

## ผลกระทบของอุปสรรคในงานก่อสร้างบ่อพักและท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน: กรณีศึกษา โครงการรถไฟฟ้าสายสีม่วง

สุริโย บุษมี<sup>1</sup> และ วรณวิทย์ แท้มทอง<sup>2\*</sup>

### บทคัดย่อ

งานก่อสร้างบ่อพักและท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน เป็นงานที่มีความเสี่ยงสูงเพราะเป็นงานใต้ดิน หากเกิดปัญหาขึ้นในระหว่างการดำเนินการก่อสร้างจะส่งผลกระทบต่อเวลาในการดำเนินการของโครงการและต้นทุน และทำให้กระบวนการทำงานขาดความต่อเนื่อง และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการแก้ไขงาน การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นวิเคราะห์ผลกระทบและจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นขณะดำเนินการก่อสร้าง โดยนำเสนออุปสรรคในงานดินท่อร้อยสายจากบ่อพัก MH.13 ไปบ่อพัก MH.12 ช่วงสถานีเตาปูน ความยาว 131 เมตร หลังจากเริ่มทำการดินท่อร้อยสายได้ 62 เมตร พบอุปสรรคไปชนท่อเหล็กของสำนักงานระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

ภายใน 1.50 เมตร ระดับความลึก -4.00 เมตร จากระดับผิวจราจรซึ่งเป็นระดับเดียวกับความลึกหลังท่อร้อยสาย จึงได้ทำการแก้ไขปัญหาอุปสรรคโดยการก่อสร้างบ่อชั่วคราวเพื่อกู้หัวเจาะ และก่อสร้างบ่อพักเพิ่มเติม 2 บ่อ ที่ระดับหลังท่อ -6.00 เมตร จากผิวจราจร เพื่อเชื่อมต่อระหว่างบ่อพักที่สร้างขึ้นเพิ่มเติมจากแผนเดิม โดยมีความยาวช่วงแก้ไขงาน 15 เมตร ผลผลิตภาพในงานดินท่อร้อยสาย 6.90 เมตรต่อวัน เมื่อพบอุปสรรคและทำการแก้ไข ต้องใช้ต้นทุนเพิ่มขึ้นจำนวน 5,470,423 บาท คิดเป็นร้อยละ 88.08 ของมูลค่างานเดิม 6,210,486 บาท

**คำสำคัญ:** การจมบ่อพัก การดินท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน ผลผลิตภาพในงานดินท่อร้อยสายใต้ดิน

<sup>1</sup> วิศวกรโยธา บริษัทอิตาเลียนไทยดีเวลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน)

<sup>2</sup> รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

\* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-2555-2000 ต่อ 8620 อีเมล: wannawit@gmail.com



## Effects of Obstacles on Constructing Manholes and Conduits: Case Study The MRT Pipeline Project

Sureyo Bumee<sup>1</sup> and Wannawit Tamthong<sup>2\*</sup>

### Abstract

Constructing underground manholes and electrical conduits has a high risk of longer period of time and additional cost of construction project due to an unexpected occurrence. The study focused on analyzing the effects of obstacles on construction and the solutions to the problem. The 131-metre-long electrical conduit between Manhole 13 (MH 13) and Manhole 12 (MH 12) near Taopoon station was studied. After pipe jacking the conduit for 62 meters from MH 13, it hit a steel drainage pipe with a diameter of 1.50 meters and a depth of -4.00 meters from the road

surface. The problem was solved by constructing a temporary manhole to recover the apparatus, and two additional manholes 15 meters apart with a depth of -6.00 meters from the road surface to connect with the original project. When the problem occurred, the productivity in constructing underground electrical conduits was 6.9 meters a day with an extra cost of 5,470,423 baht, which was additional 88% of the original cost of work for this section, 6,210,486 baht.

**Keywords:** Manhole, Electrical Conduit, Productivity in Pipe Jacking

<sup>1</sup> Civil Engineer, Italians Thailand Development Co. Ltd (Thailand).

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

\* Corresponding Author, Tel. 0-2555-2000 ext. 8620, E-mail: wannawit@gmail.com

## 1. บทนำ

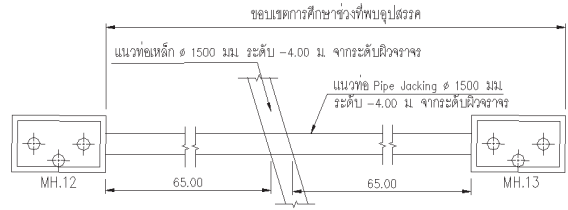
โครงการก่อสร้างรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วง สัญญาที่ 1 เป็นโครงสร้างยกระดับ (ส่วนตะวันออก) เริ่มจากสถานีพระนั่งเกล้าถึงบางซื่อ ระยะทางประมาณ 13 กิโลเมตร ประกอบด้วยสถานีรับส่งผู้โดยสาร 8 สถานี งานสถาปัตยกรรมในสถานี โครงสร้างสำหรับเชื่อมต่อกับระบบขนส่งมวลชนอื่น 8 แห่ง งานระบบไฟฟ้าและเครื่องกลภายในอาคารสถานี ดำเนินงานโดยกลุ่มบริษัท CKTC Joint Venture ซึ่งประกอบด้วย บริษัท ช.การช่าง จำกัด (มหาชน) และบริษัท โทกิว คอนสตรัคชั่น จำกัด (มหาชน) โครงการก่อสร้างงานเดินท่อร้อยสายไฟใต้ดินของโครงการรถไฟฟ้ามหานครสายสีม่วง สัญญา 1 ดังกล่าว มีเจ้าของงานคือการไฟฟ้านครหลวงและรถไฟฟ้ามหานคร มีมูลค่างานก่อสร้าง 287,131,387 บาท

การศึกษาครั้งนี้จะนำเสนออุปสรรคที่พบขณะก่อสร้างเฉพาะช่วงบ่อพัก MH.12 ไป MH.13 ระยะทาง 131 เมตร และเสนอแนวทางแก้ไข ตลอดจนนำเสนอค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการแก้ปัญหา รูปที่ 1 เป็นช่วงที่พบอุปสรรค

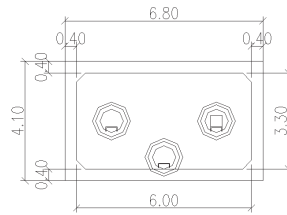
รายละเอียดของงานประกอบด้วย 1) งานก่อสร้างบ่อพัก Type A/J ดังแสดงในรูปที่ 2 ระดับหลังท่อลึก -4.00 เมตร โดยในช่วงนี้ MH.13 จะทำหน้าที่เป็นบ่อต้น เพราะมีระดับหลังท่อต่ำกว่า และ 2) งานก่อสร้างท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดินด้วยวิธีดันท่อ (Pipe Jacking) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อ 1.50 เมตร [1]

## 2. งานวิจัยและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

Pipe Jacking เป็นเทคนิคการก่อสร้างเพื่อวางท่อใต้ดินหรืออุโมงค์ขนาดเล็ก โดยไม่ต้องทำการขุดร่องเปิดจากผิวดิน ไม่กีดขวางการจราจรและทำให้ผิวดินชำรุดเสียหาย ได้นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นประปาไฟฟ้าโทรศัพท์ท่อระบายน้ำ [2] การประปานครหลวงได้นำระบบงานวางท่อน้ำใต้ดินมาใช้ เมื่อปี พ.ศ.2518 สำหรับท่อประปาเพื่อการสาธารณสุขประเภทขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.00-3.50 เมตร ด้วยวิธี Shield Tunnelling



รูปที่ 1 ตำแหน่งอุปสรรคท่อเหล็กระบายน้ำใต้ดินช่วง MH.12 และ MH.13 สถานีเตาปูน



รูปที่ 2 ขนาดมาตรฐานบ่อพัก Type A/J [1]

Method ความยาวรวมกว่า 200 กิโลเมตร ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร [3] กรณีศึกษาการก่อสร้าง Duct Bank ด้วยวิธี Pipe Jacking โครงการจัดระดมทุนของการไฟฟ้านครหลวงพบว่าข้อดีคือจะทำการขุดดินออกเท่าที่จำเป็นเท่ากับขนาดของ Duct Bank ปริมาณดินที่ขุดน้อยกว่าวิธีขุดเปิดประมาณ 5 เท่า และไม่มีกรรมนำวัสดุถมกลับ จึงไม่เกิดปัญหาทางฝุ่นละออง [4] ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคงานวางท่อประปาโดยวิธีดันท่อลอดของการประปาส่วนภูมิภาค โดยได้ทำการเปรียบเทียบเวลาและต้นทุนในการดำเนินการของท่อเหล็กเหนียวสองชั้นขนาด 1,200 มม. และท่อคอนกรีตที่มีท่อเหล็กเป็นท่อนในขนาด 1,200 มม. มีราคางานในการก่อสร้างบ่อพัก 2 บ่อที่ติดกัน 500,000 บาท ราคางานดันท่อและเวลางานดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ราคางานและระยะเวลางานวางท่อประปาโดยวิธีดันท่อลอดของการประปาส่วนภูมิภาค [5]

รายการ	ท่อเหล็กเหนียว 2 ชั้นขนาด 1,200 มม.	ท่อคอนกรีตมีท่อเหล็ก วงในขนาด 1,200 มม.
อัตราการดันท่อเฉลี่ย (เมตร/วัน)	6	9
ความยาวช่วง (เมตร)	น้อยกว่า 200	200-300
ค่างานดันท่อ (บาท/เมตร)	32,000	39,200
รวมต้นทุนในการดันท่อ	6,900,000	8,340,000

ทั้งนี้ในการแก้ไขปัญหาอุปสรรคต้องคำนึงถึง ความเสี่ยงและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับงานเนื่องจาก สภาพดินอ่อนในเขตเมืองที่แออัดเป็นงานที่ยากมาก และเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาผลกระทบและความเสียหาย ต่อสิ่งข้างเคียงสูง ซึ่งในโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าใต้ดิน มักพบกับปัญหาดังกล่าว [6] ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อราคา และเวลาในการดำเนินงานก่อสร้าง



รูปที่ 3 การขุดดินภายในบ่อพักออกเพื่อให้บ่อจมน้ำ

### 3. ขั้นตอนการก่อสร้างบ่อพักและท่อร้อยสายของโครงการนี้

#### 3.1 การจมบ่อพักท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน

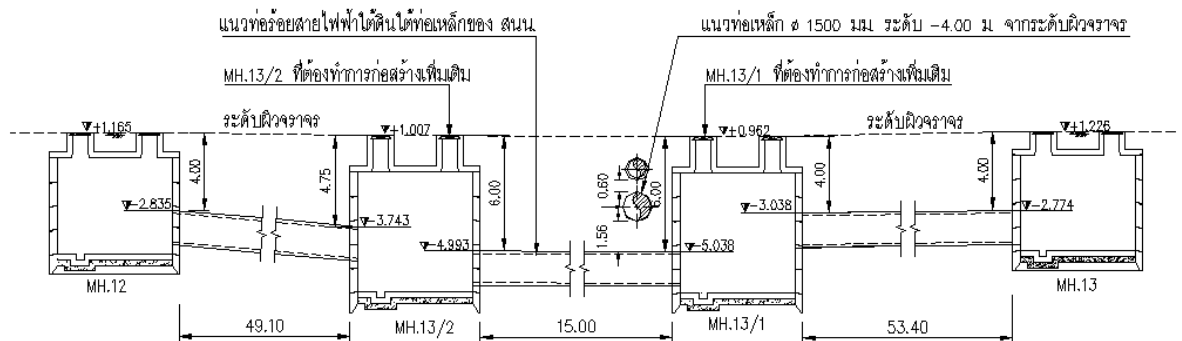
เริ่มต้นจากการนำบ่อพักที่หล่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ล้ำเสียงขนส่งไปสู่นำงานเพื่อทำการจมบ่อพักใน ตำแหน่งที่ได้จัดเตรียมไว้โดยการทำคานวงแหวน (Ring Beam) ที่มีลักษณะรูปร่างเช่นเดียวกับบ่อพักล้อมรอบ บ่อพักด้านนอกเพื่อบังคับการจมบ่อพักลงสู่ใต้ผิวดินตาม ตำแหน่งที่ถูกต้อง ซึ่งบ่อพักแต่ละบ่อประกอบด้วยชิ้นงาน หล่อสำเร็จรูปวางเรียงซ้อนประกอบกัน เมื่อนำชิ้นงาน ไปวางได้ตรงตามตำแหน่งแล้วขุดดินภายในบ่อพักออก โดยใช้รถขุด ดังแสดงในรูปที่ 3 ตักดินออกเพื่อให้บ่อพัก จมลงจนได้ระดับ

จากนั้นทำความสะอาดกันบ่อ และเทคอนกรีต เพื่อ กันน้ำใต้ดินซึมเข้าในบ่อ และช่วยยึดโครงสร้างของบ่อพัก ให้มีความแข็งแรงไม่ให้บ่อพักเคลื่อนตัวจากผลกระทบของ

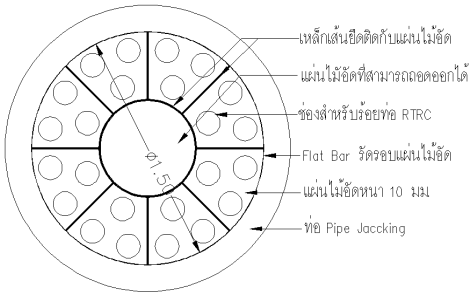
แรงดันน้ำใต้ดิน เมื่อก่อสร้างและติดตั้งอุปกรณ์เสร็จแล้ว จึงรื้อถอนคานวงแหวนออก และคืนสภาพผิวจราจรบริเวณ ที่ก่อสร้างคืนสู่สภาพเดิม

#### 3.2 การดันท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน

ก่อนดำเนินการดันท่อร้อยสายใต้ต้องจมบ่อพัก อย่างน้อย 2 ตำแหน่งระยะห่างระหว่างบ่อพักประมาณ 50 เมตร ถึง 200 เมตร ตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ ดังแสดง ในรูปที่ 4 และดันท่อด้วยวิธีแรงดันดินสมดุล (Earth Pressure Balance; EPB) โดยใช้บ่อพักที่มีระดับหลังท่อ ต่ำกว่าจะเป็นบ่อดัน (Jacking Shaft) และบ่อที่มีระดับหลังท่อ สูงกว่าจะเป็นบ่อรับ (Receiving Shaft) และมีระดับ ความลึกหลังท่อประมาณ -4.00 เมตรจากระดับผิวจราจร



รูปที่ 4 รูปตัดแสดงการแก้ไขอุปสรรคท่อเหล็กระบายน้ำใต้ดินช่วง MH.12 และ MH.13



รูปที่ 5 หวีสำหรับรองรับท่อปลอกของสายไฟฟ้าใต้ดิน (Spacer for RTRC pipe) [1]

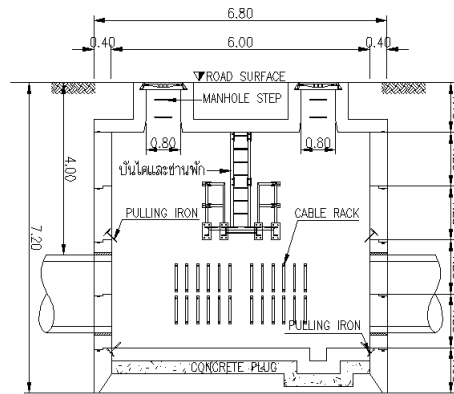
ท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดินที่ใช้ในโครงการเป็นท่อคอนกรีต มี 3 ประเภทคือ ท่อมาตรฐาน (Standard Pipe) ท่อสำหรับฉีดสารเบนโทไนท์เพื่อลดแรงเสียดทาน (Lubrication Pipe) และท่อปลาย (Locker Pipe) โดยท่อ 2 ชนิดแรก นั้นจะเป็นไปตามมาตรฐาน BS 5911 DN Part 1200 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1,500 มิลลิเมตร มีความยาว 2.50 เมตร และ 3.00 เมตร ตามความเหมาะสมของขนาดบ่อพัก เมื่อต้นท่อมาตรฐานได้ประมาณ 3-5 ท่อน สลับด้วยท่อลดแรงเสียดทาน 1 ท่อน ที่มีช่องสำหรับฉีดสารเบนโทไนท์รอบภายนอกเพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างท่อกับผิวดินภายนอกของท่อ เช่นนี้ไปเรื่อยจนหัวเจาะชนบ่อรับ และชนิดที่ 3 คือท่อปลาย (Locker Pipe) เป็นไปตามมาตรฐาน JWSAS-A2-1991 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1,500 มิลลิเมตร โดยจะสั้นกว่า 2 ชนิดแรกประมาณครึ่งหนึ่งและมีความหยาบของผิวท่อน้อยกว่า เพื่อเป็นท่อสำหรับหัวและท้ายของช่วงท่อร้อยสายเพราะง่ายต่อการสกัดและตกแต่ง

### 3.3 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในบ่อพักและท่อ Pipe Jacking

เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการดันท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดินแล้ว จะติดตั้งอุปกรณ์ภายในบ่อพักได้แก่ การติดตั้งหวีสำหรับรองรับท่อปลอกของสายไฟฟ้าใต้ดิน (Spacer for RTRC Pipe) ที่เป็นแผ่นไม้ยึดมีโครงเหล็กดัดรัศรอบ วางห่างกันทุก 2 เมตร ภายในท่อ Pipe Jacking ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 6 การอัดด้วยคอนกรีตเหลวด้วยวิธีอัดแรงดันสูงภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน



รูปที่ 7 รูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ภายในบ่อพัก [1]

จากนั้นอัดด้วยคอนกรีตเหลวด้วยวิธีอัดแรงดันสูง มีความแข็งแรง 45 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 6 จำนวน 4 ช่วง ช่วงละ 40 เมตร จนถึงช่วงสุดท้ายแล้วตั้งแบบเทคอนกรีตที่ขอบปลายท่อภายในบ่อพัก พร้อมกับติดตั้งอุปกรณ์การยึดลากสาย (Pulling Iron) ที่ด้านบนของท่อ จากนั้นติดตั้งอุปกรณ์ภายในบ่อพัก ได้แก่ อุปกรณ์ประกอบการลากสายไฟฟ้าใต้ดิน (Expansion Bolt และ Cable Rack) บันไดและชานพักเพื่อลงไปประกอบติดตั้งบำรุงรักษา อุปกรณ์ภายในบ่อพัก ดังแสดงในรูปที่ 7 จากนั้นปิดฝาบ่อด้วยแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งอยู่ลึกใต้ผิวจราจรประมาณ 1-2 เมตร โดยมีคอบ่อเป็นช่องกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 80 เซนติเมตร

และติดตั้งชั้นบันไดสำหรับขึ้นลงบ่อพัก (Manhole Step) ปิดฝาบ่อคอนกรีต เพื่อבודัดชั้นทางบริเวณก่อสร้างคืนสู่สภาพเดิมต่อไป

### 3.4 วิธีวิจัย

ทำการเก็บข้อมูลการปฏิบัติงานในสภาพหน้างาน เพื่อทำการวิเคราะห์ผลผลิตภาพที่เกิดขึ้นในการแก้ไขปัญหาอุปสรรคเพื่อเปรียบเทียบกับราคาและระยะเวลาที่กำหนดไว้เดิมและงานวางท่อประปาโดยวิธีดินท่อลอดของการประปาส่วนภูมิภาค ดังแสดงในตารางที่ 2 ต่อไปนี้

**ตารางที่ 2** ข้อมูลการปฏิบัติงานในสภาพหน้างาน เพื่อทำการวิเคราะห์ผลผลิตภาพที่เกิดขึ้นในการแก้ไขปัญหาอุปสรรค

งานจอมบ่อพัก	จำนวนชั้น	ระยะเวลา (วัน)
MH.13	5	16
MH.13/1	5	6
MH.13/2	6	15
งานดินท่อร์้อยสายใต้ดิน	ความยาว (ม.)	ระยะเวลา (วัน)
MH.13-MH.13/1	53.40	5
MH.13/1-MH.13/2	15.00	3
MH.13/2-MH.12	49.10	9

### 3.5 งบประมาณในการก่อสร้าง

งานก่อสร้างบ่อพักและท่อร์้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน MH.13 ไป MH.12 โดยคิดค่างานก่อสร้างบ่อพัก 1 บ่อ คือ MH.13 และงานดินท่อร์้อยสายไฟฟ้าใต้ดินความยาว 131 เมตร สามารถจำแนกงานก่อสร้างบ่อพักและดินท่อร์้อยสายได้เป็น 2 ส่วน คือ

3.5.1 ส่วนที่ 1 งานเหมารวมสำหรับบ่อพัก 1 บ่อ ที่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามความยาวช่วงของท่อร์้อยสาย

3.5.2 ส่วนที่ 2 งานที่คิดปริมาณตามความยาวท่อร์้อยสายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 เมตร ความยาว 131 เมตร จากตารางที่ 3 มีงบประมาณในส่วนที่ 1 งานเหมารวมสำหรับบ่อพัก 1 บ่อ ที่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามความยาวช่วงของท่อร์้อยสาย 1,409,175 บาท และตารางที่ 4

มีงบประมาณส่วนที่ 2 งานที่คิดปริมาณตามความยาวท่อร์้อยสายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 เมตร ความยาว 131 เมตร 4,801,310 บาท รวมงบประมาณในการก่อสร้างทั้งสองส่วนเท่ากับ 6,210,485 บาท

โดยตามสัญญาก่อสร้างของโครงการจะทำการเบิกจ่ายเป็นแบบราคาต่อหน่วยตั้งรายละเอียดตามตารางที่ 3 และ 4 ซึ่งหากพบอุปสรรคขณะดำเนินการ ผู้รับจ้างสามารถทำแบบเสนออากราคาค่าก่อสร้างแบบเหมารวมต่อการไฟฟ้าเพื่อพิจารณาและดำเนินการต่อไป

### ตารางที่ 3

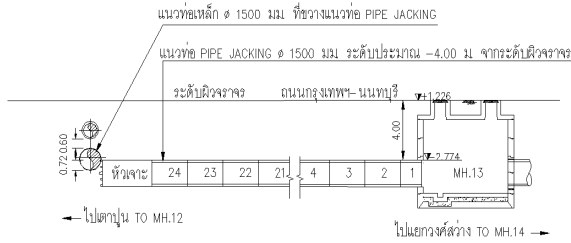
 งบประมาณงานในส่วนที่ 1 ต่อ 1 บ่อพัก

รายการ	ค่าวัสดุและค่าแรง (บาท)
ก่อสร้างบ่อพัก ค.ส.ล.	858,195
ค่าแรงงานจอมบ่อพัก	31,498
ค่าเช่าเครื่องจักรสำหรับจอมบ่อพัก	333,298
ค่าเช่าฝาปิดชั่วคราว	53,198
งานติดตั้งอุปกรณ์ภายในบ่อพัก	74,837
ค่างานขนส่งพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ภายในบ่อพัก	10,290
ซ่อมผิวจราจรชั่วคราวด้วย Asphalt	7,091
ซ่อมผิวจราจรถาวรด้วย ค.ส.ล.	40,768
รวมมูลค่างานในส่วนที่ 1	1,409,175

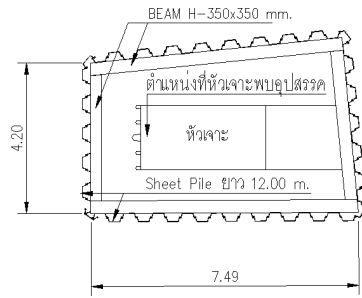
### ตารางที่ 4

 งบประมาณงานในส่วนที่ 2 ต่อความยาวท่อร์้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน 131 เมตร

รายการ	ค่าวัสดุและค่าแรง (บาท)
งานก่อสร้างท่อ ค.ส.ล.	1,572,000
งานติดตั้งท่อร์้อยสายและหวี	1,248,954
งาน Grouting Material ภายในท่อ ค.ส.ล.	473,434
ค่าเช่าหัวเจาะสำหรับดินท่อ ค.ส.ล.	899,839
ค่าเช่าเครื่องจักรประกอบสำหรับงานดินท่อ	362,739
ค่าเช่าเครื่องมือกลงานติดตั้งท่อร์้อยสายและหวี	180,256
ค่าเช่าเครื่องมือกลงาน Grouting Material	51,876
ค่าสำรวจข้อมูลตามแนวก่อสร้าง	5,240
ติดตั้ง Cable Route Marker สำหรับงาน Duct Bank	6,972
รวมมูลค่างานในส่วนที่ 2	4,801,310



รูปที่ 8 ตำแหน่งที่หัวเจาะชนอุปสรรคท่อเหล็กระบายน้ำใต้ดินช่วง MH.12 และ MH.13



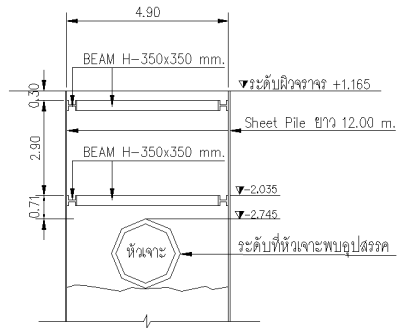
รูปที่ 9 แปลนบ่อชั่วคราวเพื่อกู้หัวเจาะ

#### 4. อุปสรรคที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

งานดินที่อ้อยสายช่วง MH.12 และ MH.13 ช่วงสถานีเตาปูน ขณะที่กำลังทำการดินที่อ้อยสายจาก MH.13 ไปยัง MH.12 โดยมีความยาวช่วงรวม 131 เมตร แต่เมื่อดินท่อไปได้ประมาณ 62 เมตร หัวเจาะไปชนเข้ากับสิ่งปลูกสร้างถาวรใต้ดินซึ่งเป็นท่อเหล็กระบายน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.50 เมตร ของสำนักงานระบายน้ำกรุงเทพมหานคร ที่ระดับความลึกประมาณ -4.00 เมตรจากระดับผิวจราจร ดังแสดงในภาพที่ 8 ซึ่งเป็นระดับเดียวกับแนวท่ออ้อยสายไฟฟ้าใต้ดินที่กำลังทำการก่อสร้าง

การแก้ไขปัญหาลูกอุปสรรคดังกล่าวต้องทำการกู้หัวเจาะ ก่อสร้างและรื้อถอนบ่อชั่วคราวในการกู้หัวเจาะดังแสดงในรูปที่ 9 และรูปที่ 10 แล้วถมดินบ่ออัดกลับที่เดิมจากรูปที่ 4 แสดงการก่อสร้างบ่อพักเพิ่ม 2 บ่อ คือ MH.13/1 และ MH.13/2 ระดับหลังท่อ -6.00 เมตรจากผิวจราจร เพื่อให้มีระดับต่ำกว่าแนวท่อเหล็กของสำนักงานระบายน้ำ ขั้นตอนเริ่มจากการถมบ่อพัก MH.13/1 จากนั้นดินที่คอนกรีตจาก MH.13 ให้ปลายท่อ 24 ดังแสดงในรูปที่ 8 ชนกับ MH.13/1 จากนั้นดินที่อ้อยสายจาก MH.13/1 ไป MH.13/2 ความยาว 15 เมตร เมื่อดินที่จนถึง MH.13/2 ที่ได้ถมบ่อพักไว้สำหรับเป็นบ่อรับเสร็จแล้ว ติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องจักรใหม่ที่ MH.13/2 เพื่อดินที่จาก MH.13/2 ไปยัง MH.12 ซึ่งมีระยะทางเหลืออยู่ 49 เมตร

โดยทั่วไปแล้วจะดินที่อ้อยสายจากบ่อที่ลึกกว่าไปสู่บ่อที่ตื้นกว่าสามารถขีดระดับหัวเจาะได้ประมาณ



รูปที่ 10 รูปตัดบ่อชั่วคราวเพื่อกู้หัวเจาะ

1:100 ของความยาวช่วง ดังเช่นจาก MH.13/2 ไป MH.12 เพราะถ้าดินที่จากบ่อที่ตื้นกว่าไปสู่บ่อที่ลึกกว่าแล้วทำให้น้ำขังในหัวเจาะและอาจเกิดการชำรุดเสียหายได้ การก่อสร้างที่อ้อยสายที่มีความลาดชันมาก ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการก่อสร้าง วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างและประกอบติดตั้งอาจตกจากที่สูงหรือไหลลงสู่ที่ต่ำเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก โดยทางเทคนิคแล้วไม่สามารถก่อสร้างที่อ้อยสายที่มีความลาดชันมากได้ เพราะการอุดคอนกรีตเหลวหุ้มปลอกที่อ้อยสายจะมีน้ำหนักมาก การปิดแบบต้องมั่นคงแข็งแรงเพียงพอเพราะจะทำให้เกิดอุบัติเหตุ และอาจทำให้การอุดคอนกรีตเหลวหุ้มปลอกที่อ้อยสายไม่สมบูรณ์

#### 5. ผลผลิตภาพในงานถมบ่อพักและดินที่อ้อยสายไฟฟ้าใต้ดิน

ผลผลิตภาพที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้างบ่อพักและท่ออ้อยสายใต้ดินเพื่อแก้ไขปัญหในช่วง MH.12 ไปยัง MH.13



ดังแสดงในตารางที่ 2 งานถมบ่อพักมีชิ้นงานรวม 17 ชิ้น ใช้เวลา 19 วัน มีผลิตภาพเฉลี่ย 0.46 ชิ้นต่อวัน งานดันท่อร้อยสายความยาวรวมทั้งสิ้น 117.40 เมตร ใช้เวลา 17 วัน ผลิตภาพเฉลี่ยที่เกิดขึ้น 6.90 เมตรต่อวัน โดยตามแผนงานเดิมใช้เวลาในการถมบ่อพัก 10 วัน หรือเฉลี่ย 0.50 ชิ้นต่อวัน และการดันท่อร้อยสายช่วง MH.13-12 ใช้เวลา 37 วัน หรือเฉลี่ย 3.54 เมตรต่อวัน จากผลิตภาพที่เกิดขึ้นในการแก้ไขปัญหาอุปสรรคครั้งนี้ จะเห็นว่าการถมบ่อพักใช้เวลาใกล้เคียงกับแผนงานเดิม แต่การดันท่อร้อยสายมีผลิตภาพมากกว่าแผนงานเดิม 3.36 เมตรต่อวัน หรือเร็วกว่าแผนงานเป็นเวลา 20 วัน

## 6. ผลกระทบด้านราคาจากอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง

เมื่อพบอุปสรรคขณะก่อสร้างได้ทำการเสนอแบบรูป และเสนอราคาในการก่อสร้างเพื่อแก้ไขปัญหาและอุปสรรคดังกล่าวต่อการไฟฟ้านครหลวงเพื่อพิจารณาดำเนินการโดยเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในสัญญาก่อสร้างและการเบิกจ่ายจะจ่ายเป็นแบบเหมารวม

จากปัญหาและอุปสรรคที่พบมีต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในงานกู้หัวเจาะ งานก่อสร้างและรื้อถอนบ่อชั่วคราว งานก่อสร้างบ่อพักเพิ่มเติม 2 บ่อ MH.13/1 และ MH.13/2 Type A/J ระดับหลังท่อ -6.00 เมตร จากผิวจราจร และมีมูลค่างานที่ลดลงเนื่องจากความยาวท่อร้อยสายที่ลดลงในตำแหน่งที่ทำการก่อสร้างบ่อพัก MH.13/1 และ MH.13/2 โดยสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

6.1 ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในงานกู้หัวเจาะ งานก่อสร้างและรื้อถอนบ่อพักชั่วคราว ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในงานกู้หัวเจาะซึ่งใช้เวลา 5 วัน มีรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในงานกู้หัวเจาะ

รายการ	ค่างาน(บาท)
ค่าเช่ารถเครน 50 ตัน+น้ำมัน+คนขับ	55,500
ค่าเช่ารถคาร์ตลาก (Trailer)+น้ำมัน+คนขับ	27,000
ค่าแรงงาน 10 คนๆ ละ 350 บาทต่อวัน	17,500
รวมเป็นเงิน งานกู้หัวเจาะ	92,000

จากตารางที่ 5 มีต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในงานกู้หัวเจาะ 92,000 บาท และจากตารางที่ 6 มีต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในงานก่อสร้างและรื้อถอน บ่อชั่วคราว 573,100 บาท รวมต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในงานกู้หัวเจาะ งานก่อสร้างและรื้อถอนบ่อชั่วคราวเท่ากับ 665,100 บาท

ตารางที่ 6 ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในงานก่อสร้างและรื้อถอนบ่อชั่วคราว

รายการ	ราคา (บาท)
ค่าเช่า Sheet Pile 41.99 ตัน	35,691
ค่าเช่าเหล็กค้ำยัน Bracing Beam	27,209
ค่ารถปัก-ถอน Sheet Pile 180 เมตร	99,360
ค่าขนย้ายรถปัก-ถอน Sheet Pile	24,000
ค่าเช่ารถขุด PC200+น้ำมัน+Operator	62,100
ค่ารถ 10 ล้อ ขนย้ายดิน+น้ำมัน+คนขับ	28,800
ค่ารถลาก (Trailer) ขนย้าย Sheet Pile +น้ำมัน+คนขับ	42,800
ค่ารถเครน 25 ตัน ขนย้าย Sheet Pile +น้ำมัน+คนขับ	43,200
ค่าแรงงาน 10 คนๆ ละ 350 บาทต่อวัน	70,000
ค่าทรายถมกลบท่อภายในบ่อ	74,010
อื่นๆ	
ค่าเช่าเครื่องปั่นไฟ 50 kVa +น้ำมัน	38,850
ค่าเช่ารถบริการ (Pickup)+น้ำมัน	37,000
ค่าเช่าแผ่นเหล็กปิดผิวจราจร 5.6 ตัน	4,480
รวมต้นทุนที่เพิ่มขึ้น	573,100

6.2 ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในงานก่อสร้างบ่อพักเพิ่มเติม 2 บ่อ MH.13/1 และ MH.13/2 Type A/J ระดับหลังท่อ -6.00 เมตร จากผิวจราจร โดยบ่อพัก 1 บ่อประกอบด้วยงานต่างๆ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าวัสดุในงานก่อสร้างบ่อพัก 1 บ่อ

รายการ	ค่าวัสดุ(บาท)
คอนกรีต	648,673
งานถมบ่อพัก	81,869
งานติดตั้งอุปกรณ์ภายในบ่อพัก	153,940
งานคืนสภาพผิวจราจร	22,563
งาน Temporary	86,325
รวมค่าวัสดุก่อสร้างบ่อพัก	99,370



จากตารางที่ 7 ถึงตารางที่ 10 มีต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในงานก่อสร้างบ่อพักเพิ่มเติม ประกอบด้วย ค่าวัสดุในงานก่อสร้างบ่อพัก ค่าเช่าเครื่องจักร ค่าเช่าวัสดุในงานชั่วคราวและแผ่นปิดฝาบ่อชั่วคราว และค่าแรงในงานก่อสร้างบ่อพัก 2,061,299 บาทต่อบ่อ

ดังนั้นในงานก่อสร้างบ่อพักเพิ่มเติม 2 บ่อ คือ MH.13/1 และ MH.13/2 Type A/J ระดับหลังท่อ -6.00 เมตร จากผิวจราจร มีต้นทุนเพิ่มขึ้นรวมทั้งสิ้น 4,122,598 บาท

#### ตารางที่ 8 ค่าเช่าเครื่องจักรต่อบ่อพัก 1 บ่อ

รายการ	ค่าเช่า (บาท)
รถขุดพร้อมหัวเบรก (PW-100)	57,400
รถขุด PC-200	28,200
รถบรรทุก 10 ล้อ (Dump Truck)	65,000
เครน 25 ตัน	97,200
รถเขี่ย (Truck with Crane)	168,000
รถบริการ (Pickup Car)	22,400
รถประจำตำแหน่ง (Passenger Car)	84,000
ลูกกลิ้งบดอัด (Double Roller)	4,050
เครื่องปั่นไฟ 50 kV (Generator)	28,000
เครื่องสูบน้ำ (Submersible Pump)	12,240
ตู้เชื่อม (Welding Machine)	3,750
เครื่องอัดลม (Air Compressor)	1,000
เครน 50 ตัน	115,700
รถลาก (Trailer)	36,400
รวมค่าเช่าเครื่องจักรก่อสร้างบ่อพัก	723,340

#### ตารางที่ 9 ค่าเช่าวัสดุในงานชั่วคราวและแผ่นปิดฝาบ่อชั่วคราวต่อบ่อพัก 1 บ่อ

รายการ	ค่าเช่า (บาท)
แผ่นเหล็กหนา 30 มม. 22 วัน	2,887
แผ่นคอนกรีตปิดฝาบ่อชั่วคราว 30 วัน	3,937
เหล็กรับแผ่นปิดฝาบ่อชั่วคราว 30 วัน	405
รวม	7,229

#### ตารางที่ 10 ค่าแรงก่อสร้างบ่อพัก 1 บ่อ

รายการ	ค่าเช่า (บาท)
โพรแมน	44,800
คนงาน (Labor)	196,000
ช่างเชื่อม (Welder)	13,680
คนขับรถ	82,880
รวมค่าแรงก่อสร้างบ่อพัก	337,360

6.3 ปริมาณงานที่ลดลงเนื่องจากความยาวท่อร้อยสายที่ลดลงในตำแหน่งที่ทำการก่อสร้างบ่อพัก MH.13/1 และ MH.13/2 โดยมีความยาว 13.60 เมตร ทำให้มูลค่างานลดลงดังตารางที่ 11

#### ตารางที่ 11 มูลค่างานที่ลดลง

รายการ	ค่าวัสดุและค่าแรงงาน (บาท)
งานก่อสร้างท่อ ค.ส.ล.	163,200
งานติดตั้งท่อร้อยสาย และหีวร้อยรับ	129,662
งานอุดคอนกรีตเหลวและตรวจสอบท่อร้อยสาย	49,150
รวมมูลค่างานที่ลดลง	342,012

การแก้ไขปัญหาเนื่องจากผลกระทบของอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างส่งผลกระทบต่อทั้งทางด้านราคางานและเวลาในการดำเนินการก่อสร้างต้องมีการขยายระยะเวลาในการก่อสร้างเพิ่มขึ้น 56 วัน โดยมีต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในงานกู้หัวเจาะ งานก่อสร้างและรื้อถอนบ่อชั่วคราว 665,100 บาท มีต้นทุนที่เพิ่มขึ้นในงานก่อสร้างบ่อพักเพิ่มเติม 2 บ่อ คือ MH.13/1 และ MH.13/2 Type A/J ระดับหลังท่อ -6.00 เมตร จากผิวจราจร 4,122,598 บาท และมีมูลค่างานที่ลดลงเนื่องจากความยาวท่อร้อยสายที่ลดลงในตำแหน่งที่ทำการก่อสร้างบ่อพัก MH.13/1 และ MH.13/2 มูลค่า 342,012 บาท

ดังนั้นมีมูลค่างานที่เพิ่มขึ้นในการแก้ไขปัญหาเท่ากับ 4,445,686 บาท เมื่อรวมค่าดำเนินงาน 15% และ

ภาษี ณ ที่จ่าย (VAT) 7% จะมีมูลค่างานเพิ่มขึ้นทั้งสิ้น 5,470,416 บาท

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการก่อสร้าง บ่อพักของการประปานครหลวงมีราคางานในการก่อสร้าง บ่อพัก 2 บ่อที่ถัดกันมูลค่า 500,000 บาท ซึ่งมีราคาถูกกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับโครงการในกรณีศึกษาครั้งนี้ดังแสดง ในตารางที่ 7 ถึงตารางที่ 10 โดยมีค่างานในการก่อสร้าง บ่อพัก 2 บ่อที่ถัดกัน 4,122,598 บาท เนื่องจากเป็นบ่อพัก แบบบ่อเข็มพืดชั่วคราวซึ่งต่างกับโครงการในกรณีศึกษา นี้ที่ใช้บ่อคอนกรีตสำหรับใช้งานถาวร เพื่อการบำรุงรักษา และซ่อมแซมอุปกรณ์ภายในบ่อพักและรองรับการใช้งาน ในอนาคต

ส่วนราคางานดินท่อของโครงการในกรณีศึกษาครั้งนี้ ดังแสดงในตารางที่ 4 มีราคางาน 4,801,310 บาทต่อ ความยาว 131 เมตร หรือ 36,651 บาทต่อเมตร มีราคา ต่อเมตรถูกกว่าเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลิตภาพกับ ท่อคอนกรีตที่มีท่อเหล็กเป็นท่อวงในขนาด 1,200 มม. ของการประปานครหลวง ตารางที่ 12 แสดงการสรุป เปรียบเทียบข้อมูลค่าก่อสร้าง ผลิตภาพ ความยาว และ ต้นทุนของทั้งสองโครงการ

**ตารางที่ 12** เปรียบเทียบผลิตภาพการดินท่อคอนกรีต ของโครงการในกรณีศึกษาครั้งนี้และการ ประปาส่วนภูมิภาค

รายการ	ท่อคอนกรีต ชั้นเดียว ขนาด 1,500 มม.	ท่อคอนกรีต มีท่อเหล็ก วงใน ขนาด 1,200 มม.
ค่าก่อสร้างบ่อพัก 2 บ่อ ที่ถัดกัน (บาท)	4,122,598	500,000
อัตราการดินท่อเฉลี่ย (เมตร/วัน)	6.90	9
ความยาวช่วง (เมตร)	131	200-300
ค่างานดินท่อ (บาท/เมตร)	36,651	39,200

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่างานดินท่อคอนกรีต ของโครงการในกรณีศึกษาครั้งนี้ดินท่อได้เข้ากว่า แต่มี ค่างานดินท่อต่อเมตรถูกกว่างานดินท่อคอนกรีตชนิดที่มี

ท่อเหล็กวงในขนาด 1,200 มม. ของประปาส่วนภูมิภาค

## 7. สรุป

จากการศึกษาช่วง MH.13 ไป MH.12 ความยาว 131 เมตร มีผลิตภาพในงานถมบ่อพักเฉลี่ย 0.46 ชั้นต่อวัน ผลิตภาพเฉลี่ยในงานดินท่อร้อยสาย 6.90 เมตรต่อวัน เร็วกว่าการดินท่อเหล็กเหนียวสองชั้นขนาด 1,200 มม. ของงานวางท่อประปาโดยวิธีดินท่อลอดของการประปา ส่วนภูมิภาค อาจจะเนื่องจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ท่อและวิธีการก่อสร้างที่แตกต่างกัน

ปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างกำลังทำการก่อสร้าง ที่ต้องแก้ไขคือการก่อสร้างบ่อชั่วคราวเพื่อกู้หัวเจาะ และ ก่อสร้างบ่อพักเพิ่มเติม 2 บ่อ ที่ระดับหลังท่อ -6.00 เมตร จากผิวจราจร เพื่อดันท่อร้อยสายเชื่อมต่อระหว่างบ่อพักมี ความยาว 15 เมตร ใช้ต้นทุนเพิ่มขึ้นจำนวน 5,470,423.07 บาท ซึ่งคิดเป็นต้นทุนเพิ่มขึ้นในการแก้ไขงาน (Unexpected Cost) ร้อยละ 88 ของมูลค่างานเดิมและหากคิดต่อมูลค่า โครงการทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.9

จากการเปรียบเทียบงานดินท่อคอนกรีตของ โครงการในกรณีศึกษาครั้งนี้กับงานวางท่อประปาโดย วิธีดินท่อลอดของการประปาส่วนภูมิภาคท่อคอนกรีตที่มีท่อเหล็กเป็นท่อวงในขนาด 1,200 มม. พบว่างานดินท่อ คอนกรีตของโครงการในกรณีศึกษาครั้งนี้มีราคางาน ก่อสร้างบ่อพัก 2 บ่อที่ถัดกันแพงกว่า 3,622,598 บาท มีอัตราการดินท่อเฉลี่ยช้ากว่า 2.1 เมตรต่อวัน แต่มีต้นทุน ค่างานดินท่อถูกกว่า 2,549 บาทต่อเมตร

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายช่างและพนักงานของโครงการ ทุกท่าน บริษัทอาติเสียนไทย ดีเวล็อบเมนต์จำกัด (มหาชน) ที่ให้ข้อมูลและความรู้อันเป็นประโยชน์ยิ่ง

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Metropolitan Electricity Authority, Cost Proposal Number Pho-Or-Bor. Kor.32/2550 Manhole



- and Underground Electrical line of Mass Rapid Transit Authority Purple line Project Bang Yai - Bang Sue Section Contract 1, 2007.
- [2] P. Noppadol, "Construction of Pipe Jacking," *Civil Engineering Magazine*, pp. 32-37, April, 1996.
- [3] Thailand Underground and Tunnelling Group (TUTG), Tunnelling and Deep Excavation Works in Thailand - Past, Present and Future, World Tunnel Congress 2012.
- [4] Editorial, "Construction Duct Bank with Pipe Jacking Chitlada Project of MEA," *Civil Engineering Magazine*, pp. 31-36, September, 1996.
- [5] G. Sarawuth, T. Thawon, and T. Kongoon, "A Comparative Study of Pipe Jacking Techniques of the Provincial Waterworks Authority," *Journal of Engineering RMUTT*, pp. 39-47, July-December, 2012.
- [6] P. Noppadol, "Risk to Damage the Subway Construction," *Civil Engineering Magazine*, pp. 25-32, December, 1996.