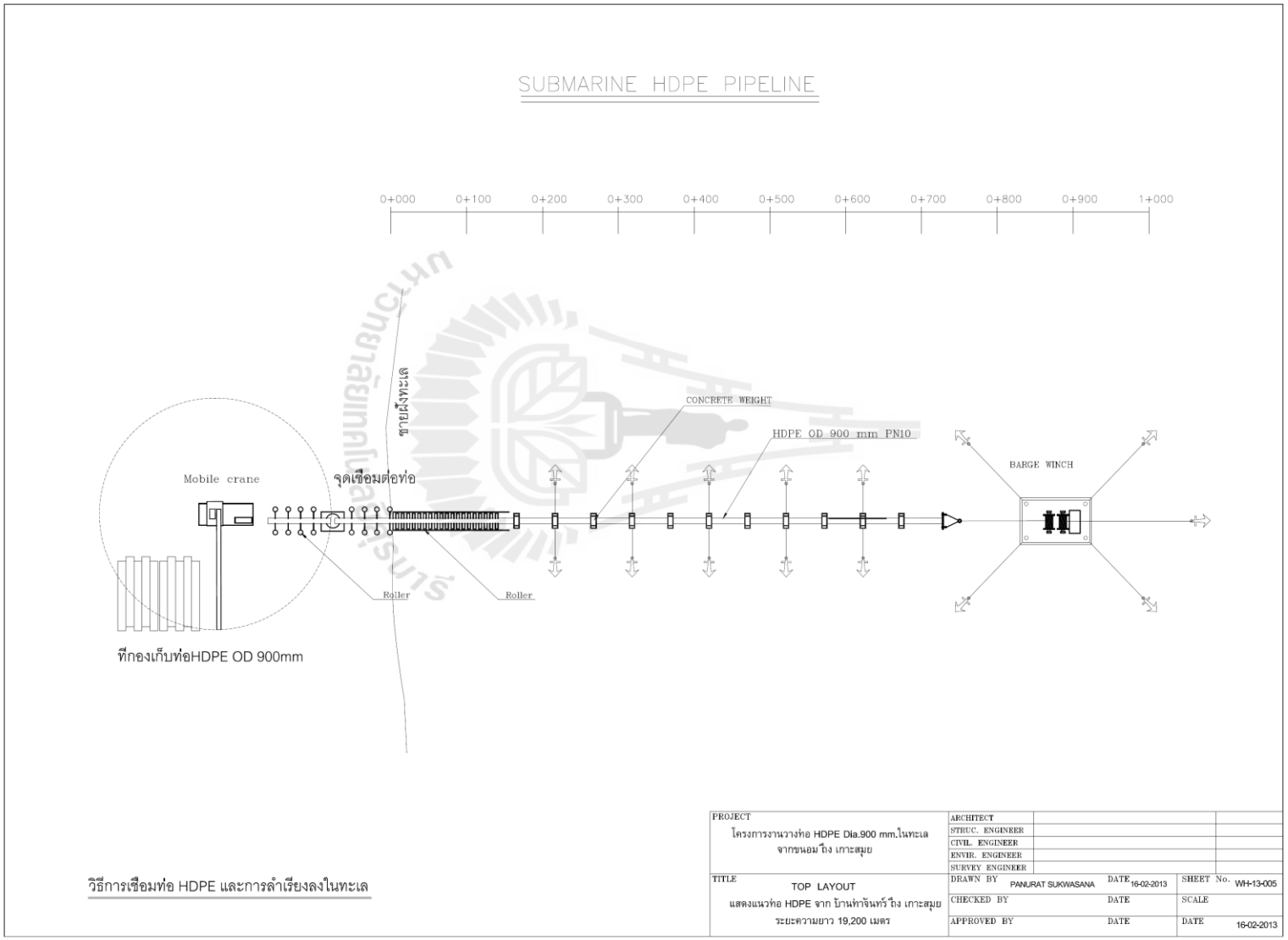
ที่มา : Plastics Pipes for Water Supply and Sewage Disposal. Borealis, Majornas Copy Print AB 2003



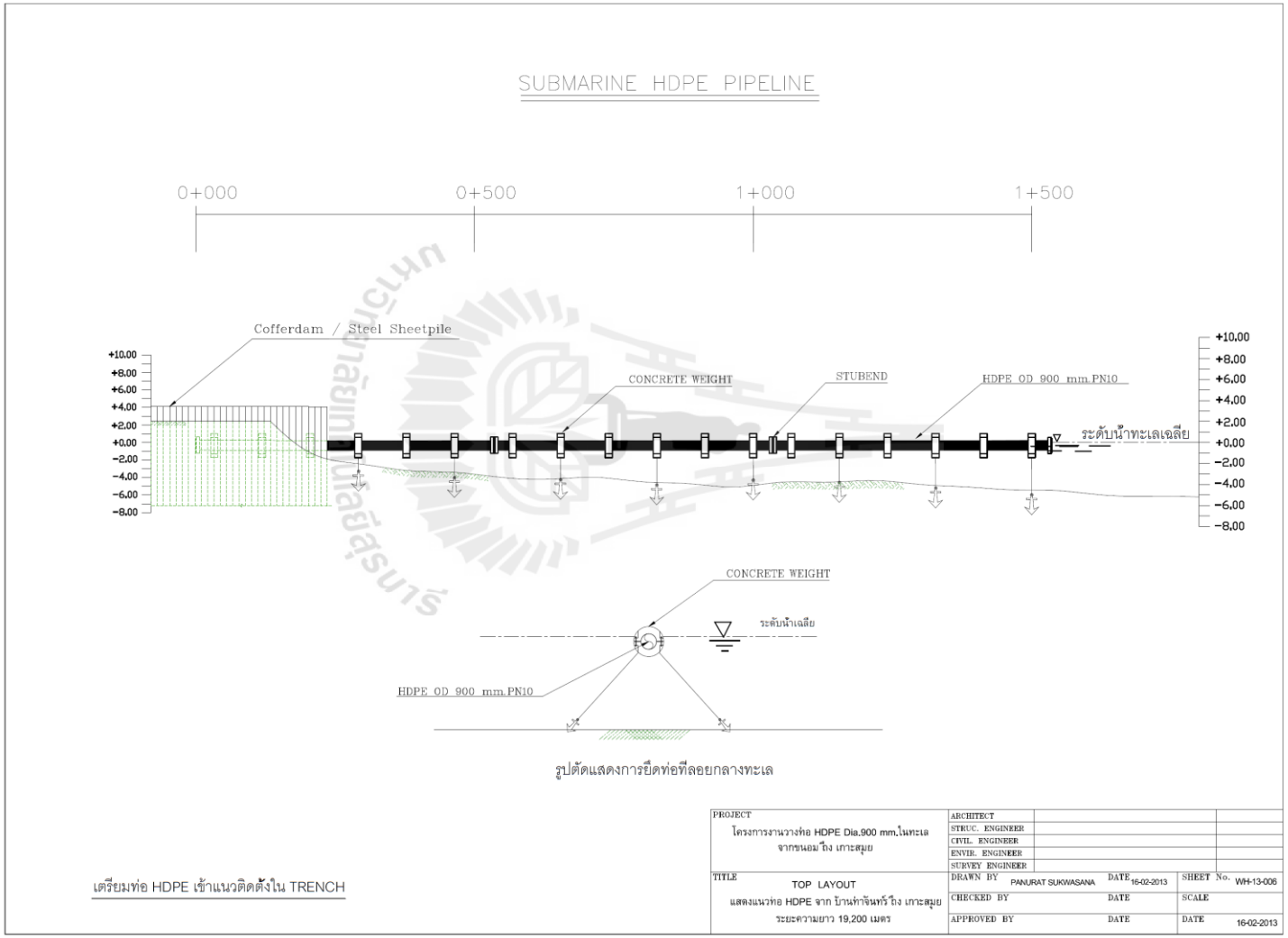
รูปที่ 4.11 สำรวจและติดตั้งเครื่องหมายแสดงแนววางท่อ



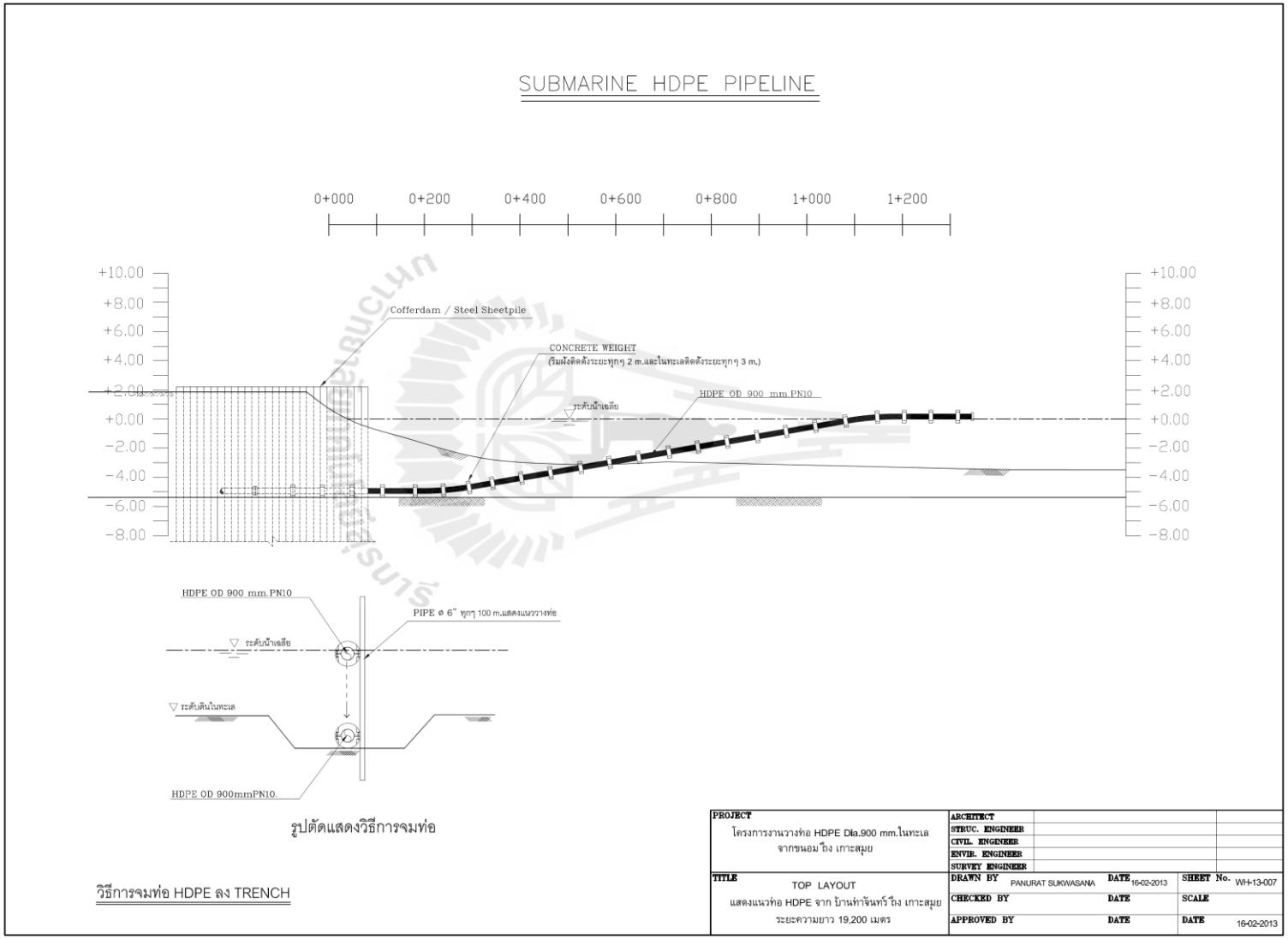
รูปที่ 4.12 วิธีการขุดเปิดร่องดิน



รูปที่ 4.13 วิธีการเชื่อมท่อ HDPE และการลำเลียงท่อลงในทะเล



รูปที่ 4.14 วิธีการจัดเตรียม ลอยท่อ HDPE ที่ติดตั้ง CCW เข้าแนวติดตั้งเหนือร่อง Trench



รูปที่ 4.15 วิธีการจมท่อ HDPE ลงในร่องดิน

4.5 การประมาณราคาค่าลงทุนระบบส่งน้ำประปาจากฝั่งสุราษฎร์ธานีไปเกาะสมุย

ตารางที่ 4.5 แสดงการประมาณการค่าใช้จ่ายในการติดตั้งท่อลำเลียงน้ำจากจังหวัดสุราษฎร์ธานีไปยังเกาะสมุย ซึ่งเป็นการประมาณราคารอย่างคร่าวๆ (ปราศจากข้อมูลการออกแบบในรายละเอียด) โดยบริษัท ทีม คอนซัลติ้งเอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด ในการประมาณราคาบริษัทฯ กำหนดให้ใช้ท่อส่งน้ำทางทะเลเป็นท่อ HDPE OD 900 มิลลิเมตร ชั้น PN10 ราคาประมาณการค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมีมูลค่า 34,000 บาทต่อเมตร ผู้วิจัยได้นำผลการคำนวณออกแบบ รวมทั้งแบบก่อสร้าง ดังแสดงในหัวข้อที่ 4.4 มาทำการประมาณราคาค่าติดตั้งท่อลำเลียงน้ำ (คำนวณอย่างละเอียด) ซึ่งการติดตั้งท่อลำเลียงน้ำทำโดยวิธีลอยและจม ตารางที่ 4.6 แสดงผลการประมาณการค่าก่อสร้างระบบส่งน้ำประปาจากฝั่งสุราษฎร์ธานีไปเกาะสมุย ประมาณการค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมีมูลค่า 25,852 บาทต่อเมตร ซึ่งต่ำกว่าราคาที่ประมาณการโดยบริษัท ทีม คอนซัลติ้งเอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าราคาค่าก่อสร้างระบบส่งน้ำประปาจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีไปเกาะสมุยอยู่ในกรอบวงเงินที่ตั้งไว้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.6 ประมาณการค่าลงทุนระบบส่งน้ำประปาจากฝั่งสุราษฎร์ธานีไปเกาะสมุย โดย บริษัท ทีม คอนซัลติ้งเอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคา (บาท/หน่วย)	รวมราคา (บาท)
1	**ระดับน้ำดิบและระบบผลิตน้ำประปา**				**224,316,000**
1.01	อาคารชักน้ำดิบและโรงสูบน้ำแรงต่ำบ่อแห้ง 7x22.5 ม.ที่ตลิ่งชัน	ชุด	1	10,000,000	10,000,000
1.02	เครื่องสูบน้ำแรงต่ำ 750 ลบ.ม./ชม. H=25 ม. 100 HP.	ชุด	4	1,007,000	4,028,000
1.03	ถังกรองและถังตกตะกอน ขนาด 2,000 ลบ.ม./ชม.	ชุด	1	125,976,000	125,976,000
1.04	ถังน้ำใสขนาด 5,000 ลบ.ม.	ชุด	1	20,104,000	20,104,000
1.05	โรงเก็บจ่ายสารเคมี ขนาด 14.5 x 36 เมตร	หลัง	1	4,538,000	4,538,000
1.06	เครื่องจ่ายแก๊สคลลอรีน พร้อมระบบกำจัดคลลอรีน	ชุด	1	4,349,000	4,349,000
1.07	อาคารสูบน้ำแรงสูงขนาด 7x20 ม.	ชุด	1	1,437,000	1,437,000
1.08	เครื่องสูบน้ำ 750 ลบ.ม./ชม. H=85 ม. 355 HP.	ชุด	4	2,971,000	11,884,000
1.09	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	L.S.	1	12,000,000	12,000,000
1.10	ถนน ระบายน้ำ ปรับพื้นที่ ประตู รั้ว บ้านพัก ฯลฯ	L.S.	1	30,000,000	30,000,000
2	**ระบบท่อส่งน้ำประปาไปเกาะสมุย**				**1,928,430,000**
2.01	ท่อเหล็ก 900 มม.ส่งน้ำจากตลิ่งชันมายังบ้านท่าจันทร์	เมตร	100,500	12,810	1,287,405,000
2.02	ท่อส่งน้ำทางทะเล ท่อ HDPE OD 900 mm PN10	เมตร	17,400	34,000	591,600,000
	ระบบสูบน้ำเพิ่มแรงดันบริเวณบ้านใน (Booster pump)				-
2.03	ถังน้ำใสขนาด 5,000 ลบ.ม.	ชุด	1	20,104,000	20,104,000
2.04	อาคารสูบน้ำแรงสูงบริเวณสถานีเพิ่มแรงดันขนาด 7x20 ม.	หลัง	1	1,437,000	1,437,000
2.05	เครื่องสูบน้ำ 750 ลบ.ม./ชม. H=85 ม. 355 HP.	ชุด	4	2,971,000	11,884,000
2.06	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	L.S.	1	6,000,000	6,000,000
2.07	ถนน ระบายน้ำ ปรับพื้นที่ ประตู รั้ว บ้านพัก ฯลฯ	L.S.	1	10,000,000	10,000,000
3	**ระบบท่อส่งน้ำประปาและสถานีสูบน้ำบนเกาะสมุย**				**356,864,000**
3.01	ท่อHDPE OD 900 mm PN8 ไปยังถังน้ำใสบริเวณบ้านหน้าเมือง	เมตร	11,000	22,000	242,000,000
3.02	ถังน้ำใสขนาด 10,000 ลบ.ม.	ชุด	2	37,207,000	74,414,000
3.03	โรงเก็บจ่ายสารเคมี ขนาด 14.5 x 36 เมตร	หลัง	1	4,538,000	4,538,000
3.04	เครื่องจ่ายแก๊สคลลอรีน พร้อมระบบกำจัดคลลอรีน	ชุด	1	4,349,000	4,349,000
3.05	อาคารสูบน้ำแรงสูงขนาด 7x24 ม.	หลัง	1	1,779,000	1,779,000
3.06	เครื่องสูบน้ำ 650 ลบ.ม./ชม. H=75 ม. 270 HP.ส่งน้ำไปช่องเขา	ชุด	3	2,428,000	7,284,000
3.07	เครื่องสูบน้ำ 800 ลบ.ม./ชม. H=45 ม. 175 HP.จ่ายน้ำไน้าเมือง	ชุด	3	1,634,000	4,902,000
3.08	เครื่องสูบน้ำ 170 ลบ.ม./ชม. H=45 ม. 75 HP.ส่งน้ำไปเขาศิลางู	ชุด	2	799,000	1,598,000
3.09	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	L.S.	1	6,000,000	6,000,000
3.1	ถนน ระบายน้ำ ปรับพื้นที่ ประตู รั้ว บ้านพัก ฯลฯ	L.S.	1	10,000,000	10,000,000
4	ระบบควบคุม SCADA	L.S.	1	10,000,000	**10,000,000**
	รวมทั้งสิ้น				**2,519,610,000**

ที่มา: แผนแม่บทโครงการปรับปรุงขยายระบบประปาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี,2553

ตารางที่ 4.7 ประมาณการค่าลงทุนระบบส่งน้ำประปาจากฝั่งสุราษฎร์ธานีไปเกาะสมุย โดยผู้วิจัย

แบบฟอร์มประมาณราคาค่าก่อสร้าง

โครงการ : ท่อส่งน้ำประปาใต้ทะเล จาก บ้านท่าจันทร์ ไปเกาะสมุย

ลำดับ	รายการ	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	รวมราคา (บาท)
1	**งานวางท่อส่งน้ำในทะเล HDPE OD.900 mm. PN 10 (ระดับลึกหลังท่อ 1.50 M.)**				
A	**General work**				
1	งาน Mobilization	เหมา	1.00	1,000,000.00	1,000,000.00
2	งานสำรวจกำหนดแนว ขุด Trench , วางท่อ	เหมา	1.00	2,500,000.00	2,500,000.00
3	งานออกแบบ Shop Drawing ท่อ HDPE Dia.900 PN 10	เหมา	1.00	1,920,000.00	1,920,000.00
4	ค่าอุปกรณ์ความปลอดภัยท่อ	เหมา	1.00	1,000,000.00	1,000,000.00
5	งาน Insurance	เหมา	1.00	2,500,000.00	2,500,000.00
B	**Concrete weight and Accessories**				
1	งาน Concrete Weight ถ่วงท่อ HDPE Dia.900 mm. PN 10 น้ำหนัก 955 กก./ชุด				
	1.1 แบบเหล็กสำหรับหล่อ Concrete Weigh	ชุด	100.00	50,000.00	5,000,000.00
	1.2 งานหล่อ Concrete Weight 280 ksc Marine Type	ชุด	6,750.00	4,600.00	31,050,000.00
	1.3 งานขนส่งและงานติดตั้ง Concrete Weight	ชุด	6,750.00	1,000.00	6,750,000.00
2	แผ่นยางรอง (ชนิดยาง NBR)				-
	ขนาด 5 MM. x 75 MM. x 1413 MM. x 2 EA / ชุด	ชุด	27,000.00	75.00	2,025,000.00
3	Stud-Bolt M18 x 450 MM. / Galvanize + แหวน 6 MM.+Anod 2.5 Kg	ชุด	27,000.00	750.00	20,250,000.00
4	กาวยางติดแผ่นยาง	ถัง	1,350.00	1,450.00	1,957,500.00
C	**Trenching work**				
1	งานขุดดินเปิด Trench	ม.	19,200.00	6,000.00	115,200,000.00
2	งานขุดกลบหลังท่อ	ม.	19,200.00	1,000.00	19,200,000.00
3	งานติดตั้ง Steel Sheet Pile Coffer Dam (จุดลงและจุดขึ้น)	จุด	2.00	2,500,000.00	5,000,000.00
D	**HDPE**				
1	ท่อ HDPE OD 900 mm. PN10 มาตรฐาน มอก.982-2533	ม.	19,200.00	13,230.00	254,016,000.00
2	งานเชื่อมท่อ HDPE OD 900 mm. PN10	ม.	19,200.00	550.00	10,560,000.00
3	งานทดสอบแรงดัน HDPE OD 900 mm. PN10	ม.	19,200.00	100.00	1,920,000.00
4	งานติดตั้ง Stub End Dia. 900 mm. PN10 (Avg 1000 M./ Section)	ตัว	38.00	75,000.00	2,850,000.00
5	งานติดตั้งหน้าแปลน (M.S Backing Ring)	ตัว	38.00	25,000.00	950,000.00
6	งานติดตั้งหน้าจานตาบอด 900 MM.	ตัว	19.00	28,000.00	532,000.00
7	งานติดตั้งน็อตยึดหน้าแปลน	ชุด	19.00	22,000.00	418,000.00
8	งานติดตั้ง Fitting Stubend Dia. 900 MM. ในทะเล	จุด	19.00	15,000.00	285,000.00
9	อุปกรณ์สำหรับติดหน้าแปลนบอดจมท่อ	ชุด	38.00	32,500.00	1,235,000.00
E	**HDPE Installation work (1000 M. / Section)**				
1	งานติดตั้ง Gideline บอกตำแหน่งจมท่อ	ม.	19,200.00	50.00	960,000.00
2	งานเคลื่อนย้ายและยึดท่อในทะเล	ม.	19,200.00	50.00	960,000.00
3	งานจมท่อ HDPE Dia. 900 mm. PN 10	ม.	19,200.00	100.00	1,920,000.00
4	เหล็กช่วยรับแรงแรงดัด ที่ตัว Stubend กับหน้าจานเหล็ก	ชุด	19.00	100,000.00	1,900,000.00
5	งานอื่น ๆ	เหมา	1.00	2,500,000.00	2,500,000.00
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น					**496,358,500.00**
รวมเป็นเงินค่าก่อสร้างเฉลี่ย (บาท/เมตร)					**25,852.0**

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาแผนแม่บทโครงการปรับปรุงขยายระบบประปาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี สรุปว่า พื้นที่เกาะสมุยจะขาดแคลนน้ำประปาประมาณ 2,116 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ในปี พ.ศ. 2567 การประปาภูมิภาคสาขาเกาะสมุยได้เสนอแผนระยะสั้นและแผนระยะยาวเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว แผนระยะสั้นคือการผลิตน้ำแบบ RO ปริมาณ 200 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ซึ่งได้ดำเนินการแล้วในปี พ.ศ. 2553 แผนระยะยาวคือการก่อสร้างระบบส่งน้ำประปาจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีไปเกาะสมุย โดยใช้ท่อเหล็กเหนียวขนาด 900 มิลลิเมตร เริ่มจากโรงสูบน้ำแรงต่ำบ้านตลิ่งชันไปตามถนนหมายเลข 417 และทางหลวงหมายเลข 401 ไปจนถึงอำเภอกาญจนดิษฐ์ และอำเภอบ้านใน ก่อนวกซ้ายเข้าสู่ถนนหมายเลข 4142 แล้วเลี้ยวขวาเข้าสู่ถนน รพช. หมายเลข 3193 ผ่านบริเวณผลิตน้ำประปาบ้านน้ำฉาไปสุดปลายทางที่บ้านท่าจันทร์ เป็นระยะทางประมาณ 90 กิโลเมตรและตั้งสถานีสูบน้ำเพิ่มแรงดัน (Booster Pumping Station) บริเวณบ้านใน เพื่อยกระดับแรงดันของการสูบส่งน้ำประปาไปยังเกาะสมุย งานวางท่อส่งน้ำประปาลอดใต้ทะเล ใช้ท่อ HDPE ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 900 มิลลิเมตรชั้น PN10 โดยมีเส้นทางวางท่อจากบ้านท่าจันทร์ไปขึ้นฝั่งบริเวณหาดท้องโตนด ซึ่งอยู่บริเวณด้านทิศใต้ของเกาะสมุย การวางท่อต้องทำการขุดฝังให้หลังท่ออยู่ลึกกว่าระดับท้องทะเลไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร เพื่อหลีกเลี่ยงการเกี่ยวลากของสมอเรือขนาดเล็ก

เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากการวางท่อส่งน้ำประปาจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีไปยังเกาะสมุยกับการติดตั้งระบบ RO (ค่าติดตั้งระบบและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ)พบว่าการวางท่อส่งน้ำมีต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ที่ต่ำกว่าระบบ RO เมื่อพิจารณาอัตราผลิตน้ำที่เท่ากัน

การวิเคราะห์ต้นทุนของทางเลือกระหว่างการใช้ RO เป็นระบบผลิตน้ำประปาบนเกาะสมุยและค่าลงทุนสำหรับทางเลือกในการวางท่อส่งส่งน้ำประปาจากฝั่งสุราษฎร์ธานีไปยังเกาะสมุย เพื่อให้ได้น้ำผลิตแต่ละช่วงระยะเวลาในปริมาณที่เท่ากัน โดยจะใช้ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งระบบ (Investment Cost) และค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน (Operating Cost) มาเป็นตัวเปรียบเทียบ ผลการวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยของน้ำประปา ผลลัพท์ที่ได้จากการวิเคราะห์บ่งชี้ว่าหากเลือกแนวทางวางท่อส่งน้ำประปาจากฝั่งจังหวัด สุราษฎร์ธานีไปยังเกาะสมุย จะป็นแนวทางที่ใช้ในการลงทุนน้อยกว่าการติดตั้งใช้งานระบบ RO ในช่วงระยะเวลาที่ประเมิน ทั้งนี้โดยคิดการลงทุนก่อสร้างระบบผลิตเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำผลิตในอัตราที่เท่ากัน ดังนั้นแผนการก่อสร้างระบบผลิตในปี พ.ศ.2567 ในการเพิ่มกำลังการผลิตน้ำประปาของเกาะสมุยเพื่อให้มีน้ำประปาเพียงพอกับ

ความต้องการจะเลือกใช้แนวทางการก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาบนฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีและวางท่อส่งน้ำประปาไปยังเกาะสมุย

งานวิจัยนี้นำเสนอการวางท่อใต้ทะเลด้วยวิธีลอยและจม (Floating and Sinking Method) ช่วงกลางทะเลผู้วิจัยเลือกทุ่นถ่วงน้ำหนักทรงกลมที่มีน้ำหนัก 947 กิโลกรัม และวางห่างกัน 3 เมตร คิดเป็นปริมาณอากาศภายในท่อเทียบกับค่าแรงลอยตัวของท่อ เท่ากับร้อยละ 34.42 ส่วนช่วงบริเวณใกล้ฝั่ง (Surf Zone) เลือกใช้ทุ่นถ่วงคอนกรีตที่มีรูปร่างและน้ำหนักเท่ากัน แต่มีระยะห่างระหว่างทุ่นเท่ากับ 1.50 เมตร คิดเป็นปริมาณอากาศภายในท่อเทียบกับค่าแรงลอยตัวของท่อ เท่ากับร้อยละ 68.84

บริษัท ทีม คอนซัลติ้งเอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด ได้ทำการศึกษาและได้ออกแบบคร่าวๆ โดยกำหนดท่อส่งน้ำทางทะเลเป็นท่อ HDPE OD 900 มิลลิเมตร ชั้น PN10 และประมาณราคาค่าก่อสร้างไว้ในราคา 34,000 บาท ต่อเมตร แต่จากแบบก่อสร้างและผลการคำนวณออกแบบโดยผู้วิจัย (ติดตั้งท่อด้วยวิธีลอยและจม) ผลการประมาณราคาค่าใช้จ่ายอยู่ในวงเงินการ 25,852 บาท ต่อเมตร ซึ่งเป็นวงเงินค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าวงเงินที่ประมาณโดยที่บริษัท ทีม คอนซัลติ้งเอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าราคาค่าก่อสร้างระบบส่งน้ำประปาจากฝั่งจังหวัดสุราษฎร์ธานีไปเกาะสมุยอยู่ในกรอบวงเงินที่ตั้งไว้

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยในอนาคตที่ควรศึกษาต่อจากงานวิจัยคือศึกษาการกำหนดวิธีการและแนวทางที่เหมาะสมในการป้องกันการฝุ้งกระจายของตะกอนที่เกิดจาดการขุดวางท่อ เพื่อป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับประการังและสิ่งแวดล้อมโดยรอบ

เอกสารอ้างอิง

ณัฏฐิยา แดงประเสริฐ (2553). **ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการน้ำประปา อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี .** ภาคนิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต.มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ทรงพร เย็นยิ่ง (2548). **กรณีศึกษาแนวทางการออกแบบและประมาณราคาในช่วงการศึกษาความเป็นไปได้ของระบบประปา.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เสาวลักษณ์ ก๋งอุบล (2547). **การวิเคราะห์ราคาและต้นทุนการผลิตน้ำประปา กรณีศึกษา : การประปาเกาะสมุย .** เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต.มหาวิทยาลัยรามคำแหง

บริษัททีม คอนซัลติ้งเอนจิเนียริ่งแอนด์แมเนจเมนท์ จำกัด. (2553). **จัดทำแผนแม่บท และศึกษาความเป็นไปได้โครงการปรับปรุงขยายระบบประปาในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี.** รายงานการจัดทำ Feasibility Study ฉบับสมบูรณ์. การประปาส่วนภูมิภาคสาขาเกาะสมุย

Einar Grann-Mayer.(1995). **Polyethylene Pipes in applied engineering** A handbook by Einar Grann-Mayer, PE pipe in Applied Engineering

Lars-Eric Janson. (2003). **Plastics Pipes for Water Supply and Sewage Disposal**. Borealis, Majornas CopyPrint AB 2003

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นายภาณุรัตน์ สุขวาสนะ เกิดวันที่ 13 ตุลาคม 2508 ที่อำเภอเมือง จังหวัด บุรีรัมย์สถานที่อยู่ปัจจุบัน 103 หมู่ที่ 10 ตำบลสระคู อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด (45130) ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายเทคนิคและผลิตภัณฑ์ (งานโครงการ) บริษัท วิค แอนด์ ฮุคลันด์ จำกัด (มหาชน) จบการศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ป.6) 2516 - 2522 โรงเรียน เสนศิริอนุสรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์,ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ม.6) 2522 - 2527 โรงเรียน บุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์, ประกาศนียบัตรวิชาชีพเทคนิค(ปวท.) 2527 - 2528 วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์, ระดับปริญญาตรีคุรุศาสตร์บัณฑิต(คบ.) 2533 - 2535 สถาบันราชภัฏจันทรเกษม จังหวัดกรุงเทพมหานคร, ระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วทบ. เทคโนโลยีก่อสร้าง) 2535 - 2538 มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม จังหวัดกรุงเทพมหานคร, 2554 - 2556 ศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สานักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี