หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

เนื่องจากท่อจะต้องถูกใช้งานไปอย่างน้อย 20 ปี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการรักษาท่อให้อยู่ในสภาพดีเสมอ ในการบำรุงรักษาท่อนี้จะต้องทำทั้งตัวท่อภายนอก และตัวท่อภายใน ตัวท่อส่งก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่จะต้องถูกฝังอยู่ในดินตลอดเวลา ซึ่งถ้าปล่อยทิ้งไว้โดยไม่มีการบำรุงรักษาตัวท่อก็จะผุกร่อนจนเกิดความเสียหายแตกรั่วได้ การบำรุงรักษาท่อภายนอกจึงเป็นการป้องกันตัวท่อมิให้เกิดความเสียหายจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งกระทำได้โดยการเคลือบผิวนอกของท่อ และการทำระบบคาโทดิคตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทต้น ๆ การกระทำดังกล่าวจะเป็นการบำรุงรักษาในลักษณะลงทุน เพื่อหวังผลในระยะยาว นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องมีพนักงานคอยควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ที่มีผลกระทบทางกายภาพต่อท่อเช่น การก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างในบริเวณหรือใกล้แนวท่อ การทำเกษตรกรรมเหนือบริเวณแนวท่อเป็นต้น ซึ่งจำเป็นต้องตรวจสอบและควบคุมอยู่ตลอดเวลา สำหรับตัวท่อภายในซึ่งเป็นส่วนที่สัมผัสกับก๊าซอยู่ตลอดเวลาและแม้ว่าก๊าซธรรมชาติที่พบในประเทศไทย ไม่ก่อให้เกิดการกัดกร่อนของท่อก็ตาม การตรวจสอบสภาพภายในท่อหาจุดบกพร่อง ค้นหาสาเหตุและแก้ไขด้วยการ RUN PIG เป็นครั้งคราวตามเวลาที่เหมาะสม หรือเห็นสมควร ก็ยังเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพื่อความเชื่อมั่นในการใช้งานของท่อ จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า จะก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายได้ 3 พวก คือ ค่าใช้จ่ายที่เป็นประเภทการลงทุนระยะยาว ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเป็นประจำ และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว

ค่าใช้จ่ายประเภทการลงทุน

1. ค่าใช้จ่ายในการเคลือบผิวท่อ

1.1 การเคลือบผิวท่อด้วยสารเคลือบผิว

1.1.1 ค่าวัสดุเคลือบผิวท่อ

หาปริมาณ PRIMER , COAL-TAR,GLASS WRAP และ FELT ที่ใช้จากตารางที่ 8.1 และอาศัยราคาวัสดุในตารางที่ 8.2 นำมาคำนวณหาค่าวัสดุเคลือบผิวท่อดังตัวอย่างคือ

ตารางที่ 8.1

ประมาณการวัสดุเคลือบผิวท่อที่ใช้ต่อความยาวท่อ 1 กม.

ขนาดท่อ (นิ้ว)	PRIMER (ลิตร)	3/32" COAL TAR (ตัน)	GLASS WRAP (ตร.ม.)	15 POUND FELT (ตร.ม.)
4	32	1.9	435	435
6	49	2.5	610	610
8	63	3.8	784	784
10	80	4.4	958	958
12	94	5.0	1132	1132
14	111	6.3	1219	1219
16	126	6.9	1394	1394
18	142	8.2	1568	1568
20	157	8.8	1742	1742
24	188	10.7	2090	2090
30	236	13.2	2613	2613
36	282	15.7	3135	3135
42	330	18.2	3658	3658

แหล่งที่มา : Pipeline Industry, Pipeline Rule of Thumb Handbook, 1978

ตารางที่ 8.2

ราคาวัสดุที่ใช้ในการเคลือบผิวท่อ

วัสดุ	หน่วย	ราคา (บาท)
1. PRIMER	ลิตร	320
2. COAL-TAR	ตัน	30000
3. GLASS WRAP	ตร.ม.	120
4. FELT	ตร.ม.	120
5. INNERWRAP PE TAPE	ตร.ม.	320
6. OUTERWRAP PE TAPE	ตร.ม.	220

แหล่งที่มา : เอกสารรายละเอียดค่าเคลือบผิวท่อจากบริษัท ชิโนไทย-คอนสตรัคชั่นเซอร์วิส จำกัด ลงวันที่ 22 กันยายน 2529

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง

ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ระยะทาง 1 กม. ต้องใช้วัสดุดังนี้

วัสดุ	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
PRIMER	49.0 ลิตร/กม.	320 บาท/ลิตร	15,680.-
COAL-TAR	2.5 ตัน/กม.	30,000 บาท/ตัน	75,000.-
GLASS WRAP	610.0 ตร.ม./กม.	120 บาท/ตร.ม.	73,200.-
FELT	610.0 ตร.ม./กม.	120 บาท/ตร.ม.	73,200.-
		รวม	237,080.-

ท่อขนาด 6 นิ้ว ยาว 1 กม. มีพื้นที่ผิว 478.536 ตร.ม.

คิดเป็นค่าวัสดุเคลือบผิวต่อหน่วย $\frac{237,080}{478.536}$ = 495 บาท/ตร.ม.

1.1.2 ค่าแรงงานและเครื่องมือ

1.1.2.1 ค่าแรงงาน	120	บาท/ตร.ม.
1.1.2.2 ค่าเครื่องมือ	30	บาท/ตร.ม.
รวมค่าแรงและเครื่องมือ	150	บาท/ตร.ม.

1.1.3 ค่าดำเนินการและภาษีการค้า 7 %

คิดเป็นค่าดำเนินการและภาษีการค้า (495+150) X 7%

= 45.15 บาท/ตร.ม.

1.1.4 ค่าใช้จ่ายในการเคลือบผิวท่อ

= 495+150+45 = 690 บาท/ตร.ม.

1.2 การเคลือบผิวท่อด้วยเทป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.3

ปริมาณ PRIMER และเทปที่ต้องใช้ในการเคลือบผิว

PIPE O มม.	PIPE O นิ้ว	TAPE Width มม.	Overlap 25 mm ตร.ม./กม.	Overlap 50 mm ตร.ม./กม.	Overlap 50% (equal 2 layers) ตร.ม./กม.	Primer MT 25 ลิตร/กม.
50	2	50	255	-	380	24
80	3	50	375	-	560	36
100	4	100	486	721	721	40
125	5	150	540	666	900	48
150	6	150	647	797	1066	60
200	8	225	787	900	1417	72
250	10	225	1012	1125	1755	84
300	12	300	1140	1230	2040	108
400	16	300	1440	1650	2550	132
500	20	450	1710	1800	3285	168
600	24	450	2025	2160	3825	192
700	28	450	2385	2520	4500	228
800	32	450	2700	2880	5175	252
900	36	450	3060	3240	5760	288
1000	40	450	3375	3600	6435	324
1100	44	450	3735	3960	7110	348
1200	48	450	4050	4320	7650	384
1300	52	450	4410	4680	8910	420
1400	56	450	4725	5040	9000	444
1500	60	450	5085	5400	9585	480
1600	64	450	5400	5760	10260	516

แหล่งที่มา : เอกสาร Products For Corrosion Protection and For Sealing ของบริษัท เอเชี่ยนคอร์โรชั่นคอนโทรลเทรดดิ้ง จำกัด

ตาราง ที่ 8.4

คุณสมบัติของเทปประเภท POLYETHYLENE

Properties	Unit	Value	Test specification DIN	Test specification ASTM a.o.
6.2.1 Thickness	mm	0.50	DIN 30672	ASTM-D 1000
6.2.2 Weight	kg/m	ca. 0.56	-	-
6.2.3 Tensile strength			DIN 30672	ASTM-D 1000
at -60 C	N/10 mm	120	10 mm/min	
+23 C	N/10 mm	50	200 mm/min	300 mm/min
+60 C	N/10 mm	30	200 mm/min	-
6.2.4 Yield point			DIN 30672	
at 23 C	N/10 mm	40	200 mm/min	-
60 C	N/10 mm	25	200 mm/min	-
6.2.5 Tear resistance				
at 23 C	N/mm	55	DIN 53515	ASTM-D 1001
6.2.6 Heat ageing at 100 C, 100 days				
(Change in tensile strength)	%	25	DIN 30672	-
6.2.7 Brittleness temperature	C	-46+4	DIN 53372	-
	C	-58+4		Gost. 10354
6.2.8 Adhesion to backing tape/tape S 20/S 20	N/10 mm	20	DIN 30672	-
S 20/R 20	N/10 mm	20	DIN 30672	-
R 20/R 20	N/10 mm	4	DIN 30672	-
6.2.9 Water content	%	0.1	DIN 30672	-
6.2.10 Water absorption				
at 23 C				
after 1 day	%	0.1	DIN 53495	ASTM-D 570
after 30 days	%	0.4	DIN 53495	ASTM-D 570
6.2.11 Saponification value				
PE film	mg KOH/g	0	DIN 30672	-
Butyl coating	mg KOH/g	2	DIN 30672	-
6.2.12 Permeability to gas				
(1 layer)				
water vapour	g/m 24 h	2 10	DIN 53122	-
oxygen	g/m 24 h bar	10	DIN 53536	-
6.2.13 Dielectric strength	kV/mm	40	DIN 53481	-
6.2.14 Volume resistivity	Ohm cm	10	DIN 53482	ASTM-D 257

แหล่งที่มา : เทคนิค Products For Corrosion Protection and For Sealing ของบริษัท เทสซี่ยนคอร์โปเรชั่นคอนโทรลเทคนิค จำกัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2.1 ค่าวัสดุเคลือบผิวท่อ

หาปริมาณ PRIMER และเทปที่ต้องใช้ในการเคลือบผิว จากตารางที่ 8.3 ซึ่งแสดงปริมาณ PRIMER และเทปที่ต้องใช้ต่อ 1 กม. เทปที่ใช้ในการพันท่อส่งก๊าซธรรมชาติจะเป็นเทปประเภท POLYETHYLENE ซึ่งจะมีคุณสมบัติดังตารางที่ 8.4 การพันก็จะพันอย่างน้อย เพื่อให้ได้ความหนาต่ำสุดตามข้อกำหนด คือ หนาอย่างน้อย 2 มม. ขณะที่เทปมีความหนา 0.5 มม. การพันจริงต้องพันเป็น 2 ชั้น โดยแต่ละชั้นที่พันจะหนา 1 มม. (รวมเนื้อเทปที่ซ้อนกัน 50%ของความกว้างเทป) การคิดปริมาณเทปจริงต้องคิดทั้งสองชั้น จากนั้นอาศัยราคาต่อหน่วยของ PRIMER เทปชั้นในและเทปชั้นนอกใน ตารางที่ 8.5 คำนวณค่าวัสดุต่อไป ดังตัวอย่างคือ

ตัวอย่าง

ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ระยะทาง 1 กม. จะมีค่าใช้จ่ายดังนี้.-

วัสดุ	ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย	เป็นเงิน (บาท)
PRIMER	60 ลิตร	320 บาท/ลิตร	19,280.-
เทปชั้นใน	1,066 ตร.ม.	320 บาท/ตร.ม.	341,120.-
เทปชั้นนอก	1,066 ตร.ม.	220 บาท/ตร.ม.	234,520.-
		รวม	594,920.-

ท่อขนาด 6 นิ้ว ยาว 1 กม.มีพื้นที่ผิว 478.536 ตร.ม.

คิดเป็นค่าวัสดุเคลือบผิวต่อหน่วย $\frac{594,920}{478.536}$ = 1,243 บาท/ตร.ม.

1.2.2 ค่าแรงงานและเครื่องมือ

1.2.2.1	ค่าแรงงาน	120	บาท/ตร.ม.
1.2.2.2	ค่าเครื่องมือ	30	บาท/ตร.ม.
	รวม	150	บาท/ตร.ม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.5

ราคาวัสดุที่ใช้ในการพันเคลือบผิวท่อ

วัสดุ	ราคาต่อหน่วย
PRIMER	320 บาท/ลิตร
เทปชั้นใน	320 บาท/ตร.ม.
เทปชั้นนอก	220 บาท/ตร.ม.

แหล่งที่มา : เอกสารรายละเอียดค่าเคลือบผิวท่อจากบริษัท ซีไนไทยคอนสตรัคชั่นเซอร์วิส จำกัด ลงวันที่ 22 กันยายน 2529

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2.3 ค่าดำเนินการและภาษีการค้า 7%

คิดเป็นค่าดำเนินการและภาษีการค้า

(1243+150) X 0.07 = 97.50 บาท/ตร.ม.

1.2.4 ค่าใช้จ่ายในการเคลือบผิวท่อด้วยเทป

= 1,243 + 150 + 97

= 1,490 บาท/ตร.ม.

2. ค่าใช้จ่ายในการทำระบบคาโทดิค

ค่าใช้จ่ายในการทำระบบคาโทดิค จะแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ค่าใช้จ่ายวัสดุที่ใช้ และค่าใช้จ่ายในการสำรวจและออกแบบ ตามวิธีการที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทต้น ๆ การติดตั้ง จะมีลักษณะดังภาพที่ 8.1

2.1 ค่าใช้จ่ายของระบบ

2.1.1 ส่วนประกอบของระบบคาโทดิค

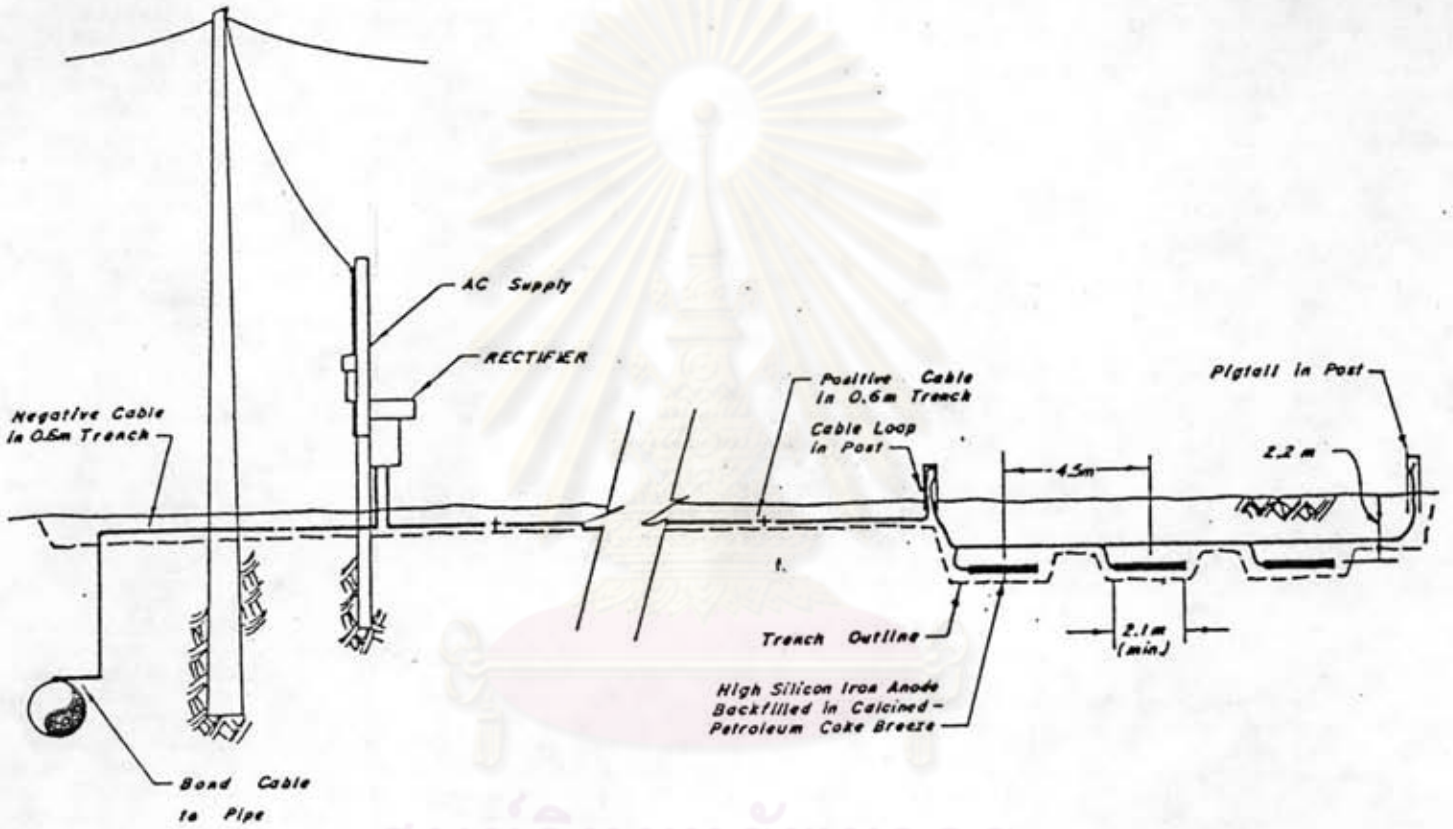
ตัวระบบคาโทดิค จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

TRANSFORMER RECTIFIER ใช้เป็นแหล่งจ่ายกระแสตรงให้กับระบบคาโทดิค ซึ่งมีขนาดต่าง ๆ กันไป ตามปริมาณกระแสที่จะจ่ายให้ระบบ

ANODE เป็นแท่งโลหะที่เป็นขั้วจ่ายกระแสผ่านลงดินกลับไปยังท่อ ซึ่งในแต่ละระบบมีความต้องการแตกต่างกัน ตามแต่การสำรวจและออกแบบ

CABLE ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวท่อกับ RECTIFIER และระหว่าง RECTIFIER กับแท่ง ANODE รวมทั้ง CABLE ที่ใช้ต่อระหว่างท่อกับ TEST STATION

CADWELDING เป็นจุดที่ใช้เชื่อมต่อของท่อกับ CABLE และจุดที่ทำ CADWELDING แล้วจะถูกครอบด้วย ROYSTON HANDY CAP เพื่อป้องกันมิให้เกิดความเสียหายกับจุดนี้



ภาพที่ 8.1 การติดตั้งระบบคาโทดิค

แหล่งที่มา : Associated Corrosion Consultants Ltd,. Cathodic Protection Seminar, Prepared for Petroleum Authority of Thailand.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CP TEST BOX เป็นกล่องที่ใช้ตรวจสอบการทำงานของระบบคาโทดิค ซึ่งจะติดตั้งอยู่ที่ TEST STATION

GROUNDING SYSTEM เป็นระบบที่ใช้ติดตั้งเพื่อป้องกันความเสียหาย ที่อาจเกิดต่อท่อก๊าซ อุปกรณ์ และบุคคลจากกระแสไฟนอกระบบ CATHODIC PROTECTION

INSULATING FLANGE เป็นฉนวนที่ใช้ป้องกันการรั่วไหลของกระแสไฟของระบบป้องกันการผุกร่อนที่ใช้วิธี CATHODIC PROTECTION ไม่ให้ผ่านหน้าแปลนของท่อแยก

BONDING BOX ใช้ติดตั้งในส่วนที่จะเกิดปัญหา INTERFERENCE เช่น ในส่วนที่ท่อสองท่อมาตัดกัน ก็จะมีการติดตั้ง BONDING BOX พร้อมด้วย BOND

INSULATING JOINT ใช้เป็นส่วนแยกทางไฟฟ้าระหว่างท่อก๊าซที่ป้องกันด้วยระบบ CATHODIC PROTECTION ในวงจรหนึ่งไม่ให้เกี่ยวข้องโดยตรงกับท่อก๊าซวงจรอื่น ๆ หรือส่วนอื่นที่ไม่มีการป้องกันทางระบบ CATHODIC PROTECTION

2.1.2 ค่าใช้จ่ายขององค์ประกอบระบบคาโทดิค

รายการ	ราคาต่อหน่วย	
1. TRANSFORMER RECTIFIER INPUT AC 240 VOLT SINGLE PHASE 50 HERTZ OUTPUT 5 AMPERE D.C.12 VOLT	140,000	บาท/ชุด
2. HIGH SILICON IRON CHROMIUM ANODE 3"X60" PREPACKED IN SPIRAPAK CONTAINER CONSISTING OF METALLURGICAL COKE BREEZE THE DIMENSION OF SPIRAPAK CONTAINER IS 6"X96"	27,500	บาท/ชุด
3. SPLICING EPOXY KIT 90 BI	1,500	บาท/ชุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการ	ราคาต่อหน่วย	
4. PERMARAD CABLE 25 Sq.mm FOR POSITIVE TO ANODE AND NEGATIVE TO STRUCTURE CABLE	200	บาท/เมตร
5. NYY CABLE 16 Sq.mm FOR TEST BOX	80	บาท/เมตร
6. CADWELDING	210	บาท/จุด
7. ROYSTON HANDY CAP	250	บาท/ชุด
8. GROUNDING SYSTEM	26,000	บาท/จุด
9. D.C.DECOUPLING 5 KA KIRKCELL	28,800	บาท/ชุด
10. C.P.TEST BOX WITH CONDUIT	6,000	บาท/ชุด
11. INSULATION FLANGE KITS NEOPRENE FACED		
- 4" ANSI 150	5,000	บาท/จุด
- 6" ANSI 150	7,500	บาท/จุด
12. BONDING BOX MADE OF CAST ALUMINIUM C/W ADJUSTABLE RESISTER 100 W 1 OHM AND TERMINAL	12,000	บาท/ชุด
13. POWER SUPPLY CABLE 2 X 4 NYY CABLE	60	บาท/เมตร

2.2 ค่าใช้จ่ายในการสำรวจและออกแบบ

ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะประกอบด้วย

2.2.1 ค่าใช้จ่ายในการสำรวจ SOIL RESISTIVITY ในการสำรวจที่ผ่าน ๆ มา ตามวิธีการที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 5 จะมีค่าใช้จ่ายในการสำรวจตกประมาณ 20,000 บาท ต่อความยาวท่อ 2,000 เมตร

2.2.2 ค่าใช้จ่ายในการออกแบบ เป็นค่าใช้จ่ายเพื่อคำนวณหาจำนวนจุดของระบบคาโทดิค จำนวน ANODE ในแต่ละจุดของระบบคาโทดิคขนาดของ RECTIFIER ที่ใช้ในแต่ละจุด จำนวน TEST STATION ที่จำเป็นตลอดแนวท่อ แหล่ง POWER SUPPLY ที่เหมาะสม ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้จะตกประมาณ 50,000 บาท ต่อความยาวท่อ 2,000 เมตร

2.3 ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ

เป็นค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการทดสอบหลังการติดตั้ง ทั้งระบบของท่อก๊าซ ส่วนที่ต่อเนื่องเกี่ยวข้องและผลกระทบอย่างน้อย 3 ครั้ง โดยครั้งที่สองห่างจากครั้งแรกหนึ่งสัปดาห์ครั้งที่สามห่างจากครั้งที่สองประมาณ 1 เดือน อีกทั้งเป็นค่าใช้จ่ายในการให้บริการตรวจสอบระบบคาโทดิค และบำรุงรักษาอย่างน้อย 2 ครั้ง ภายในปี 1 ห่างกันครั้งละประมาณ 6 เดือน รวมถึงการรายงานวิเคราะห์ผล ซึ่งจะมีค่าใช้จ่าย 50,000 บาท ต่อความยาวท่อ 2,000 เมตร

2.4 ตัวอย่างค่าใช้จ่ายในการทำระบบคาโทดิค

ในการทำระบบคาโทดิคของท่อส่งก๊าซย่อย ที่แยกออกจาก BV 6ไปยังโรงจักรไฟฟ้าบางปะกง ซึ่งมีความยาวของท่อ 2,000 เมตร จะต้องใช้ส่วนประกอบของระบบคาโทดิค และคิดเป็นราคาได้ดังนี้

รายการ	จำนวน	เป็นเงิน(บาท)
1. TRANSFORMER RECTIFIER OUTPUT 5 AMP DC 12V.	1 ชุด	140,000
2. HIGH SILICON IRON CHROMIUM ANODE	1 ชุด	27,500
3. SPLICING EPOXY KIT 90 BI	10 ชุด	15,000
4. CABLE TO ANODE AND TO PIPE	300 ชุด	60,000
5. CABLE FOR TEST BOX	100 เมตร	8,000
6. CADWELDING	1 จุด	210
7. ROYSTON HANDY CAP	1 จุด	250
8. GROUNDING SYSTEM	1 จุด	26,000
9. D.C.DECOUPLING	2 ชุด	57,600
10. C.P.TEST BOX WITH CONDUIT	5 ชุด	30,000
11. INSULATION FLANGE		
- 4" ANSI 150	1 จุด	5,000
- 6" ANSI 150	1 จุด	7,500
12. BONDING BOX	1 ชุด	12,000
13. POWER SUPPLY CABLE	50 เมตร	3,000

รายการ	จำนวน	เป็นเงิน(บาท)
รวมค่าวัสดุที่ใช้		392,060
ค่าดำเนินการและภาษีการค้า 7%		27,444
รวมทั้งสิ้น		419,504

ค่าใช้จ่ายในการสำรวจ SOIL RESISTIVITY 20,000 บาท

ค่าใช้จ่ายในการออกแบบ 50,000 บาท

ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ 50,000 บาท

รวมคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการทำระบบคาโทดิค ทั้งสิ้น

= 419,504 + 20,000 + 50,000 + 50,000 = 539,504 บาท

คิดเป็นค่าใช้จ่ายระบบคาโทดิคต่อความยาวท่อ

$$= \frac{539,504}{2,000} = 270 \text{ บาท/เมตร}$$

ค่าใช้จ่ายประจำ

1. ค่าใช้จ่ายพนักงาน

หน่วยงานที่บำรุงรักษาท่อและระบบคาโทดิค ซึ่งรับผิดชอบท่อในช่วง BV 2 ถึง BV 12 ของ ปตท. ความยาวท่อ 177 กม. จะมีหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติเป็นประจำดังแสดงไว้ในตารางที่ 8.6 ซึ่งในภาระหน้าที่นี้จะต้องใช้พนักงาน 20 คน แบ่งเป็นหัวหน้าหน่วย 1 คน วิศวกร 2 คน ช่างเทคนิค 7 คน และคนงาน 10 คน คิดเป็นค่าใช้จ่ายดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.6

หน้าที่การปฏิบัติงานบำรุงรักษาท่อส่งก๊าซ ปี 2532

งานที่ปฏิบัติ	ตค.	พย.	ธค.	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.
แนวท่อส่งก๊าซ												
1. ตรวจแนวท่อทางรถยนต์	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———
2. ตรวจสถานีฯ 1-12 สถานีหวนฯ	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———	———
3. งานตัดหญ้าและตัดไม้แนวท่อ												
4. งานเดินตรวจท่อพร้อมเครื่องวัดก๊าซ				———	———	———						
5. งานบำรุงรักษาป้ายคำเตือน	——	——		——	——		——	——		——	——	
6. ตรวจจุดกัดเซาะ/ซ่อม	——	——		——						——		——
7. งานติดตามท่อในดินอ่อน												
- Sattlement Plate, Piezometer	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
BV 6,9,10 และ BV 7,8,10,12												
- วัดระดับ Highway Croosing	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——	——
8. งานสำรวจผลลอง					———	———						
9. งานสำรวจแนวท่อขนาน HWY34					———	———	———	———	———	———	———	
10. ตรวจเช็คความหนาของท่อใน BV 6,12			——									
11. งานประสานงานก่อสร้างทางคู่ขนาน			—			—		—			——	———

แหล่งที่มา : แผนการปฏิบัติงานของแผนกบำรุงรักษาท่อและอาคาร กองปฏิบัติการระบบท่อเขต 1 ปี 2532

บุคลากร	จำนวน	เงินเดือน/คน (บาท)	คิดเป็นค่าใช้จ่ายต่อปี (บาท)
หัวหน้าหน่วย	1	18,000	216,000
วิศวกร	2	12,000	288,000
ช่างเทคนิค	7	9,000	756,000
คนงาน	10	6,000	720,000
		รวม	1,980,000

ค่าใช้จ่ายพนักงานต่อความยาวท่อ = $\frac{1,980,000}{166}$ = 11,928 บาท/กม./ปี

2. ค่าใช้จ่ายในการเดินทางสำรวจแนวท่อ

ในช่วงเขตการบำรุงรักษาจาก BV2 ถึงBV12 ของ ปตท.ซึ่งมีความยาวท่อถึง 166 กม. จำเป็นต้องใช้รถ PICK-UP จำนวน 4 คัน ในการสำรวจตลอดแนวท่อนี้ตามแผนงานที่วางไว้ และจากสถิติที่ผ่านมารถหนึ่งคันจะวิ่งเป็นระยะทางวันละ 100 กม.ซึ่งรถหนึ่งคันมีอัตราการใช้น้ำมัน 10 กม./ลิตร จะคิดเป็นปริมาณน้ำมันที่ใช้ดังนี้.-

ปริมาณน้ำมันที่ใช้ในการเดินทางสำรวจ = $\frac{100 \text{ กม.} \times 365 \text{ วัน} \times 4 \text{ คัน}}{10 \text{ กม./ลิตร}}$

= 14,600 ลิตร/ปี

ถ้าน้ำมันที่ใช้เป็นน้ำมันดีเซลหมุนเร็วที่ราคาลิตรละ 8.10 บาท

คิดเป็นค่าเชื้อเพลิงในการเดินทางสำรวจ = 14,600 X 8.10

= 118,260 บาท/ปี

ค่าเช่ารถคันละ 12,000 บาท/เดือน

เป็นค่าเช่ารถ = 12,000 X 12 X 4 = 576,000 บาท/ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คิดเป็นค่าเดินทางสำรวจ = 118,260 + 576,000=694,260 บาท/ปี

ค่าเดินทางสำรวจต่อความยาวท่อ = $\frac{694,260}{166}$ = 4,182 บาท/กม./ปี

3. ค่าใช้จ่ายสัญญาการซ่อมฉุกเฉิน

เนื่องจากท่อส่งก๊าซธรรมชาติจำเป็นต้องปฏิบัติงานอยู่ตลอด 24 ชม. ซึ่ง ถ้าเกิดความเสียขึ้นกับท่อส่งก๊าซ เช่น ท่อบุบ หรือท่อรั่ว เป็นต้น การปล่อยทิ้งไว้นานจะเป็นอันตรายได้ หรือถ้าต้องหยุดการจ่ายก๊าซเพื่อรอการซ่อมปกติ จะก่อให้เกิดการสูญเสียอย่างใหญ่หลวงต่อผู้ใช้ก๊าซได้ ดังนั้น เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการซ่อมจึงต้องมีสัญญาการซ่อมฉุกเฉินกับบริษัทต่างชาติที่มีเครื่องมือเครื่องมือพร้อมอยู่ตลอดเวลา และพร้อมที่จะมาซ่อมแซมให้ ในการนี้สำหรับท่อบนบกจำเป็นต้องเสียค่า PREMIUM ให้บริษัทปีละ 400,000 บาท และ สำหรับท่อส่งก๊าซในทะเลจะเสียค่า PREMIUM ให้บริษัทปีละ 1,800,000 บาท ในส่วนของท่อก๊าซบนบก บริษัทจะส่งคนและเครื่องมือมาถึงที่เกิดเหตุภายใน 72 ชม. ส่วนของท่อก๊าซในทะเล บริษัทจะส่งคนมาถึงที่เกิดเหตุภายใน 24 ชม. และจะส่งเครื่องมือมาพร้อมที่เกิดเหตุภายใน 7 วัน ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เมื่อคิดเทียบต่อความยาวท่อแล้วจะได้ดังนี้.-

	ค่าใช้จ่าย (บาท/ปี)	ความยาวท่อ (กม.)	ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย (บาท/กม./ปี)
ท่อส่งก๊าซบนบก	400,000	346	1,156
ท่อส่งก๊าซในทะเล	1,800,000	453	3,974

ตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทแรกว่า จะไม่ลงศึกษาค่าใช้จ่ายในส่วนของท่อส่งก๊าซในทะเล ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในส่วนของท่อส่งก๊าซในทะเลจึงแสดงขึ้นมาเพื่อให้เห็นภาพพจน์เท่านั้น

4. ค่าใช้จ่าย ประกันภัย คิดเป็น 0.225 % ของมูลค่าท่อส่งก๊าซ

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว

1. ค่าใช้จ่ายในการตัดต่อท่อ

1.1 การตัดต่อท่อส่งก๊าซส่วนที่อยู่เหนือดิน กรณีหยุดการจ่ายก๊าซขณะดำเนินการ

1.1.1 ค่าแรงงาน

จากการศึกษาเหตุการณ์ในอดีตที่ผ่านมา ในการตัดต่อท่อ จะใช้บุคลากรและ MAN-HOURS ในการเตรียมการและตัดต่อท่อดังแสดงไว้ในตารางที่ 8.7และตารางที่ 8.8 ตามลำดับ จากนั้นอาศัยอัตราค่าจ้างบุคลากรในตารางที่ 8.9 มาคำนวณหาค่าใช้จ่าย

เนื่องด้วยในช่วงการตัดต่อท่อจะปฏิบัติงานตลอด 24 ชม.จนกว่าการปฏิบัติการจะแล้วเสร็จ และการดำเนินการตัดต่อท่อจะพยายามดำเนินการใน วันหยุด เพื่อมิให้กระทบต่อลูกค้าผู้ใช้ก๊าซมาก ทำให้อัตราค่าจ้างบุคลากรทุกชั่วโมงการทำงาน ไม่เท่ากันตลอด กล่าวคือ ถ้าเป็นช่วงเวลาของวันทำงานปกติก็จะเป็น 150 % ของอัตราปกติ ถ้าเป็นช่วงวันหยุดก็จะเป็น 200 % ของอัตราปกติ และถ้าเป็นช่วงล่วงเวลาของวันหยุดก็จะเป็น 300 % ของอัตราปกติ ดังนั้นในการคำนวณค่าแรงงานจะต้องคำนึงถึงปัจจัยนี้ด้วย

1.1.2 ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์

สำหรับเครื่องจักรอุปกรณ์ที่จำเป็นและ MACHINE-HOURS ที่ใช้ในการเตรียมการและการตัดต่อท่อ จะเป็นดังแสดงไว้ในตารางที่ 8.10 และตารางที่ 8.11 จากจำนวน M/C-HRSที่ใช้ก็นำมาคำนวณหาค่าใช้จ่ายโดยอาศัยอัตราค่าจ้างเครื่องจักรอุปกรณ์ในตารางที่ 8.12

1.1.3 ค่าเคลื่อนย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์

ในการปฏิบัติการ จำเป็นต้องเคลื่อนย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์ มายังสถานที่ปฏิบัติการ ค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะคิดเป็นต่อหน่วยของระยะทางที่ต้องขนย้าย โดยมีอัตราดังแสดงไว้ในตารางที่ 8.13

ตารางที่ 8.7

บุคลากรที่จำเป็น และ MAN-HOURS ที่ใช้ในการเตรียมการ
(การจัดทำ TEMPORARY SUPPORT และติดตั้งถังก๊าซไนโตรเจน)

บุคลากร	จำนวนคน	จำนวนวันเตรียมการ	ชม.ทำงานต่อวัน	MAN-HOURS ที่ใช้
1. ผู้เชี่ยวชาญ	1	2	8	16
2. วิศวกร	0.5	2	8	8
3. หัวหน้าคุมงาน	0.5	2	8	8
4. ช่างเชื่อม	1	2	8	16
5. ช่างประกอบท่อ	1	2	8	16
6. ผู้ช่วยช่างเชื่อม	2	2	8	32
7. คนคุมรถเครน	1	1	8	8
8. คนขับรถ	2	2	8	32
9. คนงาน	4	2	8	64

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการซ่อมแซมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co.,Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ตารางที่ 8.8

บุคลากรที่จำเป็น และ MAN-HOURS ที่ใช้ในการต่อท่อ

บุคลากร	จำนวนจุดที่มีการต่อท่อพร้อมกัน					
	1 จุด		2 จุด		3 จุด	
	จำนวนคนต่อกะ	MAN-HOURS	จำนวนคนต่อกะ	MAN-HOURS	จำนวนคนต่อกะ	MAN-HOURS
1. ผู้เชี่ยวชาญ	1	36	1	38	1	40
2. วิศวกร	2	72	2	76	2	80
3. หัวหน้าคุมงาน	1	36	1	38	1	40
4. ช่างเชื่อม	2	72	4	152	6	240
5. ช่างประกอบท่อ	2	72	4	152	6	240
6. ผู้ช่วยช่างเชื่อม	6	216	10	380	24	960
7. คนคุมรถเครน	1	36	1	38	2	80
8. คนขับรถ	2	72	2	76	2	80
9. คนงาน	5	180	5	240	10	400

หมายเหตุ จำนวน MAN-HOURS ในตารางนี้ยังไม่รวม MAN-HOURS ที่ใช้ในการเตรียมการ

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการซ่อมแซมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co.,Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ตารางที่ 8.9

อัตราค่าจ้างบุคลากร

บุคลากร	อัตราค่าจ้าง (บาท/ชม.)
1. ผู้เชี่ยวชาญ	1125
2. วิศวกร	200
3. หัวหน้าคุมงาน	100
4. ช่างเชื่อม	80
5. ช่างประกอบท่อ	55
6. ผู้ช่วยช่างเชื่อม	40
7. คนขับรถเครน	50
8. คนขับรถ	35
9. คนงาน	35

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการซ่อมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co., Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.10

เครื่องจักรอุปกรณ์ที่จำเป็น และ MACHINE-HOURS ที่ใช้ในการเตรียมการ

อุปกรณ์	จำนวนอุปกรณ์	จำนวนวันใช้งาน	ชม.ใช้งานต่อวัน	M/C-HOURS ที่ใช้
1. รถเครน	1	1	8	8
2. เครื่องเชื่อม	1	2	8	16
3. ปั๊มความดันสูง	1	2	8	16
4. รถบรรทุก 6 ล้อ	1	1	8	8
5. รถบิคอัพ	1	2	8	16
6. รถเก๋ง	1	2	8	16

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการซ้อมแซมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co.,Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.11

เครื่องจักรอุปกรณ์ที่จำเป็น และ MACHINE-HOURS ที่ใช้ในการผลิตต่อท่อ

อุปกรณ์	จำนวนจุดที่มีการผลิตต่อท่อพร้อมกัน								
	1 จุด			2 จุด			3 จุด		
	จำนวนอุปกรณ์	MACHINE-HOURS		จำนวนอุปกรณ์	MACHINE-HOURS		จำนวนอุปกรณ์	MACHINE-HOURS	
		ปฏิบัติการ	สำรอง		ปฏิบัติการ	สำรอง		ปฏิบัติการ	สำรอง
1. เครื่องเชื่อม	2	56	16	4	120	32	6	192	48
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	1	36	8	1	36	8	1	36	8
3. รถบรรทุก 6 ล้อ	1	32	8	1	40	14	1	40	14
4. รถเครน	1	36	8	1	48	16	2	72	16
5. เครื่องผัดเหล็กด้วยก๊าซ	1	24	8	2	48	16	3	72	24
6. ถังออกซิเจน พร้อม มาตรวัด	1	24	8	2	48	16	3	72	24
7. ถังอะเซทธีลีน พร้อม มาตรวัด	1	24	8	2	48	16	3	72	24
8. BEVELLING M/C	1	24	8	2	48	16	3	72	24
9. ไฮโดรลิคแจ็ค	2	48	16	4	96	32	6	144	48
10. เครื่องอบแห้งลวดเชื่อม	2	48	16	4	96	32	6	144	48
11. CHAIN BLOCK	2	48	16	2	48	16	2	48	16
12. เครื่องเจียร์เหล็ก 7"	2	48	16	4	96	32	6	144	48
13. เครื่องเจียร์เหล็ก 4"	3	72	24	4	96	32	6	144	48
14. เครื่องขัดแปรงลวด	2	48	16	2	48	16	6	144	48
15. ลวดสลิง	2	48	16	2	48	16	4	96	32
16. ไฟส่องทำงาน	2	48	16	4	96	32	6	144	48
17. รถปิคอัพ	1	56	16	1	56	16	1	56	16
18. รถเก๋ง	1	56	16	1	56	16	1	56	16

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการซ่อมแซมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co.,Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ตารางที่ 8.12

อัตราค่าจ้างเครื่องจักรและอุปกรณ์

ชนิดของเครื่องจักรและอุปกรณ์	อัตราค่าจ้าง (บาท/ชม.)	
	ปฏิบัติการ	สำรอง
1. เครื่องเชื่อม	135	80
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	800	400
3. รถบรรทุก 6 ล้อ	180	130
4. รถเครน	550	550
5. รถปิคอัพ	115	40
6. BEVELLING MACHINE	20	20
7. ไฮโดรลิคแจ็ค	25	25
8. เครื่องอบแห้งลวดเชื่อม	15	15
9. CHAIN BLOCK	20	20
10. เครื่องเจียร์เหล็ก	20	20
11. เครื่องขัดแปรงลวด	20	20
12. ลวดสลิง	10	10
13. ไฟส่องทำงาน	10	10
14. เครื่องตัดเหล็กด้วยก๊าซ	140	140
15. รถเก๋ง	160	100
16. ปั๊มความดันสูง	250	250
17. รถตักดิน	580	250
18. COLD CUT MACHINE	120	120

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการซ่อมแซมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co.,Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ตารางที่ 8.13

อัตราค่าเคลื่อนย้ายอุปกรณ์

อุปกรณ์	ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย (บาท/กม.)
1. เครื่องเชื่อม	30
2. COLD CUT M/C	30
3. รถบรรทุก 6 ล้อ	38
4. รถเครน	35
5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	30
6. รถนิคอัพ	22
7. รถเก๋ง	25

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการซ้อมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co., Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1.4 ค่าวัสดุ

ค่าวัสดุจะประกอบด้วย ค่าวัสดุที่ใช้ชั่วคราว คือ ก๊าซไนโตรเจน และ TEMPORARY SUPPORT เป็นต้น

1.1.5 ค่าตรวจสอบรอยเชื่อมด้วย X-RAY

ตัวอย่างการคิดค่าใช้จ่ายในการตัดต่อท่อ

กรณีมีแผนงานที่จะตัดต่อท่อก๊าซขนาด 24" 1 จุด ในวันเสาร์และอาทิตย์ โดยจุดที่จะตัดต่ออยู่ระหว่าง BV 5 และ BV 6 ความยาวท่อในช่วงนี้ประมาณ 13.7 กม. จะมีค่าใช้จ่ายดังนี้

ค่าแรงงาน

- ค่าแรงงานในการเตรียมการ	(ตารางที่ 8.14)	29,532 บาท
- ค่าแรงงานในการตัดต่อท่อ	(ตารางที่ 8.15)	179,407 บาท
	รวม	208,939 บาท

ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์

- ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ในการเตรียมการ	(ตารางที่ 8.16)	17,548 บาท
- ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ในการตัดต่อท่อ	(ตารางที่ 8.17)	111,494 บาท
	รวม	129,042 บาท

ค่าเคลื่อนย้ายอุปกรณ์	(ตารางที่ 8.18)	4,494 บาท
ค่าวัสดุชั่วคราว	(ตารางที่ 8-19	388,460 บาท
ค่าตรวจสอบรอยเชื่อม		
- X-RAY 16 ฟิล์ม ๆ ละ 250 บาท เพิ่ม 7% รวมเป็น		4,280 บาท

ค่าใช้จ่ายในการตัดท่อ = 208,939 + 129,042 + 4,494 + 388,460 + 4,280

= 735,215 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.14

ค่าแรงงานในการเตรียมการ

บุคลากร	MAN-HOURS ที่ใช้ (ชม.)	อัตราค่าจ้าง (บาท/ชม.)	จำนวนเงิน (บาท)
1. ผู้เชี่ยวชาญ	16	1125	18000
2. วิศวกร	8	200	1600
3. หัวหน้าคุมงาน	8	100	800
4. ช่างเชื่อม	16	80	1280
5. ช่างประกอบท่อ	16	55	880
6. ผู้ช่วยช่างเชื่อม	32	40	1280
7. คนคุมรถเครน	8	50	400
8. คนขับรถ	32	35	1120
9. คนงาน	64	35	2240
		รวม	27600
		เพิ่ม 7%	1932
		รวมทั้งสิ้น	29532

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการซ้อมแซมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co.,Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8-15

ค่าแรงงานในการติดตั้ง

บุคลากร	วัน	วันเสาร์			วันอาทิตย์			MAN-HRS	MAN-HRS ที่	อัตรา	จำนวนเงิน
	ชม.	8	10	6	8	10	6	ที่ใช้	อัตรา 100%	MAN-HRS	
	%	150	100	150	300	200	300	(ชม.)	(ชม.)	(บาท/ชม.)	(บาท)
1. ผู้เชี่ยวชาญ			1					36	69	1125	77625
2. วิศวกร			2					72	138	200	27600
3. หัวหน้าคุมงาน			1					36	69	100	6900
4. ช่างเชื่อม			2					72	138	80	11040
5. ช่างประกอบท่อ			2					72	138	55	7590
6. ผู้ช่วยช่างเชื่อม			6					216	414	40	16560
7. คนขับรถเครน			1					36	69	50	3450
8. คนขับรถ			2					72	138	35	4830
9. คนงาน			5					180	345	35	12075
										รวม	167670
										เพิ่ม 7%	11737
										รวมทั้งสิ้น	179407

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการซ่อมแซมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co.,Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ตารางที่ 8.16

ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ในการเตรียมการ

อุปกรณ์	M/C-HOURS ที่ใช้ (ชม.)	อัตราค่าจ้าง (บาท/ชม.)	จำนวนเงิน (บาท)
1. รถเครน	8	550	4400
2. เครื่องเชื่อม	16	135	2160
3. ปั๊มความดันสูง	16	250	4000
4. รถบรรทุก 6 ล้อ	8	180	1440
5. รถบิคอัพ	16	115	1840
6. รถเก๋ง	16	160	2560
		รวม	16400
		เพิ่ม 7%	1148
		รวมทั้งสิ้น	17548

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการซ่อมแซมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co.,Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.17

ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ในการต่อท่อ

อุปกรณ์	M/C-HRS ที่ใช้ (ชม.)		อัตรา (บาท/ชม.)		จำนวนเงิน (บาท)		
	ปฏิบัติการ	สำรอง	ปฏิบัติการ	สำรอง	ปฏิบัติการ	สำรอง	รวม
1. เครื่องเชื่อม	56	16	135	80	7500	1280	8840
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	36	8	800	400	28800	3200	32000
3. รถบรรทุก 6 ล้อ	32	8	180	130	5760	1040	6800
4. รถเครน	36	8	550	550	19800	4400	24200
5. เครื่องตัดเหล็กด้วยก๊าซ	24	8					
6. ถังออกซิเจนพร้อมมาตรวัด	24	8	140	140	3360	1120	4480
7. ถังอะเซทธิลีนพร้อมมาตรวัด	24	8					
8. BEVELLING M/C	24	8	20	20	480	160	640
9. ไฮโดรลิคแจ็ค	48	16	25	25	1200	400	1600
10. เครื่องอบแห้งลวดเชื่อม	48	16	15	15	720	240	960
11. CHAIN BLOCK	48	16	20	20	960	320	1280
12. เครื่องเจียร์เหล็ก 7"	48	16	20	20	960	320	1280
13. เครื่องเจียร์เหล็ก 4"	72	24	20	20	1440	480	1920
14. เครื่องขัดแปรงลวด	48	16	20	20	960	320	1280
15. ลวดสลิง	48	16	10	10	480	160	640
16. ไฟส่องทำงาน	48	16	10	10	480	160	640
17. รถปิคอัพ	56	16	115	40	6440	640	7080
18. รถเก๋ง	56	16	160	100	8960	1600	10560
				รวม	88360	15840	104200
				เพิ่ม 7%	6185	1109	7294
				รวมทั้งสิ้น	94545	16949	111494

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการซ่อมแซมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co.,Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ตารางที่ 8.18

ค่าเคลื่อนย้ายอุปกรณ์

อุปกรณ์	ระยะทาง (กม.)	ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย (บาท/กม.)	จำนวนเงิน (บาท)
1. เครื่องเชื่อม	2X10X2 = 40 กม.	30	1200
2. รถบรรทุก 6 ล้อ	1X10X2 = 20 กม.	38	760
3. รถเครน	1X10X2 = 20 กม.	35	700
4. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	1X10X2 = 20 กม.	30	600
5. รถบัคอัพ	1X10X2 = 20 กม.	22	440
6. รถเก๋ง	1X10X2 = 20 กม.	25	500
		รวม	4200
		เพิ่ม 7%	294
		รวมทั้งสิ้น	4494

หมายเหตุ จากศูนย์ปฏิบัติการ ถึง BV# 6 ระยะทาง 10 กม.

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการต่อมแชมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co.,Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ตารางที่ 8.19

ค่าวัสดุที่ใช้ในการตัดต่อท่อ

วัสดุ	ปริมาณ	ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
1. ก๊าซไนโตรเจน	16900 ลบ.ม.	21.40	361660
2. TEMP. SUPPORT	2 ชุด	5400	10800
3. GAS AIR BAG	2 ชุด	8000	16000
		รวม	388460

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาการซ่อมแซมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co.,Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 การตัดต่อท่อส่งก๊าซส่วนที่อยู่ใต้ดิน กรณีหยุดการจ่ายก๊าซขณะดำเนินการ

กรณีนี้ ค่าใช้จ่ายในการตัดต่อท่อ ก็จะเหมือนกับการตัดต่อท่อส่งก๊าซในส่วนที่อยู่เหนือดินเพียงแต่ในกรณีที่ท่ออยู่ใต้ดินจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเปิดหน้าดิน และกลบหน้าดินตามขนาดของหลุมที่ได้เคยกล่าวไปแล้ว คือ กว้าง 4 เมตร ยาว 20 เมตร ลึกต่ำกว่าใต้ท่อหนึ่งเมตรซึ่งประมาณ 3 เมตรจากผิวดิน (กรณีท่อฝังลึก 2 เมตร) โดยค่ารับจ้างในการขุดเปิดหน้าดินและกลบหน้าดินลูกบาศก์เมตรละ 250 บาท

1.3 การตัดต่อท่อส่งก๊าซกรณีไม่หยุดการจ่ายก๊าซ ขณะดำเนินการ

ไม่ว่าจะเป็นการตัดต่อท่อส่งก๊าซที่อยู่เหนือดิน หรือใต้ดินก็ตาม ถ้าไม่หยุดการจ่ายก๊าซจะต้องใช้วิธีการที่เรียกว่า HOT TAPPING ดังได้กล่าวรายละเอียดไว้ในบทก่อนหน้านี้แล้ว ค่าใช้จ่ายในการทำ HOT TAPPING จะประกอบด้วย

1.3.1 ค่าแรงงาน

อาศัยจำนวน MAN-HOURS ที่ใช้ในตารางที่ 8.20 และอัตราค่าจ้างบุคลากรในตารางที่ 8.9 นำมาคิดคำนวณหาค่าใช้จ่าย โดยคำนึงถึงปัจจัยค่าทำงานล่วงเวลาด้วย ทั้งนี้เพราะการปฏิบัติงานจะเป็นตลอด 24 ชม.

1.3.2 ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ทั่วไป

เครื่องจักรอุปกรณ์ที่จำเป็นและ M/C-HOURS ที่ใช้อยู่ในตารางที่ 8.21 จากนั้นนำอัตราค่าจ้างเครื่องจักรอุปกรณ์ในตารางที่ 8.12 มาคิดคำนวณหาค่าใช้จ่าย

1.3.3 ค่าเครื่องมือ HOT TAPPING ตัดต่อท่อ 1 ชุดจะประกอบด้วย HOT TAPPING M/C 1เครื่อง STOPPLE PLUGGING M/C 1 เครื่อง และ SANDWICH VALVE 4 หน่วย ดังมีค่าเครื่องมือดังในตารางที่ 8.22

1.3.4 ค่าเคลื่อนย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์ (ตารางที่ 8.13)

ตารางที่ 8.20

บุคลากรที่จำเป็น และ MAN-HOURS ที่ใช้ในการทำ HOT TAPPING ติดต่อท่อ

บุคลากร	จำนวนคนต่อกะ	จำนวน MAN-HOURS (ชม.)
1. วิศวกร	1	144
2. หัวหน้าคุมงาน	1	144
3. ช่างเชื่อม	4	504
4. ช่างประกอบท่อ	4	576
5. ผู้ช่วยช่างเชื่อม	8	1008
6. คนขับรถเครน	1	144
7. คนขับรถ	2	288
8. คนงาน	5	720
9. ผู้เชี่ยวชาญ	จำนวน 1 คน ปฏิบัติงาน 7 วัน	

แหล่งที่มา : 1. รายงานการซ่อมท่อ NGL และ Propane ที่ระยอง ของกองปฏิบัติการระบบท่อเขต 3
2. สอบถามจากผู้ปฏิบัติงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.21

เครื่องจักรอุปกรณ์ที่จำเป็น และ MACHINE-HOURS ที่ใช้ในการทำ HOT TAPPING ต่อท่อ

อุปกรณ์	จำนวนอุปกรณ์	จำนวน M/C-HOURS ที่ใช้ทั้งหมด	
		ปฏิบัติการ	สำรอง
1. เครื่องเชื่อม	2	216	36
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 25-50 KVA	1	108	18
3. รถบรรทุก 6 ล้อ	1	126	18
4. รถเครน 20 T	1	126	18
5. COLD CUT MACHINE	1	24	12
6. BEVELLING MACHINE	1	24	12
7. ไฮโดรลิคแจ็ค	2	48	24
8. เครื่องอบแห้งลวดเชื่อม	2	216	36
9. CHAIN BLOCK 3 T	2	48	24
10. เครื่องเจียร์เหล็ก 7"	2	48	24
10. เครื่องเจียร์เหล็ก 4"	2	48	24
12. เครื่องขัดแปรงลวด	2	48	24
13. ลวดสลิง	2	208	24
14. ไฟส่องทำงาน 1500 W	2	224	64
15. รถปิคอัพ	1	120	24
16. รถเก๋ง	1	120	24

แหล่งที่มา : 1. รายงานการซ่อมท่อ NGL และ Propane ที่ระยองของกองปฏิบัติการระบบท่อ เขต 3

2. สอบถามจากผู้ปฏิบัติงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.22

ค่าเครื่องมือทำ HOT TAPPING ติดต่อท่อ

เครื่องมือ	จำนวน	ราคาเหมา ขนาด 8" (บาท)
1. HOT TAPPING MACHINE	1	540,000
2. STOPPLE PLUGGING MACHINE	2	
3. SANDWICH VALVE	4	

หมายเหตุ : อุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้นเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกัน คิดเป็น 1 ชุด

แหล่งที่มา : เอกสารการเสนอราคาของบริษัท สยามราชธานี จำกัด
ลงวันที่ 30 พฤษภาคม 2533

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3.5 ค่าวัสดุ

ค่าวัสดุจะประกอบด้วย วัสดุที่ใช้ชั่วคราว และค่าวัสดุถาวรต่อท่อทั่วไป และเพิ่มเติมด้วย FITTING ที่จะใช้ติดบนตัวท่อเพื่อทำ HOT TAPPING

1.3.6 ค่าตรวจสอบรอยเชื่อม

1.3.7 ค่าใช้จ่ายในการขุดเปิดหน้าดิน และ กลบหน้าดิน (กรณีทำกับท่อใต้ดิน)

ตัวอย่าง การคิดค่าใช้จ่ายในการทำ HOT TAPPING ตัดต่อท่อ

กรณีในระหว่างทำการก่อสร้างเดินท่อน้ำประปา ลอดผ่านบริเวณที่ท่อส่งก๊าซอยู่เกิดอุบัติเหตุ เดินท่อประปาชนท่อส่งก๊าซขนาด 8" บุบ จำเป็นต้องซ่อมแซมด้วยการตัดต่อท่อเก่าออกและเชื่อมท่อใหม่เข้าแทนที่ ในขณะที่การปฏิบัติการจะหยุดการจ่ายก๊าซไม่ได้ เนื่องจากจะทำให้เกิดความสูญเสียอย่างมาก ดังนั้นจึงต้องตัดต่อโดยใช้วิธีการ HOT TAPPING ถ้าท่อส่งก๊าซอยู่ใต้ดินลึก 2 เมตร และสถานที่เกิดเหตุอยู่ห่างจากศูนย์ปฏิบัติการ 70 กม.

ค่าแรงงาน	(ตารางที่ 8.23)	395,269 บาท
ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ทั่วไป	(ตารางที่ 8.24)	305,892 บาท
ค่าเครื่องมือทำ HOT TAPPING	(ตารางที่ 8.22)	540,000 บาท
ค่าเคลื่อนย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์	(ตารางที่ 8.25)	35,952 บาท
ค่าวัสดุ	(ตารางที่ 8.26)	307,834 บาท
ค่าตรวจสอบรอยเชื่อม		8,560 บาท
ค่าขุดเปิดและกลบหน้าดิน		60,000 บาท
รวมค่าใช้จ่ายในการทำ HOT TAPPING ตัดต่อท่อ		1,653,507 บาท

2. ค่าใช้จ่ายในการ RUN PIG

โดยทั่วไปแล้วทุก ๆ 5 ปี จะมีการ RUN INSTRUMENT PIG เพื่อตรวจสภาพท่อภายใน ในการดำเนินการที่ผ่านมาเมื่อปี 2531 ทำการ RUN INSTRUMENT PIG เป็นระยะทาง 104 กม. ตั้งต้นจากโรงแยกก๊าซไปถึง BV 6 บริเวณทางแยกเข้าโรงจักรไฟฟ้าบางปะกง เสียค่าใช้จ่ายในการนี้ 203,568 US $ หรือคิดเป็นเงิน 5,089,200 บาท เฉลี่ยแล้วเป็นค่าใช้จ่ายต่อหน่วยได้ 48,935 บาท/กม.

ตารางที่ 8.23

ค่าแรงงานในการทำ HOT TAPPING ติดต่อท่อ

บุคลากร	วัน	วันจันทร์			วันอังคาร			วันพุธ			วันพฤหัสบดี			วันศุกร์			วันเสาร์			วันอาทิตย์			MAN-HRS. ที่	จำนวนเงิน
	ชม.	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	8	10	6	อัตรา 100%	
	%	150	100	150	150	100	150	150	100	150	150	100	150	150	100	150	150	100	150	300	200	300	(ชม.)	(บาท)
1. วิศวกร											1												198	39600
2. หัวหน้าคุมงาน											1												198	19800
3. ช่างเชื่อม											4												644	51520
4. ช่างประกอบท่อ											4												792	43560
5. ผู้ช่วยช่างเชื่อม											8												1288	51520
6. คนขับรถเครน											1												198	9900
7. คนขับรถ											2												396	13860
8. คนงาน											5												990	34650
9. ผู้เชี่ยวชาญ	(7 วัน ที่อัตราค่าจ้าง 15000 บาท ต่อ วัน)																						-	105000
																							รวม	369410
																							เพิ่ม 7%	25859
																							รวมทั้งสิ้น	395269

แหล่งที่มา : 1. รายงานการซ่อมท่อ NGL และ Propane ที่ระยองของกองปฏิบัติการระบบท่อเขต 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.24

ค่าเครื่องจักรอุปกรณ์ในการต่อท่อ

EQUIPMENT	M/C-HRS ที่ใช้ (ชม.)		อัตรา (บาท/ชม.)		จำนวนเงิน (บาท)		
	ปฏิบัติการ	สำรอง	ปฏิบัติการ	สำรอง	ปฏิบัติการ	สำรอง	รวม
1. เครื่องเชื่อม	216	36	135	80	29160	2880	32040
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	108	18	800	400	86400	7200	93600
3. รถบรรทุก 6 ล้อ	126	18	180	130	22680	2340	25020
4. รถเครน	126	18	550	550	69300	9900	79200
5. COLD CUT M/C	24	12	120	120	2880	1440	4320
6. BEVELLING M/C	24	12	20	20	480	240	720
7. ไฮโดรลิคแจ็ค	48	24	25	25	1200	600	1800
8. เครื่องอบแห้งลวดเชื่อม	216	36	15	15	3240	540	3780
9. CHAIN BLOCK	48	24	20	20	960	480	1440
10. เครื่องเจียร์เหล็ก 4"	48	24	20	20	960	480	1440
11. เครื่องขัดแปรงลวด	48	24	20	20	960	480	1440
12. ลวดสลิง	208	24	10	10	2080	240	2320
13. ไฟส่องทำงาน	224	64	10	10	2240	640	2880
14. รถบีคอัพ	120	24	115	40	13800	480	14280
15. รถเก๋ง	120	24	160	100	19200	2400	21600
				รวม	255540	30340	285880
				เพิ่ม 7%	17888	2124	20012
				รวมทั้งสิ้น	273428	32464	305892

แหล่งที่มา : จากการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.25

ค่าเคลื่อนย้ายอุปกรณ์

อุปกรณ์	ระยะทาง (กม.)	ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย (บาท/กม.)	จำนวนเงิน (บาท)
1. เครื่องเชื่อม	2X70X2 = 280 กม	30	8400
2. COLD CUT M/C	1X70X2 = 140 กม	30	4200
3. รถบรรทุก 6 ล้อ	1X70X2 = 140 กม	38	5320
4. รถเครน	1X70X2 = 140 กม	35	4900
5. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	1X70X2 = 140 กม	30	4200
6. รถบิคอัพ	1X70X2 = 140 กม	22	3080
7. รถเก๋ง	1X70X2 = 140 กม	25	3500
		รวม	33600
		เพิ่ม 7%	2352
		รวมทั้งสิ้น	35952

หมายเหตุ สถานที่เกิดเหตุอยู่ห่างจากศูนย์ปฏิบัติการ 70 กม.

แหล่งที่มา : 1. เอกสารการเสนอราคาการซ่อมแซมท่อที่ DPCU , BV 6 และ BV 12 ของ NKK Engineering (Thailand) Co.,Ltd. ลงวันที่ 22 มีนาคม 2532
2. สอบถามจากผู้ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 8.26

ค่าวัสดุที่ใช้ในการทำ HOT TAPPING ติดต่อท่อ

วัสดุ	ปริมาณ	ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
วัสดุช่างคราว			
1. ก๊าซไนโตรเจน	1.5 ลบ.ม.	21.40	32
		รวม	32
วัสดุถาวร			
1. STOPPLE FITTING 8"	2 หน่วย	106000	212000
2. L.O.R. PLUG 8"	2 หน่วย	17000	34000
3. T.O.R. FITTING 2"	2 หน่วย	5200	10400
			256400
		15% MARK UP	38460
		รวม	294860
		ภาษี(4.4%)	12974
		รวมทั้งสิ้น	307834

แหล่งที่มา : 1. เอกสารการเสนอราคาของบริษัท สยามราชธานี จำกัด ลงวันที่ 30 พฤษภาคม 2533
2. จากการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย