การลดการใช้พลังงานในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม
กรณีศึกษา โรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์

จิรากร อิ่มทอง

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2562

Reduction of Energy Usage in the operation of the Combined Cycle Power Plant: A Case Study of Angthong Power Plant

Jirakorn Imthong

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

College of Innovative Technology and Engineering

Dhurakij Pundit University

2019

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การลดการใช้พลังงานในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม
กรณีศึกษา โรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์

เสนอโดย จิรากร อิ่มทอง

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีรเดช วุฒิพรพันธ์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์)
คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
วันที่ ๒๐ เดือน กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

หัวข้อสารนิพนธ์	การลดการใช้พลังงานในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม กรณีศึกษาโรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์
ชื่อผู้เขียน	จิรากร อิ่มทอง
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อำนาจ ผดุงศิลป์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการลดการใช้พลังงานในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม กรณีศึกษาโรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำเครื่องมือผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) มาเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน และเครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิด (7 QC Tools) เพื่อช่วยพัฒนาและแก้ไขปัญหาต่างๆ รวบรวมและประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติและเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังปรับปรุง และปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงานมากที่สุด คือ ระบบเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ประมาณ 28,800 kWh การใช้พลังงานไฟฟ้า 10,368,000 kWh/ปี ทางผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางปรับปรุงและพัฒนาเพื่อลดการใช้พลังงาน โดยการเดินเครื่องกังหันก๊าซในแบบที่ไม่ใช้ชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ โดยจะต้องไม่เกิดผลกระทบต่อกระบวนการผลิตไฟฟ้าหลักของโรงไฟฟ้าและจะต้องคำนึงถึงความเสี่ยงของระบบและความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ผลจากการศึกษาพบว่า การเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมโดยไม่ใช้ชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 9,467,640 kWh/ปี คิดเป็นเงินประมาณ 22,936,304.664 บาทต่อปี สามารถลดการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าและไอน้ำของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมได้ประมาณ 222,541.80 MMBTU/ปี ซึ่งสามารถคิดเป็นเงินประมาณ 53,410,032 บาทต่อปี และประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.36 %

Thematic Paper Title	Reduction of Energy Consumption in the Operation of a Combined Cycle Power Plant: A Case Study of Angthong Power Plant
Author	Jirakorn Imthong
Thematic Paper Advisor	Asst. Prof. Aumnad Phdungsilp, Ph.D., Tekn. Dr.
Department	Engineering Management
Academic Year	2018

ABSTRACT

This research was about reduction of energy consumption in the operation of a Combined Cycle Power Plant. A case at Angthong Power Plant was studied. The research aimed to reduce energy consumption in the power generation process and increase cogeneration overall efficiency of the Combined Cycle Power Plant. In this study, the Cause-and-Effect Diagram was used as a tool to determine factors that affected energy consumption. Seven Quality Control tools (7 QC tools) were utilized to improve the system and solve various problems. Data before and after the improvement were collected. Consequently, statistical methods were applied to compare the data. It was found that the factor that affected the energy consumption the most was the natural gas compressor system which consumed approximately 28,800 kWh per day, or 10,368,000 kWh per year on average. The researcher therefore proposed ways to improve and develop the system in order to reduce energy consumption by operating the gas turbine without using the natural gas compressor. This did not affect the main power generation process of the power plant. The risks and operational safety were also taken into account.

The results of the study showed that the operation of the Combined Cycle Power Plant without using the air compressor system could reduce the electricity consumption by approximately 9,467,640 kWh per year, worth about 22,936,304.664 baht per year. The improvement could also reduce the utilization of natural gas fuel in the process of generating electricity and steam of the combined cycle power plant by 222,541.80 MMBTU per year, accounted for approximately 53,410,032 baht per year. As a result, the cogeneration overall efficiency of the Combined Cycle Power Plant increased by 0.36%.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าเรื่อง “เรื่อง การลดการใช้พลังงานในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม กรณีศึกษา โรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์” ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากหลายๆ ท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อำนาจ ผดุงศิลป์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้คำแนะนำในการคัดเลือกเรื่องที่จะทำการศึกษาค้นคว้า ให้ความรู้ด้านวิชาการ ด้านเทคนิค และข้อคิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้ทำการศึกษาซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

การดำเนินการศึกษาครั้งนี้จะสำเร็จลงไม่ได้ หากขาดความร่วมมือจากเพื่อนพนักงาน บริษัท อ่างทอง เพาเวอร์ จำกัด แผนกเดินเครื่อง แผนกซ่อมบำรุงบำรุง และแผนกแผนกประสิทธิภาพ ซึ่งเสียสละเวลาในการทำการวิเคราะห์ข้อมูล จากการดำเนินงานด้วยวิธีการสำรวจหน้างานจริง ประกอบกับการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อบริษัท อ่างทอง เพาเวอร์ จำกัด

ในท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา เพื่อนๆ และเจ้าหน้าที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ ทุกท่านที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจ และต้องขอระลึกถึงความกรุณาของคณาจารย์ทุกท่านที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางการศึกษาในตอนต้น รวมทั้งให้คำแนะนำในการประมวลผลข้อมูลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ และการทดสอบต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มิได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ ขอขอบคุณกำลังใจจากบุคคลในครอบครัวและเพื่อนร่วมชั้นเรียน ผู้เขียนขอมอบคุณประโยชน์ของสารนิพนธ์ฉบับนี้ให้แก่ บุพการี ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจรวมทั้งให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีจนทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

จิรากร อิ่มทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา..... 2

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

1.3 ขอบเขตการวิจัย..... 5

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 6

2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9

2.1 บทนำ..... 9

2.2 การแบ่งประเภทของเครื่องอัดและการเพิ่มความดันของอากาศและก๊าซฯ..... 12

2.3 กังหันก๊าซ (Gas turbine)..... 15

2.4 SIEMENS SGT-800 กังหันก๊าซ (Gas turbine)..... 19

2.5 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)..... 35

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 41

3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 47

3.1 ศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบระบบของบริษัทกรณีศึกษา ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน..... 47

3.2 แผนผังการวิจัย..... 48

3.3 ข้อมูลทั่วไปของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์..... 50

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.4 ประเภทของสถานีก๊าซธรรมชาติ สถานีควบคุมและวัดปริมาตรก๊าซธรรมชาติ หรือสถานีก๊าซธรรมชาติ [(Gas Pipeline and Metering & Regulation Station ; (GMRS)]…….	53
	3.5 ข้อมูลและขั้นตอนการดำเนินการ…….	59
	3.6 การสรุปผล……..	71
	4. ผลการวิจัย……	72
	4.1 ข้อมูลค่าความดันเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติต้นทาง (Upstream) หลังทำการปรับปรุง……	72
	4.2 ข้อมูลค่าความดันเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ หลังจากที่ปรับตั้งค่าแรงดันที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ (Downstream) หลังทำการปรับปรุง…….	73
	4.3 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า (Plant Station Service Energy (kWh)) ก่อน-หลังทำการปรับปรุง……	73
	4.4 ข้อมูลการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า (Fuel Gas Consumption (MMBTU)) ก่อน-หลังทำการปรับปรุง……	74
	4.5 ข้อมูลประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ก่อน-หลังทำการปรับปรุง……	76
	5. สรุปและอภิปรายผลงานวิจัย……....	78
	5.1 สรุปผลการวิจัย……..	78
	5.2 ข้อเสนอแนะและข้อกำจัด…….	79
บรรณานุกรม……		82
ภาคผนวก……		85
ประวัติผู้เขียน……...		294

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน……...…….	3
1.2	แสดงแผนการศึกษาและวิจัยของโครงการ…….……..	7
2.1	Parameter of Cogeneration System……..……	19
2.2	SIEMENS SGT-800 Performance Specifications…….……..	35

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แท่นขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ กลางทะเลอ่าวไทย……..….. 10

2.2 เครื่องอัดและเพิ่มความดันแบบอัดในแนวแกน Axial Compressor……...….. 12

2.3 เครื่องอัดและเพิ่มความดันแบบอัดหมุนเหวี่ยงหนีศูนย์ Centrifugal Compressor… 13

2.4 เครื่องอัดและเพิ่มความดันแบบสกรูอัดหมุนแบบชนิด Twin screw compressor…. 14

2.5 เครื่องอัดและเพิ่มความดันแบบสกรูอัดหมุนแบบชนิด Single screw compressor... 14

2.6 เครื่องอัดและเพิ่มความดันแบบลูกสูบ Reciprocating Compressors……..... 15

2.7 กังหันก๊าซ……. 16

2.8 กังหันก๊าซแบบวัฏจักรเปิด……..…….. 17

2.9 กระบวนการต่างๆในวัฏจักรเบรย์ตัน (Brayton Cycle)……...….. 18

2.10 แสดงหน้าจอ SIMATIC HMI PSC7 for SIEMENS SGT-800……...… 19

2.11 SIEMENS SGT-800…….. 21

2.12 Gas Turbine Compressor (เครื่องอัดอากาศ)…….. 22

2.13 Sealing & Cooling air stage 3 & stage 5…… 22

2.14 Gas Turbine Combustion Chamber……..…….. 23

2.15 ภาพแสดง Turbine blades…….…… 24

2.16 ภาพแสดงกระบวนการทำงานภายใน Gas Turbine……...…….. 24

2.17 หลักการทำงานของ Brayton Cycle……...…… 25

2.18 วัฏจักรการทำงานของ Gas Turbine…….…….. 27

2.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิของอากาศที่เข้า Compressor
กับ Parameter ต่างๆ……..…… 28

2.20 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิของอากาศที่เข้า Compressor
กับ Parameter ต่างๆ……. 29

2.21 ผังกระบวนการ Process Flow Diagram…….…… 30

2.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์เมื่อความชื้นเปลี่ยนแปลงกับ Output และ Heat Rate….. 31

2.23 SGT-800 Power Generation Performance…….. 34

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.24 ตัวอย่าง แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)..... 37

2.25 ตัวอย่าง ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram)..... 38

2.26 ตัวอย่าง กราฟ (Graph)..... 38

2.27 ตัวอย่าง ใบตรวจสอบ (Check Sheet)..... 39

2.28 ตัวอย่าง ผังการกระจาย (Scatter Diagram)..... 40

2.29 ตัวอย่าง ฮีสโตแกรม (Histogram)..... 40

2.30 ตัวอย่าง แผนภูมิควบคุม (Control Chart)..... 41

3.1 ภาพแสดงผังก้างปลาเพื่อค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน.... 48

3.2 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา..... 49

3.3 แสดงภาพบริษัท อ่างทอง เพาเวอร์ จำกัด หรือโรงไฟฟ้า อ่างทอง..... 50

3.4 แผนภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม..... 51

3.5 ภาพแสดงสภาวการณ์การทำงานของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ ที่ใช้ชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า..... 51

3.6 The low gas supply pressure requirement 27-30 Bar(a) or 390-435 psi(a)..... 52

3.7 สถานีก๊าซฯ แบบ Conventional Type..... 53

3.8 สถานีก๊าซฯ แบบ Skid Pack Type..... 54

3.9 ตัวอย่างแผนผังสถานีควบคุมและวัดปริมาตรก๊าซธรรมชาติ (GMRS)..... 54

3.10 อุปกรณ์ Dry Gas Filter..... 55

3.11 แสดงอุปกรณ์ Regulator..... 56

3.12 แสดงอุปกรณ์ Safety Shut off Valve..... 56

3.13 แสดงอุปกรณ์ Pressure Safety Valve..... 57

3.14 แสดงอุปกรณ์ Turbine Flow Meter..... 58

3.15 แสดงอุปกรณ์ Electronic Volume Corrector (EVC)..... 58

3.16 ห้องควบคุม Central Control Room (CCR) การเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์..... 60

3.17 Overview Software SCADA Wonderware Intouch by Schneider Electric..... 61

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.18 Overview Foxselect Software Foxboro Distributed Control System (DCS) Solutions by Schneider Electric Foxboro Evo Process Automation System….. 63

3.19 Software SCADA Wonderware Intouch by Schneider Electric…….. 64

3.20 Foxboro Distributed Control System (DCS) Solutions by Schneider Electric… 64

3.21 ภาพแสดงการรวบรวมข้อมูลก่อนการปรับปรุง ข้อมูลจากหน้างาน ข้อมูลจากการตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรที่ห้อง Control Room…….. 65

3.22 ภาพแสดงการตัดแยกระบบและปรับตั้งสปริงของชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ และ Pressure and Leak Testing with official test report with R-Stamp และ Re-Test and Certificate suction Piping N2 Flushing and Blanking of Gas Compressor Long Term Preservation…….. 66

3.23 ภาพแสดงวงจรการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม หลังการปรับปรุง.. 67

3.24 แสดงค่าเฉลี่ยแรงดันขาเข้า (Upstream) ก่อนทำการปรับปรุง……. 68

3.25 แสดงค่าเฉลี่ยแรงดันขาออกของชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ (Downstream) ก่อนทำการปรับปรุง…… 68

3.26 แสดงค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้า ก่อนทำการปรับปรุง…….. 69

3.27 แสดงค่าเฉลี่ยการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ก่อนทำการปรับปรุง…… 70

3.28 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเดินเครื่องโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ก่อนทำการปรับปรุง……. 70

4.1 แสดงค่าเฉลี่ยแรงดันขาเข้า (Upstream) หลังทำการปรับปรุง…….. 72

4.2 แสดงค่าเฉลี่ยแรงดันขาออกของชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ (Downstream) หลังทำการปรับปรุง…… 73

4.3 แสดงค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้า ก่อน-หลังทำการปรับปรุง……... 74

4.4 แสดงค่าเฉลี่ยการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ก่อน-หลังทำการปรับปรุง…. 75

4.5 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเดินเครื่องโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ก่อน-หลังทำการปรับปรุง…… 76

บทที่ 1
บทนำ

พลังงานนับว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจซึ่งภาคอุตสาหกรรมการผลิตนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างการเติบโตทางเศรษฐกิจและเนื่องจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วทั้งทางภาคเศรษฐกิจและภาคอุตสาหกรรมรวมทั้งจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้ความต้องการในการใช้พลังงานสูงมากขึ้นตลอดในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาโดยอัตราการใช้พลังงานในประเทศไทยมีแนวโน้มว่าจะสูงเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของเศรษฐกิจไทยต่อไปและจากสถานการณ์ราคาน้ำมันในตลาดโลกที่มีความผันผวนประกอบกับแหล่งพลังงานภายในประเทศมีจำกัดทำให้ต้องอาศัยการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเป็นจำนวนมากดังนั้นสัดส่วนการพึ่งพาจากต่างประเทศจึงสูงกว่าร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับการใช้พลังงานทั่วทั้งประเทศนอกจากนั้นในการสำรวจหาและพัฒนาแหล่งพลังงานใหม่ๆไม่เพียงแต่จะใช้เงินลงทุนสูงมากเท่านั้นแต่ยังทำให้ต้องสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่าอันอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวอีกด้วยซึ่งล้วนแต่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการผลิตและความเจริญก้าวหน้าของเศรษฐกิจของภาคอุตสาหกรรมไทย

โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูงจึงมีความจำเป็นต้องคอยปรับตัวเองให้พร้อมกับสถานการณ์ต่างๆแนวทางหนึ่งที่นำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาก็คือการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพซึ่งเป็นตัวช่วยลดการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองนอกจากนี้ยังเป็นการลดการลงทุนในการจัดหาแหล่งพลังงานใหม่และช่วยลดการนำพลังงานจากต่างประเทศรวมทั้งป้องกันผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากการผลิตและการใช้พลังงาน
การประหยัดพลังงานจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันกันสูงปัจจุบันมีการใช้พลังงานต่างๆในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมากทั้งที่อยู่ในรูปของเหลวของแข็งและก๊าซดังนั้นจึงจำเป็นต้องหามาตรการหรือแนวทางในการประหยัดพลังงานและการลดต้นทุนที่ผลอย่างจริงจังในภาคปฏิบัติมาใช้เพื่อลดการใช้พลังงานควบคู่ไปกลับการลดต้นทุนทุก ๆ อย่างพร้อมกับพัฒนาความสามารถของบุคลากรให้มีประสิทธิภาพเพื่อให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการในการใช้ไฟฟ้าในปริมาณที่สูงมากขึ้นทุกปี ซึ่งไฟฟ้าเป็นปัจจัยหลักที่ใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจและการเติบโตของประเทศ การทำให้โรงไฟฟ้าสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างเต็มประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ช่วยในการชะลอการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ซึ่งจะเห็นได้ว่าการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ในปัจจุบันนั้นค่อนข้างเป็นไปได้ยาก เนื่องจากต้องคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก โรงไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยและมีการผลิตไฟฟ้าโดยส่วนมากในประเทศไทยมาจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combined Cycle Power Plant) โดยกังหันก๊าซ (Gas Turbine) เป็นอุปกรณ์สำคัญที่ส่งผลต่อกำลังการผลิตไฟฟ้า ซึ่งการทำให้กังหันก๊าซมีกำลังการผลิตอยู่ในเกณฑ์ปกติ จะทำให้โรงไฟฟ้ามีสัดส่วนการใช้พลังงานสำหรับการผลิตไฟฟ้าเป็นปกติได้ กระบวนการผลิตไฟฟ้าและไอน้ำของบริษัท อ่างทอง เพาเวอร์ จำกัด หรือเรียกว่าโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมโดยใช้ก๊าซธรรมชาติจาก ปตท. เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตหลักและใช้น้ำดิบจากแหล่งน้ำธรรมชาติในเขตพื้นที่อำเภอไชโย จังหวัดอ่างทอง ในการผลิตไอน้ำและน้ำหล่อเย็น เนื่องด้วยการผลิตที่มีต้นทุนที่สูงอยู่แล้วนั้น ทำให้เกิดแนวความคิดที่จะปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เกิดการใช้พลังงานที่คุ้มค่าที่สุด ประหยัดพลังงานที่สุด และมีประสิทธิภาพกับโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์มากที่สุด

จากที่กล่าวมาแล้วว่าในปัจจุบันทางภาคอุตสาหกรรมธุรกิจพลังงานมีการแข่งขันกันสูงมากยิ่งขึ้น ปัจจัยอย่างหนึ่งที่ทำให้องค์กรสามารถอยู่รอดและแข่งขันในธุรกิจภาคอุตสาหกรรมธุรกิจพลังงานได้ คือการลดค่าใช้จ่ายขององค์กรและการอนุรักษ์พลังงาน ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาการใช้พลังงานเพื่อหาแนวทางหรือมาตรการในการลดการใช้พลังงาน ทางผู้จัดทำจึงมองเห็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน และสามารถจำแนกความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา ออกเป็น 4 ปัจจัยหลักๆดังนี้

1. ปัจจัยทางด้านคน (Man) พนักงานหรือบุคลากรทั้งจากภายในและภายนอก
2. ปัจจัยทางด้านเครื่องจักร (Machine) เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
3. ปัจจัยทางด้านวัตถุดิบ (Material) ผลิตภัณฑ์ บริการ วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ
4. ปัจจัยทางด้านขั้นตอนหรือวิธีการปฏิบัติงาน (Method) กระบวนการทำงาน

ตารางที่ 1.1 แสดงปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน

ลำดับ	ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน	รายละเอียดความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา
1	ปัจจัยทางด้านคน (Man)	Board Man ควบคุมกระบวนการผลิตพลังงานไฟฟ้า เกินสัญญาซื้อขายไฟฟ้าให้กับ EGAT เฉลี่ยต่อวัน อยู่ที่ประมาณ 1,500 kWh
2	ปัจจัยทางด้านเครื่องจักร (Machine)	ระบบเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวัน อยู่ที่ประมาณ 28,800 kWh ตลอด 24 ชั่วโมง
3	ปัจจัยทางด้านวัตถุดิบ (Material)	ระบบน้ำหล่อเย็น (Cooling Water) ปริมาณการใช้น้ำในการหล่อเย็นเฉลี่ยต่อวัน 150,000 ลูกบาศก์เมตร (M3) ตลอด 24 ชั่วโมง
4	ปัจจัยทางด้านขั้นตอนหรือวิธีการปฏิบัติงาน (Method)	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน Startup/Shutdown Gas Turbine and Boiler เพื่อควบคุมปริมาณการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง *(อยู่ในขั้นตอนและแนวทางการอนุรักษ์พลังงานยังคงไม่มีตัวเลขที่แน่นอน)*

จากการจำแนกปัจจัยที่นำมาศึกษา สามารถวิเคราะห์เพื่อหาปัญหาและความสำคัญที่จะนำมาปรับปรุงและพัฒนา การลดค่าใช้จ่ายขององค์กรและการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม และจากประเด็นปัจจัยหลักทั้ง 4 ข้อ ทางผู้จัดทำจึงเล็งเห็น ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงานมากที่สุด คือ ปัจจัยทางด้านเครื่องจักร (Machine) คือ ระบบเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวัน อยู่ที่ประมาณ 28,800 kWh ซึ่งถ้าคำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี จะสูงถึง 10,368,000 kWh จากตัวเลขดังกล่าว จะเห็นได้ว่ามีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงมาก ทางผู้จัดทำจึงมีแนวทางและมองเห็นว่าเป็นปัจจัยที่ควรนำไปปรับปรุงและพัฒนาเพื่อลดการใช้พลังงาน โดยที่จะเดินเครื่องกังหันก๊าซ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ของโรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ โดยไม่ใช้ชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะต้องไม่เกิดผลกระทบต่อกระบวนการผลิตไฟฟ้าหลักของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์และจะต้องคำนึงถึงความเสี่ยงของระบบและความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาเพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ทางผู้จัดทำได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาให้

เกิดการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า เหมาะสมและประหยัดพลังงานสูงสุดเพื่อที่จะเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้ โดยมุ่งเน้นไปที่ระบบเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) โดยได้มีการนำเสนอให้ทาง ปตท. ปรับตั้งค่าแรงดันที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติของ ปตท. ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เนื่องจากแรงดันต้นทางหลักที่รับมาจากส่วนปฏิบัติการระบบท่อเขต 2 รับผิดชอบระบบท่อส่งก๊าซฯ ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา สระบุรี ลพบุรี และปราจีนบุรี มายังสถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติ ปตท. ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง โดยวัดได้ที่แรงดันต้นทาง (Upstream) ประมาณ 52 Bar(a) และผ่านมายังชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติปรับลดแรงดันลง (Downstream) ที่แรงดันประมาณ 20 Bar(a) ซึ่งทางหน่วยงานปฏิบัติการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าอ่างทองเพาเวอร์ ได้รวบรวมและเก็บข้อมูลก่อนทำการปรับปรุงของค่าความดันต้นทาง (Upstream) และผ่านมายังชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติปรับลดแรงดันลง (Downstream) และเริ่มศึกษาทำความเข้าใจ เก็บข้อมูลตั้งแต่โรงไฟฟ้า อ่างทองเพาเวอร์ เริ่มดำเนินการจำหน่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบเชิงพาณิชย์ (Commercial Operation Date : COD) เมื่อเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2559 โดยทั้งนี้ได้เริ่มดำเนินการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล ในการเดินเครื่อง เป็นระยะเวลา 6 เดือน เริ่มตั้งแต่ เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2559 ถึง เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 และยังรวมไปถึงการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของโรงไฟฟ้าอ่างทอง (Plant Station Service Energy (kWh)) ในขณะที่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ต่อวัน และการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ (Fuel Gas Consumption (MMBTU)) ในการผลิตกระแสไฟฟ้าต่อวัน และยังรวมไปถึงประสิทธิภาพของการเดินเครื่องโดยรวม Overall Plant Net Cogen. Efficiency LHV (dry) (%)] ของโรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ อีกด้วย ทั้งนี้ได้นำข้อมูลดังกล่าวที่ใช้ในกระบวนการผลิตต่อวันนำไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยออกมาเป็นรายเดือน และจากข้อมูลดังกล่าวนี้ จึงได้ดำเนินการรวบรวมและสรุปผลในช่วงระยะเวลา 6 เดือนแรก ก่อนทำการปรับปรุง หลังจากที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เริ่มดำเนินการจำหน่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบเชิงพาณิชย์ (Commercial Operation Date : COD) เพื่อส่งมอบข้อมูลให้กับทาง ปตท. ในการพิจารณา เพื่อขอปรับตั้งค่าแรงดันที่ชุดวาล์วควบคุมความดัน (Downstream) จากเดิม ที่แรงดัน 20 Bar(a) และให้ปรับตั้งค่าแรงดันที่ชุดวาล์วควบคุมความดันไปที่แรงดัน 30 Bar(a) โดยได้ขอให้ทาง ปตท. ปรับตั้งค่าแรงดันในช่วงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2559 ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวทางโรงไฟฟ้าอ่างทอง จะมีการซ่อมบำรุงประจำปี และเมื่อทางโรงไฟฟ้าอ่างทอง ได้ดำเนินการปรับตั้งค่าแรงดันที่ชุดวาล์วควบคุมความดันไปที่แรงดัน 30 Bar(a) ใหม่แล้วนั้น จะเริ่มเดินเครื่องโรงไฟฟ้าทันที โดยที่จะให้ก๊าซธรรมชาติผ่านเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องกังหันก๊าซโดยตรง และจะเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โดยไม่ใช้เครื่องอัดและเพิ่มความ

ดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) จากนั้นจะเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลก่อนการปรับปรุง โดยจะเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2560 เป็นระยะเวลา 6 เดือน เช่นกัน

ทั้งนี้จึงสรุปได้ว่า ทางผู้จัดทำจะนำระบบเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) มาทำการศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ โดยเหตุผลสืบเนื่องจากที่มีข้อมูลก่อนปรับปรุงครบถ้วนแล้วและมีสัมพันธ์ที่ดีกับ ปตท. เพื่อขอดำเนินการปรับตั้งสปริงที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ (Downstream) ที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติจาก ปตท. ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ จากเดิมที่แรงดัน 20 Bar(a) ไปที่แรงดัน 30 Bar(a) (ตามที่ผู้ผลิตได้ออกแบบ (SIEMENS SGT-800)) คือ 27-30 Bar(a) เพื่อให้ค่าความดันดังกล่าวผ่านไปยังห้องเผาไหม้ของเครื่องกังหันก๊าซได้โดยตรง โดยที่ไม่จำเป็นต้องผ่านไปยังระบบของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ต่อไป โดยทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะต้องไม่เกิดผลกระทบต่อกระบวนการผลิตไฟฟ้าหลักของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์และจะต้องคำนึงถึงความเสี่ยงของระบบและความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตไฟฟ้าของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ในช่วงก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง
2. เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตไฟฟ้าของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง
3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเดินเครื่องในกระบวนการผลิตไฟฟ้าของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง
4. เปรียบเทียบการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

2. ไม่มีผลกระทบต่อสถานการณ์การเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมและประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

3. เป็นการเพิ่มองค์ความรู้ให้กับองค์กรและในภาคอุตสาหกรรม ทั้งในด้านการอนุรักษ์พลังงานและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงกับโรงไฟฟ้าหรืออุตสาหกรรมอื่นๆได้ต่อไป

4. ลดค่าใช้จ่ายต้นทุนของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาและการวิเคราะห์ผลกระทบและปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน ในการที่จะทำการศึกษาการประหยัดพลังงาน

2. ทำการการคัดเลือกปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน เพื่อทำการศึกษาการประหยัดพลังงาน

3. ทบทวนด้านเอกสาร (Desktop Review) ดำเนินการจัดทำแผนงานการรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกหาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ทำการประเมินความเสี่ยงต่างๆ ก่อนและหลังทำการทดสอบปรับปรุง รวบรวมเงื่อนไขต่างๆไม่ว่าจะเป็นค่าพิกัดต่างๆ เช่น หน่วยกำลังไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องอัดและเพิ่มแรงดันก๊าซ แรงดันและอัตราการไหลของก๊าซธรรมชาติ กำลังการผลิตของเครื่องกังหันก๊าซ อัตราการสิ้นเปลืองการใช้เชื้อเพลิงก่อนและหลังทำการทดสอบปรับปรุง

4. ศึกษาด้านวิศวกรรมการประเมินของระบบ (Engineering Assessment of System) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานปรับตั้งค่าแรงดันที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซ ที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาตรก๊าซธรรมชาติ ปตท. ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งอุปกรณ์และหลักการทางวิศวกรรมที่เหมาะสมสูงสุดกับการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์

5. ทำการทดสอบและเก็บบันทึกข้อมูลจากหน้างาน (Site Based Inspection and Record Parameter) ทำการเก็บบันทึกข้อมูลที่จำเป็นเพื่อการประมวลผลหาประสิทธิภาพการทำงานของ ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซและเครื่องกังหันก๊าซและเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติและประสิทธิภาพที่จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

6. กำหนดและวางแผนสำหรับเวลางานปรับตั้งค่าแรงดันที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซ ที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติ ปตท. ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ และการเดินเครื่องโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซโดยไม่ใช้ชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ

7. ทำการสรุปผลจากการทดสอบและจัดทำรายงาน (Executive Summary Report) หลังจากที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูล วิธีการและเครื่องมือ ทำการวางแผนและทำการตรวจสอบและทดสอบจากหน้างาน ทำการจดบันทึกผล รวบรวมข้อมูลต่างๆที่ดำเนินการไปแล้วนำมาจัดทำรายงานสรุปผลของโครงการ

ตารางที่ 1.2 แสดงแผนการศึกษาและวิจัยของโครงการ

กิจกรรม		ระยะเวลา (เดือน)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
โครงการ การลดการใช้พลังงานในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม กรณีศึกษา โรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์													
1	การวิเคราะห์ผลกระทบและปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงานในการที่จะทำการศึกษาการประหยัดพลังงาน	●	●										
2	การคัดเลือกปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน เพื่อทำการศึกษาการประหยัดพลังงาน		●										
3	การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์จากเอกสารและการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้า			●									
4	ทบทวนเอกสารด้านวิศวกรรม				●								
5	ศึกษาด้านวิศวกรรมการประเมินของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติและชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซในการเครื่องกังหันก๊าซ					●							
6	ทำการทดสอบและเก็บรวบรวมบันทึกข้อมูลจากหน้างานก่อนการปรับตั้งค่าที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซ ในการเดินเครื่องกังหันก๊าซและเก็บบันทึกข้อมูล					●	●						

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

กิจกรรม		ระยะเวลา (เดือน)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	ในช่วงขณะที่เดินเครื่องของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติ												
7	จัดทำกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างทีมผู้รับเหมาที่จะเข้ามาดำเนินการปรับปรุงและเพื่อทำการปรับตั้งค่าที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซ ในการเดินเครื่องกังหันก๊าซและระบบของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติในช่วงเวลาที่มีการหยุดระบบของการเดินเครื่องกังหันก๊าซ เพื่อทำการปรับปรุงระบบในโครงการดังที่กล่าวมานี้			●	●	●	●						
8	กำหนดและวางแผนสำหรับการปรับตั้งค่าที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซ ในการเดินเครื่องกังหันก๊าซและระบบของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติ					●	●						
9	ทำการทดสอบและเก็บรวบรวมบันทึกข้อมูลจากหน้างาน หลังการปรับตั้งค่าที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซ ในช่วงขณะที่ไม่เดินเครื่องของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติ							●	●	●	●	●	●
10	ทำการสรุปผลจากการทดสอบและเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง												●
11	สรุปผลการศึกษาข้อเสนอแนะและข้อจำกัด												●

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

แหล่งที่มาและคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติก๊าซค้นพบได้ในแอ่งใต้พื้นดินบนบกหรือในทะเล หรืออาจพบร่วมกับน้ำมันดิบ หรือ คอนเดนเสท(ผลิตภัณฑ์ของเหลวไฮโดรคาร์บอนที่กลั่นตัวจากก๊าซธรรมชาติ) โดยคาดว่าจะเป็นแหล่งพลังงานหลัก ที่จะนำมาใช้ได้อีกประมาณ 65 ปีข้างหน้า ปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้วทั่วโลกเมื่อปี พ.ศ. 2548 มีปริมาณ 6,348 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต โดยพบมากที่สุด ในรัสเซีย มีปริมาณ 1,688 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต รองลงมาคืออิหร่าน 944 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต และกาตาร์ 910 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต

ก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย ประเทศไทยได้มีการสำรวจพบแหล่งก๊าซธรรมชาติ 2 แหล่ง คือ ในทะเลบริเวณอ่าวไทย และบนบก อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งนำขึ้นมาใช้ตั้งแต่ปี พ .ศ.2524 โดยการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าและในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อทดแทนการใช้ถ่านหินและน้ำมันเตาซึ่งมีราคาสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งแต่ละปีมีมูลค่ามหาศาล และขณะเดียวกันก็ต้องเผชิญความผันผวนของราคาน้ำมันตลาดโลกซึ่งเสี่ยงต่อความมั่นคงด้านพลังงาน

การนำก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทยขึ้นมาใช้ จึงเป็นการเปิดศักราชใหม่ของการพึ่งพาพลังงานที่มีอยู่ภายในประเทศของเราเองอย่างเป็นรูปธรรม และเนื่องด้วยก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด คุณภาพดีและราคาถูกกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ทำให้ปริมาณการใช้ก๊าซธรรมชาติของไทยสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี ผู้รับสัมปทานสำรวจและผลิตก๊าซจึงได้เสาะแสวงหาแหล่งก๊าซใหม่ๆ เพื่อนำก๊าซจากแหล่งที่มีอยู่ขึ้นมาใช้ให้ได้มากที่สุด ขณะเดียวกันหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ได้พยายามนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด นอกเหนือจากการนำไปเป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรมและยานพาหนะ โดยให้การสนับสนุนพิเศษในการนำก๊าซธรรมชาติ มาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ หรือที่เราเรียกว่าเอ็นจีวีนั่นเอง

ภาพที่ 2.1 แท่นขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ กลางทะเลอ่าวไทย

ที่มา: บริษัท เชฟรอนประเทศไทยสำรวจและผลิต จำกัด
http://www.thansettakij.com/content/50050

ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการในการใช้ไฟฟ้าในปริมาณที่สูงมากขึ้นทุกปี ซึ่งไฟฟ้าเป็นปัจจัยหลักที่ใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจและการเติบโตของประเทศ การทำให้โรงไฟฟ้าสามารถผลิตไฟฟ้าได้อย่างเต็มประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ช่วยในการชะลอการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ซึ่งจะเห็นได้ว่าการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ในปัจจุบันนั้นค่อนข้างเป็นไปได้ยาก เนื่องจากต้องคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อประชาชนและสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก โรงไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยและมีการผลิตไฟฟ้าโดยส่วนมากในประเทศไทยมาจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม (Combined Cycle Power Plant) โดยกังหันก๊าซ (Gas Turbine) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่ส่งผลต่อกำลังการผลิตไฟฟ้า ซึ่งการทำให้กังหันก๊าซมีกำลังการผลิตอยู่ในเกณฑ์ปกติ จะทำให้โรงไฟฟ้ามีสัดส่วนการใช้พลังงานสำหรับการผลิตไฟฟ้าเป็นปกติได้ และในส่วนของโรงไฟฟ้าอ่างทองเพาเวอร์ ก็เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม (Combined Cycle Power Plant) โดยกังหันก๊าซ (Gas Turbine) เช่นกัน และยังมี Helical Screw Gas Compressor ที่ใช้ในการอัดและเพิ่มความดันก๊าซเข้าสู่ Combustion Turbine ของ Gas Turbine ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการอัดและเพิ่ม

ความดันก๊าซเข้าสู่ Combustion Turbine ของ Gas Turbine นั้น ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักที่สำคัญในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า อ่างทองเพาเวอร์ เพราะว่ากังหันก๊าซที่โรงไฟฟ้า อ่างทองเพาเวอร์ ใช้ของบริษัท SIEMENS รุ่น SGT-800 ซึ่งถูกออกแบบมาให้อนุญาตรับความดันก๊าซที่ 27-30 Bar(a) ระบบเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ มีหน้าที่หลักคือ เพื่ออัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติ โดยรับแรงดันก๊าซธรรมชาติที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาตรก๊าซธรรมชาติจาก ปตท.ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ ที่แรงดันต้นทาง (Upstream) 52 Bar(a) และผ่านมายังชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ ปรับลดแรงดันลง (Downstream) 20 Bar(a) และก๊าซธรรมชาติที่รับมาจากสถานีฯ จะเข้าสู่ชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ที่ต้องใช้กำลังไฟฟ้าในการขับมอเตอร์ที่ประมาณ 1,200 kW หรือ 1.2 MW ซึ่งเป็นต้นกำลังในการเดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติโดยจะเพิ่มแรงดันของก๊าซธรรมชาติไปที่ประมาณ 30 Bar(a) เพื่อเข้าสู่กระบวนการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ของเครื่องกังหันก๊าซ ซึ่งที่แรงดันดังกล่าวนี้เป็นค่าแรงดันที่ยอมรับได้ สามารถเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องกังหันก๊าซ ตามที่ผู้ออกแบบ (SIEMENS SGT-800)ได้ออกแบบไว้ คือ 27-30 Bar(a) เป็นแรงดันที่เครื่องกังหันก๊าซของ SIEMENS SGT-800 ถูกออกแบบมาให้ใช้แรงดันดังกล่าว ซึ่งแรงดันจากสถานีควบคุมความดันและวัดปริมาตรก๊าซธรรมชาติจาก ปตท .ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ มีค่าที่ต่ำกว่าค่าการออกแบบของ SIEMENS SGT-800 จึงไม่สามารถอนุญาตให้เข้าสู่กระบวนการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ของเครื่องกังหันก๊าซของ SIEMENS SGT-800 ได้โดยตรง จึงเป็นที่มาของการติดตั้งชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ และจากข้อมูลดังที่กล่าวมานั้น จึงมีแนวคิดที่จะไม่ใช้เครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับมอเตอร์ของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ โดยที่มีทางเลือกคือ จะปรับตั้งสปริงของชุดค่าแรงดันที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ (Downstream) ที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาตรก๊าซธรรมชาติจาก ปตท. ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ โดยจะปรับตั้งค่าความดันที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ (Downstream) ให้ได้ที่แรงดัน 30 Bar(a) เพื่อให้ก๊าซธรรมชาติสามารถผ่านเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องกังหันก๊าซได้โดยตรง โดยที่ไม่ต้องผ่านเข้าไปยังชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ซึ่งแนวคิดนี้เป็นแนวคิดที่สามารถอนุรักษ์และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับมอเตอร์ของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมของโรงไฟฟ้า อ่างทองเพาเวอร์ ได้ถึงประมาณ 1,200 kW หรือ 1.2 MW ต่อชั่วโมง หรือประมาณ 28,800 kWh ต่อวัน

Gas Compressor คืออะไร Gas Compressor คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพิ่มความดันของก๊าซฯ (Static pressure) ให้สูงขึ้น แบ่งเป็น 4 ชนิด คือ 1. Axial Gas Compressors, 2. Centrifugal

Gas Compressors, 3. Helical Screw Gas Compressors และ 4. Reciprocating Gas Compressors ดังแสดงรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.2 การแบ่งประเภทของเครื่องอัดและการเพิ่มความดันของอากาศและก๊าซฯ

เครื่องอัดและการเพิ่มความดันของอากาศและก๊าซฯ สามารถแบ่งออกได้ 4 แบบ ดังนี้

2.2.1 เครื่องอัดและเพิ่มความดันแบบอัดในแนวแกน (Axial Gas Compressors)

แบบอัดในแนวแกน (Axial compressor) มีลักษณะคล้ายตัวกังหัน ประกอบด้วยใบพัดที่ติดอยู่บนเพลาเป็นแถวๆ ระหว่างแถวของใบพัดจะมีใบพัดติดอยู่ที่ตัวเรือน สลับกันเป็นแถว ๆ เช่นเดียวกัน เมื่ออากาศถูกดูดพร้อมกับอัดผ่านแต่ละแถวของใบพัดที่อยู่กับที่ และใช้ใบพัดหมุนที่ประกอบติดอยู่บนเพลาแล้ว ปริมาณของมันจะลดลง ดังนั้นขนดและความยาวของใบพัด ก็จะลดลงตามทิศทางการไหลของอากาศหรือก๊าซเป็นสัดส่วนเรื่อยไป

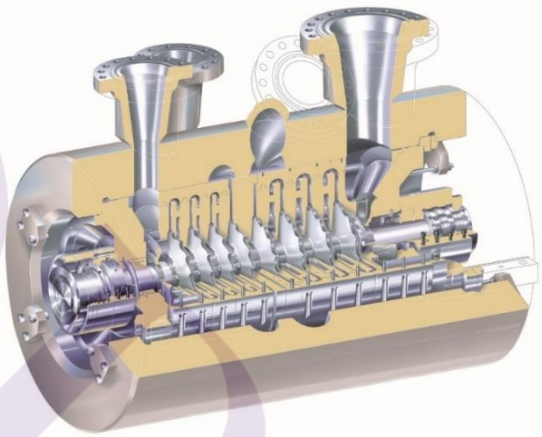
ภาพที่ 2.2 เครื่องอัดและเพิ่มความดันแบบอัดในแนวแกน Axial Compressor

ที่มา: https://turbomachinery.man-es.com/products/compressors/axial

2.2.2 เครื่องอัดและเพิ่มความดัน**แบบอัด**หมุนเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifugal Gas Compressors)

แบบอัดหมุนเหวี่ยงหนีศูนย์ (Centrifugal compressors) เป็นเครื่องอัดและเพิ่มความดันที่ใช้หลักการทางด้านพลศาสตร์ ทำงานด้วยการเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นความดัน ทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศหรือก๊าซอัดจะถูกเหวี่ยงตัวออกไปในแนวรัศมี อากาศหรือก๊าซดูดจะเข้าสู่แกน

ตรงกลางเพลาใบพัดและถูกเหวี่ยงตัวออกไปในแนวรัศมีของใบพัดสู่ผนังเครื่องอัดและเพิ่มความดัน และถูกส่งไปตามระบบท่อ อากาศหรือก๊าซอัดจะมีความกดดันสูงขึ้นแต่ความเร็วยังคงที่ เมื่อเราต้องการอากาศหรือก๊าซอัดที่มีค่าความกดดันสูงมากขึ้น เราสามารถกระทำได้โดยการใช้เครื่องอัดและเพิ่มความดันหลายสเตจโดยที่อากาศหรือก๊าซอัดซึ่งได้จากการอัดในสเตจแรกจะถูกส่งต่อไปยังสเตจต่อไปและอัดอากาศหรือก๊าซให้ได้ความดันที่ต้องการ อากาศหรือก๊าซที่อัดได้ในแต่ละสเตจจะมีความร้อนสูงขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการระบายความร้อนออกจากอากาศหรือก๊าซอัดก่อนที่จะส่งอากาศหรือก๊าซอัดไปยังสเตจต่อๆไป



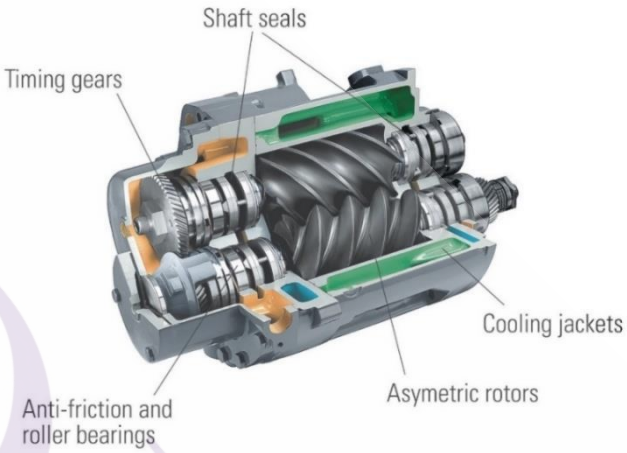
ภาพที่ 2.3 เครื่องอัดและเพิ่มความดันแบบอัดหมุนเหวี่ยงหนีศูนย์ Centrifugal Compressor

ที่มา: https://www.arab-oil-naturalgas.com/compressors-gas-turbine-videos/

2.2.3 เครื่องอัดและเพิ่มความดัน**แบบสกรูอัด**หมุน (Helical Screw Gas Compressors)

แบบสกรูอัดหมุน (Helical screw compressors) เครื่องอัดอากาศหรือก๊าซแบบสกรูจะอัดและเพิ่มความดันอันเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ผลักดันของโรเตอร์ในลักษณะการแทนที่ของอากาศหรือก๊าซ อากาศหรือก๊าซอัดที่ได้จะมีอัตราการไหลอย่างสม่ำเสมอแต่ปริมาณอากาศหรือก๊าซอัดที่ได้จะมีค่าความกดดันค่อนข้างต่ำกว่ามาก การหมุนของโรเตอร์เพื่ออัดอากาศหรือก๊าซจะต้องหมุนด้วยความเร็วรอบที่สูง ซึ่งจะก่อให้เกิดเสียงดังและชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ภายในจะมีอัตราการสึกหรอค่อนข้างสูง เครื่องอัดอากาศหรือก๊าซประเภทนี้หรือสกรูคอมเพรสเซอร์แบ่งออกเป็น ลักษณะย่อยๆจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ Twin-screw compressor และ Single-screw compressor ดังนี้

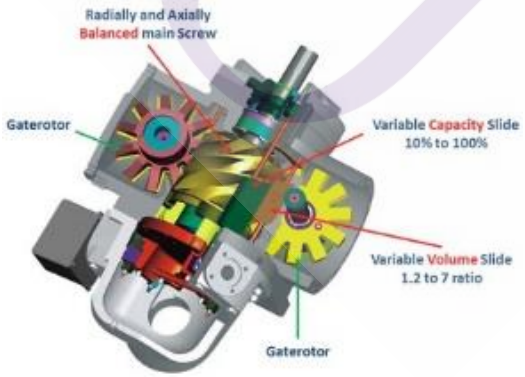
2.2.3.1 Twin-screw compressor จะประกอบด้วยเกลียวฟันเฉียง (helical screw) 2 ตัว คือ เกลียวตัวเมีย (female) และเกลียวตัวผู้ (male) โดยเกลียวตัวผู้จะทำหน้าที่เป็นเกลียวขับ โดยเกลียวตัวผู้จะมีลักษณะเป็น lobe ส่วนเกลียวตัวเมียมีลักษณะเป็น gully



ภาพที่ 2.4 เครื่องอัดและเพิ่มความดันแบบสกรูอัดหมุนแบบชนิด Twin screw compressor

ที่มา: https://www.nrcan.gc.ca/energy/products/reference/14970

2.2.3.2 Single screw compressor ประกอบด้วยเกลียวเอียงหนึ่งตัวและเฟืองดาวเคราะห์อีกสองตัว สกรูเดี่ยวถูกขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ไฟฟ้า การทำความเย็นของคอมเพรสเซอร์ทำได้โดยการฉีดน้ำมันหล่อลื่นเข้าคอมเพรสเซอร์ จำเป็นต้องมีตัวแยกน้ำมันและปั๊มหมุนเวียนน้ำมันหล่อลื่น

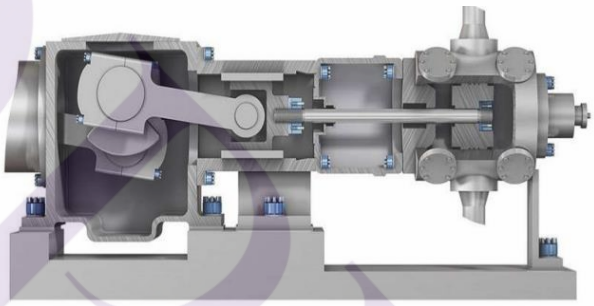


ภาพที่ 2.5 เครื่องอัดและเพิ่มความดันแบบสกรูอัดหมุนแบบชนิด Single screw compressor

ที่มา: https://tallahasseescene.com/2017/09/single-screw-compressor-market-2017-by-types-stationary-and-portable/

2.2.3.3 เครื่องอัดและเพิ่มความดัน**แบบ**ลูกสูบ (Reciprocating Gas Compressors)

แบบลูกสูบ (Reciprocating Compressors) เครื่องอัดอากาศหรือก๊าซประเภทนี้ ส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็กใช้แหล่งกำลังงานต้นกำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ ขนาดเล็ก โดยมีสายพานเป็นอุปกรณ์ถ่ายทอดกำลังงานไปสู่เครื่องอัดอากาศหรือก๊าซ เพื่อให้ลูกสูบเคลื่อนที่อัดอากาศหรือก๊าซให้มีปริมาตรเล็กลง และความกดดันของอากาศหรือก๊าซสูงขึ้น อากาศหรือก๊าซอัดจะถูกส่งไปเก็บไว้ในถังลมก่อนที่จะนำไปใช้งาน การเลือกใช้แบบต่างๆ นั้น มีทั้งแบบ Single Stage และแบบ Two Stage นิยมใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการอากาศหรือก๊าซอัดปริมาณมากแต่ต้องการความดันสูง



ภาพที่ 2.6 เครื่องอัดและเพิ่มความดันแบบลูกสูบ Reciprocating Compressors

ที่มา: http://aermech.com/reciprocating-compressors-and-typesworking-principleengineering-explained/

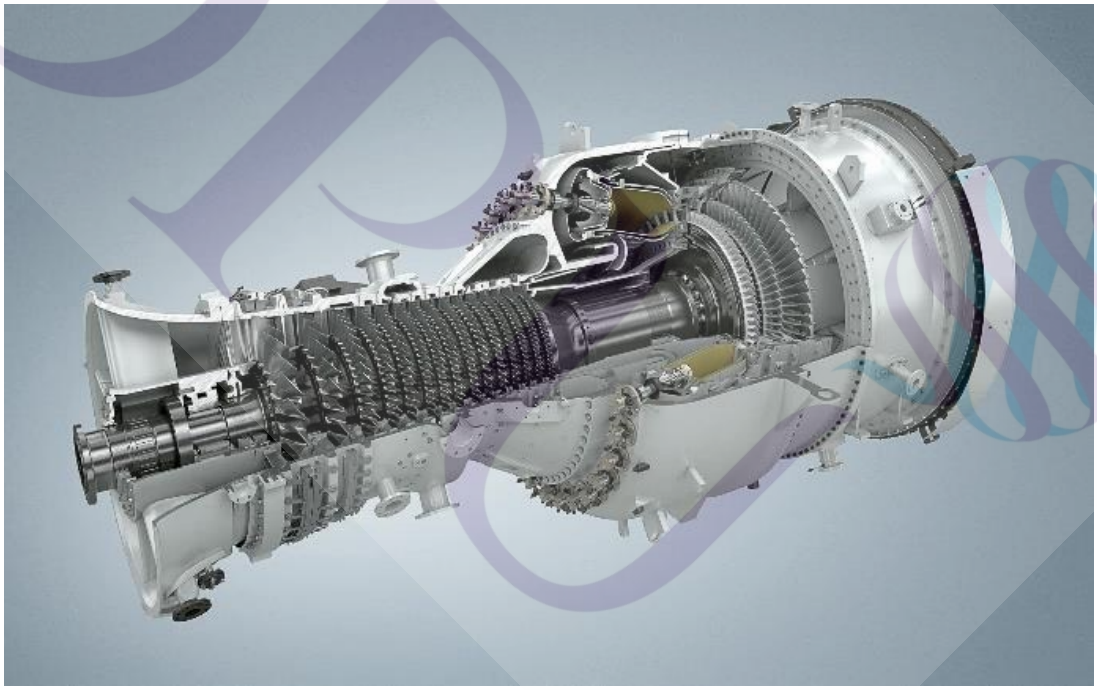
2.3 กังหันก๊าซ (Gas turbine)

การทำงานของเครื่องกังหันก๊าซ คล้ายกับกังหันไอน้ำ โดยกังหันไอน้ำจะใช้พลังงาน จากไอน้ำเป็นตัวขับกังหัน แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานกลขณะที่ไอน้ำวิ่งผ่านใบพัด พร้อมกับขยาย ตัวเป็นช่วง ๆ จนเข้าสู่เครื่องควบแน่น (Condenser) ส่วนกังหันก๊าซนั้นตัวที่ขับกังหันจะเป็นก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงภายในห้องเผาไหม้ แล้วส่งเข้าตัวกังหัน

การทำงานของเครื่องกังหันก๊าซ โดยมีเครื่องอัดอากาศ (compressor) ต่ออยู่บนเพลาเดียวกับชุดกังหัน และต่อตรงไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อเริ่มเดินเครื่อง อากาศจะถูกดูดจาก

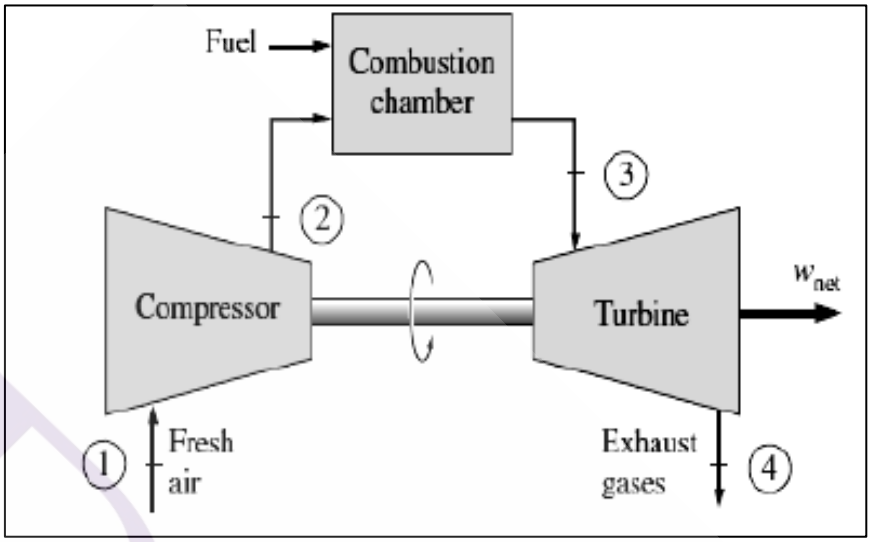
ภายนอกเข้าหาเครื่องอัดอากาศทางด้านล่าง ถูกอัดจนมีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น แล้วถูกส่งไปยังห้องเผาไหม้ ซึ่งใช้เชื้อเพลิงเป็นก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมัน จะถูกเผาไหม้และให้ความร้อนแก่อากาศ ก๊าซร้อนที่ออกจากห้องเผาไหม้ จะถูกส่งไปยังตัวกังหัน ทำให้กังหันหมุนเกิดงานขึ้น ไปขับเครื่องอัดอากาศและขณะเดียวกันก็ขับเครื่อง กำเนิดไฟฟ้าด้วย ความดันของก๊าซเมื่อผ่านตัวกังหันจะลดลง และผ่านออกมาที่บรรยากาศ

ปกติห้องเผาไหม้จะสร้างด้วยโลหะทนความร้อนสูง แต่เนื่องจากอุณหภูมิของก๊าซร้อนที่เข้าไปขับตัวกังหันมีขีดจำกัด ดังนั้นอากาศประมาณ 1/6 ของอากาศอัดทั้งหมด จะถูกใช้ในห้องเผาไหม้ส่วนที่เหลือ ก็จะทำหน้าที่ผสมกับก๊าซร้อน แล้วจึงนำเข้าไปยังเรือนกังหัน อุณหภูมิของเปลวไฟในห้องเผาไหม้อยู่ระหว่าง 3,000 – 4,000 องศาฟาเร็นไฮท์ แต่ก๊าซร้อนมีอุณหภูมิประมาณ 1,000 – 1,500 องศาฟาเร็นไฮท์ ก่อนเข้าสู่เรือนกังหัน เพื่อขับกังหันต่อไป พลังงานที่ผลิตจากเครื่องกังหันก๊าซ จะนำไปขับเครื่องอัดอากาศประมาณ 60% ส่วนที่เหลือจะนำไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบช่วยงานอย่างอื่น



ภาพที่ 2.7 กังหันก๊าซ

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN



ภาพที่ 2.8 กังหันก๊าซแบบวัฏจักรเปิด

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

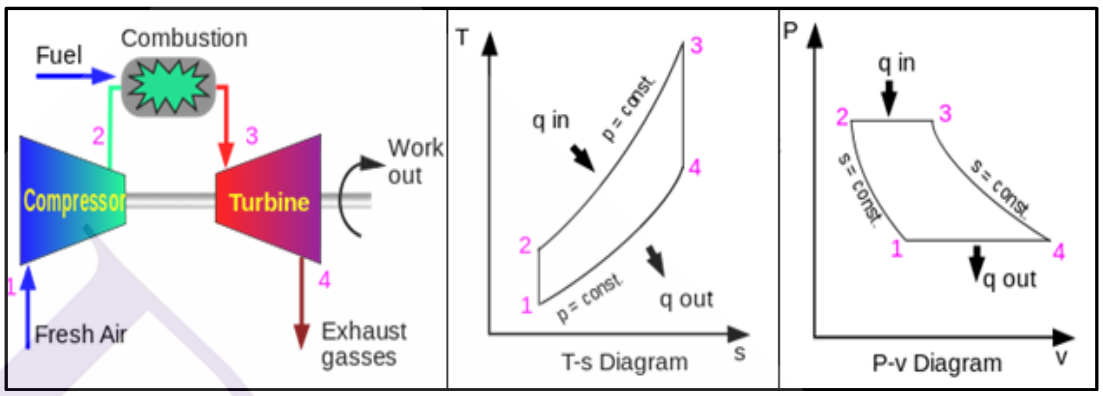
กังหันก๊าซ (Gas turbine) เป็นเครื่องยนต์สันดาปภายใน โดยก๊าซร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้จะขยายตัวขับใบพัดของกังหันก๊าซ เป็นการแปลงผันพลังงานความร้อนจำนวนหนึ่งของก๊าซไปเป็นพลังงานกลโดยการหมุนเพลา มีส่วนประกอบหลัก ๆ คือ

- คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ดูดอากาศจากภายนอกที่สภาวะ 1 และอัดอากาศที่ไหลเข้ามาด้วยใบพัด (Compressor blades) ทำให้อากาศมีความดันและอุณหภูมิสูงที่สภาวะ 2 จากนั้นอากาศอัดจะถูกส่งเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ดังภาพที่ 2.8

- ห้องเผาไหม้ (Combustion chamber) ทำหน้าที่เผาไหม้อากาศอัดความดันสูงที่ผสมกับเชื้อเพลิงภายใต้ความดันคงที่ จะได้ก๊าซร้อนที่มีอุณหภูมิและความดันสูงที่สภาวะ 3 ส่งไปยังส่วนของกังหันต่อไป ดังภาพที่ 2.8

- กังหัน (Turbine) ทำหน้าที่แปลงผันพลังงานความร้อนส่วนหนึ่งจากก๊าซร้อนที่ขยายตัวซึ่งได้จากห้องเผาไหม้ไปเป็นพลังงานกลโดยการหมุนผ่านชุดใบพัด (Turbine blades) ส่วนไอเสียที่ออกจากกังหันที่สภาวะ 4 จะนำทิ้งออกสู่บรรยากาศถ้าไม่นำมาใช้ประโยชน์อีกต่อไป ดังภาพที่ 2.8

การทำงานของกังหันก๊าซสามารถอธิบายจากวัฏจักรเบรย์ตัน (Brayton Cycle : Ideal Cycle for Gas Turbine Engine)



ภาพที่ 2.9 กระบวนการต่างๆในวัฏจักรเบรย์ตัน (Brayton Cycle)

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

ในวัฏจักรเบรย์ตันมี มาตรฐานอากาศประกอบด้วยกระบวนการย้อนกลับดังนี้

- กระบวนการ 1-2 คือ กระบวนการอัดตัวแบบไอเซนโทรปิค (คอมเพรสเซอร์)
- กระบวนการ 2-3 คือ กระบวนการรับความร้อนภายใต้ความดันคงที่ (ห้องเผาไหม้)
- กระบวนการ 3-4 คือ กระบวนการขยายตัวแบบไอเซนโทรปิค (กังหันก๊าซ)
- กระบวนการ 4-1 คือ กระบวนการถ่ายความร้อนทิ้งภายใต้ความดันคงที่ (การขับไล่ก๊าซไอเสีย)

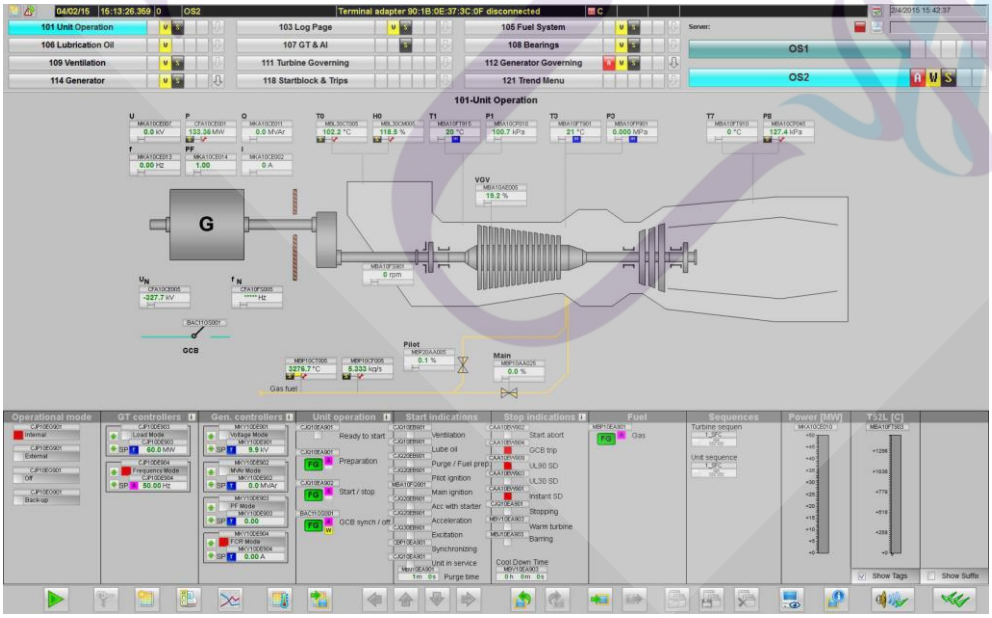
รูปแบบของระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วมที่กล่าวมาจะมีความแตกต่างและเหมือนกันในเรื่องของอุปกรณ์หลายประการ ซึ่งตารางที่ 1 จะแสดงถึงการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆ บางประการของรูปแบบของระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม 3 ระบบคือ กังหันไอน้ำ กังหันแก๊ส และเครื่องยนต์สันดาปภายใน

ตารางที่ 2.1 Parameter of Cogeneration System

รายละเอียด	Back Pressure Steam turbine	กังหันแก๊ส	เครื่องยนต์สันดาปภายใน
ขนาดของระบบ	500 kW – 15MW	500 kW – 100MW	15 kW – 10MW
ประสิทธิภาพรวม	สูงสุด 80% (ขึ้นอยู่กับ Boiler)	55-75%	50-80%
H/P	5-20	2-5	1-3
ความร้อนที่ออกจากระบบ	ไอน้ำอุณหภูมิสูงถึง 150 °C	แก๊สร้อนอุณหภูมิ 450-550 °C	50% น้ำร้อนและ 50% แก๊สร้อน 450 °C
เชื้อเพลิงที่ใช้	ใช้เชื้อเพลิงได้หลายชนิด	แก๊ส,ดีเซลหรือเชื้อเพลิงเหลวขึ้นกับขนาด	แก๊สหรือเชื้อเพลิงเหลว

2.4 SIEMENS SGT-800 กังหันก๊าซ (Gas turbine)

หลักการทำงานของกังหันก๊าซ (Gas Turbine Principles) และส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่างๆ ดังนี้



ภาพที่ 2.10 แสดงหน้าจอ SIMATIC HMI PSC7 for SIEMENS SGT-800

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

เทคโนโลยีกังหันก๊าซหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตไฟฟ้าประเภทพลังงานความร้อนร่วม (Combined Cycle Cogeneration Plants : CCCP) โดยเทคโนโลยีกังหันก๊าซนั้นมีหลายรุ่น ขึ้นอยู่กับขนาดกำลังการผลิตและความเหมาะสมของโรงไฟฟ้านั้นๆ ในส่วนกังหันก๊าซของซีเมนส์ สำหรับอุตสาหกรรมรุ่น SGT-800 นั้นเป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งของกังหันก๊าซสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าและประหยัดพลังงาน

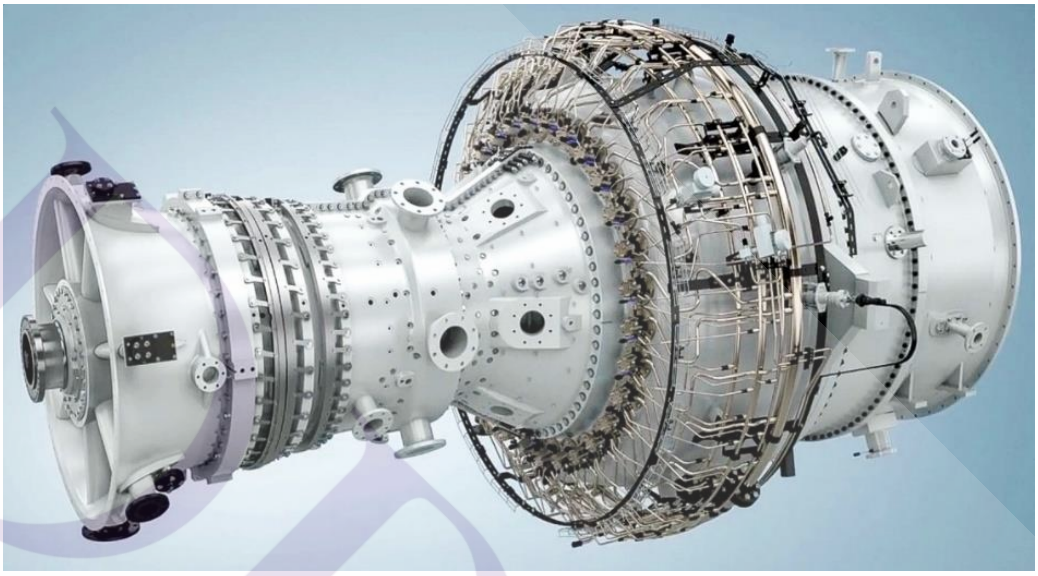
เครื่องกังหันก๊าซซีเมนส์รุ่น SGT- 800 ถูกออกแบบให้มีความทนทาน มีประสิทธิภาพและมีการปล่อยของเสียน้อยมากเมื่อเทียบกับกังหันชนิดอื่น เนื่องจากกังหันก๊าซรุ่น SGT-800 เป็นนวัตกรรมล่าสุดที่ใช้เทคโนโลยีการเผาไหม้แบบ Dry Low Emissions (DLE) ทำให้ลดการเกิดก๊าซไนโตรเจนได้อย่างมาก นอกจากนี้ เครื่อง ได้ถูกออกแบบให้ใช้งานง่าย มีประสิทธิภาพและความทนทานสูง มีความยืดหยุ่นในการจ่ายน้ำมัน จึงเหมาะกับโรงงานอุตสาหกรรมหลายรูปแบบ เหมาะกับการจ่ายไฟในรูปแบบการผลิตไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม (Co-generation) และการผลิตไฟฟ้าแบบ simple cycle ขนาดกำลังการผลิต 110-130 เมกะวัตต์

กังหันรุ่น SGT- 800 ยังถูกปรับปรุงและอัพเกรดให้มีกำลังไฟฟ้าเพิ่มอีก 3 เมกะวัตต์ เป็น 50.5 เมกะวัตต์ โดยการเพิ่มกำลังเครื่องอัดอากาศ (compressor) กังหันแบบ อากาศพลศาสตร์ (aerodynamics) และปรับตำแหน่งการวางเครื่องทำความเย็น (cooling air layout) ช่วยให้สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดการสิ้นเปลืองพลังงานเป็นอย่างดี จึงทำให้ลดต้นทุนต่อกิโลวัตต์ –ชั่วโมงได้

นอกจากนี้กังหันก๊าซรุ่น SGT-800 ยังสามารถสร้างพลังงานได้จากเชื่อเพลิง 2 ประเภท ทั้งเชื้อเพลิงจาก ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันดีเซล หรือเรียกว่า bi-fuel หลักการทำงานคือ การอัดอากาศด้วย Compressor แล้วส่งไปยังห้องเผาไหม้ระบบ DLE (Dry Low Emission Combustion System) เพื่อควบคุมการเผาไหม้ให้สมบูรณ์ เทคโนโลยี DLE ของ Siemens ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ส่งผลให้สามารถควบคุมมลภาวะให้อยู่ในเกณฑ์ต่ำที่ 43 ppm ต่ำกว่าค่ามาตรฐานกฎหมายกำหนดไว้ที่ 60 ppm.

ส่วนความร้อนจากห้องเผาไหม้รวมกับแรงอัดอากาศจาก compressor จะทำให้ Gas Turbine Blade หมุนเพลาเครื่องปั่นไฟ (Generator) ด้วยความเร็วสูง เกิดการสร้างพลังงานและกระแสไฟฟ้ามาเข้าระบบ จากนั้นก๊าซร้อนจาก Gas Turbine จะถูกปล่อยออกมายังระบบอย่าง

ต่อเนื่อง ก๊าซร้อนจากการเผาไหม้สูงมากกว่า 500 องศาเซลเซียสสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ โดยการออกแบบระบบต่อเนื่องในการนำอากาศร้อนที่เหลือจาก Siemens Gas Turbine SGT-800 ไปผ่านระบบ Heat Recovery Steam Generator (HRSG) เพื่อผลิตไอน้ำเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่อไป



ภาพที่ 2.11 SIEMENS SGT-800

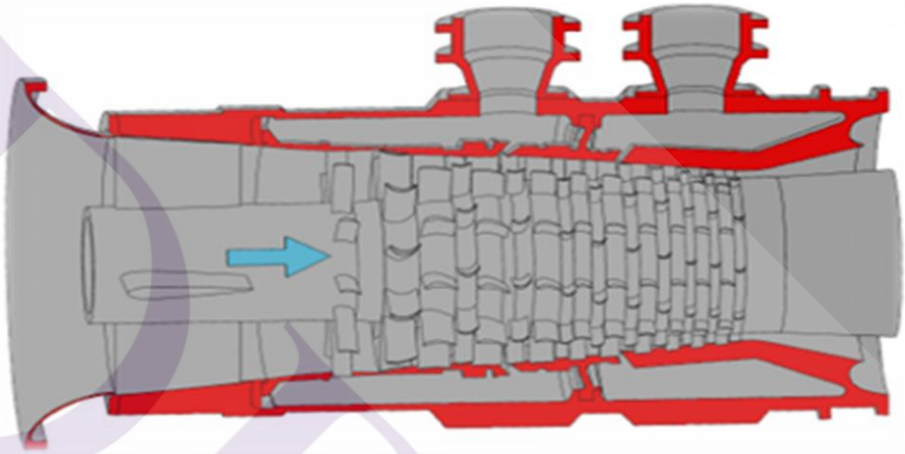
ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

Gas Turbine จัดเป็น Heat Engine ประเภทเครื่องสันดาปภายใน (Internal Combustion Engine) โดยพลังความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จะถูกนำไปใช้งานโดยตรงโดยไม่ผ่านตัวกลาง หรืออีกนัยหนึ่งคือ แก๊สร้อน ที่เกิดจากการเผาไหม้จะทำหน้าที่เป็น Working Fluid นำพลังงานความร้อนไปถ่ายเทให้แก่ Turbine Rotating Blades ของเครื่อง Gas Turbine เพื่อเปลี่ยนพลังงานความร้อน เป็นพลังงานกลในรูปของการหมุนเพลา Gas Turbine โดยการทำงานในส่วนต่างๆของ Gas Turbine จะเกิดขึ้นพร้อมกันอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ (ดูด (Air Inlet), อัด (Compressor), ระเบิด (Combustor), คาย (Exhaust))

Gas Turbine ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักอยู่ 3 ส่วน คือ

1. Compressor (เครื่องอัดอากาศ) จะทำหน้าที่ดูดอากาศจากบรรยากาศแล้วอัด เพื่อเพิ่มความดันให้สูงขึ้น (ขณะเดียวกันอุณหภูมิจะสูงขึ้นด้วย) แล้วส่งต่อไปเพื่อใช้ในการเผาไหม้ และการ cooling

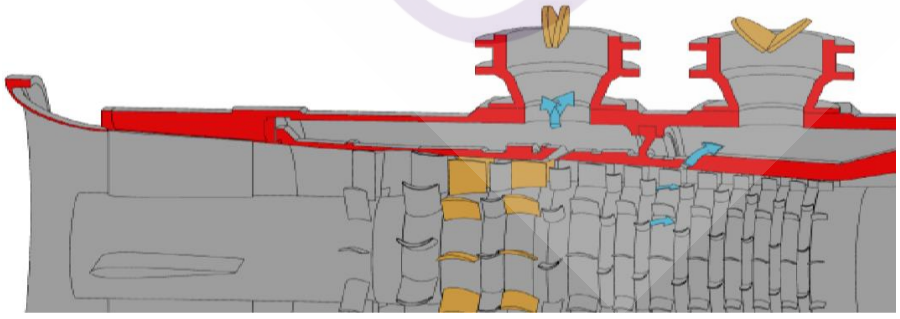
➢ Compressor มีหลาย stages (Multiple stages) แต่ละ Stages ประกอบด้วย Rotor เรียกว่า Rotating blades และ Stator เรียกว่า Stationary guide vanes



ภาพที่ 2.12 Gas Turbine Compressor (เครื่องอัดอากาศ)

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

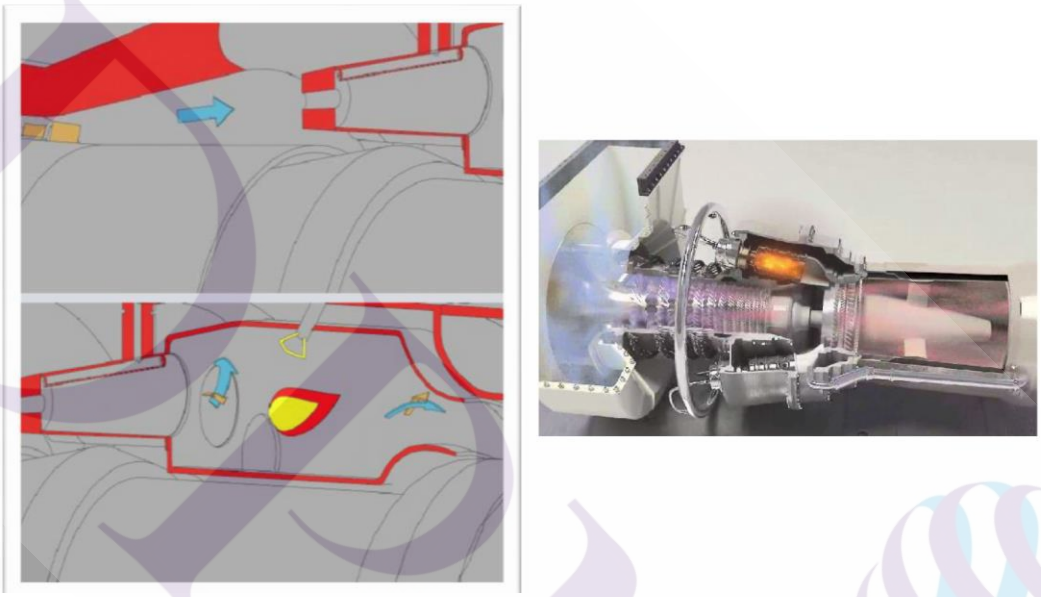
➢ อากาศที่ผ่าน Compressor บางส่วนถูกนำไปใช้เป็น Cooling & Sealing air



ภาพที่ 2.13 Sealing & Cooling air stage 3 & stage 5

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

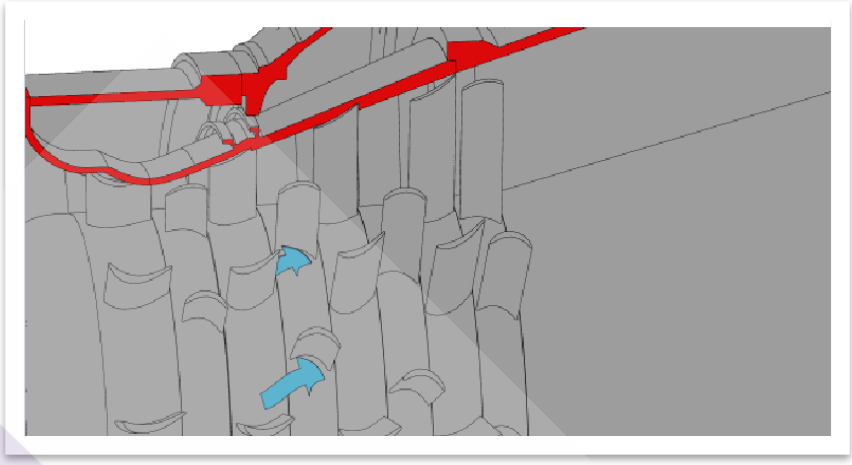
2. Combustion Chamber (ห้องเผาไหม้) เป็นส่วนที่เกิดการเผาไหม้ของอากาศที่ได้รับจาก Compressor ผสมกับเชื้อเพลิง ผลจากการเผาไหม้ในส่วนนี้จะได้ Exhaust gas (แก๊สร้อน) ที่มีอุณหภูมิและความดันสูง เพื่อส่งไปยัง Turbine blades ต่อไป



ภาพที่ 2.14 Gas Turbine Combustion Chamber

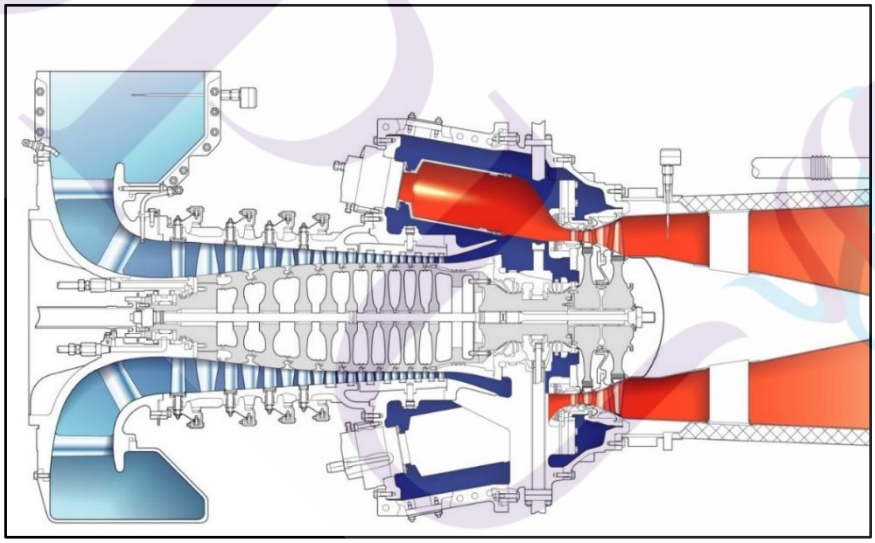
ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

3. Turbine (เครื่องกังหัน) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนของแก๊สร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ให้เป็นพลังงานกล โดยอาศัย Turbine blades เป็นตัวเปลี่ยนพลังงาน พลังงานกลที่ได้ส่วนหนึ่งจะนำไปใช้ในการขับเคลื่อน Compressor



ภาพที่ 2.15 ภาพแสดง Turbine blades

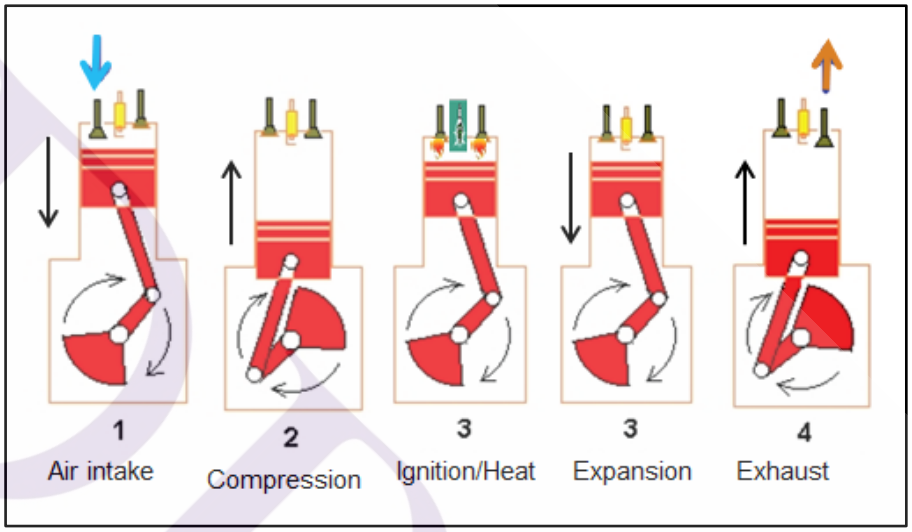
ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN



ภาพที่ 2.16 ภาพแสดงกระบวนการทำงานภายใน Gas Turbine

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

Gas Turbine มีวงจรการทำงานโดยใช้หลักการของ Brayton Cycle ซึ่งเป็นชื่อของวิศวกรอเมริกัน ชื่อ George Brayton ซึ่งได้พยายามทำ Cycle นี้ไปใช้ใน Gas Engine เมื่อประมาณ พ .ศ.2413 วงจรการทางานนี้เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Constant Pressure Cycle (ภาพที่ 2.17) โดยในช่วงของการเผาไหม้ใน Combustor และช่วงปล่อย Exhaust Gas ที่ผ่าน Turbine แล้วออกสู่บรรยากาศจะเป็นไปโดยอยู่ในสภาวะที่ความดันคงที่ (เนื่องจากมีการไหลของ Gas อย่างต่อเนื่อง)



ภาพที่ 2.17 หลักการทำงานของ Brayton Cycle

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

จากภาพที่ 2.17 เป็นวงจรการทำงานของ Gas Turbine ประกอบด้วยกระบวนการ 2 แบบ คือ Adiabatic Process (กระบวนการที่ไม่มีความร้อนเข้าหรือออกจากระบบ) , s = constant และ Constant pressure process จากภาพที่ 2.17 สามารถอธิบายได้ดังนี้

Process 1- 2 เป็นการทำงานของ Compressor อัดอากาศจากบรรยากาศ เพื่อส่งเข้ายัง Combustor โดยใช้ Adiabatic Process (Pv^k= Constant: $P_1v_1 = P_2v_2$)

ความดันจะเพิ่มขึ้นจาก	$P_1 \longrightarrow P_2$	$(P_2 > P_1)$
อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจาก	$T_1 \longrightarrow T_2$	$(T_2 > T_1)$
ปริมาตรลดลงจาก	$v_1 \longrightarrow v_2$	$(v_2 < v_1)$
Entropy คงที่เท่าเดิม	s1 = s2	

Process 2 - 3 เป็นการทำงานจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงใน Combustor จะเพิ่มความร้อนในสภาวะความดันคงที่ (Constant Pressure Process), P = constant

ความดันคงที่เท่าเดิม $P_2 = P_3$

อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจาก $T_2 \longrightarrow T_3$ $(T_3 > T_2)$

ปริมาตรเพิ่มขึ้นจาก $v_2 \longrightarrow v_3$ $(v_3 > v_2)$

Entropy เพิ่มขึ้นจาก $s_2 \longrightarrow s_3$ $(s_3 > s_2)$

Process 3 - 4 เป็นการขยายตัวของ hot gas ผ่าน turbine โดยใช้ Adiabatic Process (Pv^k = Constant : $P_3v_3 = P_4v_4$)

ความดันจะลดลงจาก $P_3 \longrightarrow P_4$ $(P_4 < P_3)$

อุณหภูมิจะลดลงจาก $T_3 \longrightarrow T_4$ $(T_4 < T_3)$

ปริมาตรเพิ่มขึ้นจาก $v_3 \longrightarrow v_4$ $(v_3 > v_4)$

Entropy คงที่เท่าเดิม $s_3 = s_4$

Process 4 - 1 เป็นการคายความร้อนที่ผ่าน turbine ออกสู่ภายนอก ในสภาวะความดันคงที่ (Constant Pressure Process), P = constant

ความดันจะคงที่เท่าเดิม $P_4 = P_1$

อุณหภูมิจะลดลงจาก $T_4 \longrightarrow T_1$ $(T_1 < T_4)$

ปริมาตรลดลงจาก $v_4 \longrightarrow v_1$ $(v_1 < v_4)$

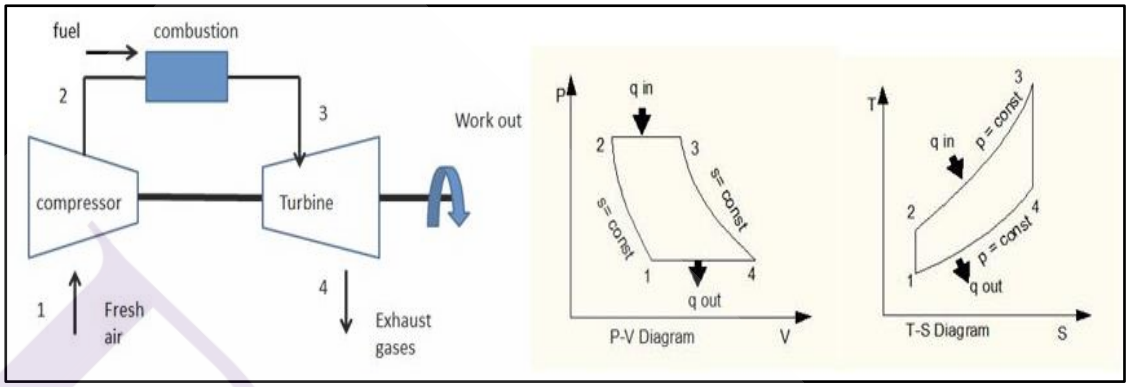
Entropy ลดลงจาก $s_4 \longrightarrow s_1$ $(s_1 < s_4)$

เปรียบเทียบกับการเดินเครื่องของ Gas turbine เมื่อเริ่มเดินเครื่อง W_c หรือ กำลังงานที่ใช้ขับ compressor จะได้มาจาก Starting motor เพื่ออัดอากาศ จาก Process 1- 2

ใน Process 2-3 Q_{in} หรือ พลังงานความร้อนที่เข้าหรือให้แก่ turbine จะได้จากการเผาไหม้ใน combustor ซึ่ง Q_{in} จะมากหรือน้อย แปรผัน ตามปริมาณเชื้อเพลิงที่จ่ายเข้าไปเพื่อการเผาไหม้ โดยปกติปริมาณของเชื้อเพลิงหรือ Q_{in} จะถูกจำกัดด้วย T_3 ซึ่ง จะสัมพันธ์กับความสามารถของ material ที่นำมาทำ turbine blade และกรรมวิธีว่าสามารถทนอุณหภูมิได้มากน้อยเท่าใด

Process 3-4 เป็น Process ที่ hot gas จากการเผาไหม้ ขยายตัวผ่าน turbine และ turbine จะเปลี่ยนพลังงานความร้อน(Q_{in}) ไปเป็นพลังงานกล(W_t: Work Turbine) ในรูปของการหมุนเพลาเพื่อนำไปขับอุปกรณ์อื่น เช่น generator, compressor และ auxiliary อื่นๆ ที่ต่ออยู่กับ turbine shaft และ W_c ที่เดิมได้จาก starting motor จะเปลี่ยนเป็นใช้จาก Wt ใน Process 4 ไป 1 พลังงานความร้อนส่วนที่เหลือจากการเปลี่ยนไปเป็น W_t ใน Process 3 - 4 จะถูกปล่อยสู่ภายนอก คือ Q_{out} ในภาพ

ที่ 2.18 การทำงานของ gas turbine จะเป็น cycle จาก Process 1 - 2 - 3 - 4 - 1 เป็นลำดับอย่างต่อเนื่องตลอดไป



ภาพที่ 2.18 วัฏจักรการทำงานของ Gas Turbine

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

จากจุดต่างๆ ของ Gas Turbine Cycle (Brayton Cycle) ดังภาพที่ 2.18 จุด 1, 2, 3 และ 4 เมื่อวิเคราะห์แล้วจะได้ค่าต่างๆ ซึ่งสามารถนาไปใช้งาน สรุปได้ดังนี้

ประสิทธิภาพทางความร้อน(Thermal Efficiency), $\eta_{thermal}$ ของ Gas Turbine จะหาได้จาก

$$\eta_{thermal} = 1 - T1/T2 = 1 - T4/T3$$

ค่าทาง Performance อีกค่าหนึ่งที่นิยมใช้กันเมื่อกล่าวถึงคุณสมบัติของ Gas Turbine คือค่า Heat Rate ซึ่งจะแสดงถึง อัตราส่วนของค่าความร้อนที่ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 1 หน่วย (kWh) โดยมีหน่วยเป็น kcal/kWh หรือ BTU/kWh ซึ่งสามารถใช้พิจารณาคุณสมบัติของเครื่อง แทนค่าประสิทธิภาพได้และยังสะดวก ในการใช้หาค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิต การหาค่า Heat Rate สามารถหาได้จาก

Heat Rate = ปริมาณความร้อนที่ใช้ใน 1 ช่วงเวลา/พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงเวลานั้น (kWh)

= ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ × Heating Value/kWh ที่ได้ และ สามารถหาค่า Thermal Efficiency ได้จากค่า Heat Rate ดังนี้

Thermal Efficiency = [860/Heat Rate (kcal/kWh)] × 100 % หรือ

= [3,413/Heat Rate)BTU/kWh] × 100 %

Thermal Efficiency คือ อัตราส่วนของกำลังงานที่ได้รับ ต่อความร้อนที่ใส่เข้าไปซึ่งก็คือความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง (1 kWh = 859.84522785899 kcal) หรือ (1kWh = 3,412.969 BTU)

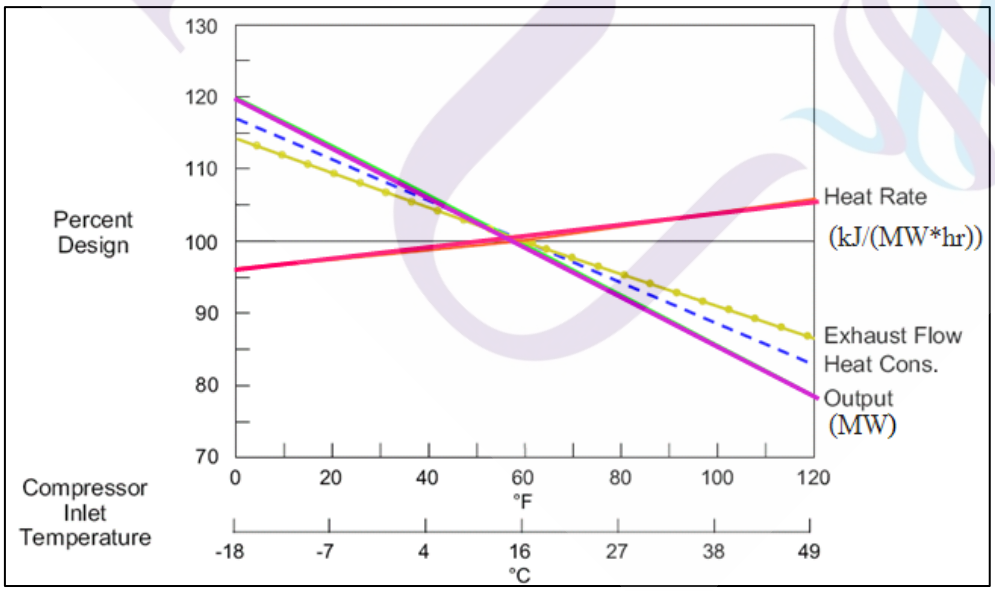
ประสิทธิภาพของกังหันก๊าซ (Gas Turbine Performance)

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของ Gas Turbine มีดังนี้

1. อุณหภูมิของอากาศที่เข้า Compressor หรือ Ambient temperature

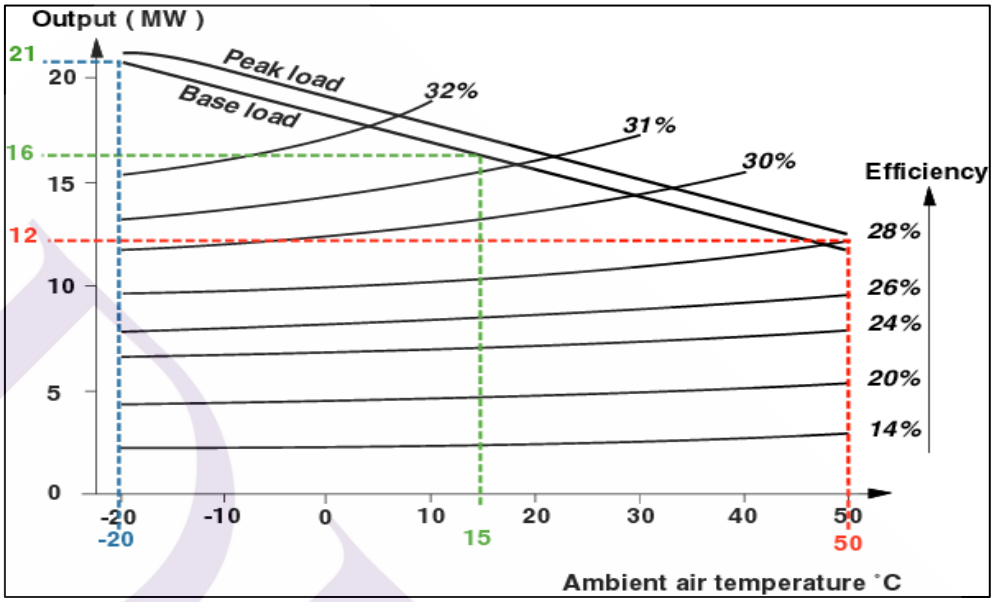
ถ้าอุณหภูมิของอากาศที่เข้า Compressor เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้

- กำลังการผลิตลดลง (ผลมาจาก Temperature control ของโหมดควบคุม)
- Heat rate เพิ่มขึ้น หรือ ประสิทธิภาพลดลง (ผลมาจาก Compressor Discharge Pressure ลดลง)
- Heat consumption ลดลง เพราะใช้เชื้อเพลิงมากขึ้น (ผลมาจากประสิทธิภาพที่ลดลง)
- Exhaust flow (Mass flow) ลดลง (ผลมาจากความหนาแน่นของอากาศลดลง)



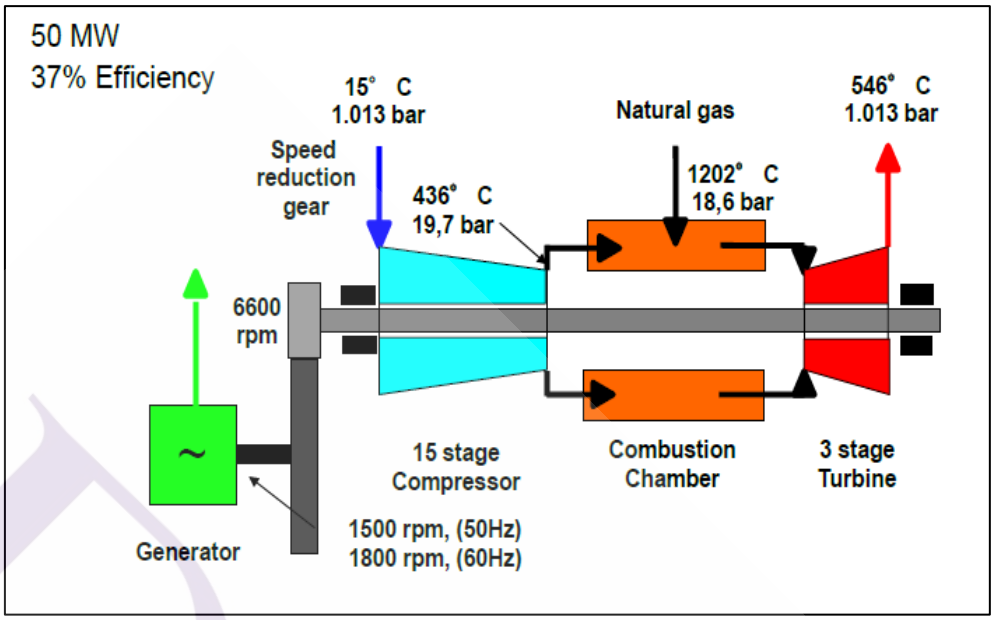
ภาพที่ 2.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิของอากาศที่เข้า Compressor กับ Parameter ต่างๆ

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN



ภาพที่ 2.20 (ต่อ) กราฟแสดงความสัมพันธ์อุณหภูมิของอากาศที่เข้า Compressor กับ Parameter ต่างๆ

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN



ภาพที่ 2.21 ผังกระบวนการ Process Flow Diagram

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

การเดินเครื่อง Gas Turbine ให้ได้ Output(MW) และ ประสิทธิภาพสูงสุด เรียกว่า Base load เป็นการควบคุม Turbine inlet temperature ที่สูงสุดให้คงที่ (ไม่เกินการออกแบบชิ้นส่วนของ Hot Gas Path) แต่เนื่องจากไม่สามารถวัดค่า Turbine inlet temperature ได้ จึงต้องใช้ Turbine Exhaust Temperature เป็นค่าควบคุม เรียกระบบควบคุมนี้ว่า Temperature Control

2. ความชื้น (Humidity)

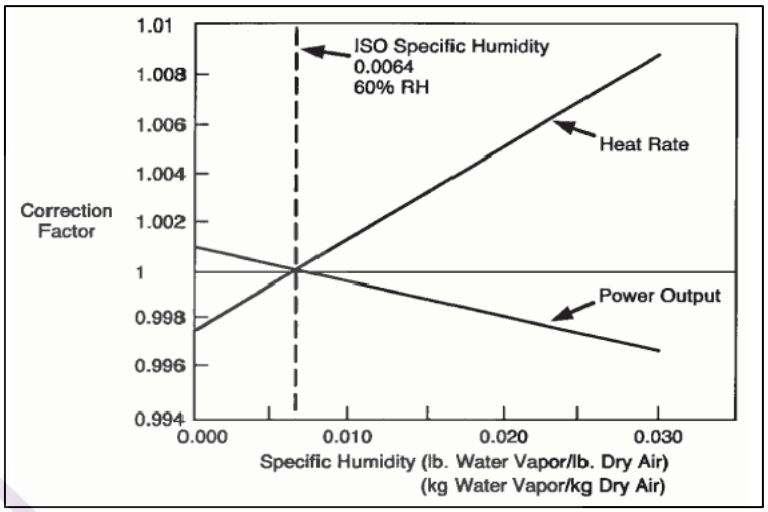
ถ้าความชื้นของอากาศ เพิ่มขึ้น จะส่งผลดังต่อไปนี้

- Power Output หรือกำลังการผลิตไฟฟ้าที่ Base Load ลดลง (Correction factor น้อยกว่า1)

หมายเหตุ Power output พิจารณากำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุด (พิจารณาที่ Temperature control)

- Heat rate เพิ่มขึ้น (ประสิทธิภาพลดลง)

หมายเหตุ Heat rate พิจารณา เชื้อเพลิงต่อกำลังการผลิตไฟฟ้า (พิจารณาที่ Load control)



ภาพที่ 2.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์เมื่อความชื้นเปลี่ยนแปลงกับ Output และ Heat Rate

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

3. ความดันที่สูญเสียที่ Air Inlet Filter และด้านไอเสีย (Exhaust)

ผลกระทบดังกล่าว ขึ้นอยู่กับการออกแบบ Gas turbine แต่ละชนิด ความดันสูญเสีย (Pressure Loss) มากขึ้นมีผลทำให้

- สูญเสียกำลังการผลิต (MW Output ลดลง)
- Heat Rate เพิ่มขึ้น (ใช้เชื้อเพลิงสูงขึ้น)
- อุณหภูมิไอเสีย เพิ่มขึ้น (Exhaust Temperature สูงขึ้น)

4. ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

ถ้าค่าความร้อนของเชื้อเพลิงลดลง ทำให้ Base Load ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ลดลง เนื่องจากพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ลดลง(เปรียบเทียบในจำนวนเชื้อเพลิงที่เท่ากัน)

5. อากาศที่ถูกดึงไปใช้งานในด้านอื่นๆ

การดึงอากาศไปใช้งานด้านอื่น เพิ่มขึ้น ส่งผลดังต่อไปนี้

- Power Output ลดลง หรือกำลังการผลิตไฟฟ้าที่ Base Load ลดลง
- Heat Rate เพิ่มขึ้น (ประสิทธิภาพลดลง)

ปัจจัยที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ ล้วนส่งผลต่อประสิทธิภาพของกังหันก๊าซ ดังนั้นฤดูกาลจึงมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของกังหันก๊าซ เช่น ในฤดูร้อน Ambient temperature มีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพกังหันก๊าซต่ำลง หรือ ในฤดูฝน ค่าความชื้นของอากาศสูงขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพลดลงด้วยเช่นกัน

SIEMENS SGT-800 Technical Specifications

Axial Compressor

- 15 Stage axial-flow compressor, 3 stage variable guide vanes
- Electron-beam welded rotor
- Cr-steel blades and vanes
- Abradable seals
- Control diffusion airfoils

Combustion and Emission Control

- DLE combustion system
- 30 dual-fuel DLE burners in damped combustor
- Welded annular sheet metal design
- Thermal-barrier-coated inner surface

Fuel System

- Gas only or dual-fuel (Gas/Diesel)
- On-load fuel changeover capability
- Load-rejection capability
- Gas supply pressure requirement 27-30 bar(a)

Turbine

- Single-module high-efficiency 3-stage turbine

Bearings

- Tilting-pad radial and trust bearings
- Vibration and temperature monitoring

Speed Reduction Gearbox

- Double helical design
- Cold-end driven generator
- Speeds of 1,500 rpm and 1,800 rpm to 50 Hz or 60 Hz operation

Generator

- Four poles design
- Rated voltage : 10.5 kV/11.0kV/13.8kV
- 50 Hz or 60 Hz
- Protection IP54
- PMG for excitation power supply
- Complies with IEC/EN 6034-1 standard

Lubrication

- Lubrication oil system placed on separate skid
- 3x50% AC driven lube oil pump with DC back up
- Oil cooler and oil heaters

Starting

- Electric VSD start-motor connected to the gearbox

Control System

- Siemens Simatic control system
- Distributed Inputs/Outputs

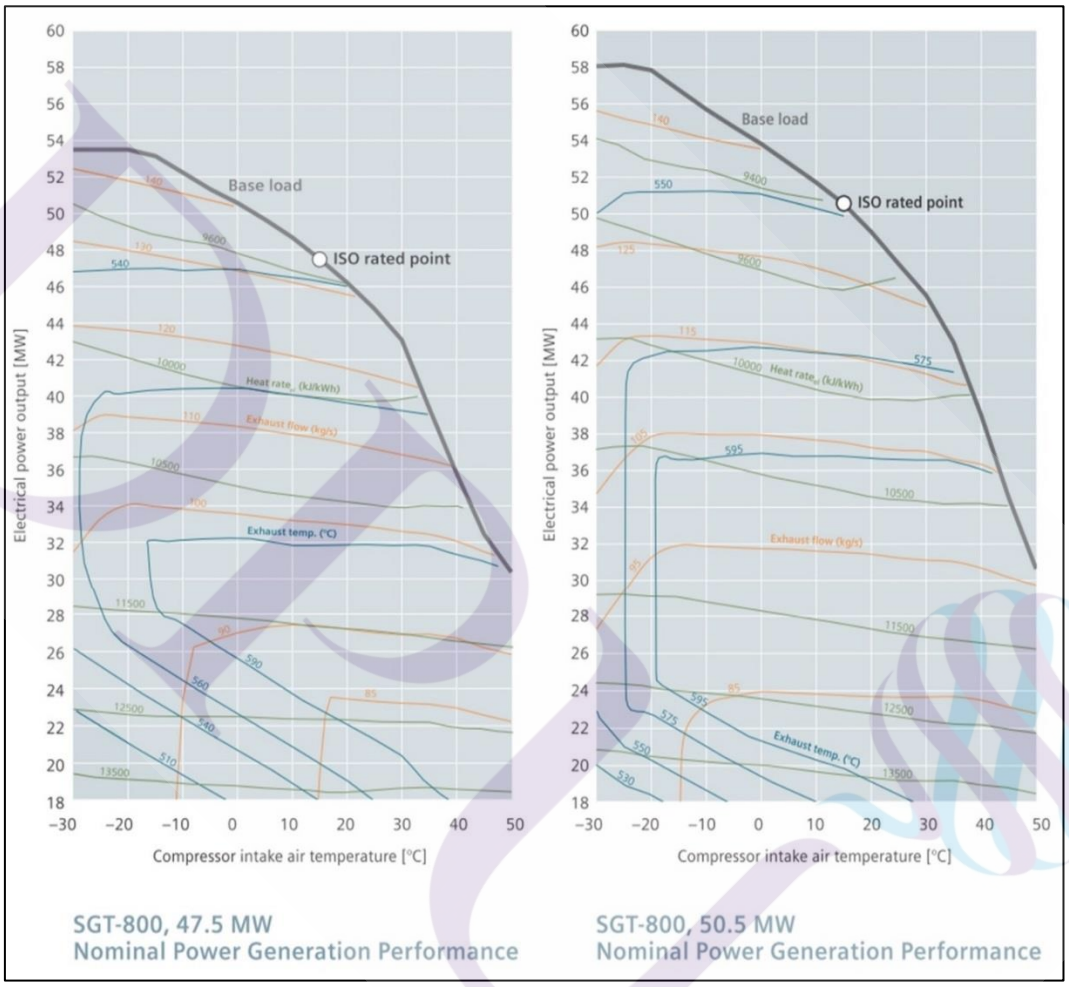
Other

- Straight axial exhaust
- Fire and gas detection equipment
- Compressor cleaning options
- Combustion air inlet filtration with options for static, pulse cleaning and HEPA
- Enclosure in carbon or stainless steel. Noise level options (85dB(A) standard)

การนำ Absorption Chiller มาเพิ่มประสิทธิภาพของ Gas Turbine ทำได้โดย นำ Chilled Water ที่ได้จาก Absorption Chiller มาลดอุณหภูมิของ Air inlet ก่อนเข้า Compressor อุณหภูมิของอากาศที่ลดลงทำให้ความหนาแน่นของอากาศที่เข้า Compressor สูงขึ้น นั่นคือ ปริมาณอากาศที่เข้าสู้ห้องเผาไหม้ก็เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

จากภาพที่ 2.22 แสดงให้เห็นว่า เมื่ออุณหภูมิของอากาศที่เข้าสู่ Compressor (Compressor air intake temperature) ลดลงและกำลังไฟฟ้า (Electrical power output(MW)) ที่ผลิตได้ จะสูงขึ้นตามไปด้วย กราฟ Base load ในภาพที่ 2.22 พิจารณาจากสภาวะการเดินเครื่องที่

- Ambient pressure : 1.013 bar(a)
- Relative humidity : 60%
- Power turbine speed : 6600 rpm
- Gas : 100% CH_4
- Inlet duct pressure loss : 0 mbar
- Outlet duct pressure loss : 0 mbar
- Generator frequency : 50 Hz
- Power factor :0.9



ภาพที่ 2.23 SGT-800 Power Generation Performance

ที่มา: Siemens Industrial Turbomachinery AB Training Department E S SO MGT FS4 S-612 83 FINSPONG SWEDEN

ตารางที่ 2.2 SIEMENS SGT-800 Performance Specifications

Power Generation	**47.5 MW Version**	**50.5 MW Version**
Simple Cycle		
Power Output	ISO 47.5 MW(e)	ISO 50.5 MW(e)
Frequency	50/60 Hz	50/60 Hz
Electrical Efficiency	37.7%	38.3%
Heat rate	9,557 kJ/kWh(9,058 Btu/kWh)	9,407 kJ/kWh(8,916 Btu/kWh)
Turbine Speed	6,608 rpm	6,608 rpm
Compressor pressure ratio	20.4:1	21.1:1
Exhaust gas flow	132.8 kg/s (292.8 lb/s)	134.2 kg/s (295.8 lb/s)
Exhaust temperature	541 ^{O}C (1,006 ^{O}F)	553 ^{O}C (1,027 ^{O}F)
NO_X Emission)with DLE to 15 %O_2dry	< =15 ppmV	< =15 ppmV
Combined Cycle SCC-800 1x1		
Net Plant Output	ISO 66.6 MW(e)	ISO 71.4 MW(e)
Net Plant Efficiency	53.8%	55.1%
Net Plant Heat Rate	6,693 kJ/kWh (6,344 Btu/kWh)	6,530 kJ/kWh (6,189 Btu/kWh)
Combined Cycle SCC-800 2x1		
Net Plant Output	ISO 135.4 MW(e)	ISO 143.6 MW(e)
Net Plant Efficiency	54.7%	55.4%
Net Plant Heat Rate	6,583 kJ/kWh (6,239 Btu/kWh)	6,494 kJ/kWh (6,155 Btu/kWh)

2.5 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด นับได้ว่าเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องมือเหล่านี้เป็นการรวบรวมและประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติ การใช้หลักการทางด้านเหตุผล และศาสตร์ความรู้ในด้านต่าง ๆ มารวบรวม และเลือกใช้ในการจัดการกับปัญหาแต่ละชนิด เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิดนี้ มีที่มาจากองค์กรหนึ่งในประเทศญี่ปุ่น ชื่อว่า Union of Japanese Scientists and Engineers และกลุ่ม Quality Control Research Group ซึ่งได้ถูกจัดตั้งขึ้น ในปี ค.ศ.

1946 เพื่อค้นคว้าและทำการศึกษา ตลอดจนเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบการควบคุมคุณภาพให้กับอุตสาหกรรมภายในประเทศของญี่ปุ่น โดยมีจุดหมายเพื่อพัฒนาคุณภาพสินค้าของญี่ปุ่นให้สามารถเข้าสู่การแข่งขันในตลาดโลกได้อย่างทัดเทียมประเทศผู้นำทางเศรษฐกิจในสมัยนั้นอย่างอเมริกา และกลุ่มประเทศยุโรปตะวันตก

จากนั้นได้มีการกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น (Japanese Industrial Standards) หรือ JIS marking system ได้นำมาบังคับใช้เป็นกฎหมายในปี ค.ศ. 1950 และยังได้มีการเปิดสัมมนาทางวิชาการด้านการควบคุมคุณภาพให้แก่ผู้บริหารระดับต่าง ๆ และวิศวกรในประเทศ โดยมีผู้เชี่ยวชาญระดับโลกอย่าง Dr. W. E. Deming เป็นผู้นำในโครงการ นับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาคุณภาพ ซึ่งต่อมาก็ได้มีการตั้งรางวัล Deming Prize อันมีชื่อเสียงทั่วโลก เพื่อมอบให้กับองค์กรอุตสาหกรรมหรือโรงงานที่มีการพัฒนาด้านคุณภาพดีเด่นของญี่ปุ่น

ต่อมาในปี ค.ศ. 1954 ทางญี่ปุ่นได้เชิญ Dr. J. M. Juran มาทำการฝึกอบรมเกี่ยวกับหลักการควบคุมคุณภาพ เพื่อสร้างรากฐานความรู้ความเข้าใจแก่ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรในการนำเทคนิคเหล่านี้มาใช้งาน โดยได้รับความร่วมมือจากพนักงานทุกฝ่าย นับเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาและรวบรวมเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพ ทั้ง 7 ชนิด ที่เรียกกันว่า 7 QC Tools มาใช้อย่างแพร่หลายจนทุกวันนี้

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิดนี้ คือ บรรดาเทคนิค วิธีการ ผัง แผนภูมิ ตาราง และรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ที่เรานำมาใช้เพื่อช่วยในการค้นหาข้อเท็จจริงในการเก็บข้อมูล ในการช่วยค้นหาความคิด และจดความคิดอย่างเป็นระบบ ช่วยในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของเหตุและผล ตลอดจนการตัดสินใจ การนำมาตราการแก้ไขหรือปรับปรุงงานไปปฏิบัติและจัดตั้งการควบคุม

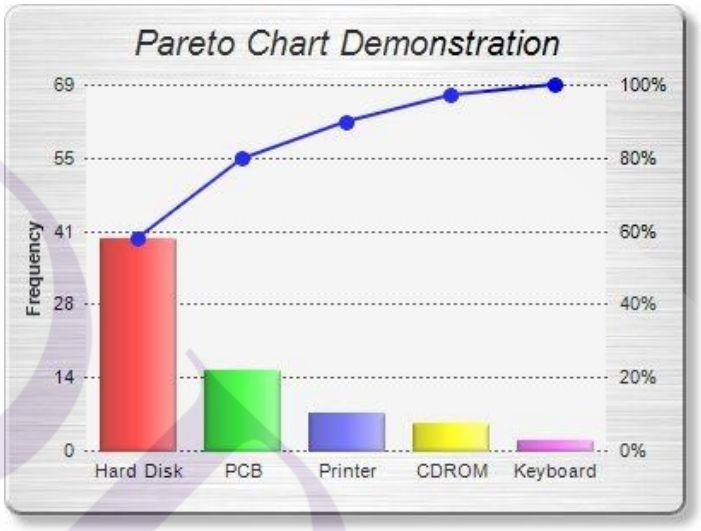
เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิดนี้ ตั้งชื่อตามนักรบในตำนานของชาวญี่ปุ่นที่ชื่อ "บงเค " (Ben-ke) ผู้ซึ่งมีอาวุธอันร้ายกาจแตกต่างกัน 7 ชนิด พกอยู่ที่หลัง และสามารถเลือกดึงมาใช้สยบคู่ต่อสู้ที่มีฝีมือร้ายกาจคนแล้วคนเล่า สำหรับเครื่องมือทั้ง 7 ชนิด สามารถแจกแจงได้ดังนี้

เครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ชนิดที่ได้รับการยอมรับและนิยมใช้ทั่วโลกนั้น มีดังต่อไปนี้

1) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)
2) ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram)
3) กราฟ (Graph)
4) ใบตรวจสอบ (Check Sheet)
5) ผังการกระจาย (Scatter Diagram)
6) ฮีสโตแกรม (Histogram)

7) แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

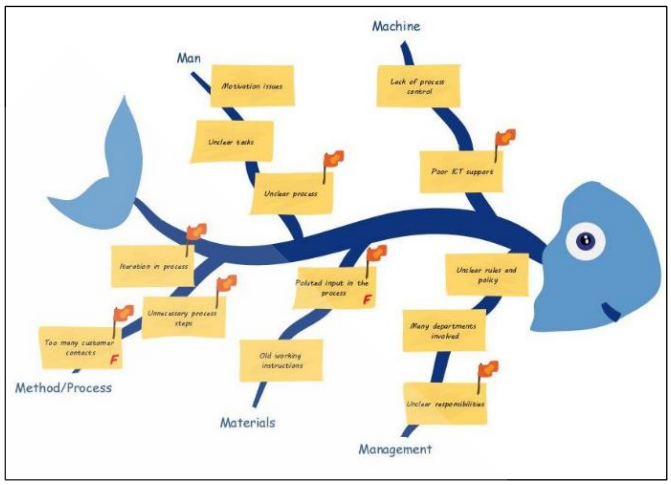
1) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) คือแผนภูมิแบบหนึ่งที่นำมาใช้ในการแสดงให้เห็นขนาดของปัญหาและเพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ชื่อแผนภูมิมีที่มาจากชื่อของนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาเลียนชื่อ Vilfredo Federico Damaso Pareto ซึ่งเป็นผู้คิดค้นหลักการนี้นั่นเอง



ภาพที่ 2.24 ตัวอย่าง แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

ที่มา: https://www.advsofteng.com/doc/cdnetdoc/pareto.htm

2) ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fishbone Diagram) บางครั้งเรียกว่า Ishikawa Diagram ซึ่งเรียกตามชื่อของ Kaoru Ishikawa ผู้ซึ่งเริ่มนำผังนี้มาใช้ในปี ค .ศ.1953 เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ ทางคุณภาพกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 2.25 ตัวอย่าง ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram)

ที่มา: https://www.slideshare.net/MaritesTeope/ishikawa-diagram-65760083

3) กราฟ (Graph) คือ แผนภาพประเภทใดประเภทหนึ่งที่เป็นการนำเสนอข้อมูลเป็นรูปภาพ แทนคำบรรยาย โดยมีเป้าหมายหลักคือ ต้องทำให้ผู้ที่ดูกราฟสามารถเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วที่สุด

ภาพที่ 2.26 ตัวอย่าง กราฟ (Graph)

ที่มา: http://www.rininspired.com/wp-content/uploads/2017/01/statistic-infographics_1057-284.jpg

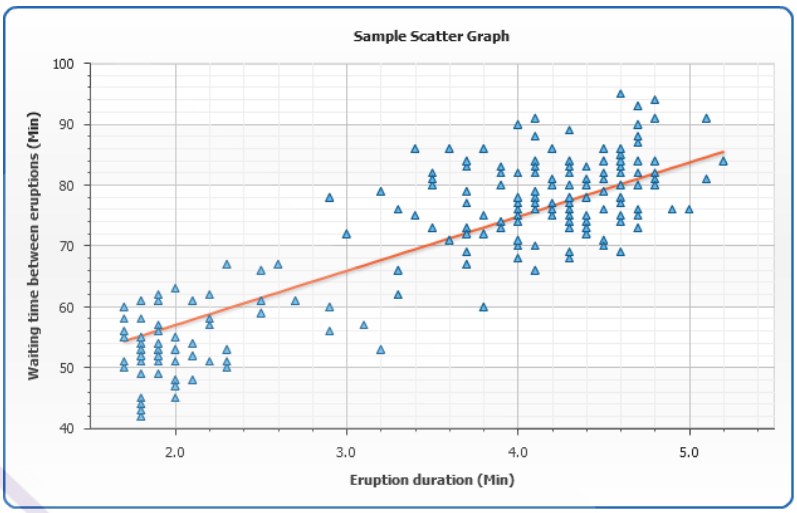
4) ใบตรวจสอบ (Check Sheet) หรือที่นิยมเรียกกันว่า Check Sheet เป็นแผ่นงานที่ได้ออกแบบมาอย่างเฉพาะเจาะจงต่องานนั้น ๆ โดยมีจุดประสงค์ที่จะเก็บข้อมูลสำคัญ ๆ ได้ง่ายและเป็นระบบ

ANGTHONG POWER	ANGTHONG POWER. CRO. Log sheets Area: DCS			Shift CRO: SUP: DATE		Shift CRO: SUP: 20/08/2018		Shift CRO: SUP: Sheet 1/10	
KKS No.	Description	Unit	Limit	TIME					
				01:00	05:00	09:00	13:00	17:00	21:00
GT11 Turbine Data									
11MBA10CS005	SPEED	RPM	600/6600						
11MBA10AE005	VGV	%	19-80						
11MBA10CF900	TURBINE INLET MASS FLOW	Kg/s							
11MBV10EA903	COOLING TIME	h/m/s							
11MBA10CT025	COMP INLET TEMP	°C	<LL 7						
11MBA10CP010	COMP INLET PRESS	KPa							
11MBA10CP020	COMBUST CHAMBER	MPa							
11MBA10CT030	COMP DISCH TEMP 3	°C							
11MBA10CP015	COMP DISCH p P3	MPa							
11MBA10CP045	EXH pr /DP	KPa							
11MBA10CP800	TUR EXH DP	KPa							
GT11 Cooling and Sealing Air.									
11MBA10CT065	TURB CASING TEMP	°C	>H 350						
11MBA10CT070	VANE SEAL2 TEMP	°C							
11MBA10CF905	STAT 1-2 TEMP	°C							
11MBA10CF910	STAT 2-3 TEMP	°C	>H 300						
11MBH10CP025	EXTR 3 DP	KPa							
11MBH10CP020	EXTR 5 DP	KPa							
11MBH10CP020	EXTR 10 DP	KPa							
11MBA10CP035	DISC I PRESSURE	MPa							
11MBH10AA005	BLEED VALVE 1	%							
11MBH10AA010	BLEED VALVE 2	%							
GT11 Generator Data.									
11CFA10CE001	POWER. P	MW							
11MKA10CE011	REACTIVE POWER .Q	MVAR							
11MKA10CE014	POWER FECTOR. PF								
11MKA10CE013	FREQUENCY. F	Hz							
11MKA10CE007	VOLTAGE. U	KV							
11MKA10CE002	CURRENT. I	A							
11MKA10CT800	STATOR TEMP PHASE	°C	>H 130						
11MKA10CT805	STATOR TEMP PHASE	°C	>H 130						
11MKA10CT810	STATOR TEMP PHASE	°C	>H 130						
11MKA10CT020	WARM AIR	°C	>H 90						
11MKA10CT015	COOL AIR	°C	>H 50						

ภาพที่ 2.27 ตัวอย่าง ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ที่มา: Log Sheet for Control Room Operator ของบริษัท อ่างทอง เพาเวอร์ จำกัด

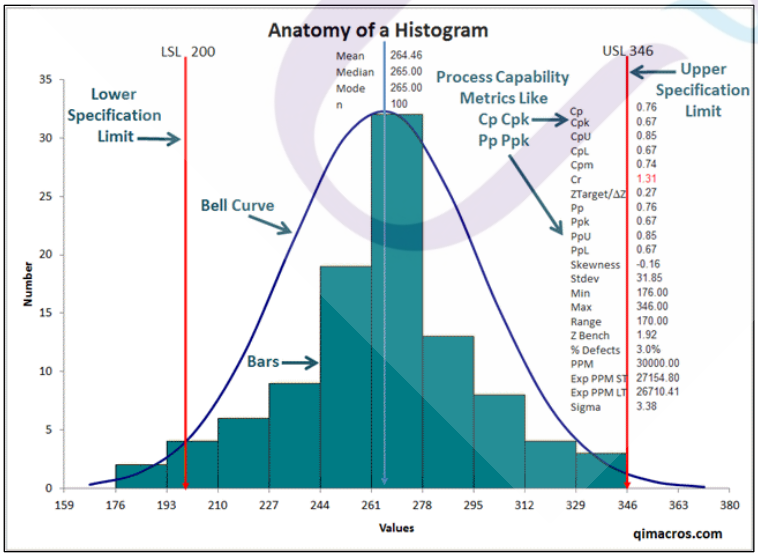
5) ผังการกระจาย (Scatter Diagram) คือ ผังที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริง



ภาพที่ 2.28 ตัวอย่าง ผังการกระจาย (Scatter Diagram)

ที่มา: http://6.anychart.com/products/anychart/docs/users-guide/Scatter-Chart.html

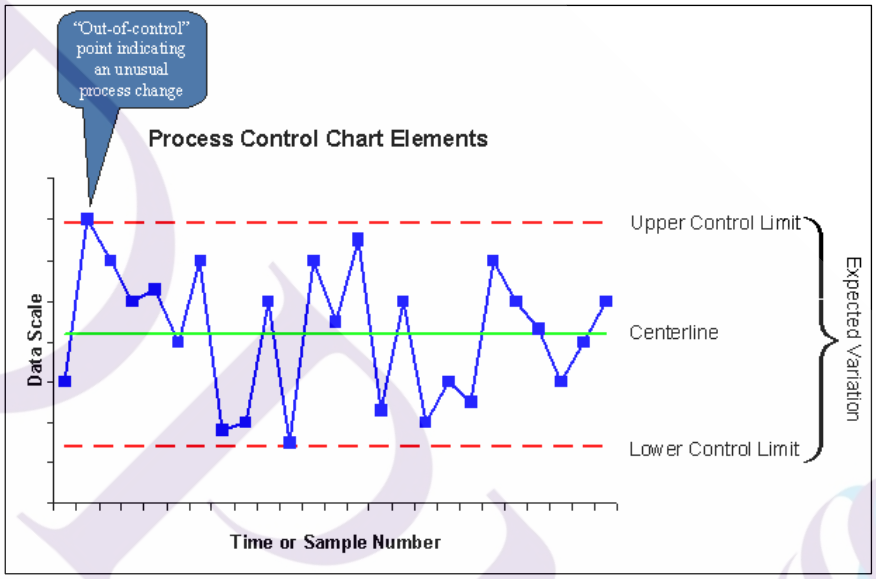
6) ฮีสโตแกรม (Histogram) เป็นแผนภูมิแท่งที่บอกถึงความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นความถี่นั้น ๆ โดยแต่ละแท่งจะวางเรียงติดกัน แกนนอนจะกำกับด้วยค่าขอบบนและขอบล่างของชั้นนั้นหรือใช้ค่ากลาง (Midpoint) ส่วนแกนตั้งเป็นค่าความถี่ในแต่ละชั้น ความสูงของแต่ละแท่งจะขึ้นอยู่กับความถี่ที่เกิดขึ้นนั้น



ภาพที่ 2.29 ตัวอย่าง ฮีสโตแกรม (Histogram)

ที่มา: https://www.qimacros.com/histogram-excel/

7) แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือแผนภูมิที่มีการแสดงค่าที่ยอมรับได้ตาม (ข้อกำหนดทางเทคนิค : Specification) เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการโดยการติดตามผลของข้อมูลที่เกิดขึ้น เทียบกับ Spec. และขีดจำกัดบน – ล่าง (Control limit) ที่ได้ทำการคำนวณไว้ตามวิธีการทางสถิติ



ภาพที่ 2.30 ตัวอย่าง แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

ที่มา: https://qcclass.files.wordpress.com/2007/03/chart.gif

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาณิฐ อัตถศาสตร (2553) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคและทางการเงินในการนำความร้อนทิ้งจากไอเสียของแก๊สเทอร์ไบน์มาใช้ในสถานีเพิ่มความดันแก๊สไทรโยค โดยเป็นการนำความร้อนทิ้งมาใช้ในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า นำไฟฟ้าที่ผลิตได้มาใช้งานในสถานีเพิ่มความดันแก๊สไทรโยคและขายไฟฟ้าส่วนที่เหลือให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ในการวิจัยได้เข้าศึกษาและเก็บข้อมูลในสถานีเพิ่มความดันแก๊สไทรโยค โดยพบว่าแก๊สเทอร์ไบน์มีการทำงานเฉลี่ย 6,745 ชั่วโมงต่อปี อุณหภูมิของแก๊สไอเสียมีค่าเฉลี่ย 577 ºC คิดเป็นอัตราการนำความร้อนจากไอเสียมาใช้ได้ 29,388 kW การศึกษาศักยภาพของระบบผลิตฟ้าได้เลือกระบบผลิตไฟฟ้าแบบ Organic

Turbine Generator มาใช้ โดยพิจารณาจากปัจจัยหลักที่ระบบนี้ไม่ต้องใช้น้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้า เนื่องจากสถานีเพิ่มความดันแก๊สไทรโยคขาดแคลนแหล่งน้ำดิบที่พอเพียง โดยผลการศึกษาพบว่าสามารถผลิตกำลังไฟฟ้า ได้ 11.17 MW คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ 75,650,786 kWh/year มีระยะเวลาคืนทุนคือ 6.9 ปี และอัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) คือ 14%

ชลวิทย์ เผือกผาสุก (2554) ได้ศึกษาการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารแบบบูรณาการ กรณีศึกษาอาคารกรมการกงสุล โดยมุ่งเน้นที่ระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง โดยการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดต่างๆเช่น การออกแบบ การติดตั้ง ประเภทของเครื่องปรับอากาศ ที่ตั้ง ช่วงเวลาการทำงาน เพื่อหาแนวทางการบริหารจัดการด้านพลังงานไฟฟ้า โดยทำการบันทึกผลทั้งก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง และนำมาวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุน จากผลการศึกษาในปี พ.ศ. 2553 พบว่าอาคารมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 3,337,00 kWh/Year คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 10,953,858.06 บาทต่อปี โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าดังนี้ เครื่องปรับอากาศคิดเป็น 51.63% และระบบแสงสว่างคิดเป็น 11.92% และระบบอื่นๆคิดเป็น 36.44% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของอาคารกรมกงสุล โดยได้กำหนดมาตรการการอนุรักษ์พลังงานรวม 6 มาตรการได้แก่ มาตรการปรับปรุงค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของปั๊มน้ำในระบบปรับอากาศ และ หอผึ่งน้ำ มาตรการลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องส่งลมเย็น มาตรการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T8 เป็น T5 และมาตรการเปลี่ยนหลอดโซเดียมความดันสูงเป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ รวมผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 659,097.88 kWh/Year คิดเป็นเงินในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 2,161,841,05 บาทต่อปี

สุรินทร์ จันทสุรียวิช (2546) ได้ศึกษาการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประกอบด้วยอาคารตัวอย่าง 4 อาคาร คือ อาคารสุจิณโณ อาคารบุญสม- มาร์ติน อาคารศรีพัฒน์ และอาคารศัลยกรรม โดยการตรวจวัดหาค่าและช่วงเวลาที่มีค่าความ ต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้งานจริงของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ใน ระบบแสงสว่าง และระบบ ปรับอากาศ เพื่อนำไปวิเคราะห์และวางแผนการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้านั้น พบว่าการใช้พลังงาน ไฟฟ้ารวมมีลักษณะที่สม่ำเสมอ โดยมีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 1,521 kW และมีปริมาณ การใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 9.1X106 kWh/year คิดเป็นร้อยละของการใช้พลังงานไฟฟ้าในคณะแพทยศาสตร์ทั้งหมด เท่ากับ 36.88 และ 44.34 ตามลำดับ ช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้ พลังไฟฟ้าสูงสุดในรอบ 1 วัน คือระหว่างเวลา 9.00 - 16.00 น. ซึ่งการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าในช่วงที่กว้างนี้ควรใช้วิธีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง และลดการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น ได้แก่ การใช้บัลลาสต์สูญเสียพลังงานน้อย การใช้โคมไฟสะท้อนแสง การลดการใช้ หลอดไฟใน

ห้องที่มีกำลังไฟส่องสว่างเกินจำเป็น การใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง การ บำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ จากการคำนวณ พบว่าในระบบแสงสว่าง การจัดการร่วมทุกแนวทาง สามารถลดความต้องการพลังไฟฟ้าได้ 226.96 kW และประหยัดพลังงานไฟฟ้า 891,143 kWh/year คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 2,232,000 บาทต่อปี โดยมีเงินลงทุน 7,180,000 บาท มีระยะเวลาการคืนทุน 3.22 ปี และในระบบปรับอากาศ สามารถลดพลังไฟฟ้าได้ 0.41 kW ประหยัดพลังงานไฟฟ้า ได้รวม 46,770 kWh/year คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้เท่ากับ 119,900 บาทต่อปี โดยมีเงิน ลงทุน 63,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 0.52 ปี

ชัชชัย จันทะสีลา (2549) ได้ศึกษาการใช้พลังงาน และหาค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสิรินธร โรงพยาบาลขอนแก่น พบว่า จะมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกัน คือเป็นอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยม ใช้คอนกรีตเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง การใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ใช้ในระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ สาเหตุของการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า ส่วนใหญ่เกิดจากสาเหตุที่อุปกรณ์ไฟฟ้าขาดการบำรุงรักษา การติดตั้งโคมไฟฟ้ามากเกินความจำเป็น ค่าความส่องสว่างในพื้นที่มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด การใช้อุปกรณ์ที่ไม่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานและอุปกรณ์ไฟฟ้ามีระยะเวลาในการทำงานมากเกินความจำเป็น ดังนั้น จึงได้เสนอมาตรการดังนี้ ปลดหลอดไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออก จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 96,540.8 kWh/year คิดเป็นเงินที่ประหยัด 178,600.48 บาทต่อปี การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการทำความสะอาดและบำรุงรักษาอุปกรณ์ โดยวิธีการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 38,525.10 kWh/year และคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 71,271.44 บาทต่อปี การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้อุปกรณ์ชนิดประหยัดพลังงาน คือ การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 88,280.30 kWh/year และคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 163,318.5 บาทต่อปี ส่วนการใช้เทอร์โมสตัท อิเล็กทรอนิกส์แทนเทอร์โมสตัทแบบธรรมดาจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 35,345 kWh/year และคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 8,500.45 บาทต่อปี และเสนอแนะให้ใช้ มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการใช้ Timer Switch ควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 9,768.35 kWh/year และคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ ประมาณ 18,071.45 บาทต่อปี

วัชระ จำปาดิษฐ์ (2550) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศด้านพลังงานในอาคารโรงแรมโดยใช้วิธีแผนที่พลังงาน จากการดำเนินการในอาคารกรณีศึกษาพบว่า เครื่องชิลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานสูงที่สุดในระบบปรับอากาศ โดยมีสัดส่วนสูงถึง 53.41 % ของพลังงานรวมในระบบปรับอากาศ สำหรับการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างพบว่า พื้นที่ส่วนหน้ามีการใช้พลังงาน

สูงถึง 83.30 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบแสงสว่าง โดยสิ่งที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานคือ จำนวนของอุปกรณ์พลังงาน กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ และชั่วโมงการใช้งานต่อวันของอุปกรณ์ แผนที่พลังงานประกอบด้วยโครงสร้างของอุปกรณ์ ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์พลังงานและการประมวลผลพลังงานทั้งหมด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนเพื่ออนุรักษ์พลังงานประหยัดเวลาในขั้นตอนของการประมวลผล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรายการของอุปกรณ์ที่อาจเกิดขึ้นภายในอาคาร

สุวเดช แก้วช่วย (2552) ได้ศึกษาการจัดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอถานุเคราะห์ ที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต ซึ่งเป็นอาคารสถานศึกษา โดยเป็น หอสมุดกลางของมหาวิทยาลัย เปิดใช้งานในปี พ.ศ. 2545 เป็นอาคารสูง 5 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยรวม 22,700 m^2 มีจำนวนผู้ใช้อาคารประมาณ 1,551 คน เวลาทำการของอาคาร วันจันทร์-เสาร์ เวลา 07.30-17.00 น. การศึกษามุ่งเน้นที่ระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อหาแนวทางใน การลดการใช้พลังงานลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 ต่อปี โดยใช้มาตรการต่างๆ ในการจัดการพลังงาน พบว่าในระบบปรับอากาศสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 392,631 kWh/year คิดเป็นเงิน 1,505,345 บาทต่อปี ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 93,993 kWh/year คิดเป็นเงิน 281,979 บาทต่อปี รวมผลในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ประหยัดได้ ทั้งสิ้น เป็นพลังงานไฟฟ้า 486,624 kWh/year คิดเป็นเงิน 1,787,324 บาทต่อปี

อัครพันธ์ ธรรมไพศาล (2554) งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาปริมาณการใช้พลังงานต่อหนึ่งหน่วยการผลิต (Specific Energy Consumption) ของโรงงานผลิตไฟฟ้าประเภทโคเจนเนอเรชั่นหรือในทางการผลิตไฟฟ้าจะเรียกว่าค่า Heat Rate ซึ่งจะเป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้านั้นๆหรือเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณผลผลิต (ไฟฟ้า + ไอน้ำ) ต่อปริมาณก๊าซธรรมชาติที่ใช้รวมถึงการหาต้นทุนค่าก๊าซธรรมชาติต่อหน่วยการผลิตโดยทำการเปรียบเทียบระหว่างแต่ละเทคโนโลยีการผลิต (กำหนดตามเครื่องกังหันก๊าซที่ใช้) ที่มีผลผลิตเป็นไฟฟ้าและไอน้ำเมื่อกำหนดให้ค่า Heat Rate ของโรงไฟฟ้าตัวอย่างตาม Specification ที่กำลังการผลิตสูงสุดโดยมีผลผลิตไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวคือ 6, 369. 56 BTU / kWh มีต้นทุน 1. 93 บาท / kWh เป็นเกณฑ์จะพบว่า Heat Rate ของโรงไฟฟ้าตัวอย่างที่กำลังการผลิตตามสัญญาซื้อขายทั้งไฟฟ้าและไอน้ำนั้นสูงกว่า 16. 3% แต่จะต่ำกว่าค่าจากการใช้งานจริงที่ 8, 553. 60 BTU / kWh ต้นทุน 2. 59 บาท / kWh 15. 63% ได้มีการนำเสนอแนวทางการปรับปรุงให้ดีขึ้นจากการใช้การจัดการในการเพิ่มผลผลิตและการประหยัดพลังงานทำให้สามารถลดค่า Heat Rate ของโรงไฟฟ้าตัวอย่างที่กำลังการผลิตตามสัญญาซื้อขายทั้งไฟฟ้าและไอน้ำจาก 7, 397. 13 BTU / kWh หรือมีต้นทุน 2. 24 บาทเป็น 6, 691. 67 BTU / kWh ต้นทุนลดลง0. 21 บาท / kWh และหากเลือก Best Technology จากการวิจัยนี้คือ

Rows-Royce RB211-H63จะให้ค่า Heat Rate ที่ดีที่สุดคือ 5, 778. 66 BTU / kWh หรือดีขึ้นกว่าเกณฑ์ 9. 27% ต้นทุนลดลง 0. 18 บาท / kWh

กรเทวินทร์ บุญช่วย (2559) ความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปีเนื่องมาจากการเติบโตทางเศรษฐกิจและพลังงานประกอบกับปัญหาที่สำคัญในด้านพลังงานของประเทศไทยคือก๊าซธรรมชาติที่ได้จากการขุดเจาะที่อ่าวไทยและจากพื้นที่พัฒนาร่วมไทย-มาเลเซียกำลังจะหมดลงในอีก 4-5 ปีทำให้ปีพ. ศ. 2560-2566 จำเป็นต้องนำเข้าก๊าซธรรมชาติเหลวซึ่งมีราคาแพงและมีราคาที่ค่อนข้างผันผวนดังนั้นสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) และคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) จึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของมาตรการความร่วมมือลดการใช้ไฟฟ้าซึ่งจะเข้ามามีบทบาทในกิจการพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยในอนาคตเพื่อลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่มีราคาสูงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเกณฑ์ในการเรียกใช้มาตรการอัตราค่าไฟฟ้าช่วงวิกฤติที่เหมาะสมและวิธีการคำนวณอัตราค่าชดเชยที่เหมาะสมที่สุดของมาตรการค่าไฟฟ้าช่วงวิกฤติโดยพิจารณาต้นทุนการผลิตไฟฟ้าหน่วยสุดท้ายอัตราค่าไฟฟ้าช่วงวิกฤติจะถูกคำนวณโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้สวัสดิการสังคม (Social Welfare) สูงสุดด้วยวิธี Quadratic Programming โดยพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตไฟฟ้าหน่วยสุดท้ายของระบบผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยและพิจารณาการจ่ายกำลังไฟฟ้าในช่วงความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงของเขื่อนในประเทศเพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้าหน่วยสุดท้ายของระบบไฟฟ้าระบบทดสอบที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือระบบผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยและความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 และ 4 ของปีพ. ศ. 2560 ผลการคำนวณอัตราค่าไฟฟ้าช่วงวิกฤติจะพบว่าหากมีการเรียกใช้มาตรการอัตราค่าไฟฟ้าช่วงวิกฤติจะทำให้สวัสดิการสังคมหรือผลประโยชน์ของประเทศโดยรวมมีค่าสูงขึ้นเป็นที่น่าพอใจและปัจจัยหลักที่มีผลต่อการคำนวณคือประเภทของผู้เข้าร่วมมาตรการและต้นทุนการผลิตไฟฟ้าหน่วยสุดท้ายในระบบไฟฟ้า

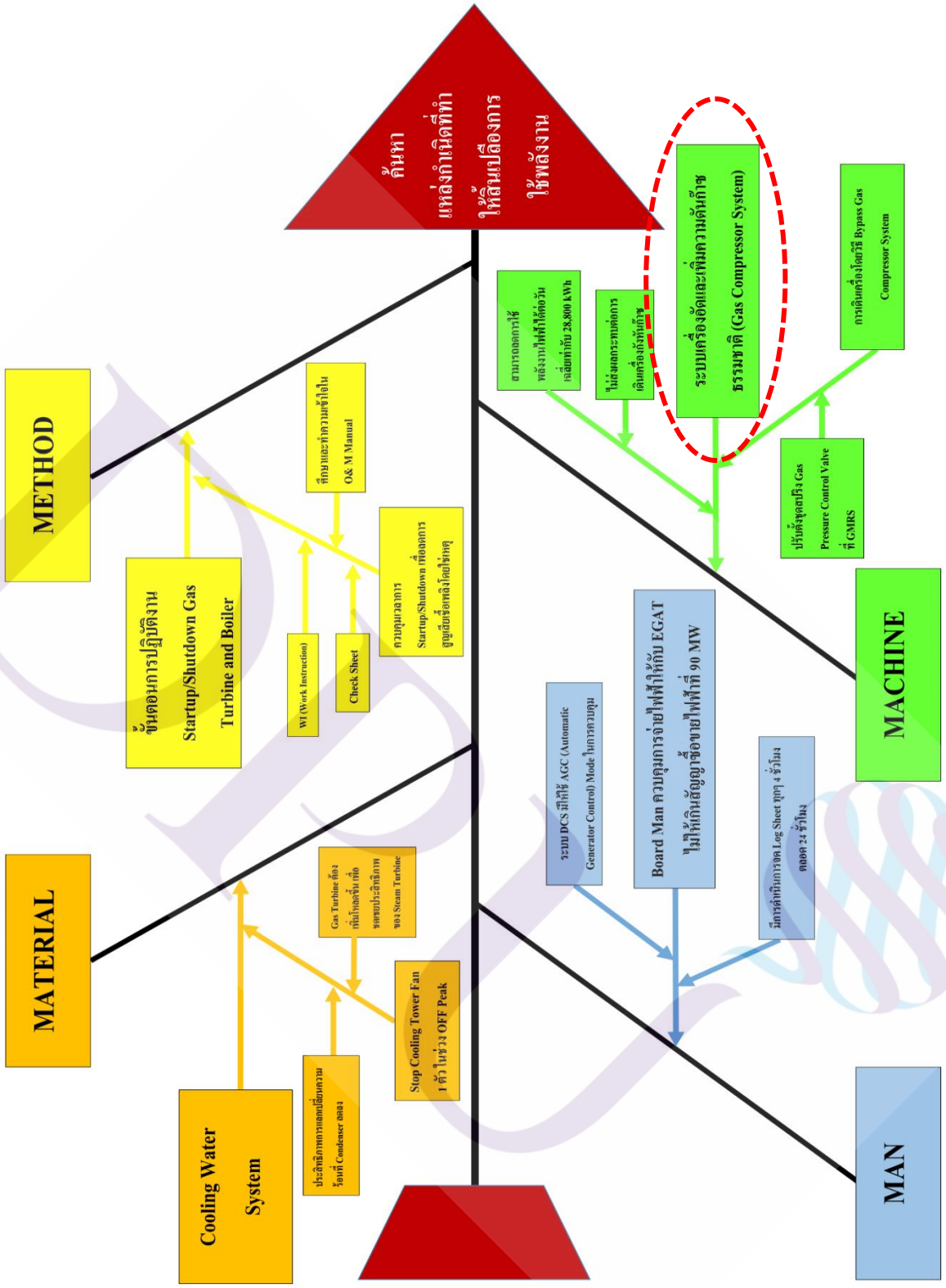
สุธี เหลืองรัตนเจริญ (2552) วัตถุประสงค์ที่แท้จริงของการอนุรักษ์พลังงานนั่นคือการดำเนินงานโดยการลดต้นทุนการผลิตให้อยู่ในระดับต่ำที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูงจึงทำการศึกษาโรงงานประเภทฉีดขึ้นรูปทำการประเมินการใช้พลังงานเบื้องต้นของทางโรงงานก่อนจากนั้นก็สร้างแผนภูมิการใช้พลังงานเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการวิเคราะห์การใช้พลังงานทั้งระบบเพื่อให้รู้ว่าการใช้พลังงานของโรงงานในขณะนั้นมีประสิทธิภาพดีแล้วหรือไม่ซึ่งจากการประเมินเกราใช้พลังงานเบื้องต้นทางโรงงานตัวอย่างมีค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะของผลิตภัณฑ์อัลลูมิเนียมอัลลอยด์เท่ากับ 13. 79 MJ / kg และมีค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะของผลิตภัณฑ์สังกะสีอัลลอยด์เท่ากับ 7. 86 MJ / kg หลังจากทำการศึกษาการลดต้นทุนพลังงานของโรงงานประเภทฉีดขึ้นรูปโลหะโดยการนำแผนภูมิการใช้พลังงานเข้ามา

วิเคราะห์การใช้พลังงานและสร้างมาตรการปรับปรุงซึ่งประกอบด้วยมาตรการระยะสั้นได้แก่ มาตรการลดการใช้พลังงานจากเตาหลอมศูนย์กลางมาตรการลดการใช้พลังงานจากปั๊มลมปรับปรุงการรั่วของระบบลมมาตรการลดการใช้พลังงานจาก Cooling Tower โดยจัดระบบการเปิด-ปิด Cooling Tower ให้เหมาะสมมาตรการลดการใช้พลังงานจากเตาอุ่นประจำเครื่องและมาตรการลดการใช้แสงสว่างส่วนมาตรการระยะยาวได้แก่มาตรการลดอุณหภูมิการฉีดลงให้ไม่เหมาะสมกับชิ้นงานมาตรการออกแบบทางเดินและระบบรูล้นของแต่ละงานให้เหมาะสมและมาตรการปรับเปลี่ยนความเร็วในฉีดให้เหมาะสมในแต่ละชิ้นงานหลังจากนำมาตรการปรับปรุงมาใช้แล้วจะได้ค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะของผลิตภัณฑ์อัลลูมิเนียมอัลลอยด์เท่ากับ 12. 89 MJ / kg และมีค่าดัชนีชี้วัดการใช้พลังงานจำเพาะของผลิตภัณฑ์สังกะสีอัลลอยด์เท่ากับ 7. 54 MJ / kg และคาดว่าจะสามารถลดต้นทุนพลังงานลงได้ร้อยละ 5. 13 จากเดิม

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบระบบของบริษัทกรณีศึกษา ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน

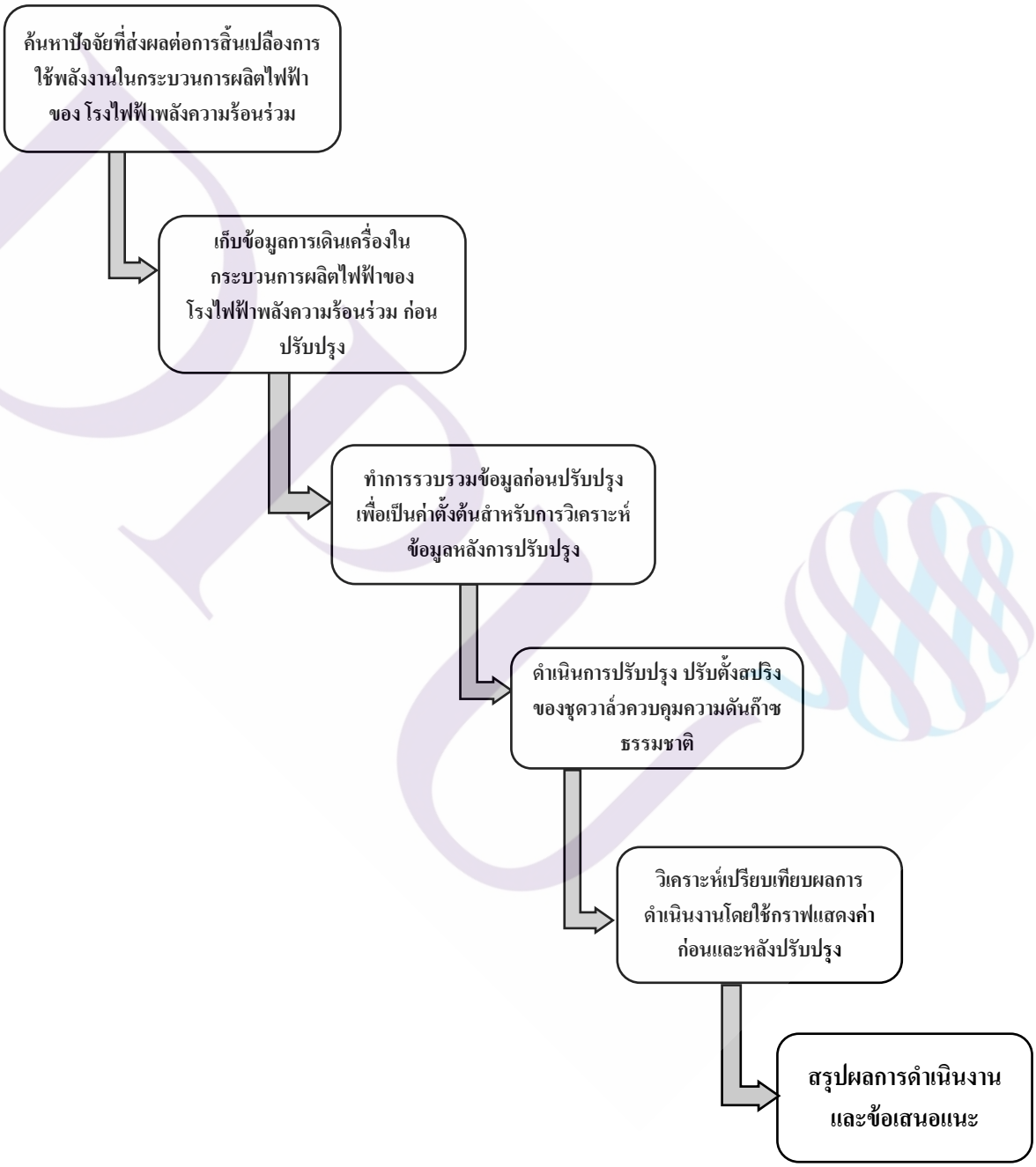
การดำเนินการศึกษาครั้งนี้ ทางผู้จัดทำได้นำปัจจัยทางด้านเครื่องจักร (Machine) คือ ระบบเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวัน อยู่ที่ประมาณ 28,800 kWh จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ดังกล่าว จะเห็นได้ว่ามีการสิ้นเปลืองการใช้พลังงานที่ค่อนข้างสูงเป็นอย่างมาก ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงเลือกที่จะนำมาทำการศึกษาในการวิจัย เพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โดยดำเนินการปรับตั้งสปริงที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ (Downstream) ที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติจาก ปตท. ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ จากเดิมที่แรงดัน 20Bar(a) ไปที่แรงดัน 30 Bar(a) (ตามที่ผู้ผลิตได้ออกแบบ (SIEMENS SGT-800 คือ ที่แรงดันระหว่าง 27-30 Bar(a)) เพื่อให้ค่าความดันดังกล่าวผ่านไปยังห้องเผาไหม้ของเครื่องกังหันก๊าซได้โดยตรง โดยที่ไม่จำเป็นต้องผ่านไปยังชุดระบบของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) และได้ดำเนินการ Pressure and Leak Testing และ Official test report with R-Stamp และ Re-Test and Certificate suction Piping N_2 Flushing and Blanking of Gas Compressor Long Term Preservation โดยทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะต้องไม่เกิดผลกระทบต่อกระบวนการผลิตไฟฟ้าหลักของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์และจะต้องคำนึงถึงความเสี่ยงของระบบและความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน



ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงผังก้างปลาเพื่อค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการสิ้นเปลืองการใช้พลังงาน

3.2 แผนผังการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา การลดการใช้พลังงานในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม กรณีศึกษา โรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ เพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

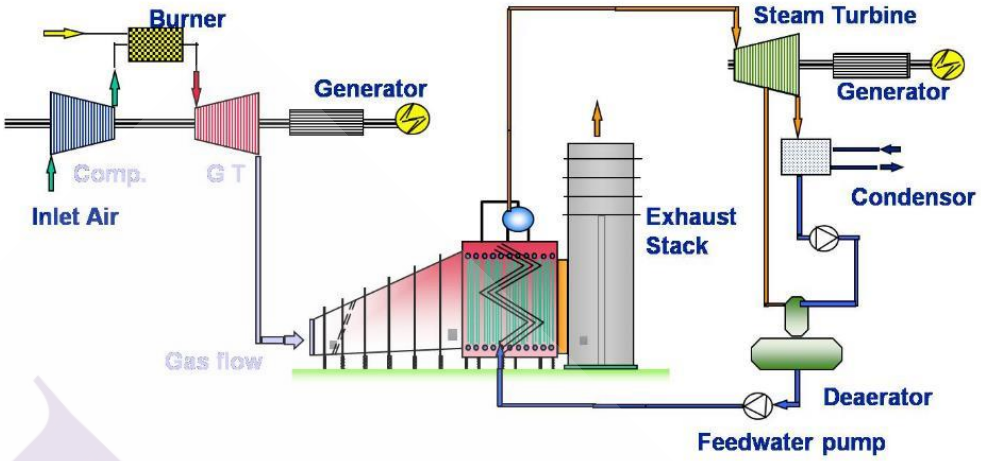


ภาพที่ 3.2 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา

3.3 ข้อมูลทั่วไปของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์

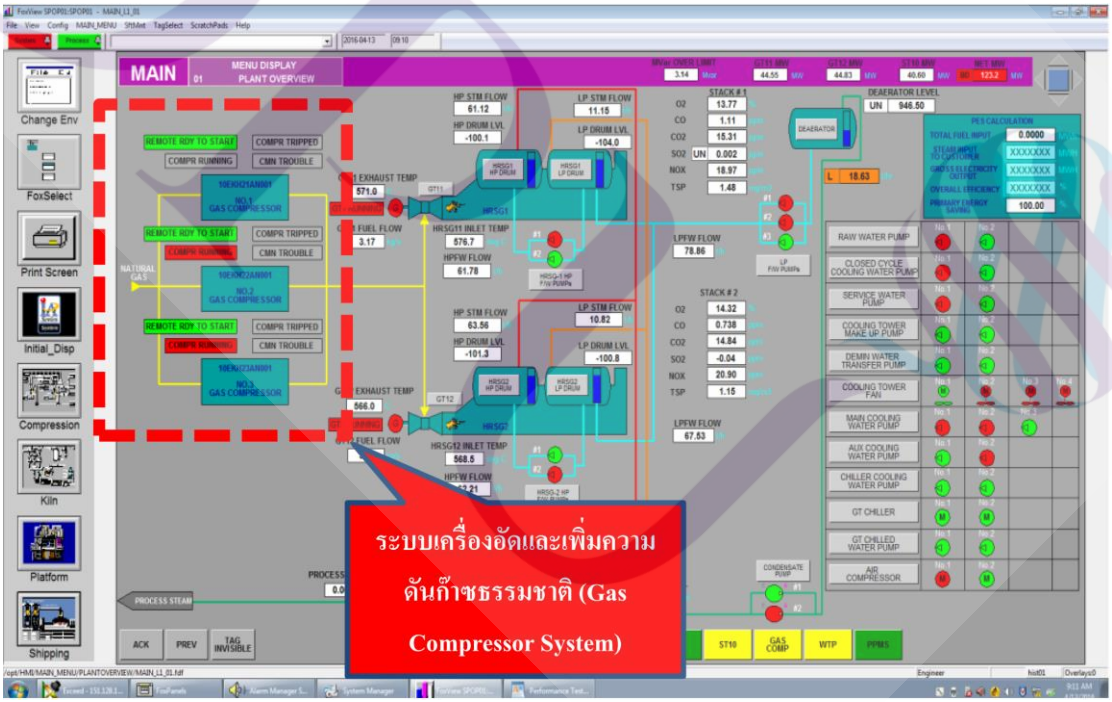
บริษัท อ่างทอง เพาเวอร์ จำกัด หรือโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ ตั้งอยู่ เลขที่ 99/2 หมู่ 2 ตำบลหลักฟ้า อำเภอไชโย จังหวัดอ่างทอง ประกอบธุรกิจผลิตไฟฟ้าและไอน้ำ กำลังการผลิตรวมทั้งหมด 142.5 เมกะวัตต์ (MW) และ ไอน้ำ 55 ตันต่อชั่วโมง (Ton/Hr) เวลาหลักในการปฏิบัติงานของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้ 1. เวลาปฏิบัติงานช่วงเวลาปกติ (Day Time) ตั้งแต่วันจันทร์ – ศุกร์ เวลา 08:00 – 17:00 น. และ 2. เวลาปฏิบัติการกะ โดยปฏิบัติการกะ 8 ชั่วโมงต่อกะ คือ 1) ปฏิบัติงานกะเช้า (Morning Shift) ตั้งแต่เวลา 07:00 – 15:00 น. 2) ปฏิบัติงานกะบ่าย (Evening Shift) ตั้งแต่เวลา 15:00 – 23:00 น. และ 3) ปฏิบัติงานกะดึก (Night Shift) ตั้งแต่เวลา 23:00 – 07:00 น. ซึ่งพนักงานประจำกะจะปฏิบัติงานในรูปแบบเวลาลักษณะนี้ตลอดอายุการซื้อขายไฟฟ้าที่ทำสัญญากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยหรือ กฟผ. EGAT และสัญญาซื้อขายไฟฟ้าและไอน้ำให้กับบริษัทในเครือตลอด 24 ชั่วโมง

ภาพที่ 3.3 แสดงภาพบริษัท อ่างทอง เพาเวอร์ จำกัด หรือโรงไฟฟ้า อ่างทอง



ภาพที่ 3.4 แผนภาพการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ที่มา: https://wbsakti.wordpress.com/2012/11/22/heat-recovery-steam-generator-hrsg/



ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงสภาวการณ์การทำงานของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ ที่ใช้ชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า

ภาพที่ 3.6 The low gas supply pressure requirement 27-30 Bar(a) or 390-435 psi(a)

และเนื่องด้วยก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด คุณภาพดีและราคาถูกกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ทำให้ปริมาณการใช้ก๊าซธรรมชาติของไทยสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี ผู้รับสัมปทานสำรวจและผลิตก๊าซจึงได้เสาะแสวงหาแหล่งก๊าซใหม่ๆ เพื่อนำก๊าซจากแหล่งที่มีอยู่ขึ้นมาใช้ให้ได้มากที่สุด ขณะเดียวกันหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ได้พยายามนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด รวมไปถึงการนำเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาตินี้ เพื่อมาผลิตไฟฟ้าด้วยเช่นกัน

ก๊าซธรรมชาติจาก ปตท. เป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไฟฟ้าและไอน้ำ เพื่อขายไฟฟ้าตามสัญญาซื้อขายไฟฟ้า PPA* ให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและขายไฟฟ้าและไอน้ำให้กับบริษัทในเครือ

หมายเหตุ. สัญญาซื้อขายไฟฟ้าระยะยาว (Power Purchase Agreement) ส่วนใหญ่ 25 ปี ประเภทของสัญญา แบบ Firm ในรูปแบบของผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP) โรงไฟฟ้า SPP คือโครงการผลิตไฟฟ้าโดยใช้ระบบการผลิตพลังงานความร้อนและไฟฟ้าร่วมกัน หรือการผลิตฟ้าโดยใช้พลังงานหมุนเวียน จำหน่ายไฟฟ้าให้ กฟผ. ไม่เกิน 90 MW สามารถจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคในบริเวณใกล้เคียงได้โดยตรง

3.4 ประเภทของสถานีก๊าซธรรมชาติ สถานีควบคุมและวัดปริมาตรก๊าซธรรมชาติ หรือสถานีก๊าซธรรมชาติ [(Gas Pipeline and Metering & Regulation Station ; (GMRS)]

ปัจจุบันรูปแบบสถานีก๊าซฯที่ใช้กับลูกค้าของ ปตท. มี 2 ประเภท คือ Conventional Type และ Skid Pack Type ทั้งสองประเภทมีความแตกต่างกันที่ปริมาณการใช้งานและชนิดของอุตสาหกรรม ซึ่งผู้ออกแบบสถานีก๊าซฯจะเป็นผู้พิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับอุตสาหกรรมของลูกค้า โดยต้องมีการสำรวจเบื้องต้นทั้งตำแหน่งที่ใช้งานและพิจารณารูปแบบที่เหมาะสมกับทางโรงงานโดยมีข้อพิจารณาเบื้องต้นดังนี้ Conventional Type ใช้กับโรงไฟฟ้าและอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีอัตราการใช้ก๊าซฯ มากกว่า 1 MMSCFD (ล้านลูกบาศก์ฟุตมาตรฐาน) และพื้นที่เพียงพอต่อการติดตั้ง

ภาพที่ 3.7 สถานีก๊าซฯ แบบ Conventional Type

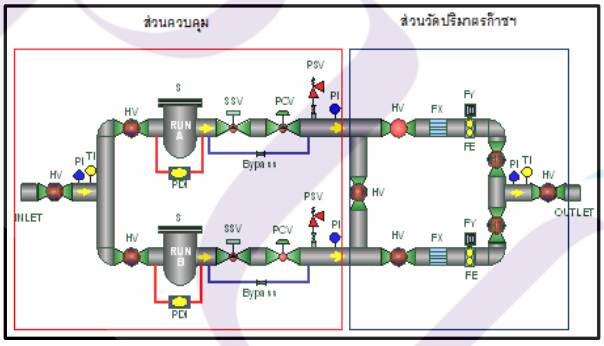
ที่มา: https://dscng.pttplc.com/(S(sw4d31d4mllfau5gtb3y4tlt))/Knowledge/Knowledge-inside?p=Metering_and_Regulation_Station

Skid Pack Type ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก มีอัตราการใช้ก๊าซฯ น้อยกว่า 1 MMSCFD และพื้นที่ในการติดตั้งสถานีก๊าซฯน้อย

ภาพที่ 3.8 สถานีก๊าซฯ แบบ Skid Pack Type

ที่มา: https://dscng.pttplc.com/(S(sw4d31d4mllfau5gtb3y4tlt))/Knowledge/Knowledge-inside?p=Metering_and_Regulation_Station

3.4.1 สถานีก๊าซฯ แบ่งเป็นสองส่วนหลักๆ คือ ส่วนควบคุม (Regulating Equipment) และส่วนวัดปริมาตรก๊าซฯ (Metering Equipment) ตามภาพที่ 3.6



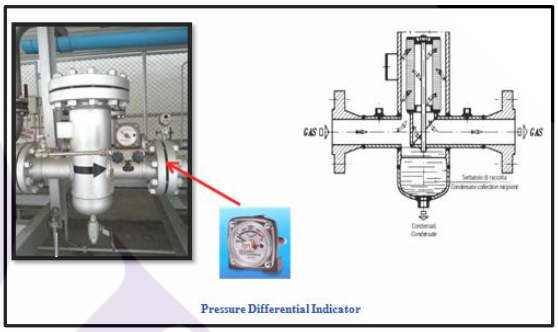
ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างแผนผังสถานีควบคุมและวัดปริมาตรก๊าซธรรมชาติ (GMRS)

ที่มา: https://dscng.pttplc.com/(S(sw4d31d4mllfau5gtb3y4tlt))/Knowledge/Knowledge-inside?p=Metering_and_Regulation_Station

3.4.2 อุปกรณ์ที่สำคัญภายในสถานีก๊าซฯ มีดังนี้

3.4.2.1 Dry Gas Filter

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กรองสิ่งสกปรกจากฝุ่นที่ติดมากับเนื้อก๊าซฯและระบบท่อ โดยการติดตั้ง Filter จะติดตั้งทั้งสอง Run และสามารถกรองฝุ่นขนาดที่ใหญ่กว่า 5 ไมโครเมตร (ประสิทธิภาพ 98%) โดยในการออกแบบ Dry Gas Filter ต้องสามารถรองรับ Maximum Flow Design และความดันตกคร่อมที่เกิดจากไส้กรองต้องไม่เกิน 80 mbar โดยความเร็วก๊าซฯขณะผ่านไส้กรองจะต้องไม่เกิน 30 cm/s ที่ Maximum Flow Design นอกจากนี้มีอุปกรณ์ Differential Pressure Gauge ติดตั้งไว้ เพื่อใช้ตรวจสอบว่าสภาพของ Filter ว่าควรเปลี่ยนหรือไม่

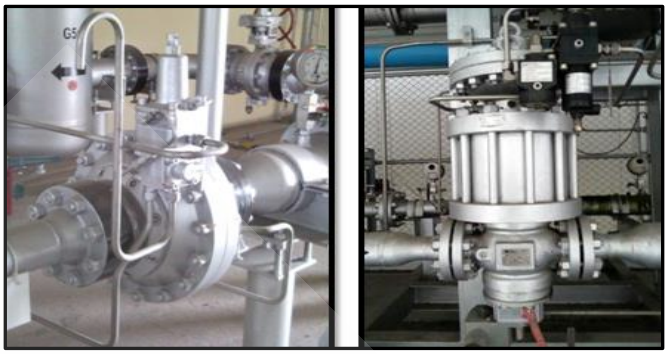


ภาพที่ 3.10 อุปกรณ์ Dry Gas Filter

ที่มา: https://dscng.pttplc.com/(S(sw4d31d4mllfau5gtb3y4tlt))/Knowledge/Knowledge-inside?p=Metering_and_Regulation_Station

3.4.2.2 Regulator

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ลดความดันก๊าซฯตามที่ต้องการและควบคุมความดันให้คงที่ตามสัญญาการซื้อ ขายก๊าซฯ การลดความดันของ Regulator ควรทำงานอยู่ในช่วง 20-80% ของความดันสูงสุดที่ใช้งาน (Maximum Operating Working Pressure) โดยปกติ Regulator จะมีเสียงเกิดขึ้นขณะลดความดัน ดังนั้น ปตท. กำหนดเสียงที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ดังกล่าวโดยวัดจาก Body ไม่เกิน 85 เดซิเบล (dB) และอุณหภูมิของก๊าซฯที่ออกจาก Regulator ต้องไม่ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ที่ Maximum Flow Design บางครั้งในการออกแบบสถานีก๊าซฯถูกจำกัดในเรื่องของพื้นที่ ดังนั้น ปตท. จึงเลือกอุปกรณ์ที่รวมกันระหว่าง Regulator และ Safety shut off Valve (Regulator built-in shut-off valve) เพื่อลดระยะการติดตั้ง ตามภาพที่ 3.8

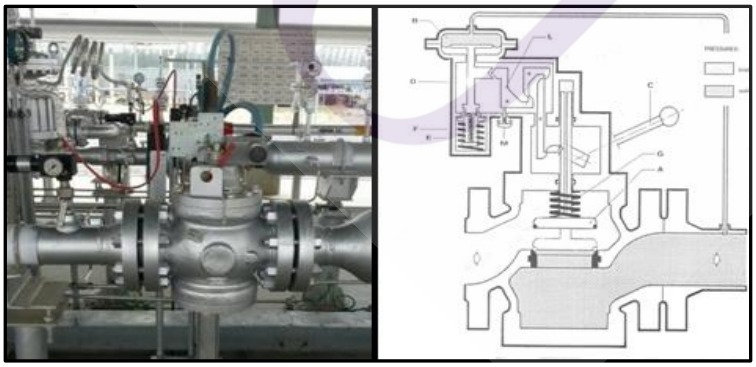


ภาพที่ 3.11 แสดงอุปกรณ์ Regulator

ที่มา: https://dscng.pttplc.com/(S(sw4d31d4mllfau5gtb3y4tlt))/Knowledge/Knowledge-inside?p=Metering_and_Regulation_Station

3.4.2.3 Safety Shut Off Valve (SSV)

เป็นอุปกรณ์ที่ระบุในมาตรฐาน ASME และ IGEM เป็นอุปกรณ์ Safety Device ซึ่งเป็นอุปกรณ์ในกรตัดก๊าซฯ เพื่อป้องกันความดันก๊าซฯด้าน Outlet เกินกว่าค่าที่สามารถรับได้ของจุดใช้งาน การทำงานของ SSV นั้นใช้ ความดันเป็นตัวควบคุมการทำงาน (Set point) ซึ่งค่า Set point จะต้องอยู่ที่ 50% ของ Spring Range และ มีช่วง Spring Range ไม่น้อยกว่า 10% ของค่า set point ด้วย SSV เป็น Safety Device ค่า Accuracy ถูกระบุไม่เกิน 1% และ Response Time ในการปิดตัวสูงสุดไม่เกิน 2 วินาที หลังจากถึงค่า Set point จะปิดการทำงานเร็วเพื่อปกป้องระบบท่อก๊าซฯและอุปกรณ์ของลูกค้าเสียหาย

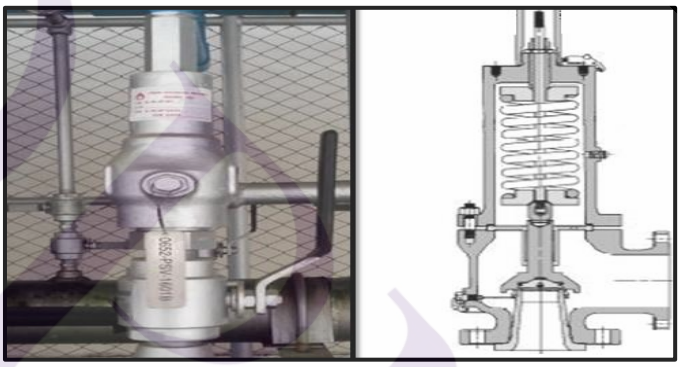


ภาพที่ 3.12 แสดงอุปกรณ์ Safety Shut off Valve

ที่มา: https://dscng.pttplc.com/(S(sw4d31d4mllfau5gtb3y4tlt))/Knowledge/Knowledge-inside?p=Metering_and_Regulation_Station

3.4.2.4 Pressure Safety Valve (PSV)

เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยลดความดันของสถานีก๊าซฯเมื่อถึงค่า Set point ที่ตั้งไว้โดยวิธีการปล่อยสู่บรรยากาศ โดยสถานีก๊าซฯยังสามารถใช้งานได้ปกติ ต่างกับ SSV ซึ่งสถานีก๊าซฯจะถูกตัดไม่สามารถใช้ก๊าซฯได้ PSV ที่นำมาใช้กับก๊าซฯของ ปตท. เป็นชนิด Pop Up ต้องผลิตและได้รับมาตรฐาน ASME section VIII หรือ API 520 ลักษณะการทำงานที่ 10% ของ Maximum Flow Design และมี Isolation valve แบบ Ball Valve ตัดแยกสำหรับใช้ในการบำรุงรักษาและปรับเทียบโดยไม่ต้องหยุดการส่งก๊าซฯ

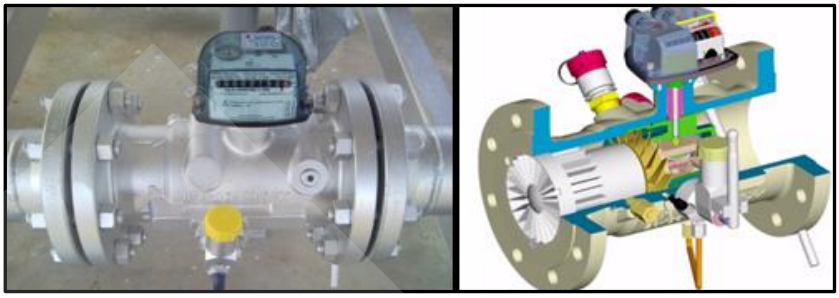


ภาพที่ 3.13 แสดงอุปกรณ์ Pressure Safety Valve

ที่มา: https://dscng.pttplc.com/(S(sw4d31d4mllfau5gtb3y4tlt))/Knowledge/Knowledge-inside?p=Metering_and_Regulation_Station

3.4.2.5 Turbine Flow Meter

เป็นอุปกรณ์วัดซื้อขายก๊าซฯที่ใช้วัดปริมาณก๊าซฯ โดยต้องออกแบบให้เป็นตามมาตรฐาน AGA report No.7 และ OIML R32 รวมทั้งการติดตั้ง Turbine meter จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน AGA report No.7 ด้วย ซึ่ง Turbine meter จะต้องมีค่า Accuracy 2% ที่ 20% Qmax และ 1% ที่ 20% - 100% Qmax และมีค่า error ไม่เกิน 0.5% และได้รับการสอบเทียบจาก ปตท. ก่อนนำไปใช้งานและติดตั้ง



ภาพที่ 3.14 แสดงอุปกรณ์ Turbine Flow Meter

ที่มา: https://dscng.pttplc.com/(S(sw4d31d4mllfau5gtb3y4tlt))/Knowledge/Knowledge-inside?p=Metering_and_Regulation_Station

3.4.2.6 Electronic Volume Corrector (EVC)

เป็นชุดอุปกรณ์ใช้วัดและบันทึกปริมาตรก๊าซในรูปแบบของข้อมูลอิเลคทรอนิกส์ จะติดตั้งอยู่กับ Gas Turbine Meter ซึ่ง EVC นั้นจะรับสัญญาณ Pulse จาก Turbine Meter และมี Sensor วัดค่า Pressure ,Temperature ในตัวอุปกรณ์

ภาพที่ 3.15 แสดงอุปกรณ์ Electronic Volume Corrector (EVC)

ที่มา: https://dscng.pttplc.com/(S(sw4d31d4mllfau5gtb3y4tlt))/Knowledge/Knowledge-inside?p=Metering_and_Regulation_Station

3.5 ข้อมูลและขั้นตอนการดำเนินการ

3.5.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1.1 แผนกเดินเครื่อง แผนกซ่อมบำรุงและแผนกประสิทธิภาพ ร่วมประชุมปรึกษาหารือ การคัดเลือกระบบเพื่อทำการศึกษาการประหยัดพลังงาน โดยใช้เครื่องมือ ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) และร่วมดำเนินการจัดตั้งผู้รับผิดชอบและหน้าที่ต่างๆในการรวบรวมข้อมูลที่ได้ทำการประชุม เพื่อนำข้อมูลดังกล่าว มาวิเคราะห์ และนำเสนอความคืบหน้าของงานในแต่ละรายสัปดาห์และรายเดือน

3.5.1.2 ผู้รับผิดชอบในการรวบรวมข้อมูลทั้งหมด ที่ได้จากแผนกเดินเครื่อง แผนกซ่อมบำรุง และทำสรุปรายงานต่อที่ประชุม แต่ละรายสัปดาห์และรายเดือน คือ แผนกแผนกประสิทธิภาพ

3.5.1.3 การวิเคราะห์ผลกระทบและความเสี่ยงในการที่จะทำการศึกษาการประหยัดพลังงาน

3.5.1.4 รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์จากเอกสารและการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้า โดยใช้เครื่องมือ กราฟ (Graph) ใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลผลการทดลอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

3.5.1.5 แผนกเดินเครื่อง แผนกซ่อมบำรุงบำรุงทบทวนเอกสารด้านวิศวกรรม

3.5.1.6 แผนกซ่อมบำรุงศึกษาด้านวิศวกรรมการประเมินของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติและชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซในการเครื่องกังหันก๊าซ

3.5.1.7 แผนกเดินเครื่อง รับผิดชอบหน้าที่ดำเนินการ รวบรวมข้อมูลในแต่ละวัน โดยใช้เครื่องมือ ใบตรวจสอบ (Check Sheet) ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงการทดลอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ดังนี้ แรงดันก๊าซต้นทาง (Upstream) ของแต่ละวัน แรงดันก๊าซที่ผ่านชุดวาล์วควบคุมความดัน (Downstream) ของแต่ละวัน การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของโรงไฟฟ้าของแต่ละวัน (Plant Station Service Energy: kWh) การใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติของแต่ละวัน (Fuel Gas Consumption: MMBTU) และประสิทธิภาพของการเดินเครื่องโดยรวมของแต่ละวัน [Overall Plant Net Cogen. Efficiency LHV (dry) (%)] และนำข้อมูลดังกล่าวจัดเก็บไว้ใน Sever กลางของบริษัท เพื่อง่ายต่อการเข้าไปใช้งานและตรวจสอบได้ด้วยตนเอง ทำการทดสอบและเก็บบันทึกข้อมูลที่หน้างานก่อนการปรับปรุงการตั้งค่าที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซในการเดินเครื่องกังหันก๊าซและเก็บบันทึกข้อมูลของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติ

3.5.1.8 แผนกซ่อมบำรุง รับผิดชอบหน้าที่ จัดทำกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างทีมผู้รับเหมาที่จะเข้ามาดำเนินการปรับปรุงและเพื่อทำการปรับตั้งค่าที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซในการ

เดินเครื่องกังหันก๊าซและระบบของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติ ในช่วงเวลาที่มีการหยุดระบบของการเดินเครื่องกังหันก๊าซ เพื่อทำการปรับปรุงระบบในโครงการดังที่กล่าวมานี้

3.5.1.9 แผนกประสิทธิภาพ จัดทำรายงานรวบรวมข้อมูล ส่งผลสรุปและนำเสนอรายงานต่อทางบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

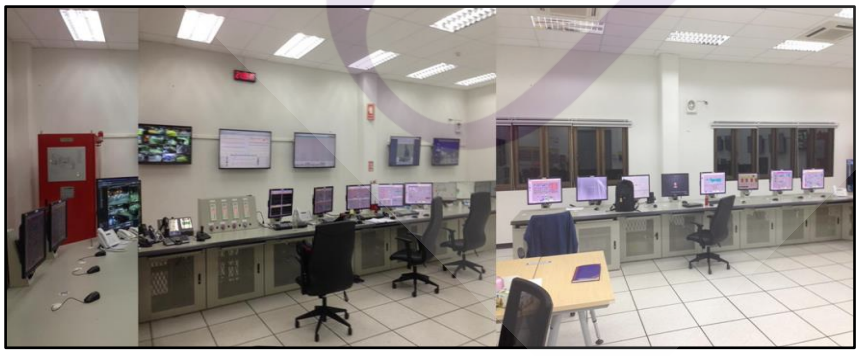
3.5.1.10 กำหนดและวางแผนสำหรับการปรับตั้งค่าที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซในการเดินเครื่องกังหันก๊าซและระบบของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันของก๊าซธรรมชาติ

3.5.1.11 ทำการทดสอบและเก็บบันทึกข้อมูลที่หน้างาน หลังการปรับตั้งค่าที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ

3.5.1.12 ทำการสรุปผลจากการทดสอบและเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังปรับปรุงโดยใช้เครื่องมือ แผนภูมิควบคุม (Control Chart) ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงการทดลอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง และ กราฟ (Graph) ใช้ในการสรุปผลการทดลอง หลังปรับปรุง

3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

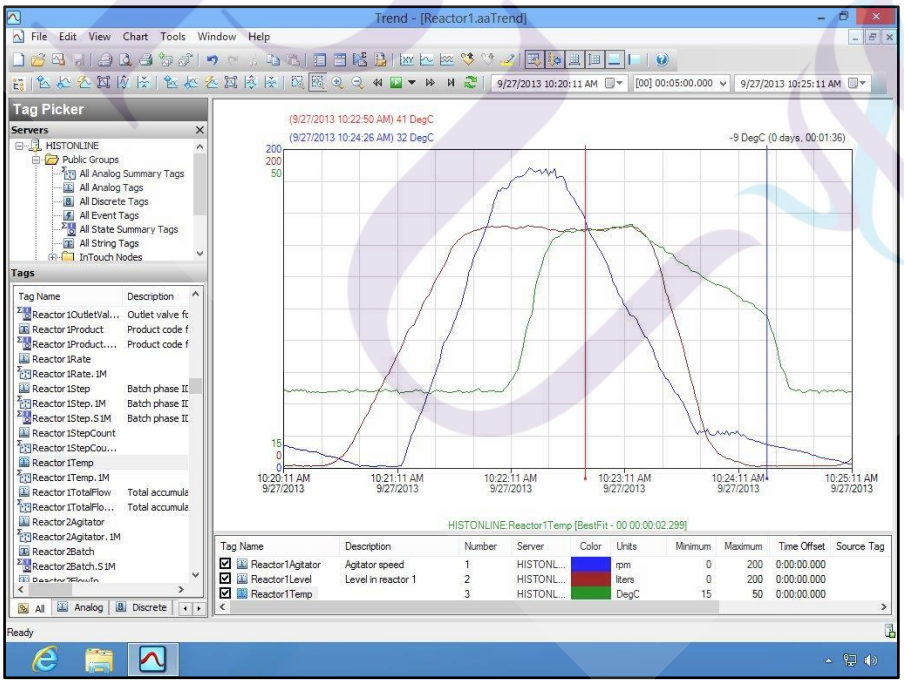
ในการเปรียบเทียบข้อมูลและบันทึกข้อมูล เพื่อใช้ในทางสถิตินั้น ต้องมีเครื่องมือที่ทันสมัย เที่ยงตรง และมีความแม่นยำสูงในการโหลดข้อมูลและวัดผลของค่าพลังงานไฟฟ้า ในส่วนของการปรับปรุงการลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับมอเตอร์ของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซ ในการเดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ของโรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ โดยมีทางเลือกที่จะมีการปรับตั้งค่าความดันก๊าซที่ผ่านชุดวาล์วควบคุมความดัน (Downstream) ที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติ จาก ปตท. ในเขตพื้นที่ของโรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซนั้น ได้นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำมาใช้ในทางสถิติ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ดังนี้



ภาพที่ 3.16 ห้องควบคุม Central Control Room (CCR) การเดินเครื่องของโรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์

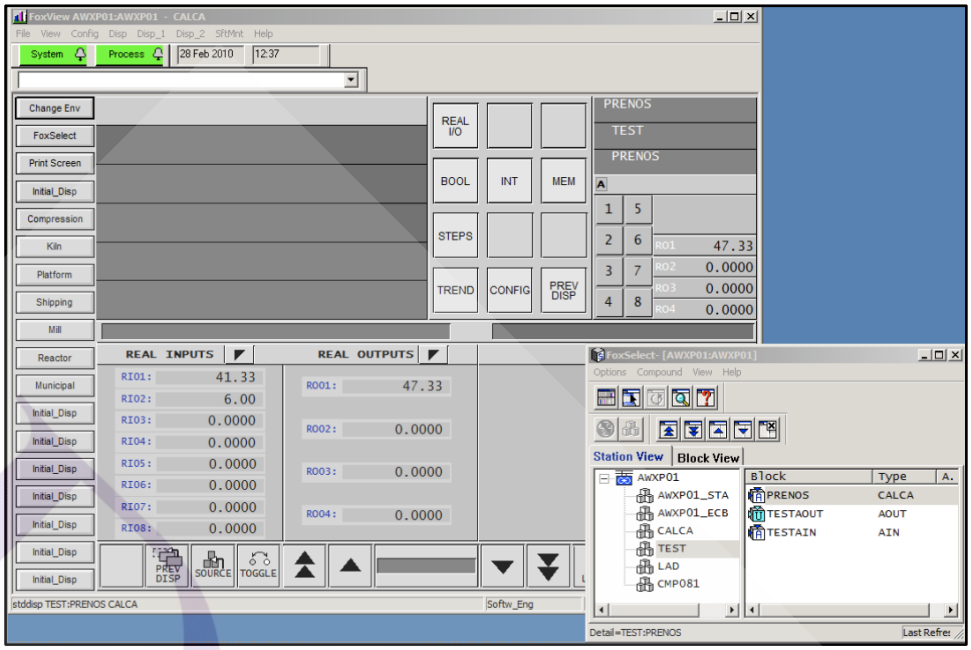
3.5.2.1 Software SCADA Wonderware Intouch by Schneider Electric

[https://www.wonderware.com/industries/power-and-utilities/] เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับดาวน์โหลดข้อมูลพลังงานไฟฟ้าและข้อมูลพารามิเตอร์ต่างๆได้ เป็นระบบเครื่องมืออัตโนมัติสำหรับตรวจสอบเก็บรวบรวมข้อมูลและบริหารระบบควบคุมของกระบวนการผลิตภายในโรงงานและเป็นระบบที่สามารถเอาสัญญาณจากตัววัด ที่อยู่ในรูปของไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น ๆ มาแปลงอยู่ในรูปของข้อมูลที่เป็นตัวเลข เพื่อใช้ทำประโยชน์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้สามารถนำเข้าข้อมูลจาก PLC เข้าสู่โปรแกรมเช่น MS Excel หรือโปแกรม Client อื่น ๆ ที่ติดต่อกับ DDE Server ได้ ให้กับผู้ปฏิบัติงานในระยะไกล และง่ายต่อการใช้งานสำหรับผู้ใช้ โดยผู้ศึกษาได้นำเครื่องมือนี้มาทำการตรวจวัดวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าและพลังงาน และเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาประกอบรายการการคำนวณและวิเคราะห์หาค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าแรงดันเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ จาก ปตท. ที่ใช้ในการเดินเครื่องมอเตอร์ชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซ และนำค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เดินเครื่องมอเตอร์ชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซ มาคิดคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปทั้งปี โดยคิดออกมาในรูปของค่าพลังงานไฟฟ้า(kWh) และคำนวณออกมาในรูปของค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อปี โดยโหลดข้อมูลจาก PLC ผ่าน Software SCADA Wonderware Intouch by Schneider Electric เข้าสู่ Excel และนำไปเข้าสูตรคำนวณต่อไป



ภาพที่ 3.17 Overview Software SCADA Wonderware Intouch by Schneider Electric

3.5.2.2 Software Foxboro Distributed Control System (DCS) Solutions by Schneider Electric Foxboro Evo Process Automation System [http://www.schneider-electric.com/en/product-range/63680-foxboro-evo-process-automation-system/] ทำหน้าที่คำนวณและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เช่น PLC, Controller, DCS, RTU แล้วแสดงข้อมูลทางหน้าจอ หรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าว เช่นหากอุณหภูมิของอุปกรณ์สูงเกินพิกัด ให้ทำการปิดอุปกรณ์นั้น เป็นต้น โดยสั่งงานผ่าน PLC หรือ Controller ที่ติดต่ออยู่ ทั้งนี้ SCADA สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่น ๆ สามารถนำไปใช้งานได้ SCADA นั้นเข้าไปมีส่วนในงานควบคุมทั้งเล็กและใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือควบคุมระบบต่าง ๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบรวมที่สัมพันธ์กัน มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ระบบ SCADA ในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสาร ควบคุม และประมวลผลข้อมูลจาก I/O ของอุปกรณ์เช่น PLC, DCS, RTU ได้ถึงระดับที่เกินหนึ่งแสน I/O แล้ว และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถรองรับความต้องการใหม่ ๆ ของผู้ใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอดมา SCADA ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือ หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน หน่วยควบคุมระยะไกล และหน่วยติดต่อระยะไกล ผู้ใช้สามารถตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นระยะทางไกลได้โดย หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนเป็นเครื่องมือปฏิบัติการของผู้ใช้สำหรับตรวจสอบและควบคุม กระบวนการผลิตเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุมระยะไกล หน่วยควบคุมระยะไกลติดต่อกับหน่วยติดต่อระยะไกลโดยการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลทางระบบเครือข่ายคมนาคม และหน่วยติดต่อระยะไกลเป็นเครื่องมือเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิต ประกอบด้วย หน่วยรับสัญญาณ และส่งสัญญาณของสัญญาณชนิดอนาล็อคและสัญญาณชนิดดิจิตอล รวมถึงส่วนเก็บประวัติ History และอื่นๆ



ภาพที่ 3.18 Overview Foxselect Software Foxboro Distributed Control System (DCS) Solutions by Schneider Electric Foxboro Evo Process Automation System

3.5.2.3 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)

ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) ใช้ในการวิเคราะห์หาความสำคัญและที่มาของปัญหา, กราฟ (Graph) ใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลผลการทดลอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง รวมถึงสรุปผลการทดลอง, ใบตรวจสอบ (Check Sheet) ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงการทดลอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง และแผนภูมิควบคุม (Control Chart) ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงการทดลอง ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

3.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแนวคิดและการปรับปรุงปัญหา โดยใช้ซอฟแวร์ *Software SCADA Wonderware Intouch by Schneider Electric* และ *Software Foxboro Distributed Control System (DCS) Solutions by Schneider Electric Foxboro Evo Process Automation System* โดยโหลดข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง ผ่าน Software รวมถึงบันทึกข้อมูลในขณะที่โรงไฟฟ้าเดินเครื่องเต็มประสิทธิภาพของกำลังการผลิต (Base load operation) ตามชั่วโมงการทำงานที่ได้วางแผนเดินเครื่องไว้ เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ในการปรับปรุงการลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับมอเตอร์ของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซ ในการเดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้า ของโรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ เพื่อให้ทราบถึงประโยชน์ที่จะได้รับสูงสุด ทำการ

เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังปรับปรุง โดยนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องมือวัดคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)

ภาพที่ 3.19 Software SCADA Wonderware Intouch by Schneider Electric

ที่มา: http://smartadeco.com/?page_id=103

ภาพที่ 3.20 Foxboro Distributed Control System (DCS) Solutions by Schneider Electric

ที่มา: https://www.schneider-electric.com/en/work/products/industrial-automation-control/foxboro-dcs/

3.5.4 วิธีการรวบรวมข้อมูล

ในแต่ละวันการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้า อ่างทอง จะมีรูปแบบการเดินเครื่องที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการขายไฟฟ้าให้กับ กฟผ. นั้น จะมีรูปแบบการขายไฟฟ้าที่เป็นช่วงเวลา ที่กำหนดแผนการจาก กฟผ. คือ ช่วง PEAK หรือช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุด ช่วงเวลา 08:00 – 22:00 น. และ ช่วง OFF PEAK หรือช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าลดลง ช่วงเวลา 22:00 – 08:00 น. ดังนั้นเอง ทางโรงไฟฟ้าจึงต้องปฏิบัติงานตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อขายไฟฟ้าให้กับ กฟผ. ได้ตามสัญญาซื้อขายไฟฟ้า ทางโรงไฟฟ้า อ่างทอง จึงต้องมีการตรวจสอบเครื่องจักรและจดบันทึกพารามิเตอร์ต่างๆที่สำคัญในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า เพื่อตรวจสอบความผิดปกติ และตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักร เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อการเดินเครื่อง เพื่อขายไฟฟ้าให้กับ กฟผ. และลูกค้าในพื้นที่

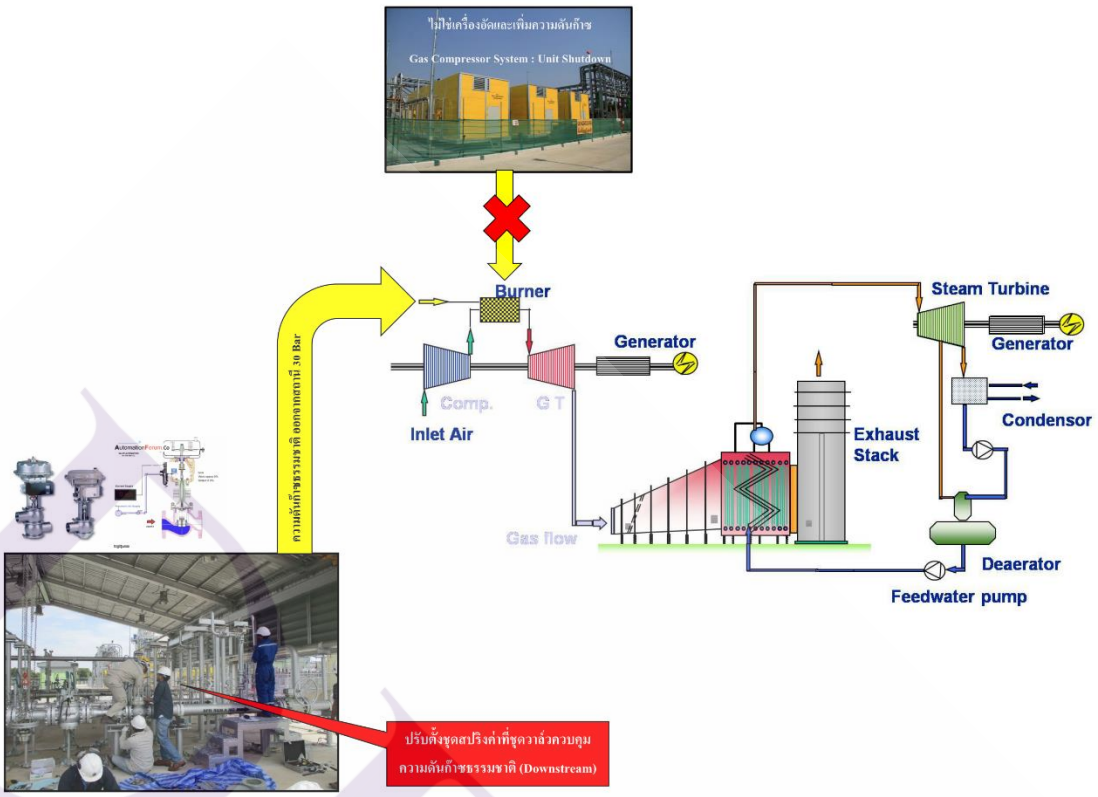
ข้างเคียง ได้อย่างมั่นคงและเป็นการสร้างความน่าเชื่อถือและความไว้วางใจต่อลูกค้า ซึ่งการตรวจสอบจะดำเนินการทุกๆ 4 ชั่วโมง โดยแผนกเดินเครื่อง และทุกๆเที่ยงคืนของทุกวันจะทำการสรุปการใช้พลังงานแต่ละวันหรือ Daily Consumption เพื่อทำรายงาน Daily Report ต่อผู้จัดการโรงไฟฟ้าและเป็นข้อมูลให้กับแผนกประสิทธิภาพ ในการนำไปดำเนินการรวบรวมสรุปผลต่อไป

ภาพที่ 3.21 ภาพแสดงการรวบรวมข้อมูลก่อนการปรับปรุง ข้อมูลจากหน้างาน ข้อมูลจากการตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรที่ห้อง Control Room

3.5.5 การตัดแยกระบบและปรับตั้งสปริงของชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ ที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติของ ปตท. ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง และระบบเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System)และ Pressure and Leak Testing with official test report with R-Stamp และ Re-Test and Certificate suction Piping N2 Flushing and Blanking of Gas Compressor Long Term Preservation.

ภาพที่ 3.22 ภาพแสดงการตัดแยกระบบและปรับตั้งสปริงของชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ และ Pressure and Leak Testing with official test report with R-Stamp และ Re-Test and Certificate suction Piping N2 Flushing and Blanking of Gas Compressor Long Term Preservation.

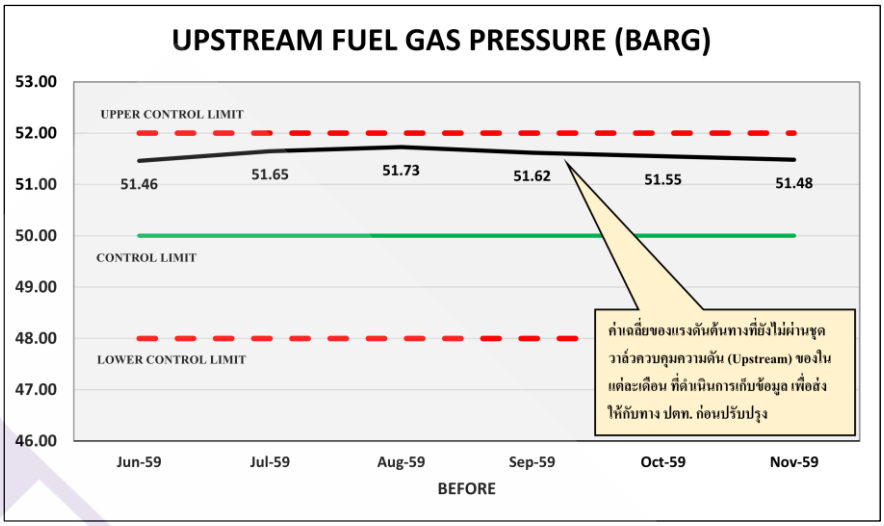
ปรับตั้งสปริงที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ (Downstream) ที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติจาก ปตท. ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ จากเดิมที่แรงดัน 20 Bar(a) ไปที่แรงดัน 30 Bar(a) (ตามที่ผู้ผลิตได้ออกแบบ (SIEMENS SGT-800)) คือ 27-30 Bar(a)) เพื่อให้ค่าความดันดังกล่าวผ่านไปยังห้องเผาไหม้ของเครื่องกังหันก๊าซได้โดยตรง โดยที่ไม่จำเป็นต้องผ่านไปยังระบบของชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) และ Pressure and Leak Testing และ Official test report with R-Stamp และ Re-Test and Certificate suction Piping N2 Flushing and Blanking of Gas Compressor Long Term Preservation.



ภาพที่ 3.23 ภาพแสดงวงจรการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม หลังการปรับปรุง

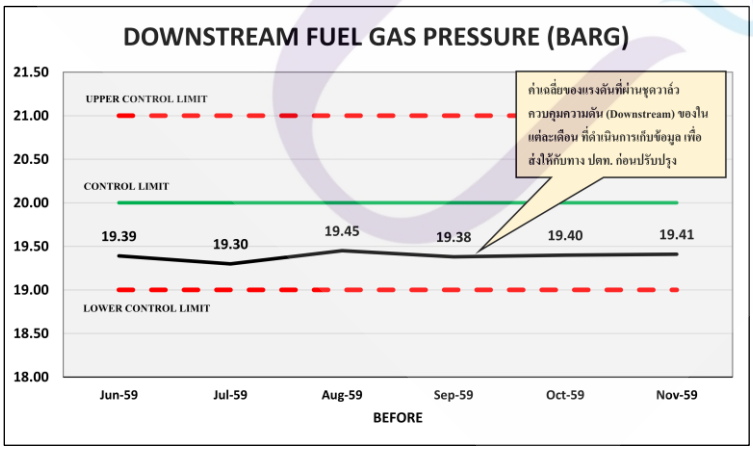
3.5.6 รวบรวมข้อมูลก่อนดำเนินการปรับปรุง ในช่วงเดือน มิ.ย. 2559 – พ.ย. 2559 เพื่อเป็นค่าตั้งต้นสำหรับเปรียบเทียบกับค่าหลังการปรับปรุง โดยใช้เครื่องมือ คือ กราฟ (Graph) ใบตรวจสอบ (Check Sheet) และแผนภูมิควบคุม (Control Chart) ซึ่งจะจำแนกกลุ่มตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลก่อนดำเนินการปรับปรุงทั้ง 5 ส่วน ได้ดังนี้

3.5.6.1 ข้อมูลค่าความดันเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติต้นทาง (Upstream) ก่อนทำการปรับปรุง โดยการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าความดันเฉลี่ยต่อเดือน ในช่วงเดือน มิ.ย. 2559 – พ.ย. 2559 ของการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า ที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติจาก ปตท .ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ ในขณะที่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System)



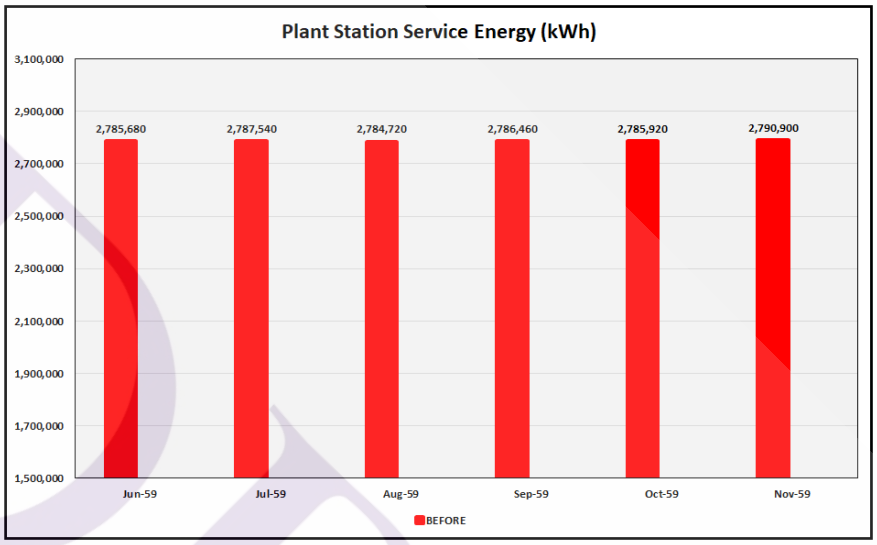
ภาพที่ 3.24 แสดงค่าเฉลี่ยแรงดันขาเข้า (Upstream) ก่อนทำการปรับปรุง

3.5.6.2 ข้อมูลค่าความดันเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ก่อนปรับตั้งค่าแรงดันที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ (Downstream) ก่อนทำการปรับปรุง โดยการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าความดันเฉลี่ยต่อเดือน ในช่วงเดือน มิ.ย. 2559 – พ.ย. 2559 ของการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า ที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติจาก ปตท .ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ ในขณะที่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System)



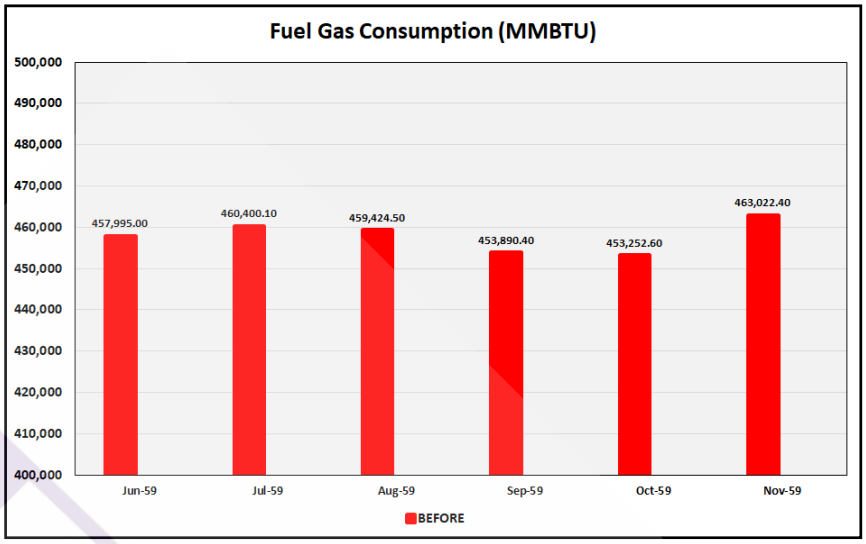
ภาพที่ 3.25 แสดงค่าเฉลี่ยแรงดันขาออกของชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ (Downstream) ก่อนทำการปรับปรุง

3.5.6.3 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า (Plant Station Service Energy (kWh)) ก่อนทำการปรับปรุง โดยการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าเฉลี่ยต่อเดือน ในช่วงเดือน มิ.ย. 2559 – พ.ย. 2559 ของโรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ ในขณะที่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System)



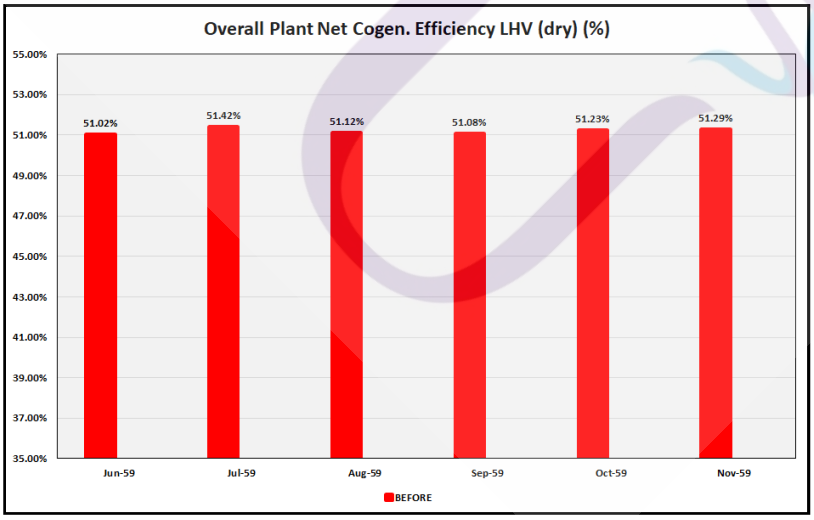
ภาพที่ 3.26 แสดงค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้า ก่อนทำการปรับปรุง

3.5.6.4 ข้อมูลการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า (Fuel Gas Consumption (MMBTU)) ก่อนทำการปรับปรุง โดยการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าเฉลี่ยต่อเดือน ในช่วงเดือน มิ.ย. 2559 – พ.ย. 2559 ของโรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ ในขณะที่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System)



ภาพที่ 3.27 แสดงค่าเฉลี่ยการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ก่อนทำการปรับปรุง

3.5.6.5 ข้อมูลประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน) Cogeneration Overall Efficiency) ของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ก่อนทำการปรับปรุง โดยการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าเฉลี่ยต่อเดือน ในช่วงเดือน มิ.ย. 2559 – พ.ย. 2559 ของการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ในขณะที่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System)



ภาพที่ 3.28 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเดินเครื่องโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ก่อนทำการปรับปรุง

3.6 การสรุปผล

หลังจากดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบเชิงสถิติ ทำให้ทราบว่าค่าความดันเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติขาเข้าต้นทาง (Upstream) และค่าความดันที่ผ่านชุดวาล์วควบคุมความดัน (Downstream) ในช่วง 6 เดือนแรก ก่อนทำการปรับปรุง มีค่าความดันที่คงที่อย่างมีนัยสำคัญ และเป็นค่าความดันที่เหมาะสมที่จะนำไปประกอบการดำเนินงานในโครงการนี้ และในส่วนของข้อมูลหลักๆในการเดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้า อ่างทอง นั้น สามารถสรุปใจความสำคัญ เพื่อดำเนินการตั้งเป็นข้อมูลฐานก่อนดำเนินการปรับปรุงโครงการนี้ได้ โดยที่จะเห็นได้จากข้อมูล ดังนี้ 1.ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม (Plant Station Service Energy (kWh)) เฉลี่ยต่อเดือน ของโรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ ในขณะที่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ก่อนทำการปรับปรุง 2.ข้อมูลการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ (Fuel Gas Consumption (MMBTU)) ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน ของโรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ ในขณะที่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ก่อนทำการปรับปรุง และ 3.ข้อมูลประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน ของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ ในขณะที่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) ก่อนทำการปรับปรุง

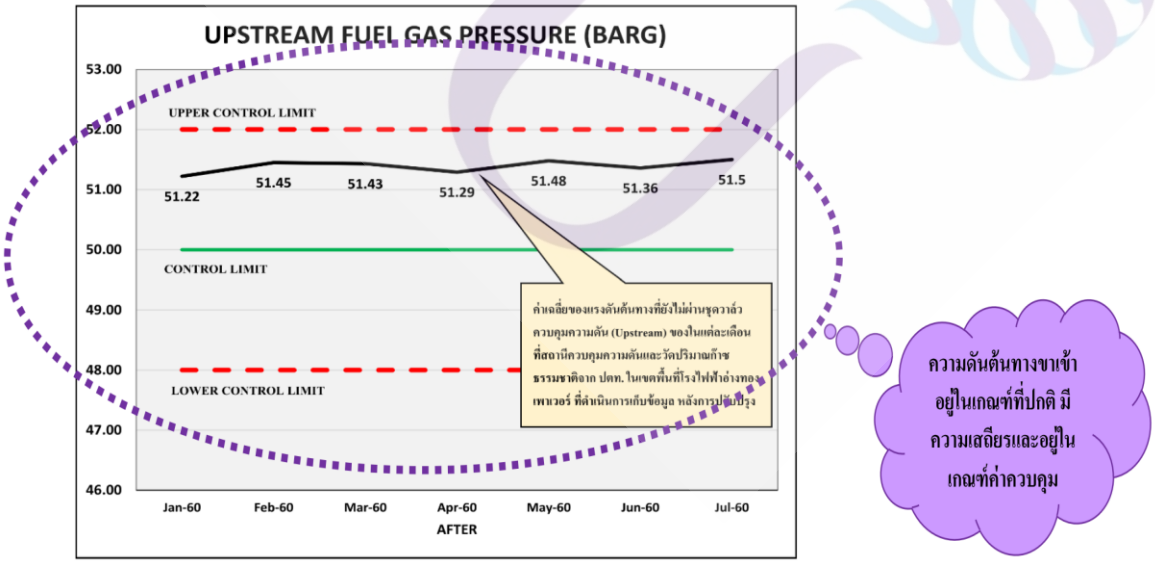
จะเห็นได้ว่าตัวเลขของข้อมูลทั้ง 3 ข้อมูลข้างต้น สามารถนำไปวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังปรับปรุง เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรวมต่อเดือน (kWh) ของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ ได้ ประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ไม่ลดลง และการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ (Fuel Gas Consumption (MMBTU)) ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ของโรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ ต่อเดือนลดลง โดยที่ยังคงผลิตกระแสไฟฟ้าและไอน้ำได้ในอัตราการผลิตเท่าเดิม

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การลดการใช้พลังงานในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม กรณีศึกษา โรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาด้วยระเบียบวิธีการวิจัยดังแสดงไว้ในบทที่ 3 และวิเคราะห์ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการปรับปรุงในช่วงเดือน ม.ค. 2560 – มิ.ย. 2560 ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ในช่วงขณะที่ไม่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลการศึกษาและสรุปผลโดยจำแนกแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้ดังต่อไปนี้

4.1 ข้อมูลค่าความดันเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติต้นทาง (Upstream) หลังทำการปรับปรุง

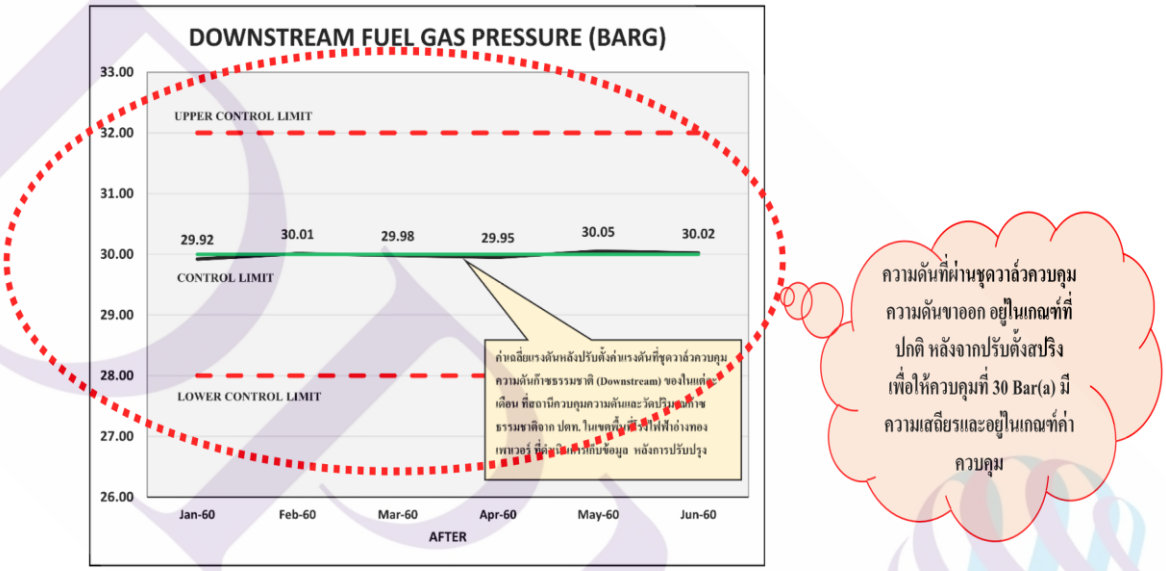
โดยการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าความดันเฉลี่ยต่อเดือน ในช่วงเดือน ม.ค. 2560 - มิ.ย. 2560 ของการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า ที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติจาก ปตท .ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ ในขณะที่ไม่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) สามารถสรุปข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยแรงดันขาเข้า (Upstream) หลังทำการปรับปรุง

4.2 ข้อมูลค่าความดันเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ หลังจากที่ปรับตั้งค่าแรงดันที่ชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ (Downstream) หลังทำการปรับปรุง

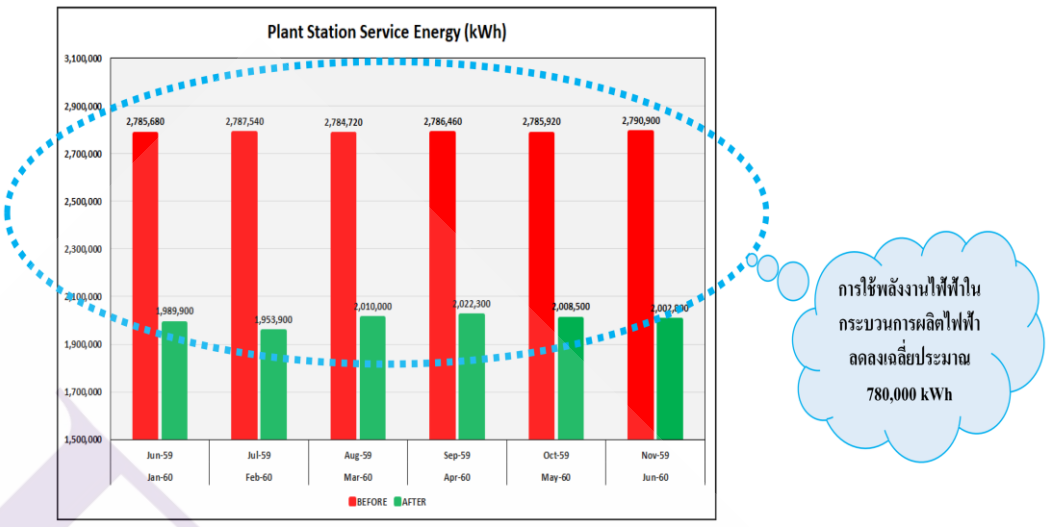
โดยการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าความดันเฉลี่ยต่อเดือน ในช่วงเดือน ม.ค. 2560 – มิ.ย. 2560 ของการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า ที่สถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติจาก ปตท .ในเขตพื้นที่โรงไฟฟ้าอ่างทอง เพาเวอร์ ในขณะที่ไม่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) สามารถสรุปข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยแรงดันขาออกของชุดวาล์วควบคุมความดันก๊าซธรรมชาติ (Downstream) หลังทำการปรับปรุง

4.3 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า (Plant Station Service Energy (kWh)) ก่อน-หลังทำการปรับปรุง

โดยการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าเฉลี่ยต่อเดือน ในช่วงเดือน ม.ค. 2560 – มิ.ย. 2560 ของการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ในขณะที่ไม่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) สามารถสรุปข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.3

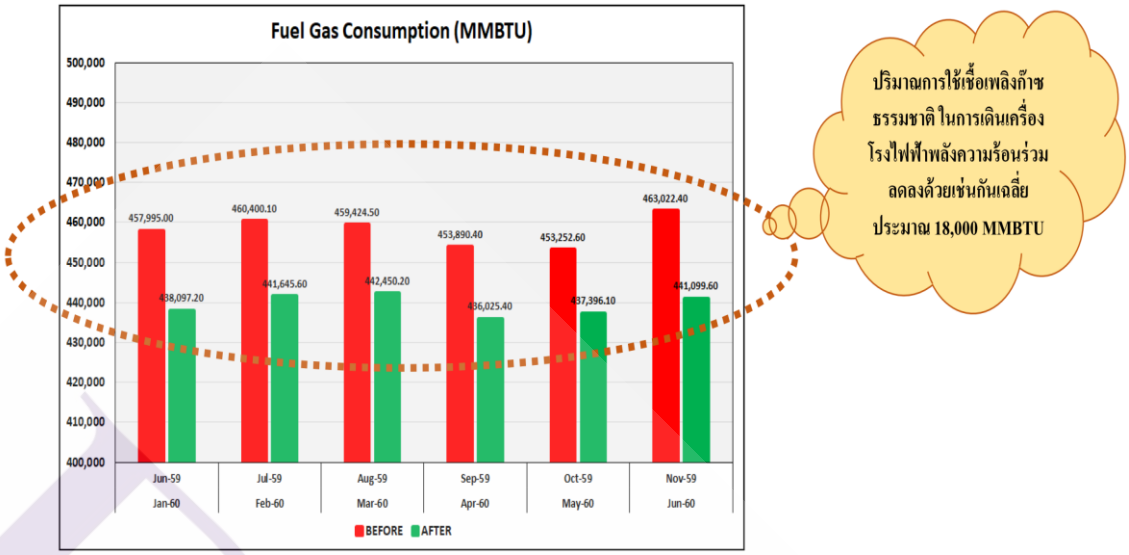


ภาพที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้า ก่อน-หลังทำการปรับปรุง

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม (Plant Station Service Energy (kWh)) หลังทำการปรับปรุง จากการดำเนินโครงการนี้จะทำให้สามารถทราบถึงข้อมูลหลักจาก 2 ข้อมูลของในแต่ละเดือน ในช่วง 6 เดือนแรก และในช่วง 6 เดือนหลัง ก่อนทำการปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุง โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกันในแต่ละเดือน เพื่อนำข้อมูลที่เปรียบเทียบได้นั้น ของในแต่ละเดือนของการดำเนินโครงการ มาหาค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรวมต่อเดือน ในช่วงก่อนทำการปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุง ด้วยวิธีการสำรวจหน้างานจริง ประกอบกับการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดนั้น จากการดำเนินโครงการแล้วจะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรวมต่อเดือน ได้ถึง 788,970 kWh/month หรือ 9,467,640 kWh/year ซึ่งจะสามารถคิดเป็นเงินได้ถึง 22,936,304.664 บาทต่อปี (*Assumption PEA Rate charge ประเภทการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 400 หน่วย (kWh) คิดที่อัตราหน่วยละ 2.4226 บาท) (อ้างอิง ปี พ.ศ. 2559)

4.4 ข้อมูลการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า (Fuel Gas Consumption (MMBTU)) ก่อน-หลังทำการปรับปรุง

โดยการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าเฉลี่ยต่อเดือน ในช่วงเดือน ม.ค. 2560 – มิ.ย. 2560 ของการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ในขณะที่ไม่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System)สามารถสรุปข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.4

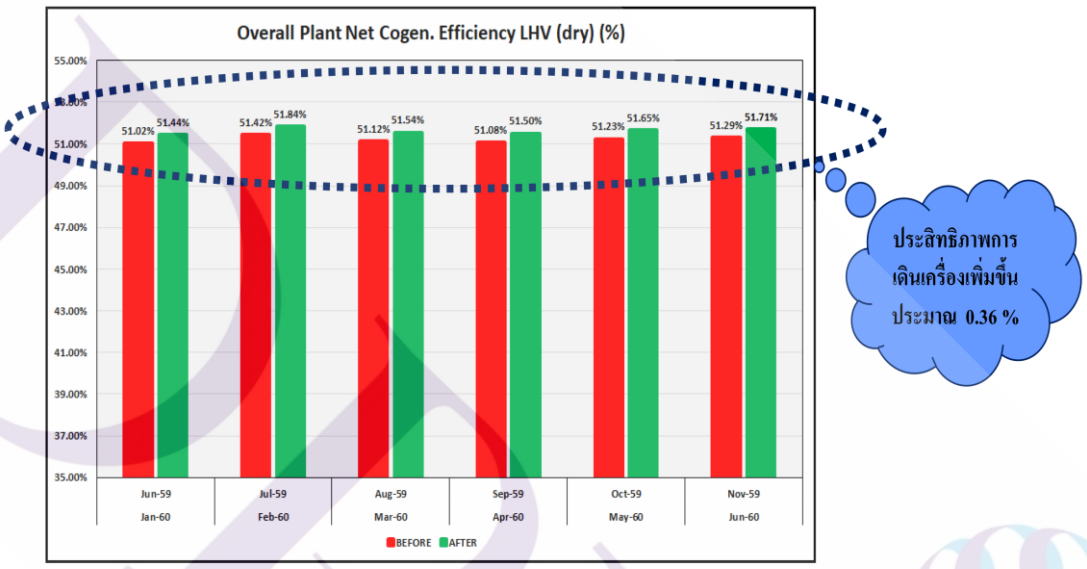


ภาพที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ก่อน-หลังทำการปรับปรุง

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า (Fuel Gas Consumption (MMBTU)) ก่อน-หลังทำการปรับปรุง จากการดำเนินโครงการนี้จะทำให้สามารถทราบถึงข้อมูลหลักจาก 2 ข้อมูลของในแต่ละเดือน ในช่วง 6 เดือนแรก และในช่วง 6 เดือนหลัง ก่อนทำการปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุง โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกันในแต่ละเดือน เพื่อนำข้อมูลที่เปรียบเทียบได้นั้น ของในแต่ละเดือนของการดำเนินโครงการ มาหาค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า เฉลี่ยรวมต่อเดือน ในช่วงก่อนทำการปรับปรุงและหลังทำการปรับปรุง ด้วยวิธีการสำรวจหน้างานจริง ประกอบกับการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดนั้น จากการดำเนินโครงการแล้ว จะทำให้สามารถลดการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า เฉลี่ยรวมต่อเดือน ได้ถึง 18,545.15 MMBTU /month หรือ 222,541.8 MMBTU /year ซึ่งจะสามารถคิดเป็นเงินในการประหยัดการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ได้ถึง 53,410,032 บาทต่อปี (* Assumptions การซื้อขายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ระหว่าง ปตท. กับผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP) Natural Fuel Gas Capacity Rate Charge from PTT price 240 Baht/MMBTU) (อ้างอิง ปี พ.ศ. 2559)

4.5 ข้อมูลประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ก่อน-หลังทำการปรับปรุง

โดยการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าเฉลี่ยต่อเดือน ในช่วงเดือน ม.ค. 2560 – มิ.ย. 2560 ของการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ในขณะที่ไม่เดินเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ (Gas Compressor System) สามารถสรุปข้อมูลได้ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเดินเครื่องโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ก่อน-หลังทำการปรับปรุง

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพโดยรวมของระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม หลังทำการปรับปรุง ดีขึ้นกว่าเดิมเฉลี่ยประมาณ 0.36 %

จากผลการศึกษาและการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงดังกล่าวข้างต้นนั้น ทำให้ทราบถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าลดลงเฉลี่ยประมาณ 780,000 kWh และประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ดีขึ้นกว่าเดิมเฉลี่ยประมาณ 0.36 % รวมถึงปริมาณการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ลดลงด้วยเช่นกันเฉลี่ยประมาณ 18,000 MMBTU และที่

สำคัญยังคงสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าและไอน้ำได้ในอัตราการผลิตเท่าเดิมไม่ลดลงและไม่ส่งผลกระทบต่อการเดินเครื่องกังหันก๊าซโดยรวมอีกด้วยเช่นกัน

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลงานวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การลดการใช้พลังงานในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม กรณีศึกษา โรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ได้ และยังคงสามารถผลิตไฟฟ้าและไอน้ำได้ในอัตราการผลิตเท่าเดิมไม่ลดลงและไม่ส่งผลกระทบต่อการเดินเครื่องกังหันก๊าซโดยรวมด้วยเช่นกัน

จากผลการวิจัยทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังนี้

ผลจากการศึกษาด้านเทคนิคพบว่า การเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมโดยไม่ใช้ชุดเครื่องอัดและเพิ่มความดันก๊าซธรรมชาติ เพื่อลดการใช้พลังงานในการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม กรณีศึกษา โรงไฟฟ้า อ่างทอง เพาเวอร์ สามารถลดการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) จากผลการวิจัยทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 788,970 kWh/เดือน หรือ 9,467,640 kWh/ปี ซึ่งสามารถคิดเป็นเงินประมาณ 22,936,304.664 บาทต่อปี *

5.1.2 สามารถลดการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ได้ประมาณ 18,545.15 MMBTU/เดือน หรือ 222,541.80 MMBTU/ปี ซึ่งสามารถคิดเป็นเงินประมาณ 53,410,032 บาทต่อปี **

5..1.3 ประสิทธิภาพโดยรวมระบบโคเจนเนอเรชัน (Cogeneration Overall Efficiency) ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.36 %

หมายเหตุ. Assumption PEA Rate charge ประเภทการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกว่า 400 หน่วย (kWh) คิดที่อัตราหน่วยละ 2.4226 บาท (อ้างอิง ปี พ.ศ. 2559)

** Assumptions การซื้อขายเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ ระหว่าง ปตท. กับผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (SPP) Natural Fuel Gas Capacity Rate Charge from PTT price 240 Baht/MMBTU (อ้างอิง ปี พ.ศ. 2559)

5.2 ข้อเสนอแนะและข้อกำจัด

5.2.1 การศึกษางานวิจัยนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้กับโรงไฟฟ้าประเภทเชื้อเพลิงชีวมวล (Biomass Power Plant) ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้เศษวัสดุจากเชื้อเพลิงชีวมวล ได้แก่ กากหรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร กากจากผลผลิตทางการเกษตรที่ผ่านการแปรรูปแล้ว เช่น แกลบ ชานอ้อย เศษไม้ กากปาล์ม กากมันสำปะหลัง ซังข้าวโพด กากและกะลามะพร้าว ส่าเหล้า เป็นต้น นำมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า และพลังไอน้ำ ซึ่งอาจเป็นเศษวัสดุชนิดเดียว หรือหลายชนิดรวมกันก็ได้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวข้างต้นนั้น ไม่สามารถนำมาประยุกต์และปรับใช้ได้ เนื่องจากมีวัตถุดิบที่นำมาเข้าสู่กระบวนการผลิตไฟฟ้าที่แตกต่างกัน รวมถึงอัตราค่าความร้อนของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าต่อกิโลวัตต์ (Heat Rate : BTU/kWh) ย่อมแตกต่างกัน เนื่องจากชนิดของเชื้อเพลิงที่นำมาผลิตไฟฟ้าอยู่ในประเภท คุณสมบัติทางเคมี เชื้อเพลิงที่ใช้ถูกจำกัดชนิด จะมีเศษสกปรก หรือเถ้าถ่านไม่ได้ เพราะความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะผสมกับอากาศอัดเข้าสู่เครื่องกังหันก๊าซโดยตรง ประสิทธิภาพของเครื่องเปลี่ยนแปลงไปได้ง่าย เพราะอากาศที่ถูกเครื่องอัดอากาศดูดเข้าไปในวงจรการทำงาน จะมีความชื้น ไอน้ำประปนอยู่รวมทั้งความหนาแน่นและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานไม่คงที่แน่นอน และอื่นๆ อีกมากมายที่ต่างกัน จึงไม่สามารถนำมาปรับใช้ได้

5.2.2 การศึกษางานวิจัยนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้กับโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ (Incinery Power Plant) ใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า โดยขยะส่วนใหญ่เป็นมวลชีวภาพ เช่น กระดาษ เศษอาหาร และไม้ ฯลฯ โรงไฟฟ้าพลังงานขยะมีวิธีการทำงานเหมือนกับโรงไฟฟ้าอื่นๆ โดยจะนำขยะมาเผาบนตะแกรง แล้วนำความร้อนที่เกิดขึ้นมาใช้ต้มน้ำในหม้อน้ำจนกลายเป็นไอน้ำเดือด ซึ่งจะไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งข้อมูลดังกล่าวข้างต้นนั้น ไม่สามารถนำมาประยุกต์และปรับใช้ได้ เนื่องจากมีวัตถุดิบที่นำมาเข้าสู่กระบวนการผลิตไฟฟ้าที่แตกต่างกัน รวมถึงอัตราค่าความร้อนของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าต่อกิโลวัตต์ (Heat Rate : BTU/kWh) ย่อมแตกต่างกัน เนื่องจากชนิดของเชื้อเพลิงที่นำมาผลิตไฟฟ้าอยู่ในประเภท คุณสมบัติทางเคมี เชื้อเพลิงที่ใช้ถูกจำกัดชนิด จะมีเศษสกปรก หรือเถ้าถ่านไม่ได้ เพราะความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะผสมกับอากาศอัดเข้าสู่เครื่องกังหันก๊าซโดยตรง ประสิทธิภาพของเครื่องเปลี่ยนแปลงไปได้ง่าย เพราะอากาศที่ถูกเครื่องอัดอากาศดูดเข้าไปในวงจรการทำงาน จะมีความชื้น ไอน้ำประปนอยู่

รวมทั้งความหนาแน่นและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานไม่คงที่แน่นอน และอื่นๆ อีกมากมายที่ต่างกัน จึงไม่สามารถนำมาปรับใช้ได้

5.2.3 การศึกษางานวิจัยนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้กับโรงไฟฟ้าพลังความร้อน (Thermal Power Plant) เป็นโรง ไฟฟ้าที่ใช้น้ำมันเตา หรือถ่านหิน เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า อาศัยความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงไปต้มน้ำให้เป็นไอน้ำที่มีแรงดันและมี อุณหภูมิสูง เพื่อไปขับดันกังหันไอน้ำ ซึ่งจะมีเพลาต่อเชื่อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จากนั้นไอน้ำจะผ่านไปกลั่นตัวเป็นน้ำที่เครื่องควบแน่น และถูกส่งกลับมารับความร้อนในหม้อน้ำ (Boiler) อีกครั้ง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวข้างต้นนั้น ไม่สามารถนำมาประยุกต์และปรับใช้ได้ เนื่องจากมีวัตถุดิบที่นำมาเข้าสู่กระบวนการผลิตไฟฟ้าที่แตกต่างกัน รวมถึงอัตราค่าความร้อนของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าต่อกิโลวัตต์ (Heat Rate : BTU/kWh) ย่อมแตกต่างกัน เนื่องจากชนิดของเชื้อเพลิงที่นำมาผลิตไฟฟ้าอยู่ในประเภทคุณสมบัติทางเคมี เชื้อเพลิงที่ใช้ถูกจำกัดชนิด จะมีเศษสกปรก หรือเถ้าถ่านไม่ได้ เพราะความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะผสมกับอากาศอัดเข้าสู่เครื่องกังหันก๊าซโดยตรง ประสิทธิภาพของเครื่องเปลี่ยนแปลงไปได้ง่าย เพราะอากาศที่ถูกเครื่องอัดอากาศดูดเข้าไปในวงจรการทำงาน จะมีความชื้น ไอน้ำประปนอยู่รวมทั้งความหนาแน่นและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานไม่คงที่แน่นอน และอื่นๆ อีกมากมายที่ต่างกัน จึงไม่สามารถนำมาปรับใช้ได้

5.2.4 การศึกษางานวิจัยนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้กับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ (Nuclear Power Plant) เป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนประเภทหนึ่ง อาศัยพลังความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการแตกตัวของธาตุยูเรเนียม แล้วนำไปใช้ในกระบวนการผลิตไอน้ำที่ใช้ในการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งข้อมูลดังกล่าวข้างต้นนั้น ไม่สามารถนำมาประยุกต์และปรับใช้ได้ เนื่องจากมีวัตถุดิบที่นำมาเข้าสู่กระบวนการผลิตไฟฟ้าที่แตกต่างกัน รวมถึงอัตราค่าความร้อนของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าต่อกิโลวัตต์ (Heat Rate : BTU/kWh) ย่อมแตกต่างกัน เนื่องจากชนิดของเชื้อเพลิงที่นำมาผลิตไฟฟ้าอยู่ในประเภท คุณสมบัติทางเคมี เชื้อเพลิงที่ใช้ถูกจำกัดชนิด จะมีเศษสกปรก หรือเถ้าถ่านไม่ได้ เพราะความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะผสมกับอากาศอัดเข้าสู่เครื่องกังหันก๊าซโดยตรง ประสิทธิภาพของเครื่องเปลี่ยนแปลงไปได้ง่าย เพราะอากาศที่ถูกเครื่องอัดอากาศดูดเข้าไปในวงจรการทำงาน จะมีความชื้น ไอน้ำประปนอยู่รวมทั้งความหนาแน่นและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานไม่คงที่แน่นอน และอื่นๆ อีกมากมายที่ต่างกัน จึงไม่สามารถนำมาปรับใช้ได้

5.2.5 การศึกษางานวิจัยนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้กับโรงไฟฟ้าประเภทพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) เป็นพลังงานทดแทนที่ได้จากแหล่งที่สามารถหมุนเวียนมาใช้โดยไม่มีวันหมด มักเป็นพลังงานสะอาด และไม่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์

อย่างไรก็ตาม พลังงานหมุนเวียนมีต้นทุนการผลิตสูง และไม่สม่ำเสมอ จึงมีการผลิตไฟฟ้าในปริมาณน้อย

5.2.6 ศึกษาเพิ่มเติมในการปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ในประเด็นของการลด Plant Net Heat Rate ได้อย่างไร เพื่อที่จะสามารถลดการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติได้ดีขึ้นกว่าปัจจุบัน

5.2.7 ศึกษาถึงการติดตั้งระบบ Fuel Gas Heater System เพื่อลดปริมาณ Fuel Gas Mass Flow เพื่อมุ่งเน้นการลด Plant Net Heat Rate ว่ามีข้อดี ข้อเสียอย่างไร

5.2.8 ศึกษาถึงการ Startup and Shutdown During Time of Power Plant ในช่วงของ Peak Period และ Off Peak Period เพื่อมุ่งเน้นการประหยัดการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ

5.2.9 ศึกษาเพิ่มเติมในการปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ผลของการลดอุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศของเครื่องกังหันก๊าซ ระบบ Absorption Chiller System.

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

สาณิฐ อัตถศาสตร. (2553). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำความร้อนทิ้งของแก๊สเทอร์ไบน์มาใช้งาน ในสถานีเพิ่มความดันแก๊สธรรมชาติ*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ชลวิทย์ เผือกผาสุก. (2554). *การจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารแบบบูรณาการ กรณีศึกษาอาคารกรมการกงสุล*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สุรินทร์ จันทสุรียวิช. (2546). *การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ชัชชัย จันทะสีลา. (2549). *ศึกษาการใช้พลังงาน และหาค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า ในอาคารสิรินธร โรงพยาบาลขอนแก่น*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

วัชระ จำปาดิษฐ์. (2550). *การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการพลังงาน ในอาคารโรงแรมโดยวิธีแผนที่พลังงาน*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สุวเดช แก้วช่วย. (2552). *ศึกษาการจัดการใช้พลังงานในอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอถานุเคราะห์ ที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

อัครพันธ์ ธรรมไพศาล (2554). *เกณฑ์การใช้พลังงานในโรงไฟฟ้าประเภทโคเจนเนอเรชั่น โรงงานตัวอย่างสมุทรปราการ*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรเทวินทร์ บุญช่วย (2559). *มาตรการค่าไฟฟ้าช่วงวิกฤติที่เหมาะสมสำหรับการตอบสนองของความต้องการใช้ไฟฟ้าโดยการ พิจารณาต้นทุนการผลิตไฟฟ้าหน่วยสุดท้ายในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุธี เหลืองรัตนเจริญ (2552). *การลดต้นทุนพลังงานในกระบวนการผลิตของโรงงานประเภทการฉีดขึ้นรูป*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PTT DISTRIBUTION SERVICE CENTER (2555). สถานีควบคุมและวัดปริมาตรก๊าซธรรมชาติหรือสถานีก๊าซธรรมชาติ (Metering and Regulation Station; MRS). สืบค้น จาก https://dscng.pttplc.com/(S(sw4d31d4mllfau5gtb3y4tlt))/Knowledge/Knowledge-inside?p=Metering_and_Regulation_Station

ภาษาต่างประเทศ

Yogesh S Pednekar. (2016). *SPR-DI-JE-M-0022_Rev 0_Gas Turbine & Auxiliaries - Instruction Manual.* Siemens Industrial Turbomachinery AB.

Technical Asia Pte Ltd. (2015). *SPR-DI-JE-M-0010_Rev 1_Installation, O&M Instruction Manual for Gas Compressor.* Technical Asia at 19 Tuas View Close Singapore 637483.Invensys Process Systems (S) Pte Ltd. (2015). DCS-Operation and Maintenance Manual. foxboro by schneider electric.

Thai Jurong Engineering Limited (TJEL). (2014). *SPR-10-AAA-PN-M8603_Rev 1_Process Description - Natural Gas System*. Jurong Engineering Limited.

Thai Jurong Engineering Limited (TJEL). (2014). *Heat & Mass Balance Diagram (Sheet 1-8).* Jurong Engineering Limited.

Thai Jurong Engineering Limited (TJEL). (2014). *SPR-10-AAA-PB-M8605_Rev 1_Process Flow Diagram Case-1 (East Gas).* Jurong Engineering Limited.

ภาคผนวก

ข้อมูลการดำเนินงานวิจัย ก่อนการปรับปรุง

ข้อมูลในช่วงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2559 ถึง เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ระยะเวลา 6 เดือน

1. เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559

ATP Performance Statistics

June-2016 Rev.1

	Description		Unit	Plant	GT11	GT12	ST10
	GENERAL						
1.1	Gross Maximun Power Output		MW	116.67	39.82	39.88	36.97
1.2	Net Maximum Power Output		MW	113.71			
1.3	Industrail User Steam Capacity (Peak)		T/Hr				
1.4	Net Plant Load Factor		%	64.61%			
1.5	Net Output Factor (Service Period Only)		%	79.06%			
	OPERATING						
2.1	Gross Electical Energy Generation		MWh	64,247.21	22,707.01	21,400.25	20,139.95
2.2	Gross Elec. Energy + Equiv. Energy Generation		MWh	64,247.21	22,707.01	21,400.25	20,139.95
2.3	Net Elec Energy Generation		MWh	62,296.84			
2.4	Aux. Power Consumption Station Service		MWh	2,785.68			
2.5	Energy Sale to EGAT		MWh	55,157.53			
2.6	Net Elec. Energy Sale to IUs@ Power Plant Meter		MWh	7,440.37			
2.7	Total Imported Energy from PEA		MWh	4.80			
2.8	Export to (Import from) Interco		MWh	201.37			
2.9	Max. Imported Power form PEA (PEA Peak)		MW	0.00			
2.10	PEA Back up Power Contract		MW	17.37			
2.11	Equivalent Operating Hours		hours		657.00	637.00	735.00
2.12	Equivalent Operating Hours acc.		hours		4,996.00	4,923.00	4,577.00
2.13	Equivalent Operationg Cycle, EOC acc.				204.00	216.00	
2.14	Start up Time Number @ Machine Panel		times		15.00	17.00	1.00
	STEAM						
3.1	Gross Steam Production	HP	Tons	64,616.13			
		LP	Tons	10,296.19			
3.2	Process Steam Production to IU@Power Plant Meter	Mass	Tons	0.00			
		Energy	MMBTU	0.00			
3.3	Equivalent Electrical Energy of Item 3.2		MWh	0.00			
	PERFORMANCE INDEX FACTORS						
4.1	Weighted Equivalent Availability Factor		%	99.70%	99.40%	100.00%	99.70%
4.2	Weighted Equivalent Planned Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.3	Weighted Equivalent Maint. Outage Factor		%	0.30%	0.60%	0.00%	0.30%
4.4	Weighted Equivalent Forced Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.5	IUs Availability Factor (Electricity)		%	100.00%			
4.6	IUs Availability Factor (Steam)@Power Plant Meter		%				
4.7	EGAT Availability Factor		%	98.87%			
4.8	PM Plan Achievement		%	65.67%			
	EFFICIENCY						
5.1	Gross Efficiency. (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	52.76%	35.99%	36.47%	28.47%
		acc. HHV (sat)	%	47.54%			
5.2	Net Efficiency (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	51.16%			
		acc. HHV (sat)	%	46.10%			
5.3	Net Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.02%			
5.4	Gross Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	52.76%			
5.5	Gross Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,467.62	9,481.84	9,356.08	
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,177.31			
5.6	Net Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,669.59			
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,401.44			
5.7	SPP Criteria as PPA	PES	%	14.17%			
		Thermal Ratio	%	0.00%			
		MCF	%				
	Consumption						
6.1	PTT Invoice	Volumn(sat)	MMSCF	465.79321			
		Energy(LHVdry)	MMBTU	415,526.61	215,304.24	200,222.37	
		Energy(HHVsat)	MMBTU	457,995.00	235,802.40	222,192.60	
6.2	Water Supply	Raw Water	m3	85,332.00			
		Tap Water	m3	0.00			
	ENVIRONMENT						
7.1	NOx Emission Gas (max) at 7% O2		ppm		53.69	46.96	
7.2	NOx Emission Gas (mean) at 7% O2		ppm		28.84	31.34	

2. เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2559

ATP Performance Statistics

July-2016 Rev.1

	Description		Unit	Plant	GT11	GT12	ST10
	GENERAL						
1.1	Gross Maximun Power Output		MW	116.17	39.65	39.65	36.87
1.2	Net Maximum Power Output		MW	113.27			
1.3	Industrail User Steam Capacity (Peak)		T/Hr				
1.4	Net Plant Load Factor		%	66.46%			
1.5	Net Output Factor (Service Period Only)		%	79.64%			
	OPERATING						
2.1	Gross Electical Energy Generation		MWh	66,071.67	24,163.11	21,061.11	20,847.46
2.2	Gross Elec. Energy + Equiv. Energy Generation		MWh	66,071.67	24,163.11	21,061.11	20,847.46
2.3	Net Elec Energy Generation		MWh	64,093.28			
2.4	Aux. Power Consumption Station Service		MWh	2,787.54			
2.5	Energy Sale to EGAT		MWh	56,476.48			
2.6	Net Elec. Energy Sale to IUs@ Power Plant Meter		MWh	7,673.94			
2.7	Total Imported Energy from PEA		MWh	19.21			
2.8	Export to (Import from) Interco		MWh	-115.95			
2.9	Max. Imported Power form PEA (PEA Peak)		MW	2.40			
2.10	PEA Back up Power Contract		MW	17.37			
2.11	Equivalent Operating Hours		hours		681.00	670.00	729.00
2.12	Equivalent Operating Hours acc.		hours		3,675.00	3,654.00	3,122.00
2.13	Equivalent Operationg Cycle, EOC acc.				176.00	182.00	
2.14	Start up Time Number @ Machine Panel		times		9.00	23.00	3.00
	STEAM						
3.1	Gross Steam Production	HP	Tons	66,721.50			
		LP	Tons	10,569.04			
3.2	Process Steam Production to IU@Power Plant Meter	Mass	Tons	0.00			
		Energy	MMBTU	0.00			
3.3	Equivalent Electrical Energy of Item 3.2		MWh	0.00			
	PERFORMANCE INDEX FACTORS						
4.1	Weighted Equivalent Availability Factor		%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
4.2	Weighted Equivalent Planned Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.3	Weighted Equivalent Maint. Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.4	Weighted Equivalent Forced Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.5	IUs Availability Factor (Electricity)		%	100.00%			
4.6	IUs Availability Factor (Steam)@Power Plant Meter		%				
4.7	EGAT Availability Factor		%	100.00%			
4.8	PM Plan Achievement		%	71.67%			
	EFFICIENCY						
5.1	Gross Efficiency. (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	52.69%	35.93%	36.22%	28.55%
		acc. HHV (sat)	%	47.49%			
5.2	Net Efficiency (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	51.11%			
		acc. HHV (sat)	%	46.07%			
5.3	Net Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.42%			
5.4	Gross Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	52.69%			
5.5	Gross Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,476.07	9,496.01	9,421.71	
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,185.33			
5.6	Net Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,675.97			
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,407.13			
5.7	SPP Criteria as PPA	PES	%	14.06%			
		Thermal Ratio	%	0.00%			
		MCF	%				
	Consumption						
6.1	PTT Invoice	Volumn(sat)	MMSCF	481.33919			
		Energy(LHVdry)	MMBTU	427,884.76	229,453.20	198,431.56	
		Energy(HHVsat)	MMBTU	460,400.10	240,236.18	220,163.92	
6.2	Water Supply	Raw Water	m3	95,047.00			
		Tap Water	m3	0.00			
	ENVIRONMENT						
7.1	NOx Emission Gas (max) at 7% O2		ppm		51.96	51.42	
7.2	NOx Emission Gas (mean) at 7% O2		ppm		29.78	29.60	

3. เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559

ATP Performance Statistics

August-2016 Rev.1

	Description		Unit	Plant	GT11	GT12	ST10
	GENERAL						
1.1	Gross Maximun Power Output		MW	116.80	39.96	39.95	36.89
1.2	Net Maximum Power Output		MW	114.21			
1.3	Industrail User Steam Capacity (Peak)		T/Hr	0.00			
1.4	Net Plant Load Factor		%	66.63%			
1.5	Net Output Factor (Service Period Only)		%	79.07%			
	OPERATING						
2.1	Gross Electical Energy Generation		MWh	66,152.37	24,555.77	20,633.40	20,963.21
2.2	Gross Elec. Energy + Equiv. Energy Generation		MWh	66,152.37	24,555.77	20,633.40	20,963.21
2.3	Net Elec Energy Generation		MWh	64,093.28			
2.4	Aux. Power Consumption Station Service		MWh	2,784.72			
2.5	Energy Sale to EGAT		MWh	56,960.71			
2.6	Net Elec. Energy Sale to IUs@ Power Plant Meter		MWh	8,427.06			
2.7	Total Imported Energy from PEA		MWh	0.00			
2.8	Export to (Import from) Interco		MWh	-1,356.64			
2.9	Max. Imported Power form PEA (PEA Peak)		MW	0.00			
2.10	PEA Back up Power Contract		MW	17.37			
2.11	Equivalent Operating Hours		hours		692.00	642.00	744.00
2.12	Equivalent Operating Hours acc.		hours		5,688.00	5,565.00	5,320.00
2.13	Equivalent Operationg Cycle, EOC acc.				218.00	234.00	
2.14	Start up Time Number @ Machine Panel		times		13.00	19.00	0.00
	STEAM						
3.1	Gross Steam Production	HP	Tons	67,227.00			
		LP	Tons	10,546.52			
3.2	Process Steam Production to IU@Power Plant Meter	Mass	Tons	0.00			
		Energy	MMBTU	0.00			
3.3	Equivalent Electrical Energy of Item 3.2		MWh	0.00			
	PERFORMANCE INDEX FACTORS						
4.1	Weighted Equivalent Availability Factor		%	98.26%	98.14%	98.57%	98.05%
4.2	Weighted Equivalent Planned Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.3	Weighted Equivalent Maint. Outage Factor		%	1.41%	1.36%	1.27%	1.62%
4.4	Weighted Equivalent Forced Outage Factor		%	0.33%	0.50%	0.17%	0.32%
4.5	IUs Availability Factor (Electricity)		%	100.00%			
4.6	IUs Availability Factor (Steam)@Power Plant Meter		%	100.00%			
4.7	EGAT Availability Factor		%	99.86%			
4.8	PM Plan Achievement		%	32.14%			
	EFFICIENCY						
5.1	Gross Efficiency. (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	52.47%	35.81%	35.88%	28.34%
		acc. HHV (sat)	%	47.30%			
5.2	Net Efficiency (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	50.96%			
		acc. HHV (sat)	%	45.95%			
5.3	Net Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.12%			
5.4	Gross Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	52.47%			
5.5	Gross Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,503.22	9,529.68	9,508.61	
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,213.17			
5.6	Net Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,695.48			
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,426.42			
5.7	SPP Criteria as PPA	PES	%	13.70%			
		Thermal Ratio	%	0.00%			
		MCF	%				
	Consumption						
6.1	PTT Invoice	Volumn(sat)	MMSCF	481.04330			
		Energy(LHVdry)	MMBTU	430,203.46	234,008.47	196,194.99	
		Energy(HHVsat)	MMBTU	459,424.50	239,260.58	220,163.92	
6.2	Water Supply	Raw Water	m3	53,007.00			
		Tap Water	m3	0.00			
	ENVIRONMENT						
7.1	NOx Emission Gas (max) at 7% O2		ppm		50.16	50.47	
7.2	NOx Emission Gas (mean) at 7% O2		ppm		30.98	30.94	

4. เดือนกันยายน พ.ศ. 2559

ATP Performance Statistics

September-2016 Rev.1

	Description		Unit	Plant	GT11	GT12	ST10
	GENERAL						
1.1	Gross Maximun Power Output		MW	116.47	39.75	39.76	36.96
1.2	Net Maximum Power Output		MW	113.53			
1.3	Industrail User Steam Capacity (Peak)		T/Hr	0.00			
1.4	Net Plant Load Factor		%	67.21%			
1.5	Net Output Factor (Service Period Only)		%	79.81%			
	OPERATING						
2.1	Gross Electical Energy Generation		MWh	64,647.12	23,277.91	20,987.76	20,381.44
2.2	Gross Elec. Energy + Equiv. Energy Generation		MWh	64,647.12	23,277.91	20,987.76	20,381.44
2.3	Net Elec Energy Generation		MWh	62,721.70			
2.4	Aux. Power Consumption Station Service		MWh	2,786.46			
2.5	Energy Sale to EGAT		MWh	55,209.76			
2.6	Net Elec. Energy Sale to IUs@ Power Plant Meter		MWh	7,219.12			
2.7	Total Imported Energy from PEA		MWh	0.00			
2.8	Export to (Import from) Interco		MWh	201.88			
2.9	Max. Imported Power form PEA (PEA Peak)		MW	0.00			
2.10	PEA Back up Power Contract		MW	17.37			
2.11	Equivalent Operating Hours		hours		664.00	632.00	720.00
2.12	Equivalent Operating Hours acc.		hours		4,339.00	4,286.00	3,842.00
2.13	Equivalent Operationg Cycle, EOC acc.				189.00	199.00	
2.14	Start up Time Number @ Machine Panel		times		13.00	17.00	1.00
	STEAM						
3.1	Gross Steam Production	HP	Tons	65,217.40			
		LP	Tons	10,318.33			
3.2	Process Steam Production to IU@Power Plant Meter	Mass	Tons	0.00			
		Energy	MMBTU	0.00			
3.3	Equivalent Electrical Energy of Item 3.2		MWh	0.00			
	PERFORMANCE INDEX FACTORS						
4.1	Weighted Equivalent Availability Factor		%	99.95%	99.91%	99.99%	99.95%
4.2	Weighted Equivalent Planned Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.3	Weighted Equivalent Maint. Outage Factor		%	0.03%	0.09%	0.00%	0.00%
4.4	Weighted Equivalent Forced Outage Factor		%	0.02%	0.00%	0.01%	0.05%
4.5	IUs Availability Factor (Electricity)		%	100.00%			
4.6	IUs Availability Factor (Steam)@Power Plant Meter		%	100.00%			
4.7	EGAT Availability Factor		%	99.98%			
4.8	PM Plan Achievement		%	57.14%			
	EFFICIENCY						
5.1	Gross Efficiency. (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	52.70%	35.92%	36.27%	28.77%
		acc. HHV (sat)	%	47.51%			
5.2	Net Efficiency (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	51.13%			
		acc. HHV (sat)	%	46.09%			
5.3	Net Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.08%			
5.4	Gross Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	52.70%			
5.5	Gross Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,474.89	9,499.48	9,408.10	
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,182.33			
5.6	Net Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,673.66			
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,402.81			
5.7	SPP Criteria as PPA	PES	%	14.08%			
		Thermal Ratio	%	0.00%			
		MCF	%				
	Consumption						
6.1	PTT Invoice	Volumn(sat)	MMSCF	471.86803			
		Energy(LHVdry)	MMBTU	418,583.06	221,128.07	197,454.99	
		Energy(HHVsat)	MMBTU	453,890.40	233,726.48	220,163.92	
6.2	Water Supply	Raw Water	m3	87,581.00			
		Tap Water	m3	0.00			
	ENVIRONMENT						
7.1	NOx Emission Gas (max) at 7% O2		ppm		47.02	45.70	
7.2	NOx Emission Gas (mean) at 7% O2		ppm		30.10	31.17	

5. เดือนตุลาคม พ.ศ. 2559

ATP Performance Statistics

October-2016 Rev.1

	Description		Unit	Plant	GT11	GT12	ST10
	GENERAL						
1.1	Gross Maximun Power Output		MW	96.51	31.58	31.56	33.37
1.2	Net Maximum Power Output		MW	93.90			
1.3	Industrail User Steam Capacity (Peak)		T/Hr	0.00			
1.4	Net Plant Load Factor		%	59.43%			
1.5	Net Output Factor (Service Period Only)		%	69.99%			
	OPERATING						
2.1	Gross Electical Energy Generation		MWh	59,370.39	20,156.68	19,484.84	19,728.87
2.2	Gross Elec. Energy + Equiv. Energy Generation		MWh	59,370.39	20,156.68	19,484.84	19,728.87
2.3	Net Elec Energy Generation		MWh	57,313.72			
2.4	Aux. Power Consumption Station Service		MWh	2,785.92			
2.5	Energy Sale to EGAT		MWh	57,313.72			
2.6	Net Elec. Energy Sale to IUs@ Power Plant Meter		MWh	4,755.69			
2.7	Total Imported Energy from PEA		MWh	10.80			
2.8	Export to (Import from) Interco		MWh	-4,566.22			
2.9	Max. Imported Power form PEA (PEA Peak)		MW	1.68			
2.10	PEA Back up Power Contract		MW	17.37			
2.11	Equivalent Operating Hours		hours		673.00	731.00	731.00
2.12	Equivalent Operating Hours acc.		hours		2,364.00	2,368.00	1,673.00
2.13	Equivalent Operationg Cycle, EOC acc.				149.00	174.00	
2.14	Start up Time Number @ Machine Panel		times		14.00	20.00	2.00
	STEAM						
3.1	Gross Steam Production	HP	Tons	63,409.22			
		LP	Tons	9,411.56			
3.2	Process Steam Production to IU@Power Plant Meter	Mass	Tons	0.00			
		Energy	MMBTU	0.00			
3.3	Equivalent Electrical Energy of Item 3.2		MWh	0.00			
	PERFORMANCE INDEX FACTORS						
4.1	Weighted Equivalent Availability Factor		%	99.49%	100.00%	98.73%	99.76%
4.2	Weighted Equivalent Planned Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.3	Weighted Equivalent Maint. Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.4	Weighted Equivalent Forced Outage Factor		%	0.51%	0.00%	1.27%	0.24%
4.5	IUs Availability Factor (Electricity)		%	100.00%			
4.6	IUs Availability Factor (Steam)@Power Plant Meter		%	100.00%			
4.7	EGAT Availability Factor		%	100.00%			
4.8	PM Plan Achievement		%	0.00%			
	EFFICIENCY						
5.1	Gross Efficiency. (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	51.34%	34.14%	34.42%	28.58%
		acc. HHV (sat)	%	46.30%			
5.2	Net Efficiency (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	49.56%			
		acc. HHV (sat)	%	44.70%			
5.3	Net Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.23%			
5.4	Gross Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.34%			
5.5	Gross Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,646.71	9,993.45	9,914.52	
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,369.45			
5.6	Net Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,885.22			
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,633.90			
5.7	SPP Criteria as PPA	PES	%	11.80%			
		Thermal Ratio	%	0.00%			
		MCF	%				
	Consumption						
6.1	PTT Invoice	Volumn(sat)	MMSCF	446.43516			
		Energy(LHVdry)	MMBTU	394,617.55	201,434.79	193,182.76	
		Energy(HHVsat)	MMBTU	453,252.60	233,088.68	220,163.92	
6.2	Water Supply	Raw Water	m3	62,742.00			
		Tap Water	m3	0.00			
	ENVIRONMENT						
7.1	NOx Emission Gas (max) at 7% O2		ppm		59.69	55.40	
7.2	NOx Emission Gas (mean) at 7% O2		ppm		32.63	32.44	

6. เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559

ATP Performance Statistics

November-2016 Rev.1

	Description		Unit	Plant	GT11	GT12	ST10
	GENERAL						
1.1	Gross Maximun Power Output		MW	94.96	30.95	30.93	33.09
1.2	Net Maximum Power Output		MW	92.24			
1.3	Industrail User Steam Capacity (Peak)		T/Hr	0.00			
1.4	Net Plant Load Factor		%	55.45%			
1.5	Net Output Factor (Service Period Only)		%	69.31%			
	OPERATING						
2.1	Gross Electical Energy Generation		MWh	49,966.12	16,021.58	17,551.24	16,393.30
2.2	Gross Elec. Energy + Equiv. Energy Generation		MWh	49,966.12	16,021.58	17,551.24	16,393.30
2.3	Net Elec Energy Generation		MWh	48,299.40			
2.4	Aux. Power Consumption Station Service		MWh	2,790.90			
2.5	Energy Sale to EGAT		MWh	48,299.40			
2.6	Net Elec. Energy Sale to IUs@ Power Plant Meter		MWh	4,713.64			
2.7	Total Imported Energy from PEA		MWh	26.40			
2.8	Export to (Import from) Interco		MWh	-4,687.29			
2.9	Max. Imported Power form PEA (PEA Peak)		MW	3.12			
2.10	PEA Back up Power Contract		MW	17.37			
2.11	Equivalent Operating Hours		hours		560.00	618.00	651.00
2.12	Equivalent Operating Hours acc.		hours		1,691.00	1,637.00	942.00
2.13	Equivalent Operationg Cycle, EOC acc.				135.00	119.00	
2.14	Start up Time Number @ Machine Panel		times		17.00	14.00	2.00
	STEAM						
3.1	Gross Steam Production	HP	Tons	52,785.84			
		LP	Tons	7,815.15			
3.2	Process Steam Production to IU@Power Plant Meter	Mass	Tons	0.00			
		Energy	MMBTU	0.00			
3.3	Equivalent Electrical Energy of Item 3.2		MWh	0.00			
	PERFORMANCE INDEX FACTORS						
4.1	Weighted Equivalent Availability Factor		%	99.56%	99.88%	99.10%	99.70%
4.2	Weighted Equivalent Planned Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.3	Weighted Equivalent Maint. Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.4	Weighted Equivalent Forced Outage Factor		%	0.44%	0.12%	0.90%	0.30%
4.5	IUs Availability Factor (Electricity)		%	100.00%			
4.6	IUs Availability Factor (Steam)@Power Plant Meter		%	100.00%			
4.7	EGAT Availability Factor		%	100.00%			
4.8	PM Plan Achievement		%	0.00%			
	EFFICIENCY						
5.1	Gross Efficiency. (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	51.31%	34.22%	34.72%	28.53%
		acc. HHV (sat)	%	46.28%			
5.2	Net Efficiency (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	49.60%			
		acc. HHV (sat)	%	44.74%			
5.3	Net Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.29%			
5.4	Gross Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.31%			
5.5	Gross Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,649.83	9,971.27	9,828.98	
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,372.11			
5.6	Net Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,879.31			
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,626.51			
5.7	SPP Criteria as PPA	PES	%	11.76%			
		Thermal Ratio	%	0.00%			
		MCF	%				
	Consumption						
6.1	PTT Invoice	Volumn(sat)	MMSCF	481.33919			
		Energy(LHVdry)	MMBTU	427,884.76	229,453.20	198,431.56	
		Energy(HHVsat)	MMBTU	463,022.40	242,858.48	220,163.92	
6.2	Water Supply	Raw Water	m3	62,742.00			
		Tap Water	m3	0.00			
	ENVIRONMENT						
7.1	NOx Emission Gas (max) at 7% O2		ppm		59.69	55.40	
7.2	NOx Emission Gas (mean) at 7% O2		ppm		32.63	32.44	

ข้อมูลการดำเนินงานวิจัย หลังการปรับปรุง

ข้อมูลในช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2560 ระยะเวลา 6 เดือน

1. เดือนมกราคม พ.ศ. 2560

ATP Performance Statistics

January-2017 Rev.1

	Description		Unit	Plant	GT11	GT12	ST10
	GENERAL						
1.1	Gross Maximun Power Output		MW	116.28	39.65	39.58	37.05
1.2	Net Maximum Power Output		MW	113.76			
1.3	Industrail User Steam Capacity (Peak)		T/Hr	0.00			
1.4	Net Plant Load Factor		%	59.31%			
1.5	Net Output Factor (Service Period Only)		%	77.42%			
	OPERATING						
2.1	Gross Electical Energy Generation		MWh	58,805.23	18,008.65	21,981.85	18,814.74
2.2	Gross Elec. Energy + Equiv. Energy Generation		MWh	58,805.23	18,008.65	21,981.85	18,814.74
2.3	Net Elec Energy Generation		MWh	57,170.34			
2.4	Aux. Power Consumption Station Service		MWh	1,989.90			
2.5	Energy Sale to EGAT		MWh	53,615.29			
2.6	Net Elec. Energy Sale to IUs@ Power Plant Meter		MWh	2,416.01			
2.7	Total Imported Energy from PEA		MWh	1.20			
2.8	Export to (Import from) Interco		MWh	1,171.00			
2.9	Max. Imported Power form PEA (PEA Peak)		MW	0.00			
2.10	PEA Back up Power Contract		MW	17.37			
2.11	Equivalent Operating Hours		hours		637.00	673.00	736.00
2.12	Equivalent Operating Hours acc.		hours		5,567.00	5,319.00	5,381.00
2.13	Equivalent Operationg Cycle, EOC acc.				202.00	208.00	
2.14	Start up Time Number @ Machine Panel		times		22.00	9.00	2.00
	STEAM						
3.1	Gross Steam Production	HP	Tons	60,183.53			
		LP	Tons	9,469.84			
3.2	Process Steam Production to IU@Power Plant Meter	Mass	Tons	0.00			
		Energy	MMBTU	0.00			
3.3	Equivalent Electrical Energy of Item 3.2		MWh	0.00			
	PERFORMANCE INDEX FACTORS						
4.1	Weighted Equivalent Availability Factor		%	97.56%	99.87%	93.29%	99.79%
4.2	Weighted Equivalent Planned Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.3	Weighted Equivalent Maint. Outage Factor		%	2.31%	0.00%	6.67%	0.00%
4.4	Weighted Equivalent Forced Outage Factor		%	0.12%	0.13%	0.04%	0.21%
4.5	IUs Availability Factor (Electricity)		%	100.00%			
4.6	IUs Availability Factor (Steam)@Power Plant Meter		%				
4.7	EGAT Availability Factor		%	99.22%			
4.8	PM Plan Achievement		%	100.00%			
	EFFICIENCY						
5.1	Gross Efficiency. (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	52.38%	35.17%	35.99%	28.55%
		acc. HHV (sat)	%	47.21%			
5.2	Net Efficiency (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	50.92%			
		acc. HHV (sat)	%	45.90%			
5.3	Net Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.44%			
5.4	Gross Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	52.38%			
5.5	Gross Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,514.80	9,701.73	9,480.05	
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,227.49			
5.6	Net Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,701.10			
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,434.17			
5.7	SPP Criteria as PPA	PES	%	13.55%			
		Thermal Ratio	%	0.00%			
		MCF	%				
	Consumption						
6.1	PTT Invoice	Volumn(sat)	MMSCF	436.79809			
		Energy(LHVdry)	MMBTU	383,104.10	174,715.00	208,389.11	
		Energy(HHVsat)	MMBTU	438,097.20	206,911.25	231,185.95	
6.2	Water Supply	Raw Water	m3	89,790.50			
		Tap Water	m3	0.00			
	ENVIRONMENT						
7.1	NOx Emission Gas (max) at 7% O2		ppm		32.71	41.01	
7.2	NOx Emission Gas (mean) at 7% O2		ppm		14.90	25.36	

2. เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560

ATP Performance Statistics

February-2017 Rev.1

	Description		Unit	Plant	GT11	GT12	ST10
	GENERAL						
1.1	Gross Maximun Power Output		MW	115.58	39.33	39.30	36.95
1.2	Net Maximum Power Output		MW	113.17			
1.3	Industrail User Steam Capacity (Peak)		T/Hr	0.00			
1.4	Net Plant Load Factor		%	61.81%			
1.5	Net Output Factor (Service Period Only)		%	78.21%			
	OPERATING						
2.1	Gross Electical Energy Generation		MWh	59,255.90	18,583.82	21,834.83	18,837.26
2.2	Gross Elec. Energy + Equiv. Energy Generation		MWh	59,255.90	18,583.82	21,834.83	18,837.26
2.3	Net Elec Energy Generation		MWh	57,659.05			
2.4	Aux. Power Consumption Station Service		MWh	1,953.90			
2.5	Energy Sale to EGAT		MWh	52,478.91			
2.6	Net Elec. Energy Sale to IUs@ Power Plant Meter		MWh	2,600.47			
2.7	Total Imported Energy from PEA		MWh	1.20			
2.8	Export to (Import from) Interco		MWh	2,528.03			
2.9	Max. Imported Power form PEA (PEA Peak)		MW	0.00			
2.10	PEA Back up Power Contract		MW	17.37			
2.11	Equivalent Operating Hours		hours		591.00	629.00	710.00
2.12	Equivalent Operating Hours acc.		hours		4,930.00	4,646.00	4,645.00
2.13	Equivalent Operationg Cycle, EOC acc.				173.00	190.00	
2.14	Start up Time Number @ Machine Panel		times		18.00	13.00	1.00
	STEAM						
3.1	Gross Steam Production	HP	Tons	60,102.06			
		LP	Tons	9,498.19			
3.2	Process Steam Production to IU@Power Plant Meter	Mass	Tons	0.00			
		Energy	MMBTU	0.00			
3.3	Equivalent Electrical Energy of Item 3.2		MWh	0.00			
	PERFORMANCE INDEX FACTORS						
4.1	Weighted Equivalent Availability Factor		%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
4.2	Weighted Equivalent Planned Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.3	Weighted Equivalent Maint. Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.4	Weighted Equivalent Forced Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.5	IUs Availability Factor (Electricity)		%	100.00%			
4.6	IUs Availability Factor (Steam)@Power Plant Meter		%				
4.7	EGAT Availability Factor		%	98.70%			
4.8	PM Plan Achievement		%	50.00%			
	EFFICIENCY						
5.1	Gross Efficiency. (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	52.50%	35.45%	36.12%	28.62%
		acc. HHV (sat)	%	47.36%			
5.2	Net Efficiency (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	51.08%			
		acc. HHV (sat)	%	46.08%			
5.3	Net Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.84%			
5.4	Gross Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	52.50%			
5.5	Gross Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,499.75	9,625.10	9,447.18	
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,204.65			
5.6	Net Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,679.76			
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,404.18			
5.7	SPP Criteria as PPA	PES	%	13.75%			
		Thermal Ratio	%	0.00%			
		MCF	%				
	Consumption						
6.1	PTT Invoice	Volumn(sat)	MMSCF	435.98357			
		Energy(LHVdry)	MMBTU	385,148.59	178,871.15	206,277.44	
		Energy(HHVsat)	MMBTU	441,645.60	212,997.35	228,648.25	
6.2	Water Supply	Raw Water	m3	88,472.00			
		Tap Water	m3	0.00			
	ENVIRONMENT						
7.1	NOx Emission Gas (max) at 7% O2		ppm		36.09	37.08	
7.2	NOx Emission Gas (mean) at 7% O2		ppm		18.89	24.64	

3. เดือนมีนาคม พ.ศ. 2560

ATP Performance Statistics

March-2017 Rev.1

	Description		Unit	Plant	GT11	GT12	ST10
	GENERAL						
1.1	Gross Maximun Power Output		MW	115.77	39.41	39.35	37.01
1.2	Net Maximum Power Output		MW	113.34			
1.3	Industrail User Steam Capacity (Peak)		T/Hr	18.76			
1.4	Net Plant Load Factor		%	57.77%			
1.5	Net Output Factor (Service Period Only)		%	72.38%			
	OPERATING						
2.1	Gross Electical Energy Generation		MWh	57,319.38	21,477.01	17,177.42	18,664.95
2.2	Gross Elec. Energy + Equiv. Energy Generation		MWh	57,319.38	21,477.01	17,177.42	18,664.95
2.3	Net Elec Energy Generation		MWh	55,689.11			
2.4	Aux. Power Consumption Station Service		MWh	2,010.00			
2.5	Energy Sale to EGAT		MWh	54,130.64			
2.6	Net Elec. Energy Sale to IUs@ Power Plant Meter		MWh	2,783.48			
2.7	Total Imported Energy from PEA		MWh	3.60			
2.8	Export to (Import from) Interco		MWh	-1,230.30			
2.9	Max. Imported Power form PEA (PEA Peak)		MW	2.52			
2.10	PEA Back up Power Contract		MW	17.37			
2.11	Equivalent Operating Hours		hours		662.00	615.00	724.00
2.12	Equivalent Operating Hours acc.		hours		4,339.00	4,017.00	3,935.00
2.13	Equivalent Operationg Cycle, EOC acc.				154.00	178.00	
2.14	Start up Time Number @ Machine Panel		times		12.00	22.00	8.00
	STEAM						
3.1	Gross Steam Production	HP	Tons	60,229.22			
		LP	Tons	8,796.61			
3.2	Process Steam Production to IU@Power Plant Meter	Mass	Tons	0.00			
		Energy	MMBTU	0.00			
3.3	Equivalent Electrical Energy of Item 3.2		MWh	0.00			
	PERFORMANCE INDEX FACTORS						
4.1	Weighted Equivalent Availability Factor		%	99.74%	100.00%	100.00%	99.16%
4.2	Weighted Equivalent Planned Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.3	Weighted Equivalent Maint. Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.4	Weighted Equivalent Forced Outage Factor		%	0.26%	0.00%	0.00%	0.84%
4.5	IUs Availability Factor (Electricity)		%	100.00%			
4.6	IUs Availability Factor (Steam)@Power Plant Meter		%				
4.7	EGAT Availability Factor		%	97.86%			
4.8	PM Plan Achievement		%	83.33%			
	EFFICIENCY						
5.1	Gross Efficiency. (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	51.74%	34.92%	34.85%	28.47%
		acc. HHV (sat)	%	46.67%			
5.2	Net Efficiency (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	50.26%			
		acc. HHV (sat)	%	45.34%			
5.3	Net Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.54%			
5.4	Gross Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.74%			
5.5	Gross Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,595.37	9,771.76	9,790.43	
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,311.87			
5.6	Net Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,788.45			
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,525.92			
5.7	SPP Criteria as PPA	PES	%	12.48%			
		Thermal Ratio	%	0.00%			
		MCF	%				
	Consumption						
6.1	PTT Invoice	Volumn(sat)	MMSCF	427.87490			
		Energy(LHVdry)	MMBTU	378,042.56	209,868.27	168,174.29	
		Energy(HHVsat)	MMBTU	442,450.20	232,667.75	209,782.45	
6.2	Water Supply	Raw Water	m3	94,854.00			
		Tap Water	m3	0.00			
	ENVIRONMENT						
7.1	NOx Emission Gas (max) at 7% O2		ppm		49.80	48.05	
7.2	NOx Emission Gas (mean) at 7% O2		ppm		25.32	22.30	

4. เดือนเมษายน พ.ศ. 2560

ATP Performance Statistics							
April-2017							Rev.1
	Description		**Unit**	**Plant**	**GT11**	**GT12**	**ST10**
	GENERAL						
1.1	Gross Maximun Power Output		MW	115.60	39.35	39.29	36.96
1.2	Net Maximum Power Output		MW	113.04			
1.3	Industrail User Steam Capacity (Peak)		T/Hr	0.00			
1.4	Net Plant Load Factor		%	60.86%			
1.5	Net Output Factor (Service Period Only)		%	73.85%			
	OPERATING						
2.1	Gross Electical Energy Generation		MWh	60,314.75	25,486.34	15,127.33	19,701.08
2.2	Gross Elec. Energy + Equiv. Energy Generation		MWh	60,314.75	25,486.34	15,127.33	19,701.08
2.3	Net Elec Energy Generation		MWh	58,660.46			
2.4	Aux. Power Consumption Station Service		MWh	2,022.30			
2.5	Energy Sale to EGAT		MWh	55,953.41			
2.6	Net Elec. Energy Sale to IUs@ Power Plant Meter		MWh	2,633.23			
2.7	Total Imported Energy from PEA		MWh	0.00			
2.8	Export to (Import from) Interco		MWh	63.98			
2.9	Max. Imported Power form PEA (PEA Peak)		MW	0.00			
2.10	PEA Back up Power Contract		MW	17.37			
2.11	Equivalent Operating Hours		hours		713.00	581.00	744.00
2.12	Equivalent Operating Hours acc.		hours		6,280.00	5,900.00	6,125.00
2.13	Equivalent Operationg Cycle, EOC acc.				207.00	234.00	
2.14	Start up Time Number @ Machine Panel		times		5.00	26.00	0.00
	STEAM						
3.1	Gross Steam Production	HP	Tons	62,827.10			
		LP	Tons	9,660.44			
3.2	Process Steam Production to IU@Power Plant Meter	Mass	Tons	0.00			
		Energy	MMBTU	0.00			
3.3	Equivalent Electrical Energy of Item 3.2		MWh	0.00			
	PERFORMANCE INDEX FACTORS						
4.1	Weighted Equivalent Availability Factor		%	99.82%	100.00%	99.64%	99.82%
4.2	Weighted Equivalent Planned Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.3	Weighted Equivalent Maint. Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.4	Weighted Equivalent Forced Outage Factor		%	0.18%	0.00%	0.36%	0.18%
4.5	IUs Availability Factor (Electricity)		%	100.00%			
4.6	IUs Availability Factor (Steam)@Power Plant Meter		%				
4.7	EGAT Availability Factor		%	100.00%			
4.8	PM Plan Achievement		%	95.45%			
	EFFICIENCY						
5.1	Gross Efficiency. (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	52.15%	35.34%	34.73%	28.72%
		acc. HHV (sat)	%	47.01%			
5.2	Net Efficiency (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	50.72%			
		acc. HHV (sat)	%	45.72%			
5.3	Net Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.50%			
5.4	Gross Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	52.15%			
5.5	Gross Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,543.40	9,653.99	9,824.51	
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,258.01			
5.6	Net Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,727.93			
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,462.69			
5.7	SPP Criteria as PPA	PES	%	13.17%			
		Thermal Ratio	%	0.00%			
		MCF	%				
	Consumption						
6.1	PTT Invoice	Volumn(sat)	MMSCF	443.49314			
		Energy(LHVdry)	MMBTU	394,663.47	246,044.89	148,618.59	
		Energy(HHVsat)	MMBTU	436,025.40	271,176.05	164,849.35	
6.2	Water Supply	Raw Water	m3	89,556.00			
		Tap Water	m3	0.00			
	ENVIRONMENT						
7.1	NOx Emission Gas (max) at 7% O2		ppm		57.62	44.41	
7.2	NOx Emission Gas (mean) at 7% O2		ppm		27.13	21.85	

5. เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560

ATP Performance Statistics

May-2017 Rev.1

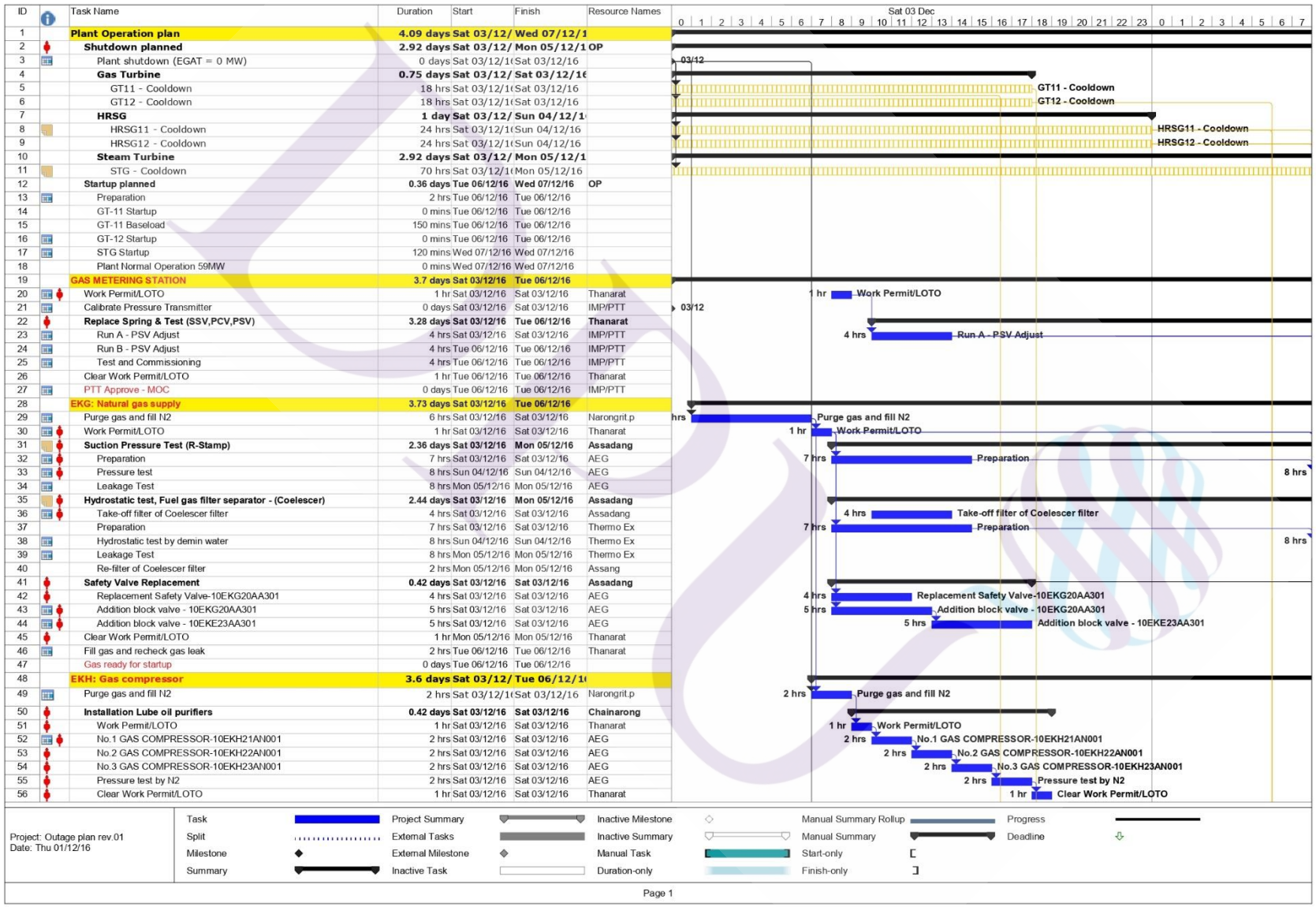
	Description		Unit	Plant	GT11	GT12	ST10
	GENERAL						
1.1	Gross Maximun Power Output		MW	117.14	40.04	39.99	37.11
1.2	Net Maximum Power Output		MW	114.57			
1.3	Industrail User Steam Capacity (Peak)		T/Hr	0.00			
1.4	Net Plant Load Factor		%	61.87%			
1.5	Net Output Factor (Service Period Only)		%	74.65%			
	OPERATING						
2.1	Gross Electical Energy Generation		MWh	55,373.81	20,809.03	16,504.50	18,060.28
2.2	Gross Elec. Energy + Equiv. Energy Generation		MWh	55,373.81	20,809.03	16,504.50	18,060.28
2.3	Net Elec Energy Generation		MWh	53,867.50			
2.4	Aux. Power Consumption Station Service		MWh	2,008.50			
2.5	Energy Sale to EGAT		MWh	51,055.33			
2.6	Net Elec. Energy Sale to IUs@ Power Plant Meter		MWh	2,567.11			
2.7	Total Imported Energy from PEA		MWh	0.00			
2.8	Export to (Import from) Interco		MWh	279.65			
2.9	Max. Imported Power form PEA (PEA Peak)		MW	0.00			
2.10	PEA Back up Power Contract		MW	17.37			
2.11	Equivalent Operating Hours		hours		619.00	565.00	672.00
2.12	Equivalent Operating Hours acc.		hours		6,899.00	6,465.00	6,797.00
2.13	Equivalent Operationg Cycle, EOC acc.				217.00	252.00	
2.14	Start up Time Number @ Machine Panel		times		10.00	18.00	0.00
	STEAM						
3.1	Gross Steam Production	HP	Tons	57,934.37			
		LP	Tons	8,921.45			
3.2	Process Steam Production to IU@Power Plant Meter	Mass	Tons	0.00			
		Energy	MMBTU	0.00			
3.3	Equivalent Electrical Energy of Item 3.2		MWh	0.00			
	PERFORMANCE INDEX FACTORS						
4.1	Weighted Equivalent Availability Factor		%	99.98%	100.00%	99.95%	99.98%
4.2	Weighted Equivalent Planned Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.3	Weighted Equivalent Maint. Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.4	Weighted Equivalent Forced Outage Factor		%	0.02%	0.00%	0.05%	0.02%
4.5	IUs Availability Factor (Electricity)		%	100.00%			
4.6	IUs Availability Factor (Steam)@Power Plant Meter		%				
4.7	EGAT Availability Factor		%	100.00%			
4.8	PM Plan Achievement		%	100.00%			
	EFFICIENCY						
5.1	Gross Efficiency. (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	52.02%	35.05%	35.06%	28.66%
		acc. HHV (sat)	%	46.92%			
5.2	Net Efficiency (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	50.60%			
		acc. HHV (sat)	%	45.64%			
5.3	Net Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.65%			
5.4	Gross Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	52.02%			
5.5	Gross Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,559.39	9,735.43	9,732.72	
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,272.28			
5.6	Net Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,742.81			
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,475.64			
5.7	SPP Criteria as PPA	PES	%	12.96%			
		Thermal Ratio	%	0.00%			
		MCF	%				
	Consumption						
6.1	PTT Invoice	Volumn(sat)	MMSCF	405.13011			
		Energy(LHVdry)	MMBTU	363,218.51	202,584.87	160,633.64	
		Energy(HHVsat)	MMBTU	437,396.10	224,602.29	212,793.81	
6.2	Water Supply	Raw Water	m3	71,207.00			
		Tap Water	m3	0.00			
	ENVIRONMENT						
7.1	NOx Emission Gas (max) at 7% O2		ppm		40.10	39.15	
7.2	NOx Emission Gas (mean) at 7% O2		ppm		26.21	22.96	

6. เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560

ATP Performance Statistics

June-2017 Rev.1

	Description		Unit	Plant	GT11	GT12	ST10
	GENERAL						
1.1	Gross Maximun Power Output		MW	115.03	39.14	39.16	36.73
1.2	Net Maximum Power Output		MW	112.10			
1.3	Industrail User Steam Capacity (Peak)		T/Hr				
1.4	Net Plant Load Factor		%	62.07%			
1.5	Net Output Factor (Service Period Only)		%	74.24%			
	OPERATING						
2.1	Gross Electical Energy Generation		MWh	61,768.90	26,254.46	15,806.45	19,707.99
2.2	Gross Elec. Energy + Equiv. Energy Generation		MWh	61,768.90	26,254.46	15,806.45	19,707.99
2.3	Net Elec Energy Generation		MWh	59,850.70			
2.4	Aux. Power Consumption Station Service		MWh	2,002.80			
2.5	Energy Sale to EGAT		MWh	55,969.98			
2.6	Net Elec. Energy Sale to IUs@ Power Plant Meter		MWh	6,680.61			
2.7	Total Imported Energy from PEA		MWh	0.00			
2.8	Export to (Import from) Interco		MWh	-2,819.34			
2.9	Max. Imported Power form PEA (PEA Peak)		MW	0.00			
2.10	PEA Back up Power Contract		MW	17.37			
2.11	Equivalent Operating Hours		hours		712.00	583.00	743.00
2.12	Equivalent Operating Hours acc.		hours		8,873.00	8,528.00	8,845.00
2.13	Equivalent Operationg Cycle, EOC acc.				276.00	329.00	
2.14	Start up Time Number @ Machine Panel		times		5.00	26.00	0.00
	STEAM						
3.1	Gross Steam Production	HP	Tons	63,945.99			
		LP	Tons	10,074.51			
3.2	Process Steam Production to IU@Power Plant Meter	Mass	Tons	0.00			
		Energy	MMBTU	0.00			
3.3	Equivalent Electrical Energy of Item 3.2		MWh	0.00			
	PERFORMANCE INDEX FACTORS						
4.1	Weighted Equivalent Availability Factor		%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
4.2	Weighted Equivalent Planned Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.3	Weighted Equivalent Maint. Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.4	Weighted Equivalent Forced Outage Factor		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
4.5	IUs Availability Factor (Electricity)		%	100.00%			
4.6	IUs Availability Factor (Steam)@Power Plant Meter		%				
4.7	EGAT Availability Factor		%	100.00%			
4.8	PM Plan Achievement		%	98.90%			
	EFFICIENCY						
5.1	Gross Efficiency. (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	52.05%	35.62%	35.16%	28.18%
		acc. HHV (sat)	%	46.92%			
5.2	Net Efficiency (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	%	50.44%			
		acc. HHV (sat)	%	45.47%			
5.3	Net Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	51.71%			
5.4	Gross Cogen. Efficiency	acc. LHV (dry)	%	52.05%			
5.5	Gross Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,555.11	9,578.80	9,705.91	
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,271.69			
5.6	Net Heat Rate (Including Item No. 3.3)	acc. LHV (dry)	BTU/KWh	6,765.20			
		acc. HHV (sat)	BTU/KWh	7,504.74			
5.7	SPP Criteria as PPA	PES	%	13.01%			
		Thermal Ratio	%	0.00%			
		MCF	%				
	Consumption						
6.1	PTT Invoice	Volumn(sat)	MMSCF	454.99854			
		Energy(LHVdry)	MMBTU	404,902.10	251,486.12	153,415.99	
		Energy(HHVsat)	MMBTU	441,099.60	270,912.94	170,186.66	
6.2	Water Supply	Raw Water	m3	89,556.00			
		Tap Water	m3	0.00			
	ENVIRONMENT						
7.1	NOx Emission Gas (max) at 7% O2		ppm		48.49	49.59	
7.2	NOx Emission Gas (mean) at 7% O2		ppm		34.85	24.40	

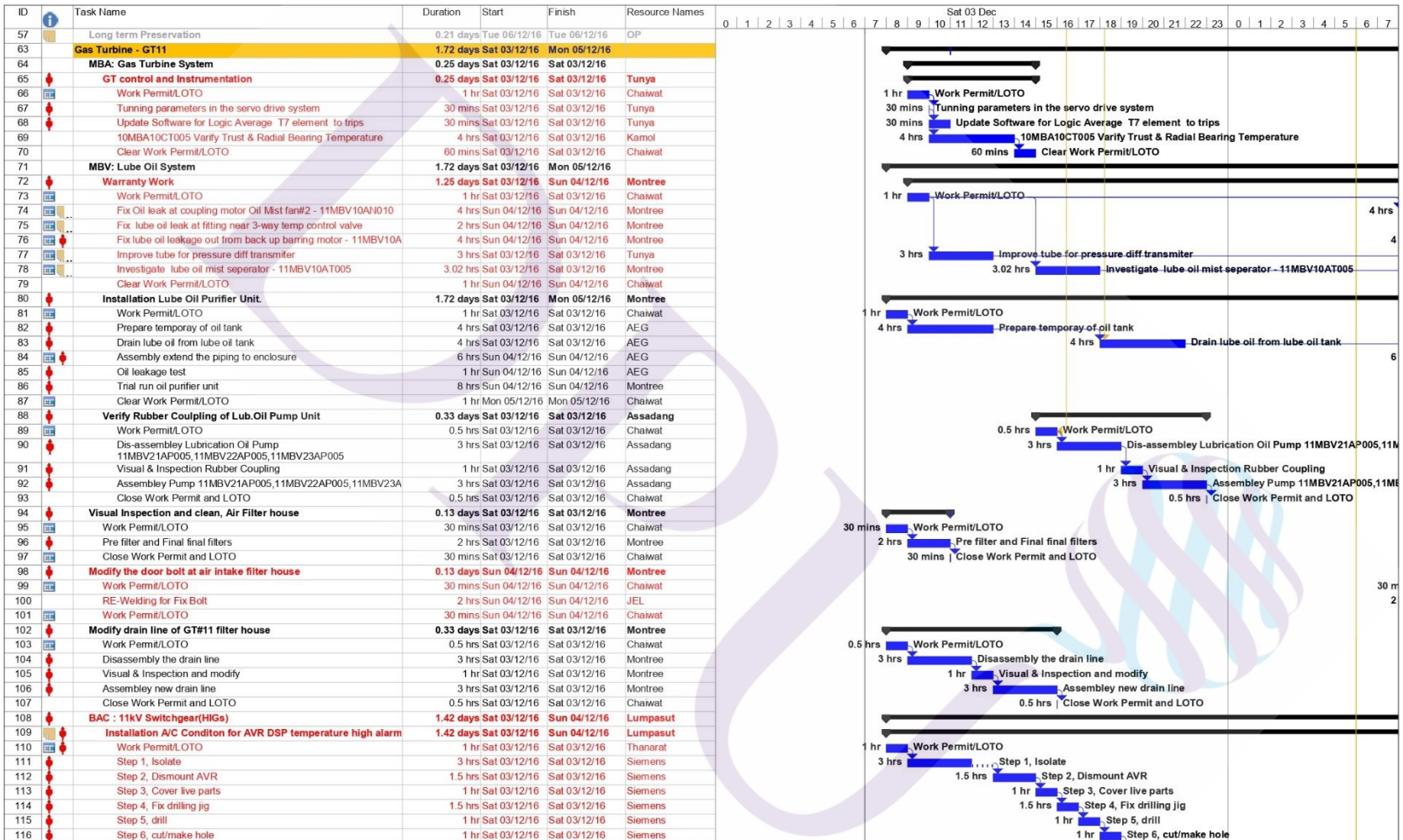


ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Resource Names
1	**Plant Operation plan**	**4.09 days**	**Sat 03/12/**	**Wed 07/12/1**	
2	**Shutdown planned**	**2.92 days**	**Sat 03/12/**	**Mon 05/12/1**	**OP**
3	Plant shutdown (EGAT = 0 MW)	0 days	Sat 03/12/1(	Sat 03/12/16	
4	**Gas Turbine**	**0.75 days**	**Sat 03/12/**	**Sat 03/12/16**	
5	GT11 - Cooldown	18 hrs	Sat 03/12/1(	Sat 03/12/16	
6	GT12 - Cooldown	18 hrs	Sat 03/12/1(	Sat 03/12/16	
7	**HRSG**	**1 day**	**Sat 03/12/**	**Sun 04/12/1**	
8	HRSG11 - Cooldown	24 hrs	Sat 03/12/1(	Sun 04/12/16	
9	HRSG12 - Cooldown	24 hrs	Sat 03/12/1(	Sun 04/12/16	
10	**Steam Turbine**	**2.92 days**	**Sat 03/12/**	**Mon 05/12/1**	
11	STG - Cooldown	70 hrs	Sat 03/12/1(	Mon 05/12/16	
12	**Startup planned**	**0.36 days**	**Tue 06/12/16**	**Wed 07/12/16**	**OP**
13	Preparation	2 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	
14	GT-11 Startup	0 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	
15	GT-11 Baseload	150 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	
16	GT-12 Startup	0 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	
17	STG Startup	120 mins	Wed 07/12/16	Wed 07/12/16	
18	Plant Normal Operation 59MW	0 mins	Wed 07/12/16	Wed 07/12/16	
19	**GAS METERING STATION**	**3.7 days**	**Sat 03/12/16**	**Tue 06/12/16**	
20	Work Permit/LOTO	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
21	Calibrate Pressure Transmitter	0 days	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	IMP/PTT
22	**Replace Spring & Test (SSV,PCV,PSV)**	**3.28 days**	**Sat 03/12/16**	**Tue 06/12/16**	**Thanarat**
23	Run A - PSV Adjust	4 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	IMP/PTT
24	Run B - PSV Adjust	4 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	IMP/PTT
25	Test and Commissioning	4 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	IMP/PTT
26	Clear Work Permit/LOTO	1 hr	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Thanarat
27	PTT Approve - MOC	0 days	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	IMP/PTT
28	**EKG: Natural gas supply**	**3.73 days**	**Sat 03/12/16**	**Tue 06/12/16**	
29	Purge gas and fill N2	6 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Narongrit.p
30	Work Permit/LOTO	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
31	**Suction Pressure Test (R-Stamp)**	**2.36 days**	**Sat 03/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Assadang**
32	Preparation	7 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	AEG
33	Pressure test	8 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	AEG
34	Leakage Test	8 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	AEG
35	**Hydrostatic test, Fuel gas filter separator - (Coelescer)**	**2.44 days**	**Sat 03/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Assadang**
36	Take-off filter of Coelescer filter	4 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Assadang
37	Preparation	7 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thermo Ex
38	Hydrostatic test by demin water	8 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Thermo Ex
39	Leakage Test	8 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thermo Ex
40	Re-filter of Coelescer filter	2 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Assang
41	**Safety Valve Replacement**	**0.42 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Assadang**
42	Replacement Safety Valve-10EKG20AA301	4 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	AEG
43	Addition block valve - 10EKG20AA301	5 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	AEG
44	Addition block valve - 10EKE23AA301	5 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	AEG
45	Clear Work Permit/LOTO	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
46	Fill gas and recheck gas leak	2 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Thanarat
47	Gas ready for startup	0 days	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	
48	**EKH: Gas compressor**	**3.6 days**	**Sat 03/12/**	**Tue 06/12/1**	
49	Purge gas and fill N2	2 hrs	Sat 03/12/1(	Sat 03/12/16	Narongrit.p
50	**Installation Lube oil purifiers**	**0.42 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Chainarong**
51	Work Permit/LOTO	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
52	No.1 GAS COMPRESSOR-10EKH21AN001	2 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	AEG
53	No.2 GAS COMPRESSOR-10EKH22AN001	2 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	AEG
54	No.3 GAS COMPRESSOR-10EKH23AN001	2 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	AEG
55	Pressure test by N2	2 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	AEG
56	Clear Work Permit/LOTO	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat

Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16

Task | Split | Milestone | Summary | Project Summary | External Tasks | External Milestone | Inactive Task | Inactive Milestone | Inactive Summary | Manual Task | Duration-only | Manual Summary Rollup | Manual Summary | Start-only | Finish-only | Progress | Deadline

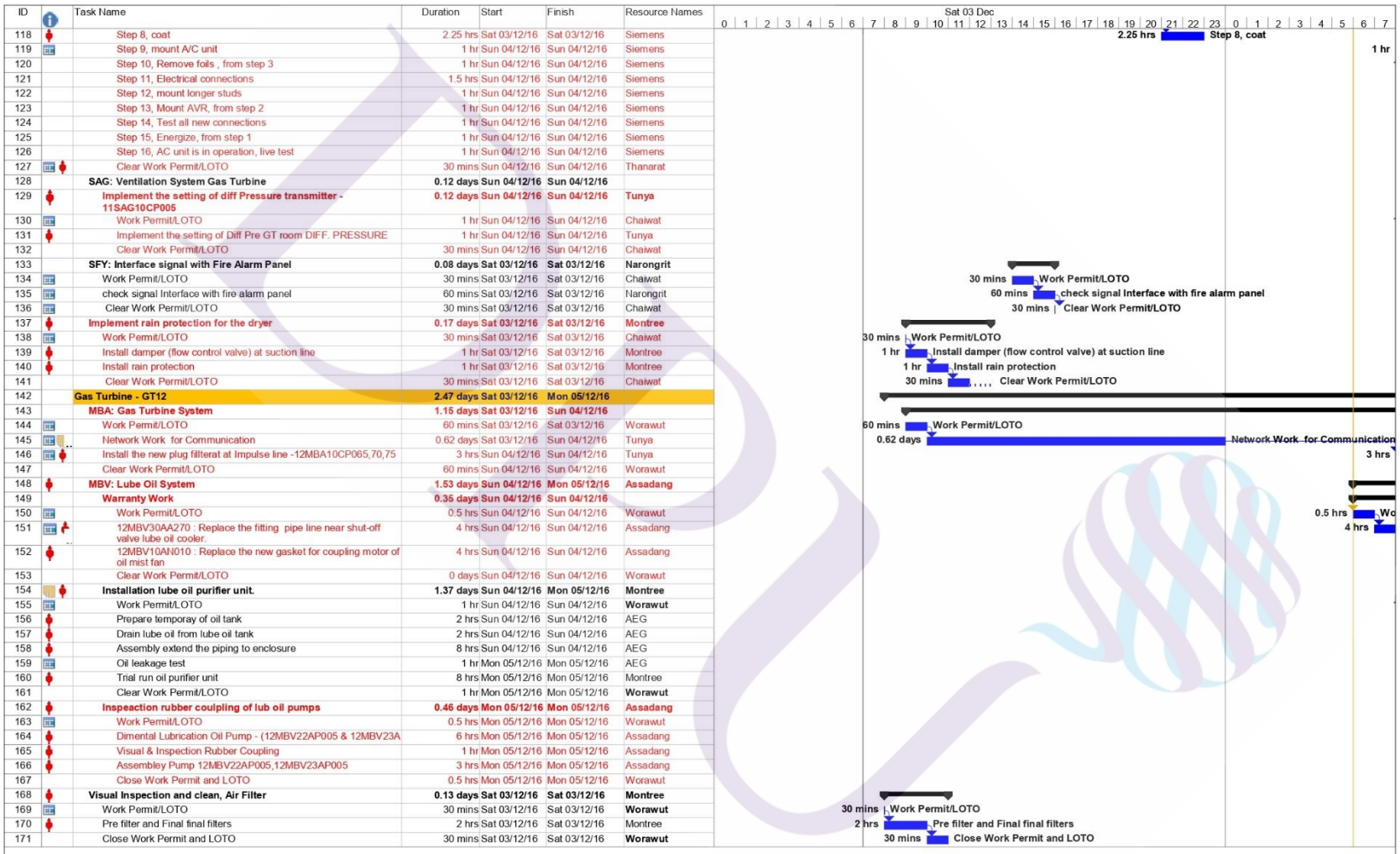
Page 1



ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Resource Names
57	Long term Preservation	0.21 days	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	OP
63	**Gas Turbine - GT11**	**1.72 days**	**Sat 03/12/16**	**Mon 05/12/16**	
64	**MBA: Gas Turbine System**	**0.25 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	
65	**GT control and Instrumentation**	**0.25 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Tunya**
66	Work Permit/LOTO	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
67	Tunning parameters in the servo drive system	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Tunya
68	Update Software for Logic Average T7 element to trips	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Tunya
69	10MBA10CT005 Varify Trust & Radial Bearing Temperature	4 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Kamol
70	Clear Work Permit/LOTO	60 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
71	**MBV: Lube Oil System**	**1.72 days**	**Sat 03/12/16**	**Mon 05/12/16**	
72	**Warranty Work**	**1.25 days**	**Sat 03/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Montree**
73	Work Permit/LOTO	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
74	Fix Oil leak at coupling motor Oil Mist fan#2 - 11MBV10AN010	4 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Montree
75	Fix lube oil leak at fitting near 3-way temp control valve	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Montree
76	Fix lube oil leakage out from back up barring motor - 11MBV10A	4 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Montree
77	Improve tube for pressure diff transmiter	3 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Tunya
78	Investigate lube oil mist seperator - 11MBV10AT005	3.02 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Montree
79	Clear Work Permit/LOTO	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Chaiwat
80	**Installation Lube Oil Purifier Unit.**	**1.72 days**	**Sat 03/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Montree**
81	Work Permit/LOTO	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
82	Prepare temporay of oil tank	4 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	AEG
83	Drain lube oil from lube oil tank	4 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	AEG
84	Assembly extend the piping to enclosure	6 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	AEG
85	Oil leakage test	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	AEG
86	Trial run oil purifier unit	8 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Montree
87	Clear Work Permit/LOTO	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Chaiwat
88	**Verify Rubber Coulpling of Lub.Oil Pump Unit**	**0.33 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Assadang**
89	Work Permit/LOTO	0.5 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
90	Dis-assembley Lubrication Oil Pump 11MBV21AP005,11MBV22AP005,11MBV23AP005	3 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Assadang
91	Visual & Inspection Rubber Coupling	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Assadang
92	Assembley Pump 11MBV21AP005,11MBV22AP005,11MBV23A	3 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Assadang
93	Close Work Permit and LOTO	0.5 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
94	**Visual Inspection and clean, Air Filter house**	**0.13 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Montree**
95	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
96	Pre filter and Final final filters	2 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Montree
97	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
98	**Modify the door bolt at air intake filter house**	**0.13 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Montree**
99	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Chaiwat
100	RE-Welding for Fix Bolt	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	JEL
101	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Chaiwat
102	**Modify drain line of GT#11 filter house**	**0.33 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Montree**
103	Work Permit/LOTO	0.5 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
104	Disassembly the drain line	3 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Montree
105	Visual & Inspection and modify	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Montree
106	Assembley new drain line	3 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Montree
107	Close Work Permit and LOTO	0.5 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
108	**BAC : 11kV Switchgear(HIGs)**	**1.42 days**	**Sat 03/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Lumpasut**
109	**Installation A/C Conditon for AVR DSP temperature high alarm**	**1.42 days**	**Sat 03/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Lumpasut**
110	Work Permit/LOTO	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
111	Step 1, Isolate	3 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
112	Step 2, Dismount AVR	1.5 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
113	Step 3, Cover live parts	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
114	Step 4, Fix drilling jig	1.5 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
115	Step 5, drill	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
116	Step 6, cut/make hole	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
117	Step 7, clean	1.5 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens

Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16

Task | Split | Milestone | Summary | Project Summary | External Tasks | External Milestone | Inactive Task | Inactive Milestone | Inactive Summary | Manual Task | Duration-only | Manual Summary Rollup | Manual Summary | Start-only | Finish-only | Progress | Deadline

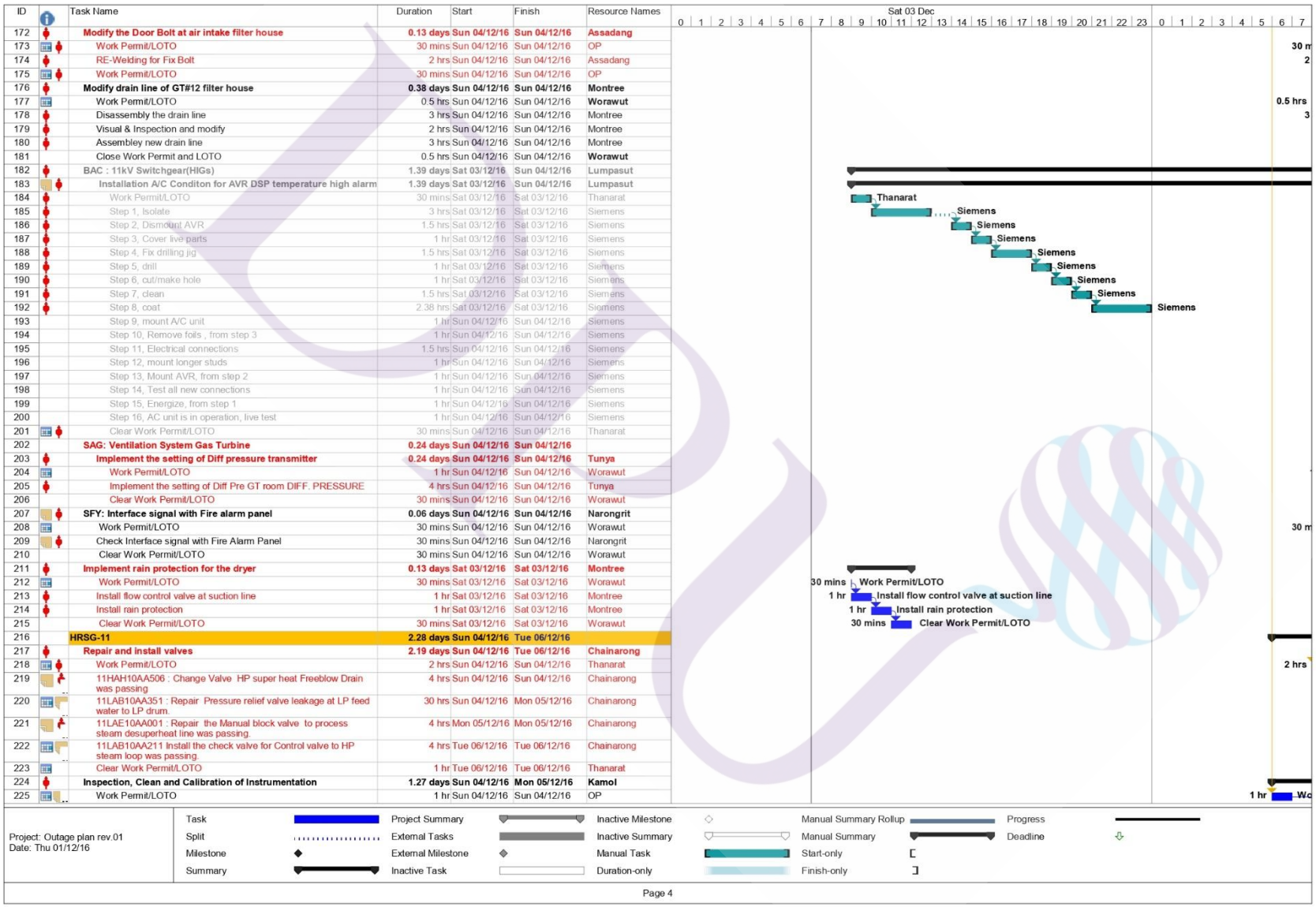


ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Resource Names
118	Step 8, coat	2.25 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
119	Step 9, mount A/C unit	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
120	Step 10, Remove foils , from step 3	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
121	Step 11, Electrical connections	1.5 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
122	Step 12, mount longer studs	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
123	Step 13, Mount AVR, from step 2	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
124	Step 14, Test all new connections	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
125	Step 15, Energize, from step 1	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
126	Step 16, AC unit is in operation, live test	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
127	Clear Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Thanarat
128	**SAG: Ventilation System Gas Turbine**	**0.12 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	
129	**Implement the setting of diff Pressure transmitter - 11SAG10CP005**	**0.12 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Tunya**
130	Work Permit/LOTO	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Chaiwat
131	Implement the setting of Diff Pre GT room DIFF. PRESSURE	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Tunya
132	Clear Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Chaiwat
133	**SFY: Interface signal with Fire Alarm Panel**	**0.08 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Narongrit**
134	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
135	check signal Interface with fire alarm panel	60 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Narongrit
136	Clear Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
137	**Implement rain protection for the dryer**	**0.17 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Montree**
138	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
139	Install damper (flow control valve) at suction line	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Montree
140	Install rain protection	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Montree
141	Clear Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chaiwat
142	**Gas Turbine - GT12**	**2.47 days**	**Sat 03/12/16**	**Mon 05/12/16**	
143	**MBA: Gas Turbine System**	**1.15 days**	**Sat 03/12/16**	**Sun 04/12/16**	
144	Work Permit/LOTO	60 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Worawut
145	Network Work for Communication	0.62 days	Sat 03/12/16	Sun 04/12/16	Tunya
146	Install the new plug fillterat at Impulse line -12MBA10CP065,70,75	3 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Tunya
147	Clear Work Permit/LOTO	60 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut
148	**MBV: Lube Oil System**	**1.53 days**	**Sun 04/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Assadang**
149	**Warranty Work**	**0.35 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	
150	Work Permit/LOTO	0.5 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut
151	12MBV30AA270 : Replace the fitting pipe line near shut-off valve lube oil cooler.	4 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Assadang
152	12MBV10AN010 : Replace the new gasket for coupling motor of oil mist fan	4 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Assadang
153	Clear Work Permit/LOTO	0 days	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut
154	**Installation lube oil purifier unit.**	**1.37 days**	**Sun 04/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Montree**
155	Work Permit/LOTO	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	**Worawut**
156	Prepare temporay of oil tank	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	AEG
157	Drain lube oil from lube oil tank	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	AEG
158	Assembly extend the piping to enclosure	8 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	AEG
159	Oil leakage test	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	AEG
160	Trial run oil purifier unit	8 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Montree
161	Clear Work Permit/LOTO	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	**Worawut**
162	**Inspeaction rubber coulpling of lub oil pumps**	**0.46 days**	**Mon 05/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Assadang**
163	Work Permit/LOTO	0.5 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Worawut
164	Dimental Lubrication Oil Pump - (12MBV22AP005 & 12MBV23A	6 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Assadang
165	Visual & Inspection Rubber Coupling	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Assadang
166	Assembley Pump 12MBV22AP005,12MBV23AP005	3 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Assadang
167	Close Work Permit and LOTO	0.5 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Worawut
168	**Visual Inspection and clean, Air Filter**	**0.13 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Montree**
169	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	**Worawut**
170	Pre filter and Final final filters	2 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Montree
171	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	**Worawut**

Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16

Task | Split | Milestone | Summary | Project Summary | External Tasks | External Milestone | Inactive Task | Inactive Milestone | Inactive Summary | Manual Task | Duration-only | Manual Summary Rollup | Manual Summary | Start-only | Finish-only | Progress | Deadline

Page 3

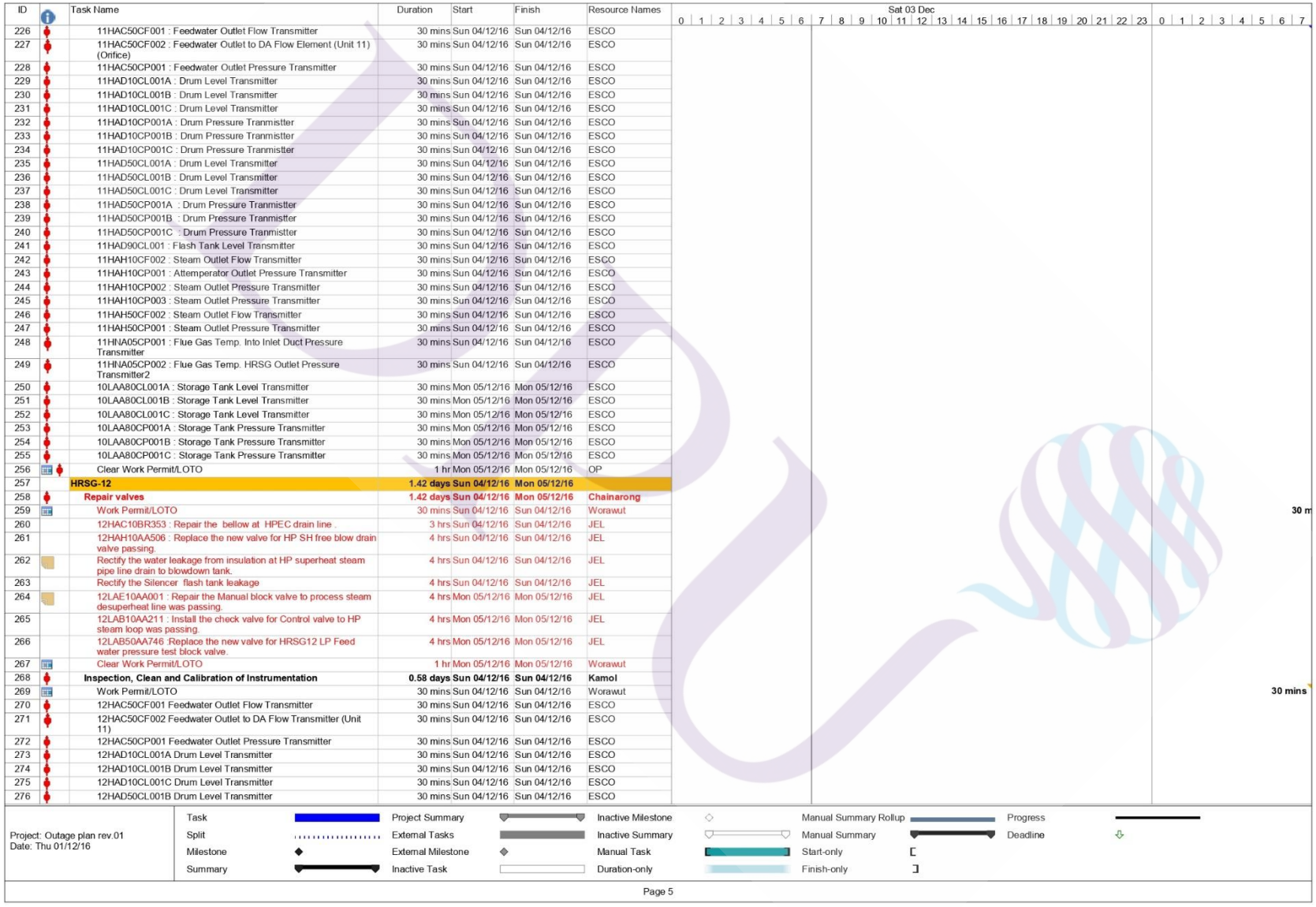


ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Resource Names
172	**Modify the Door Bolt at air intake filter house**	**0.13 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Assadang**
173	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	OP
174	RE-Welding for Fix Bolt	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Assadang
175	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	OP
176	**Modify drain line of GT#12 filter house**	**0.38 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Montree**
177	Work Permit/LOTO	0.5 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	**Worawut**
178	Disassembly the drain line	3 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Montree
179	Visual & Inspection and modify	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Montree
180	Assembley new drain line	3 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Montree
181	Close Work Permit and LOTO	0.5 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	**Worawut**
182	BAC : 11kV Switchgear(HIGs)	1.39 days	Sat 03/12/16	Sun 04/12/16	Lumpasut
183	Installation A/C Conditon for AVR DSP temperature high alarm	1.39 days	Sat 03/12/16	Sun 04/12/16	Lumpasut
184	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
185	Step 1, Isolate	3 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
186	Step 2, Dismount AVR	1.5 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
187	Step 3, Cover live parts	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
188	Step 4, Fix drilling jig	1.5 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
189	Step 5, drill	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
190	Step 6, cut/make hole	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
191	Step 7, clean	1.5 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
192	Step 8, coat	2.38 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
193	Step 9, mount A/C unit	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
194	Step 10, Remove foils , from step 3	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
195	Step 11, Electrical connections	1.5 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
196	Step 12, mount longer studs	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
197	Step 13, Mount AVR, from step 2	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
198	Step 14, Test all new connections	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
199	Step 15, Energize, from step 1	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
200	Step 16, AC unit is in operation, live test	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Siemens
201	Clear Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Thanarat
202	**SAG: Ventilation System Gas Turbine**	**0.24 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	
203	**Implement the setting of Diff pressure transmitter**	**0.24 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Tunya**
204	Work Permit/LOTO	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut
205	Implement the setting of Diff Pre GT room DIFF. PRESSURE	4 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Tunya
206	Clear Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut
207	**SFY: Interface signal with Fire alarm panel**	**0.06 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Narongrit**
208	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut
209	Check Interface signal with Fire Alarm Panel	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongrit
210	Clear Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut
211	**Implement rain protection for the dryer**	**0.13 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Montree**
212	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Worawut
213	Install flow control valve at suction line	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Montree
214	Install rain protection	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Montree
215	Clear Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Worawut
216	**HRSG-11**	**2.28 days**	**Sun 04/12/16**	**Tue 06/12/16**	
217	**Repair and install valves**	**2.19 days**	**Sun 04/12/16**	**Tue 06/12/16**	**Chainarong**
218	Work Permit/LOTO	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Thanarat
219	11HAH10AA506 : Change Valve HP super heat Freeblow Drain was passing	4 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Chainarong
220	11LAB10AA351 : Repair Pressure relief valve leakage at LP feed water to LP drum.	30 hrs	Sun 04/12/16	Mon 05/12/16	Chainarong
221	11LAE10AA001 : Repair the Manual block valve to process steam desuperheat line was passing.	4 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Chainarong
222	11LAB10AA211 Install the check valve for Control valve to HP steam loop was passing.	4 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Chainarong
223	Clear Work Permit/LOTO	1 hr	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Thanarat
224	**Inspection, Clean and Calibration of Instrumentation**	**1.27 days**	**Sun 04/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Kamol**
225	Work Permit/LOTO	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	OP

Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16

Task | Split | Milestone | Summary | Project Summary | External Tasks | External Milestone | Inactive Task | Inactive Milestone | Inactive Summary | Manual Task | Duration-only | Manual Summary Rollup | Manual Summary | Start-only | Finish-only | Progress | Deadline

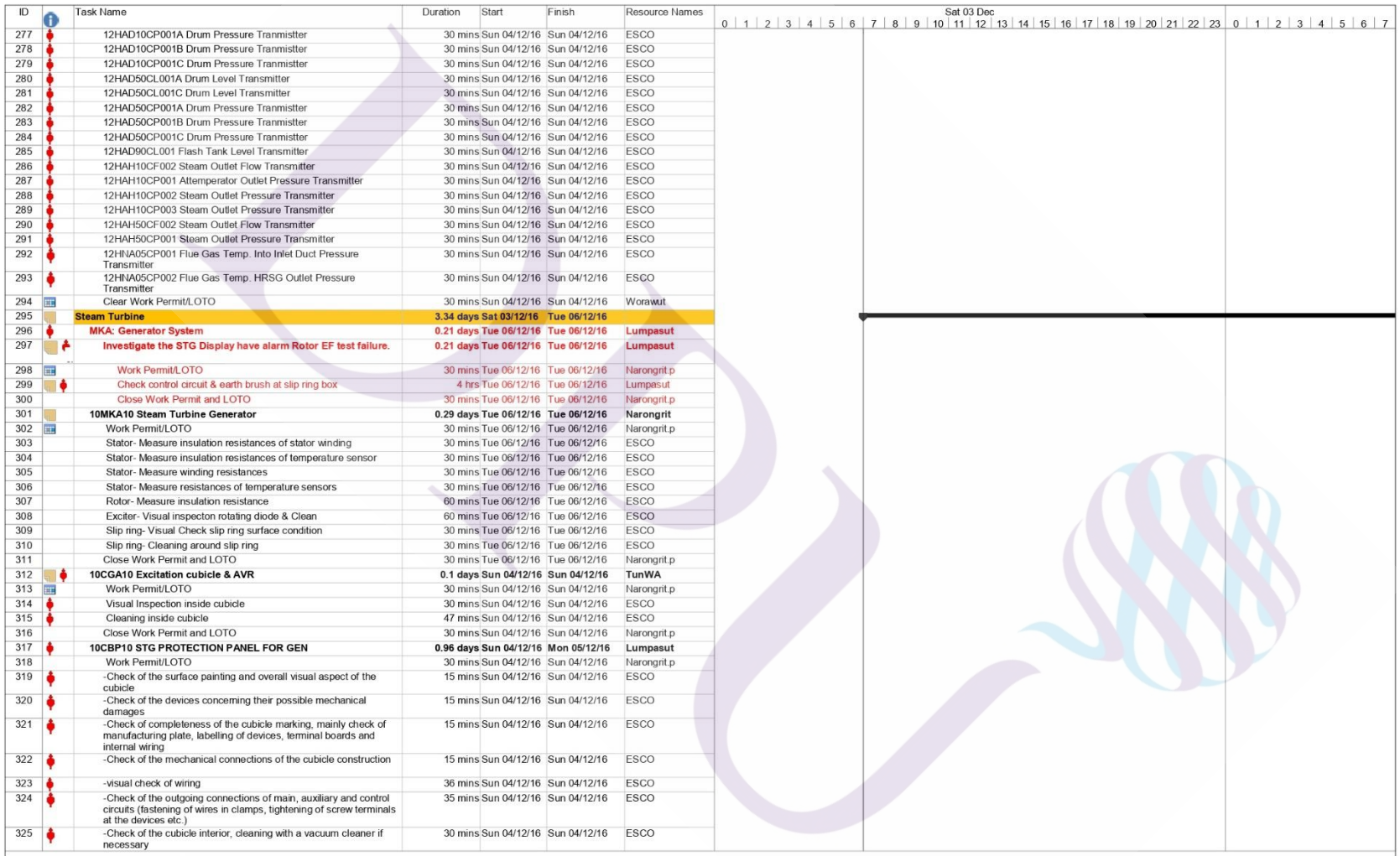
Page 4



ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Resource Names
226	11HAC50CF001 : Feedwater Outlet Flow Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
227	11HAC50CF002 : Feedwater Outlet to DA Flow Element (Unit 11) (Orifice)	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
228	11HAC50CP001 : Feedwater Outlet Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
229	11HAD10CL001A : Drum Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
230	11HAD10CL001B : Drum Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
231	11HAD10CL001C : Drum Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
232	11HAD10CP001A : Drum Pressure Tranmistter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
233	11HAD10CP001B : Drum Pressure Tranmistter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
234	11HAD10CP001C : Drum Pressure Tranmistter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
235	11HAD50CL001A : Drum Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
236	11HAD50CL001B : Drum Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
237	11HAD50CL001C : Drum Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
238	11HAD50CP001A : Drum Pressure Tranmistter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
239	11HAD50CP001B : Drum Pressure Tranmistter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
240	11HAD50CP001C : Drum Pressure Tranmistter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
241	11HAD90CL001 : Flash Tank Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
242	11HAH10CF002 : Steam Outlet Flow Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
243	11HAH10CP001 : Attemperator Outlet Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
244	11HAH10CP002 : Steam Outlet Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
245	11HAH10CP003 : Steam Outlet Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
246	11HAH50CF002 : Steam Outlet Flow Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
247	11HAH50CP001 : Steam Outlet Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
248	11HNA05CP001 : Flue Gas Temp. Into Inlet Duct Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
249	11HNA05CP002 : Flue Gas Temp. HRSG Outlet Pressure Transmitter2	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
250	10LAA80CL001A : Storage Tank Level Transmitter	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
251	10LAA80CL001B : Storage Tank Level Transmitter	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
252	10LAA80CL001C : Storage Tank Level Transmitter	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
253	10LAA80CP001A : Storage Tank Pressure Transmitter	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
254	10LAA80CP001B : Storage Tank Pressure Transmitter	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
255	10LAA80CP001C : Storage Tank Pressure Transmitter	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
256	Clear Work Permit/LOTO	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	OP
257	**HRSG-12**	**1.42 days**	**Sun 04/12/16**	**Mon 05/12/16**	
258	**Repair valves**	**1.42 days**	**Sun 04/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Chainarong**
259	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut
260	12HAC10BR353 : Repair the bellow at HPEC drain line .	3 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	JEL
261	12HAH10AA506 : Replace the new valve for HP SH free blow drain valve passing.	4 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	JEL
262	Rectify the water leakage from insulation at HP superheat steam pipe line drain to blowdown tank.	4 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	JEL
263	Rectify the Silencer flash tank leakage	4 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	JEL
264	12LAE10AA001 : Repair the Manual block valve to process steam desuperheat line was passing.	4 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	JEL
265	12LAB10AA211 : Install the check valve for Control valve to HP steam loop was passing.	4 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	JEL
266	12LAB50AA746 :Replace the new valve for HRSG12 LP Feed water pressure test block valve.	4 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	JEL
267	Clear Work Permit/LOTO	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Worawut
268	**Inspection, Clean and Calibration of Instrumentation**	**0.58 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Kamol**
269	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut
270	12HAC50CF001 Feedwater Outlet Flow Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
271	12HAC50CF002 Feedwater Outlet to DA Flow Transmitter (Unit 11)	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
272	12HAC50CP001 Feedwater Outlet Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
273	12HAD10CL001A Drum Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
274	12HAD10CL001B Drum Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
275	12HAD10CL001C Drum Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
276	12HAD50CL001B Drum Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO

Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16

Task | Split | Milestone | Summary | Project Summary | External Tasks | External Milestone | Inactive Task | Inactive Milestone | Inactive Summary | Manual Task | Duration-only | Manual Summary Rollup | Manual Summary | Start-only | Finish-only | Progress | Deadline



ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Resource Names
277	12HAD10CP001A Drum Pressure Tranmistter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
278	12HAD10CP001B Drum Pressure Tranmistter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
279	12HAD10CP001C Drum Pressure Tranmistter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
280	12HAD50CL001A Drum Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
281	12HAD50CL001C Drum Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
282	12HAD50CP001A Drum Pressure Tranmistter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
283	12HAD50CP001B Drum Pressure Tranmistter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
284	12HAD50CP001C Drum Pressure Tranmistter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
285	12HAD90CL001 Flash Tank Level Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
286	12HAH10CF002 Steam Outlet Flow Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
287	12HAH10CP001 Attemperator Outlet Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
288	12HAH10CP002 Steam Outlet Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
289	12HAH10CP003 Steam Outlet Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
290	12HAH50CF002 Steam Outlet Flow Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
291	12HAH50CP001 Steam Outlet Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
292	12HNA05CP001 Flue Gas Temp. Into Inlet Duct Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
293	12HNA05CP002 Flue Gas Temp. HRSG Outlet Pressure Transmitter	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
294	Clear Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut
295	**Steam Turbine**	**3.34 days**	**Sat 03/12/16**	**Tue 06/12/16**	
296	**MKA: Generator System**	**0.21 days**	**Tue 06/12/16**	**Tue 06/12/16**	**Lumpasut**
297	**Investigate the STG Display have alarm Rotor EF test failure.**	**0.21 days**	**Tue 06/12/16**	**Tue 06/12/16**	**Lumpasut**
298	Work Permit/LOTO	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Narongrit.p
299	Check control circuit & earth brush at slip ring box	4 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Lumpasut
300	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Narongrit.p
301	**10MKA10 Steam Turbine Generator**	**0.29 days**	**Tue 06/12/16**	**Tue 06/12/16**	**Narongrit**
302	Work Permit/LOTO	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Narongrit.p
303	Stator- Measure insulation resistances of stator winding	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	ESCO
304	Stator- Measure insulation resistances of temperature sensor	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	ESCO
305	Stator- Measure winding resistances	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	ESCO
306	Stator- Measure resistances of temperature sensors	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	ESCO
307	Rotor- Measure insulation resistance	60 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	ESCO
308	Exciter- Visual inspecton rotating diode & Clean	60 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	ESCO
309	Slip ring- Visual Check slip ring surface condition	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	ESCO
310	Slip ring- Cleaning around slip ring	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	ESCO
311	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Narongrit.p
312	**10CGA10 Excitation cubicle & AVR**	**0.1 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	**TunWA**
313	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongrit.p
314	Visual Inspection inside cubicle	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
315	Cleaning inside cubicle	47 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
316	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongrit.p
317	**10CBP10 STG PROTECTION PANEL FOR GEN**	**0.96 days**	**Sun 04/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Lumpasut**
318	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongrit.p
319	-Check of the surface painting and overall visual aspect of the cubicle	15 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
320	-Check of the devices concerning their possible mechanical damages	15 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
321	-Check of completeness of the cubicle marking, mainly check of manufacturing plate, labelling of devices, terminal boards and internal wiring	15 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
322	-Check of the mechanical connections of the cubicle construction	15 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
323	-visual check of wiring	36 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
324	-Check of the outgoing connections of main, auxiliary and control circuits (fastening of wires in clamps, tightening of screw terminals at the devices etc.)	35 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
325	-Check of the cubicle interior, cleaning with a vacuum cleaner if necessary	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO

Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16

Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Resource Names
326	- Current Injection test	18.45 hrs	Sun 04/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
327	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongrit.p
328	**MAA: Steam Turbine**	**0.33 days**	**Tue 06/12/16**	**Tue 06/12/16**	**Assadang**
329	Work Permit/LOTO	60 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Narongrit.p
330	10MAA10CT010 : Change Exhaust steam temperature sensor had fault	1 hr	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Kamol
331	Fix lubricant oil leaked from inside ST Gearbox .	4 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Assadang
332	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Narongrit.p
333	**MAV: Lubricant Supply System**	**0.28 days**	**Tue 06/12/16**	**Tue 06/12/16**	**Assadang**
334	Work Permit/LOTO	60 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Narongrit.p
335	10MVA40CT012 : Fix oil leak at Thermowell temperature sensor	2 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Kamol
336	10MAV20AA520 : Fix lubricant oil leaked at valve discharge line of main lube oil pump .	2 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Assadang
337	10MBV16AN110 : Fix the oil mist separator blower no.2 has leakage that blower casing	2 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Assadang
338	10MVB15AN10 : Fix the oil mist separator blower no.1 has leakage that blower casing	2 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Assadang
339	Fill up Lubrication Oil for Recovery	2 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Assadang
340	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Narongrit.p
341	**MAX: Hydraulic Oil**	**0.4 days**	**Tue 06/12/16**	**Tue 06/12/16**	**Chainarong**
342	Work Permit/LOTO	40 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Chainarong
343	10MAX: Replace seal for Pump no.1 of HP control oil unit	5 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Chainarong
344	Fill up Hp Control Oil	2 hrs	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Chainarong
345	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Narongrit.p
346	**MAG : Condensor System**	**0.54 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Chainarong**
347	Rectify the Condensate pump No.1 vibration alarm high???	0.54 days	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Chainarong
348	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Narongrit.p
349	Insert Taper Liner at Shaft Housing	4 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
350	Swop Motor No,2 to No,1 (TBA)	4 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Siemens
351	Repair the balancing pipe line of condensate pump no.1	0.17 days	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	TJEL
352	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Narongrit.p
353	**Inspection for strock test On-Off Valve ,Control Valve**	**0.56 days**	**Mon 05/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Narongsak**
354	Work Permit/LOTO	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	OP
355	10LBA60AA210 TURBINE DRAINAGE (DRAIN OF ADMISSION STEAM)	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
356	10LBD10AA210 TURBINE DRAINAGE (BEHIND SECOND CARRIER)	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
357	10LBD10AA220 TURBINE DRAINAGE (EXTRACTION)	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
358	10LCA12AA210 CONDENSATE PUMP 1 CLOSING VALVE	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
359	10LCA22AA210 CONDENSATE PUMP 2 CLOSING VALVE	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
360	10LCE10AA210 EXHAUST SPRAY SOLENOID	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
361	10LCE20AA210 HOTWELL SPRAY	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
362	10MAA10AA210 TURBINE DRAINAGE (EMERGENCY STOP VALVE)	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
363	10MAA10AA220 TURBINE DRAINAGE (VALVE CHAMBRE)	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
364	10MAA10AA230 TURBINE DRAINAGE (HP CV1)	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
365	10MAA10AA240 TURBINE DRAINAGE (HP CV2)	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
366	10MAA11AA210 TURBINE DRAINAGE (CONTROL STAGE)	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
367	10MAA12AA210 TURBINE DRAINAGE (BEHIND FIRST CARRIER	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
368	10MAA13AA210 TURBINE DRAINAGE (INJECTION STEAM & AK	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
369	10MAJ10AA120 VALVE IN COM. SUCTION OF VACUUM PUMPS	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
370	10MAA14AA210 TURBINE DRAINAGE (DRAIN OF AK2)	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
371	10MAJ21AA110 CLOSING VALVE IN SUCTION OF WATER RING PUMP 1	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
372	10MAJ22AA110 CLOSING VALVE IN SUCTION OF WATER RING PUMP 2	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
373	10LCA50AA110 CONDENSATE RECIRCULATION CONTROL VALVE	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
374	10LCA40AA110 PNEUMATIC CONTROL VALVE (CONDENSATE)	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Narongsak
375	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	OP

Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16

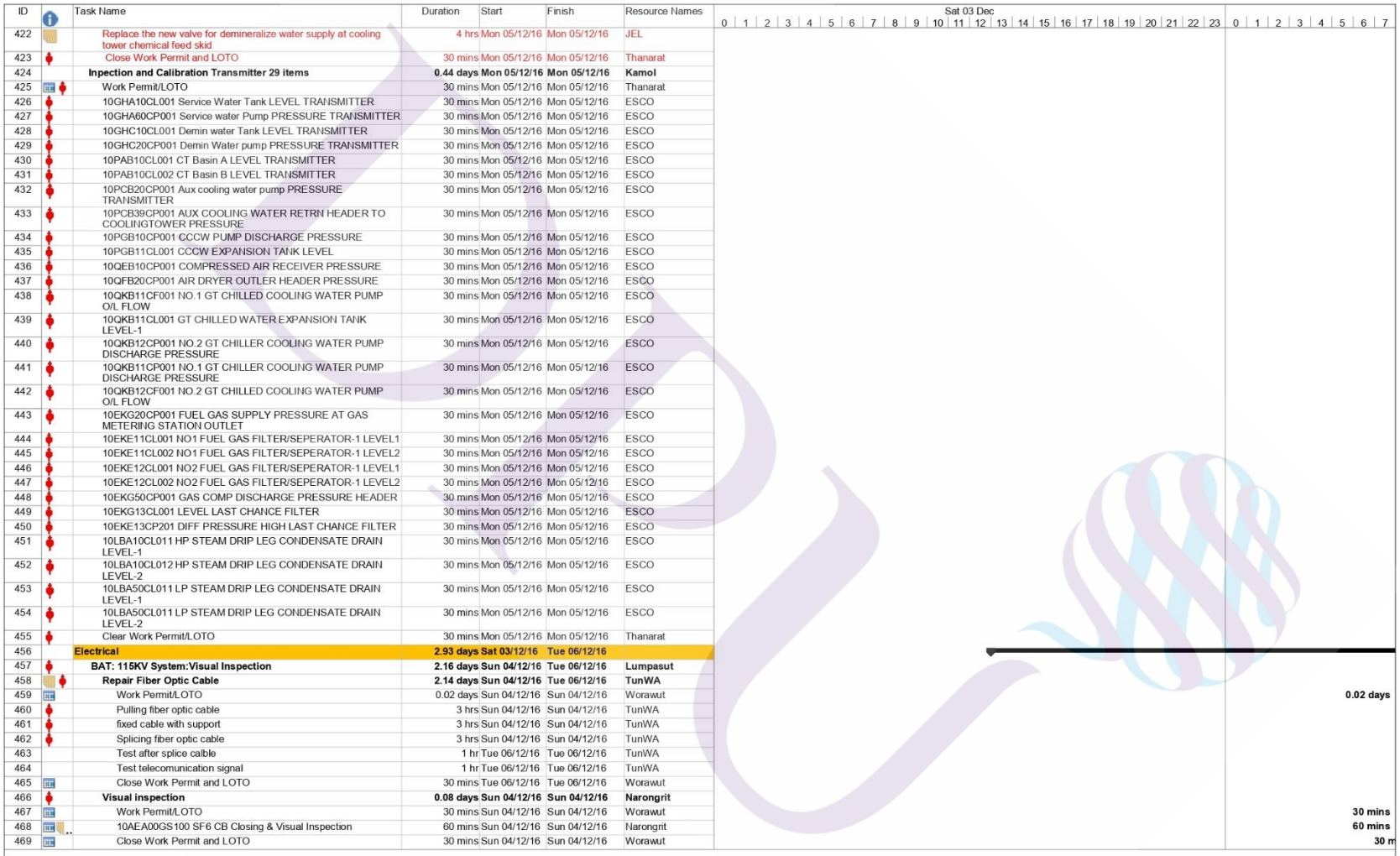
Task	Project Summary	Inactive Milestone	Manual Summary Rollup	Progress
Split	External Tasks	Inactive Summary	Manual Summary	Deadline
Milestone	External Milestone	Manual Task	Start-only	
Summary	Inactive Task	Duration-only	Finish-only	

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Resource Names
376	**BOP**	**2.7 days**	**Sat 03/12/16**	**Mon 05/12/16**	
377	**12LAC: Inspection instrument ground**	**0.21 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Tunya**
378	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
379	Investigate the instrument ground of JB 12LAC12GH001 and DCS Cabinet 10CJA10GH022	4 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	JEL
380	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
381	**10LAB: feed water system**	**1.64 days**	**Sat 03/12/16**	**Sun 04/12/16**	
382	**Repair HP feed water pump**	**0.42 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Chainarong**
383	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
384	11LAC12AP001: Repair HP feed water pump for lube oil leak ??	8 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	JEL
385	Trial Run test	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	JEL
386	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
387	**Inspection and clean control valve**	**0.41 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	Narongsak
388	Work Permit/LOTO	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Thanarat
389	10LBA10AA102 BYPASS HP LIVE STEAM (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)	45 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongsak
390	10LBA10AA103 HP LIVE STEAM(stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)	45 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongsak
391	10LBA10AA104 HP STAEM WAEM-UP VALVE stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)	45 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongsak
392	10LBA10AA105 SPILL OVER (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)	45 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongsak
393	10LBA10AA106 CONDENSATE RETURN TO BASIN (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)	45 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongsak
394	10LBA10AA107 CONDENSATE RETURN TO deaerator tank (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)	45 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongsak
395	10LBA10AA108 SERVICE WATER TANK (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)	45 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongsak
396	10LBA10AA109 CT MAKE-UP TANK (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)	45 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongsak
397	10LBA10AA110 MAIN COOLING PUMP.1 (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)	45 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongsak
398	10LBA10AA111 MAIN COOLING PUMP.2 (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)	45 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongsak
399	10LBA10AA112 MAIN COOLING PUMP.3 (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)	45 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongsak
400	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Thanarat
401	**10LAC: Repair seal - 10LAC53AP001**	**0.38 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	Chainarong
402	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Chainarong
403	10LAC53AP001:Replace IB&OB sealing Drive Side	8 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Chainarong
404	Trial Run	0 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Chainarong
405	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Chainarong
406	**10LBF: LP bypass valve**	**2.67 days**	**Sat 03/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Narongsak**
407	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
408	Rectify the LP Bypass valve - 10LBF50AA201	2.5 days	Sat 03/12/16	Mon 05/12/16	SPX
409	Funtion Limits Test	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	SPX
410	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
411	**10LAE: HP desuperheat control valve**	**2.59 days**	**Sat 03/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Narongsak**
412	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
413	Investigate the HP De-superheat control valve for HP letdown was passing.	2.5 days	Sat 03/12/16	Mon 05/12/16	SPX
414	Replace the new gasket for water leak from service description attemp spraywater check valve HRSG#11	4 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	SPX
415	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
416	**Flash chamber, Service Water Line**	**0.22 days**	**Sat 03/12/16**	**Sat 03/12/16**	**Assadang**
417	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
418	Replace the new valve for Service water valve to flash chamber	4 hrs	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	JEL
419	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
420	**Demin water line**	**0.21 days**	**Mon 05/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Montree**
421	Work Permit/LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat

Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16

Task | Split | Milestone | Summary
Project Summary | External Tasks | External Milestone | Inactive Task
Inactive Milestone | Inactive Summary | Manual Task | Duration-only
Manual Summary Rollup | Manual Summary | Start-only | Finish-only
Progress | Deadline

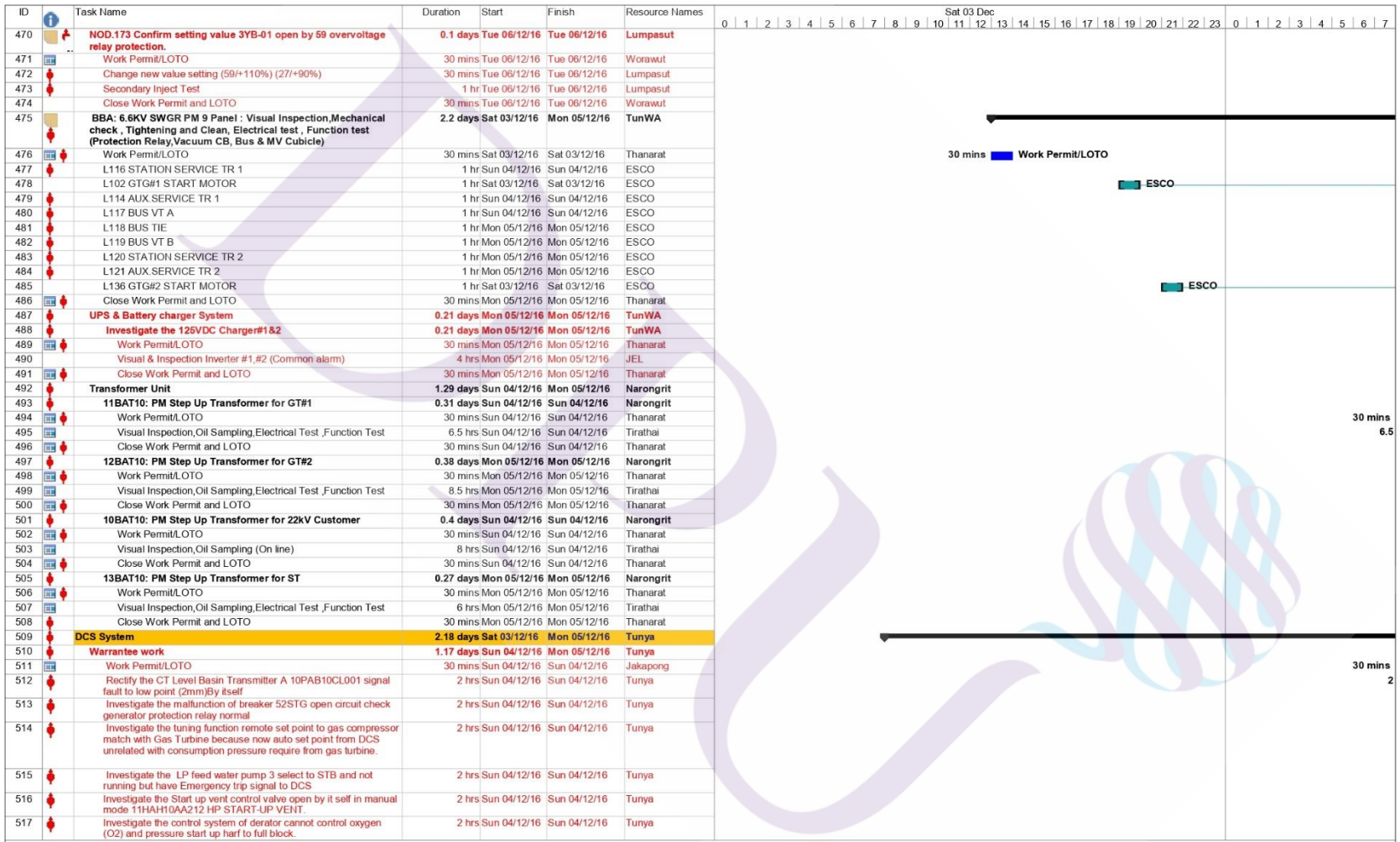
Page 8



ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Resource Names
422	Replace the new valve for demineralize water supply at cooling tower chemical feed skid	4 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	JEL
423	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
424	**Inpection and Calibration Transmitter 29 items**	**0.44 days**	**Mon 05/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Kamol**
425	Work Permit/LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
426	10GHA10CL001 Service Water Tank LEVEL TRANSMITTER	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
427	10GHA60CP001 Service water Pump PRESSURE TRANSMITTER	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
428	10GHC10CL001 Demin water Tank LEVEL TRANSMITTER	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
429	10GHC20CP001 Demin Water pump PRESSURE TRANSMITTER	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
430	10PAB10CL001 CT Basin A LEVEL TRANSMITTER	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
431	10PAB10CL002 CT Basin B LEVEL TRANSMITTER	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
432	10PCB20CP001 Aux cooling water pump PRESSURE TRANSMITTER	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
433	10PCB39CP001 AUX COOLING WATER RETRN HEADER TO COOLINGTOWER PRESSURE	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
434	10PGB10CP001 CCCW PUMP DISCHARGE PRESSURE	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
435	10PGB11CL001 CCCW EXPANSION TANK LEVEL	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
436	10QEB10CP001 COMPRESSED AIR RECEIVER PRESSURE	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
437	10QFB20CP001 AIR DRYER OUTLER HEADER PRESSURE	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
438	10QKB11CF001 NO.1 GT CHILLED COOLING WATER PUMP O/L FLOW	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
439	10QKB11CL001 GT CHILLED WATER EXPANSION TANK LEVEL-1	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
440	10QKB12CP001 NO.2 GT CHILLER COOLING WATER PUMP DISCHARGE PRESSURE	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
441	10QKB11CP001 NO.1 GT CHILLER COOLING WATER PUMP DISCHARGE PRESSURE	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
442	10QKB12CF001 NO.2 GT CHILLED COOLING WATER PUMP O/L FLOW	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
443	10EKG20CP001 FUEL GAS SUPPLY PRESSURE AT GAS METERING STATION OUTLET	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
444	10EKE11CL001 NO1 FUEL GAS FILTER/SEPERATOR-1 LEVEL1	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
445	10EKE11CL002 NO1 FUEL GAS FILTER/SEPERATOR-1 LEVEL2	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
446	10EKE12CL001 NO2 FUEL GAS FILTER/SEPERATOR-1 LEVEL1	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
447	10EKE12CL002 NO2 FUEL GAS FILTER/SEPERATOR-1 LEVEL2	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
448	10EKG50CP001 GAS COMP DISCHARGE PRESSURE HEADER	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
449	10EKG13CL001 LEVEL LAST CHANCE FILTER	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
450	10EKE13CP201 DIFF PRESSURE HIGH LAST CHANCE FILTER	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
451	10LBA10CL011 HP STEAM DRIP LEG CONDENSATE DRAIN LEVEL-1	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
452	10LBA10CL012 HP STEAM DRIP LEG CONDENSATE DRAIN LEVEL-2	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
453	10LBA50CL011 LP STEAM DRIP LEG CONDENSATE DRAIN LEVEL-1	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
454	10LBA50CL011 LP STEAM DRIP LEG CONDENSATE DRAIN LEVEL-2	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
455	Clear Work Permit/LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
456	**Electrical**	**2.93 days**	**Sat 03/12/16**	**Tue 06/12/16**	
457	**BAT: 115KV System:Visual Inspection**	**2.16 days**	**Sun 04/12/16**	**Tue 06/12/16**	**Lumpasut**
458	**Repair Fiber Optic Cable**	**2.14 days**	**Sun 04/12/16**	**Tue 06/12/16**	**TunWA**
459	Work Permit/LOTO	0.02 days	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut
460	Pulling fiber optic cable	3 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	TunWA
461	fixed cable with support	3 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	TunWA
462	Splicing fiber optic cable	3 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	TunWA
463	Test after splice calble	1 hr	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	TunWA
464	Test telecomunication signal	1 hr	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	TunWA
465	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Worawut
466	**Visual inspection**	**0.08 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Narongrit**
467	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut
468	10AEA00GS100 SF6 CB Closing & Visual Inspection	60 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Narongrit
469	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Worawut

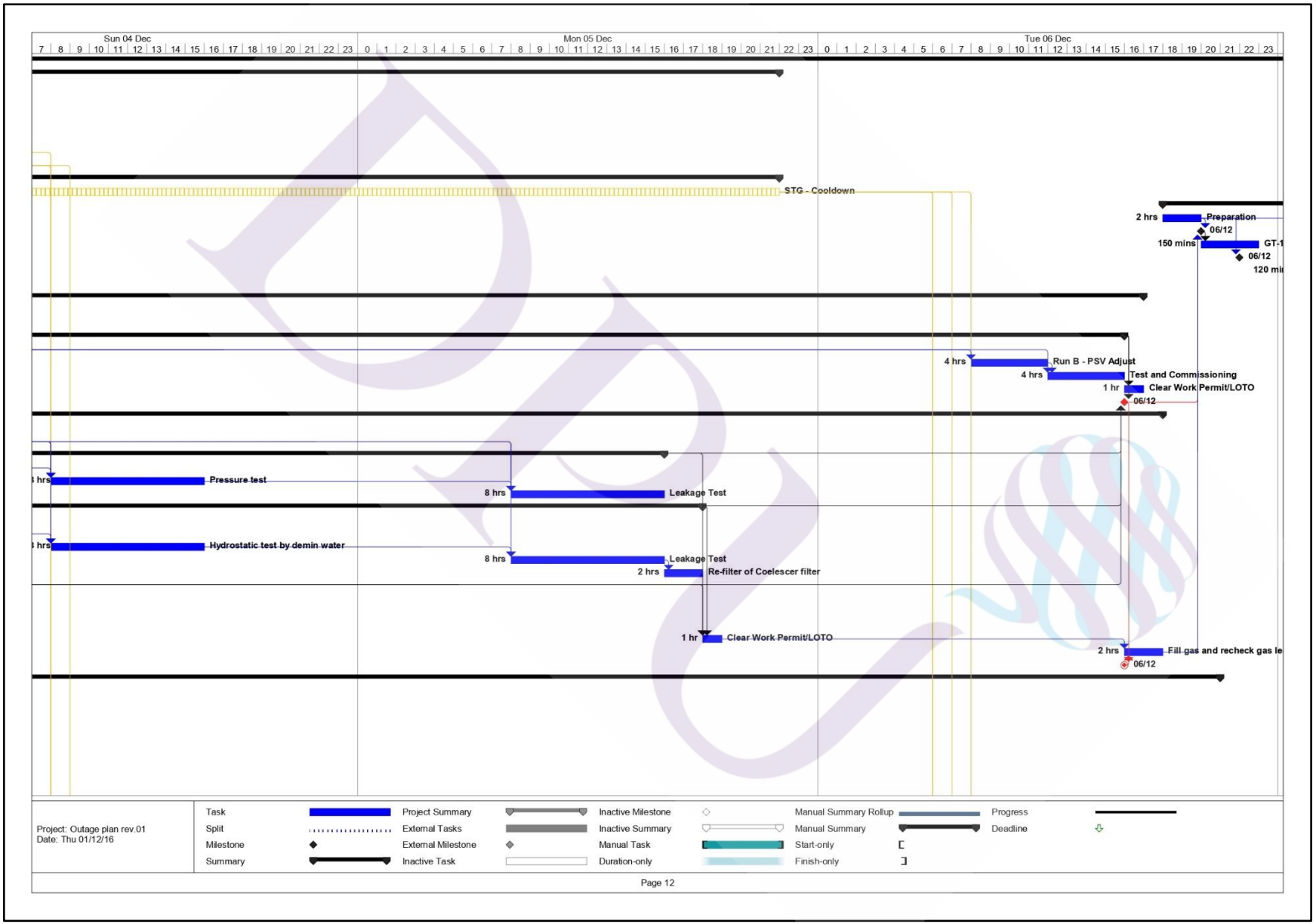
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16

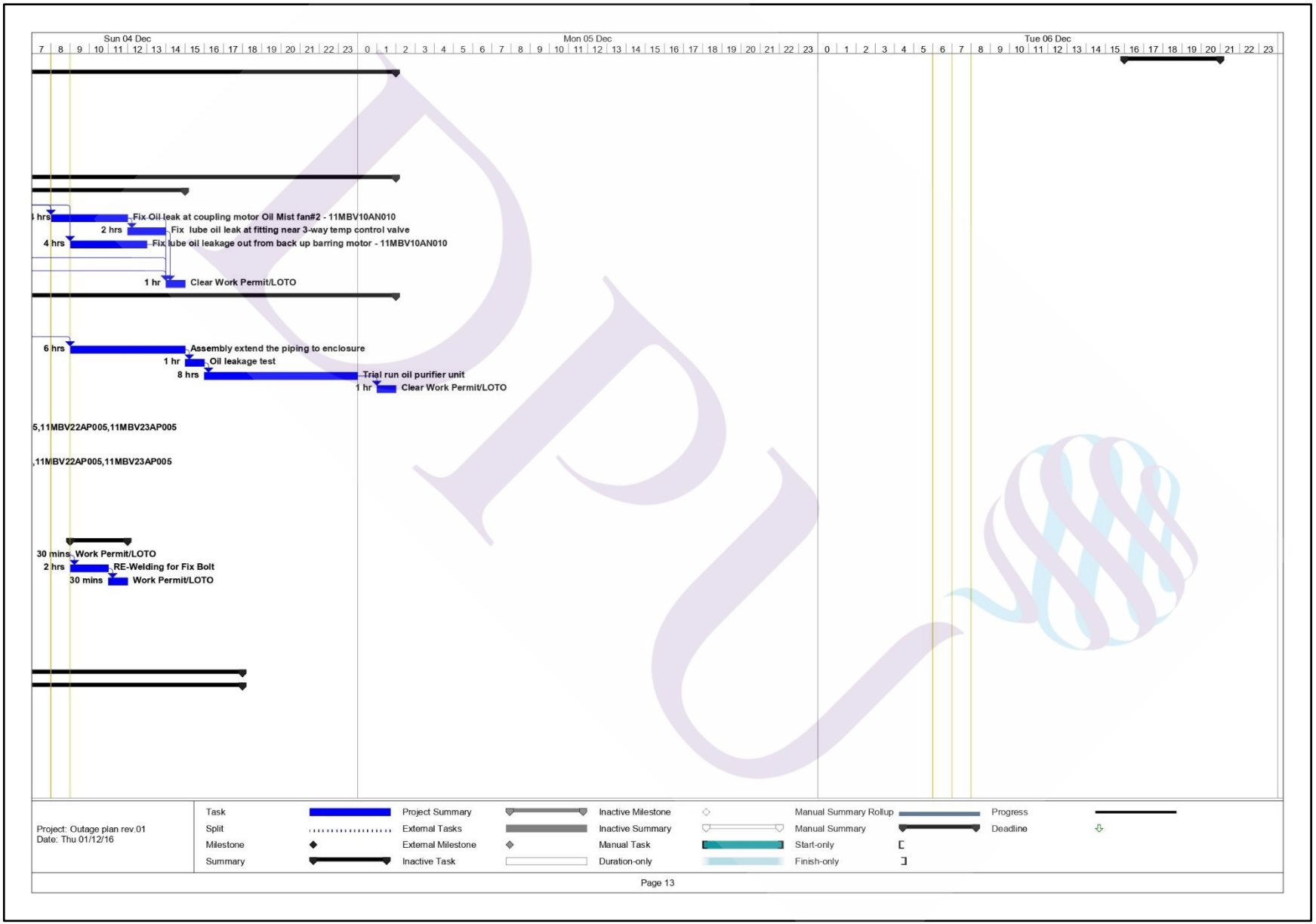
Task | Split | Milestone | Summary
Project Summary | External Tasks | External Milestone | Inactive Task
Inactive Milestone | Inactive Summary | Manual Task | Duration-only
Manual Summary Rollup | Manual Summary | Start-only | Finish-only
Progress | Deadline

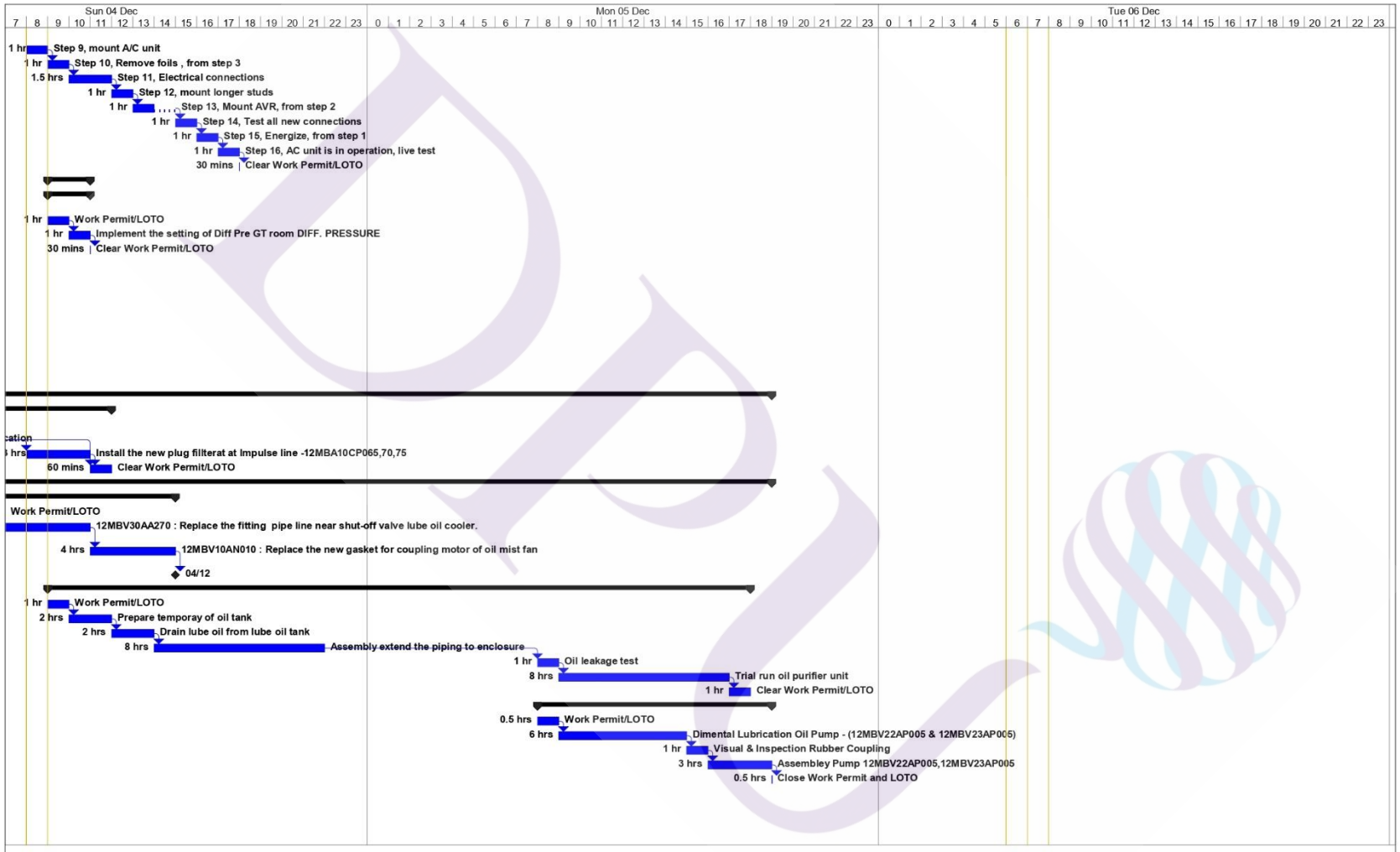


ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Resource Names
470	**NOD.173 Confirm setting value 3YB-01 open by 59 overvoltage relay protection.**	**0.1 days**	**Tue 06/12/16**	**Tue 06/12/16**	**Lumpasut**
471	Work Permit/LOTO	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Worawut
472	Change new value setting (59/+110%) (27/+90%)	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Lumpasut
473	Secondary Inject Test	1 hr	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Lumpasut
474	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Tue 06/12/16	Tue 06/12/16	Worawut
475	**BBA: 6.6KV SWGR PM 9 Panel : Visual Inspection,Mechanical check , Tightening and Clean, Electrical test , Function test (Protection Relay,Vacuum CB, Bus & MV Cubicle)**	**2.2 days**	**Sat 03/12/16**	**Mon 05/12/16**	**TunWA**
476	Work Permit/LOTO	30 mins	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	Thanarat
477	L116 STATION SERVICE TR 1	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
478	L102 GTG#1 START MOTOR	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	ESCO
479	L114 AUX.SERVICE TR 1	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
480	L117 BUS VT A	1 hr	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	ESCO
481	L118 BUS TIE	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
482	L119 BUS VT B	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
483	L120 STATION SERVICE TR 2	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
484	L121 AUX.SERVICE TR 2	1 hr	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	ESCO
485	L136 GTG#2 START MOTOR	1 hr	Sat 03/12/16	Sat 03/12/16	ESCO
486	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
487	**UPS & Battery charger System**	**0.21 days**	**Mon 05/12/16**	**Mon 05/12/16**	**TunWA**
488	**Investigate the 125VDC Charger#1&2**	**0.21 days**	**Mon 05/12/16**	**Mon 05/12/16**	**TunWA**
489	Work Permit/LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
490	Visual & Inspection Inverter #1,#2 (Common alarm)	4 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	JEL
491	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
492	**Transformer Unit**	**1.29 days**	**Sun 04/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Narongrit**
493	**11BAT10: PM Step Up Transformer for GT#1**	**0.31 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Narongrit**
494	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Thanarat
495	Visual Inspection,Oil Sampling,Electrical Test ,Function Test	6.5 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Tirathai
496	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Thanarat
497	**12BAT10: PM Step Up Transformer for GT#2**	**0.38 days**	**Mon 05/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Narongrit**
498	Work Permit/LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
499	Visual Inspection,Oil Sampling,Electrical Test ,Function Test	8.5 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Tirathai
500	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
501	**10BAT10: PM Step Up Transformer for 22kV Customer**	**0.4 days**	**Sun 04/12/16**	**Sun 04/12/16**	**Narongrit**
502	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Thanarat
503	Visual Inspection,Oil Sampling (On line)	8 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Tirathai
504	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Thanarat
505	**13BAT10: PM Step Up Transformer for ST**	**0.27 days**	**Mon 05/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Narongrit**
506	Work Permit/LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
507	Visual Inspection,Oil Sampling,Electrical Test ,Function Test	6 hrs	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Tirathai
508	Close Work Permit and LOTO	30 mins	Mon 05/12/16	Mon 05/12/16	Thanarat
509	**DCS System**	**2.18 days**	**Sat 03/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Tunya**
510	**Warrantee work**	**1.17 days**	**Sun 04/12/16**	**Mon 05/12/16**	**Tunya**
511	Work Permit/LOTO	30 mins	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Jakapong
512	Rectify the CT Level Basin Transmitter A 10PAB10CL001 signal fault to low point (2mm)By itself	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Tunya
513	Investigate the malfunction of breaker 52STG open circuit check generator protection relay normal	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Tunya
514	Investigate the tuning function remote set point to gas compressor match with Gas Turbine because now auto set point from DCS unrelated with consumption pressure require from gas turbine.	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Tunya
515	Investigate the LP feed water pump 3 select to STB and not running but have Emergency trip signal to DCS	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Tunya
516	Investigate the Start up vent control valve open by it self in manual mode 11HAH10AA212 HP START-UP VENT.	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Tunya
517	Investigate the control system of derator cannot control oxygen (O2) and pressure start up harf to full block.	2 hrs	Sun 04/12/16	Sun 04/12/16	Tunya

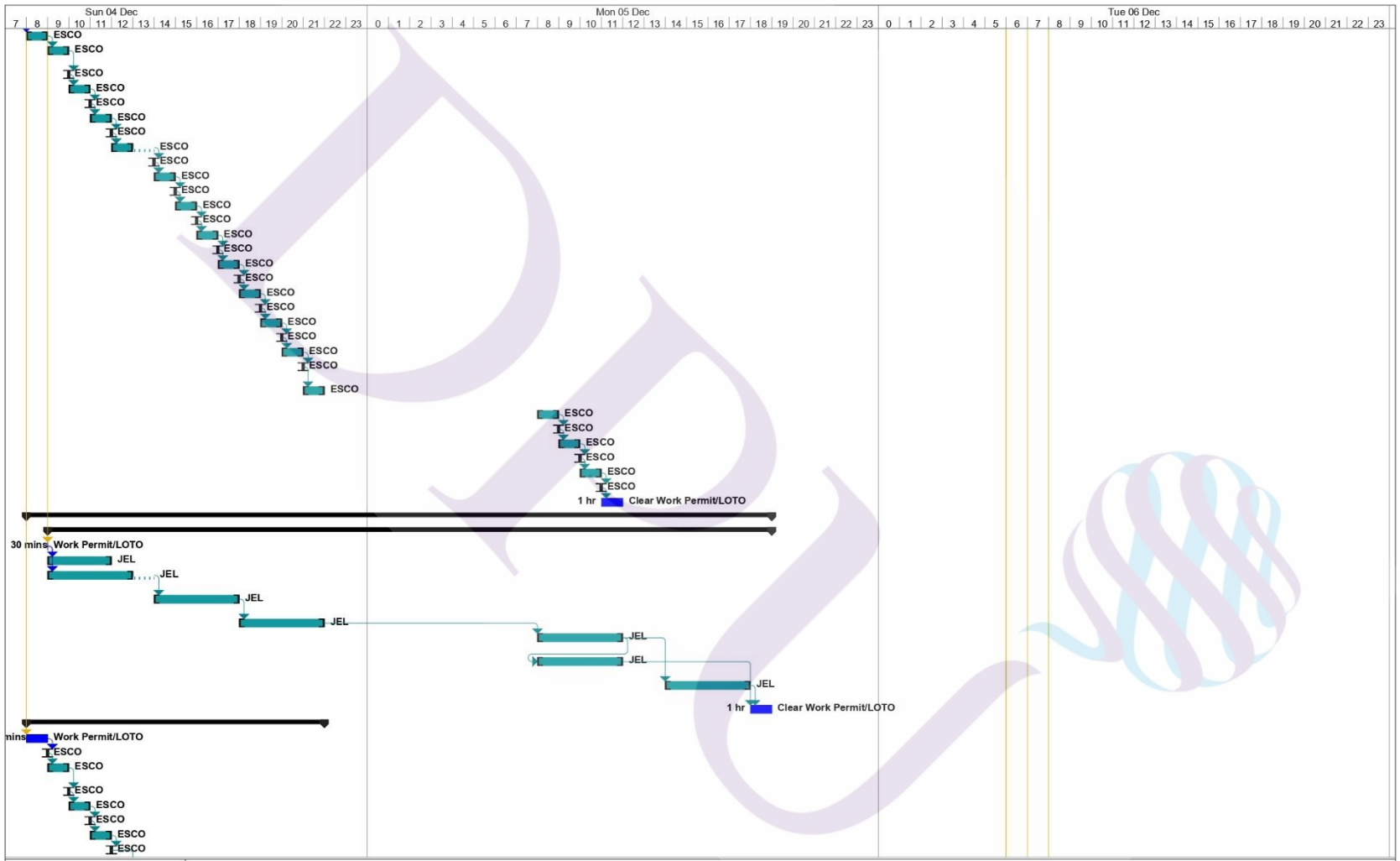
ID
Task Name
Duration
Start
Finish
Resource Names
Sat 03 Dec
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 0 1 2 3 4 5 6 7
518 Investigate the LP feed water select before start plant half to full block set by : Pump 1 PRI / Pump 2 PRI / Pump 3 STD 0.5 hrs Sun 04/12/16 Sun 04/12/16 Tunya
519 Check and modify function block scan time, Chang type block in logic BOP 2 hrs Sun 04/12/16 Sun 04/12/16 Tunya
520 Check time sycn GPS Main System and Update Firmware DCS system (Requested By Schanider.) 4 hrs Mon 05/12/16 Mon 05/12/16 Tunya
521 Close Work Permit and LOTO 30 mins Mon 05/12/16 Mon 05/12/16 Jakapong
522 DCS Program Improvement 1.19 days Sat 03/12/16 Sun 04/12/16 Tunya
523 Work Permit/LOTO 30 mins Sat 03/12/16 Sat 03/12/16 Thanarat
524 Implement Software 8 hrs Sat 03/12/16 Sat 03/12/16 JEL
525 Dry Testing 4 hrs Sun 04/12/16 Sun 04/12/16 JEL
526 Work Permit/LOTO 30 mins Sun 04/12/16 Sun 04/12/16 Thanarat
30 mins Work Permit/LOTO
8 hrs Implement Software
4 hrs
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16
Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline
Page 11

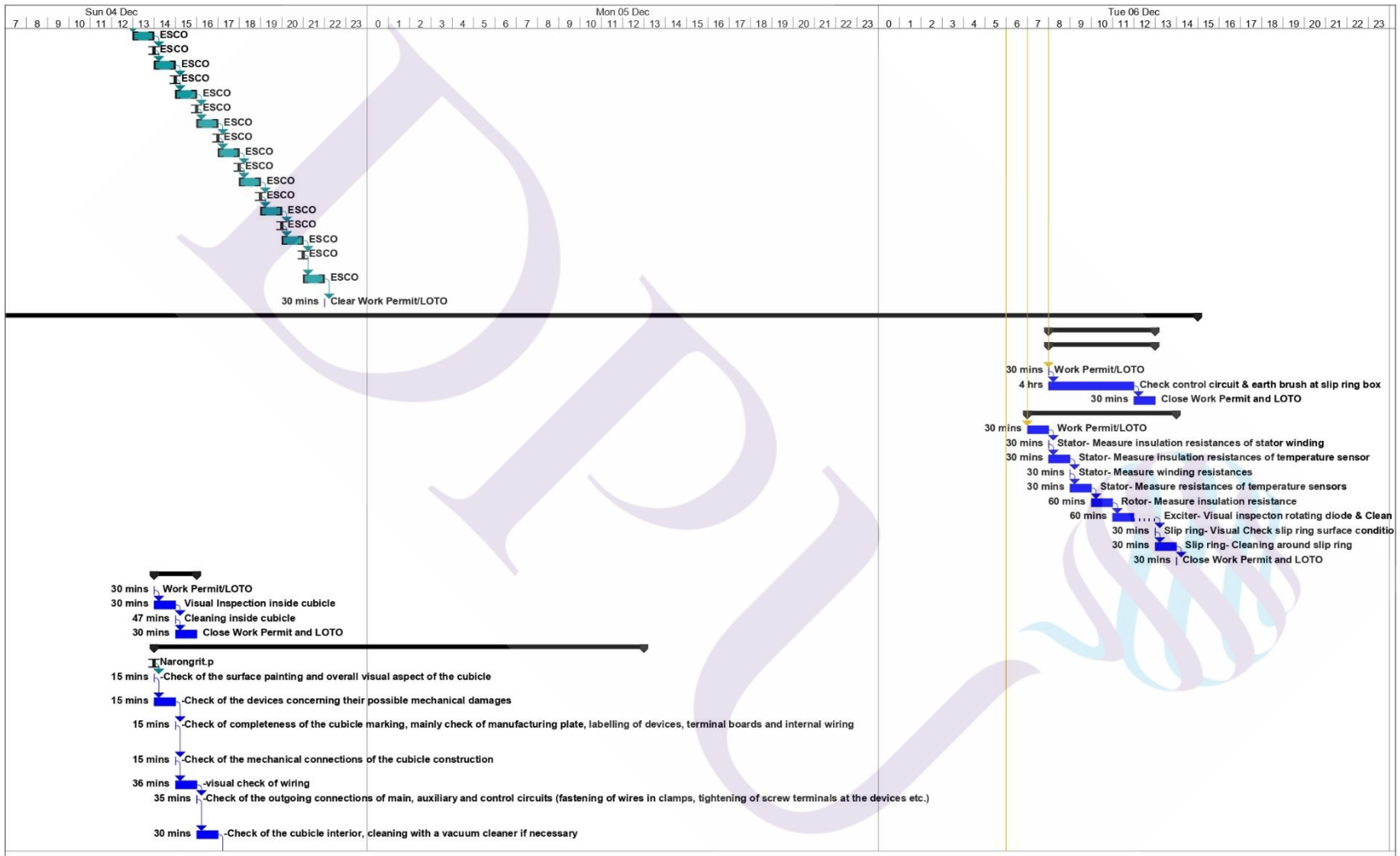

Sun 04 Dec
Mon 05 Dec
Tue 06 Dec
STG - Cooldown
2 hrs
Preparation
06/12
150 mins
06/12
4 hrs
Run B - PSV Adjust
4 hrs
Test and Commissioning
1 hr
Clear Work Permit/LOTO
06/12
Pressure test
8 hrs
Leakage Test
Hydrostatic test by demin water
8 hrs
Leakage Test
2 hrs
Re-filter of Coelescer filter
1 hr
Clear Work Permit/LOTO
2 hrs
06/12
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16
Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline
Page 12

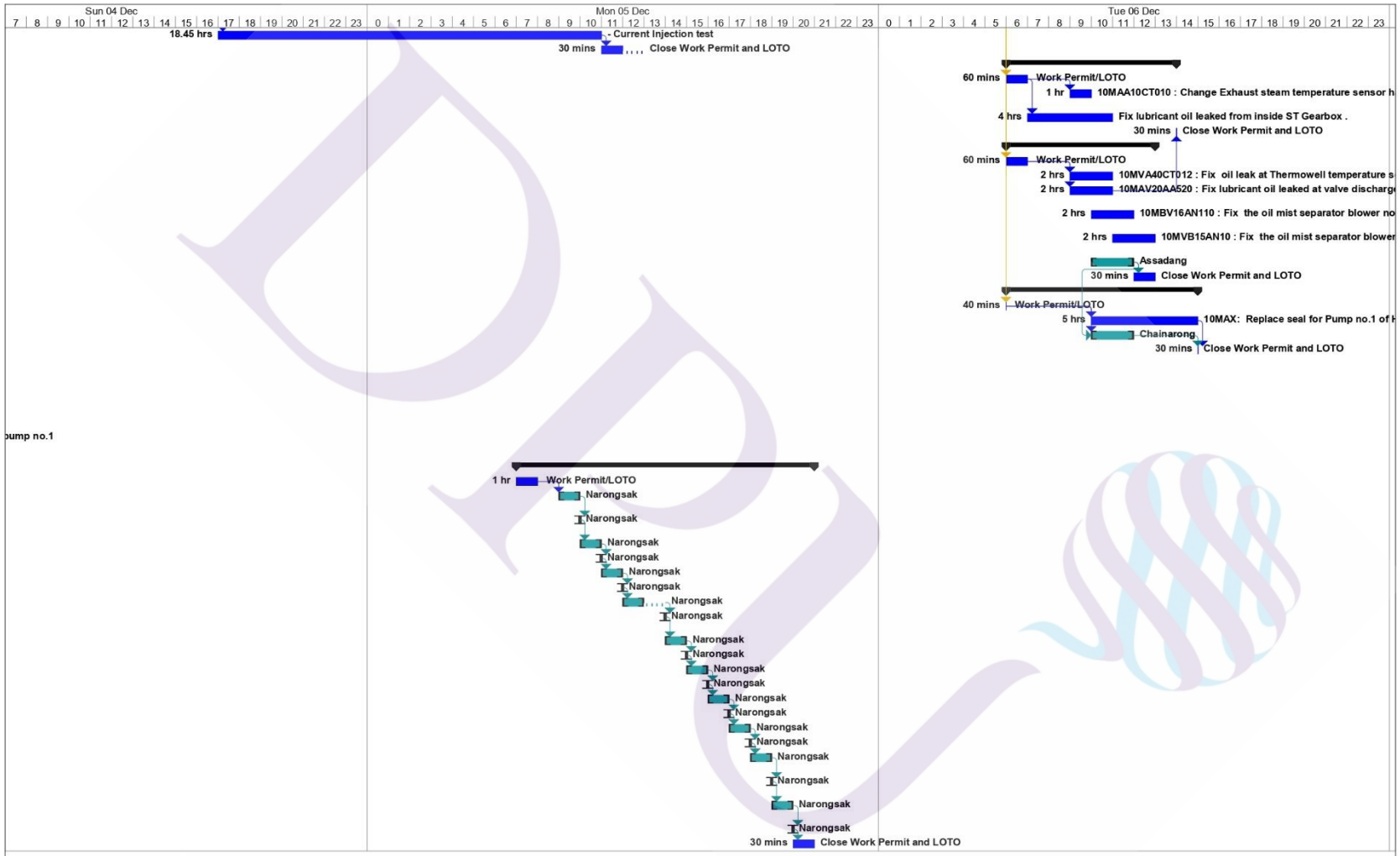

Sun 04 Dec
Mon 05 Dec
Tue 06 Dec
Fix Oil leak at coupling motor Oil Mist fan#2 - 11MBV10AN010
2 hrs
Fix lube oil leak at fitting near 3-way temp control valve
4 hrs
Fix lube oil leakage out from back up barring motor - 11MBV10AN010
1 hr
Clear Work Permit/LOTO
6 hrs
Assembly extend the piping to enclosure
1 hr
Oil leakage test
8 hrs
Trial run oil purifier unit
1 hr
Clear Work Permit/LOTO
5,11MBV22AP005,11MBV23AP005
,11MBV22AP005,11MBV23AP005
30 mins
Work Permit/LOTO
2 hrs
RE-Welding for Fix Bolt
30 mins
Work Permit/LOTO
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16
Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline
Page 13

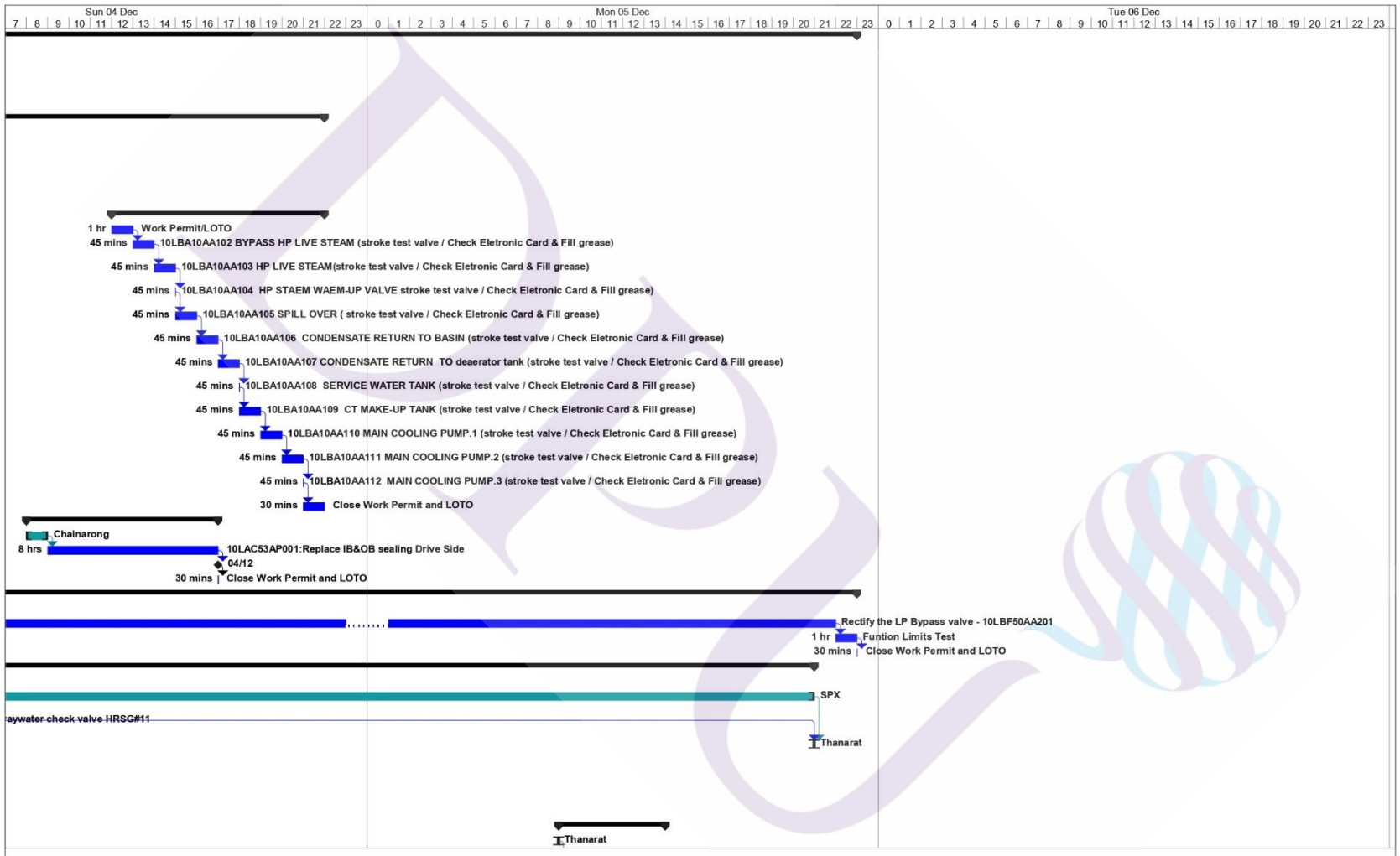

Sun 04 Dec
Mon 05 Dec
Tue 06 Dec
Step 9, mount A/C unit
Step 10, Remove foils , from step 3
Step 11, Electrical connections
Step 12, mount longer studs
Step 13, Mount AVR, from step 2
Step 14, Test all new connections
Step 15, Energize, from step 1
Step 16, AC unit is in operation, live test
Clear Work Permit/LOTO
Work Permit/LOTO
Implement the setting of Diff Pre GT room DIFF. PRESSURE
Clear Work Permit/LOTO
Install the new plug fillterat at Impulse line -12MBA10CP065,70,75
Clear Work Permit/LOTO
Work Permit/LOTO
12MBV30AA270 : Replace the fitting pipe line near shut-off valve lube oil cooler.
12MBV10AN010 : Replace the new gasket for coupling motor of oil mist fan
04/12
Work Permit/LOTO
Prepare temporay of oil tank
Drain lube oil from lube oil tank
Assembly extend the piping to enclosure
Oil leakage test
Trial run oil purifier unit
Clear Work Permit/LOTO
Work Permit/LOTO
Dimental Lubrication Oil Pump - (12MBV22AP005 & 12MBV23AP005)
Visual & Inspection Rubber Coupling
Assembley Pump 12MBV22AP005,12MBV23AP005
Close Work Permit and LOTO
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16
Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline
Page 14

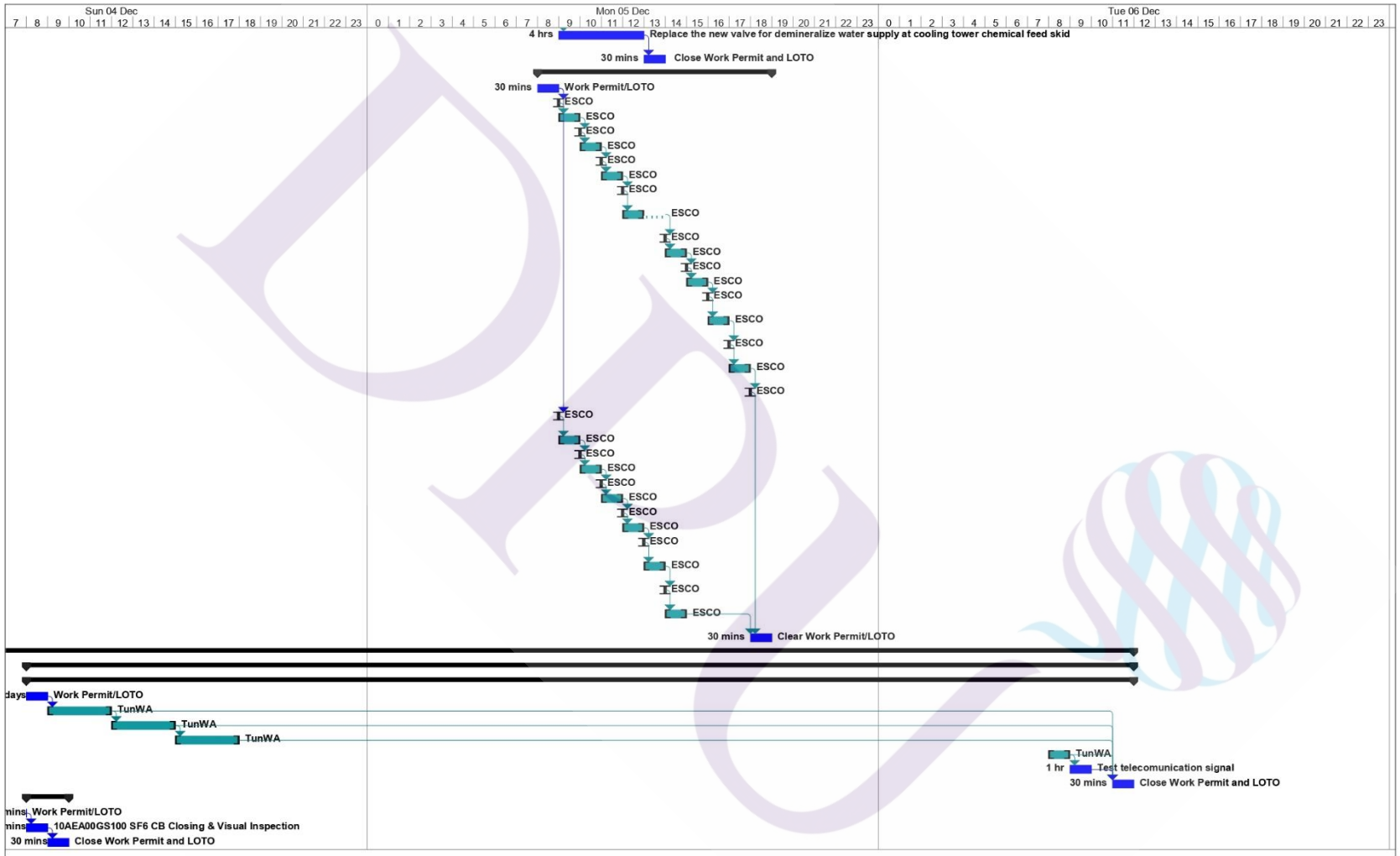
Sun 04 Dec
Mon 05 Dec
Tue 06 Dec
30 mins Work Permit/LOTO
2 hrs RE-Welding for Fix Bolt
30 mins Work Permit/LOTO
Work Permit/LOTO
3 hrs Disassembly the drain line
2 hrs Visual & Inspection and modify
3 hrs Assembley new drain line
0.5 hrs Close Work Permit and LOTO
Siemens
Siemens
Siemens
Siemens
Siemens
Siemens
Siemens
Siemens
30 mins Clear Work Permit/LOTO
1 hr Work Permit/LOTO
4 hrs Implement the setting of Diff Pre GT room DIFF. PRESSURE
30 mins Clear Work Permit/LOTO
30 mins Work Permit/LOTO
30 mins Check Interface signal with Fire Alarm Panel
30 mins Clear Work Permit/LOTO
Work Permit/LOTO
4 hrs 11HAH10AA506 : Change Valve HP super heat Freeblow Drain was passing
30 hrs 11LAB10AA351 : Repair Pressure relief valve leakage at LP feed water to LP drum.
4 hrs 11LAE10AA001 : Repair the Manual block valve to process steam desuperheat line was passing.
4 hrs 11LAB10AA211 Install the check valve for Control valv
1 hr Clear Work Permit/LOTO
Work Permit/LOTO
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16
Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline
Page 15

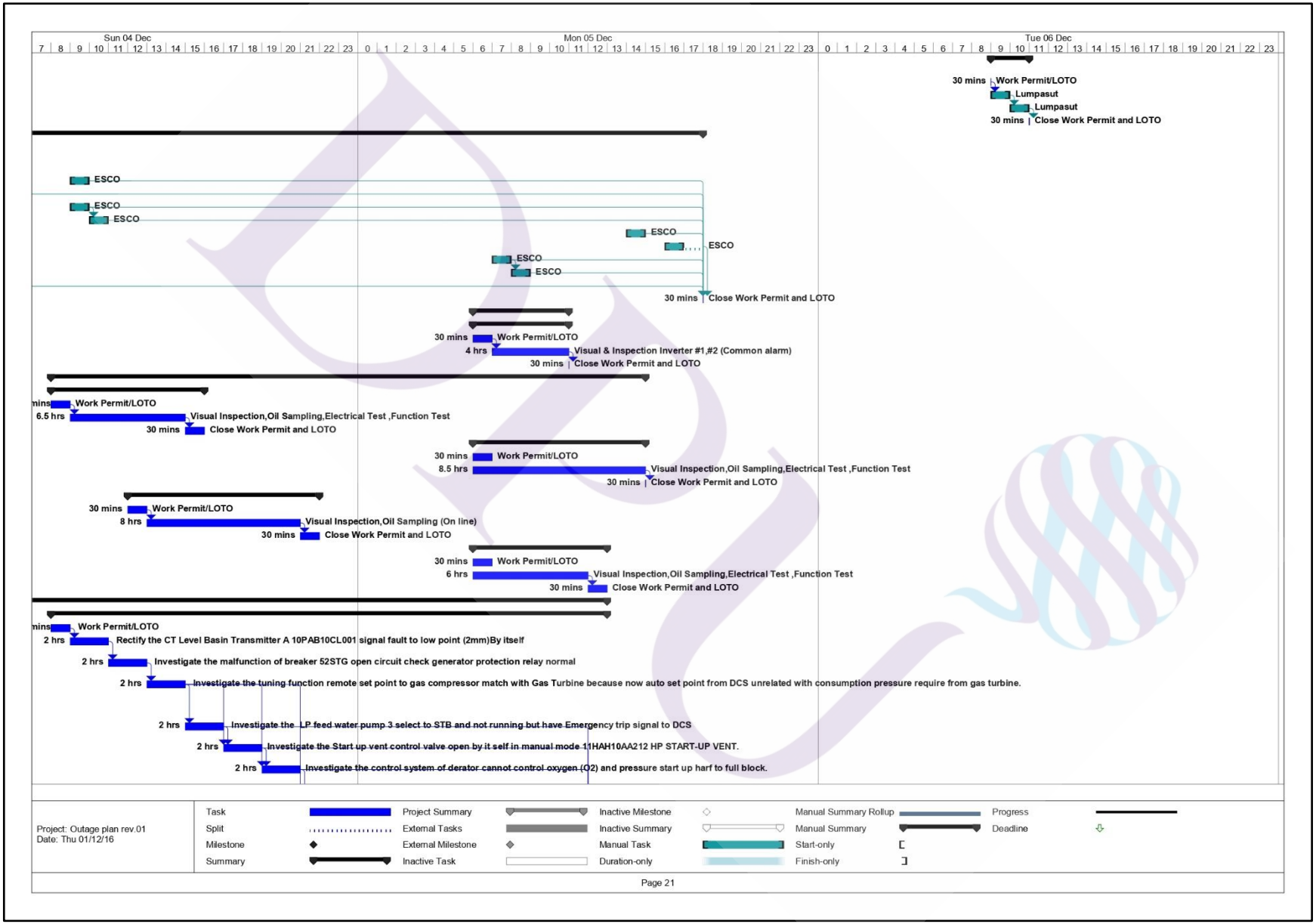

Sun 04 Dec
Mon 05 Dec
Tue 06 Dec
ESCO
1 hr Clear Work Permit/LOTO
30 mins Work Permit/LOTO
JEL
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16
Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline
Page 16

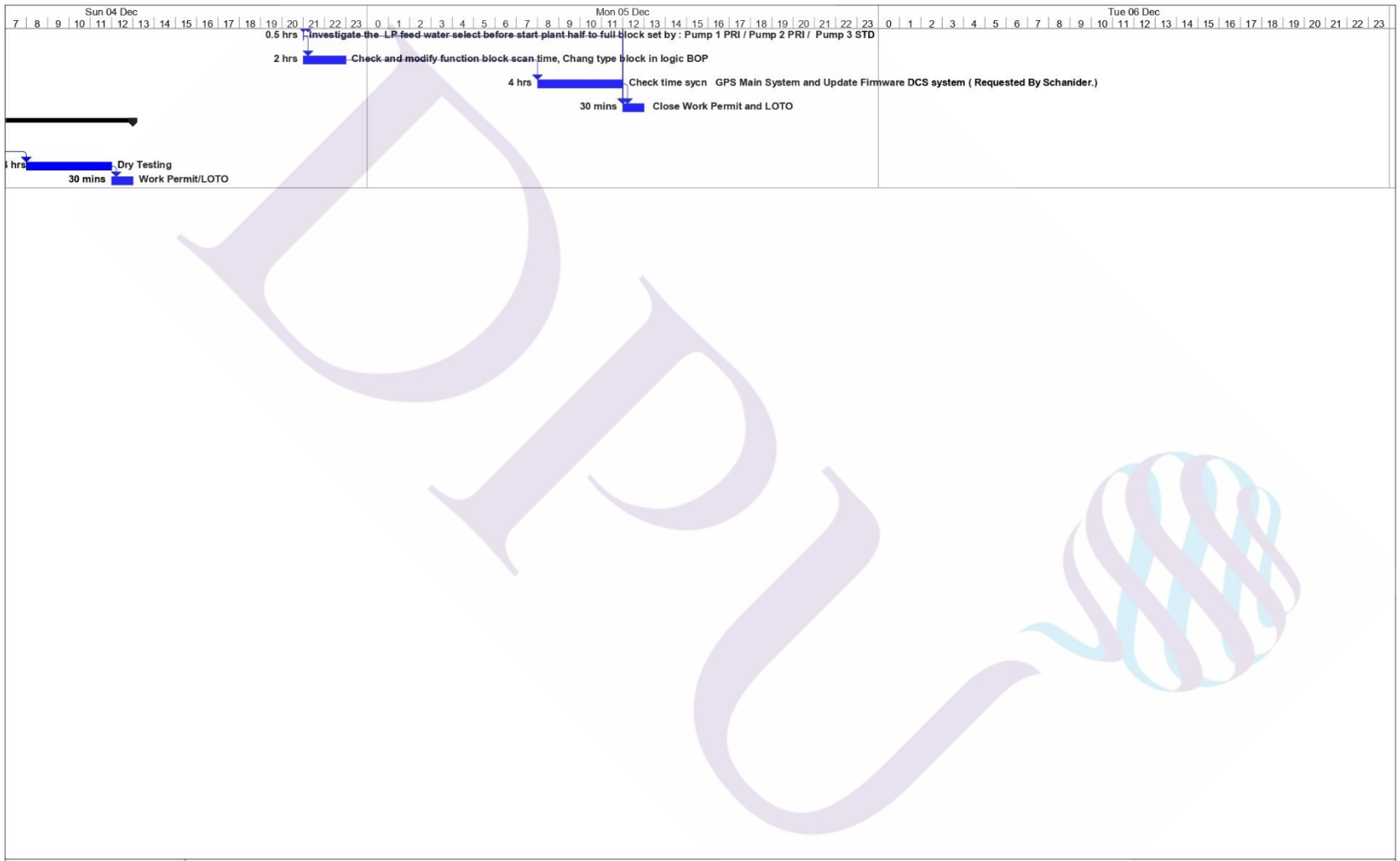

Sun 04 Dec
Mon 05 Dec
Tue 06 Dec
ESCO
30 mins Clear Work Permit/LOTO
30 mins Work Permit/LOTO
4 hrs Check control circuit & earth brush at slip ring box
30 mins Close Work Permit and LOTO
30 mins Work Permit/LOTO
30 mins Stator- Measure insulation resistances of stator winding
30 mins Stator- Measure insulation resistances of temperature sensor
30 mins Stator- Measure winding resistances
30 mins Stator- Measure resistances of temperature sensors
60 mins Rotor- Measure insulation resistance
60 mins Exciter- Visual inspecton rotating diode & Clean
30 mins Slip ring- Visual Check slip ring surface conditio
30 mins Slip ring- Cleaning around slip ring
30 mins Close Work Permit and LOTO
30 mins Work Permit/LOTO
30 mins Visual Inspection inside cubicle
47 mins Cleaning inside cubicle
30 mins Close Work Permit and LOTO
Narongrit.p
15 mins Check of the surface painting and overall visual aspect of the cubicle
15 mins Check of the devices concerning their possible mechanical damages
15 mins Check of completeness of the cubicle marking, mainly check of manufacturing plate, labelling of devices, terminal boards and internal wiring
15 mins Check of the mechanical connections of the cubicle construction
36 mins visual check of wiring
35 mins Check of the outgoing connections of main, auxiliary and control circuits (fastening of wires in clamps, tightening of screw terminals at the devices etc.)
30 mins Check of the cubicle interior, cleaning with a vacuum cleaner if necessary
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16
Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline
Page 17


Sun 04 Dec
Mon 05 Dec
Tue 06 Dec
18.45 hrs
Current Injection test
30 mins
Close Work Permit and LOTO
60 mins
Work Permit/LOTO
1 hr
10MAA10CT010 : Change Exhaust steam temperature sensor h
4 hrs
Fix lubricant oil leaked from inside ST Gearbox .
30 mins
Close Work Permit and LOTO
60 mins
Work Permit/LOTO
2 hrs
10MVA40CT012 : Fix oil leak at Thermowell temperature s
2 hrs
10MAV20AA520 : Fix lubricant oil leaked at valve discharg
2 hrs
10MBV16AN110 : Fix the oil mist separator blower no
2 hrs
10MVB15AN10 : Fix the oil mist separator blower
Assadang
30 mins
Close Work Permit and LOTO
40 mins
Work Permit/LOTO
5 hrs
10MAX: Replace seal for Pump no.1 of H
Chainarong
30 mins
Close Work Permit and LOTO
ump no.1
1 hr
Work Permit/LOTO
Narongsak
30 mins
Close Work Permit and LOTO
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16
Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline
Page 18


Sun 04 Dec
Mon 05 Dec
Tue 06 Dec
1 hr Work Permit/LOTO
45 mins 10LBA10AA102 BYPASS HP LIVE STEAM (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)
45 mins 10LBA10AA103 HP LIVE STEAM(stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)
45 mins 10LBA10AA104 HP STAEM WAEM-UP VALVE stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)
45 mins 10LBA10AA105 SPILL OVER (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)
45 mins 10LBA10AA106 CONDENSATE RETURN TO BASIN (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)
45 mins 10LBA10AA107 CONDENSATE RETURN TO deaerator tank (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)
45 mins 10LBA10AA108 SERVICE WATER TANK (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)
45 mins 10LBA10AA109 CT MAKE-UP TANK (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)
45 mins 10LBA10AA110 MAIN COOLING PUMP.1 (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)
45 mins 10LBA10AA111 MAIN COOLING PUMP.2 (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)
45 mins 10LBA10AA112 MAIN COOLING PUMP.3 (stroke test valve / Check Eletronic Card & Fill grease)
30 mins Close Work Permit and LOTO
Chainarong
8 hrs 10LAC53AP001:Replace IB&OB sealing Drive Side
04/12
30 mins Close Work Permit and LOTO
Rectify the LP Bypass valve - 10LBF50AA201
1 hr Funtion Limits Test
30 mins Close Work Permit and LOTO
SPX
aywater check valve HRSG#11
Thanarat
Thanarat
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16
Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline
Page 19


Sun 04 Dec
Mon 05 Dec
Tue 06 Dec
4 hrs
Replace the new valve for demineralize water supply at cooling tower chemical feed skid
30 mins
Close Work Permit and LOTO
30 mins
Work Permit/LOTO
ESCO
30 mins
Clear Work Permit/LOTO
Work Permit/LOTO
TunWA
TunWA
TunWA
TunWA
1 hr
Test telecomunication signal
30 mins
Close Work Permit and LOTO
Work Permit/LOTO
10AEA00GS100 SF6 CB Closing & Visual Inspection
30 mins
Close Work Permit and LOTO
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16
Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline
Page 20


Sun 04 Dec
Mon 05 Dec
Tue 06 Dec
30 mins Work Permit/LOTO
Lumpasut
Lumpasut
30 mins Close Work Permit and LOTO
ESCO
ESCO
ESCO
ESCO
ESCO
ESCO
ESCO
30 mins Close Work Permit and LOTO
30 mins Work Permit/LOTO
4 hrs Visual & Inspection Inverter #1,#2 (Common alarm)
30 mins Close Work Permit and LOTO
Work Permit/LOTO
6.5 hrs Visual Inspection,Oil Sampling,Electrical Test ,Function Test
30 mins Close Work Permit and LOTO
30 mins Work Permit/LOTO
8.5 hrs Visual Inspection,Oil Sampling,Electrical Test ,Function Test
30 mins Close Work Permit and LOTO
30 mins Work Permit/LOTO
8 hrs Visual Inspection,Oil Sampling (On line)
30 mins Close Work Permit and LOTO
30 mins Work Permit/LOTO
6 hrs Visual Inspection,Oil Sampling,Electrical Test ,Function Test
30 mins Close Work Permit and LOTO
Work Permit/LOTO
2 hrs Rectify the CT Level Basin Transmitter A 10PAB10CL001 signal fault to low point (2mm)By itself
2 hrs Investigate the malfunction of breaker 52STG open circuit check generator protection relay normal
2 hrs Investigate the tuning function remote set point to gas compressor match with Gas Turbine because now auto set point from DCS unrelated with consumption pressure require from gas turbine.
2 hrs Investigate the LP feed water pump 3 select to STB and not running but have Emergency trip signal to DCS
2 hrs Investigate the Start up vent control valve open by it self in manual mode 11HAH10AA212 HP START-UP VENT.
2 hrs Investigate the control system of derator cannot control oxygen (O2) and pressure start up harf to full block.
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16
Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline
Page 21


Sun 04 Dec
Mon 05 Dec
Tue 06 Dec
0.5 hrs Investigate the LP feed water select before start plant half to full block set by : Pump 1 PRI / Pump 2 PRI / Pump 3 STD
2 hrs Check and modify function block scan time, Chang type block in logic BOP
4 hrs Check time sycn GPS Main System and Update Firmware DCS system (Requested By Schanider.)
30 mins Close Work Permit and LOTO
Dry Testing
30 mins Work Permit/LOTO
Project: Outage plan rev.01
Date: Thu 01/12/16
Task
Split
Milestone
Summary
Project Summary
External Tasks
External Milestone
Inactive Task
Inactive Milestone
Inactive Summary
Manual Task
Duration-only
Manual Summary Rollup
Manual Summary
Start-only
Finish-only
Progress
Deadline
Page 22

Revision : 00
Date : 1 December 2016

GMRS Presure Re-setting (GPS) Project Schedule

SHUTDOWN PRERIOD	Power Plant Shutdown	DATE	03/12/2016	TIME	00:00	
	Fuel Gas Charging Available	DATE	06/12/2016	TIME	12:00	Under PTT approval
	Power Plant Re-syncronize	DATE	06/12/2016	TIME	24:00	

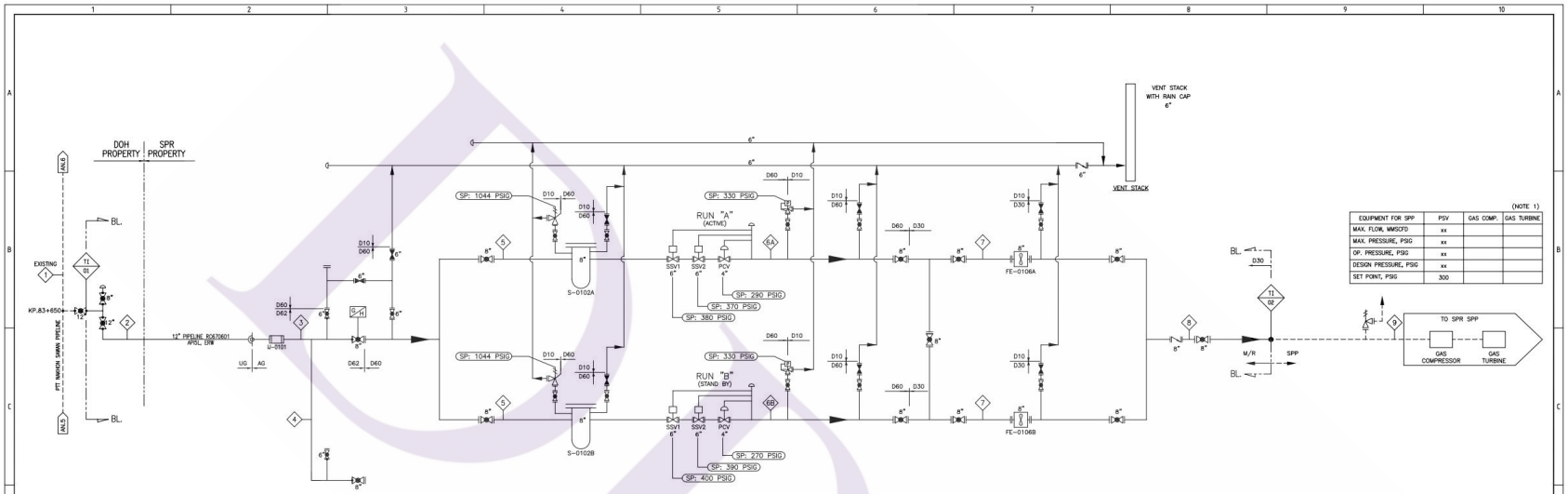
ITEM	KEY ACTIVITIES	START	TIME	FINISH	TIME	RESPONSEED BY	PORTION	REMARK
~~1~~	~~Calibrate Pressure Transmitter~~	~~27/12/2001~~		~~30/11/2016~~		~~JEL~~	~~Suction Line~~	NOT Required by JEL
2	Replacement Material on site			03/01/2002	08:00	IMC	GMRS	
3	**SSV,PCV,PSV Material Replacement and adjusting**							
3.1	HOV Valve Closesd			03/12/2016	00:00	PTT	GMRS	
3.2	**Run A**							
	- Piping Inspection & Cleaning	03/12/2016	09:00	03/12/2016	12:00	PTT	GMRS	Sulpher Condition Check
	- Spring valve replacement and adjustion	03/12/2016	13:00	03/12/2016	17:00	IMC	GMRS	
3.3	**Run B**							**After PTT approvel MOC3**
	- Piping Inspection & Cleaning	06/12/2016	09:00	06/12/2016	12:00	PTT	GMRS	
	- Spring valve replacement and adjustion	06/12/2016	09:00	06/12/2016	12:00	IMC	GMRS	
3.4	Flow Comp&SCADA Parameter setting	06/12/2016	09:00	06/12/2016	12:00	PTT	GMRS/OC	
3.5	HOV Valve Open			**06/12/2016**	**12:00**	PTT	GMRS	
3.6	GMRS Test&Commissioning	06/12/2016	12:00	06/12/2016	17:00	IMC/PTT	GMRS	Fuel Gas Charging to ATP
4	**Fuel Gas Piping System Test and re-Certificate**							
4.1	N2 Flushing and Blanking	03/12/2016	08:30	03/12/2016	10:00	ATP	Up to GT	Fuel Gas Suction Piping pass through inlet Gas turbine
4.2	Safety Valve Replacement	03/12/2016	10:00	03/12/2016	11:00	ATP	GC Area	Afte recalibate and re-setting
4.3	**Fuel Gas Filter/Seperator 10EKE11AT001&10EKE12AT001**							
	- Open QOC to remove Filter Carridge	03/12/2016	11:00	03/12/2016	12:00	ATP	Filters	
	- Close QOC and blind to isolate	03/12/2016	12:00	03/12/2016	13:00	ATP	Filters	
	- Water Fill up to hand over ThermoEX	03/12/2016	13:00	03/12/2016	14:00	ATP	Filters	
	- Hydrotest EQ Prepareation	03/12/2016	14:00	03/12/2016	17:00	Thermo EX	Filters	
	- Pressure and Leak Testing	04/12/2016	09:00	04/12/2016	12:00	Thermo EX	Filters	
	- Release Presssure	04/12/2016	12:00	04/12/2016	13:00	Thermo EX	Filters	
	- **Official test report with R-stamp**	04/12/2016	13:00	**05/12/2016**	**14:00**	Thermo EX	Filters	

Revision : 00

Date : 1 December 2016

GMRS Presure Re-setting (GPS) Project Schedule

SHUTDOWN PRERIOD								
		Power Plant Shutdown		DATE	03/12/2016	TIME	00:00	
		Fuel Gas Charging Available		DATE	06/12/2016	TIME	12:00	Under PTT approval
		Power Plant Re-syncronize		DATE	06/12/2016	TIME	24:00	
	- Open QOC to reinstall Filter Cartridge	04/12/2016	14:00	04/12/2016	15:00	ATP	Filters	
	- Remove blind to re-instate	04/12/2016	15:00	04/12/2016	16:00	ATP	Filters	
4.4	**Re -Test and Certificate suction Piping**							
	- Pneumatic EQ Prepareation	03/12/2016	10:00	03/12/2016	17:00	AEG	Suction Line	
	- Pressure and Leak Testing	04/12/2016	09:00	04/12/2016	12:00	AEG	Suction Line	
	- Release Presssure	04/12/2016	12:00	04/12/2016	16:00	AEG	Suction Line	
	- Remove blind to re-instate	04/12/2016	16:00	04/12/2016	17:00	ATP	Suction Line	
	- **Official test report with Certificate**	04/12/2016	13:00	**05/12/2016**	**14:00**	AEG	Suction Line	
4.5	N2 Flushing and Blanking	04/12/2016	16:00	04/12/2016	17:00	ATP	Filters&Suction	Suction Piping with Fuel Filters
5	**Gas Compressor Long term Preservation**							
	- Isolate Gas Compressor	06/12/2016	09:00	06/12/2016	12:00	TA/ATP	Gas Comp.	
	- Nitrogen blanking	06/12/2016	12:00	06/12/2016	17:00	TA/ATP	Gas Comp.	
9	**DCS Program Improvement**							
	- Review and Approve Logic			30/11/2016	17:00	JEL/ ATP	DCS	Done
	- Implement Software	03/12/2016	09:00	04/12/2016	17:00	JEL	DCS	
	- Testing	05/12/2015	09:00	05/12/2015	17:00	JEL	DCS	
10	Check Leaked with Tapping	06/12/2016	09:00	06/12/2016	12:00	ATP	Up to GT	
11	**Fuel Gas System Charging**			06/12/2016	12:00	ATP		
	- Official submit test report and certificate			**05/12/2016**	**14:00**	ATP	GMRS/ATP	
	- PTT Aprove to release Fuel Gas			**06/12/2016**	**12:00**	PTT		
12	**Start Up Power Plant (Sync to Grid)**	06/12/2016	12:00	06/12/2016	24:00	ATP		



(NOTE 1)

EQUIPMENT FOR SPP	PSV	GAS COMP.	GAS TURBINE
MAX. FLOW, MMSCFD	xx		
MAX. PRESSURE, PSIG	xx		
OP. PRESSURE, PSIG	xx		
DESIGN PRESSURE, PSIG	xx		
SET POINT, PSIG	300		

DRY GAS FILTERS
DESIGN PRESSURE : 1044 PSIG
DESIGN FLOWRATE : 20 MMSCFD/RUN

PRESSURE REGULATORS
DESIGN PRESSURE : 1044 PSIG
DESIGN FLOWRATE : 20 MMSCFD/RUN

METERING SKID
DESIGN PRESSURE : 720 PSIG
DESIGN FLOWRATE : 20 MMSCFD/RUN

EAST GAS PROPERTIES (2016)

GAS COMPOSITION	% MOLE		
	EXTREAM MIN.	NORMAL	EXTREAM MAX.
CO2	4.41	1.43	0.00
C1	87.61	90.70	89.33
C2	3.92	4.91	8.53
C3	1.36	0.88	1.00
IC4	0.31	0.19	0.20
nC4	0.25	0.16	0.20
IC5	0.06	0.06	0.10
nC5	0.03	0.01	0.00
C6	0.01	0.00	0.00
C7	0.01	0.00	0.00
C8+	0.00	0.00	0.00
N2	2.03	1.66	0.64
TOTAL	100.00	100.00	100.00
SPECIFIC GRAVITY	0.6477	0.6136	0.6153
LHV dry,(Btu/scf)	–	–	–
LHV sat,(Btu/scf)	–	–	–
HHV dry,(Btu/scf)	–	–	–
HHV sat,(Btu/scf)	996	1024	1078
W.HHV dry/ $\sqrt{SG}$,(Btu/scf)	1260	1330	1400

(NOTE 2)

STREAM NUMBER		1	2	3	4	5	6A	6B	7	8	9
FLOWRATE (MMSCFD)	MAX.	XX	39.28	39.28	39.28	19.64	19.64	19.64	19.64	19.64	19.64
	NOR.	XX	32.40	32.40	32.40	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20
	MIN.	XX	20.80	20.80	20.80	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40
DESIGN PRESSURE (PSIG)		1044	1044	1044	1044	1044	1044	1044	720	720	720
MAX. PRESSURE (PSIG)		900	900	900	900	900	380	400	400	400	400
PRESSURE OPERATING (PSIG)	MAX.	900	900	900	900	900	380	400	400	400	400
	NOR.	550	550	550	550	550	290	270	290	290	290
	MIN.	340	340	340	340	340	290	270	270	270	270
DESIGN TEMP. (°F)	MIN./MAX	60/120	60/120	60/120	60/120	60/120	20/120	20/120	20/120	20/120	20/120
MIN. OPERATE TEMP. (°F)		60.0	60.0	59.9	59.9	59.9	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
SIZE, NB		28"	12"	12"	8"	8"	8"	8"	8"	8"	8"
MATERIAL		XX	API5L X42	API5L X42	API5L X42	API5L X42	API5L X42	API5L X42	API5L X42	API5L X42	API5L X42
WALL THICKNESS		XX mm	17.48 mm	17.48 mm	12.70 mm	12.70 mm	12.70 mm	12.70 mm	12.70 mm	12.70 mm	12.70 mm
LOCATION CLASS		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
FLUID		NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
DESIGN FACTOR		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
LENGTH, APPROX.		XX m	30 m	5 m	5 m	2 m	2 m	2 m	2 m	2 m	2 m
CORROSION ALLOWANCE (mm)		XX	3.0	3.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DESIGN LIFE (YEAR)		XX	30	30	30	30	30	30	30	30	30

ITEM	DWG. No.	TITLE
3	A3-1402.27-6706-504	M/R STATION P&ID SHEET 2
2	A3-1402.27-6706-503	M/R STATION P&ID SHEET 1
1	A3-1402.27-6706-501	P&ID SYMBOLS AND LEGEND

REFERENCE DRAWINGS

General Notes :
1. DATA TO BE FILLED BY CLIENT.
2. STREAM 1 DATA FROM PTT EXISTING NAKHON SAWAN PIPELINE

REVIEW STAMP
☐ 1. REVISE AS COMMENT.
☐ 2. APPROVE.

Name: .....
Sign: ..... Date: .....

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK	APP
2	10/09/15	REVISED AREA CODE	UIT	CPK	CPK
1	17/06/15	REVISED FOR CONSTRUCTION	UIT	CPK	CPK
0	17/04/15	ISSUED FOR CONSTRUCTION	UIT	CPK	CPK
A	04/11/14	ISSUED FOR APPROVAL	UIT	CPK	CPK

บริษัท สยามเพียวไรซ์ จำกัด
SIAM PURE RICE CO., LTD.
71 อาคาร AGR ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10120

CNG Engineering and Consultant Co.,Ltd.

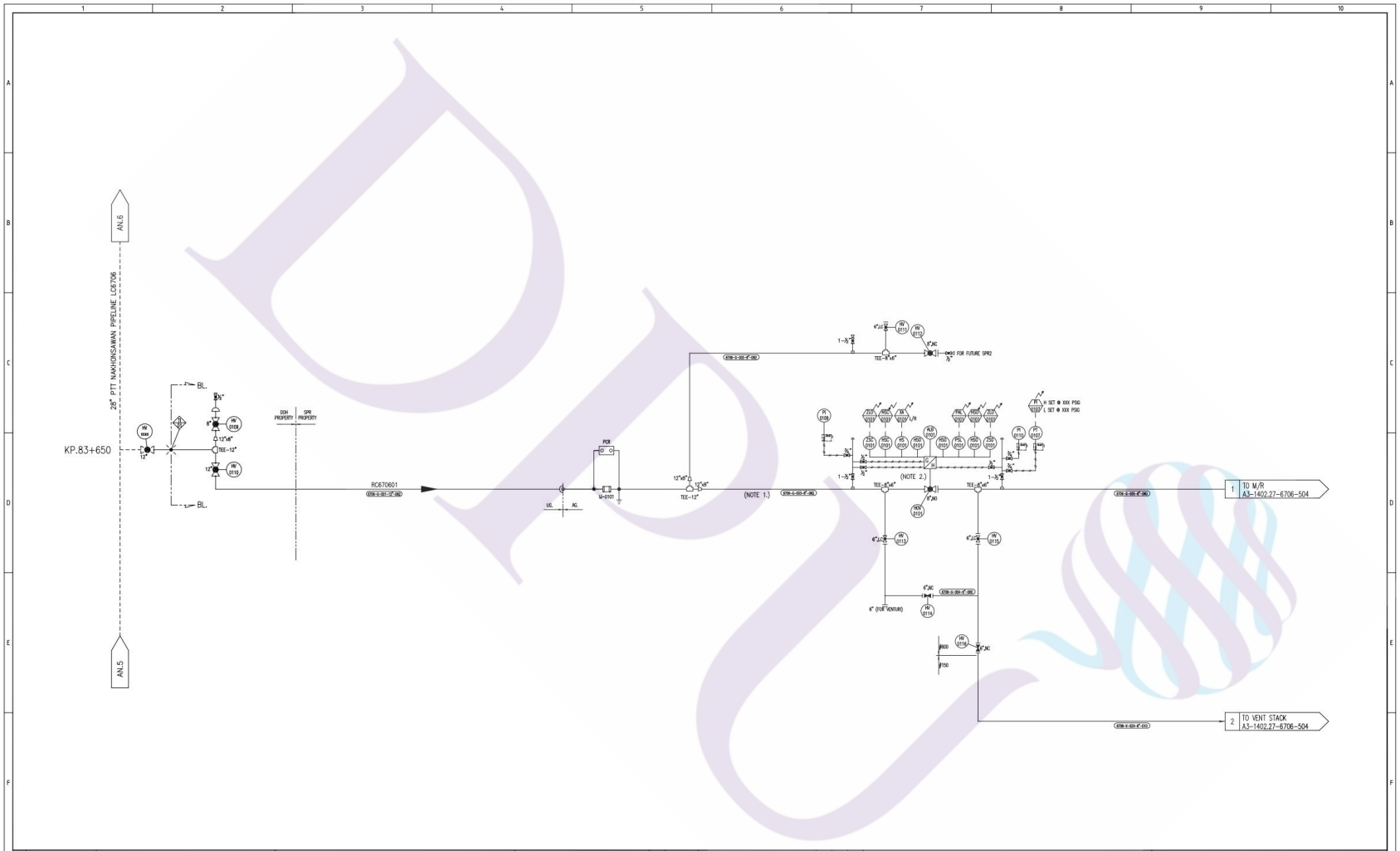
TERM ENGINEERING CO., LTD.
318 Phanitchayakanthonburi Rd., Wat Tha Phra, Bangkokyai, BKK. 10600 Tel. 0-2864-3981-3

PTT Public Company Ltd.

PROJECT : SPR 120 MW GAS PIPELINE AND MR STATION

TITLE : METERING & REGULATING STATION PROCESS FLOW DIAGRAM

PROJECT NO.: 1402.27 | AREA: 6706 | SCALE: NONE | DWG. NO. A3-1402.27-6706-502 | SHEET NO. 1 OF 1 | Rev. 2



ITEM	DWG. No.	TITLE
3	A3-1402.27-6706-504	M/R STATION P&ID SHEET 2
2	A3-1402.27-6706-502	M/R STATION PFD
1	A3-1402.27-6706-501	P&ID SYMBOLS AND LEGEND

REFERENCE DRAWINGS

General Notes :
1. ALL ONSHORE PIPING DESIGNED TO ASME B31.8.
2. ALL G/H ACTUATOR TO BE POWERED BY LINE GAS.

REVIEW STAMP
☐ 1. REVISE AS COMMENT.
☐ 2. APPROVE.

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK	APP
2	10/09/15	ADD PTT TAG NUMBERS	UIT	CPK	CPK
1	17/06/15	REVISED FOR CONSTRUCTION	UIT	CPK	CPK
0	17/04/15	ISSUED FOR CONSTRUCTION	UIT	CPK	CPK
A	04/11/14	ISSUED FOR APPROVAL	UIT	CPK	CPK

บริษัท สยามเพียวไรซ์ จำกัด
SIAM PURE RICE CO., LTD.
71 อาคาร AGR ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10120

CNG Engineering and Consultant Co.,Ltd.

TERM ENGINEERING CO., LTD.
318 Phanitchayakanthonburi Rd., Wat Tha Phra, Bangkokyai, BKK. 10600 Tel. 0-2864-3981-3

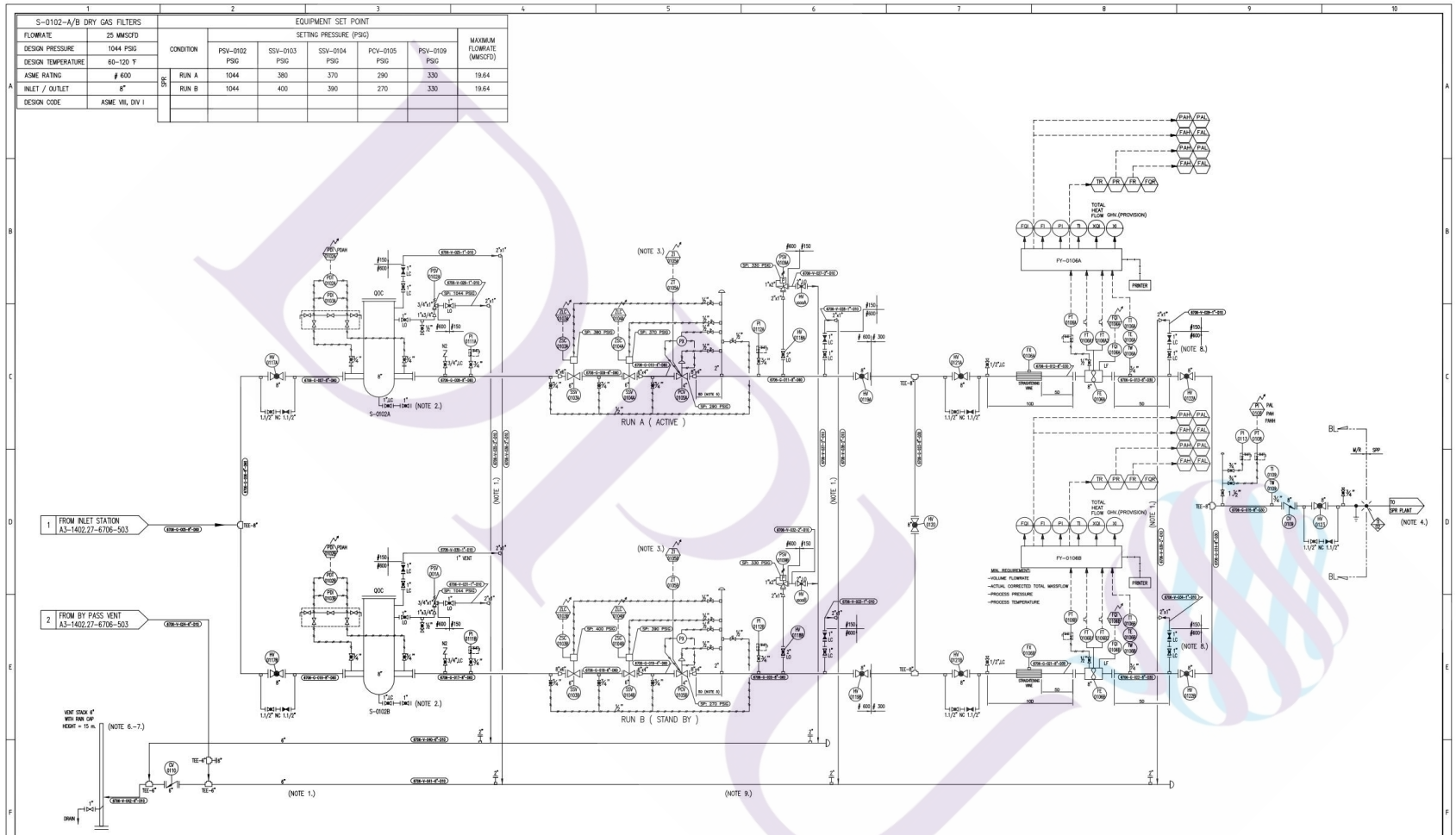
PTT Public Company Ltd.

PROJECT : SPR 120 MW GAS PIPELINE AND MR STATION

TITLE : METERING & REGULATING STATION PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM

PROJECT NO.: 1402.27 | AREA: 6706 | SCALE: NONE

DWG. NO. A3-1402.27-6706-503 | SHEET NO. 1 OF 2 | Rev. 2



ITEM	DWG. No.	TITLE
3	A3-1402.27-6706-503	M/R STATION P&ID SHEET 1
2	A3-1402.27-6706-502	M/R STATION PFD
1	A3-1402.27-6706-501	P&ID SYMBOLS AND LEGEND

REFERENCE DRAWINGS

General Notes :
1. PRESSURE DROP AND EXIT VELOCITY SHALL BE CALCULATED COMPLY WITH API 520.
2. MANUFACTURER STANDARD SIZE.
3. POSITION TRANSMITTER SIGNAL (0-100%) FOR PCV SHALL BE PROVIDED.
4. PSV FOR DOWN STREAM PIPELINE SPP PLANT SHALL BE PROVIDED.
5. DISTANCE SHALL BE CONFIRMED WITH VALVE MANUFACTURER.
6. VENT STACK HIGH WILL DEPENDS ON GAS DISPERSION CALCULATION AND SOUND LEVEL.
7. SOUND LEVEL MIN. 80 dBA FROM MRS FENCE OR PLANT.
8. BLOWDOWN VALVE SIZE SHALL COMPLY WITH AGA 7.

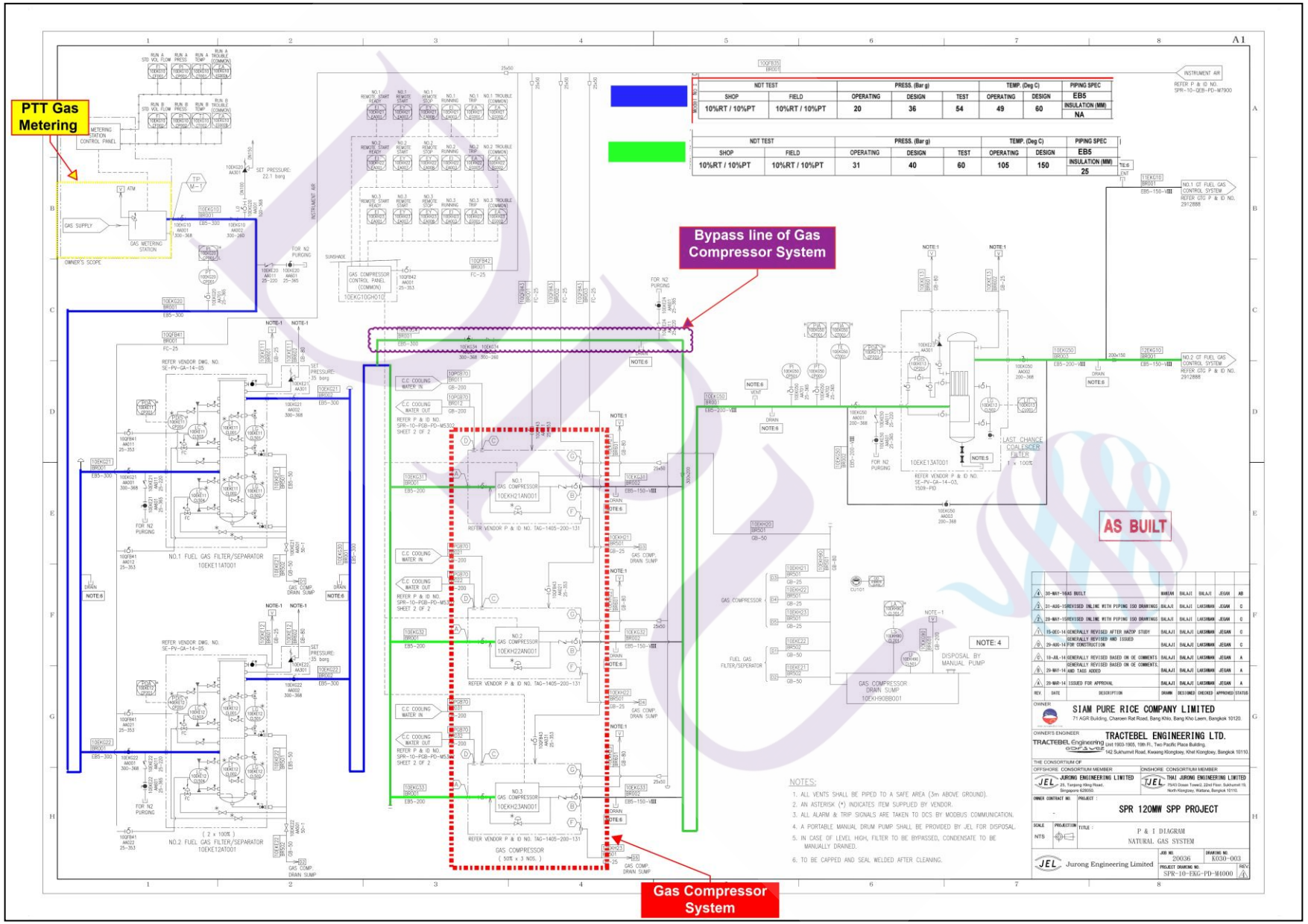
REVIEW STAMP
☐ 1. REVISE AS COMMENT.
☐ 2. APPROVE.
Name :
Sign : Date :

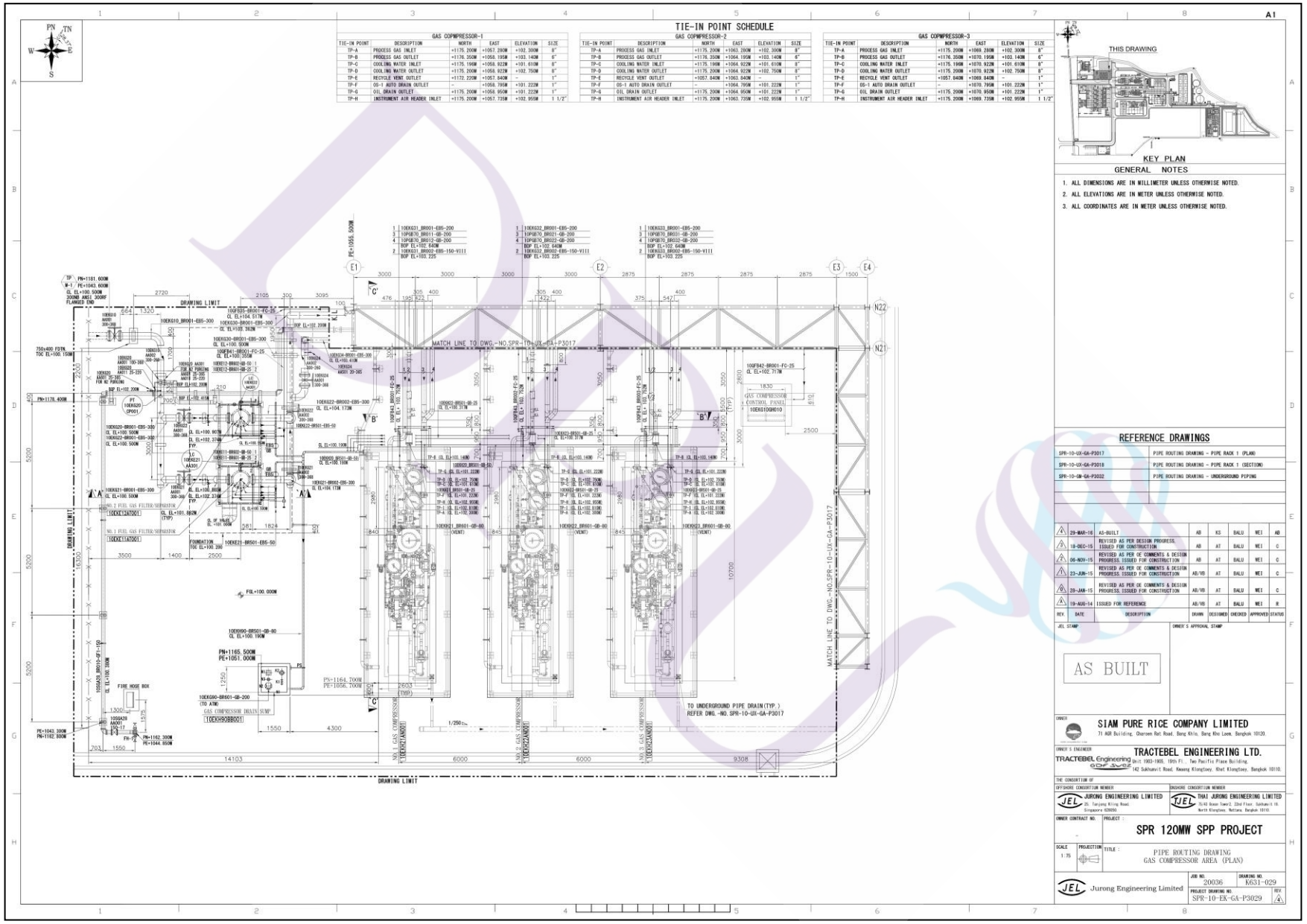
REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK	APP
2	17/09/15	ADD PIT TAG NUMBERS	UIT	CPK	CPK
1	17/06/15	REVISED FOR CONSTRUCTION	UIT	CPK	CPK
0	17/04/15	ISSUED FOR CONSTRUCTION	UIT	CPK	CPK
A	04/11/14	ISSUED FOR APPROVAL	UIT	CPK	CPK

บริษัท สยามเพียวไรซ์ จำกัด
SIAM PURE RICE CO., LTD.
71 อาคาร AGR ถนนรัชดาภิเษก แขวงบางโพงพาง เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร 10120
CNG Engineering and Consultant Co.,Ltd.
TERM ENGINEERING CO., LTD.
318 Phanitchayakanthonburi Rd., Wat Tha Phra, Bangkokyai, BKK. 10600 Tel. 0-2864-3981-3
PTT Public Company Ltd.

PROJECT : SPR 120 MW GAS PIPELINE AND MR STATION
TITLE : METERING & REGULATING STATION PIPING & INSTRUMENT DIAGRAM

PROJECT NO.: 1402.27 | AREA: 6706 | SCALE: NONE
DWG. NO. A3-1402.27-6706-504 | SHEET NO. 2 OF 2 | Rev. 2


PTT Gas Metering
Bypass line of Gas Compressor System
Gas Compressor System
AS BUILT
SIAM PURE RICE COMPANY LIMITED
TRACTEBEL ENGINEERING LTD.
SPR 120MW SPP PROJECT
P & I DIAGRAM
NATURAL GAS SYSTEM
Jurong Engineering Limited
NOTES:
1. ALL VENTS SHALL BE PIPED TO A SAFE AREA (3m ABOVE GROUND).
2. AN ASTERISK (*) INDICATES ITEM SUPPLIED BY VENDOR.
3. ALL ALARM & TRIP SIGNALS ARE TAKEN TO DCS BY MODBUS COMMUNICATION.
4. A PORTABLE MANUAL DRUM PUMP SHALL BE PROVIDED BY JEL FOR DISPOSAL.
5. IN CASE OF LEVEL HIGH, FILTER TO BE BYPASSED, CONDENSATE TO BE MANUALLY DRAINED.
6. TO BE CAPPED AND SEAL WELDED AFTER CLEANING.

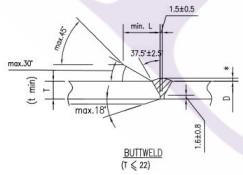

TIE-IN POINT SCHEDULE
GAS COMPRESSOR-1
GAS COMPRESSOR-2
GAS COMPRESSOR-3
TIE-IN POINT | DESCRIPTION | NORTH | EAST | ELEVATION | SIZE
TP-A | PROCESS GAS INLET | +1175.200M | +1067.200M | +102.300M | 8"
TP-B | PROCESS GAS OUTLET | +1176.350M | +1058.195M | +103.140M | 6"
TP-C | COOLING WATER INLET | +1175.196M | +1068.922M | +101.610M | 8"
TP-D | COOLING WATER OUTLET | +1175.200M | +1068.922M | +102.750M | 8"
TP-E | RECYCLE VENT OUTLET | +1172.220M | +1057.840M | - | 1"
TP-F | OS-1 AUTO DRAIN OUTLET | - | +1068.795M | +101.222M | 1"
TP-G | OIL DRAIN OUTLET | +1175.200M | +1068.950M | +101.222M | 1"
TP-H | INSTRUMENT AIR HEADER INLET | +1175.200M | +1057.735M | +102.950M | 1 1/2"
TP-A | PROCESS GAS INLET | +1175.200M | +1063.200M | +102.300M | 8"
TP-B | PROCESS GAS OUTLET | +1176.350M | +1064.195M | +103.140M | 6"
TP-C | COOLING WATER INLET | +1175.196M | +1064.922M | +101.610M | 8"
TP-D | COOLING WATER OUTLET | +1175.200M | +1064.922M | +102.750M | 8"
TP-E | RECYCLE VENT OUTLET | +1057.840M | +1063.840M | - | 1"
TP-F | OS-1 AUTO DRAIN OUTLET | - | +1064.795M | +101.222M | 1"
TP-G | OIL DRAIN OUTLET | +1175.200M | +1064.950M | +101.222M | 1"
TP-H | INSTRUMENT AIR HEADER INLET | +1175.200M | +1063.735M | +102.950M | 1 1/2"
TP-A | PROCESS GAS INLET | +1175.200M | +1069.200M | +102.300M | 8"
TP-B | PROCESS GAS OUTLET | +1176.350M | +1070.195M | +103.140M | 6"
TP-C | COOLING WATER INLET | +1175.196M | +1070.922M | +101.610M | 8"
TP-D | COOLING WATER OUTLET | +1175.200M | +1070.922M | +102.750M | 8"
TP-E | RECYCLE VENT OUTLET | +1057.840M | +1069.840M | - | 1"
TP-F | OS-1 AUTO DRAIN OUTLET | - | +1070.795M | +101.222M | 1"
TP-G | OIL DRAIN OUTLET | +1175.200M | +1070.950M | +101.222M | 1"
TP-H | INSTRUMENT AIR HEADER INLET | +1175.200M | +1069.735M | +102.950M | 1 1/2"
THIS DRAWING
KEY PLAN
GENERAL NOTES
1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETER UNLESS OTHERWISE NOTED.
2. ALL ELEVATIONS ARE IN METER UNLESS OTHERWISE NOTED.
3. ALL COORDINATES ARE IN METER UNLESS OTHERWISE NOTED.
REFERENCE DRAWINGS
SPR-10-UX-GA-P3017 PIPE ROUTING DRAWING – PIPE RACK 1 (PLAN)
SPR-10-UX-GA-P3018 PIPE ROUTING DRAWING – PIPE RACK 1 (SECTION)
SPR-10-GM-GA-P3032 PIPE ROUTING DRAWING – UNDERGROUND PIPING
REV | DATE | DESCRIPTION | DRAWN | DESIGNED | CHECKED | APPROVED | STATUS
4 | 29-MAR-16 | AS-BUILT | AB | KS | BALU | WEI | AB
3 | 18-DEC-15 | REVISED AS PER DESIGN PROGRESS, ISSUED FOR CONSTRUCTION | AB | AT | BALU | WEI | C
2 | 06-NOV-15 | REVISED AS PER OE COMMENTS & DESIGN PROGRESS, ISSUED FOR CONSTRUCTION | AB | AT | BALU | WEI | C
1 | 23-JUN-15 | REVISED AS PER OE COMMENTS & DESIGN PROGRESS, ISSUED FOR CONSTRUCTION | AB/VB | AT | BALU | WEI | C
0 | 20-JAN-15 | REVISED AS PER OE COMMENTS & DESIGN PROGRESS, ISSUED FOR CONSTRUCTION | AB/VB | AT | BALU | WEI | C
A | 19-AUG-14 | ISSUED FOR REFERENCE | AB/VB | AT | BALU | WEI | R
AS BUILT
OWNER
SIAM PURE RICE COMPANY LIMITED
71 AGR Building, Charoen Rat Road, Bang Khlo, Bang Kho Laem, Bangkok 10120.
OWNER'S ENGINEER
TRACTEBEL ENGINEERING LTD.
Unit 1903-1905, 19th Fl., Two Pacific Place Building, 142 Sukhumvit Road, Klongtoey, Khet Klongtoey, Bangkok 10110.
THE CONSORTIUM OF
OFFSHORE CONSORTIUM MEMBER
JURONG ENGINEERING LIMITED
25, Tanjong Kling Road, Singapore 628050
ONSHORE CONSORTIUM MEMBER
THAI JURONG ENGINEERING LIMITED
15/43 Room Tower2, 22nd Floor, Sukhumvit 19, North Klongtoey, Wattana, Bangkok 10110.
OWNER CONTRACT NO.
PROJECT :
SPR 120MW SPP PROJECT
SCALE 1:75
PROJECTION
TITLE :
PIPE ROUTING DRAWING
GAS COMPRESSOR AREA (PLAN)
Jurong Engineering Limited
JOB NO. 20036
DRAWING NO. K631-029
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-GA-P3029
REV 4
MATCH LINE TO DWG.-NO.SPR-10-UX-GA-P3017
DRAWING LIMIT
TO UNDERGROUND PIPE DRAIN(TYP.) REFER DWG.-NO.SPR-10-UX-GA-P3017
NO.1 GAS COMPRESSOR
NO.2 GAS COMPRESSOR
NO.3 GAS COMPRESSOR
FIRE HOSE BOX
GAS COMPRESSOR DRAIN SUMP
GAS COMPRESSOR CONTROL PANEL

NOTES:

1. DESIGN AND CONSTRUCTION SHALL BE IN ACCORDANCE WITH ASME B31.1 LATEST EDITION.
2. EACH LONGITUDINAL DIMENSION OF PIPES SHOWS DISTANCE BETWEEN PIPE END(S) AND/ OR WORKING POINT(S).
3. DO NOT SCALE THIS DRAWING. USE FIGURE DIMENSIONS ONLY.
4. SYMBOLS AND ABBREVIATIONS USED IN THIS DRAWING ARE AS FOLLOWS.

SYMBOL	DESCRIPTION	SYMBOL	DESCRIPTION	SYMBOL	DESCRIPTION	SYMBOL	DESCRIPTION
	FIELD WELD		BLOCK NUMBER	EL +***** FGL+*****	WORKING POINT LEVEL		DIRECTION OF FLUID
	SHOP WELD		INSULATION		SLOPE LINE		SUPPORT POINT

5. DETAIL OF WELDING END GROOVE.

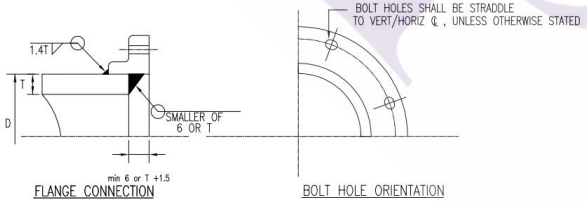


* – REFER TO TABLE 127.4.2

TABLE 127.4.2 REINFORCEMENT OF GIRTH AND LONGITUDINAL BUTT WELDS.

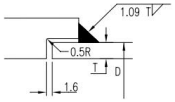
THICKNESS OF BASE METAL, IN. (MM)	MAXIMUM THICKNESS OF REINFORCEMENT FOR DESIGN TEMPERATURE					
	> 750°F (400°C)		350°F–750°F (175°C–400°C)		< 350°F (175°C)	
	IN.	MM	IN.	MM	IN.	MM
UP TO 1/8 (3.0), INCL.	1/16	2.0	3/32	2.5	3/16	5.0
OVER 1/8 TO 3/16 (3.0 TO 5.0), INCL.	1/16	2.0	1/8	3.0	3/16	5.0
OVER 3/16 TO 1/2 (5.0 TO 13.0), INCL.	1/16	2.0	5/32	4.0	3/16	5.0
OVER 1/2 TO 1 (13.0 TO 25.0), INCL.	3/32	2.5	3/16	5.0	3/16	5.0
OVER 1 TO 2 (25.0 TO 50.0), INCL.	1/8	3.0	1/4	6.0	1/4	6.0
OVER 2 (50.0)	5/32	4.0	THE GREATER OF 1/4 IN. (6 MM) OR 1/8 TIMES THE WIDTH OF THE WELD IN INCHES (MM)			

6. FLANGE HOLE ORIENTATION. BOLT HOLES SHALL BE STRADDLED TO VERTICAL/HORIZONTAL CENTERLINE OF PIPE UNLESS OTHERWISE STATED.

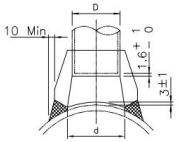


FLANGE CONNECTION BOLT HOLE ORIENTATION

7. DETAIL OF SOCKET WELD JOINT AND BOSS CONNECTION.



SOCKET WELD



1 – BOSS CONNECTION DETAIL

	ØD	Ød
15A	21.3	23.8
20A	26.7	30.2
25A	33.4	36.5
40A	48.3	50.8
50A	60.3	65.1

TABLE – BOSS CONNECTION DETAIL

8. REFERENCE DRAWING
   - 8.1 PIPE MATERIAL SPECIFICATION : SPR-10-AAA-SP-P9001
   - 8.2 PAINTING SPECIFICATION : SPR-10-AAA-SP-P9003
   - 8.3 OVERALL PLANT LAYOUT : SPR-10-UDA-GA-P1001
   - 8.4 PIPING GA PLAN & SECTION : SPR-10-EK-GA-P3029
     GAS COMPRESSOR AREA SPR-10-EK-GA-P3030
   - 8.5 PIPING GA PLAN & SECTION : SPR-10-UX-GA-P3017
     PIPE RACK-1 SPR-10-UX-GA-P3020
   - 8.6 PIPING GA PLAN & SECTION : SPR-10-UX-GA-P3019
     PIPE RACK-2
   - 8.7 PIPING GA PLAN & SECTION : SPR-10-HA-GA-P3005
     HRSG #11 SPR-10-HA-GA-P3006
   - 8.7 PIPING GA PLAN & SECTION : SPR-10-HA-GA-P3007
     HRSG #12 SPR-10-HA-GA-P3008
   - 8.7 P & ID NATURAL GAS SYSTEM : SPR-10-EKG-PD-M4000
9. NOTES TO FABRICATOR/VENDOR
   PIPE LENGTH SHOWN IN THE ISOMETRIC DWG IS ONLY INDICATIVE, VENDOR TO SUPPLY AS PER AVAILABILITY OF LONGER PIPE LENGTHS.
10. SUPPORT LEGEND:
    RS = REST SUPPORT LS = LIMIT STOP
    AD = ADJ SUPPORT GS = GUIDE SUPPORT
    AS = ANCHOR SUPPORT
    SP.S = SPRING SUPPORT
    SP.SS = SPECIAL SUPPORT

REV.	DATE	DESCRIPTION	DRAWN	DESIGNED	CHECKED	APPROVED	STATUS
2	29-MAR-16	AS BUILT	AB	VRB	BALU	WEI	AB
1	20-JUN-15	REVISED AS PER OE COMMENTS & DESIGN PROGRESS. ISSUED FOR CONSTRUCTION.	PP/AB	VG	BALU	WEI	C
0	25-FEB-15	REVISED AS PER OE COMMENTS ISSUED FOR CONSTRUCTION	PP	VG	BALU	WEI	C
A	05-NOV-14	ISSUED FOR APPROVAL	SPD	AT	BALU	WEI	R

JEL STAMP

AS BUILT

OWNER'S APPROVAL STAMP

OWNER
SIAM PURE RICE COMPANY LIMITED
71 AGR Building, Charoen Rat Road, Bang Khlo, Bang Kho Laem, Bangkok 10120.

OWNER'S ENGINEER
TRACTEBEL ENGINEERING LTD.
TRACTEBEL Engineering GDF SUEZ Unit 1903-1905, 19th Fl., Two Pacific Place Building, 142 Sukhumvit Road, Kwaeng Klongtoey, Khet Klongtoey, Bangkok 10110.

THE CONSORTIUM OF

OFFSHORE CONSORTIUM MEMBER	ONSHORE CONSORTIUM MEMBER
JEL JURONG ENGINEERING LIMITED 25, Tanjong Kling Road, Singapore 628050.	JEL THAI JURONG ENGINEERING LIMITED 75/43 Ocean Tower2, 22nd Floor, Sukhumvit 19, North Klongtoey, Wattana, Bangkok 10110.

OWNER CONTRACT NO. -

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

SCALE NTS

PROJECTION

TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL Jurong Engineering Limited

JOB NO. 20036

DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018

REV. 2

25 Lines

INDEX SHEET

SHT No.	LINE NO.	TRAIN NO	TOTAL NO OF TRAINS	REVISION DATE				REMARKS
				A	0	1	2	
1	COVER PAGE/FAB. NOTES			5-Nov-14	14-Feb-15		29-Mar-16	
2	INDEX SHT / VALVES SUMMARY			5-Nov-14	14-Feb-15		29-Mar-16	
3	MATERIAL SUMMARY		2	5-Nov-14	14-Feb-15		29-Mar-16	
4	10EKG10-BR001-EB5-300	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
5	10EKG20-BR001-EB5-300	TRAIN-01	2	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
6	10EKG20-BR001-EB5-300	TRAIN-02	2	5-Nov-14	14-Feb-15		29-Mar-16	
7	10EKG22-BR001-EB5-300	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15		29-Mar-16	
8	10EKG21-BR001-EB5-300	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15		29-Mar-16	
9	10EKG21-BR002-EB5-300	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15		29-Mar-16	
10	10EKG22-BR002-EB5-300	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15		29-Mar-16	
11	10EKG30-BR001-EB5-300	TRAIN-01	2	5-Nov-14	14-Feb-15		29-Mar-16	
12	10EKG30-BR001-EB5-300	TRAIN-02	2	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
13	10EKG34-BR001-EB5-300	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15		29-Mar-16	
14	10EKG31-BR001-EB5-200	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
15	10EKG32-BR001-EB5-200	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
16	10EKG33-BR001-EB5-200	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
17	10EKG31-BR002-EB5-150-VIII	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
18	10EKG32-BR002-EB5-150-VIII	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
19	10EKG33-BR002-EB5-150-VIII	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
20	10EKG40-BR001-EB5-200-VIII	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15		29-Mar-16	
21	10EKG50-BR001-EB5-200-VIII	TRAIN-01	5	5-Nov-14	14-Feb-15		29-Mar-16	
22	10EKG50-BR001-EB5-200-VIII	TRAIN-02	5	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
23	10EKG50-BR001-EB5-200-VIII	TRAIN-03	5	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
24	10EKG50-BR001-EB5-200-VIII	TRAIN-04	5	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
25	10EKG50-BR001-EB5-200-VIII	TRAIN-05	5	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
26	11EKG10-BR002-EB5-200	TRAIN-01	1	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
27	12EKG10-BR001-EB5-150-VIII	TRAIN-01	4	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
28	12EKG10-BR001-EB5-150-VIII	TRAIN-02	4	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
29	12EKG10-BR001-EB5-150-VIII	TRAIN-03	4	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
30	12EKG10-BR001-EB5-150-VIII	TRAIN-04	4	5-Nov-14	14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
31	11EKG10-BR001-EB5-150-VIII	TRAIN-01	4		14-Feb-15		29-Mar-16	
32	11EKG10-BR001-EB5-150-VIII	TRAIN-02	4		14-Feb-15		29-Mar-16	
33	11EKG10-BR001-EB5-150-VIII	TRAIN-03	4		14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
34	11EKG10-BR001-EB5-150-VIII	TRAIN-04	4		14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
35	10EKE21-BR501-EB5-50	TRAIN-01	5		14-Feb-15		29-Mar-16	
36	10EKE21-BR501-EB5-50	TRAIN-02	5		14-Feb-15		29-Mar-16	
37	10EKE21-BR501-EB5-50	TRAIN-03	5		14-Feb-15		29-Mar-16	
38	10EKE21-BR501-EB5-50	TRAIN-04	5		14-Feb-15		29-Mar-16	
39	10EKE21-BR501-EB5-50	TRAIN-05	5		14-Feb-15		29-Mar-16	
40	10EKE21-BR502-GB-50	TRAIN-01	5		14-Feb-15		29-Mar-16	
41	10EKE22-BR501-EB5-50	TRAIN-01	5		14-Feb-15		29-Mar-16	
42	10EKE22-BR501-EB5-50	TRAIN-02	5		14-Feb-15		29-Mar-16	
43	10EKE22-BR501-EB5-50	TRAIN-03	5		14-Feb-15		29-Mar-16	
44	10EKE22-BR501-EB5-50	TRAIN-04	5		14-Feb-15		29-Mar-16	
45	10EKE22-BR501-EB5-50	TRAIN-05	5		14-Feb-15		29-Mar-16	
46	10EKE22-BR502-GB-50	TRAIN-01	1		26-Feb-15		29-Mar-16	

INDEX SHEET

SHT No.	LINE NO.	TRAIN NO	TOTAL NO OF TRAINS	REVISION DATE				REMARKS
				A	0	1	2	
47	10EKH90-BR501-GB-80	TRAIN -01	1		14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
48	10EKH21-BR501-GB-25	TRAIN -01	1		14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
49	10EKH22-BR501-GB-25	TRAIN -01	1		14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
50	10EKH23-BR501-GB-25	TRAIN -01	2		14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
51	10EKH23-BR501-GB-25	TRAIN -02	2		14-Feb-15	20-Jun-15	29-Mar-16	
52	10EKE11-BR601-GB-25	TRAIN -01	2		14-Feb-15		29-Mar-16	
53	10EKE11-BR602-GB-50	TRAIN -02	2		14-Feb-15		29-Mar-16	
54	10EKE12-BR601-GB-25	TRAIN -01	2		14-Feb-15		29-Mar-16	
55	10EKE12-BR602-GB-50	TRAIN -02	2		14-Feb-15		29-Mar-16	
56	10EKH21-BR601-GB-80	TRAIN -01	1		14-Feb-15		29-Mar-16	
57	10EKH22-BR601-GB-80	TRAIN -01	1		14-Feb-15		29-Mar-16	
58	10EKH23-BR601-GB-80	TRAIN -01	1		14-Feb-15		29-Mar-16	
59	10EKH20-BR501-GB-50	TRAIN -01	1				29-Mar-16	

(3A /)

VALVES SUMMARY

SPEC NO	DESCRIPTION	SIZE	QTY				REMARKS
			0	1	2	3	
220	SWING CHECK VALVE CL 800 SW	25	5	5			
368	BALL VALVE CL 300 FLG	300	6	6			
420	GLOBE VALVE CL 800 SW	25	4	4			
368	BALL VALVE CL 300 FLG	100	1	1			
42	GATE VALVE CL 800 SW	25	4	4			
368	BALL VALVE CL 300 FLG	200	3	3			
1	GATE VALVE CL 300 BW	50	2	2			
365	BALL VALVE 1100 psi SW	25	8	8			
260	SWING CHECK VALVE CL 300 BW	300	2	2			
365	BALL VALVE 1100 psi SW	20	19	10			

MATERIAL SUMMARY

S No.	DESCRIPTION	SIZE	QTY [(Pipe=Meters) (Fittings=Pcs)]				REMARKS
		(mm)	0	1	2	3	
1	PIPE ERW S-80 ASTM A53 GR B PBE	25	36.0	36.0			
2	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	50	9.4	9.4			
3	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	200	139.3	135.76			
4	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	100	0.3	0.33			
5	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	150	132.0	129.69			
6	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	25	34.2	34.2			
7	PIPE SMLS S-STD ASTM A106 GR B BBE	300	42.1	42.11			
8	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	80	0.3	0.3			
9	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	20	4	2.3			
10	PIPE ERW S-40 ASTM A53 GR B BBE	80	11	11.3			
11	PIPE ERW S-40 ASTM A53 GR B BBE	50	4	4			
12	45 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	25	2	3			
13	45 EL LR ERW S-40 ASTM A234 WPB BW	80	2	2			
14	45 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	200	5	0			
15	45 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	150	8	6			
16	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	150	22	24			
17	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	25	45	45			
18	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	200	23	31			
19	90 EL LR ERW S-40 ASTM A234 WPB BW	50	2	2			
20	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	20	6	3			
21	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	50	4	4			
22	90 EL LR SMLS S-STD ASTM A234 WPB BW	300	11	11			
23	90 EL LR ERW S-40 ASTM A234 WPB BW	80	5	5			
24	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	80	2	2			
25	TEE EQUAL S-STD ASTM A234 WPB BW	300	5	5			
26	TEE EQUAL S-40 ASTM A234 WPB BW	200	3	3			
27	TEE EQUAL CL3000 ASTM A105 SW	25	2	2			
28	TEE REDUCING S-40 x S-40 ASTM A234 WPB BW	80X50	2	2			
29	TEE REDUCING S-STD x S-40 ASTM A234 WPB BW	300X200	3	3			
30	TEE REDUCING S-40 x S-40 ASTM A234 WPB BW	200X150	2	3			
31	TEE REDUCING S-40 x ASTM A234 WPB BW	200X150	1	0			
32	TEE REDUCING S-40 x NREQD ASTM A234 WPB BW	50X25	8	8			
33	REDUCER ECC S-40 x S-40 bore ASTM A234 WPB BW	200X150	2	2			
34	REDUCER CONC S-40 x S-80 bore ASTM A234 WPB BW	50X25	3	3			
35	REDUCER CONC S-40 x S-40 bore ASTM A234 WPB BW	150X80	2	2			
36	REDUCER CONC S-40 x S-40 bore ASTM A234 WPB BW	80X50	3	3			
37	REDUCER CONC S-STD x S-40 bore ASTM A234 WPB BW	300X200	1	1			
38	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	200X20	9	3			
39	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	150X20	7	4			
40	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	80X25	1	1			
41	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	300X25	5	5			
42	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	300X20	3	3			
43	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	200X25	3	3			
44	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	200x32	0	1			
45	THREADOLET CL 2000 ASTM A105	200X20	1	0			
46	WELDOLET S-STD x S-40 ASTM A105	300X100	1	1			

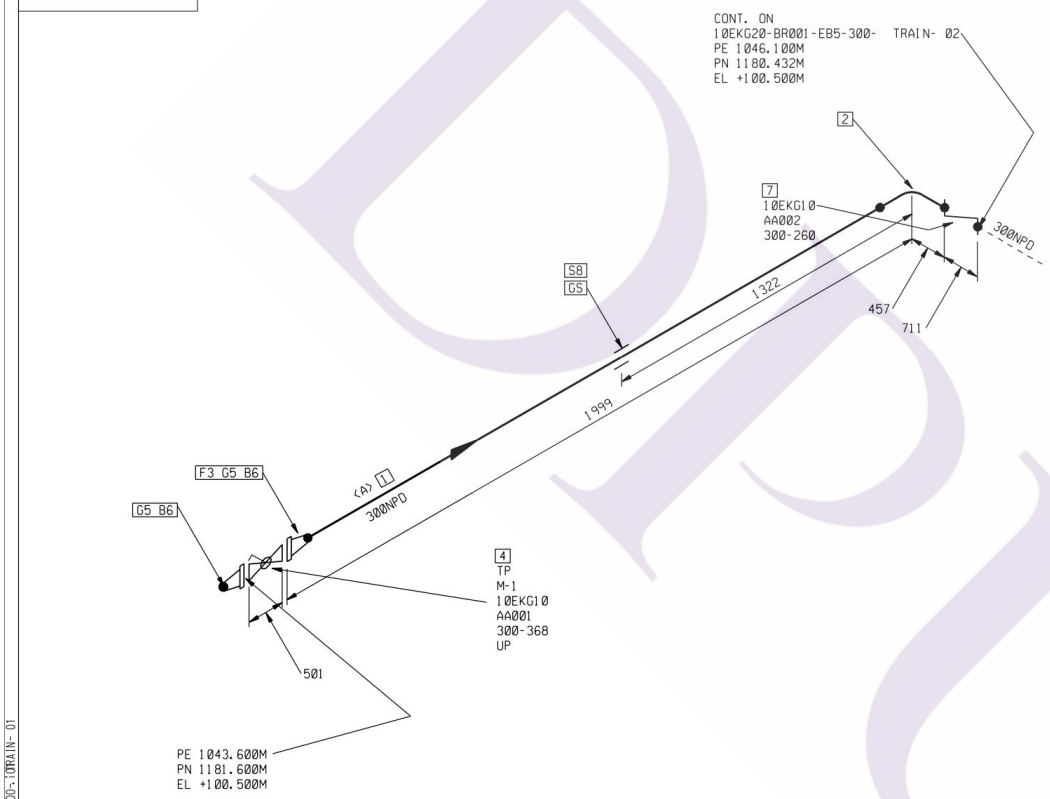
(3B/)

MATERIAL SUMMARY

S No.	DESCRIPTION	SIZE	QTY [(Pipe=Meters) (Fittings=Pcs)]				REMARKS
		(mm)	0	1	2	3	
47	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	20	19	10			
48	CAP S-STD ASTM A234 WPB BW	300	2	2			
49	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	25	5	5			
50	CAP S-40 ASTM A234 WPB BW	50	2	2			
51	FLG CL150 ASTM A105 FF WN S-40 bore	80	1	1			
52	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 bore	200	11	11			
53	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-STD bore	300	17	17			
54	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 bore	150	4	4			
55	FLG CL300 ASTM A105 RF SW	25	6	6			
56	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 bore	100	3	3			
57	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 bore	80	2	2			
58	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 bore	50	6	6			
59	BLIND FLG, CL300, ASTM A105, RF	300	1	1			
60	BLIND FLG, CL150, ASTM A105, FF	80	1	1			
61	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL 300	25	6	6			
62	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL 300	50	6	6			
63	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL 300	80	2	2			
64	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL 300	100	3	3			
65	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL 300	150	4	4			
66	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL 300	200	11	11			
67	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL 300	300	17	17			
68	GASKET CLOTH INSERTED RUBBER 150 WWP	80	1	1			
69	STUD BOLT & NUT A193 Gr. B7/A194 Gr. 2H	1.1/8X175L	272	272			
70	STUD BOLT & NUT A193 Gr. B7/A194 Gr. 2H	3/4X125L	64	64			
71	STUD BOLT & NUT A193 Gr. B7/A194 Gr. 2H	3/4X120L	24	24			
72	STUD BOLT & NUT A193 Gr. B7/A194 Gr. 2H	5/8X95L	48	48			
73	STUD BOLT & NUT A193 Gr. B7/A194 Gr. 2H	5/8X80L	28	28			
74	STUD BOLT & NUT A193 Gr. B7/A194 Gr. 2H	7/8X125L	36	36			
75	STUD BOLT & NUT A193 Gr. B7/A194 Gr. 2H	7/8X145L	96	96			
76	MACHINE BOLT & NUT A307 GR B/A563 GR A	5/8X80L	4	4			

MATERIAL SUMMARY

S No.	DESCRIPTION	SIZE	QTY [(Pipe=Meters) (Fittings=Pcs)]				REMARKS
		(mm)	0	1	2	3	



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	300	PIPE SMLS S-STD ASTM A106 GR B BBE	1411 MM	104.2
2	300	90 EL LR SMLS S-STD ASTM A234 WPB BW	1	55.8
3	300	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-STD BORE	1	62.6
4	300	BALL VALVE CL 300 FLG	1	655.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		877.6
5	300	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	2	-
6	1.1/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 175.0MM BOLT LENGTH	32	28.2
7	300	SWING CHECK VALVE CL 300 BW	1	590.0
8	300	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		618.2
		TOTAL WEIGHT UNLISTED ITEMS		62.6
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		1558.4

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1411	300					

1

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG10-BR001-EB5-300-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKG10-BR001-EB5-300- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

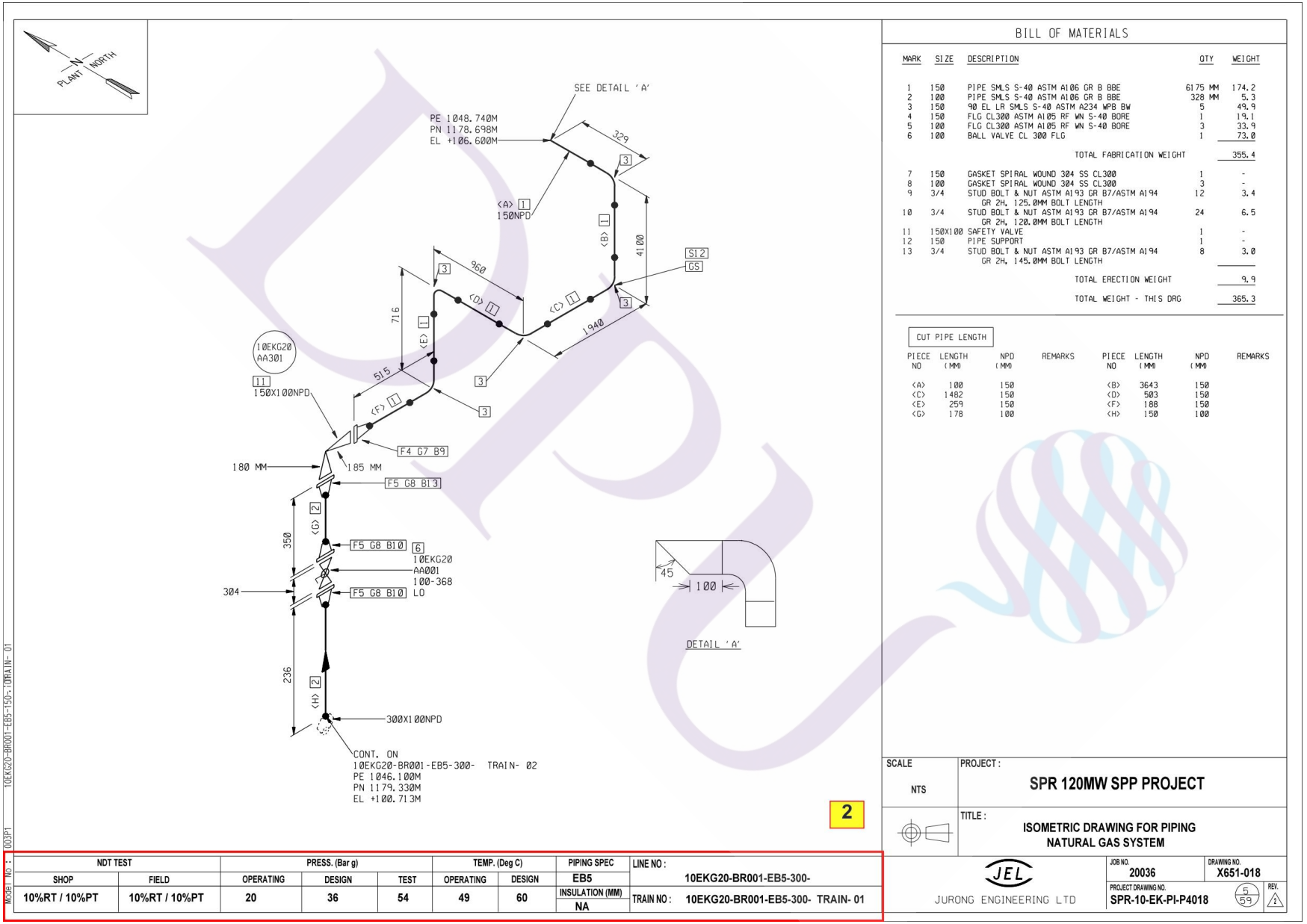
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 4/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG10-BR001-EB5-300-TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	150	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	6175 MM	174.2
2	100	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	328 MM	5.3
3	150	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	5	49.9
4	150	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	1	19.1
5	100	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	3	33.9
6	100	BALL VALVE CL 300 FLG	1	73.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		355.4
7	150	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
8	100	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	3	-
9	3/4	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 125.0MM BOLT LENGTH	12	3.4
10	3/4	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 120.0MM BOLT LENGTH	24	6.5
11	150X100	SAFETY VALVE	1	-
12	150	PIPE SUPPORT	1	-
13	3/4	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 145.0MM BOLT LENGTH	8	3.0
		TOTAL ERECTION WEIGHT		9.9
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		365.3

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	100	150		<B>	3643	150	
<C>	1482	150		<D>	503	150	
<E>	259	150		<F>	188	150	
<G>	178	100		<H>	150	100	

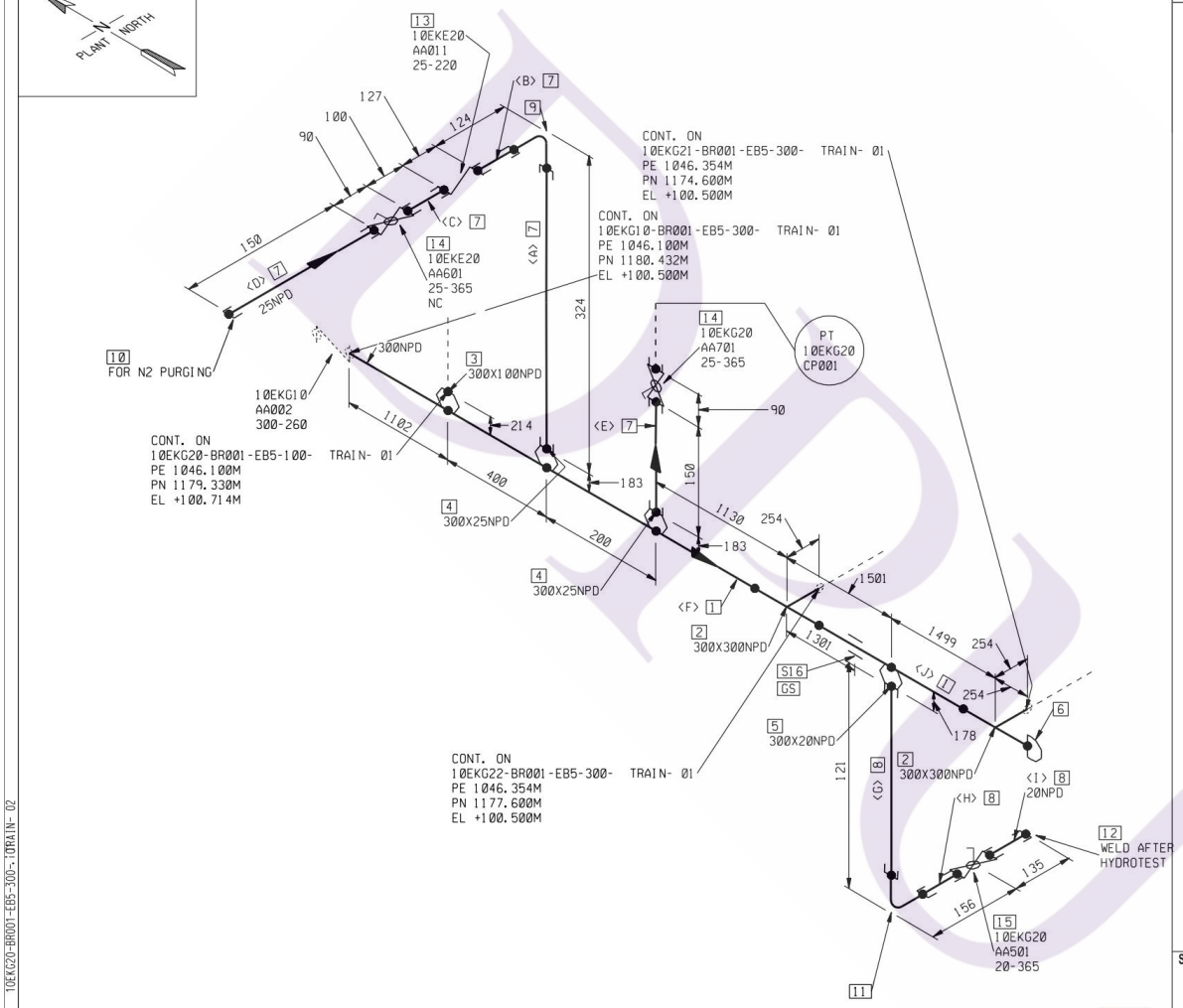
NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG20-BR001-EB5-300-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKG20-BR001-EB5-300- TRAIN- 01

SCALE	NTS
PROJECT :	SPR 120MW SPP PROJECT
TITLE :	ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL
JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO.	20036
DRAWING NO.	X651-018
PROJECT DRAWING NO.	SPR-10-EK-PI-P4018
	5/59
REV.	1

Model No : 003P1 10EKG20-BR001-EB5-150-10MAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	300	PIPE SMLS S-STD ASTM A106 GR B BBE	5070 MM	373.6
2	300X300	TEE EQUAL S-STD ASTM A234 WPB BW	2	116.2
3	300X100	WELDOLET S-STD X S-40 ASTM A105	1	2.9
4	300X25	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	2	0.6
5	300X20	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.2
6	300	CAP S-STD ASTM A234 WPB BW	1	13.2
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		506.7
7	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	800 MM	2.6
8	20	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	300 MM	0.7
9	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.5
10	25	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.4
11	20	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.4
12	20	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.2
13	25	SWING CHECK VALVE CL 800 SW	1	3.8
14	25	BALL VALVE 1100 PSI SW	2	6.4
15	20	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	2.3
16	300	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		17.3
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		524.0

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	300	25		<B>	100	25	
<C>	100	25		<D>	150	25	
<E>	150	25		<F>	2578	300	
<G>	100	20		<H>	100	20	
<I>	100	20		<J>	2492	300	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG20-BR001-EB5-300-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKG20-BR001-EB5-300- TRAIN- 02

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

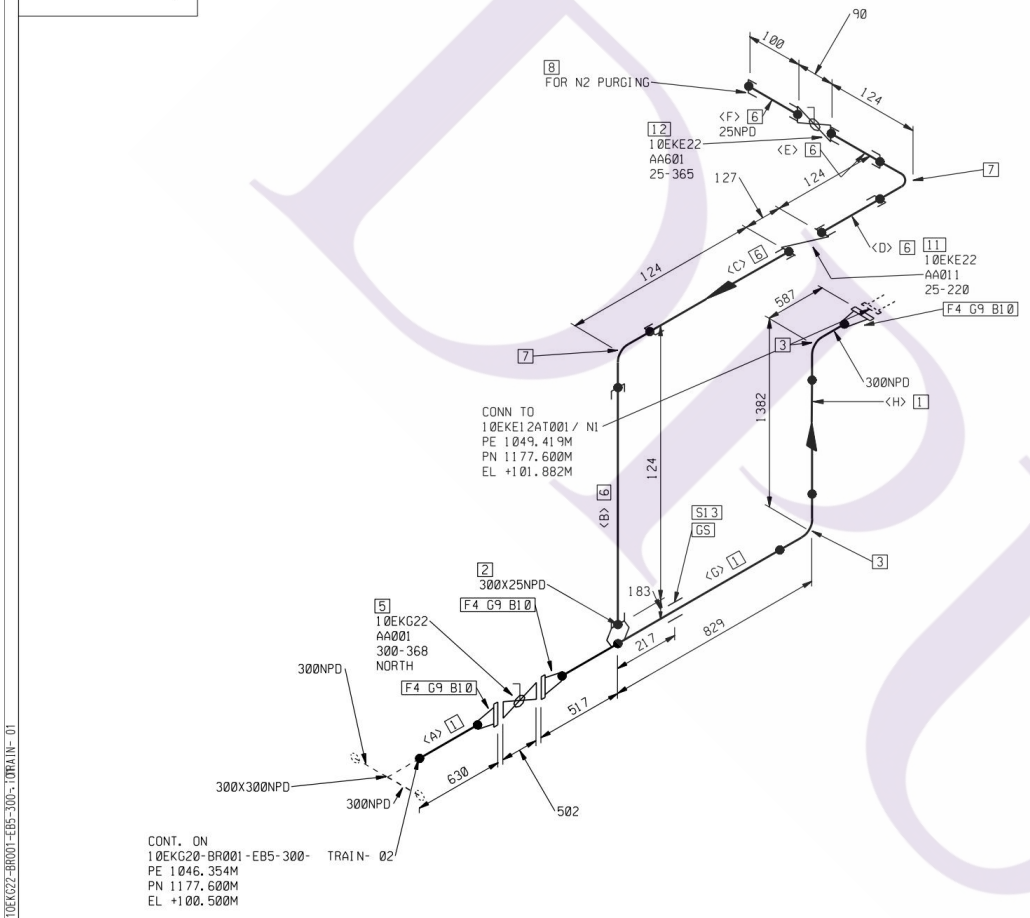
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 6/59 | REV. 1

Model No : 10EKG20-BR001-EB5-300-_10TRAIN- 02 003P1



4

BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	300	PIPE SMLS S-STD ASTM A106 GR B BBE	1725 MM	127.2
2	300X25	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.3
3	300	90 EL LR SMLS S-STD ASTM A234 WPB BW	2	111.6
4	300	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-STD BORE	3	187.8
5	300	BALL VALVE CL 300 FLG	1	655.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		1081.9
6	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	500 MM	1.6
7	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	2	1.0
8	25	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.4
9	300	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	3	-
10	1.1/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 175.0MM BOLT LENGTH	48	42.3
11	25	SWING CHECK VALVE CL 800 SW	1	3.8
12	25	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	3.2
13	300	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		52.3
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		1134.2

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	500	300		<B>	100	25	
<C>	100	25		<D>	100	25	
<E>	100	25		<F>	100	25	
<G>	757	300		<H>	468	300	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG22-BR001-EB5-300-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKG22-BR001-EB5-300- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

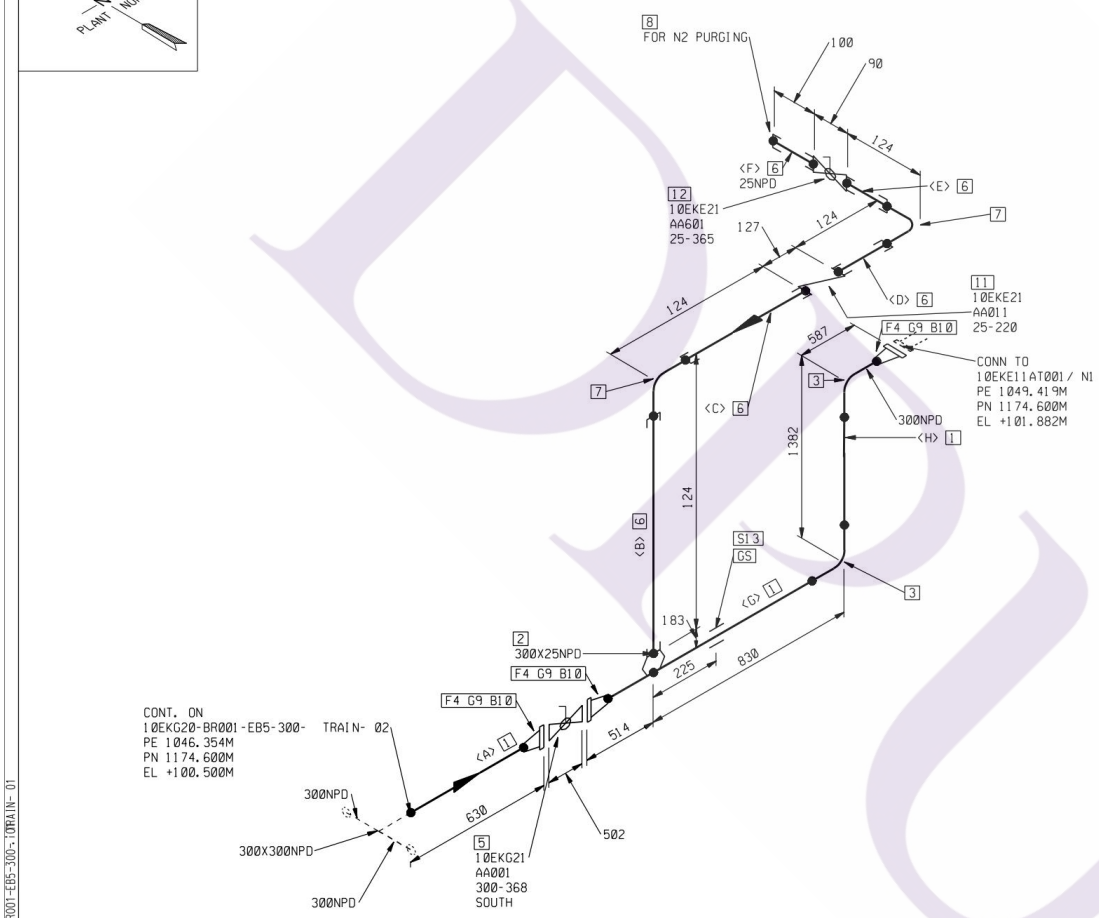
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 7/59 | REV. 1

Model No : 10EKG22-BR001-EB5-300-TRAIN- 01 003P1



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	300	PIPE SMLS S-STD ASTM A106 GR B BBE	1723 MM	127.1
2	300X25	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.3
3	300	90 EL LR SMLS S-STD ASTM A234 WPB BW	2	111.6
4	300	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-STD BORE	3	187.8
5	300	BALL VALVE CL 300 FLG	1	655.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		1081.8
6	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	500 MM	1.6
7	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	2	1.0
8	25	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.4
9	300	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	3	-
10	1.1/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 175.0MM BOLT LENGTH	48	42.3
11	25	SWING CHECK VALVE CL 800 SW	1	3.8
12	25	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	3.2
13	300	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		52.3
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		1134.1

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	500	300		<B>	100	25	
<C>	100	25		<D>	100	25	
<E>	100	25		<F>	100	25	
<G>	755	300		<H>	468	300	

5

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG21-BR001-EB5-300-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKG21-BR001-EB5-300- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

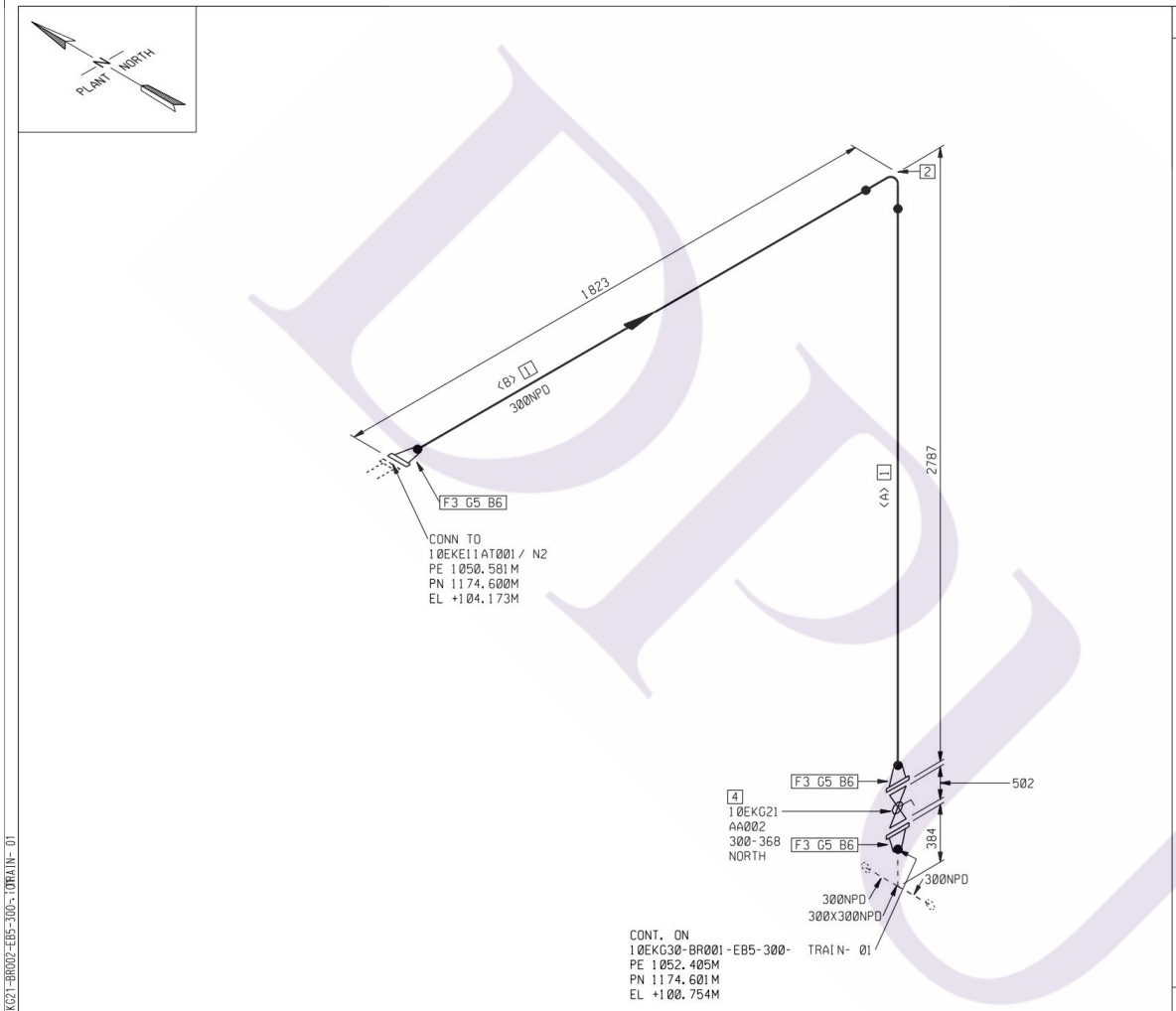
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 8/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG21-BR001-EB5-300-TRAIN- 01



6

BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	300	PIPE SMLS S-STD ASTM A106 GR B BBE	3435 MM	253.6
2	300	90 EL LR SMLS S-STD ASTM A234 WPB BW	1	55.8
3	300	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-STD BORE	3	187.8
4	300	BALL VALVE CL 300 FLG	1	655.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		1152.2
5	300	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	3	-
6	1.1/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 175.0MM BOLT LENGTH	48	42.3
		TOTAL ERECTION WEIGHT		42.3
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		1194.5

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	2199	300		<B>	1236	300	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG21-BR002-EB5-300-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKG21-BR002-EB5-300- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

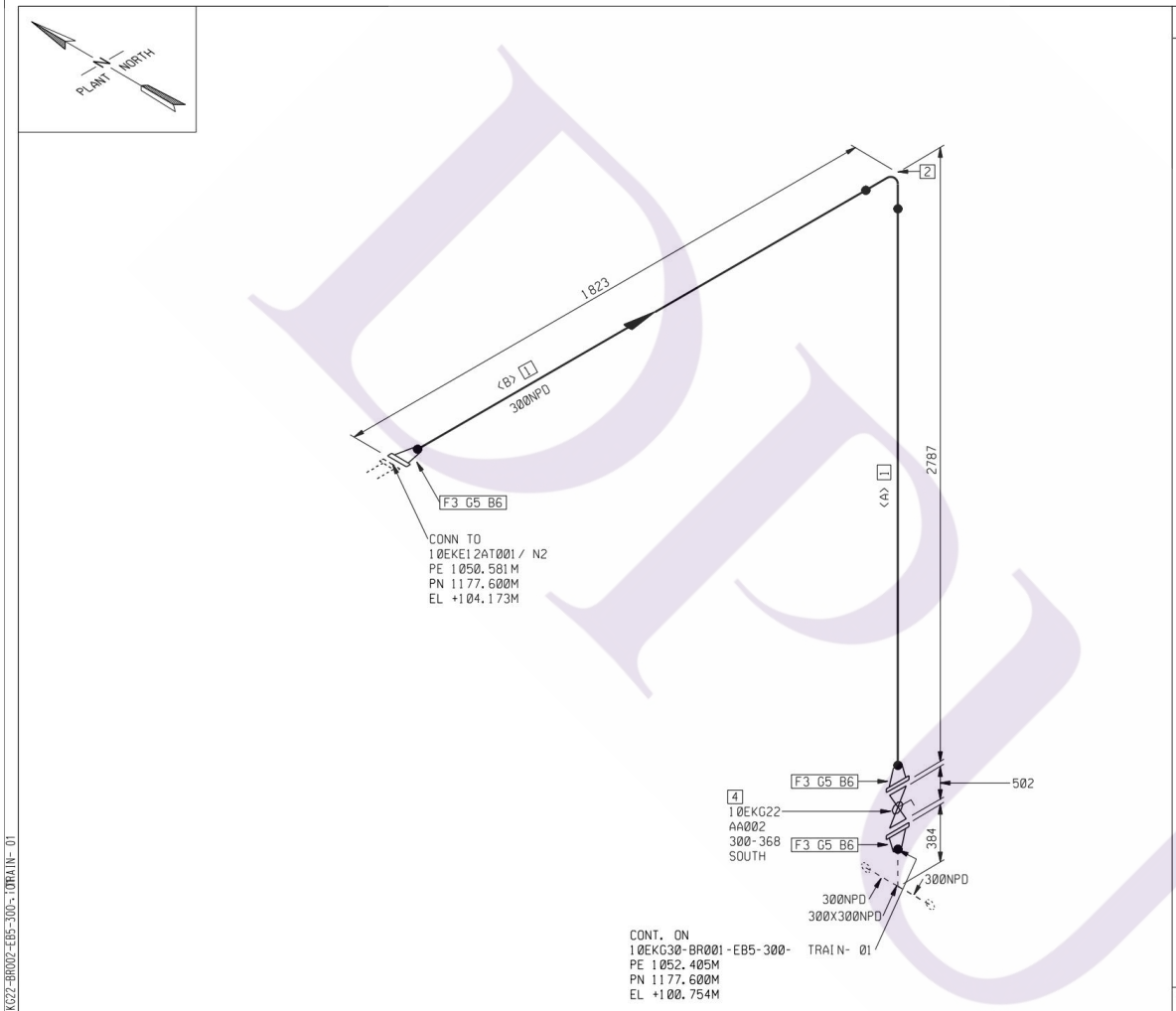
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 9/59 | REV. 1

MODEL NO : 003P1 10EKG21-BR002-EB5-300-10TRAIN- 01



7

BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	300	PIPE SMLS S-STD ASTM A106 GR B BBE	3435 MM	253.6
2	300	90 EL LR SMLS S-STD ASTM A234 WPB BW	1	55.8
3	300	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-STD BORE	3	187.8
4	300	BALL VALVE CL 300 FLG	1	655.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		1152.2
5	300	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	3	-
6	1.1/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 175.0MM BOLT LENGTH	48	42.3
		TOTAL ERECTION WEIGHT		42.3
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		1194.5

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	2199	300		<B>	1236	300	

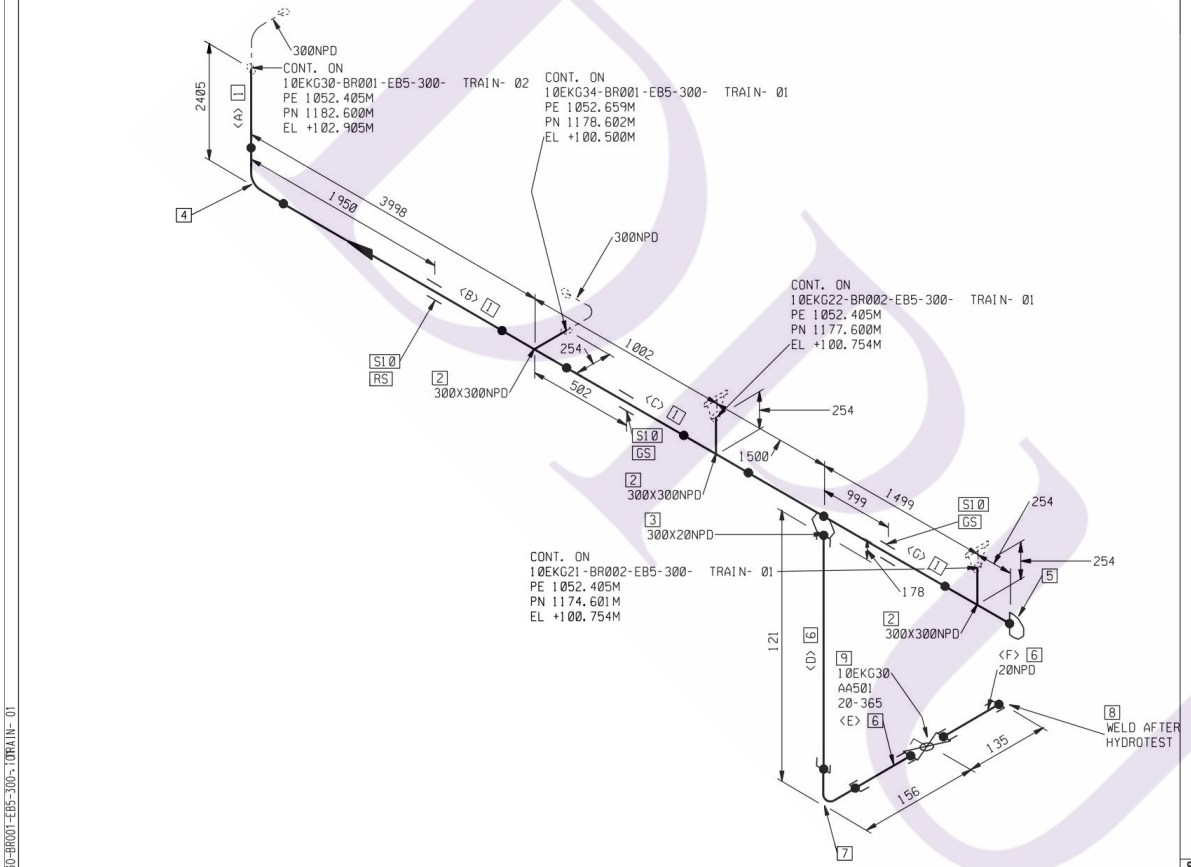
NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG22-BR002-EB5-300-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKG22-BR002-EB5-300- TRAIN- 01

SCALE	PROJECT :
NTS	SPR 120MW SPP PROJECT
	TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL
JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO.	DRAWING NO.
20036	X651-018
PROJECT DRAWING NO.	REV.
SPR-10-EK-PI-P4018	1

MODEL NO : 003P1 10EKG22-BR002-EB5-300-TRAIN- 01



8

BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	300	PIPE SMLS S-STD ASTM A106 GR B BBE	8220 MM	606.5
2	300X300	TEE EQUAL S-STD ASTM A234 WPB BW	3	174.3
3	300X20	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.2
4	300	90 EL LR SMLS S-STD ASTM A234 WPB BW	1	55.8
5	300	CAP S-STD ASTM A234 WPB BW	1	13.2
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		850.0
6	20	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	300 MM	0.7
7	20	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.4
8	20	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.2
9	20	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	2.3
10	300	PIPE SUPPORT	3	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		3.6
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		853.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1948	300		<B>	3287	300	
<C>	494	300		<D>	100	20	
<E>	100	20		<F>	100	20	
<G>	2491	300					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG30-BR001-EB5-300-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKG30-BR001-EB5-300- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

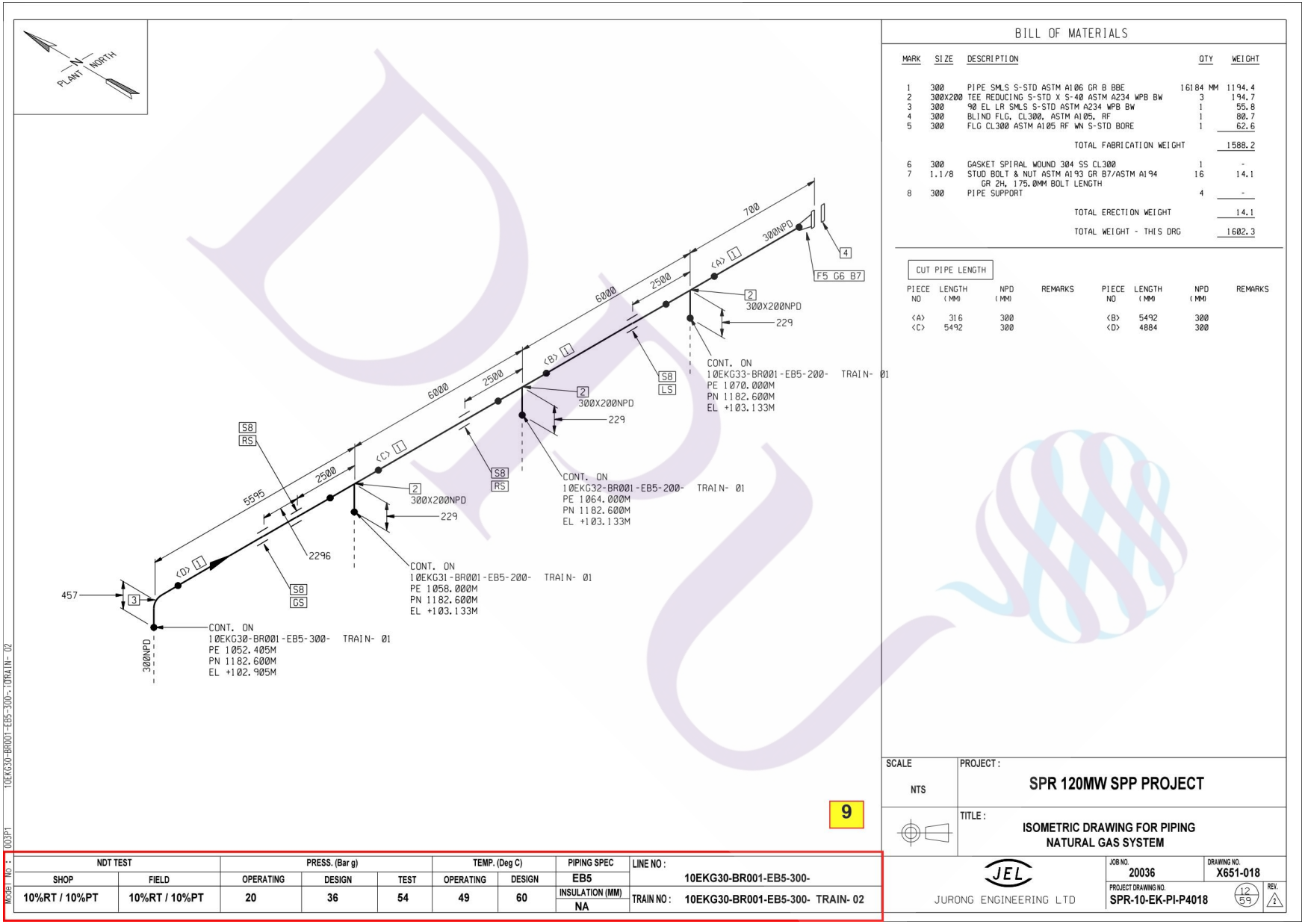
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 11/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG30-BR001-EB5-300- TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	300	PIPE SMLS S-STD ASTM A106 GR B BBE	16184 MM	1194.4
2	300X200	TEE REDUCING S-STD X S-40 ASTM A234 WPB BW	3	194.7
3	300	90 EL LR SMLS S-STD ASTM A234 WPB BW	1	55.8
4	300	BLIND FLG, CL300, ASTM A105, RF	1	80.7
5	300	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-STD BORE	1	62.6
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		1588.2
6	300	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
7	1.1/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 175.0MM BOLT LENGTH	16	14.1
8	300	PIPE SUPPORT	4	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		14.1
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		1602.3

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	316	300		<B>	5492	300	
<C>	5492	300		<D>	4884	300	

9

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG30-BR001-EB5-300-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKG30-BR001-EB5-300- TRAIN- 02

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

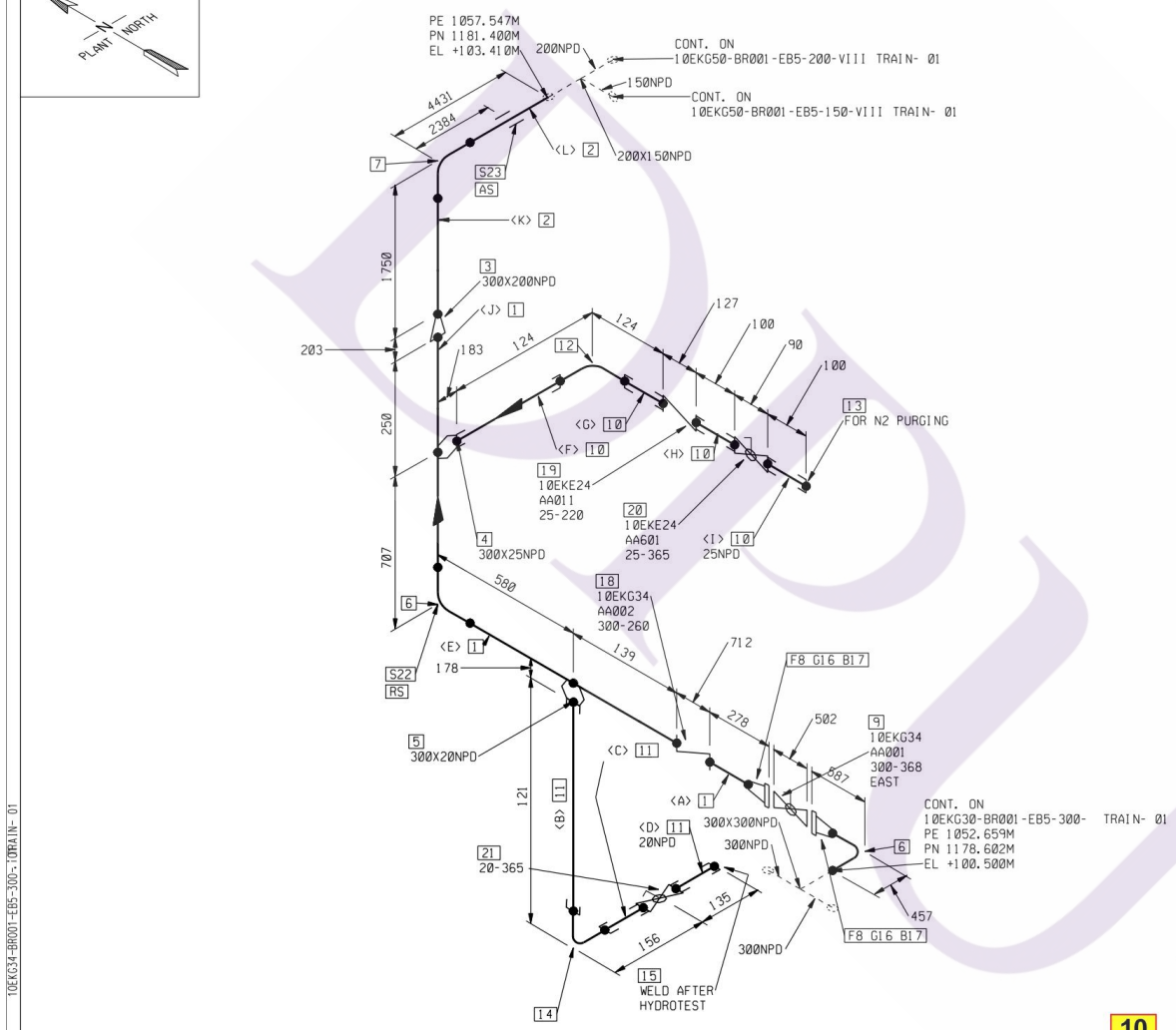
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 12/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG30-BR001-EB5-300-10MAIN- 02



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	300	PIPE SMLS S-STD ASTM A106 GR B BBE	910 MM	66.9
2	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	5571 MM	236.8
3	300X200	REDUCER CONC S-STD X S-40 BORE ASTM A234 WPB BW	1	14.8
4	300X25	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.3
5	300X20	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.2
6	300	90 EL LR SMLS S-STD ASTM A234 WPB BW	2	111.6
7	200	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	1	19.9
8	300	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-STD BORE	2	125.2
9	300	BALL VALVE CL 300 FLG	1	655.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		1230.7
10	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	400 MM	1.3
11	20	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	299 MM	0.7
12	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.5
13	25	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.4
14	20	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.4
15	20	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.2
16	300	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	2	-
17	1.1/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 175.0MM BOLT LENGTH	32	28.2
18	300	SWING CHECK VALVE CL 300 BW	1	590.0
19	25	SWING CHECK VALVE CL 800 SW	1	3.8
20	25	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	3.2
21	20	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	2.3
22	300	PIPE SUPPORT	1	-
23	200	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		631.0
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		1861.7

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	148	300		<B>	100	20	
<C>	100	20		<D>	99	20	
<E>	262	300		<F>	100	25	
<G>	100	25		<H>	100	25	
<I>	100	25		<J>	500	300	
<K>	1445	200		<L>	4126	200	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG34-BR001-EB5-300-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG34-BR001-EB5-300- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

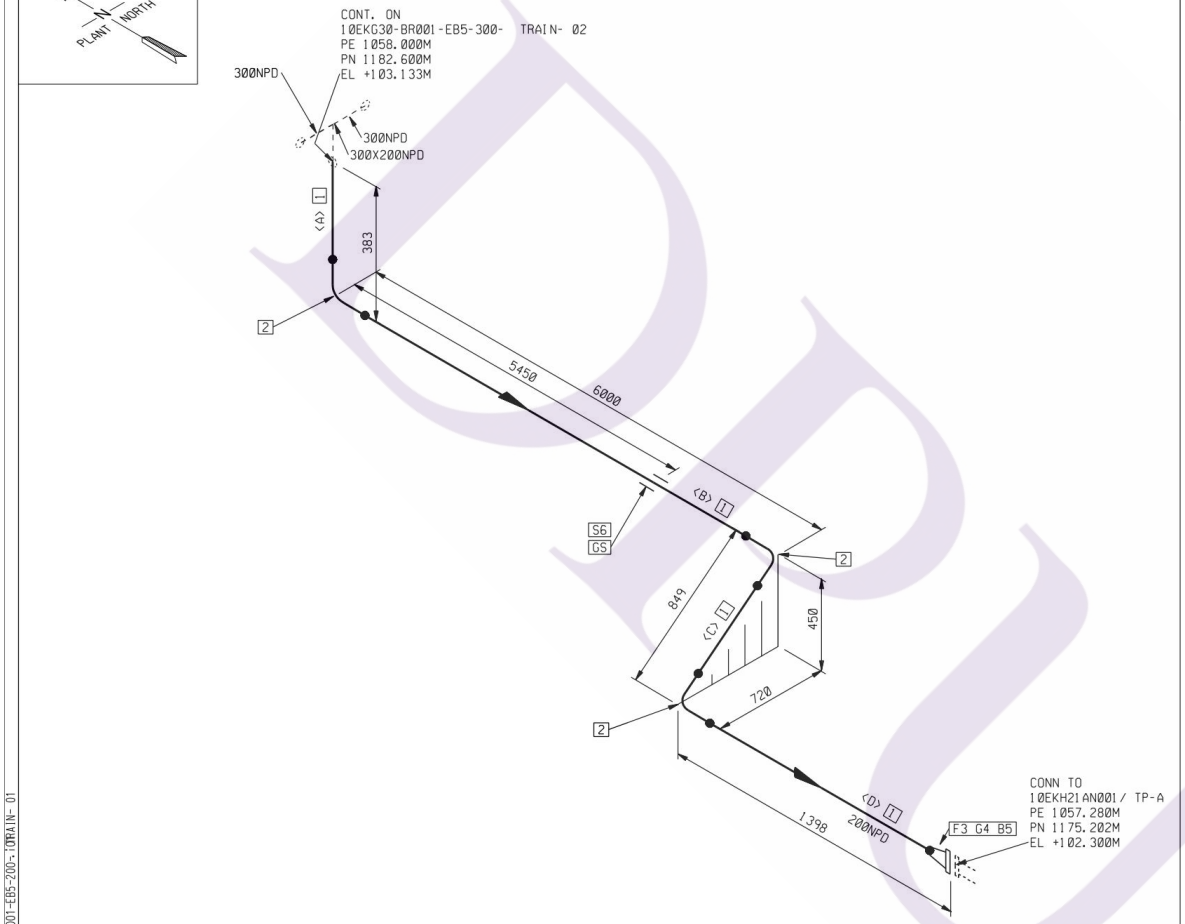
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 13/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG34-BR001-EB5-300-TRAIN- 01



11

BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	6689 MM	284.3
2	200	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	3	59.7
3	200	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	1	30.4
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		374.4
4	200	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
5	7/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 145.0MM BOLT LENGTH	12	5.3
6	200	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		5.3
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		379.7

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	78	200		<B>	5390	200	
<C>	239	200		<D>	982	200	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG31-BR001-EB5-200-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKG31-BR001-EB5-200- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

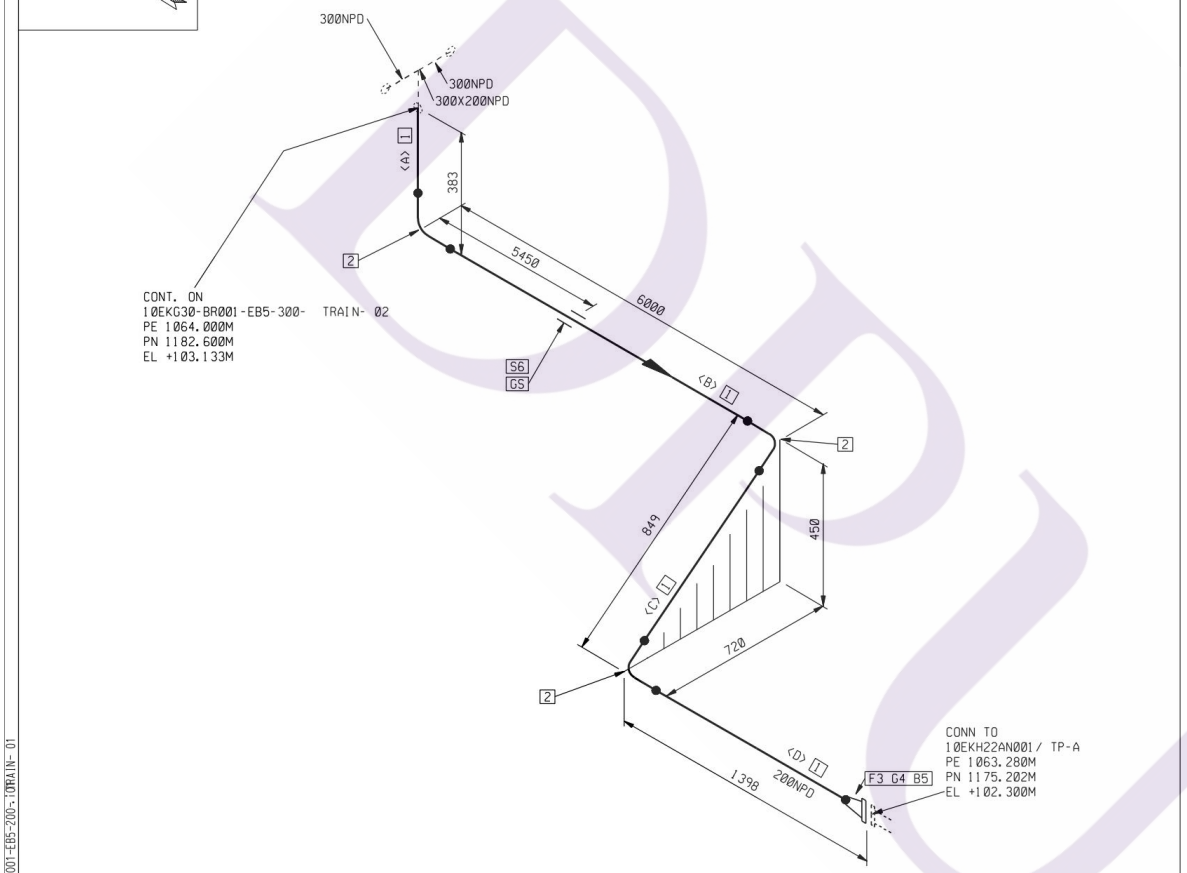
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 14/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG31-BR001-EB5-200-TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	6689 MM	284.3
2	200	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	3	59.7
3	200	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	1	30.4
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		374.4
4	200	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
5	7/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 145.0MM BOLT LENGTH	12	5.3
6	200	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		5.3
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		379.7

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	78	200		<B>	5390	200	
<C>	239	200		<D>	982	200	

12

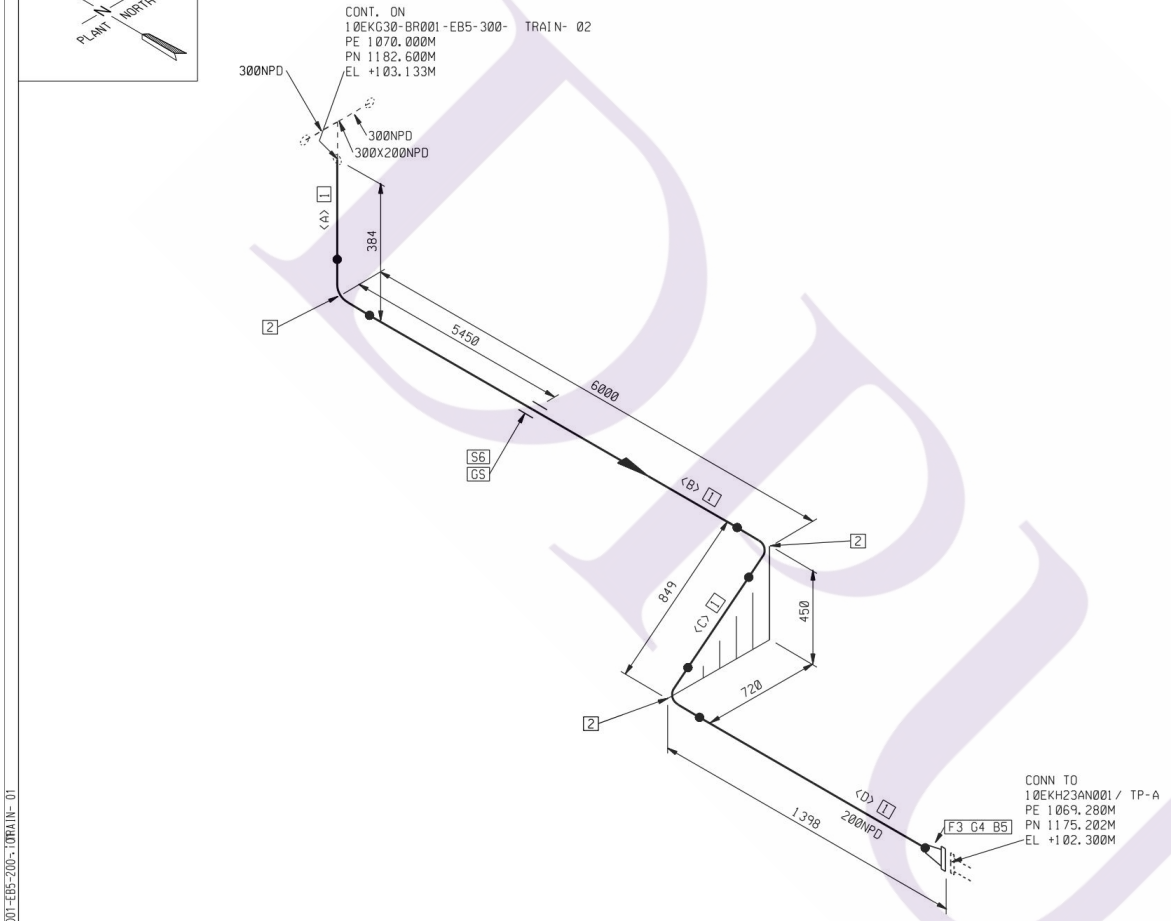
NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG32-BR001-EB5-200-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKG32-BR001-EB5-200- TRAIN- 01

SCALE	PROJECT :
NTS	SPR 120MW SPP PROJECT
	TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO.	DRAWING NO.
20036	X651-018
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018	15/59 REV. 1

Model No : 10EKG32-BR001-EB5-200-TRAIN- 01 003P1



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	6690 MM	284.4
2	200	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	3	59.7
3	200	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	1	30.4
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		374.5
4	200	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
5	7/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 145.0MM BOLT LENGTH	12	5.3
6	200	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		5.3
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		379.8

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	79	200		<B>	5390	200	
<C>	239	200		<D>	982	200	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG33-BR001-EB5-200-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKG33-BR001-EB5-200- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

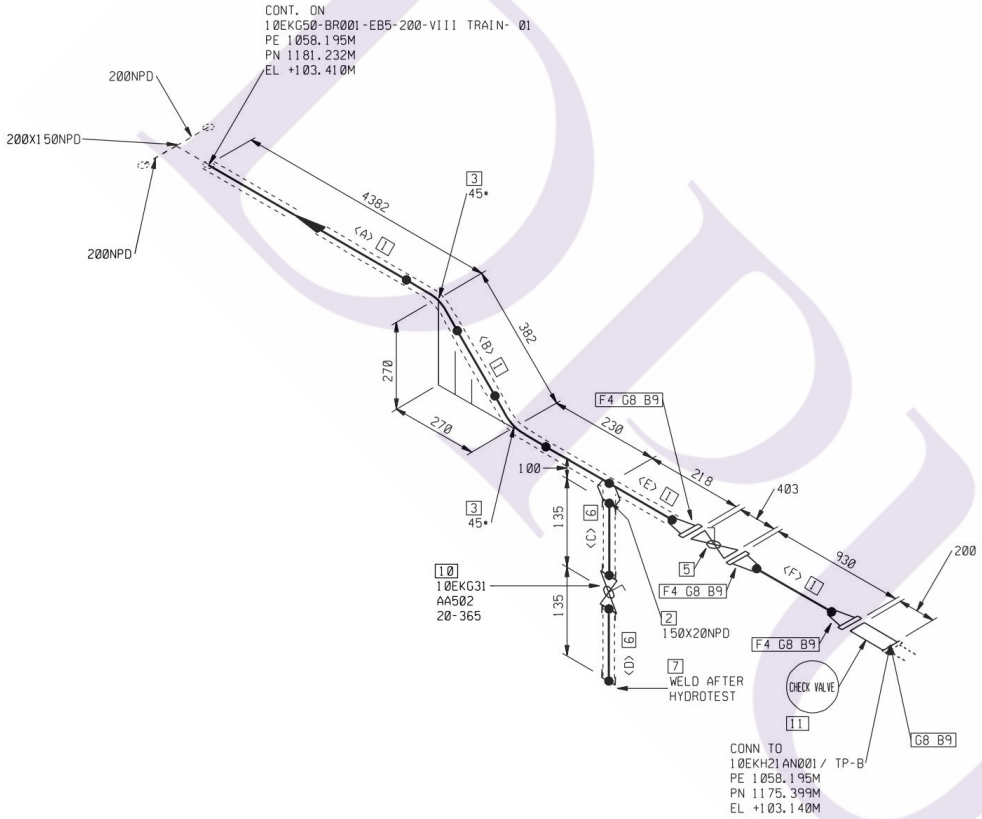
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 16/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG33-BR001-EB5-200- TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	150	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	4666 MM	131.6
2	150X20	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.2
3	150	45 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	2	10.0
4	150	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	3	57.3
5	150	BALL VALVE CL 300 FLG	1	150.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		349.1
6	20	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	200 MM	0.5
7	20	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.2
8	150	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	4	-
9	3/4	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 125.0MM BOLT LENGTH	48	13.5
10	20	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	2.3
11	150	CHECK VALVE	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		16.5
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		365.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	4287	150		<B>	192	150	
<C>	100	20		<D>	100	20	
<E>	255	150		<F>	732	150	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG31-BR002-EB5-150-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG31-BR002-EB5-150-VIII TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

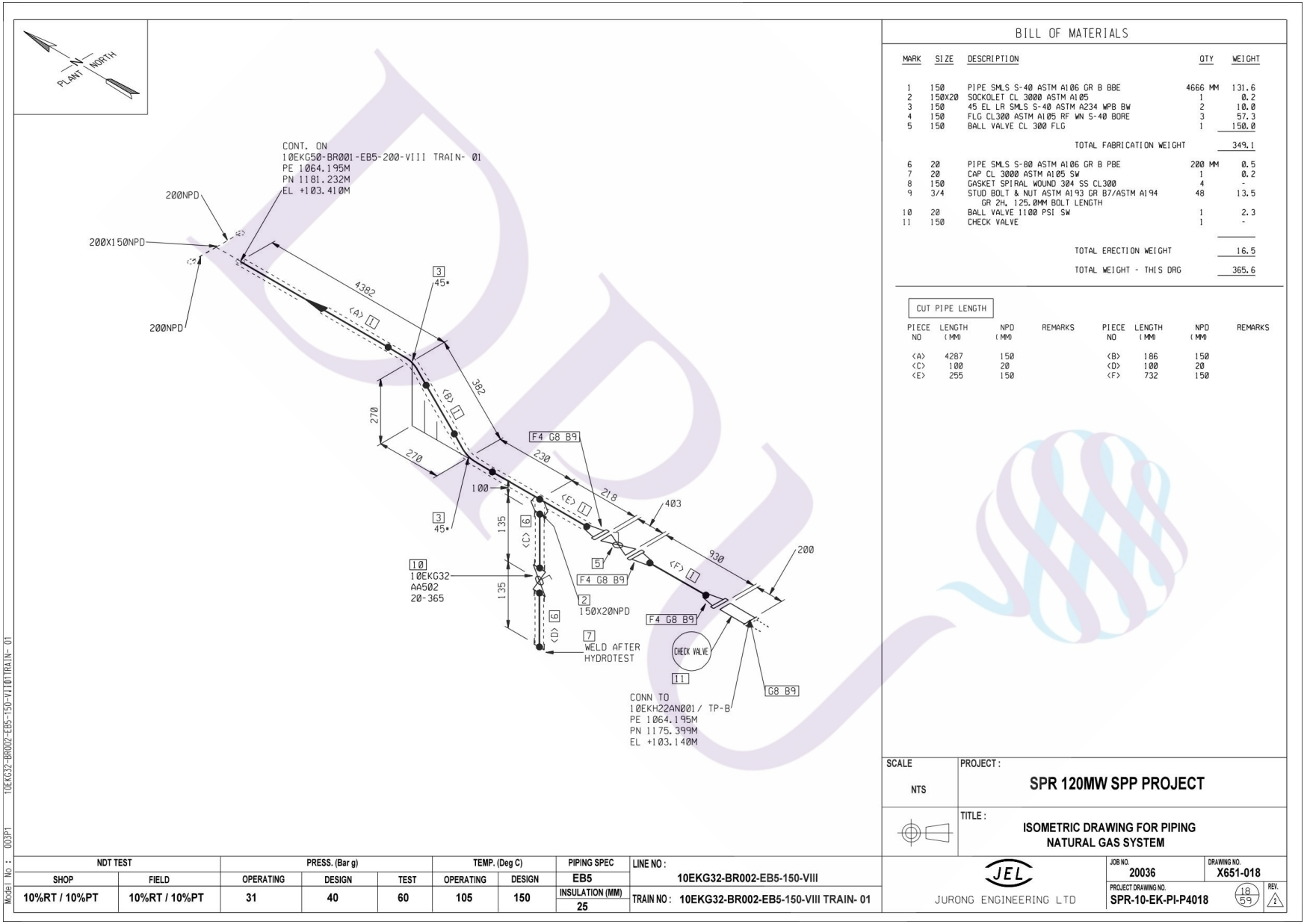
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 17/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG31-BR002-EB5-150-VIII01TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	150	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	4666 MM	131.6
2	150X20	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.2
3	150	45 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	2	10.0
4	150	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	3	57.3
5	150	BALL VALVE CL 300 FLG	1	150.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		349.1
6	20	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	200 MM	0.5
7	20	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.2
8	150	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	4	-
9	3/4	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 125.0MM BOLT LENGTH	48	13.5
10	20	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	2.3
11	150	CHECK VALVE	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		16.5
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		365.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	4287	150		<B>	186	150	
<C>	100	20		<D>	100	20	
<E>	255	150		<F>	732	150	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG32-BR002-EB5-150-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG32-BR002-EB5-150-VIII TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

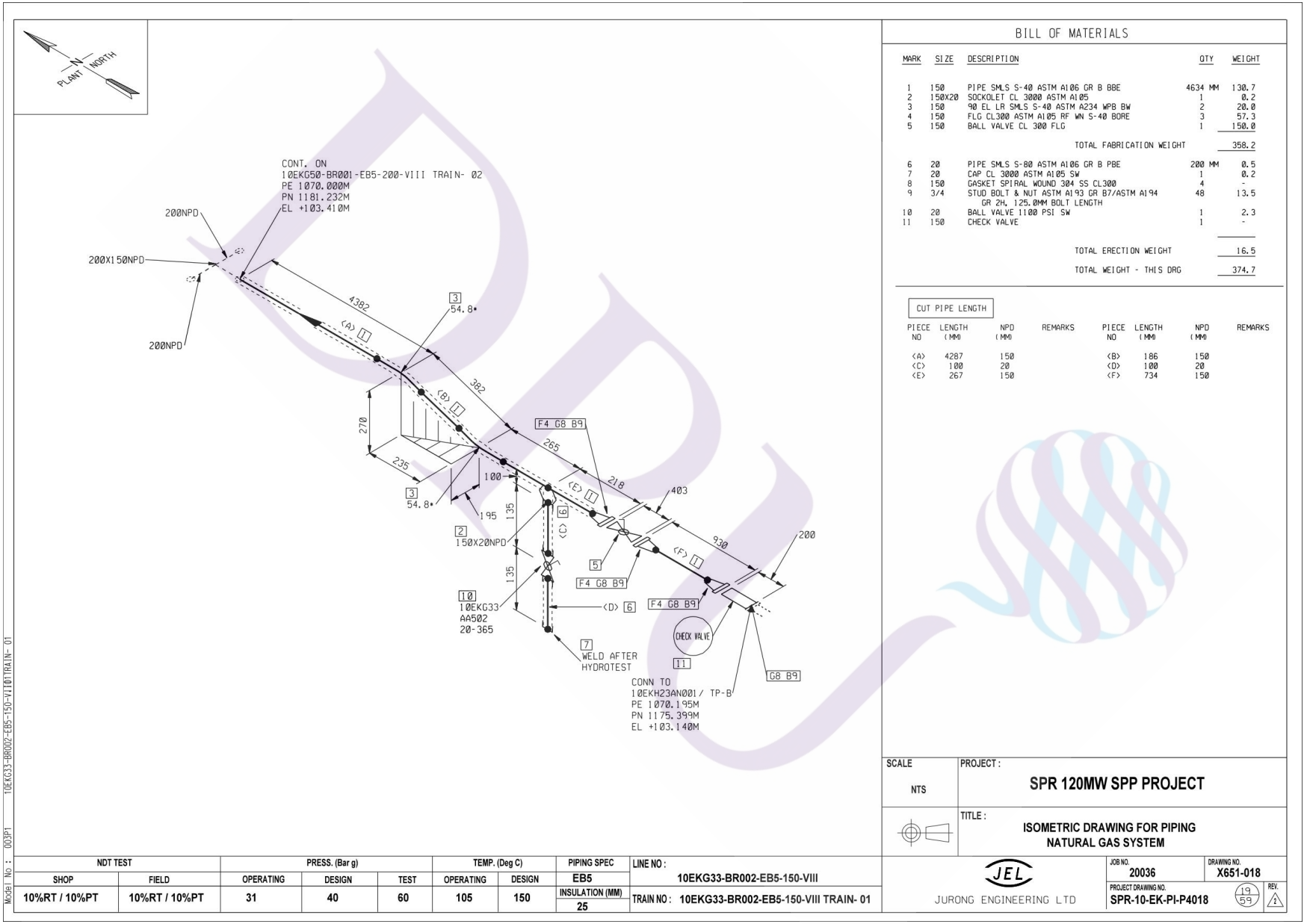
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 18/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG32-BR002-EB5-150-VIII01TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	150	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	4634 MM	130.7
2	150X20	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.2
3	150	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	2	20.0
4	150	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	3	57.3
5	150	BALL VALVE CL 300 FLG	1	150.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		358.2
6	20	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	200 MM	0.5
7	20	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.2
8	150	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	4	-
9	3/4	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 125.0MM BOLT LENGTH	48	13.5
10	20	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	2.3
11	150	CHECK VALVE	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		16.5
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		374.7

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	4287	150		<B>	186	150	
<C>	100	20		<D>	100	20	
<E>	267	150		<F>	734	150	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG33-BR002-EB5-150-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG33-BR002-EB5-150-VIII TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

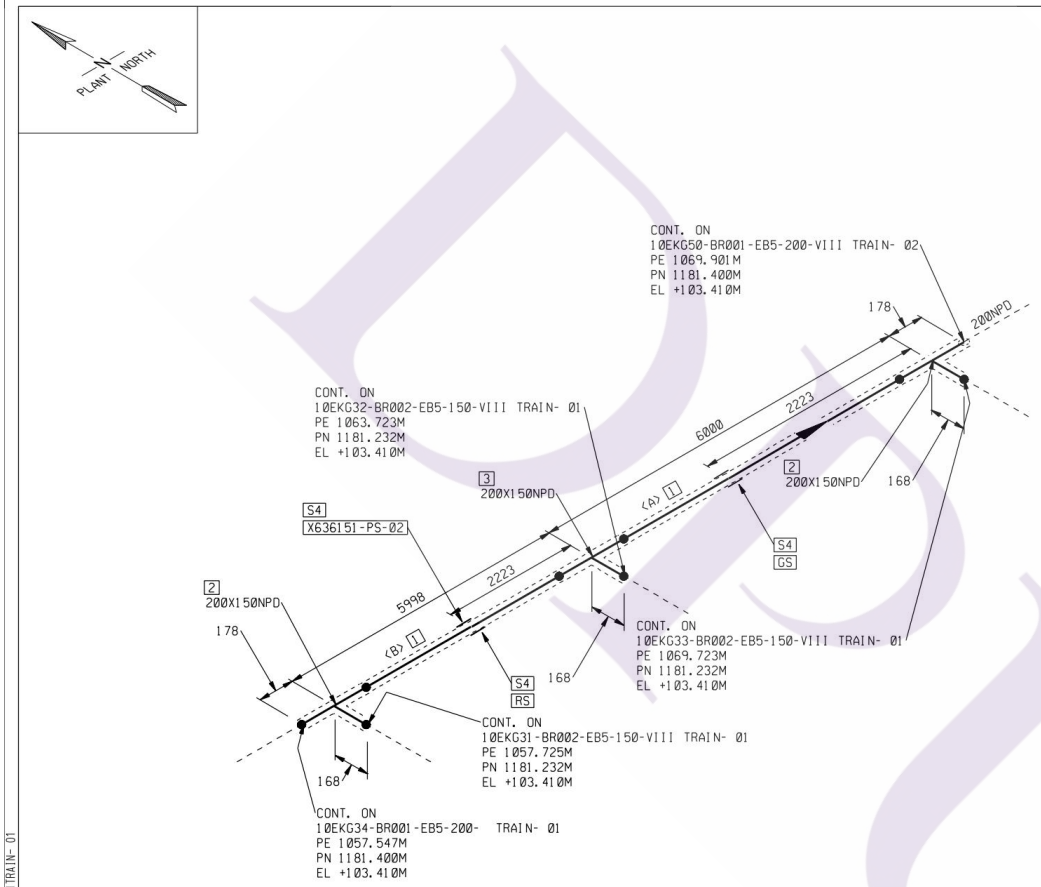
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 19/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG33-BR002-EB5-150-VIII01TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	11286 MM	479.7
2	200X150	TEE REDUCING S-40 X S-40 ASTM A234 WPB BW	2	46.0
3	200X150	TEE REDUCING S-40 X ASTM A234 WPB BW	1	23.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		548.7
4	200	PIPE SUPPORT	3	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		-

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	5644	200		<B>	5642	200	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG50-BR001-EB5-200-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG50-BR001-EB5-200-VIII TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

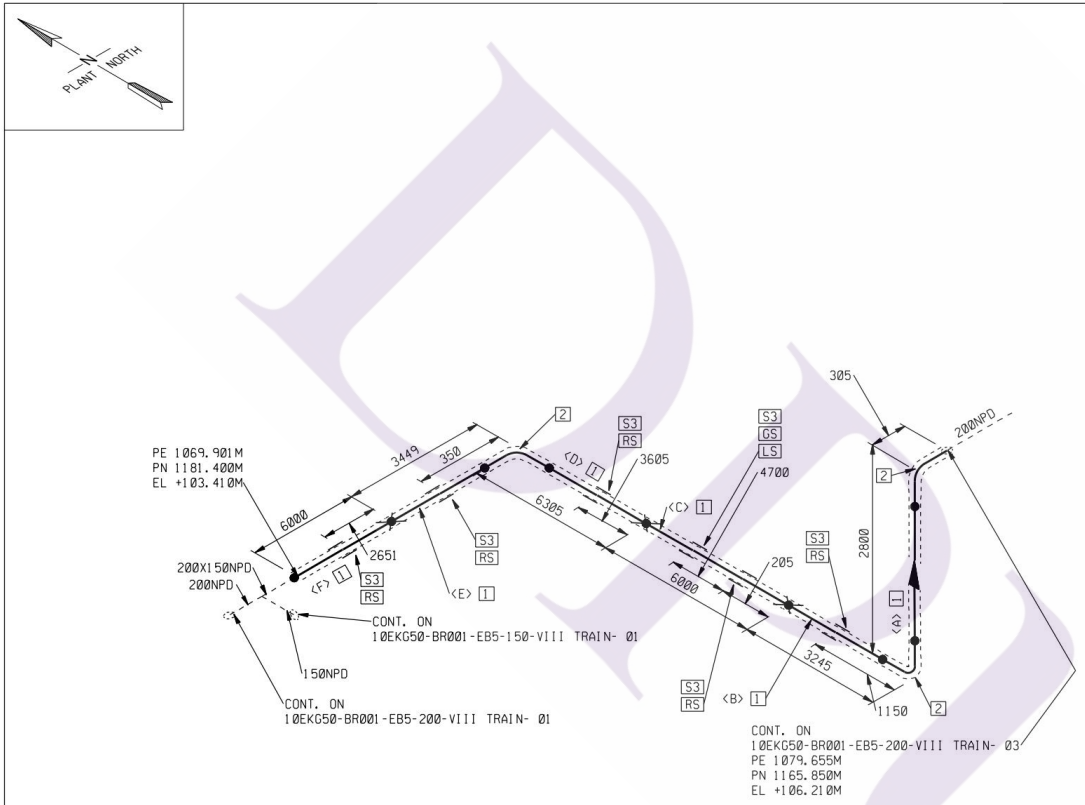
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 20/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG50-BR001-EB5-200-VIII01TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	26274 MM	1116.7
2	200	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	3	59.7
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		1176.4
3	200	PIPE SUPPORT	6	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		-

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	2190	200		<B>	2940	200	FF WELD(1)
<C>	6000	200	FF WELD(1)	<D>	6000	200	
<E>	3144	200	FF WELD(1)	<F>	6000	200	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG50-BR001-EB5-200-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG50-BR001-EB5-200-VIII TRAIN- 02

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

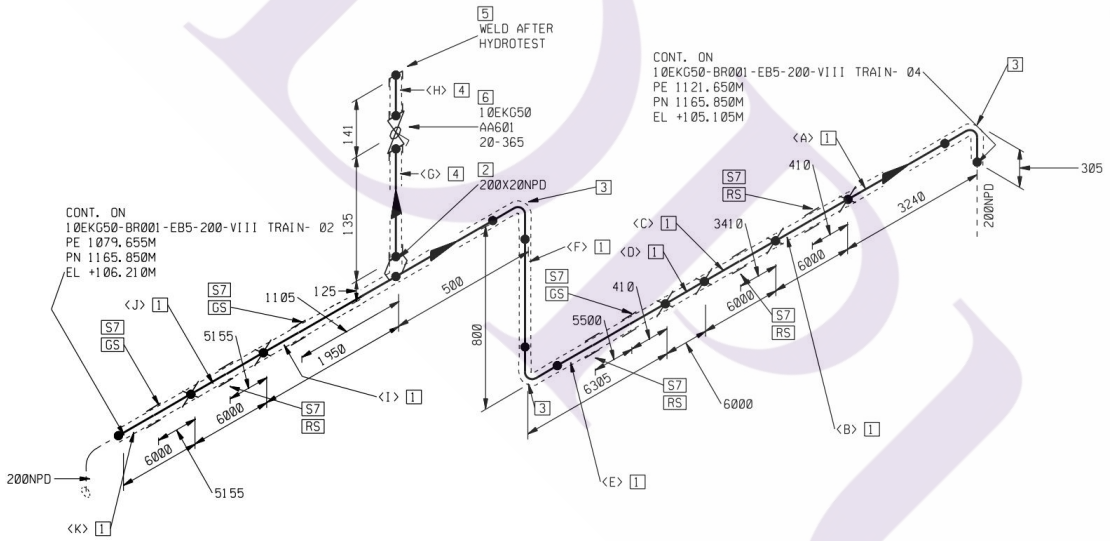
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 21/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG50-BR001-EB5-200-VIII01TRAIN- 02



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	41270 MM	1754.0
2	200X20	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.2
3	200	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	3	59.7
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		1813.9
4	20	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	206 MM	0.5
5	20	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.2
6	20	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	2.3
7	200	PIPE SUPPORT	7	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		3.0
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		1816.9

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	2935	200	FF WELD(1)	<B>	6000	200	FF WELD(1)
<C>	6000	200	FF WELD(1)	<D>	6000	200	FF WELD(1)
<E>	6000	200		<F>	190	200	
<G>	100	20		<H>	106	20	
<I>	2145	200	FF WELD(1)	<J>	6000	200	FF WELD(1)
<K>	6000	200					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG50-BR001-EB5-200-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG50-BR001-EB5-200-VIII TRAIN- 03

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

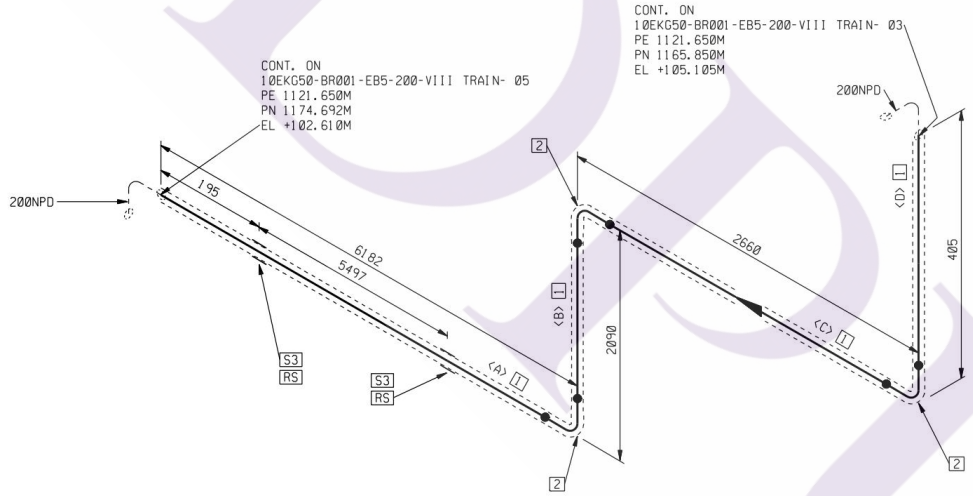
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 22/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG50-BR001-EB5-200-VIII01TRAIN- 03



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	9508 MM	404.1
2	200	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	3	59.7
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		463.8
3	200	PIPE SUPPORT	2	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		-

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	5877	200		<B>	1481	200	
<C>	2050	200		<D>	100	200	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG50-BR001-EB5-200-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG50-BR001-EB5-200-VIII TRAIN- 04

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

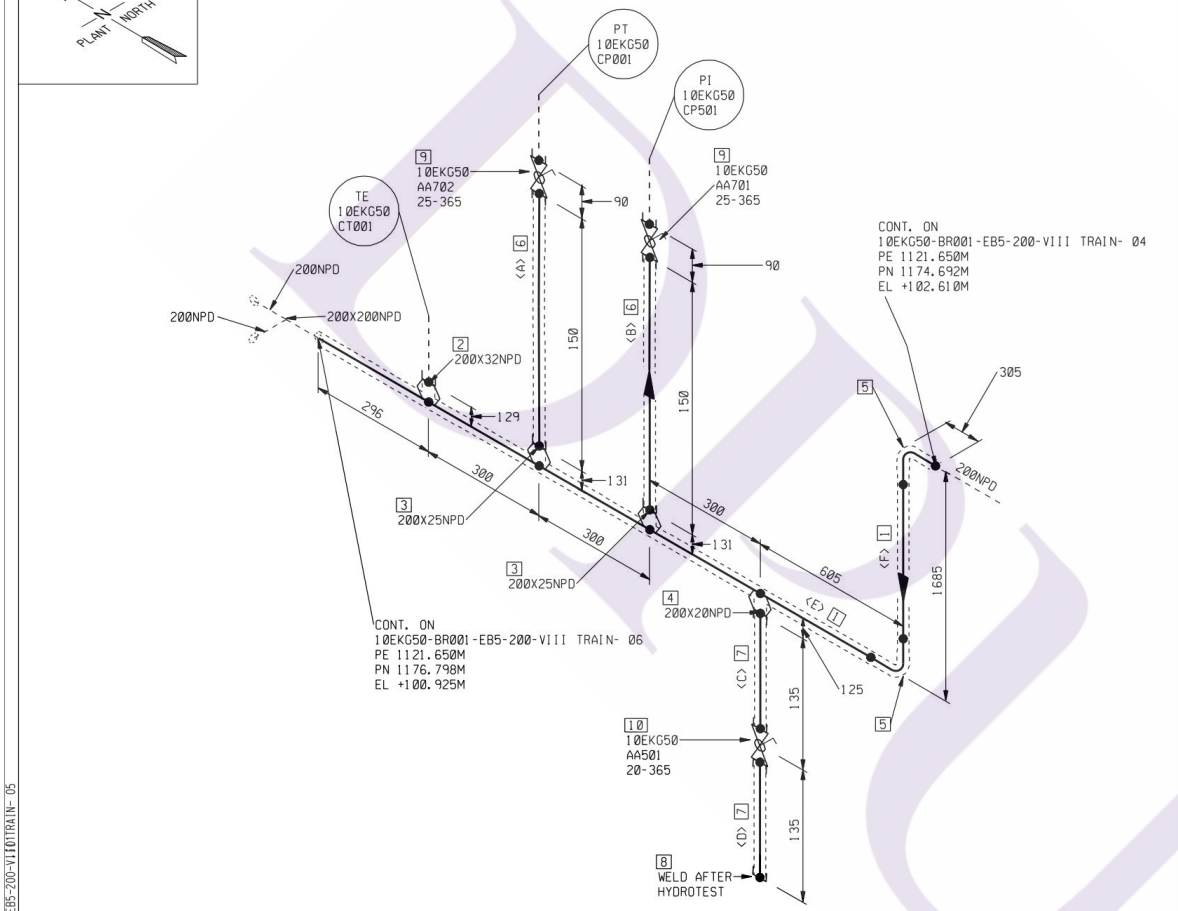
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 23/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG50-BR001-EB5-200-VIII01TRAIN- 04



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	2571 MM	109.0
2	200X32	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.4
3	200X25	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	2	0.6
4	200X20	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.2
5	200	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	2	39.8
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		150.0
6	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	298 MM	1.0
7	20	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	200 MM	0.5
8	20	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.2
9	25	BALL VALVE 1100 PSI SW	2	6.4
10	20	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	2.3
		TOTAL ERECTION WEIGHT		10.4
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		160.4

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	149	25		<B>	149	25	
<C>	100	20		<D>	100	20	
<E>	1496	200		<F>	1075	200	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG50-BR001-EB5-200-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG50-BR001-EB5-200-VIII TRAIN- 05

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

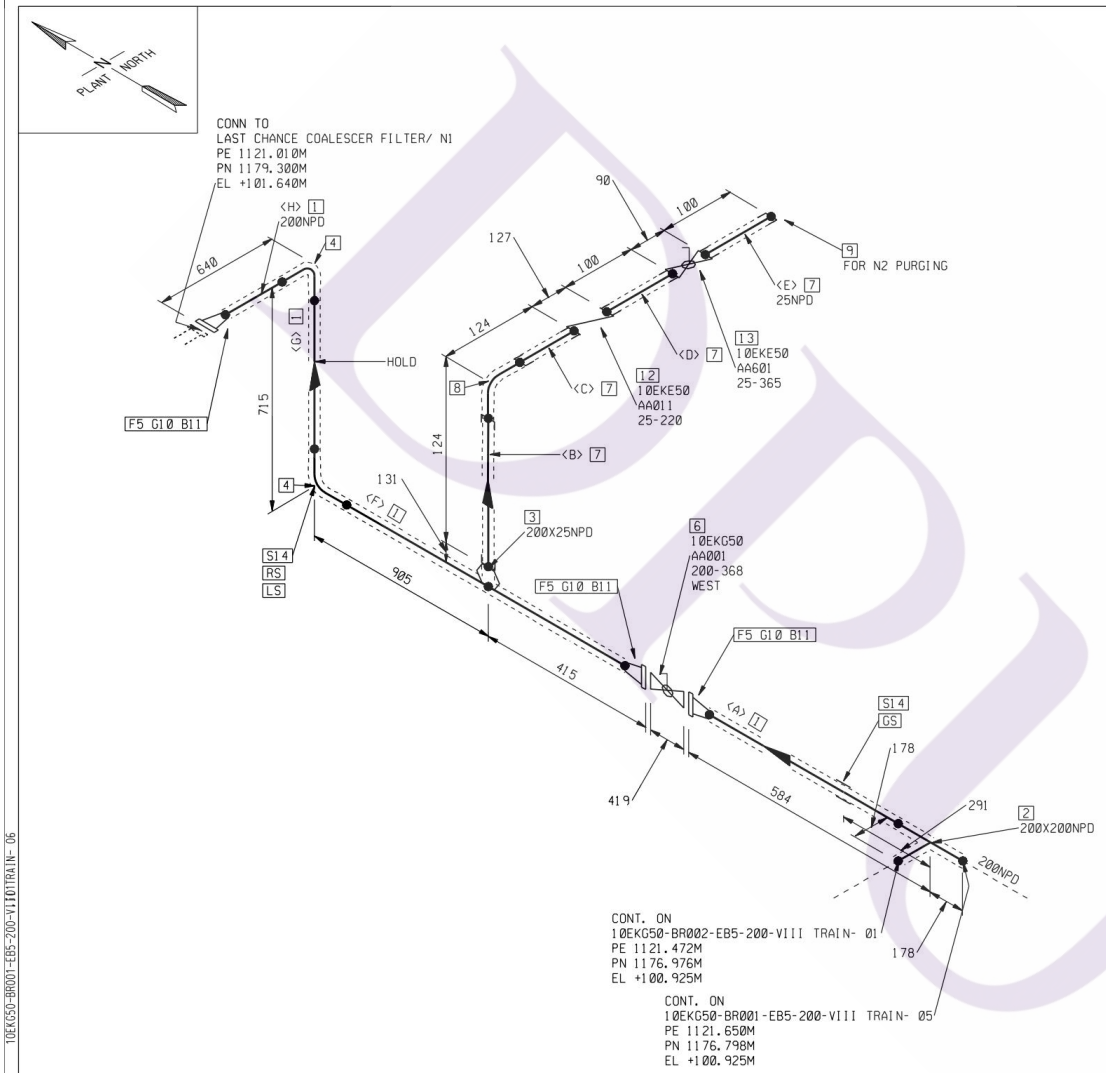
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 24/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG50-BR001-EB5-200-VIII01TRAIN- 05



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	1528 MM	64.9
2	200X200	TEE EQUAL S-40 ASTM A234 WPB BW	1	24.7
3	200X25	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.3
4	200	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	2	39.8
5	200	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	3	91.2
6	200	BALL VALVE CL 300 FLG	1	270.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		490.9
7	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	400 MM	1.3
8	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.5
9	25	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.4
10	200	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	3	-
11	7/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 145.0MM BOLT LENGTH	36	15.9
12	25	SWING CHECK VALVE CL 800 SW	1	3.8
13	25	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	3.2
14	200	PIPE SUPPORT	2	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		25.1
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		516.0

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	295	200		<B>	100	25	
<C>	100	25		<D>	100	25	
<E>	100	25		<F>	904	200	
<G>	105	200		<H>	224	200	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG50-BR001-EB5-200-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG50-BR001-EB5-200-VIII TRAIN- 06

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

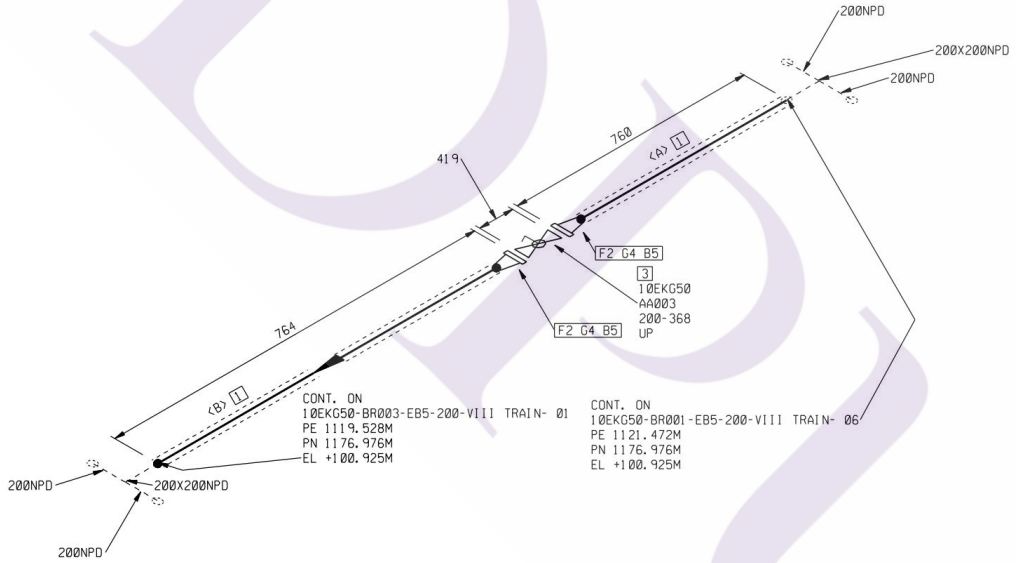
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 25/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG50-BR001-EB5-200-VIII TRAIN- 06



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	1302 MM	55.4
2	200	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	2	60.8
3	200	BALL VALVE CL 300 FLG	1	270.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		386.2
4	200	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	2	-
5	7/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 145.0MM BOLT LENGTH	24	10.6
		TOTAL ERECTION WEIGHT		10.6
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		396.8

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	649	200		<B>	653	200	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG50-BR002-EB5-200-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG50-BR002-EB5-200-VIII TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

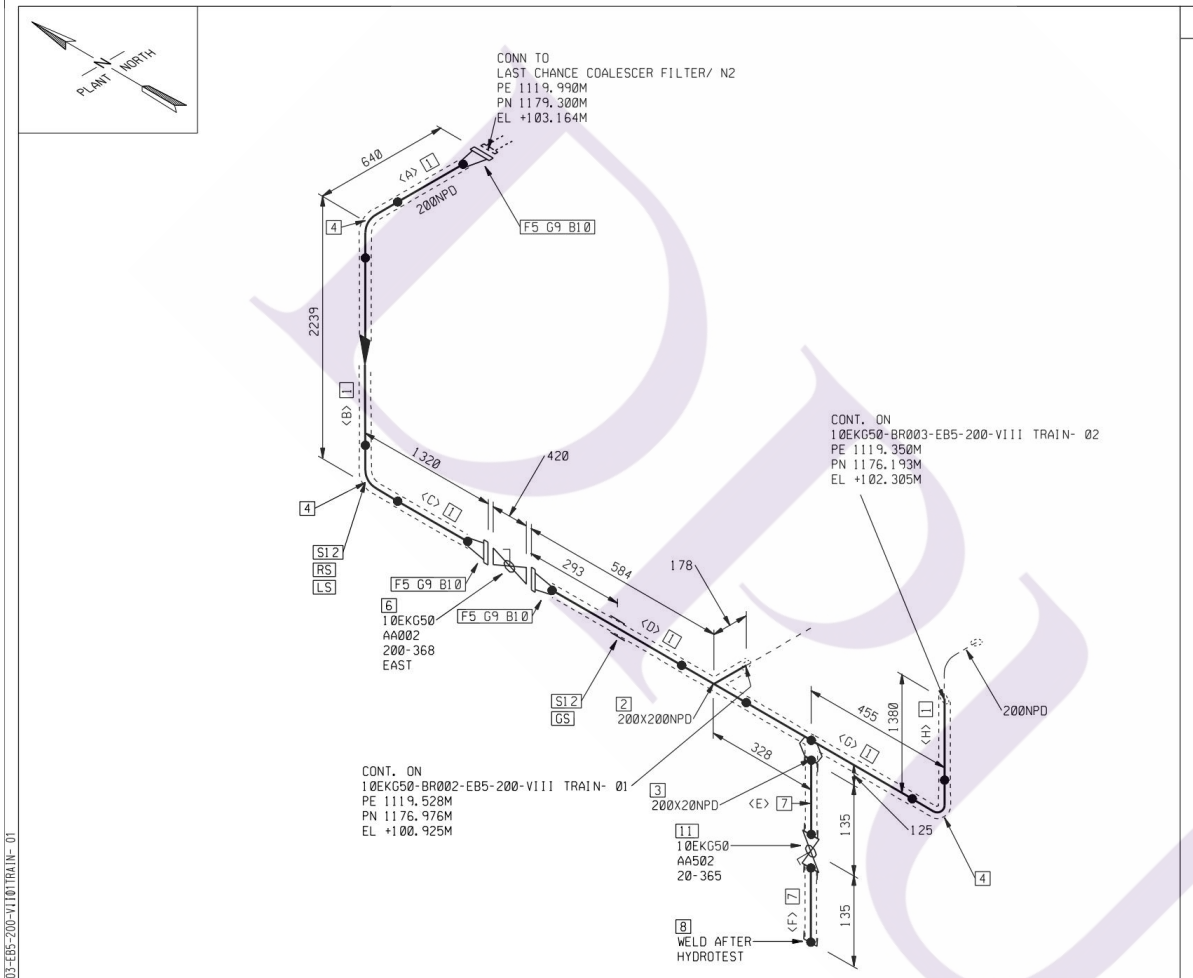
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 26/56 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG50-BR002-EB5-200-VIII01TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	4428 MM	188.2
2	200X200	TEE EQUAL S-40 ASTM A234 WPB BW	1	24.7
3	200X20	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.2
4	200	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	3	59.7
5	200	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	3	91.2
6	200	BALL VALVE CL 300 FLG	1	270.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		634.0
7	20	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	200 MM	0.5
8	20	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.2
9	200	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	3	-
10	7/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 145.0MM BOLT LENGTH	36	15.9
11	20	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	2.3
12	200	PIPE SUPPORT	2	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		18.9
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		652.9

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	224	200		<B>	1629	200	
<C>	904	200		<D>	295	200	
<E>	100	20		<F>	100	20	
<G>	300	200		<H>	1076	200	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG50-BR003-EB5-200-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG50-BR003-EB5-200-VIII TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

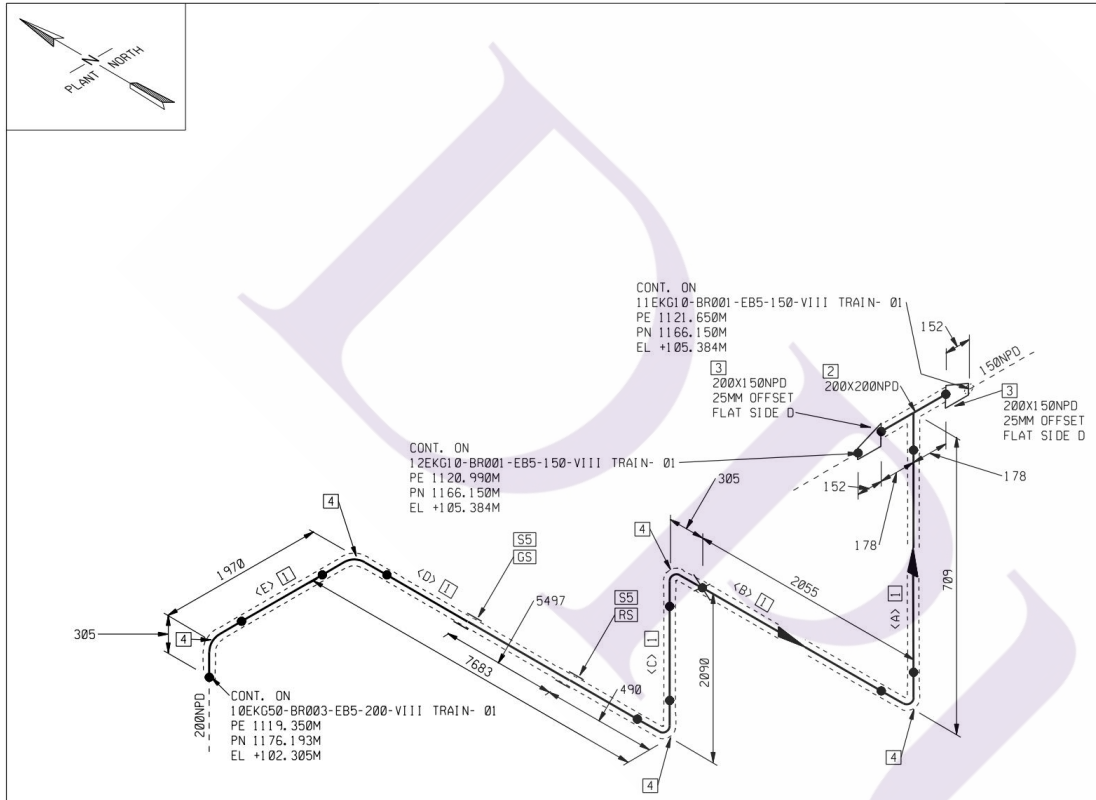
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 27/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKG50-BR003-EB5-200-VIII01TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	200	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	11890 MM	505.4
2	200X200	TEE EQUAL S-40 ASTM A234 WPB BW	1	24.7
3	200X150	REDUCER ECC S-40 X S-40 BORE ASTM A234 WPB BW	2	13.4
4	200	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	5	99.5
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		643.0
5	200	PIPE SUPPORT	2	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		-

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	226	200		<B>	1750	200	FF WELD(1)
<C>	1481	200		<D>	7073	200	
<E>	1360	200					

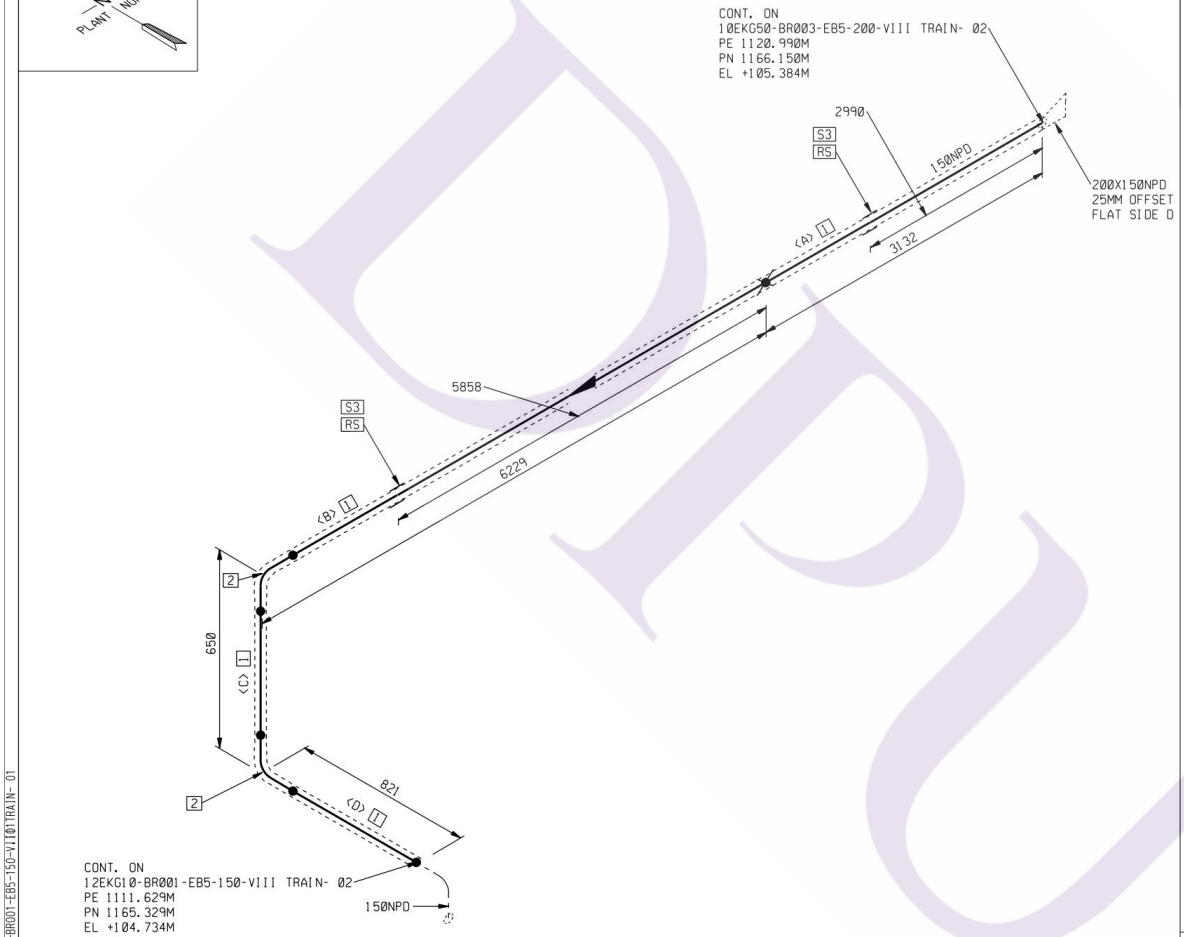
SCALE	PROJECT :
NTS	SPR 120MW SPP PROJECT
	TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKG50-BR003-EB5-200-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 10EKG50-BR003-EB5-200-VIII TRAIN- 02

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO.	DRAWING NO.
20036	X651-018
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018	28/59 REV. 1

Model No : 003P1 10EKG50-BR003-EB5-200-VIII01TRAIN- 02



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	150	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	9917 MM	279.7
2	150	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	2	20.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		299.7
3	150	PIPE SUPPORT	2	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		-

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	3132	150	FF WELD(1)	<B>	6000	150	
<C>	193	150		<D>	592	150	

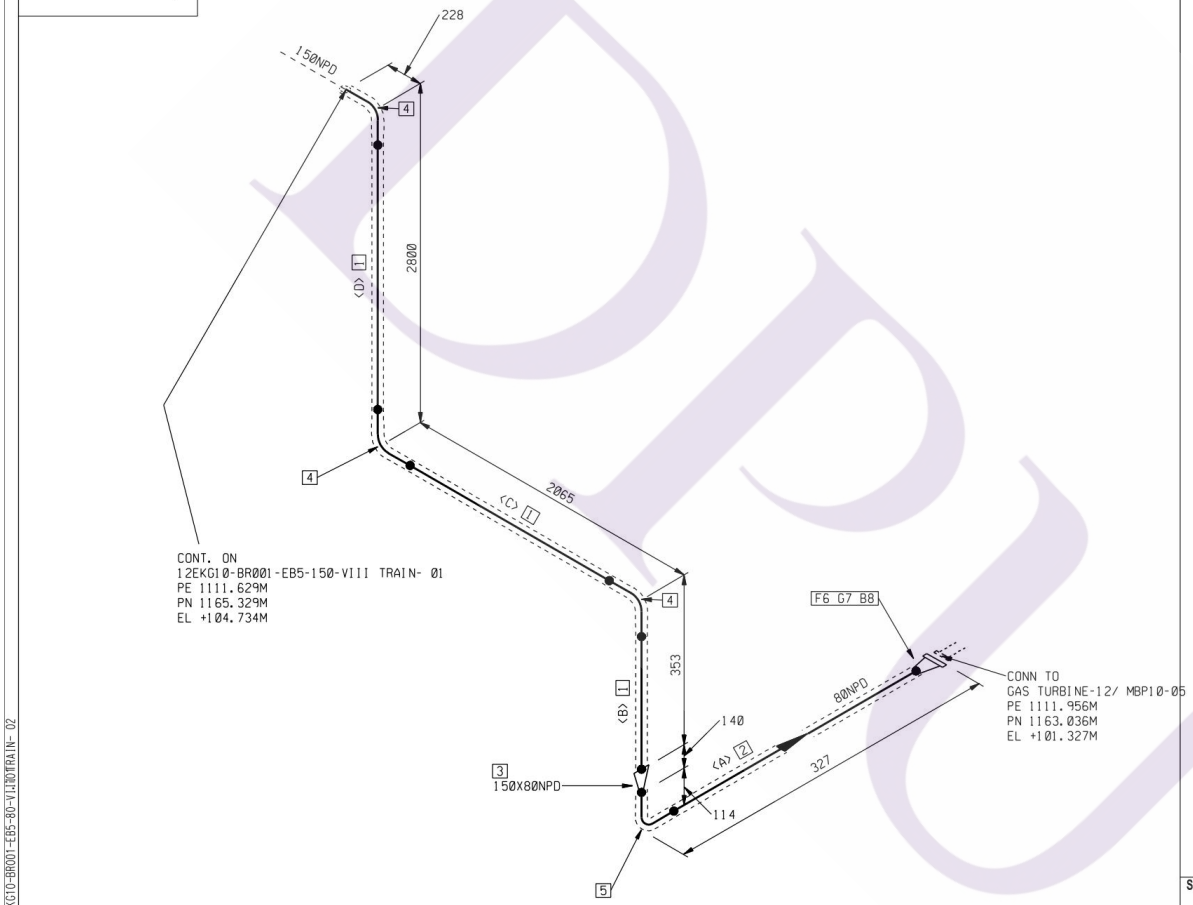
SCALE	PROJECT :
NTS	SPR 120MW SPP PROJECT
	TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	12EKG10-BR001-EB5-150-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 12EKG10-BR001-EB5-150-VIII TRAIN- 01

JEL
JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO.	DRAWING NO.
20036	X651-018
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018	29/59 REV. 1

Model No : 003P1 12EKG10-BR001-EB5-150-VIII01TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	150	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	4073 MM	114.9
2	80	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	134 MM	1.8
3	150x80	REDUCER CONC S-40 X S-40 BORE ASTM A234 WPB BW	1	3.8
4	150	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	3	30.0
5	80	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	1	1.9
6	80	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	1	6.8
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		159.2
7	80	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
8	3/4	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 115.0MM BOLT LENGTH	8	2.1
		TOTAL ERECTION WEIGHT		2.1
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		161.3

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	134	80		<B>	124	150	
<C>	1607	150		<D>	2342	150	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	12EKG10-BR001-EB5-80-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 12EKG10-BR001-EB5-80-VIII TRAIN- 02

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

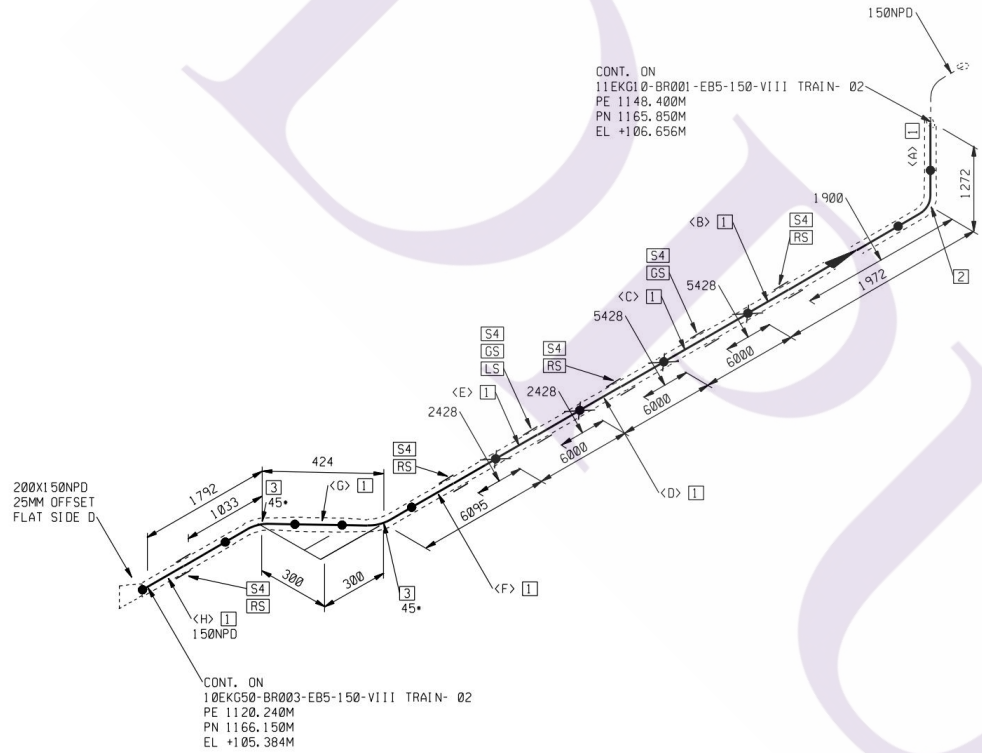
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 30/59 | REV. 1

Model No : 003P1 12EKG10-BR001-EB5-80-VIII TRAIN- 02



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	150	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	2871.7 MM	809.9
2	150	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	1	10.0
3	150	45 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	2	10.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		829.9
4	150	PIPE SUPPORT	6	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		-

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1043	150		<B>	1743	150	FF WELD(1)
<C>	6000	150	FF WELD(1)	<D>	6000	150	FF WELD(1)
<E>	6000	150	FF WELD(1)	<F>	6000	150	
<G>	234	150		<H>	1697	150	

SCALE: NTS

PROJECT: SPR 120MW SPP PROJECT

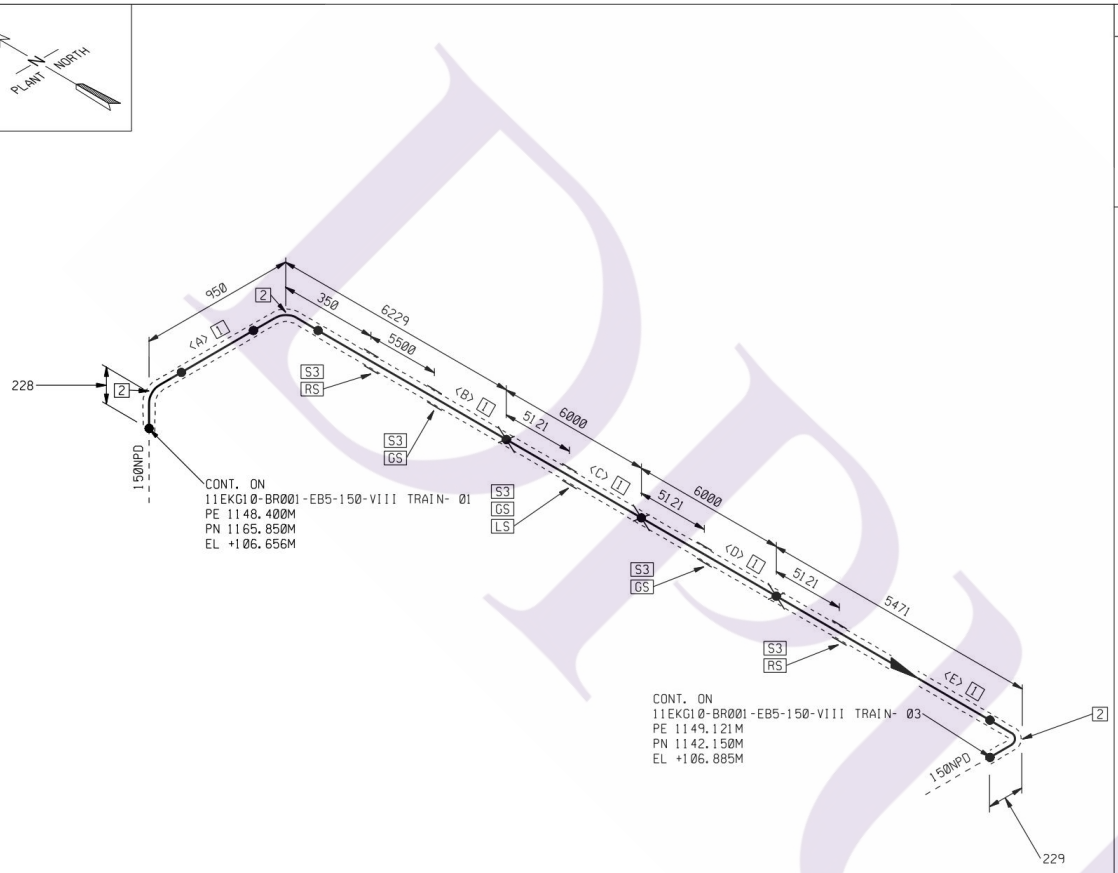
TITLE: ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING
NATURAL GAS SYSTEM

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	11EKG10-BR001-EB5-150-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 11EKG10-BR001-EB5-150-VIII TRAIN- 01

JEL
JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 31/59 | REV. 1

Model No : 003P1 11EKG10-BR001-EB5-150-VIII TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	150	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	23734 MM	669.3
2	150	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	3	30.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		699.3
3	150	PIPE SUPPORT	5	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		-

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
(A)	492	150		(B)	6000	150	FF WELD(1)
(C)	6000	150	FF WELD(1)	(D)	6000	150	FF WELD(1)
(E)	5242	150					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	11EKG10-BR001-EB5-150-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 11EKG10-BR001-EB5-150-VIII TRAIN- 02

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

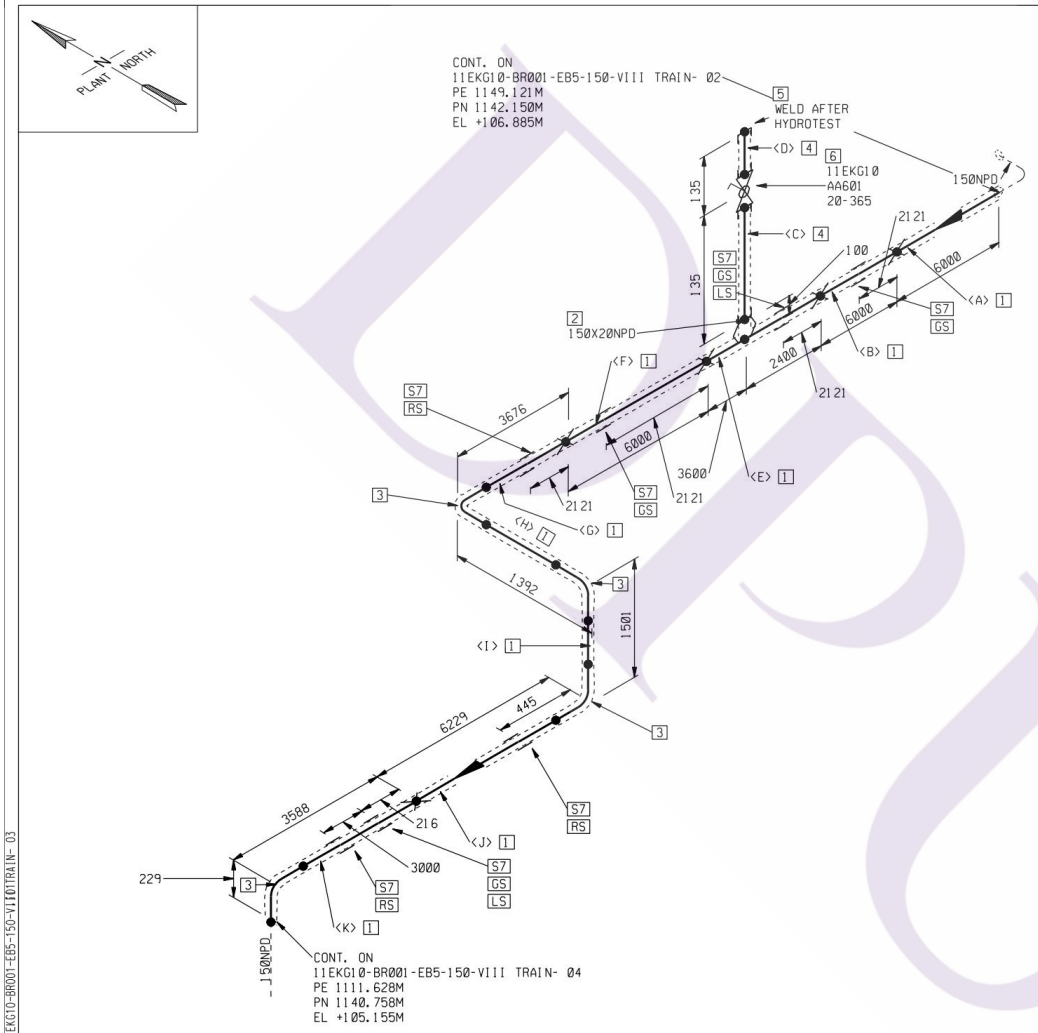
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 32/59 | REV. 1

Model No : 003P1 11EKG10-BR001-EB5-150-VIII01TRAIN- 02



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	150	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	38785 MM	1093.7
2	150X20	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	1	0.2
3	150	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	4	40.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		1133.9
4	20	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	200 MM	0.5
5	20	CAP CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.2
6	20	BALL VALVE 1100 PSI SW	1	2.3
7	150	PIPE SUPPORT	7	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		3.0
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		1136.9

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	6000	150	FF WELD(1)	<B>	6000	150	FF WELD(1)
<C>	100	20		<D>	100	20	
<E>	6000	150	FF WELD(1)	<F>	6000	150	FF WELD(1)
<G>	3448	150		<H>	935	150	
<I>	1043	150		<J>	6000	150	FF WELD(1)
<K>	3359	150					

SCALE: NTS

PROJECT: SPR 120MW SPP PROJECT

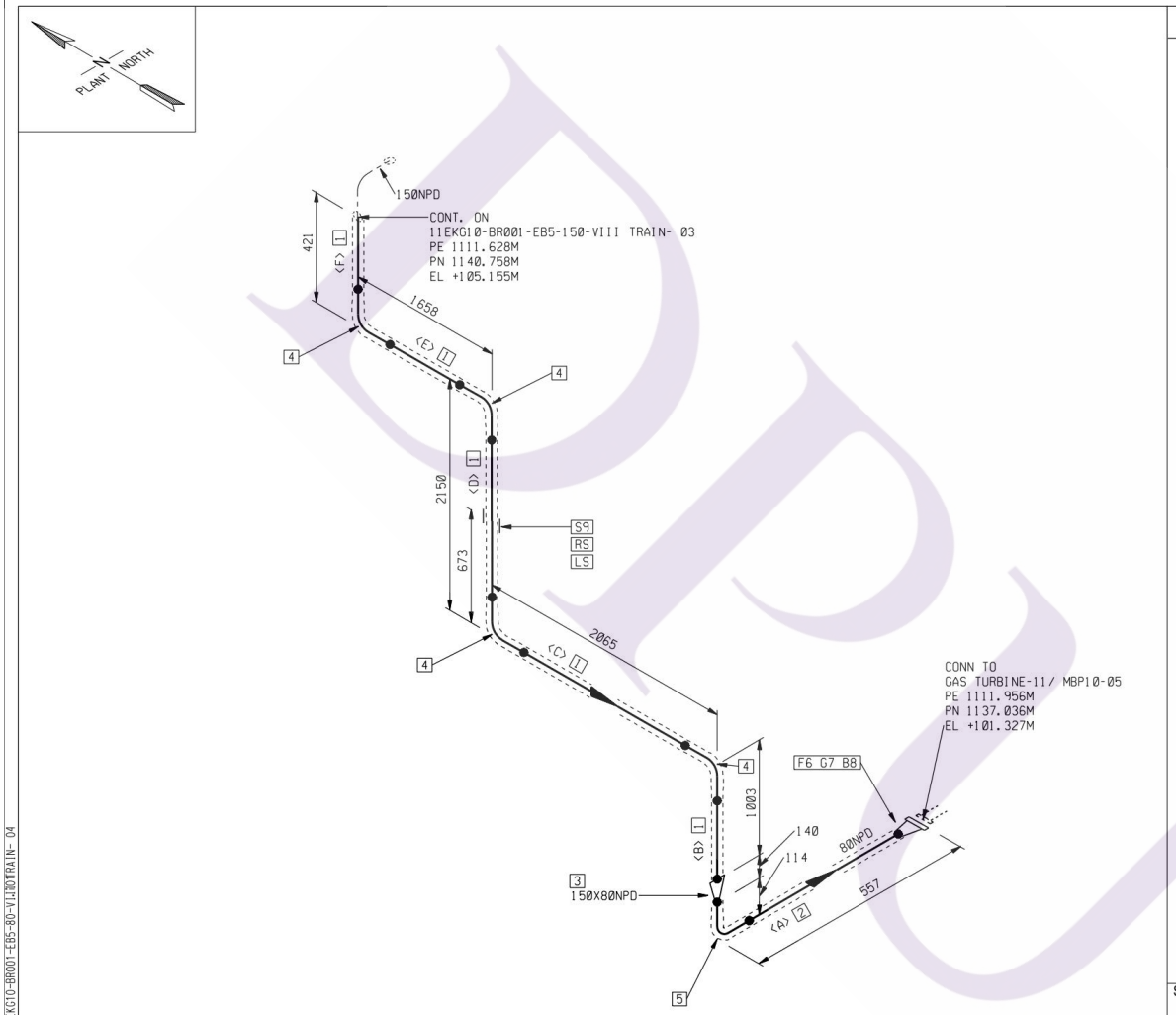
TITLE: ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	11EKG10-BR001-EB5-150-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 11EKG10-BR001-EB5-150-VIII TRAIN- 03

JEL
JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 33/59 | REV. 1

Model No : 003P1 11EKG10-BR001-EB5-150-VIII TRAIN- 03



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	150	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	5467 MM	154.2
2	80	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	134 MM	1.8
3	150x80	REDUCER CONC S-40 X S-40 BORE ASTM A234 WPB BW	1	3.8
4	150	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	4	40.0
5	80	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	1	1.9
6	80	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	1	6.8
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		208.5
7	80	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
8	3/4	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 115.0MM BOLT LENGTH	8	2.1
9	150	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		2.1
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		210.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	533	80		<B>	774	150	
<C>	1607	150		<D>	2102	150	
<E>	1201	150		<F>	193	150	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	11EKG10-BR001-EB5-150-VIII
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	31	40	60	105	150	INSULATION (MM) 25	TRAIN NO : 11EKG10-BR001-EB5-150-VIII TRAIN- 04

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

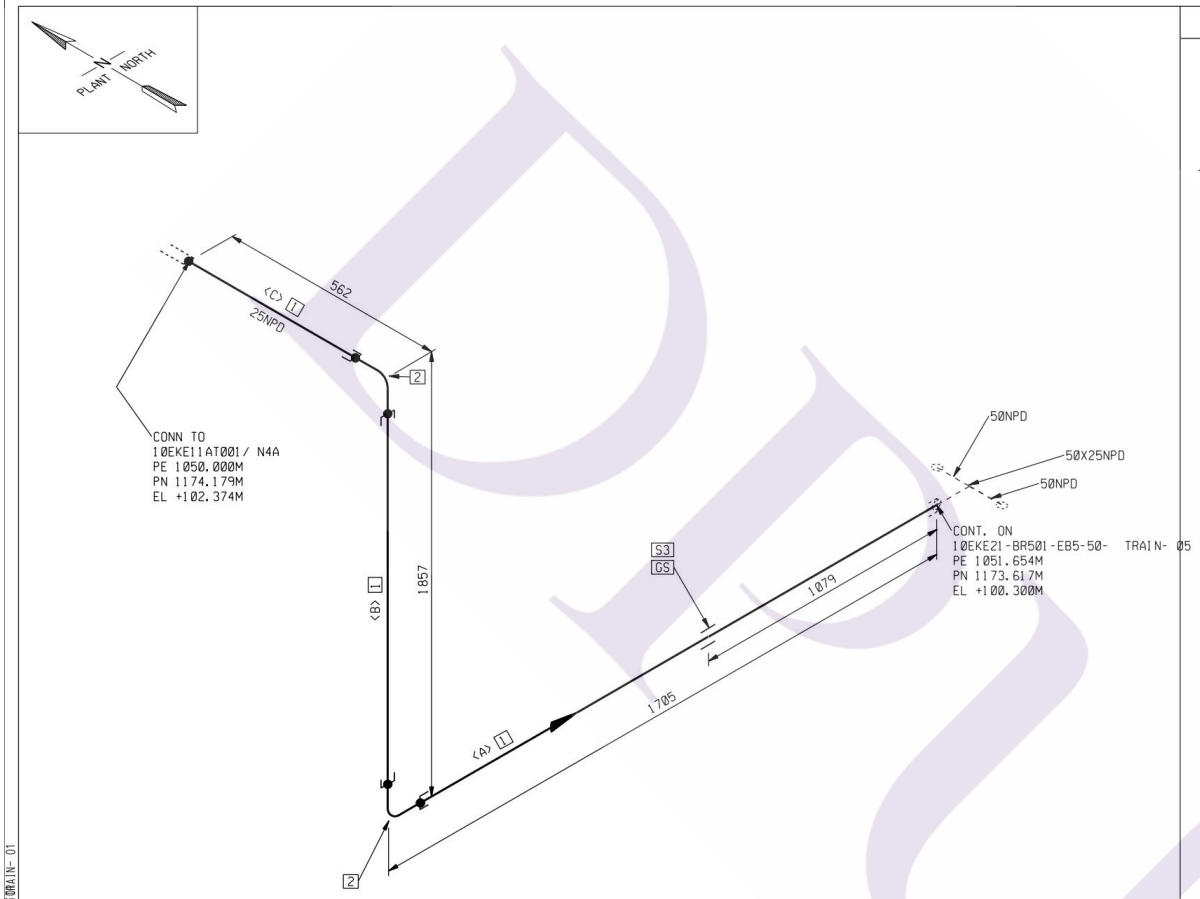
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 34/59 | REV. 1

Model No : 003P1 11EKG10-BR001-EB5-80-HIJ#0#TRAIN- 04



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	4194 MM	13.6
2	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	2	1.0
3	25	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		14.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1681	25		<B>	1809	25	
<C>	538	25					

14

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKE21-BR501-EB5-25-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE21-BR501-EB5-25- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

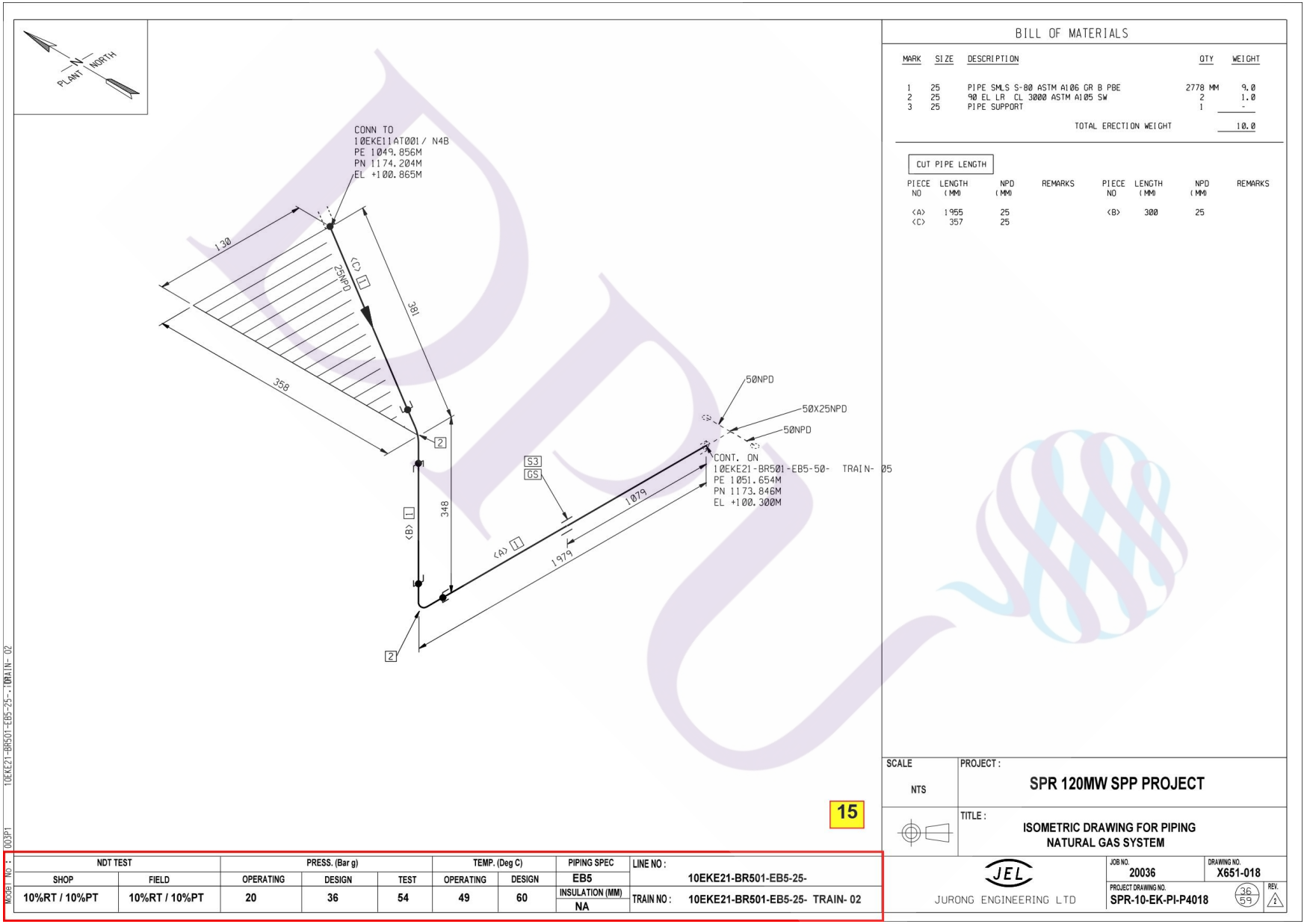
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 35/59 | REV. 1

Model No : 10EKE21-BR501-EB5-25-_TRAIN- 01 003P1



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	2778 MM	9.0
2	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	2	1.0
3	25	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		10.0

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1955	25		<B>	300	25	
<C>	357	25					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKE21-BR501-EB5-25-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE21-BR501-EB5-25- TRAIN- 02

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

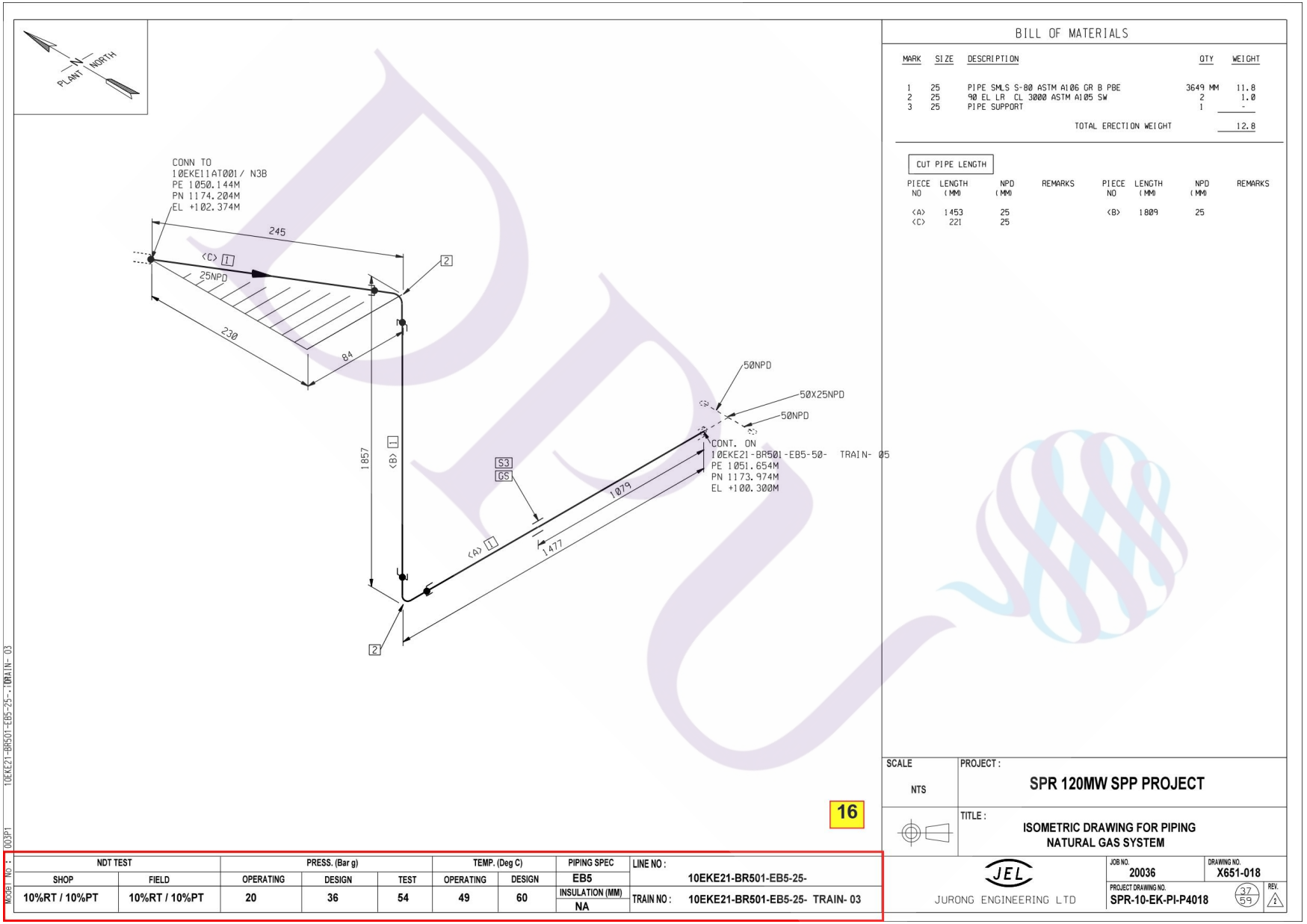
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 36/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKE21-BR501-EB5-25-...TRAIN- 02



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	3649 MM	11.8
2	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	2	1.0
3	25	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		12.8

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1453	25		<B>	1809	25	
<C>	221	25					

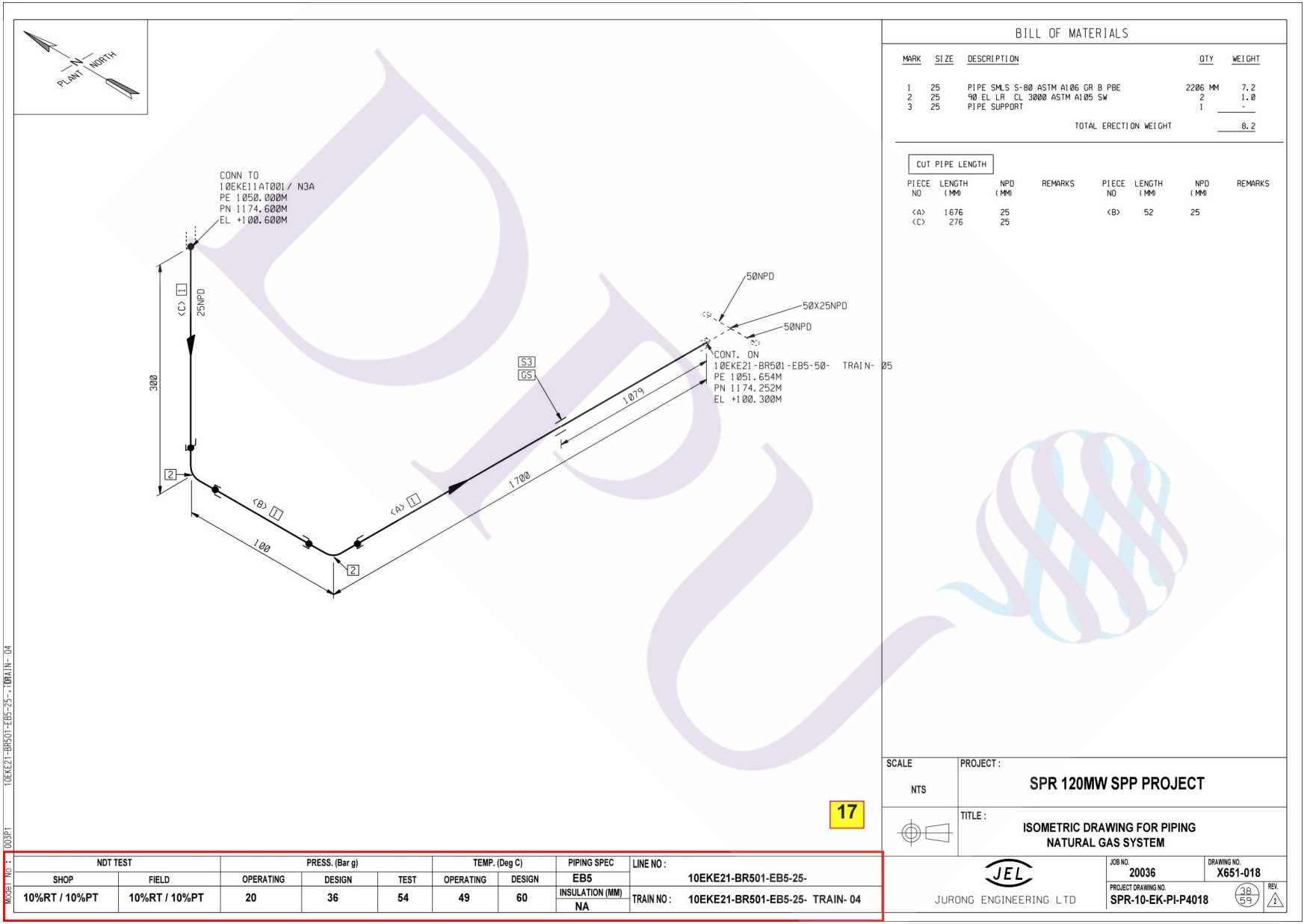
NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKE21-BR501-EB5-25-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE21-BR501-EB5-25- TRAIN- 03

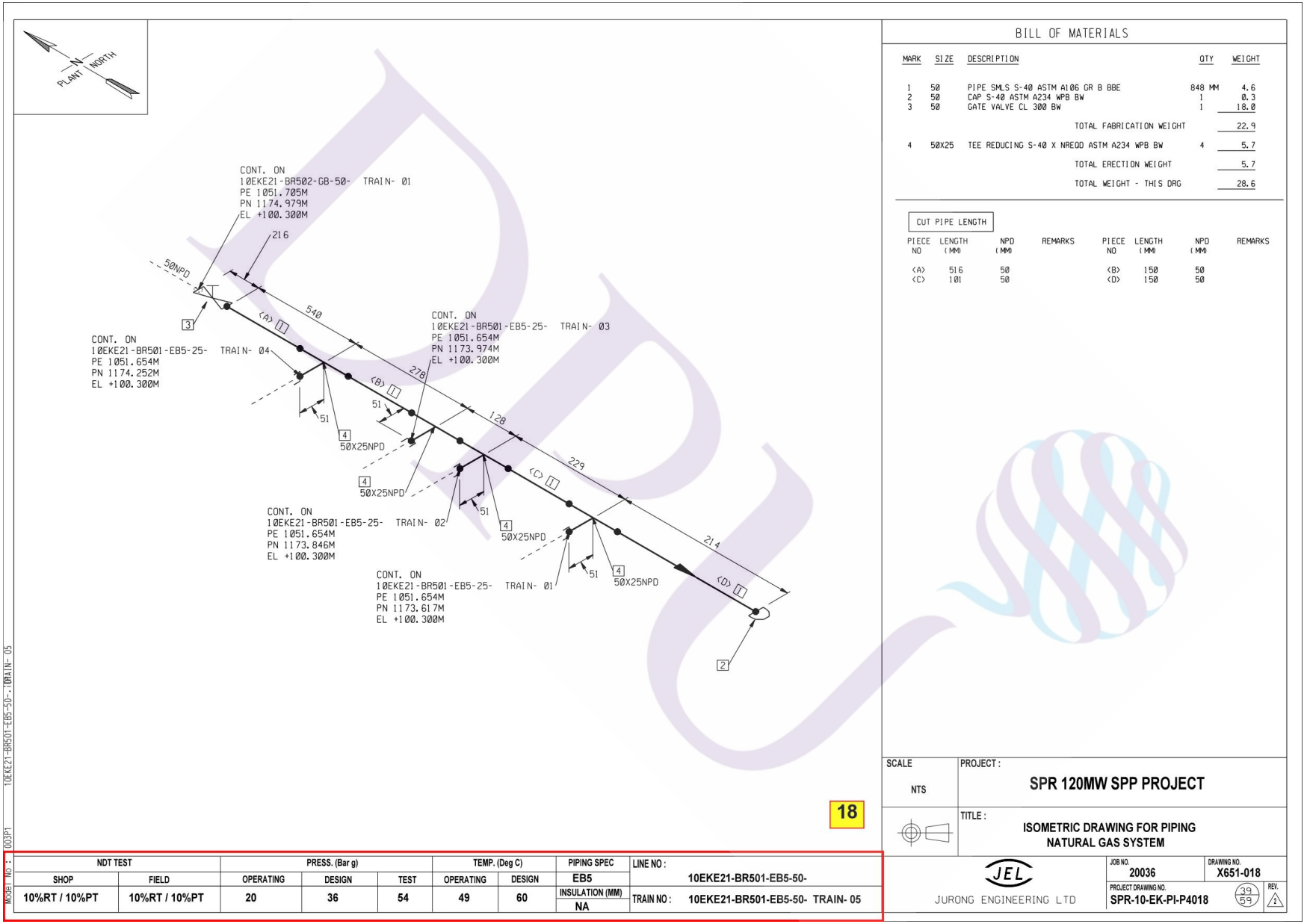
SCALE	PROJECT :
NTS	SPR 120MW SPP PROJECT
	TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO.	DRAWING NO.
20036	X651-018
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018	37/59 REV. 1

Model No : 003P1 10EKE21-BR501-EB5-25-...TRAIN- 03


N
PLANT NORTH
CONN TO
10EKE11AT001/ N3A
PE 1050.000M
PN 1174.600M
EL +100.600M
<C> 1
25NPD
300
2
<B> 1
100
<A> 1
1700
1079
S3
GS
50NPD
50X25NPD
50NPD
CONT. ON
10EKE21-BR501-EB5-50- TRAIN- 05
PE 1051.654M
PN 1174.252M
EL +100.300M
17
BILL OF MATERIALS
MARK SIZE DESCRIPTION QTY WEIGHT
1 25 PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE 2206 MM 7.2
2 25 90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW 2 1.0
3 25 PIPE SUPPORT 1 -
TOTAL ERECTION WEIGHT 8.2
CUT PIPE LENGTH
PIECE NO LENGTH (MM) NPD (MM) REMARKS
<A> 1676 25
<C> 276 25
PIECE NO LENGTH (MM) NPD (MM) REMARKS
<B> 52 25
SCALE
NTS
PROJECT :
SPR 120MW SPP PROJECT
TITLE :
ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING
NATURAL GAS SYSTEM
JEL
JURONG ENGINEERING LTD
JOB NO. 20036
DRAWING NO. X651-018
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018
38/59
REV. 1
NDT TEST
SHOP FIELD
10%RT / 10%PT 10%RT / 10%PT
PRESS. (Bar g)
OPERATING DESIGN TEST
20 36 54
TEMP. (Deg C)
OPERATING DESIGN
49 60
PIPING SPEC
EB5
INSULATION (MM)
NA
LINE NO : 10EKE21-BR501-EB5-25-
TRAIN NO : 10EKE21-BR501-EB5-25- TRAIN- 04
Model No : 003P1 10EKE21-BR501-EB5-25-...TRAIN- 04



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	50	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	848 MM	4.6
2	50	CAP S-40 ASTM A234 WPB BW	1	0.3
3	50	GATE VALVE CL 300 BW	1	18.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		22.9
4	50X25	TEE REDUCING S-40 X NREQD ASTM A234 WPB BW	4	5.7
		TOTAL ERECTION WEIGHT		5.7
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		28.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	516	50		<B>	150	50	
<C>	101	50		<D>	150	50	

18

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKE21-BR501-EB5-50-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE21-BR501-EB5-50- TRAIN- 05

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

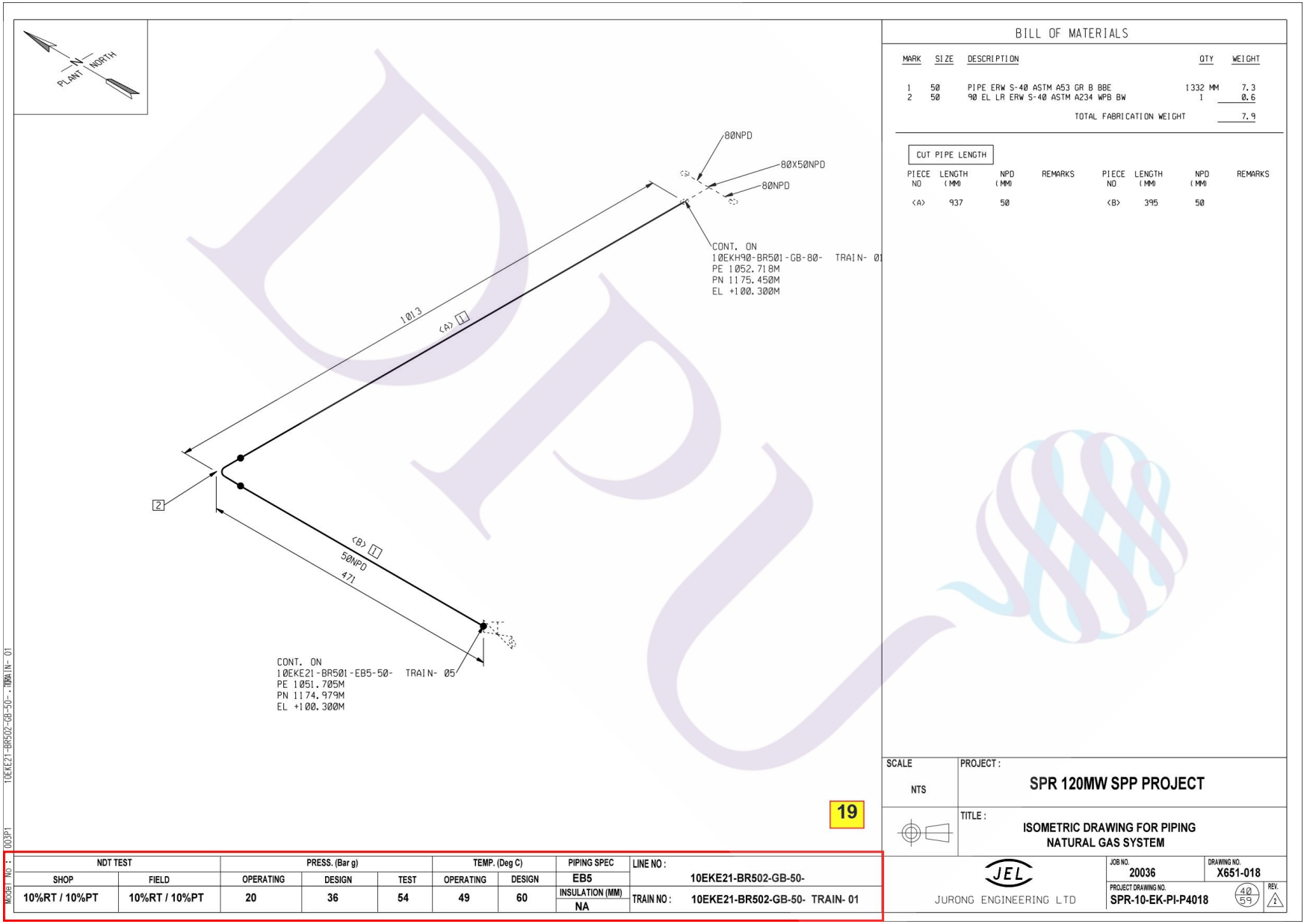
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

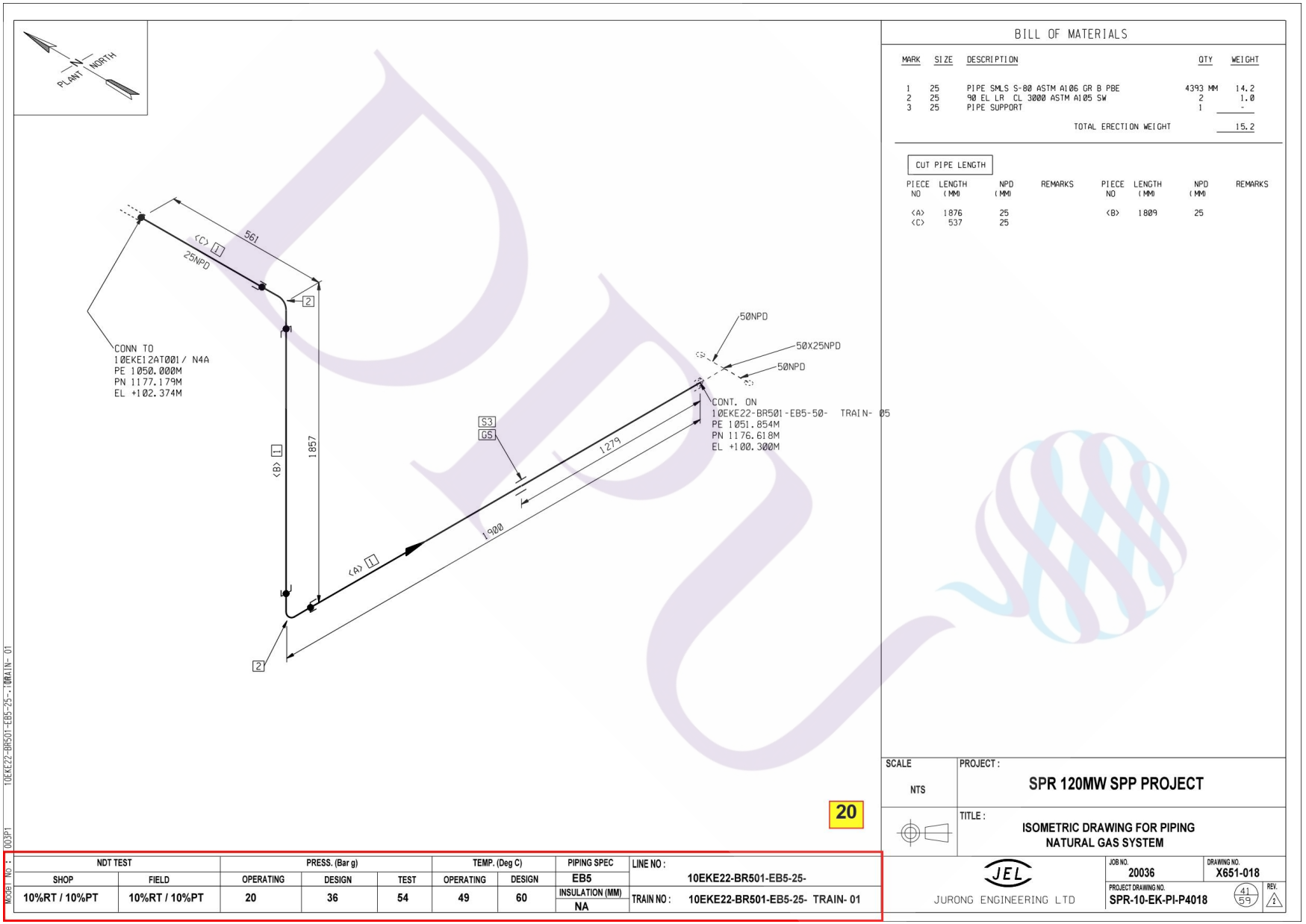
JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 39/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKE21-BR501-EB5-50-...TRAIN- 05


N
PLANT
NORTH
80NPD
80X50NPD
80NPD
CONT. ON
10EKH90-BR501-GB-80- TRAIN- 01
PE 1052.718M
PN 1175.450M
EL +100.300M
1013
<A>
2
<B>
50NPD
471
CONT. ON
10EKE21-BR501-EB5-50- TRAIN- 05
PE 1051.705M
PN 1174.979M
EL +100.300M
BILL OF MATERIALS
MARK SIZE DESCRIPTION QTY WEIGHT
1 50 PIPE ERW S-40 ASTM A53 GR B BBE 1332 MM 7.3
2 50 90 EL LR ERW S-40 ASTM A234 WPB BW 1 0.6
TOTAL FABRICATION WEIGHT 7.9
CUT PIPE LENGTH
PIECE NO LENGTH (MM) NPD (MM) REMARKS
<A> 937 50
PIECE NO LENGTH (MM) NPD (MM) REMARKS
<B> 395 50
19
SCALE
NTS
PROJECT :
SPR 120MW SPP PROJECT
TITLE :
ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING
NATURAL GAS SYSTEM
JEL
JURONG ENGINEERING LTD
JOB NO. 20036
DRAWING NO. X651-018
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018
40/59
REV. 1
NDT TEST
SHOP FIELD
10%RT / 10%PT 10%RT / 10%PT
PRESS. (Bar g)
OPERATING DESIGN TEST
20 36 54
TEMP. (Deg C)
OPERATING DESIGN
49 60
PIPING SPEC EB5
INSULATION (MM) NA
LINE NO : 10EKE21-BR502-GB-50-
TRAIN NO : 10EKE21-BR502-GB-50- TRAIN- 01
Model No : 003P1 10EKE21-BR502-GB-50-_MAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	4393 MM	14.2
2	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	2	1.0
3	25	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		15.2

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1876	25		<B>	1809	25	
<C>	537	25					

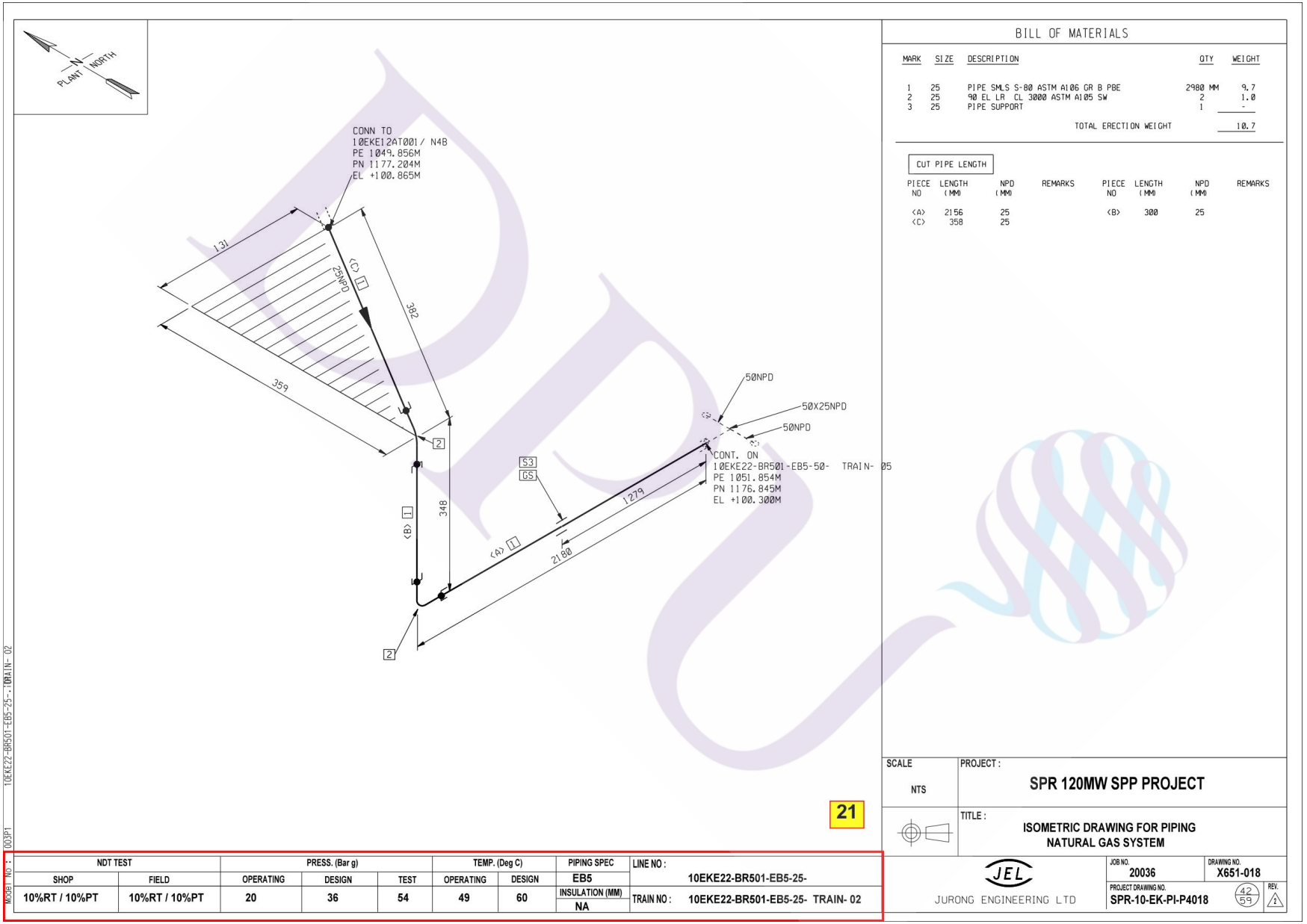
NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKE22-BR501-EB5-25-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE22-BR501-EB5-25- TRAIN- 01

SCALE	PROJECT :
NTS	SPR 120MW SPP PROJECT
	TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO.	DRAWING NO.
20036	X651-018
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018	41/59 REV. 1

Model No : 003P1 10EKE22-BR501-EB5-25-[illegible]MAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	2980 MM	9.7
2	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	2	1.0
3	25	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		10.7

CUT PIPE LENGTH

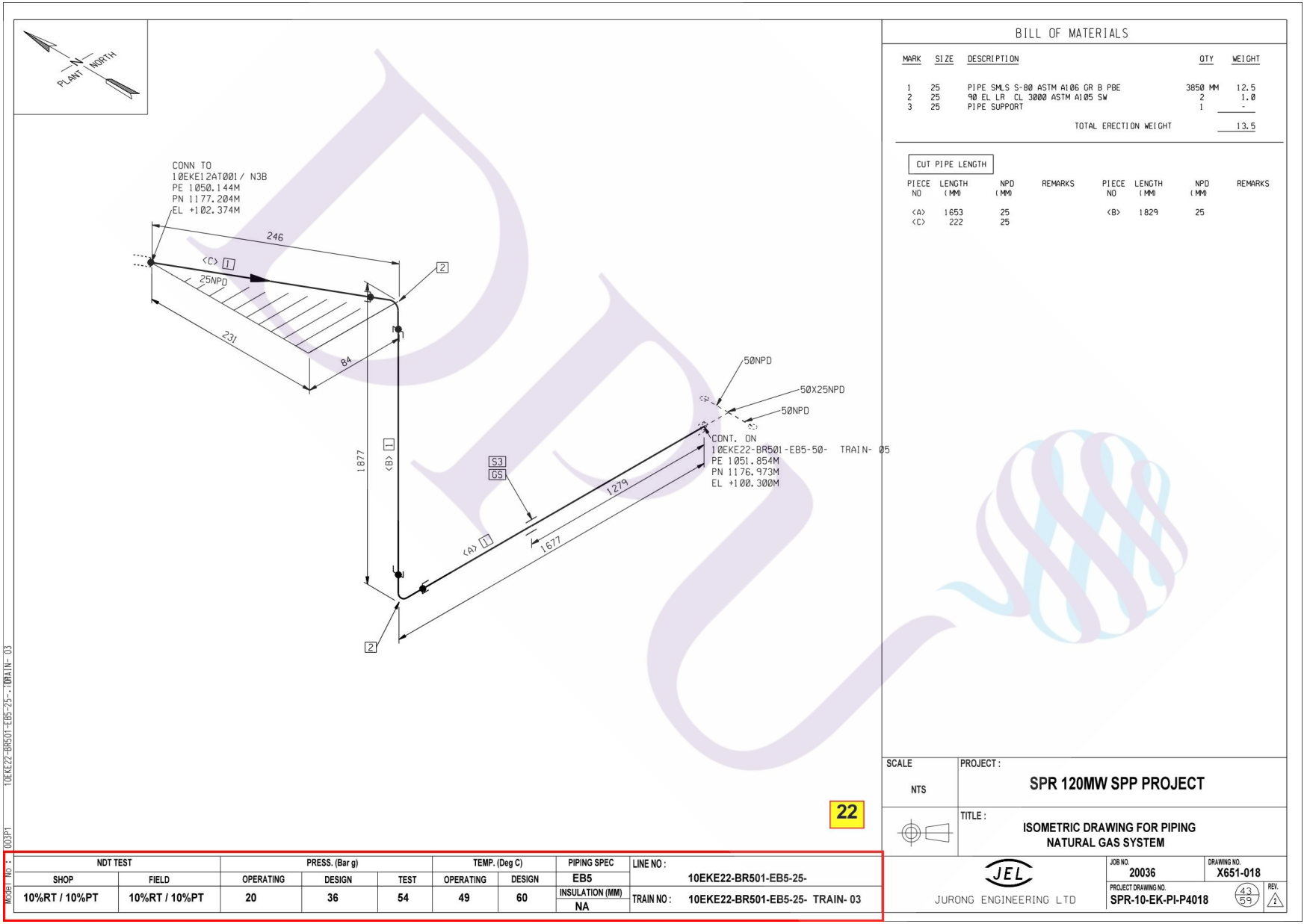
PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	2156	25		<B>	300	25	
<C>	358	25					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKE22-BR501-EB5-25-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE22-BR501-EB5-25- TRAIN- 02

SCALE	NTS
PROJECT :	SPR 120MW SPP PROJECT
TITLE :	ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO.	20036
DRAWING NO.	X651-018
PROJECT DRAWING NO.	SPR-10-EK-PI-P4018
	42/59
REV.	1



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	3850 MM	12.5
2	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	2	1.0
3	25	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		13.5

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1653	25		<B>	1829	25	
<C>	222	25					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKE22-BR501-EB5-25-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE22-BR501-EB5-25- TRAIN- 03

SCALE: NTS

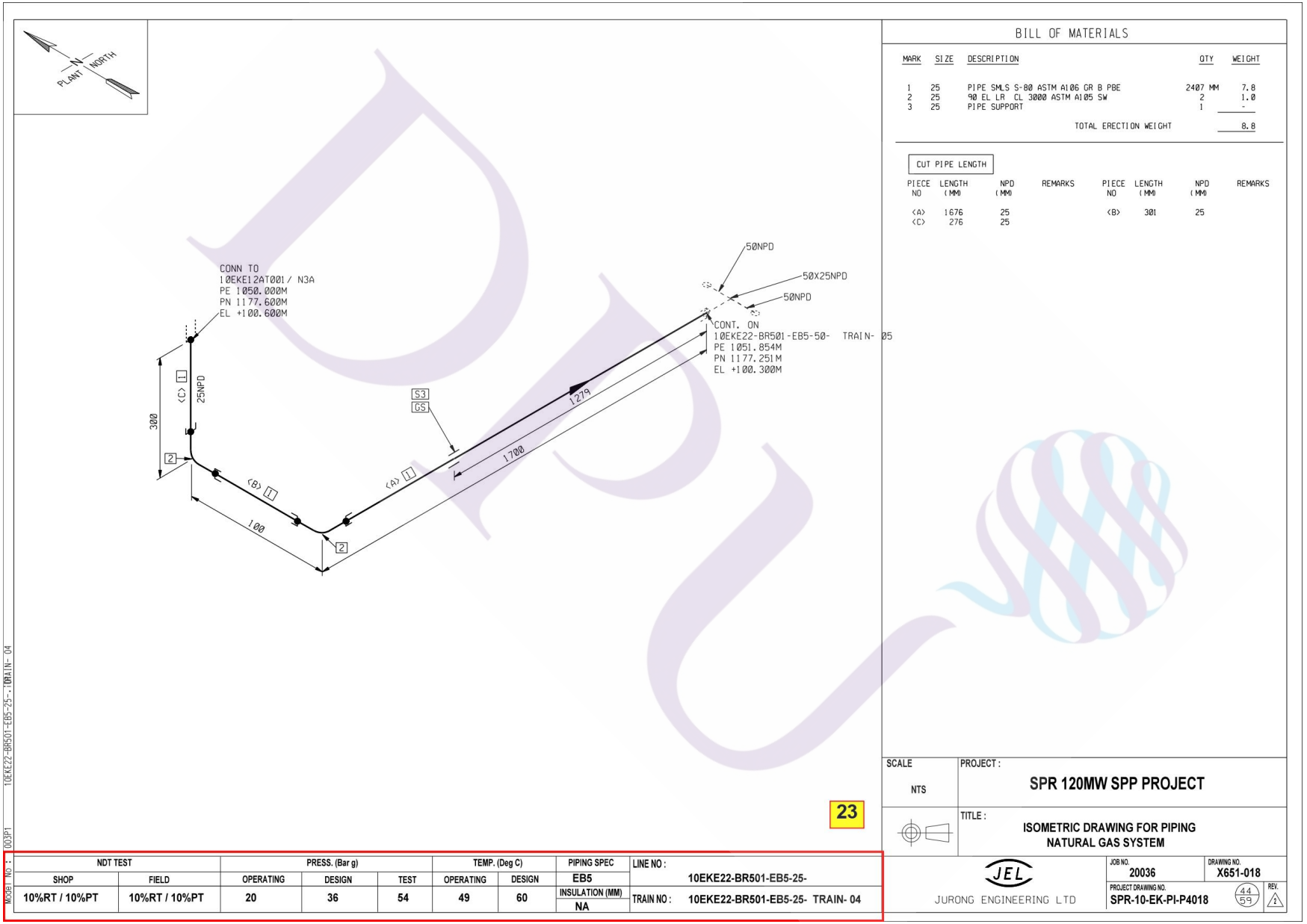
PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 43/59 | REV. 1



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	2407 MM	7.8
2	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	2	1.0
3	25	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		8.8

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1676	25		<B>	301	25	
<C>	276	25					

23

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKE22-BR501-EB5-25-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE22-BR501-EB5-25- TRAIN- 04

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

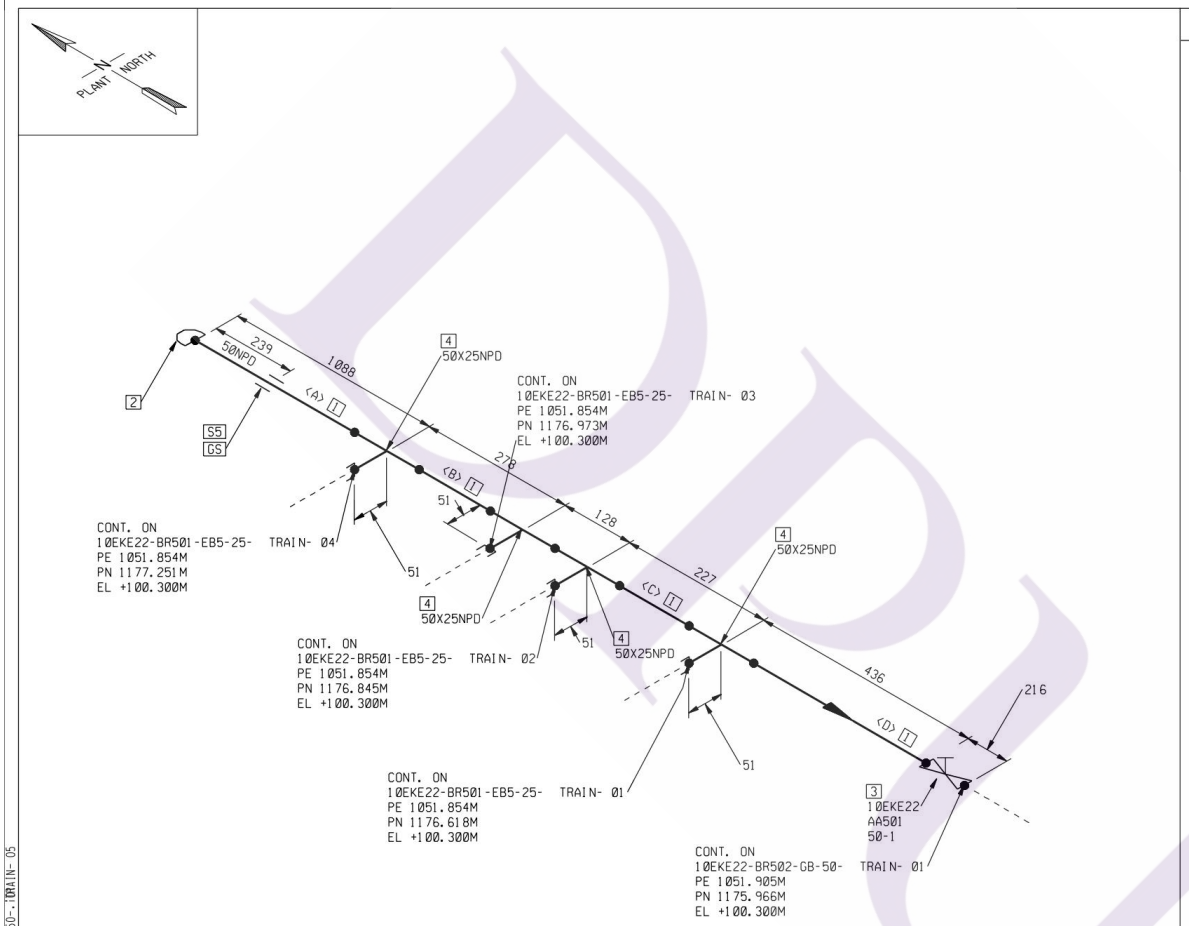
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 44/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKE22-BR501-EB5-25-, TRAIN- 04



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	50	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	1645 MM	9.0
2	50	CAP S-40 ASTM A234 WPB BW	1	0.3
3	50	GATE VALVE CL 300 BW	1	18.0
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		27.3
4	50X25	TEE REDUCING S-40 X NREQD ASTM A234 WPB BW	4	5.7
5	50	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		5.7
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		33.0

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1024	50		<B>	150	50	
<C>	99	50		<D>	372	50	

24

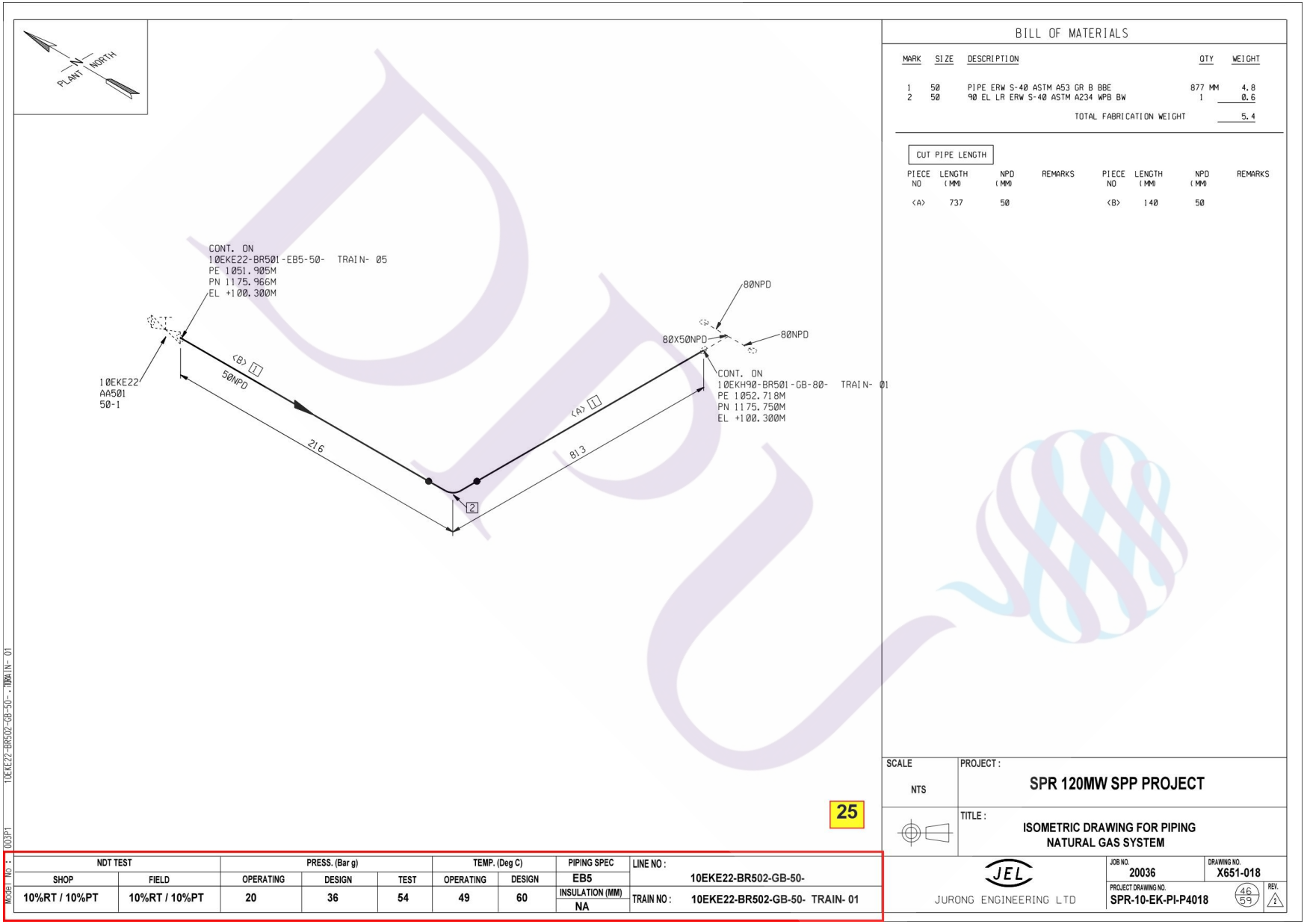
NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKE22-BR501-EB5-50-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE22-BR501-EB5-50- TRAIN- 05

SCALE	PROJECT :
NTS	SPR 120MW SPP PROJECT
	TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL
JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO.	DRAWING NO.
20036	X651-018
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018	45/59 REV. 1

Model No : 003P1 10EKE22-BR501-EB5-50-...TRAIN- 05



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	50	PIPE ERW S-40 ASTM A53 GR B BBE	877 MM	4.8
2	50	90 EL LR ERW S-40 ASTM A234 WPB BW	1	0.6
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		5.4

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	737	50		<B>	140	50	

25

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	EB5	10EKE22-BR502-GB-50-
10%RT / 10%PT	10%RT / 10%PT	20	36	54	49	60	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE22-BR502-GB-50- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

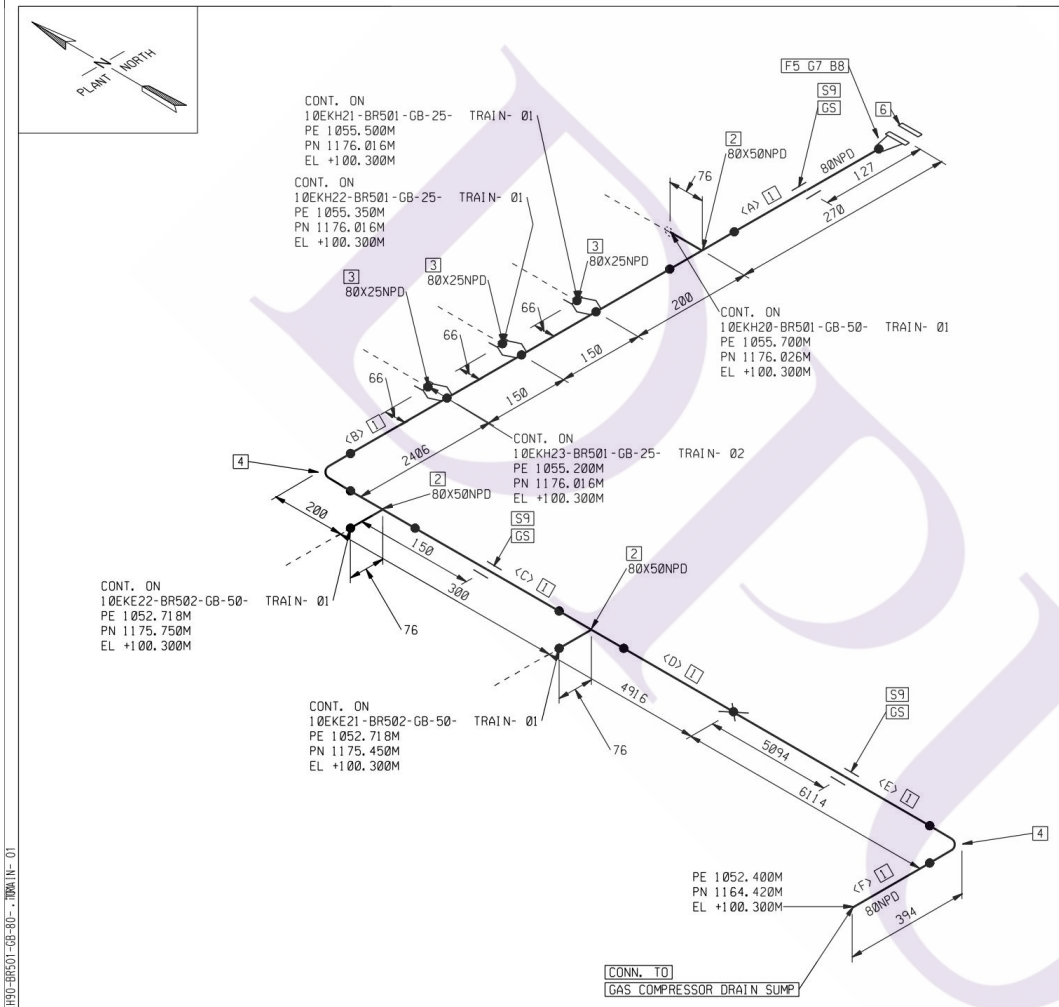
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 46/59 | REV. 1

Model No : 10EKE22-BR502-GB-50-_MAIN- 01 003P1



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	80	PIPE ERW S-40 ASTM A53 GR B BBE	14058 MM	179.9
2	80X50	TEE REDUCING S-40 X S-40 ASTM A234 WPB BW	3	8.1
3	80X25	SOCKOLET CL 3000 ASTM A105	3	0.9
4	80	90 EL LR ERW S-40 ASTM A234 WPB BW	2	3.7
5	80	FLG CL150 ASTM A105 FF WN S-40 BORE	1	4.6
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		197.2
6	80	BLIND FLG, CL150, ASTM A105, FF	1	4.1
7	80	GASKET1/8" THICK CLOTH INSERTED RUBBERCL150WP	1	-
8	5/8	MACHINE BOLT & NUT ASTM A307 GR B/ASTM A194 GR 2H, 80.0MM BOLT LENGTH	4	0.5
9	80	PIPE SUPPORT	3	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		4.6
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		201.8

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	114	80		<B>	2706	80	
<C>	128	80		<D>	4830	80	FF WELD(1)
<E>	6000	80		<F>	280	80	

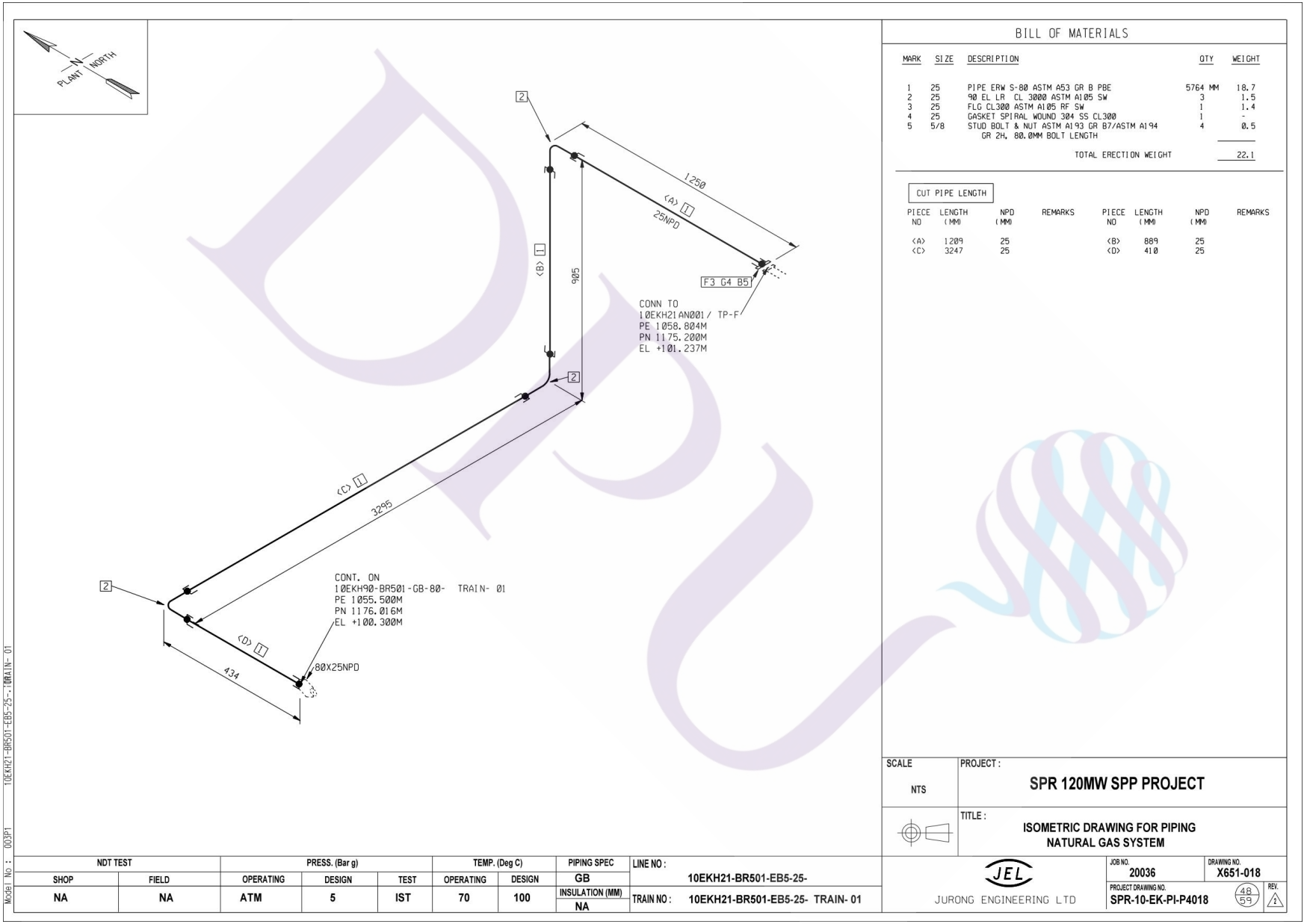
SCALE	PROJECT :
NTS	SPR 120MW SPP PROJECT
	TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	GB	10EKH90-BR501-GB-80-
NA	NA	ATM	5	IST	70	100	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKH90-BR501-GB-80- TRAIN- 01

JEL
JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO.	DRAWING NO.
20036	X651-018
PROJECT DRAWING NO.	REV.
SPR-10-EK-PI-P4018 (47/59)	1

Model No : 003P1 10EKH90-BR501-GB-80-.MAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE ERW S-80 ASTM A53 GR B PBE	5764 MM	18.7
2	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	3	1.5
3	25	FLG CL300 ASTM A105 RF SW	1	1.4
4	25	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
5	5/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 80.0MM BOLT LENGTH	4	0.5
		TOTAL ERECTION WEIGHT		22.1

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1209	25		<B>	889	25	
<C>	3247	25		<D>	410	25	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	GB	10EKH21-BR501-EB5-25-
NA	NA	ATM	5	IST	70	100	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKH21-BR501-EB5-25- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

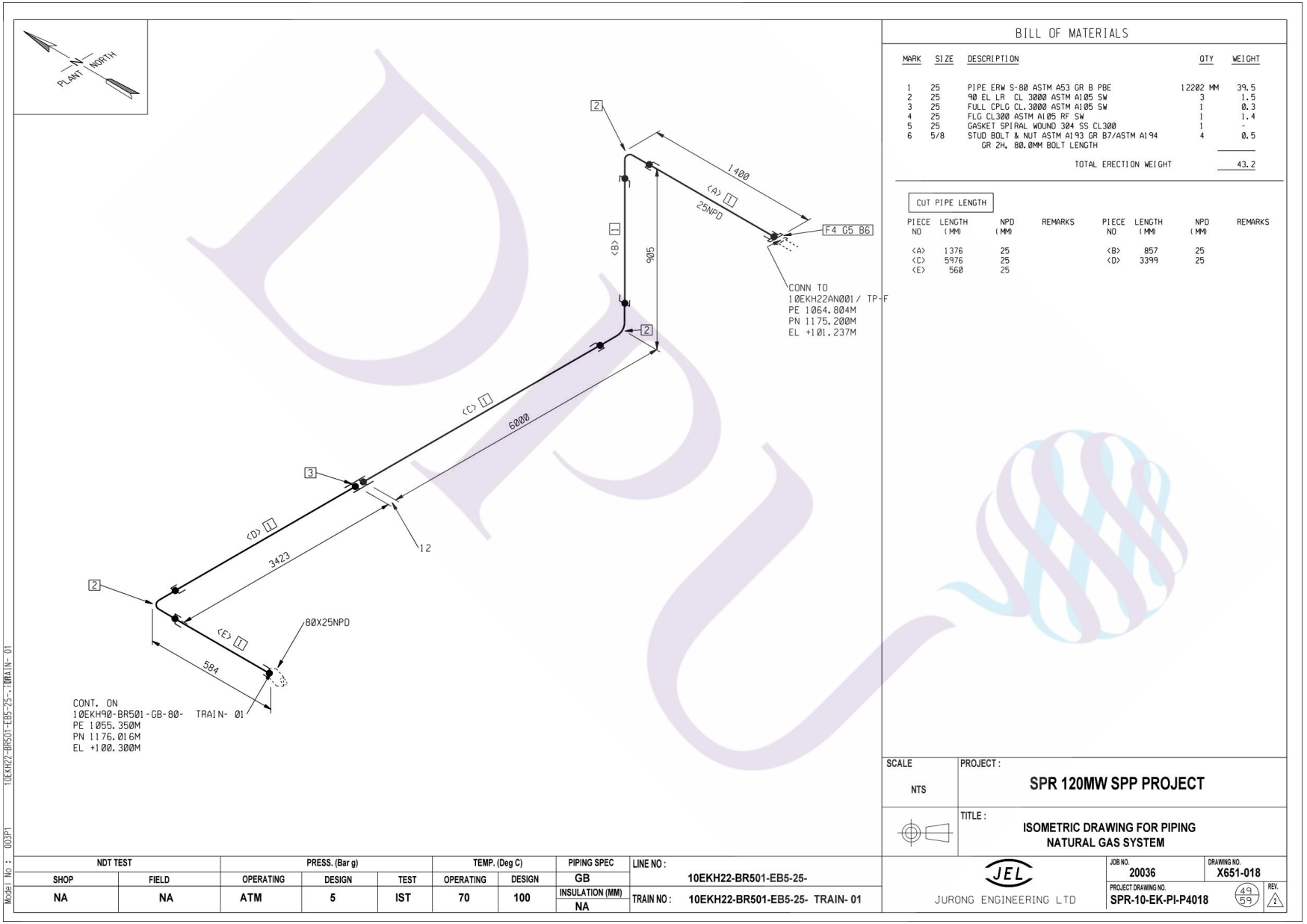
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 48/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKH21-BR501-EB5-25-10MAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE ERW S-80 ASTM A53 GR B PBE	12202 MM	39.5
2	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	3	1.5
3	25	FULL CPLG CL.3000 ASTM A105 SW	1	0.3
4	25	FLG CL300 ASTM A105 RF SW	1	1.4
5	25	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
6	5/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 80.0MM BOLT LENGTH	4	0.5
		TOTAL ERECTION WEIGHT		43.2

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1376	25		<B>	857	25	
<C>	5976	25		<D>	3399	25	
<E>	560	25					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	GB	10EKH22-BR501-EB5-25-
NA	NA	ATM	5	IST	70	100	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKH22-BR501-EB5-25- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT: SPR 120MW SPP PROJECT

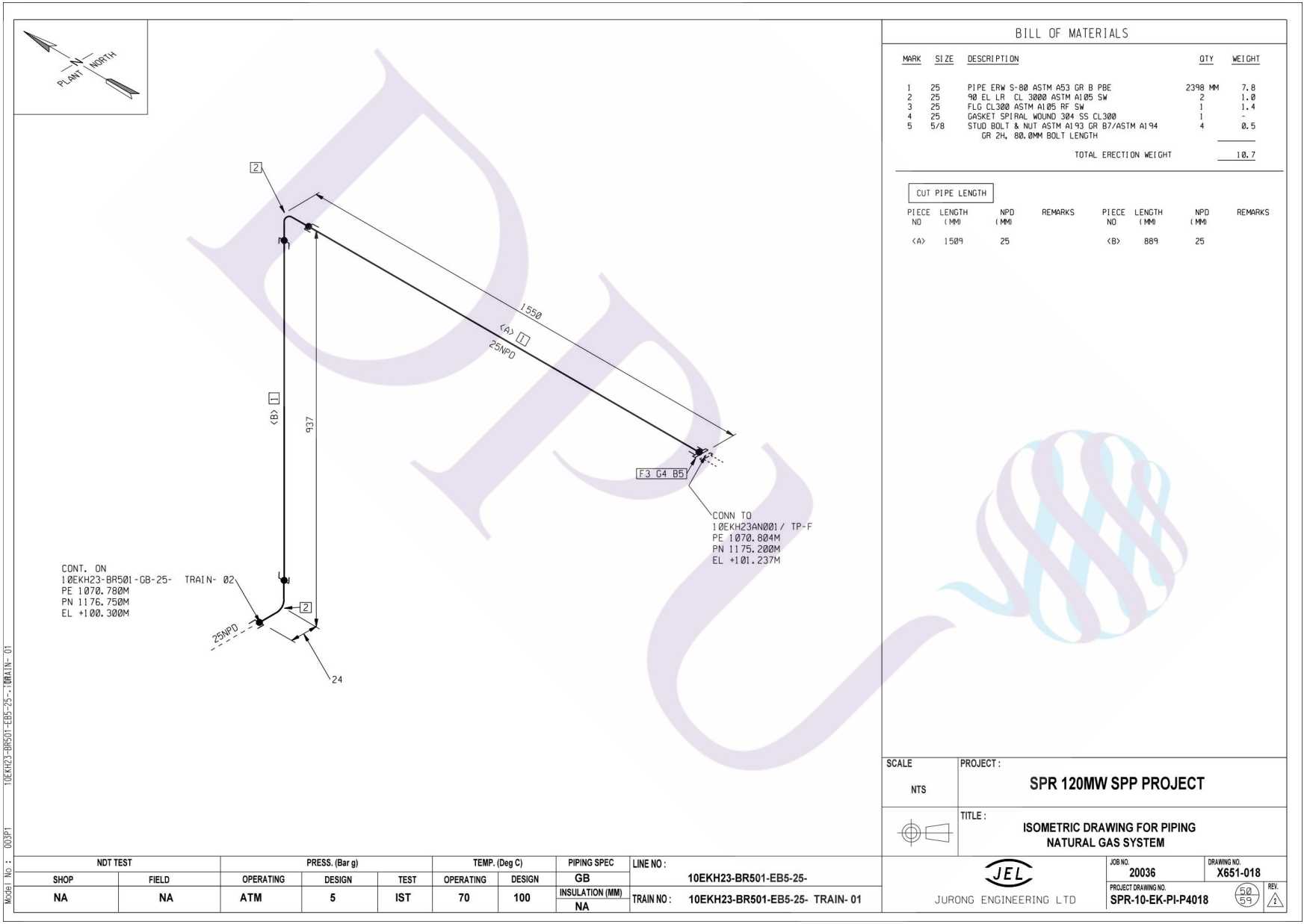
TITLE: ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 49/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKH22-BR501-EB5-25-_TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE ERW S-80 ASTM A53 GR B PBE	2398 MM	7.8
2	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	2	1.0
3	25	FLG CL300 ASTM A105 RF SW	1	1.4
4	25	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
5	5/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 80.0MM BOLT LENGTH	4	0.5
		TOTAL ERECTION WEIGHT		10.7

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1509	25		<B>	889	25	

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	GB	10EKH23-BR501-EB5-25-
NA	NA	ATM	5	IST	70	100	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKH23-BR501-EB5-25- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

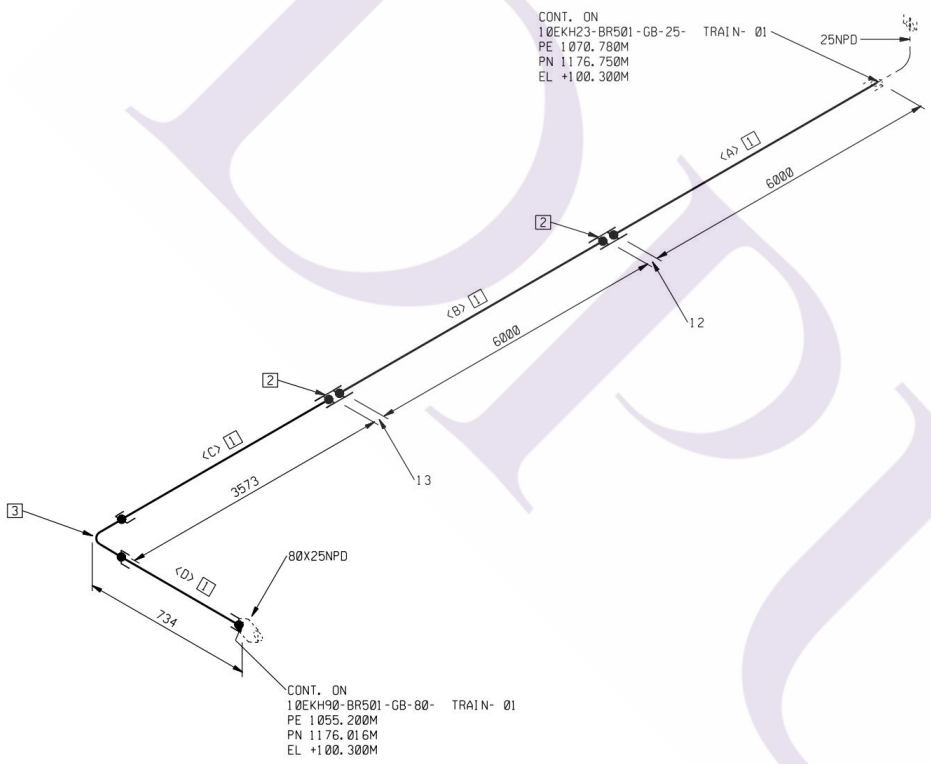
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 50/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKH23-BR501-EB5-25-_TRAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE ERW S-80 ASTM A53 GR B PBE	16241 MM	52.5
2	25	FULL CPLG CL.3000 ASTM A105 SW	2	0.6
3	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	1	0.5
		TOTAL ERECTION WEIGHT		53.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	6000	25		<B>	6000	25	
<C>	3549	25		<D>	710	25	

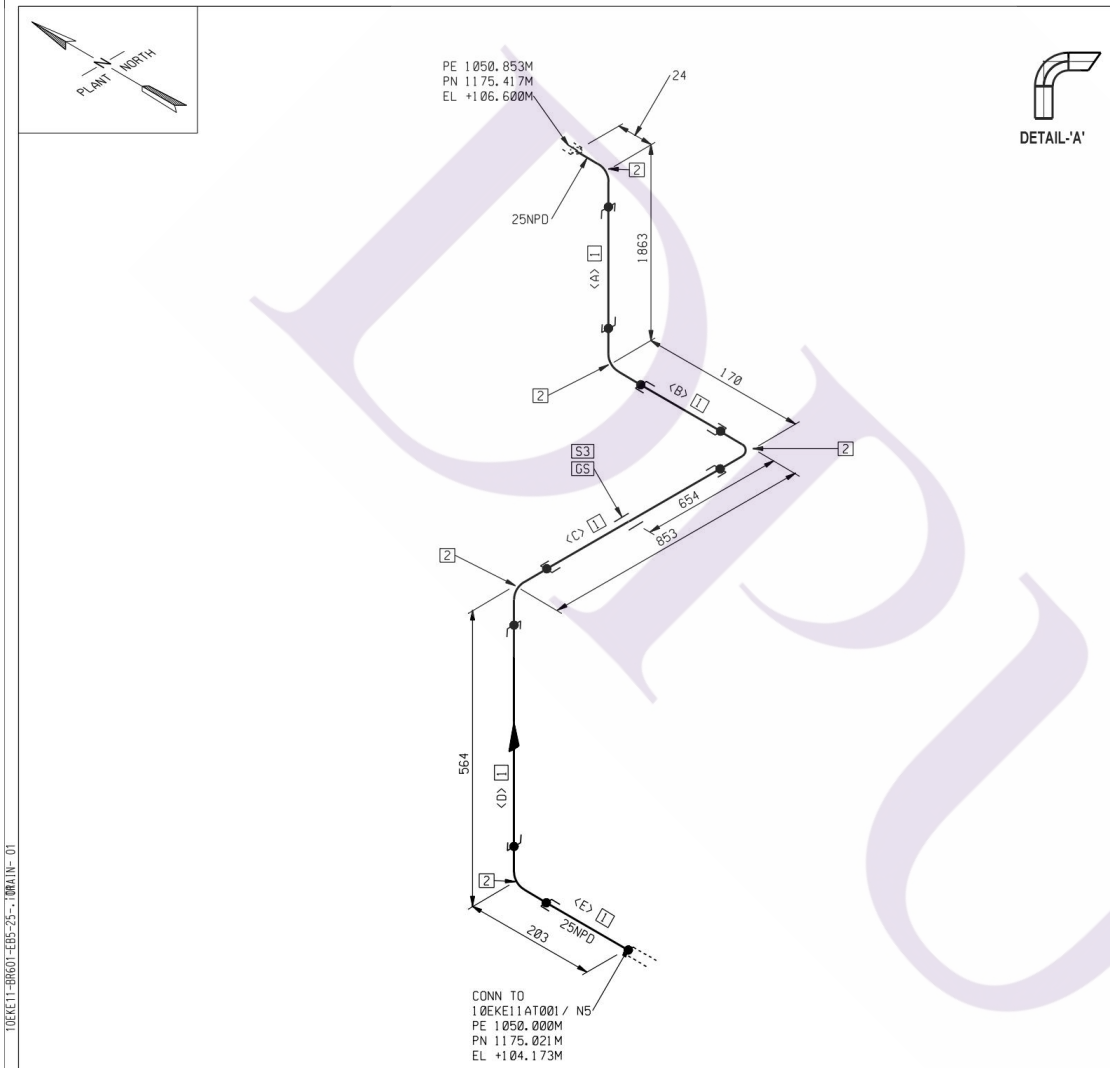
SCALE	PROJECT :
NTS	SPR 120MW SPP PROJECT
	TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	GB	10EKH23-BR501-GB-25-
NA	NA	ATM	5	IST	70	100	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKH23-BR501-GB-25- TRAIN- 02

JEL
JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO.	DRAWING NO.
20036	X651-018
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018	51/59 REV. 1

Model No : 003P1 10EKH23-BR501-GB-25-...TRAIN- 02



DETAIL-'A'

BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	3438 MM	11.1
2	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	5	2.5
3	25	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		13.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1815	25		<B>	122	25	
<C>	806	25		<D>	516	25	
<E>	179	25					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	GB	10EKE11-BR601-EB5-25-
NA	NA	ATM	5	IST	70	100	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE11-BR601-EB5-25- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

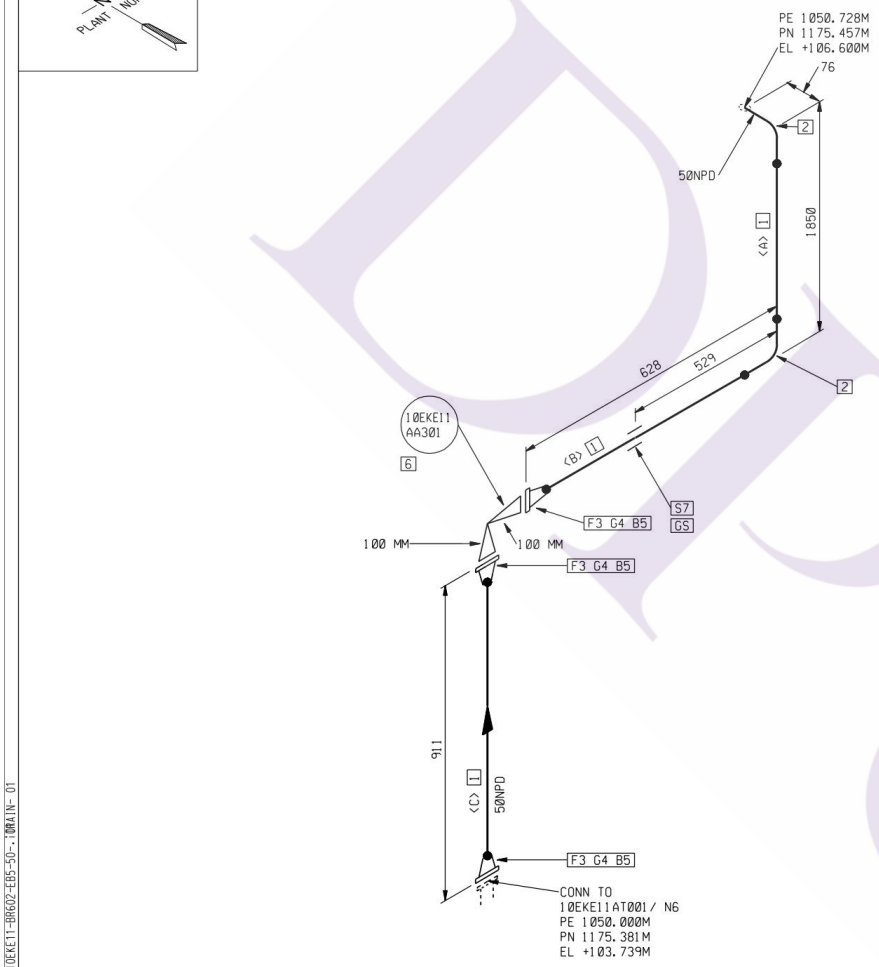
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 52/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKE11-BR601-EB5-25-1 MAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	50	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	2951 MM	16.1
2	50	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	2	1.2
3	50	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	3	12.3
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		29.6
4	50	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	3	-
5	5/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 95.0MM BOLT LENGTH	24	3.6
6	50	SAFETY VALVE	1	-
7	50	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		3.6
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		33.2

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1698	50		<B>	482	50	
<C>	771	50					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	GB	10EKE11-BR602-EB5-50-
NA	NA	ATM	5	IST	70	100	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE11-BR602-EB5-50- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

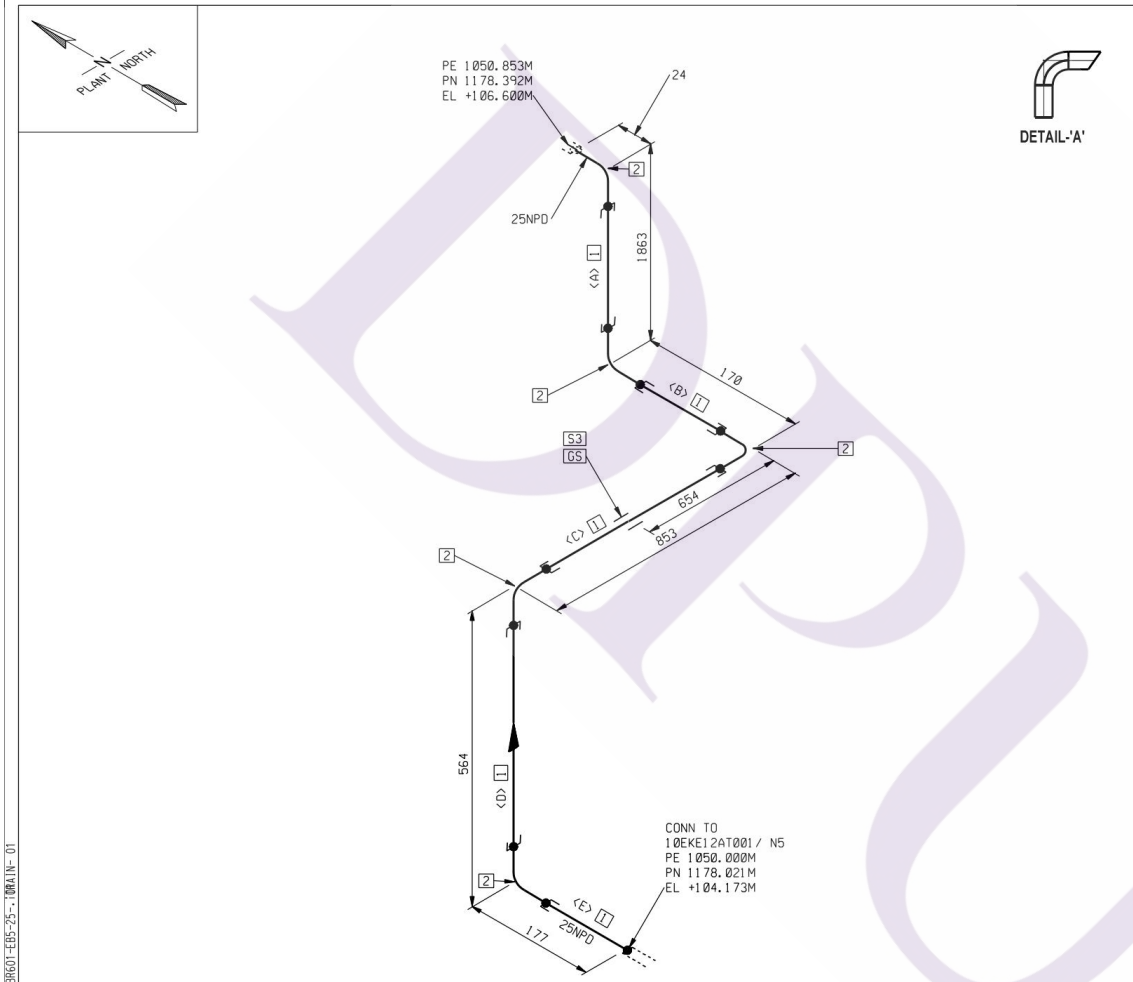
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 53/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKE11-BR602-EB5-50-[illegible]MAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	25	PIPE SMLS S-80 ASTM A106 GR B PBE	3413 MM	11.1
2	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	5	2.5
3	25	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		13.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1815	25		<B>	122	25	
<C>	806	25		<D>	516	25	
<E>	154	25					

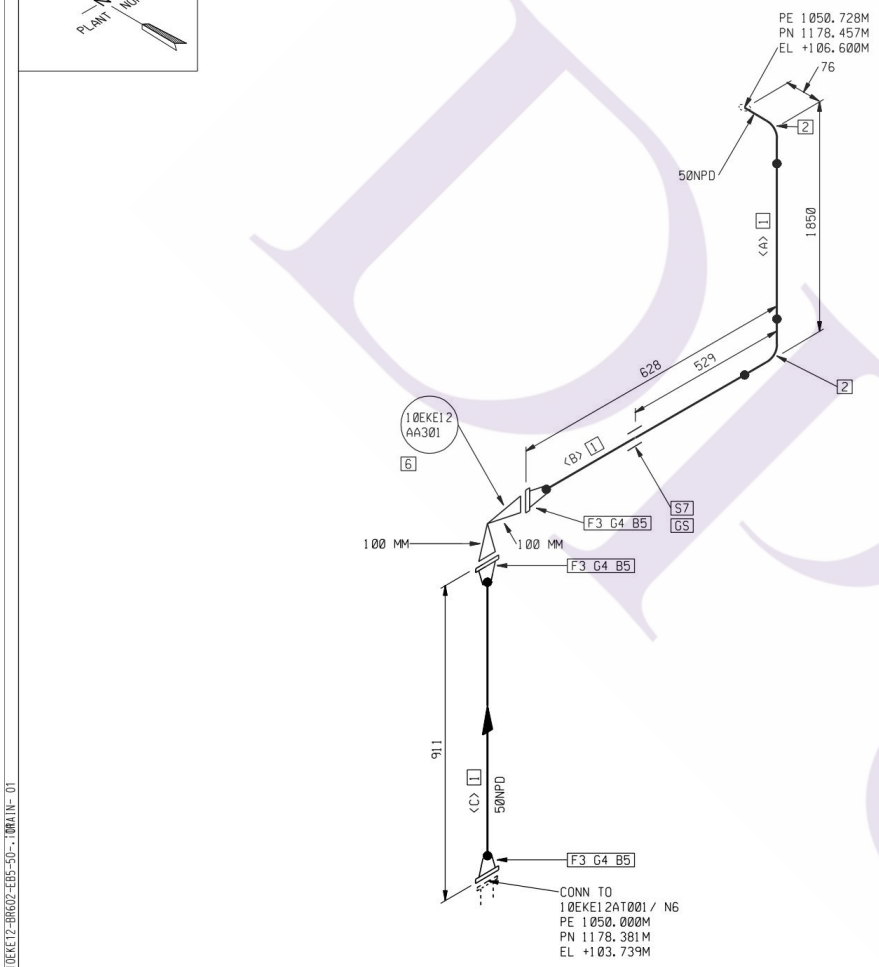
SCALE	PROJECT :
NTS	SPR 120MW SPP PROJECT
	TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	GB	10EKE12-BR601-EB5-25-
NA	NA	ATM	5	IST	70	100	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE12-BR601-EB5-25- TRAIN- 01

JEL
JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO.	DRAWING NO.
20036	X651-018
PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018	54/59 REV. 1

Model No : 003P1 10EKE12-BR601-EB5-25-1 MAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	50	PIPE SMLS S-40 ASTM A106 GR B BBE	2951 MM	16.1
2	50	90 EL LR SMLS S-40 ASTM A234 WPB BW	2	1.2
3	50	FLG CL300 ASTM A105 RF WN S-40 BORE	3	12.3
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		29.6
4	50	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	3	-
5	5/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 95.0MM BOLT LENGTH	24	3.6
6	50	SAFETY VALVE	1	-
7	50	PIPE SUPPORT	1	-
		TOTAL ERECTION WEIGHT		3.6
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		33.2

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	1698	50		<B>	482	50	
<C>	771	50					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	GB	10EKE12-BR602-EB5-50-
NA	NA	ATM	5	IST	70	100	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKE12-BR602-EB5-50- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

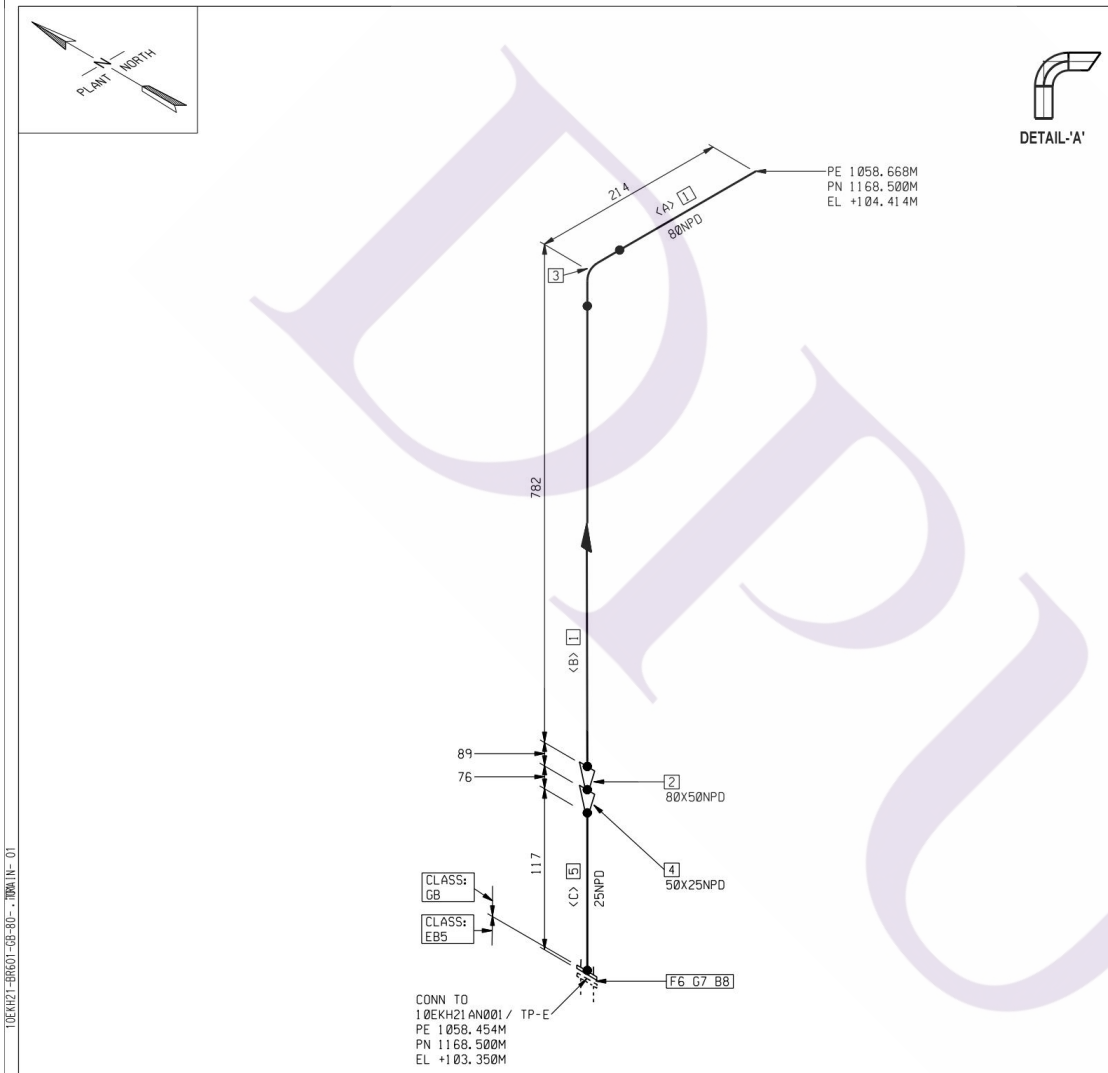
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 55/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKE12-BR602-EB5-50-[illegible]MAIN-01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	80	PIPE ERW S-40 ASTM A53 GR B BBE	768 MM	9.9
2	80X50	REDUCER CONC S-40 X S-40 BORE ASTM A234 WPB BW	1	1.1
3	80	90 EL LR ERW S-40 ASTM A234 WPB BW	1	1.9
4	50X25	REDUCER CONC S-40 X S-80 BORE ASTM A234 WPB BW	1	0.4
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		13.3
5	25	PIPE ERW S-80 ASTM A53 GR B PBE	100 MM	0.4
6	25	FLG CL300 ASTM A105 RF SW	1	1.4
7	25	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
8	5/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 80.0MM BOLT LENGTH	4	0.5
		TOTAL ERECTION WEIGHT		2.3
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		15.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	100	80		<B>	668	80	
<C>	100	25					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	GB	10EKH21-BR601-GB-80-
NA	NA	ATM	5	IST	70	100	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKH21-BR601-GB-80- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

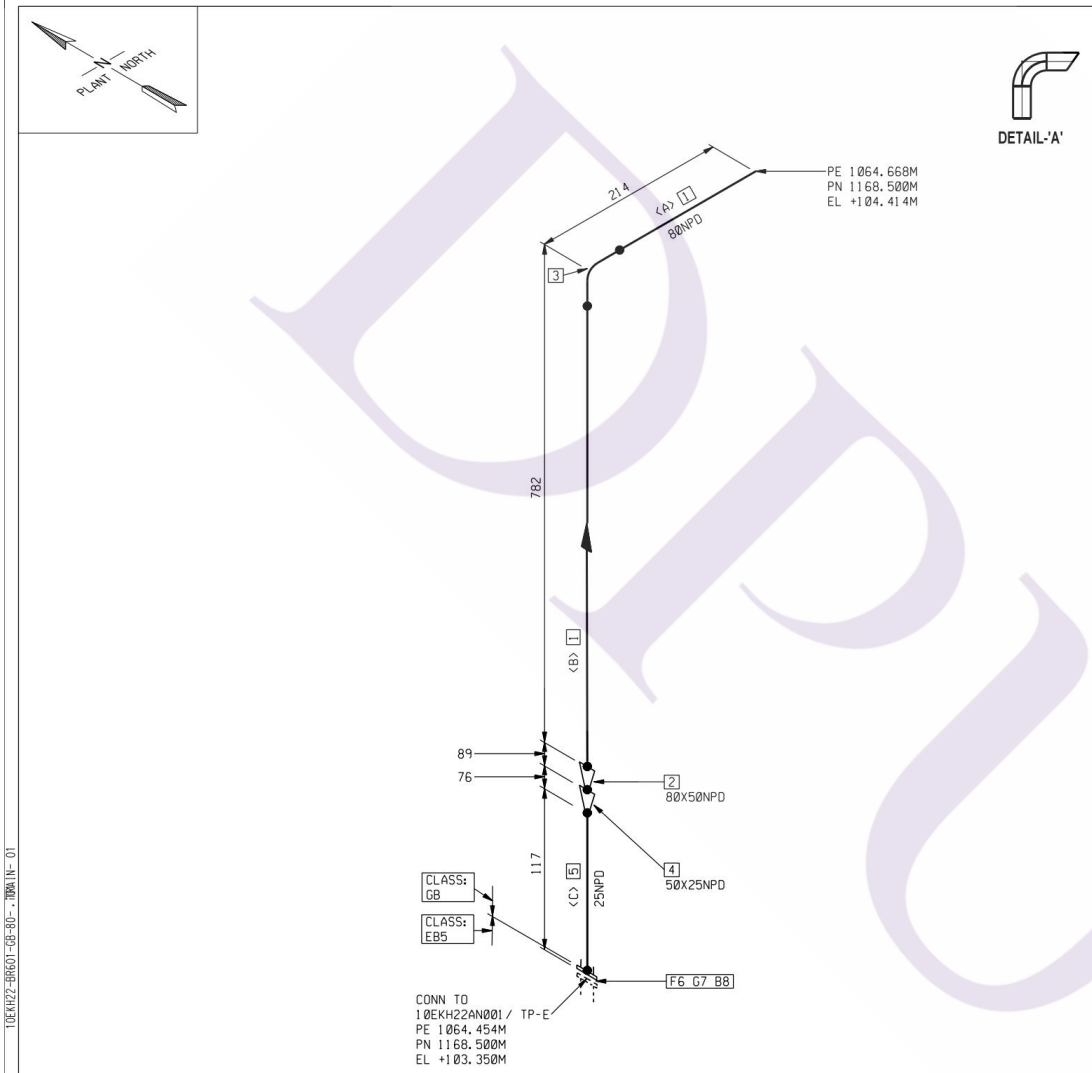
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 56/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKH21-BR601-GB-80-.MAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	80	PIPE ERW S-40 ASTM A53 GR B BBE	768 MM	9.9
2	80X50	REDUCER CONC S-40 X S-40 BORE ASTM A234 WPB BW	1	1.1
3	80	90 EL LR ERW S-40 ASTM A234 WPB BW	1	1.9
4	50X25	REDUCER CONC S-40 X S-80 BORE ASTM A234 WPB BW	1	0.4
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		13.3
5	25	PIPE ERW S-80 ASTM A53 GR B PBE	100 MM	0.4
6	25	FLG CL300 ASTM A105 RF SW	1	1.4
7	25	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
8	5/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 80.0MM BOLT LENGTH	4	0.5
		TOTAL ERECTION WEIGHT		2.3
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		15.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	100	80		<B>	668	80	
<C>	100	25					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	GB	10EKH22-BR601-GB-80-
NA	NA	ATM	5	IST	70	100	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKH22-BR601-GB-80- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

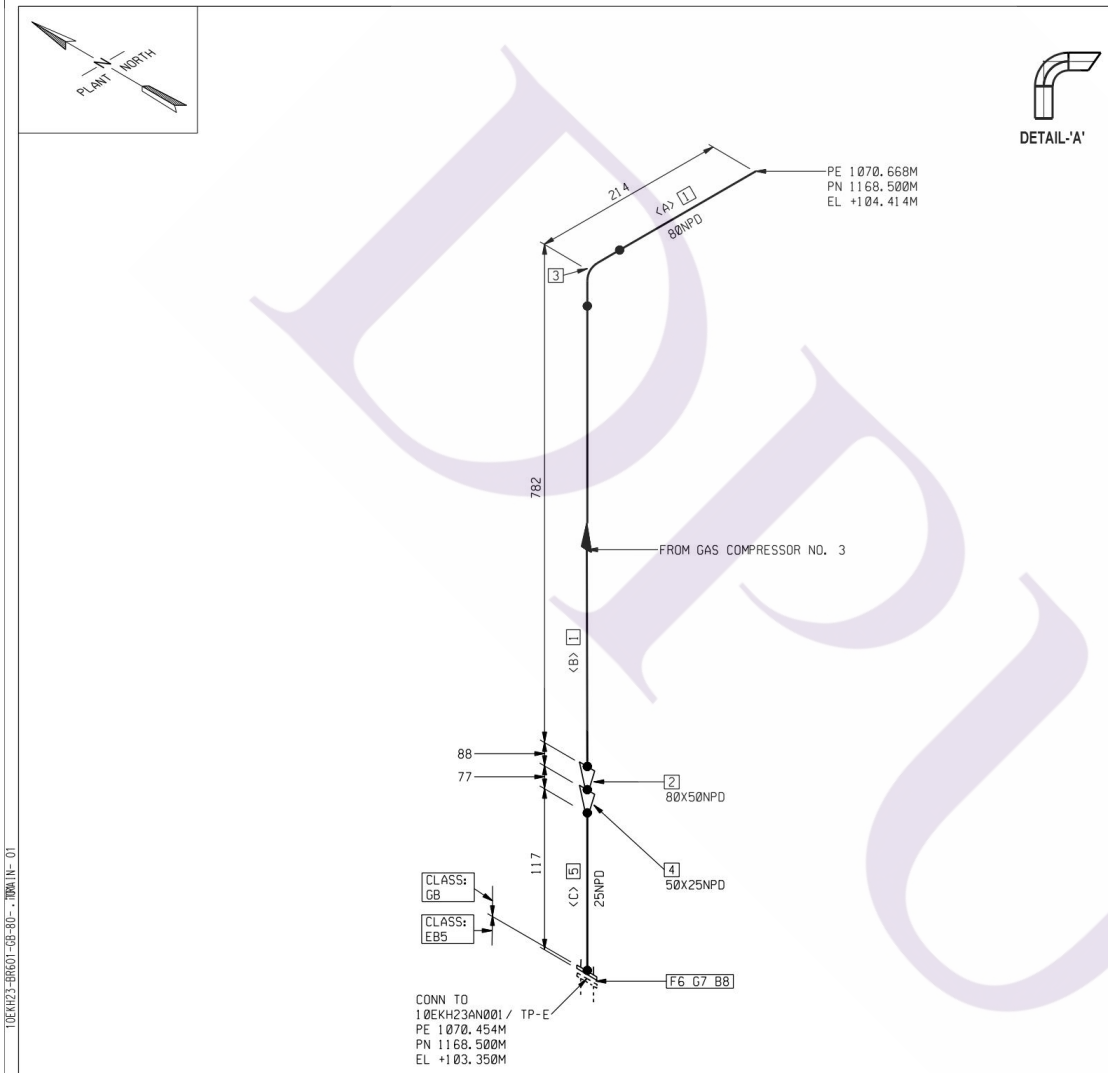
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 57/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKH22-BR601-GB-80-.MAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	80	PIPE ERW S-40 ASTM A53 GR B BBE	768 MM	9.9
2	80X50	REDUCER CONC S-40 X S-40 BORE ASTM A234 WPB BW	1	1.1
3	80	90 EL LR ERW S-40 ASTM A234 WPB BW	1	1.9
4	50X25	REDUCER CONC S-40 X S-80 BORE ASTM A234 WPB BW	1	0.4
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		13.3
5	25	PIPE ERW S-80 ASTM A53 GR B PBE	100 MM	0.4
6	25	FLG CL300 ASTM A105 RF SW	1	1.4
7	25	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	1	-
8	5/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 80.0MM BOLT LENGTH	4	0.5
		TOTAL ERECTION WEIGHT		2.3
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		15.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	100	80		<B>	668	80	
<C>	100	25					

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN	GB	10EKH23-BR601-GB-80-
NA	NA	ATM	5	IST	70	100	INSULATION (MM) NA	TRAIN NO : 10EKH23-BR601-GB-80- TRAIN- 01

SCALE: NTS

PROJECT : SPR 120MW SPP PROJECT

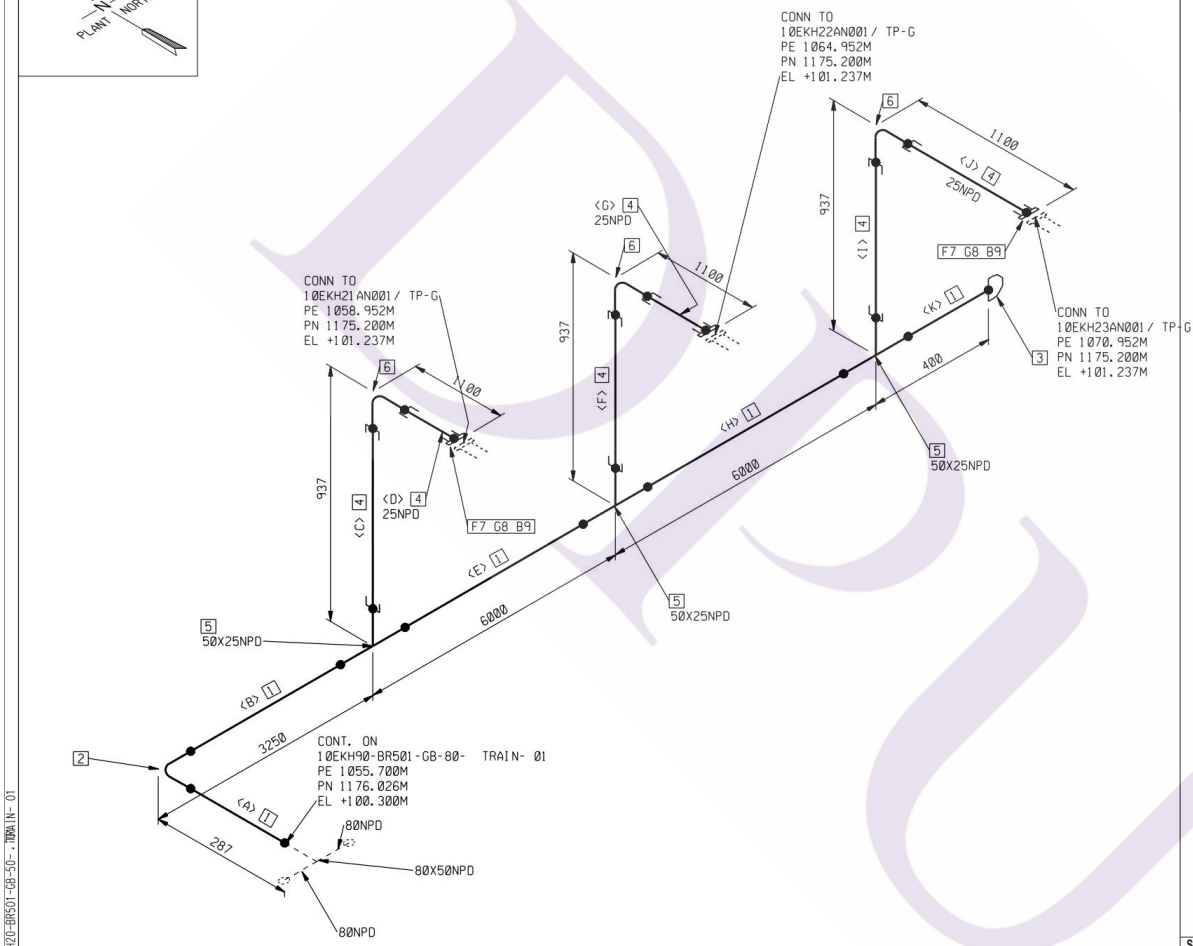
TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

JEL JURONG ENGINEERING LTD

JOB NO. 20036 | DRAWING NO. X651-018

PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018 | 58/59 | REV. 1

Model No : 003P1 10EKH23-BR601-GB-80-.MAIN- 01



BILL OF MATERIALS

MARK	SIZE	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
1	50	PIPE ERW S-40 ASTM A53 GR B BBE	15390 MM	83.6
2	50	90 EL LR ERW S-40 ASTM A234 WPB BW	1	0.6
3	50	CAP S-40 ASTM A234 WPB BW	1	0.3
		TOTAL FABRICATION WEIGHT		84.5
4	25	PIPE ERW S-80 ASTM A53 GR B PBE	5763 MM	18.6
5	50X25	TEE REDUCING S-40 X S-80 ASTM A234 WPB BW	3	4.3
6	25	90 EL LR CL 3000 ASTM A105 SW	3	1.5
7	25	FLG CL300 ASTM A105 RF SW	3	4.2
8	25	GASKET SPIRAL WOUND 304 SS CL300	3	-
9	5/8	STUD BOLT & NUT ASTM A193 GR B7/ASTM A194 GR 2H, 80.0MM BOLT LENGTH	12	1.5
		TOTAL ERECTION WEIGHT		30.1
		TOTAL WEIGHT - THIS DRG		114.6

CUT PIPE LENGTH

PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS	PIECE NO	LENGTH (MM)	NPD (MM)	REMARKS
<A>	263	50		<B>	3202	50	
<C>	862	25		<D>	1059	25	
<E>	5872	50		<F>	862	25	
<G>	1059	25		<H>	5872	50	
<I>	862	25		<J>	1059	25	
<K>	336	50					

SCALE	PROJECT :
NTS	SPR 120MW SPP PROJECT
	TITLE : ISOMETRIC DRAWING FOR PIPING NATURAL GAS SYSTEM

NDT TEST		PRESS. (Bar g)			TEMP. (Deg C)		PIPING SPEC	LINE NO :	JEL	JOB NO.	DRAWING NO.
SHOP	FIELD	OPERATING	DESIGN	TEST	OPERATING	DESIGN		10EKH20-BR501-GB-50-	JURONG ENGINEERING LTD	20036	X651-018
							INSULATION (MM)	TRAIN NO : 10EKH20-BR501-GB-50- TRAIN- 01		PROJECT DRAWING NO. SPR-10-EK-PI-P4018	59/59 REV. 1

Model No : 003P1 10EKH20-BR501-GB-50-, TRAIN- 01

REV.	DATE	DESCRIPTION	DRAWN	DESIGNED	CHECKED	APPROVED	STATUS
2	29-Mar-16	As-Built	-	DBM	BALU	WEI	AB
1	11-Apr-15	Revised as per OE comments & design progress and Issued for Construction	-	DBM	BALU	WEI	C
0	14-Jul-14	Revised as per design progress and Issued for Construction	-	DBM	BALU	WEI	C
B	18-Jun-14	Revised as per OE comment SPR-DA-TE-P0011. Issued for Reference	-	DBM	BALU	WEI	R
A	21-Apr-14	Issued for Reference	-	DBM	BALU	WEI	R

JEL STAMP

OWNER'S APPROVAL STAMP

SPR
TE
TJEL
PROJ
P&E
PIPING
C&S
T&V
ELEC
INST
PROC
TOTAL
DISTRIBUTION

OWNER

SIAM PURE RICE COMPANY LIMITED
71 AGR Building, Charoen Rat Road, Bang Khlo, Bang Kho Laem, Bangkok 10120.

OWNER'S ENGINEER

TRACTEBEL ENGINEERING LTD.
Unit 1903-1905, 19th Fl., Two Pacific Place Building,
142 Sukhumvit Road, Kwaeng Klongtoey, Khet Klongtoey, Bangkok 10110.

THE CONSORTIUM OF

OFFSHORE CONSORTIUM MEMBER

JURONG ENGINEERING LIMITED
25 Tanjong Kling Road,
Singapore 628050.

ONSHORE CONSORTIUM MEMBER

THAI JURONG ENGINEERING LIMITED
75/43 Ocean Tower2, 22nd Floor,
Sukhumvit 19, North Klongtoey,
Wattana, Bangkok 10110.

OWNER CONTRACT NO.
-

PROJECT
SPR 120MW SPP PROJECT

SCALE
NTS

PROJECTION

TITLE:
PIPING MATERIAL SPECIFICATION

Jurong Engineering Limited

JOB NO.
20036

JEL DRAWING NO.
K602-001

PROJECT DRAWING NO.
SPR-10-AAA-SP-P9001

REV. NO.
2

CONTENTS

1.0	**SCOPE**	**3**
2.0	**APPLICABLE CODES AND STANDARDS**	**3**
3.0	**TECHNICAL REQUIREMENTS**	**4**
4.0	**PIPING CLASS IDENTIFICATION**	**5**
5.0	**SERVICE DESIGNATORS**	**6**
6.0	**ABBREVIATIONS**	**7**

ATTACHMENTS
Piping Material Specification Revision record
Piping Material Specifications used for SPR 120MW SPP Project
Piping Material Specification Sheets

1.0 SCOPE

1.1 WORK INCLUDED

The purpose of this specification is to provide information necessary for selection of materials for power and auxiliary service piping systems for power plants designed by JEL, in compliance with ASME B31.1, POWER PIPING CODE.

Included in the specification are pipe, fittings, flanges, gaskets, bolting material, valves (excluding control valves), and piping specialties, for both field and shop-fabricated piping. Root valves for instrumentation connections to piping systems are included but not instrument piping beyond the valve.

1.2 WORK NOT INCLUDED

This specification does not apply to piping that is part of a proprietary piece of equipment or skid unless the purchase specifications for the equipment incorporate these specifications by reference. This specification is not intended as a design guide for processes, layout, fabrication, installation, or operation of piping systems.

1.3 RELATED SPECIFICATIONS

SPR-10-AAA-PB-M8604	KKS coding - Plant Identification system
SPR-10-AAA-SP-P9002	Valves and Piping Specialties Specification
SPR-10-AAA-SP-P9004	Insulation Specification for Piping and Piping Specialties

2.0 APPLICABLE CODES AND STANDARDS

Materials shall fully comply with the requirements of the latest editions of the following codes and standards, as applicable. In case of conflicts between these references, specific project requirements and /or local codes, JEL shall be notified.

American National Standards Institute	ANSI
American Petroleum Institute	API
American Society of Mechanical Engineers	ASME
American Society for Testing and Materials	ASTM
American Welding Society	AWS
American Water Works Association	AWWA
Cast Iron Soil Pipe Institute	CISPI
Manufacturers Standardization Society	MSS

National Fire Protection Association	NFPA
Underwriters Laboratories/Factory Mutual	ULFM
Deutsches Institut für Normung	DIN
Japanese Industrial Standards	JIS

3.0 TECHNICAL REQUIREMENTS

3.1 Materials

3.1.1 All materials furnished under this specification shall comply with the attached piping, valve and piping specialties specifications. All materials and products shall be new, undamaged, and unused. Products that have been discontinued are not acceptable. Use of alternative products or materials must be approved by JEL.

3.1.2 Material to be installed within the jurisdiction of section 1 of the ASME Boiler and Pressure Vessel code, i.e. Boiler Proper Piping (BPP) or Boiler External Piping (BEP), shall be specified as conforming to an ASME specification. When so specified, material shall be marked as required by ASME, section 2 for the applicable specification. Such marking shall be considered as the manufacturer's certification that the product complies with the material specifications and standard indicated. Material which is not fully identified in accordance with ASME, section 2, shall be certified in accordance with ASME BPVC, section 1, PG-10 (Mill test Reports).

3.2 Welding

3.2.1 Post weld heat treatment (PWHT) is specified in accordance with ASME B31.1, paragraph 132

3.2.2 Non destructive examination of welds is specified in accordance with ASME B31.1, paragraph 136.4. Methods specified include visual (VT), magnetic particle (MT), liquid penetrant (PT), and radiographic (RT).

3.3 Other Requirements

3.3.1 Bending of pipe is not permitted unless specifically requested, or approved by JEL. When Pipe bends are approved, they shall be made using only seamless pipe, and the minimum bend radius shall be as specified, but no less than five pipe diameters. Bending of galvanized or lined pipe is not permitted.

3.3.2 Butt weld elbows shall be long radius unless otherwise noted.

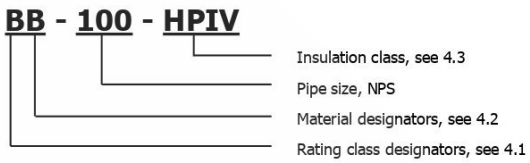
3.3.3 Orifice flanges shall be provided in accordance with ASME/ANSI B16.36.They shall be provided in pairs without bolting or gaskets but with jackscrews. For sizes 1 1/2 NPS and smaller, provide socket weld ends.

3.3.4 Butt weld ends shall be bevelled in accordance with ASME/ANSI B 16.25.

3.3.5 Pipe thread on fittings shall be coated with a Teflon based sealant except for high temperature steam lines, which will be coated with an antisieze compound. Drying type pipe dope or Teflon tape shall not be used.

4.0 PIPING CLASS IDENTIFICATION

The design pressure and temperature established for each line, together with the service inline, determine the applicable piping material. Individual piping material specification have been developed to cover each pressure and temperature of material group. The piping specification, as illustrated below:



4.1 Rating Class Designators

The following is a list of designators used to identify ANSI pressure-temperature rating classes:

Designator	ANSI Rating
A	**Class 2500**
B	**Class 1500**
C	**Class 900**
D	**Class 600**
E	**Class 300**
F	**Class 150**
G	**Class 125**

Designator G is also used to identify systems having working pressures of 200 psi or less

4.2 Material Designators

The following is a list of material designators used:

Designator	Material Description
A	Alloy (e.g. CrMo, Alloy 20)
B	Carbon Steel (CS)
C	Stainless Steel (SS)
E	Cast Iron or Ductile Iron (CI or DI)
F	Galvanized Carbon Steel
H	Polyvinyl Chloride (PVC) or Chlorinated Polyvinyl Chloride (CPVC)
K	Plastic Lined Carbon Steel
L	Polyethylene (PE)
P	Polyvinylidene Fluoride (PVDF)
R	Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)
T	Polyvinyl Chloride AWWA pipe for Firewater Service Underground

4.3 Insulation Class

Insulation classes have two parts: Roman numerals I through VIII which indicate temperature range and letter prefixes which indicate purpose. The purposes are designated as follows:

Letter Prefix	Purpose
(None)	Thermal conservation
P	Personnel protection
H	Heat Conservation
HP	Personnel protection with heat trace
VAS	Anti-sweat insulation with vapor barrier

The required thickness depends on pipe size and temperature range for each of the purposes listed. Specification SPR-10-AAA-SP-P9004 - Insulation Specification for Piping and Piping Specialties tabulates those thickness requirements.

5.0 SERVICE DESIGNATORS

The following is a list of commonly used service designations. Refer to P&ID's for project specific services not listed here. Piping material specifications are listed as appropriate for each service.

Service	**Piping Material Specifications**
Compressed Air	GF
Service Air	GF
Acid	FA
Blow down, Blow off	DB2, EB3, FB3
Boiler Feed water	CB2, DB2, EB3, FB3
Condensate	EB3, FB3
Chemical Feed	BC2, CC2, FC2, EC2, GH2,
Chilled Water Return	GB
Chilled Water Supply	GB
Chlorine	GH3
Circulating Water Blowdown	GB
Cooling Water Makeup	GB
Circulating Water Return	GB, GB1
Circulating Water Supply	GB, GB1
Drain	GB, GE, GE3, GL1, GL2, GR
Demineralized Water	FC
Firewater	GB2, GF1
Natural Gas	DB4, EB5, EC
High Pressure Steam	BA, CA, DA, FA1
Instrument Air	FC
Low Pressure Steam	FB3, EB3
Medium Pressure Steam	EB3
Raw Water	GB, GL2
Vent	FB3, GB
Waste Water	GB, GL1, GR

6.0 ABBREVIATIONS

BE	:	Bevel End
PE	:	Plain End
SW	:	Socket Weld
BW	:	Butt Weld
Sch	:	Schedule
Conc	:	Concentric
Ecc	:	Eccentric
SO	:	Slip-On
WN	:	Welding Neck
RF	:	Raised Face
FF	:	Flat Face
SOL	:	Sockolet
WOL	:	Weldolet
TOL	:	Threadolet
Smls	:	Seamless
CL	:	Class
PWHT	:	Post Weld Heat Treatment
NDE	:	Non Destructive Examination
Rdcg	:	Reducing

PIPING MATERIAL SPECIFICATION USED FOR SPR 120MW SPP PROJECT

SPECIFICATION	SYSTEM	CLASS	MATERIAL	REMARKS
BA	HIGH PRESSURE STEAM (HPS)	1500	ALLOY (A335 P22)	
BC2	SAMPLING FOR HPS, CHEMICAL FEED	1500	STAINLESS STEEL (316)	
CB2	HP FEEDWATER, HP SPRAY WATER	900	CARBON STEEL (A106 Gr B)	
CC2	SAMPLING, CHEMICAL FEED	900	STAINLESS STEEL (316)	
DC2	SAMPLING FOR STEAM	600	STAINLESS STEEL(316)	
EB3	ST EXTRACTION STEAM, PROCESS STEAM, CONDENSATE, LP FEED WATER	300	CARBON STEEL (A106 Gr B)	
EB5	NATURAL GAS	300	CARBON STEEL (A106 Gr B)	
EC2	SAMPLING FOR STEAM, AMINE	300	STAINLESS STEEL(316L)	
FA	SULFURIC ACID	150	ALLOY 20	
FA1	HIGH PRESSURE STEAM (HPS)	150	ALLOY (A335 P5)	
FB3	LOW PRESSURE STEAM (LPS), LP FEED WATER	150	CARBON STEEL (A106 Gr B)	
FC	DEMIN WATER, INSTRUMENT AIR	150	STAINLESS STEEL(304L)	
FC2	AMINES, CAUSTIC SODA, ANTIOXIDANT/DISPERSANT	150	STAINLESS STEEL(316L)	
	CHEMICAL FEED, SAMPLING			
GB	CHILLED WATER, AUXILIARY COOLING WATER, CLOSED CYCLE COOLING WATER, RAW WATER, WASTE WATER, CIRCULATING WATER (24" & BELOW), SERVICE WATER, COOLING TOWER MAKE-UP WATER, CHILLER COOLING WATER	125	CARBON STEEL (A53 Gr B ERW)	
GB1	CIRCULATING WATER (26" & ABOVE)	125	CARBON STEEL (ROLLED PLATE)	
GB2	UNDERGROUND FIRE WATER	150WWP	CARBON STEEL (A53 Gr B ERW)	
GB4	UNDERGROUND BLOWDOWN	150WWP	CARBON STEEL (A53 Gr B ERW)	
GF	COMPRESSED AIR, SERVICE AIR	125	CARBON STEEL(GALVANISED)	
GF1	ABOVEGROUND FIREWATER	150WWP	CARBON STEEL(A53 Gr B ERW GALV.)	
GH2	SODIUM HYPOCHLORITE	150WWP	CPVC(PLASTIC)	
GL1	UNDERGROUND CIRC, RAW, WASTE WATER	120WWP	POLYLETHLENE(HDPE)	
GR	CHEMICAL WASTE WATER	150WWP	FRP	

PIPING MATERIAL SPECIFICATION
REVISION RECORD

SPECIFICATION and SERVICE		REV	DATE	REV	DATE	REV	DATE	REV	DATE	REV	DATE
BA	Steam	A	21-Apr-14	B	18-Jun-14	0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
BC2	Sampling, Chemical Feed	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
CB2	Steam, Feedwater, Blowdown, Blowoff	A	21-Apr-14	B	18-Jun-14	0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
CC2	Sodium Tri Phosphate, Steam Sampling	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
DC2	Sampling For Steam	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
EB3	Steam, Feedwater, Blowdown, Condensate	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
EB5	Natural Gas, Propane, Fuel Oil	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
EC2	Sampling For Steam, Amine	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
FA	Sulfuric Acid	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
FA1	Steam	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14			2	29-Mar-16
FB3	Steam, Feedwater, Condensate, Noncond Gas	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
FC	Demin Water, Condensate, Instrument Air, Sampling	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
FC2	Amines, Caustic Soda, Antioxidant/Dispersant	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
	Chemical Feed, Sampling										
GB	Chilled, Circ, Cooling, Raw, Waste Water	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
GB1	Cooling Water	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
GB2	Underground Fire Water	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14			2	29-Mar-16
GB4	UndergroundBlowdown									2	29-Mar-16
GF	Service Air	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
GF1	Aboveground Fire Water	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
GH2	Sodium Hypochlorite	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
GL1	Underground Circ, Waste Water	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16
GR	Cir, Cooling, Waste Water	A	21-Apr-14			0	14-Jul-14	1	10-Apr-15	2	29-Mar-16

SERVICE: High Pressure Steam	CLASS 1500	MATERIAL: ALLOY STEEL

TEMP, F	302	392	482	572	662	707	752	797	842
PRESS, PSIG	See Sheet 2								

TEMP, C	300	350	375	400	425	450	475	500	538
PRESS, kPag	See Sheet 2								

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
PIPE (1)		Sch 160 (PE)					Sch 160 (BE)				Sch 140 (BE)							
		ASTM A335 P22 Smls																
FITTINGS		ASTM A182F22 CL 6000 SW					ASTM A234 WP22, Smls Butt weld, bore to match pipe											
FLANGES		ASTM A182F22 CL 1500 RF																
		SW(RF)					WNRF, bore to match pipe											
UNIONS		Not allowed, use flanges as specified above																
BRANCH CONNECTIONS		SW Tee, Rdcg Tee, ASTM A182F22					Full size Tee and Rdcg Tee through three size reduction, ASTM A234 WP22; Weldolet down to 2" (DN 50), ASTM A182F22; Sockolet for 1-1/2" (DN 40) and smaller, ASTM A182F22											
BOLTING		Alloy Steel Studs, ASTM A193 Gr B16 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 3																
GASKETS		CL 1500 Spiral wound 304 SS with Flexicarb Filler, Flexitallic Style CG or equal																
V	BALL	-																
A	B'FLY	-																
L	CHECK										212							
V	GATE			90							91							
E	GLOBE			434														
S		-																
M				-							-							
I	STEAM TRAP								893									
S																		
C																		
PWHT		NO							YES									
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600

NOTES:

1. 1/16" (1.58 mm) allowance for corrosion
2. All pressure connections shall be 1" (DN 25) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN20) SOL.
   Except HPS - 11/2"(DN40) SOL and LPS & Feed Water - 11/4"(DN32) SOL.
4. PWHT is not required if nominal material thickness is less than 1/2" (13mm) and the specified carbon content of the material to be welded is 0.15% or less.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION: **BA**
29-Mar-16	2	Sheet 1 of 2

SERVICE: High Pressure Steam	CLASS 1500	MATERIAL: ALLOY STEEL

CL 1500	TEMP, F	572	662	707	752	797	842	887	932	1000
FLG RTG	PRESS, PSIG	3110	2917	2815	2656	2540	2451	2294	2044	1337

PIPE PRESSURE RATING, PSIG (1)

PIPE SIZE	SCH										
		1/2									
		3/4									
P		1	For pipe pressure ratings in the blank area above the line,								
I	SCH	1.5	use flange ratings as limiting values.								
P	160	2									
E		2.5									
		3									
S		4									
I		6	3042								
Z		8	2650	2650	2650	2650				1904	
E	SCH	10	2668	2668	2668	2668				1917	
	140	12	2546	2546	2546	2546			2205	1829	1283
		14	2597	2597	2597	2597			2250	1866	1310

CL 1500	TEMP, C	300	350	375	400	425	450	475	500	538
FLG RTG	PRESS, kPag	21440	20110	19410	18310	17510	16900	15820	14090	9220

PIPE PRESSURE RATING, kPag (1)

PIPE SIZE	SCH										
		15									
		20									
P		25	For pipe pressure ratings in the blank area above the line,								
I	SCH	40	use flange ratings as limiting values.								
P	160	50									
E		65									
		80									
S		100									
I		150	20977								
Z		200	18272	18272	18272	18272				13131	
E	SCH	250	18394	18394	18394	18394				13220	
	140	300	17551	17551	17551	17551			15204	12608	8846
		350	17907	17907	17907	17907			15512	12866	9034

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION: **BA**
29-Mar-16	2	Sheet 2 of 2

SERVICE: Sampling, Chemical Feed	CLASS 1500	MATERIAL: STAINLESS STEEL

TEMP, F	100	200	400	600	700	800	900	1000	1200
PRESS, PSIG (1)	3600	3095	2570	2255	2170	2110	2075	1820	925

TEMP, C	38	93	204	316	371	427	482	538	649
PRESS, kPag (1)	24821	21339	17720	15548	14962	14548	14307	12548	6378

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	
	DN	15	20	25	40	
PIPE (2)		Sch 80S				
		ASTM A312 Type 316, Smls (3)				
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A182, F316, CL 3000 SW				
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A182 F316				
		CL 1500 RF SW				
UNIONS		Not allowed, use flanges as specified above				
BRANCH CONNECTIONS (4)		SW Tee and Rdcg Tee ASTM A182 F316				
BOLTING		Studs, ASTM A193 Gr B8M Cl 2 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 8M				
GASKETS		CL 1500 Spiral Wound 304 SS with Flexicarb Filler, Flexitallic Style CG or equal				
VALVES	BALL (1)					
	B'FLY					
	CHECK					
(5)	GATE					
	GLOBE	411				
MISC	STRAINER					
PWHT		NO				
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	
	DN	15	20	25	40	

NOTES:

1. Pressure ratings are for piping and components other than ball valves. Ball valves have lower pressure-temperature ratings based on seat and seal materials. Verify actual service conditions before purchasing ball valves.
2. No allowance for corrosion
3. For Boiler Proper and Boiler External Piping (BEP) use materials per ASME BPVC Section I, PG-9. Types 304L and WP304 materials are not acceptable within Boiler Code boundaries. Use types 304 and WP316 materials.
4. All pressure connections shall be 1" (DN 25) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN20) TOL.
5. BEP valves are identified by a 9000 series valve specification number (ie: valve 226 would be designated 9226).
6. Subcontractor shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 8 materials.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	BC2
29-Mar-16	2	Sheet 1 of 1	

SERVICE: Steam, Feedwater, Blowdown, Blowoff	CLASS 900	MATERIAL: CARBON STEEL

TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
PRESS, PSIG	See Sheet 2								

TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
PRESS, kPag	See Sheet 2								

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		
PIPE (1)		Sch 80							Sch 120											
		ASTM A106 Gr B (2)																		
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A105,CL 6000 SW							ASME/ANSI B16.9, ASTM A234 WPB, Smls Butt weld, bore to match pipe											
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A105																		
		CL 1500 RF							CL 900 RF											
		SW							WN, bore to match pipe											
UNIONS		Not allowed, use flanges as specified above																		
BRANCH CONNECTIONS (3)		SW Tee and Rdcg Tee, ASTM A105							Full size Tee and Rdcg Tee through three size reduction, ASTM A234 WPB; Weldolet down to 2" (DN 50), ASTM A105; Sockolet for 1-1/2" (DN 40) and smaller, ASTM A105											
BOLTING		Alloy Steel Studs, ASTM A193 Gr B7 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 2H																		
GASKETS		Spiral wound 304 SS with Flexicarb Filler, Flexitallic Style CG or equal																		
		CL 1500							CL 900											
VALVES (4)	BALL																			
	B'FLY																			
	CHECK																			
	GATE	83							40											
	GLOBE (5)	408																		
	TANDEM																			
MISC	STRAINER	702																		
PWHT		NO (7)													YES					
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		

NOTES:

1. 1/16" (1.58 mm) allowance for corrosion
2. For Boiler Proper and Boiler External Piping (BEP) use materials per ASME BPVC Section I, PG-9.
3. All pressure connections shall be 1" (DN 25) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN20) SOL.
   Except HPS - 11/2"(DN40) SOL and LPS & Feed Water - 11/4"(DN32) SOL.
4. BEP valves are identified by a 9000 series valve specification number (ie: valve 202 would be designated 9202).
5. Conventional globe valves are not allowed in blowoff piping. Angle or Y pattern globe valves must be used.
6. Subcontractors shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 1 materials.
7. For weldolets 3" NPS (DN 80) and larger, postweld heat treatment is required.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION: **CB2**
29-Mar-16	2	Sheet 1 of 2

SERVICE: Steam, Feedwater, Blowdown, Blowoff	CLASS 900	MATERIAL: CARBON STEEL

CL 1500	TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
FLG RTG	PRESS, PSIG	3705	3395	3270	3170	3015	2840	2745	2655	2535

CL 900	TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
FLG RTG	PRESS, PSIG	2220	2035	1966	1900	1810	1705	1650	1590	1520

PIPE PRESSURE RATING, PSIG (1)										
PIPE SIZE	SCH 80	1/2	2520	2520	2520	2520	2520	2520	2520	2420	2184
		3/4	2185	2185	2185	2185	2185	2185	2185	2097	1893
		1	2278	2278	2278	2278	2278	2278	2278	2187	1974
		1.5	1865	1865	1865	1865	1865	1865	1865	1790	1616
		2	1693	1693	1693	1693	1693	1693	1693	1625	1467
		2.5	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1887	1704
		3	1796	1796	1796	1796	1796	1640	1610	1590	1510
		4	1616	1616	1616	1616	1616	1616	1610	1551	1400
		6	1485	1485	1485	1485	1485	1485	1485	1426	1287
		8	1351	1351	1351	1351	1351	1351	1351	1297	1171
		10	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1266	1143
		12	1312	1312	1312	1312	1312	1312	1312	1259	1137
		14	1317	1317	1317	1317	1317	1317	1317	1264	1141
		16	1310	1310	1310	1310	1310	1310	1310	1258	1135

CL 1500	TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
FLG RTG	PRESS, kPag	25546	23408	22546	21857	20788	19581	18926	18306	17478

CL 900	TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
FLG RTG	PRESS, kPag	15307	14031	13548	13101	12480	11756	11376	10963	10521

PIPE PRESSURE RATING, kPag (1)										
PIPE SIZE	SCH 80	15	17375	17375	17375	17375	17375	17375	17375	16686	15059
		20	15066	15066	15066	15066	15066	15066	15066	14459	13052
		25	15707	15707	15707	15707	15707	15707	15707	15079	13611
		40	12859	12859	12859	12859	12859	12859	12859	12342	11142
		50	11673	11673	11673	11673	11673	11673	11673	11204	10115
		65	13556	13556	13556	13556	13556	13556	13556	13011	11749
		80	12383	12383	12383	12383	12383	11308	11101	10963	10411
		100	11142	11142	11142	11142	11142	11142	11101	10694	9653
		150	10239	10239	10239	10239	10239	10239	10239	9832	8874
		200	9315	9315	9315	9315	9315	9315	9315	8943	8074
		250	9088	9088	9088	9088	9088	9088	9088	8729	7881
		300	9046	9046	9046	9046	9046	9046	9046	8681	7840
		350	9081	9081	9081	9081	9081	9081	9081	8715	7867
		400	9032	9032	9032	9032	9032	9032	9032	8674	7826

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION: **CB2**
29-Mar-16	2	Sheet 2 of 2

SERVICE: Sodium Tri Phosphate, Steam Sampling	CLASS 900	MATERIAL: STAINLESS STEEL

TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
PRESS, PSIG	See Sheet 2								

TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
PRESS, Barg	See Sheet 2								

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		
PIPE (2)		Sch 80S ASTM A312 Type 316, Smls (3)																		
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A182 F316, CL 3000 SW				ASME/ANSI B16.9, ASTM A403 WP316, Smls (3) Butt weld, bore to match pipe														
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A182 F316																		
		CL 1500 RF SW				CL 900 RF WN, bore to match pipe														
UNIONS		Not allowed, use flanges as specified above																		
BRANCH CONNECTIONS (4)		SW Tee and Rdcg Tee ASTM A182 F316				Full size Tee and Rdcg Tee through three size reduction, ASTM A403 WP316; Weldolet down to 2 1/2" (DN 65), ASTM A182 F316; Sockolet for 2" (DN 50) and smaller, ASTM A182 F316														
BOLTING		Studs, ASTM A193 Gr B8 Cl 2 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 8																		
GASKETS		Spiral Wound 304 SS with Flexicarb Filler, Flexitallic Style CG or equal																		
		CL 1500				CL 900														
V	BALL (1)																			
A	B'FLY																			
L	CHECK																			
(5)V	GATE																			
E	GLOBE	411																		
S																				
M	STRAINER																			
I																				
S																				
C																				
PWHT		NO																		
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		

NOTES:

1. Pressure ratings are for piping and components other than ball valves. Ball valves have lower pressure-temperature ratings based on seat and seal materials. Verify actual service conditions before purchasing ball valves.
2. No allowance for corrosion
3. For Boiler Proper and Boiler External Piping (BEP) use materials per ASME BPVC Section I, PG-9. Types 304L and WP304 materials are not acceptable within Boiler Code boundaries. Use types 304 and WP316 materials.
4. All pressure connections shall be 3/4" (DN 20) SOL and all temperature connections shall be 1" (DN 25) SOL.
5. BEP valves are identified by a 9000 series valve specification number (ie: valve 202 would be designated 9202).
6. Refer JEL welding procedure specification

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION: **CC2**
29-Mar-16	2	Sheet 1 of 2

SERVICE: Sodium Tri Phosphate, Steam Sampling	CLASS 900	MATERIAL: STAINLESS STEEL

CL 1500	TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
FLG RTG	PRESS, PSIG	3600	3000	2700	2485	2330	2185	2150	2125	2075

CL 900	TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
FLG RTG	PRESS, PSIG	2160	1800	1620	1490	1395	1310	1290	1275	1245

PIPE PRESSURE RATING, PSIG (2)										
P		1/2	3329	2884	2598	2383	2215	2098	2049	2015	1982
I		3/4	2884	2498	2250	2065	1919	1817	1775	1746	1717
P		1	3022	2618	2358	2164	2011	1904	1860	1830	1799
E		1 1/2	2471	2141	1928	1769	1644	1557	1521	1496	1471
		2	2250	1949	1755	1610	1497	1417	1385	1362	1339
	SCH	2 1/2	2612	2263	2038	1870	1738	1646	1608	1581	1555
S	80S	3	2387	2068	1863	1709	1589	1504	1470	1445	1421
I		4	2155	1867	1682	1543	1434	1358	1327	1305	1283
Z		6	1975	1711	1541	1414	1314	1244	1216	1196	1176
E		8	1798	1558	1403	1287	1196	1133	1107	1089	1070
		10	1432	1241	1118	1025	953	903	882	867	853
		12	1202	1042	938	861	800	758	740	728	716

CL 1500	TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
FLG RTG	PRESS, kPag	24821	20684	18615	15754	16064	15065	14823	14651	14306

CL 900	TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
FLG RTG	PRESS, kPag	14892	12410	11170	10274	9618	9032	8894	8790	8584

PIPE PRESSURE RATING, kPag (2)										
P		15	22954	19885	17911	16433	15273	14463	14129	13896	13665
I		20	19884	17225	15515	14235	13230	12529	12239	12037	11837
P		25	20838	18051	16260	14918	13865	13130	12826	12615	12405
E		40	17039	14760	13295	12198	11337	10736	10488	10315	10143
		50	15511	13437	12103	11104	10320	9773	9547	9390	9233
	SCH	65	18011	15602	14054	12894	11984	11349	11086	10903	10722
S	80S	80	16461	14260	12845	11785	10953	10372	10132	9965	9799
I		100	14859	12872	11595	10638	9887	9363	9146	8995	8846
Z		150	13617	11796	10625	9748	9060	8580	8381	8243	8106
E		200	12397	10739	9673	8875	8249	7811	7631	7505	7380
		250	9873	8555	7706	7070	6571	6223	6079	5978	5879
		300	8287	7181	6468	5934	5516	5223	5102	5018	4935

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION: **CC2**
29-Mar-16	2	Sheet 2 of 2

SERVICE: Sampling	CLASS 600	MATERIAL: STAINLESS STEEL

TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
PRESS, PSIG (1)	1440	1200	1075	995	930	885	865	845	825

TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
PRESS, kPag (1)	9928	8274	7412	6860	6412	6102	5964	5826	5688

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20		24			
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500		600			
PIPE (2)		Sch 80S							Sch 40S													
		ASTM A312 Type 316, Smls (3)																				
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A182, F316, CL 3000 SW							ASME/ANSI B16.9, ASTM A403 WP316, Smls (3) Butt weld, bore to match pipe													
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A182 F316																				
		CL 600 RF SW							CL 600 RF WN, bore to match pipe													
UNIONS		Not allowed, use flanges as specified above																				
BRANCH CONNECTIONS (4)		SW Tee and Rdcg Tee, ASTM A182 F316							Full size Tee and Rdcg Tee through three size reduction, ASTM A403 WP316 ; Weldolet down to 2" (DN 50), ASTM A182 F316 ; Sockolet for 1-1/2" (DN 40) and smaller, ASTM A182 F316													
BOLTING		Studs, ASTM A193 Gr B8M Cl 2 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 8M																				
GASKETS		CL 600 Spiral Wound 304 SS with Flexicarb Filler, Flexitallic Style CG or equal																				
VALVES (5)	BALL (1)																					
	B'FLY																					
	CHECK																					
	GATE																					
	GLOBE																					
MISC	STRAINER																					
PWHT		NO																				
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20		24			
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500		600			

NOTES:

1. Pressure ratings are for piping and components other than ball valves. Ball valves have lower pressure-temperature ratings based on seat and seal materials. Verify actual service conditions before purchasing ball valves.
2. No allowance for corrosion
3. For Boiler Proper and Boiler External Piping (BEP) use materials per ASME BPVC Section I, PG-9. Types 304L and WP304 materials are not acceptable within Boiler Code boundaries. Use types 304 and WP316 materials.
4. All pressure connections shall be 1" (DN 25) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN20) TOL.
5. BEP valves are identified by a 9000 series valve specification number (ie: valve 226 would be designated 9226).
6. Subcontractor shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 8 materials.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	DC2
29-Mar-16	2	Sheet 1 of 1	

SERVICE: Steam, Feedwater, Blowdown, Condensate	CLASS 300	MATERIAL: CARBON STEEL

TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
PRESS, PSIG	See Sheet 2								

TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
PRESS, kPag	See Sheet 2								

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	
PIPE (1)		Sch 80				Sch 40							Sch STD				Sch XS		
		ASTM A106 Gr B (2)																	
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A105, CL 3000 SW				ASME/ANSI B16.9, ASTM A234 WPB, Smls Butt weld, bore to match pipe													
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A105																	
		CL 300 RF SW				CL 300 RF WN or SO, bore to match pipe (3)													
UNIONS		MSS SP-83, ASTM A105, CL 3000 SW				Not allowed, use flanges as specified above													
BRANCH CONNECTIONS (4)		SW Tee and Rdcg Tee, ASTM A105				Full size Tee and Rdcg Tee through three size reduction, ASTM A234 WPB; Weldolet down to 2" (DN 50), ASTM A105; Sockolet for 1-1/2"(DN 40) and smaller, ASTM A105														
BOLTING		Alloy Steel Studs, ASTM A193 Gr B7 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 2H																	
GASKETS		CL 300 Spiral Wound 304 SS with Flexicarb Filler, Flexitallic Style CG or equal																	
VALVES (5)	BALL																		
	B'FLY																		
	CHECK	220				260													
	GATE	42				1, 1A													
	GLOBE	420																	
MISC	STRAINER	720				740, 760													
	STEAM TRAP	892																	
PWHT		NO (7)																	
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	

NOTES:

1. 1/16" (1.58 mm) allowance for corrosion
2. For Boiler Proper and Boiler External Piping (BEP) use materials per ASME BPVC Section I, PG-9.
3. Slip-on flanges are not allowed in BEP piping larger than 4" NPS (DN 100).
3. All pressure connections shall be 3/4" (DN 20) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN 20) TOL. Except HPS - 11/2"(DN40) SOL and LPS & Feed Water - 11/4"(DN32) SOL.
5. BEP valves are identified by a 9000 series valve specification number (ie: valve 260 would be designated 9260).
6. Subcontractors shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 1 materials.
7. For weldolets 3" NPS (DN 80) and larger only, postweld heat treament is required.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	EB3
29-Mar-16	2	Sheet 1 of 2	

SERVICE: Steam, Feedwater, Blowdown, Condensate	CLASS 300	MATERIAL: CARBON STEEL

FLANGE RATING	TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
	PRESS, PSIG	740	680	655	635	605	570	550	530	505

PIPE PRESSURE RATING, PSIG (1)

PIPE SIZE											
	SCH 80	1/2	For pipe pressure ratings in the blank area above the line, use flange ratings as limiting values.								
		3/4									
		1									
		1 1/2									
		2									
	SCH 40	2 1/2									
		3									
		4									
		6									
		8									
		10	731								
	STD	12	636	636	636						
		14	578	578	578	578	578				501
		16	505	505	505	505	505	505	505	485	437
		18	448	448	448	448	448	448	448	430	388
		20	403	403	403	403	403	403	403	387	349
		24	335	335	335	335	335	335	335	322	290

FLANGE RATING	TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
	PRESS, kPag	5102	4688	4516	4378	4171	3930	3792	3654	3482

PIPE PRESSURE RATING, kPag (1)

PIPE SIZE											
	SCH 80	15	For pipe pressure ratings in the blank area above the line, use flange ratings as limiting values.								
		20									
		25									
		40									
		50									
	SCH 40	65									
		80									
		100									
		150									
		200									
		250	5040								
	STD	300	4385	4385	4385						
		350	3985	3985	3985	3985	3985				3454
		400	3482	3482	3482	3482	3482	3482	3482	3344	3013
		450	3089	3089	3089	3089	3089	3089	3089	2965	2675
		500	2779	2779	2779	2779	2779	2779	2779	2668	2406
		600	2310	2310	2310	2310	2310	2310	2310	2220	2000

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	EB3
29-Mar-16	2	Sheet 2 of 2	

SERVICE: Natural Gas, Propane, Fuel Oil	CLASS 300	MATERIAL: CARBON STEEL

TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
PRESS, PSIG (1)	See Sheet 2								

TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
PRESS, kPag (1)	See Sheet 2								

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		
PIPE (2)		Sch 80				Sch 40							Sch STD				Sch XS			
		ASTM A53 Gr B Smls or A106 Gr B																		
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A105, CL 3000 SW				ASME/ANSI B16.9, ASTM A234 WPB, Smls Butt weld, bore to match pipe														
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A105																		
		CL 300 RF SW				CL 300 RF WN, bore to match pipe														
UNIONS		ASME B16.11, ASTM A105, CL 3000 SW				Not allowed, use flanges as specified above														
BRANCH CONNECTIONS (3)		SW Tee and Rdcg Tee, ASTM A105				Full size Tee and Rdcg Tee through three size reduction, ASTM A234 WPB; Weldolet down to 2" (DN 50), ASTM A105; Sockolet for 1-1/2" (DN 40) and smaller, ASTM A105														
BOLTING		Alloy Steel Studs, ASTM A193 Gr B7 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 2H																		
GASKETS		CL 300 Spiral Wound 304 SS with Flexicarb Filler, Flexitallic Style CG or equal																		
V	BALL (1)	365				368														
A	B'FLY																			
L	CHECK	220				260														
V	GATE	42				1														
E	GLOBE	420																		
S	PLUG																			
M	STRAINER	720				740, 760														
I	FLEX HOSE																			
S																				
C																				
PWHT		NO (5)																		
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		

NOTES:

1. Pressure ratings are for piping and components other than ball valves. Ball vlaves have lower pressure-temperature ratings based on seat and seal materials. Verify actual service conditions before purchasing ball valves.
2. 1/16" (1.58 mm) allowance for corrosion
3. All pressure connections shall be 3/4" (DN 20) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN 20) TOL.
4. Subcontractors shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 1 materials.
5. For weldolets 3" NPS (DN 80) and larger only, postweld heat treatment is required.
6. Coat and wrap underground gas piping in accordance with ANSI/AWWA C213 and C216 for field joints, or with ANSI/AWWA C215 and C209 for field joints. Coat and wrap underground fuel oil piping with ANSI/AWWA C214 and C209 for field joints. Consult coating manufacturer for service temperature conditions and limitations.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	EB5
29-Mar-16	2	Sheet 1 of 2	

SERVICE: Natural Gas, Propane, Fuel Oil	CLASS 300	MATERIAL: CARBON STEEL

FLANGE	TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
RATING	PRESS, PSIG	740	680	655	635	605	570	550	530	505

PIPE PRESSURE RATING, PSIG (2)

PIPE SIZE											
		1/2									
	SCH	3/4	For pipe pressure ratings in the blank area above the line, use flange ratings as limiting values.								
	80	1									
		1 1/2									
		2									
		2 1/2									
		3									
	SCH	4									
	40	6									
		8									
		10	731								
		12	636	636	636						
		14	578	578	578	578	578				501
	STD	16	505	505	505	505	505	505	505	485	437
		18	448	448	448	448	448	448	448	430	388
		20	403	403	403	403	403	403	403	387	349
		24	335	335	335	335	335	335	335	322	290

FLANGE	TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
RATING	PRESS, kPag	5102	4688	4516	4378	4171	3930	3792	3654	3482

PIPE PRESSURE RATING, kPag (2)

PIPE SIZE											
		15									
	SCH	20	For pipe pressure ratings in the blank area above the line, use flange ratings as limiting values.								
	80	25									
		40									
		50									
		65									
		80									
	SCH	100									
	40	150									
		200									
		250	5040								
		300	4385	4385	4385						
		350	3985	3985	3985	3985	3985				3454
	STD	400	3482	3482	3482	3482	3482	3482	3482	3344	3013
		450	3089	3089	3089	3089	3089	3089	3089	2965	2675
		500	2779	2779	2779	2779	2779	2779	2779	2668	2406
		600	2310	2310	2310	2310	2310	2310	2310	2220	2000

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	EB5
29-Mar-16	2	Sheet 2 of 2	

SERVICE: Sampling, Chemical Feed	CLASS 300	MATERIAL: STAINLESS STEEL

TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
PRESS, PSIG (1)	720	600	540	495	465	440	430	420	415

TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
PRESS, kPag (1)	4964	4137	3723	3413	3206	3034	2965	2896	2861

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		
PIPE (2)		Sch 40S							Sch 10S											
		ASTM A312 Type 316, Smls (3)																		
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A182, F316, CL 3000 SW							ASME/ANSI B16.9, ASTM A403 WP316 , Smls (3) Butt weld, bore to match pipe											
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A182 F316																		
		CL 300 RF SW							CL 300 RF WN, bore to match pipe											
UNIONS		Not allowed, use flanges as specified above																		
BRANCH CONNECTIONS (4)		SW Tee and Rdcg Tee, ASTM A182 F316							Full size Tee, Rdcg Tee, or Tee and Reducer, ASTM A403 WP316 (Sockolets are only allowed for instrumentation connections)											
BOLTING		Studs, ASTM A193 Gr B8M Cl 2 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 8M																		
GASKETS		CL 300 Spiral Wound 304 SS with Flexicarb Filler, Flexitallic Style CG or equal																		
V A L (5)V E S	BALL (1)																			
	B'FLY																			
	CHECK																			
	GATE																			
	GLOBE																			
M I S C	STRAINER																			
	FLEX HOSE																			
PWHT		NO																		
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		

NOTES:

1. Pressure ratings are for piping and components other than ball valves. Ball valves have lower pressure-temperature ratings based on seat and seal materials. Verify actual service conditions before purchasing ball valves.
2. No allowance for corrosion
3. For Boiler Proper and Boiler External Piping (BEP) use materials per ASME BPVC Section I, PG-9. Types 304L and WP304 materials are not acceptable within Boiler Code boundaries. Use types 304 and WP316 materials.
4. All pressure connections shall be 3/4" (DN 20) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN 20) TOL.
5. BEP valves are identified by a 9000 series valve specification number (ie: valve 227 would be designated 9227).
6. Subcontractor shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 8 materials.

(Continued on sheet 2)

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	EC2
29-Mar-16	2	Sheet 1 of 1	

SERVICE: Sulfuric Acid (2-98%)	CLASS 150	MATERIAL: ALLOY 20 (N08020)

TEMP, F	100	200	300						
PRESS, PSIG	290	260	230						

TEMP, C	38	93	149						
PRESS, kPag	2000	1769	1585						

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		
PIPE (1, 2)		Sch 80S					Sch 40S													
		ASTM B729 Smls or ASTM B464 Welded																		
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM B462, CL 3000 SW					ASTM B366, Smls or Welded Butt weld, bore to match pipe													
FLANGES		ASME/ANSI B16.5																		
		ASTM B462 CL 150 FF SW					ASTM A105 CL 150 Lap Joint with MSS-SP-43 Type A Stub End, ASTM B366													
UNIONS		Not allowed, use flanges as specified above																		
BRANCH CONNECTIONS (3)		SW Tee and Rdcg Tee, ASTM B462					Full size Tee, ASTM B366; Weldolet down to 2 1/2" (DN 65), ASTM B462; Sockolet for 2" (DN 50) and smaller, ASTM B462													
BOLTING		Alloy Steel Studs, ASTM A193 Gr B7 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 2H; or in areas where piping may be exposed to weather or potentially submerged, studs and nuts shall be Alloy 20 mat'l conforming to ASME B16.5																		
GASKETS		1/8" thick PTFE/Filler blend, Garlock Gylon Style 3510 or equal																		
V A L V E S	BALL																			
	B'FLY																			
	CHECK	276A																		
	GATE																			
	GLOBE																			
	DIAPHRAG	601																		
M I S C	STRAINER																			
	HOSE																			
PWHT		NO																		
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		

NOTES:
1. No allowance for corrosion
2. Meets toxic fluid requirements of ASME B31.1, Para. 122.8.2
3. All pressure connections shall be 3/4" (DN 20) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN 20) TOL.
4. Subcontractor shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 45 materials.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	FA
29-Mar-16	2		

SERVICE: Steam	CLASS 150	MATERIAL: ALLOY STEEL

TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
PRESS, PSIG	290	260	230	200	170	140	125	110	95

TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
PRESS, kPag	2000	1793	1586	1379	1172	965	862	758	655

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12 thru 24	26 thru 36
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300 thru 600	650 thru 900
PIPE (1)		Sch 80				Sch 40							Std	
		ASTM A335 P5 Smls												
FITTINGS		ASME B16.11, A182 Gr F5, CL 3000 SW				ASME/ANSI B16.9, ASTM A234 WP5, Smls Butt weld, bore to match pipe								
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A182 Gr F5												
		CL 150 RF SW				CL 150 RF WN or SO, bore to match pipe (3)								
UNIONS		Not allowed, use flanges as specified above												
BRANCH CONNECTIONS (4)		SW Tee and Rdcg Tee, ASTM A182 Gr F5				Full size Tee and Rdcg Tee through three size reduction, ASTM A234 WP5; Weldolet down to 2" (DN 50), ASTM A182 Gr F5 Sockolet for 1-1/2" (DN 40) and smaller, ASTM AA182 Gr F5								
BOLTING		Alloy Steel Studs, ASTM A193 Gr B16 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 7												
GASKETS		CL 150 Spiral Wound 304 SS with Flexicarb Filler, Flexitallic Style LS or equal												
V A L (5)V E S	BALL													
	B'FLY													
	CHECK													
	GATE													
	GLOBE													
M I S C	STRAINER													
	EXP JOINT													
PWHT		NO												
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12 thru 24	26 thru 36
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300 thru 600	650 thru 900

NOTES:

2. All pressure connections shall be 1" (DN 25) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN20) TOL. Except HPS - 11/2"(DN40) SOL and LPS & Feed Water - 11/4"(DN32) SOL.
3. PWHT is not required if nominal material thickness is less than 1/2" (13mm) and the specified carbon content of the material to be welded is 0.15% or less.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	FA1
29-Mar-16	2	Sheet 1 of 1	

SERVICE: Steam, Feedwater, Condensate, Noncondensable G	CLASS 150	MATERIAL: CARBON STEEL

TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
PRESS, PSIG	See Sheet 2								

TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
PRESS, kPag	See Sheet 2								

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12 thru 24	26 thru 36
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300 thru 600	650 thru 900
PIPE (1)		Sch 80				Sch 40							Std	
		ASTM A106 Gr B (2)												
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A105, CL 3000 SW				ASME/ANSI B16.9, ASTM A234 WPB, Smls Butt weld, bore to match pipe								
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A105												ASME B16.47, A105
		CL 150 RF SW				CL 150 RF WN or SO, bore to match pipe (3)								
UNIONS		MSS SP-83, ASTM A105, CL 3000 SW				Not allowed, use flanges as specified above								
BRANCH CONNECTIONS (4)		SW Tee and Rdcg Tee, ASTM A105				Full size Tee and Rdcg Tee through three size reduction, ASTM A234 WPB; Weldolet down to 2" (DN 50), ASTM A105; Sockolet for 1-1/2" (DN 50) and smaller, ASTM A105								
BOLTING		Alloy Steel Studs, ASTM A193 Gr B7 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 2H												
GASKETS		CL 150 Spiral Wound 304 SS with Flexicarb Filler, Flexitallic Style LS or equal												
V A L (5)V E S	BALL													
	B'FLY													
	CHECK	220				262								
	GATE	42				8								
	GLOBE	420												
M I S C	STRAINER	720				740								
	EXP JOINT	870, 873 (6)												
	STEAM TRAP	892												
PWHT		NO (8)												
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12 thru 24	26 thru 36
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300 thru 600	650 thru 900

NOTES:

1. 1/16" (1.58 mm) allowance for corrosion
2. For Boiler Proper and Boiler External Piping (BEP) use materials per ASME BPVC Section I, PG-9.
3. Slip-on flanges are not allowed in BEP piping larger than 4" NPS (DN 100).
4. All pressure connections shall be 3/4" (DN 20) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN 20) TOL. Except HPS - 11/2"(DN40) SOL and LPS & Feed Water - 11/4"(DN32) SOL.
5. BEP valves are identified by a 9000 series valve specification number (ie: valve 262 would be designated 9262).
6. These expansion joints are intended for low temperature condensate service only. They have lower temperature and pressure limitations than the piping. Verify actual service conditions before purchase.
7. Subcontractor shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 1 materials.
8. For weldolets 3" NPS (DN 80) and larger only, postweld heat treatment is required.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	FB3
29-Mar-16	2	Sheet 1 of 2	

SERVICE: Steam, Feedwater, Condensate, Noncondensable G	CLASS 150	MATERIAL: CARBON STEEL

FLANGE RATING	TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
	PRESS, PSIG	285	260	230	200	170	140	125	110	95

PIPE PRESSURE RATING, PSIG (1)

PIPE SIZE						
	SCH 80	1/2	For pipe pressure ratings in the blank area above the line, use flange ratings as limiting values.			
		3/4				
		1				
		1 1/2				
		2				
	SCH 40	2 1/2				
		3				
		4				
		6				
		8				
		10				
	STD	12				
		14				
		16				
		18				
		20				
		24				
		30	268			
		36	223	223	223	

FLANGE RATING	TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
	PRESS, kPag	1965	1793	1586	1379	1172	965	862	758	655

PIPE PRESSURE RATING, kPag (1)

PIPE SIZE						
	SCH 80	15	For pipe pressure ratings in the blank area above the line, use flange ratings as limiting values.			
		20				
		25				
		40				
		50				
	SCH 40	65				
		80				
		100				
		150				
		200				
		250				
	STD	300				
		350				
		400				
		450				
		500				
		600				
		750	1848			
		900	1538	1538	1538	

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	FB3
29-Mar-16	2	Sheet 2 of 2	

SERVICE: Demin Water, Condensate , Instrument Air, Sampling	CLASS 150	MATERIAL: STAINLESS STEEL

TEMP, F	100	200	300	400	500	600	650	700	750
PRESS, PSIG	275	230	205	190	170	140	125	110	95

TEMP, C	38	93	149	204	260	316	343	371	399
PRESS, kPag	1896	1586	1413	1310	1172	965	862	758	655

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
PIPE (1)		Sch 40S					Sch 10S											
		ASTM A312 Type 304L, Smls (2)																
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A182 F304L, CL 3000 SW					ASME/ANSI B16.9, ASTM A403 WP304L , Smls (2) Butt weld, bore to match pipe											
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A182 F304L																
		CL 150 RF SW					CL 150 RF SO or WN, bore to match pipe											
UNIONS		Not allowed, use flanges as specified above																
BRANCH CONNECTIONS (3)		SW Tee and Rdcg Tee, ASTM A182 F304L					Full size Tee, Rdcg Tee, or Tee and Reducer, ASTM A403 WP304L (Sockolets are only allowed for instrumentation connections)											
BOLTING		Studs, ASTM A193 Gr B8M Cl 2 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 8M																
GASKETS		CL 150 Spiral Wound 304 SS with Flexicarb Filler, Flexitallic Style LS or equal																
V	BALL	353					354											
A	B'FLY																	
L	CHECK	225					264											
(4)V	GATE	46					9(5)											
E	GLOBE	427					467(5)											
S																		
M	STRAINER						740, 763											
I	FLEX HOSE	876																
S	EXP JOINT																	
C																		
PWHT		NO																

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600

NOTES:

1. No allowance for corrosion
2. For Boiler Proper and Boiler External Piping (BEP) use materials per ASME BPVC Section I, PG-9. Types 304L and WP304 materials are not acceptable within Boiler Code boundaries. Use types 304 and WP316 materials.
3. All pressure connections shall be 3/4" (DN 20) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN 20) TOL.
4. BEP valves are identified by a 9000 series valve specification number (ie: valve 264 would be designated 9264).
5. Butt weld end valves are preferred for piping sizes 8" NPS (DN 200) and larger.
6. These expansion joints are intended for low temperature water service only. They have lower temperature and pressure limitations than the piping. Verify actual service conditions before purchase.
7. Subcontractor shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 8 materials.
8. Coat and wrap underground gas piping per AWWA C213 and C216 for field joints, or per AWWA C215 and C209 for field joints. Coat and wrap underground water piping per AWWA C214 and C209 for field joints Consult coating manufacturer for service temperature

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	FC
29-Mar-16	2		

SERVICE: Chemical Feed	CLASS 150	MATERIAL: STAINLESS STEEL

TEMP, F	100	200	300	400					
PRESS, PSIG	275	235	215	195					

TEMP, C	38	93	149	204					
PRESS, kPag	1896	1620	1482	1345					

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
PIPE (1, 2)		Sch 80S					Sch 40S											
		ASTM A312 Type 316L, Smls																
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A182 F316L, CL 3000 SW					ASME/ANSI B16.9, ASTM A403 WP316L , Smls Butt weld, bore to match pipe											
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A182 F316L																
		CL 150 FF SW					CL 150 FF WN, bore to match pipe											
UNIONS		Not allowed, use flanges as specified above																
BRANCH CONNECTIONS (3)		SW Tee and Rdcg Tee, ASTM A403 F316L					Full size Tee and Rdcg Tee through three size reduction, ASTM A403 WP316L ; Weldolet down to 2" (DN 50), ASTM A182 F316L ; Sockolet for 1-1/2" (DN 40) and smaller, ASTM A182 F316L												
BOLTING		Studs, ASTM A193 Gr B8M Cl 2 with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr																
GASKETS		1/8" (3 mm) thick PTFE/Filler blend, Garlock Gylon Style 3510 or eq																
VALVES	BALL																	
	B'FLY																	
	CHECK																	
	GATE																	
	GLOBE																	
MISC	STRAINER																	
PWHT		NO																
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600

NOTES:

1. No allowance for corrosion
2. Meets toxic fluid requirements of ASME B31.1, Para. 122.8.2
3. Threaded connections should be avoided but are allowed for sizes 3/4" NPS (DN 20) and smaller.
4. Subcontractor shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 8 materials.
5. For Boiler Proper and Boiler External Piping (BEP) use materials per ASME BPVC Section I, PG-9. Types 304L and WP304 materials are not acceptable within Boiler Code boundaries. Use types 304 and WP316 materials.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	FC2
29-Mar-16	2		

SERVICE: Chilled,Raw, Waste Water, Cooling Water, Service Water	CLASS 125	MATERIAL: CARBON STEEL

TEMP, F	-20 to 150		200					-20 to 150	200	-20 to 150	200					
PRESS, PSIG	200		190					150	135	150	115					
TEMP, C	66		93					66	93	66	93					
PRESS, kPag	1379		1310					1034	931	1034	793					

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2 1/2 thru 10		12	14 thru 24		26 thru 48		50 thru 60		
	DN	15	20	25	40	50	65 thru 250		300	350 thru 600		650 thru 1200		1250 thru 1500		
PIPE (1)		Sch 80				Sch 40			Std	Std		3/8" wall, ANSI/AWWA C200 EFW, from ASTM A283 Gr C plate				
		ASTM A53 Gr B ERW or API 5L Gr B ERW														
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A105, CL 3000 SW				ASME/ANSI B16.9, ASTM A234 WPB, Butt weld, bore to match pipe						or Welded fittings (2)				
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A105										ASME B16.47, ASTM A105				
		CL 150 FF SW				CL 150 FF WN or SO, bore to match pipe, or ANSI/AWWA C207 SO Hub Class D										
UNIONS		MSS SP-83, ASTM A105 CL 3000 SW				Not allowed, use flanges as specified above										
BRANCH CONNECTIONS (3)		SW Tee and Rdcg Tee, ASTM A105				Full size Tee and Rdcg Tee thru three sizes, A234 WPB; Stub-in down to 2 1/2" (DN 65); Weldolet for 2", TOL or SOL for 1-1/2" (DN 40) and less, A105						Stub-in				
BOLTING		Machine Bolts, ASTM A307 Gr B with Hvy Hex Nuts, ASTM A563 Gr A UNC or A194 Gr 2H UNC														
GASKETS		1/8" (3 mm) thick Cloth Inserted Rubber														
V A L V E S	BALL	362				366										
	B'FLY	161														
	CHECK	220				262, 262A				270						
	GATE	42				15										
	GLOBE	420				462										
M I S C	STRAINER	720				730, 740, 741, 765										
	EXP JOINT	870														
	FLOW IND'R															
PWHT		NO														
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2 1/2 thru 10		12 thru 24		26 thru 48		50 thru 60			
	DN	15	20	25	40	50	65 thru 250		300 thru 600		650 thru 1200		1250 thru 1500			

NOTES:

1. 1/16" (1.58 mm) allowance for corrosion
2. Welded fittings are to be of the same material and wall thickness as the pipe. Mitered fittings are acceptable for 600mm and larger.
4. All pressure connections shall be 3/4" (DN 20) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN 20) TOL.
4. Subcontractor shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 1 materials.
5. Coat and wrap underground piping in accordance with ANSI/AWWA C214 and C209 for field joints. Consult coating manufacturer for service temperature conditions and limitations.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	GB
29-Mar-16	2		

SERVICE: Cooling Water	CLASS 125	MATERIAL: CARBON STEEL

TEMP, F							-20 to 150	200	
PRESS, PSIG							150	115	
TEMP, C							66	93	
PRESS, kPag							1034	793	

SIZE	NPS								26 thru 48	50 thru 60
	DN								650 thru 1200	1250 thru 1500

PIPE (1)(6)		3/8" wall, ANSI/AWWA C200 EFW, from ASTM A283 Gr C plate
FITTINGS		ASME/ANSI B16.9, ASTM A234 WPB, Butt weld, bore to match pipe or Welded fittings (2)
FLANGES		ASME B16.47, ASTM A105
		CL 150 FF WN or SO, bore to match pipe, or ANSI/AWWA C207 SO Hub Class D
UNIONS		Not allowed, use flanges as specified above
BRANCH CONNECTIONS (3)		TOL or SOL for 1 1/2" (DN 40) and less, A105 Stub-in for 2" & Larger
BOLTING		Machine Bolts, ASTM A307 Gr B with Hvy Hex Nuts, ASTM A563 Gr A UNC or A194 Gr 2H UNC
GASKETS		1/8" (3 mm) thick Cloth Inserted Rubber

V	BALL		
A	B'FLY		161
L	CHECK		
V	GATE		
E	GLOBE		
S			
M	STRAINER		741
I	EXP JOINT		870
S	FLOW IND'R		
C			
PWHT		NO	

SIZE	NPS								26 thru 48	50 thru 60
	DN								650 thru 1200	1250 thru 1500

NOTES:

1. 1/16" (1.58 mm) allowance for corrosion
2. Welded fittings are to be of the same material and wall thickness as the pipe. Mitered fittings are acceptable for 600mm and larger.
3. All pressure connections shall be 3/4" (DN 20) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN 20) TOL.
4. Subcontractor shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 1 materials.
5. Coat and wrap underground piping in accordance with ANSI/AWWA C214 and C209 for field joints.
   Consult coating manufacturer for service temperature conditions and limitations.
6. Internally coat with one coat of Valspar Hi-build Epoxy Series 78 (or equal) to a min. of DFT of 4.0 mils for size 450mm and larger.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	
29-Mar-16	2		**GB1**

SERVICE: Underground Fire Water	150 WWP	MATERIAL: CARBON STEEL

TEMP, F	-20 to 150	200	-20 to 150	200	-20 to 150	200
PRESS, PSIG	200	190	150	135	150	115

TEMP, C	66	93	66	93	66	93
PRESS, kPag	1379	1310	1034	931	1034	793

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350
PIPE (1)		Sch 80				Sch 40			Sch STD					
		ASTM A53 Gr B ERW or API 5L Gr B ERW												
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A105, CL 3000 SW				ASME/ANSI B16.9, ASTM A234 WPB, Butt weld, bore to match pipe								
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A105												
		CL 150 FF SW				CL 150 FF WN or SO, bore to match pipe, or ANSI/AWWA C207 SO Hub Class D								
UNIONS		MSS SP-83, ASTM A105 CL 3000 SW				Not allowed, use flanges as specified above								
BRANCH CONNECTIONS (3)		SW Tee and Rdcg Tee, ASTM A105				Full size Tee and Rdcg Tee thru three sizes, A234 WPB; Stub-in down to 2 1/2" (DN 65); Weldolet for 2", TOL or SOL for 1-1/2" (DN 40) and less, A105								
BOLTING		Machine Bolts, ASTM A307 Gr B with Hvy Hex Nuts, ASTM A563 Gr A UNC or A194 Gr 2H UNC												
GASKETS		1/8" (3 mm) thick Cloth Inserted Rubber												
VALVES	BALL													
	B'FLY													
	CHECK													
	GATE								13					
	GLOBE													
MISC														
PWHT		NO												
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350

NOTES:

1. 1/16" (1.58 mm) allowance for corrosion
2. All Bolts & Nuts shall be Galvanized and applied anti-seizing solvent(Molybdenum Disulfide).
3. All pressure connections shall be 3/4" (DN 20) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN 20) TOL.
4. Subcontractor shall submit welding procedures meeting ASME BPVC Section IX for P-No. 1 materials.
5. Coat and wrap underground piping in accordance with ANSI/AWWA C214 and C209 for field joints. Consult coating manufacturer for service temperature conditions and limitations.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	GB2
29-Mar-16	2		

SERVICE: Underground BlowDown	150 WWP	MATERIAL: CARBON STEEL

TEMP, F	-20 to 150	200	-20 to 150	200	-20 to 150	200	
PRESS, PSIG	200	190	150	135	150	115	
TEMP, C	66	93	66	93	66	93	
PRESS, kPag	1379	1310	1034	931	1034	793	

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6									
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150									
PIPE (1)		Sch 80 ASTM A53 Gr B ERW or API 5L Gr B ERW																	
FITTINGS		ASME/ANSI B16.9, ASTM A234 WPB, Butt weld, bore to match pipe																	
FLANGES																			
UNIONS																			
BRANCH CONNECTIONS (3)		Full size Tee and Rdcg Tee thru three sizes, A234 WPB; Stub-in down to 2 1/2" (DN 65); Weldolet for 2", TOL or SOL for 1-1/2" (DN 40) and less, A105																	
BOLTING																			
GASKETS																			
VALVES	BALL																		
	B'FLY																		
	CHECK																		
	GATE																		
	GLOBE																		
MISC																			
PWHT		NO																	
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6									
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150									

NOTES:

1. 1/16" (1.58 mm) allowance for corrosion
2. Coat and wrap underground piping in accordance with ANSI/AWWA C214 and C209 for field joints.
   Consult coating manufacturer for service temperature conditions and limitations.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	GB4
29-Mar-16	2		

SERVICE: Service Air	CLASS 125	MATERIAL: GALVANIZED CARBON STEEL

TEMP, F	-20	150	200							
PRESS, PSIG	200	200	190							

TEMP, C	-29	66	93							
PRESS, kPag	1378	1378	1310							

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		
PIPE		Sch 80 Threaded End					Sch 40 Grooved End													
		ASTM A53 Gr B ERW, Galvanized																		
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A105 Galvanized CL 3000 Threaded					Ductile Iron ASTM A536, Gr. 65-45-12 or ASTM A395 Gr. 65-45-15 Galv.with grooved end According to AWWA C606													
FLANGES		A105 Galvanized CL 150 FF Threaded					Ductile Iron ASTM A536, Gr. 65-45-12 or ASTM A395 Gr. 65-45-15 Galv.Flange adapter with grooved end According to AWWA C606													
JOINTS		MSS SP-83, ASTM A105, Galvanized CL 3000 Threaded					Mechanical Coupling With Grooved End According to AWWA C606													
BRANCH CONNECTIONS -2		Ductile Iron ASTM A536, Gr. 65-45-12 or ASTM A395 Gr. 65-45-15 Galv.Galvanized Threaded Mechanical Tee																		
BOLTING		Machine Bolts, ASTM A307 Gr B with Hvy Hex Nuts, ASTM A563 Gr A UNC or A194 Gr 2H UNC																		
GASKETS		1/8" (3 mm) thick Cloth Inserted Rubber																		
V	BALL			362				366												
A	B'FLY																			
L	CHECK							262A												
(2)V	GATE																			
E	GLOBE			463				462												
S																				
M	STRAINER																			
I																				
S																				
C																				
PWHT		---																		
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		

NOTES:

1. 1/16" (1.58 mm) allowance for corrosion
2. All pressure connections shall be 3/4" (DN 20) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN 20) TOL.
3. Components of potable water systems shall be marked or tagged denoting potable water service.
4. Coat and wrap underground piping in accordance with ANSI/AWWA C203, or C213, C214 and C209 for field joints
   Consult coating manufacturer for service temperature conditions and limitations.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION: **GF**
29-Mar-16	2	

SERVICE: Aboveground Firewater	150 WWP	MATERIAL: CARBON STEEL(GALV)

TEMP, F	100	150	200							
PRESS, PSIG	150	150	135							

TEMP, C	38	66	93							
PRESS, kPag	1034	1034	931							

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		
PIPE		Sch 80 Threaded End					Sch 40 Grooved End													
		ASTM A53 Gr B ERW(GALV)																		
FITTINGS		ASME B16.11, ASTM A105 Galvanized CL 3000 Threaded					Ductile Iron ASTM A536, Gr. 65-45-12 or ASTM A395 Gr. 65-45-15 Galv.with grooved end According to AWWA C606													
FLANGES		ASME/ANSI B16.5, ASTM A105 Galvanized CL 150 FF Threaded					Ductile Iron ASTM A536, Gr. 65-45-12 or ASTM A395 Gr. 65-45-15 Galv.Flange adapter with grooved end According to AWWA C606													
JOINTS		MSS SP-83, ASTM A105, Galvanized CL 3000 Threaded					Mechanical Coupling With Grooved End According to AWWA C606													
BRANCH CONNECTIONS -2 (4)		Ductile Iron ASTM A536, Gr. 65-45-12 or ASTM A395 Gr. 65-45-15 Galv.Galvanized Threaded Mechanical Tee																		
GASKETS		1/8" (3 mm) thick Cloth Inserted Rubber																		
V A L V E S	BALL	362																		
	B'FLY																			
	CHECK																			
	GATE								17											
	GLOBE																			
M I S C																				
PWHT		NO																		
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		

NOTES:

1. 1/16" (1.58 mm) allowance for corrosion
2. All pressure connections shall be 3/4" (DN 20) SOL and all temperature connections shall be 3/4" (DN 20) TOL.
3. Not Used.
4. All Bolts & Nuts shall be Galvanized and applied anti-seizing solvent(Molybdenum Disulfide)
5. Coat and wrap underground piping in accordance with ANSI/AWWA C203 and C209 for field joints.
   Consult coating manufacturer for service temperature conditions and limitations.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION: **GF1**
29-Mar-16	2	

SERVICE: Sodium Hypochlorite	150 WWP	MATERIAL: CPVC PLASTIC

TEMP, F	73	80	100	120	140	160	180	200	
PRESS, PSIG	150	135	105	80	60	45	35	20	

TEMP, C	23	27	38	49	60	71	82	93	
PRESS, kPag	1034	931	724	552	414	310	241	138	

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		
PIPE	Sch 80 ASTM F441 Chlorinated Polyvinyl Chloride (CPVC) Plastic, CL 23447-B																			
FITTINGS	ASTM F439, Socket type CPVC, Sch 80, ASTM F493 solvent cement																			
FLANGES	ASTM F439, FF Socket type CPVC, dimensions to ASME/ANSI B16.5 CL 150																			
JOINTS	Socket type Coupling, CPVC, Sch 80																			
BRANCH CONNECTIONS	Socket type Tee and Reducing Bushing																			
BOLTING	Machine Bolts, ASTM A307 Gr B with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 2H UNC or A563 Gr A UNC																			
GASKETS	1/8" (3 mm) thick full Viton																			
VALVES	BALL																			
	B'FLY																			
	CHECK																			
	GATE																			
	GLOBE																			
MISC	STRAINER																			
PWHT	---																			
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24		
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600		

NOTES:

1. For outdoor, sunlight exposed installations, painting with two coats of heavily pigmented, light colored, exterior water base latex paint is required.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	GH2
29-Mar-16	2		

SERVICE: Underground Waste Water	120 WWP	MATERIAL: POLYETHYLENE

TEMP, F	73	80	90	100	110	120	130	140	
PRESS, PSIG	120	113	105	94	85	75	68	60	

TEMP, C	23	27	32	38	43	49	54	60	
PRESS, kPag	827	779	724	648	586	517	469	414	

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
(IPS)	DN	15	20	25	40	50	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
PIPE		SDR 13.6 ASTM D3035				SDR 13.6 ASTM F714														
		PN 10, PE 80 Polyethylene, ASTM D3350 Cell Classification 345434C																		
FITTINGS (1)		SDR 13.6 Molded Butt-type, ASTM D3261				SDR 13.6 Molded Butt-type, ASTM D3261, or SDR 13.6 Fabricated Butt-type, ASTM F714														
FLANGES (2)						PE 3408 Polyethylene Flange Adapter with Ductile Iron Back-Up Flange to match ASME/ANSI B16.5, CL 150														
UNIONS		Not allowed, use flanges as specified above																		
BRANCH CONNECTIONS		Tee or Branch Saddle Reducing Tee																		
BOLTING		Machine Bolts, ASTM A307 Gr B with Hvy Hex Nuts, ASTM A563 Gr A UNC or A194 Gr 2H UNC																		
GASKETS		1/8" (3 mm) thick Cloth Inserted Rubber or, if required for chemical resistance, 1/8" (3 mm) thick PTFE, Garlock CHEMREX or equal																		
V A L (2)V E S	BALL																			
	B'FLY																			
	CHECK																			
	GATE								13											
	GLOBE																			
M I S C	STRAINER																			
PWHT		---																		
SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
(IPS)	DN	15	20	25	40	50	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700

NOTES:

1. Piping 3" IPS (DN 80) and smaller can be cold bent with a minimum radius of curvature equal to 30 pipe diameters.
2. Flanges and valves shall be coated according to ANSI/AWWA C110/A21.10.
3. Piping shall be installed in accordance with ASTM D2321 and manufacturer's recommendations.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	GL1
29-Mar-16	2		

SERVICE: Waste Water	150 WWP	MATERIAL: FRP

TEMP, F	73	80	100	120	140	160	180	200	
PRESS, PSIG	150	135	105	80	60	45	35	20	

TEMP, C	23	27	38	49	60	71	82	93	
PRESS, kPag	1034	931	724	552	414	310	241	138	

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2.5	3	4	6	8	10	12	14	16					
	DN	15	20	25	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400					

PIPE (2)		Filament-wound fiberglass reinforced epoxy pipe with Taper/ Taper male and female adhesive joint. ASTM D-2310 & D-2996 Classification: RTRP-11 FE
FITTINGS (2)		Filament-wound fiberglass reinforced epoxy with integral taper socket ends ASTM D-2310 & D-2996 Classification: RTRP-11 FE
FLANGES (2)		Heavy-Duty filament-wound flanges with Taper-Taper adhesive bonded socket ends drillings : ANSI B16.5 Class 150 Filament-wound Stub-end flanges with Taper-Taper adhesive bonded socket ends and steel backing rings drillings : ANSI B16.5 Class 150
JOINTS (4)		Filament-wound couplings with integral Taper-Taper adhesive bonded socket ends ASTM D-2310 & D-2996 Classification: RTRP-11 FE
BRANCH CONNECTIONS	Filament-wound pipe saddles with stainless steel, ½ inch or ¾ inch Fabricated flanged reducing saddles	Filament-wound Tees, 45° Lateral, Cross, Reducing Tee, with integral Taper-Taper adhesive bonded socket ends
BOLTING (5)	Machine Bolts, ASTM A307 Gr B with Hvy Hex Nuts, ASTM A194 Gr 2H UNC or A563 Gr A UNC and plain washer ANSI/ASTM F436	
GASKETS	3 mm (⅛ inch) thick Full-face or raised face gasket of a reinforced elastomer or compressed fiber	

V	BALL	362	
A	B'FLY		161
L	CHECK		262A
V	GATE		15
E	GLOBE	420	
S			
M	STRAINER		
I	EXP JOINT		
S	FLOW IND'R		
C			

PWHT	NO

SIZE	NPS	1/2	3/4	1	1.5	2	2 thru 10		12 thru 24	26 thru 48	50 thru 60		
	DN	15	20	25	40	50	thru 250		300 thru 600	650 thru 1200	1250 thru 1500		

NOTES:

1. Other configurations are available on request. Consult manufacturer.
2. Pipes, fittings and flanges shall be coated with UV proctection.
3. Piping shall be installed in accordance with manufacturer's recommendations.
4. Moulded flange should not be connected to wafer valves or raised face steel flange.
5. All bolt to be tightened as per manufacturer's recommended torque. Do not exceed the torque increments given in RECOMMENDED BOLT TORQUE.

DATE	REV	PIPING MATERIAL SPECIFICATION:	GR
29-Mar-16	2		

REV.	DATE	DESCRIPTION	DRAWN	DESIGNED	CHECKED	APPROVED	STATUS
1	15-Apr-15	Issued for Construction	-	RD	LAX/SKM	GPJ	C
0	26-Sept-14	Issued for Construction	-	RD	LAX/SKM	GPJ	C
A	21-July-14	Issued for Reference	-	RD	LAX/SKM	GPJ	R

JEL STAMP

FOR CONSTRUCTION

OWNER'S APPROVAL STAMP

OWNER

SIAM PURE RICE COMPANY LIMITED
71 AGR Building, Charoen Rat Road, Bang Khlo, Bang Kho Laem, Bangkok 10120.

SPR
TE
TJEL

OWNER'S ENGINEER

TRACTEBEL ENGINEERING LTD.
TRACTEBEL Engineering GDF SUEZ
12Th Fl., Park Ventures Ecoplex, 57 Wireless Road, Lumpini, Pathumwan, Bangkok 10330.

PROJ
P&E
PIPING
C&S
T&V

THE CONSORTIUM OF

OFFSHORE CONSORTIUM MEMBER

JURONG ENGINEERING LIMITED
25 Tanjong Kling Road,
Singapore 628050.

ONSHORE CONSORTIUM MEMBER

THAI JURONG ENGINEERING LIMITED
75/43 Ocean Tower2, 22nd Floor,
Sukhumvit 19, North Klongtoey,
Wattana, Bangkok 10110.

ELEC
INST
PROC

OWNER CONTRACT NO.: -

PROJECT: **SPR 120MW SPP PROJECT**

SCALE: NTS

PROJECTION

TITLE: **GA DRAWINGS FOR GAS COMPRESSOR &MOTOR**

TOTAL
DISTRIBUTION

Jurong Engineering Limited

JOB NO.: **20036**

JEL DRAWING NO.: **C515-003**

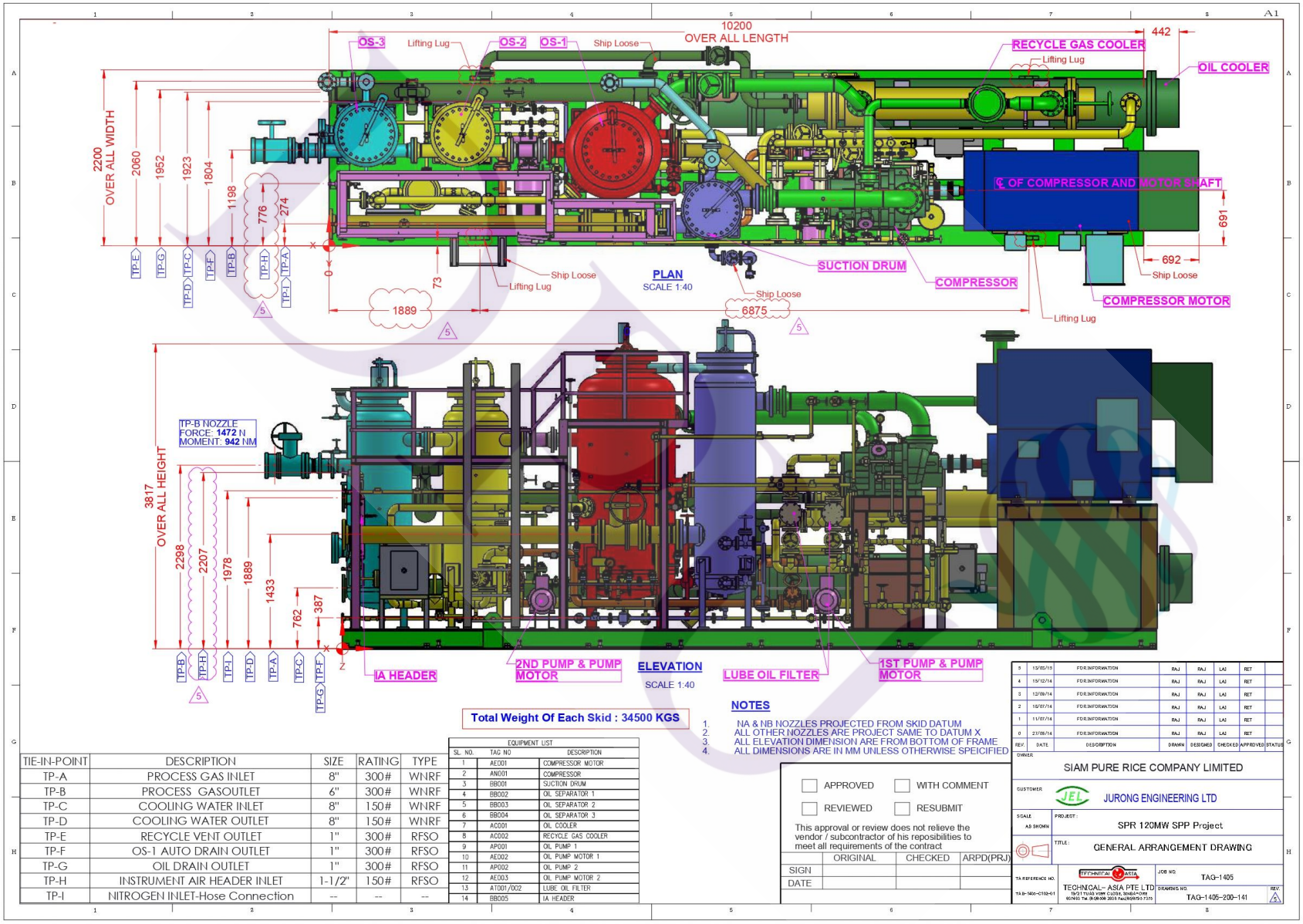
PROJECT DRAWING NO.: SPR-10-EKG-GA-M4004

REV. NO.: 1

JURONG ENGINEERING LIMITED

INDEX

Sl.No	Vendor Dwg/Doc. No	Rev	Vendor Drawing Title	Project Dwg No. / Rev	Remarks
1	TAG-1405-200-141	3	GA DRAWINGS FOR GAS COMPRESSOR &MOTOR	SPR-10-EKG-GA-M4004_Rev_0	2 sheets(superseeded)
2	TAG-1405-200-141	5	GA DRAWINGS FOR GAS COMPRESSOR &MOTOR	SPR-10-EKG-GA-M4004_Rev_1	2 sheets



Total Weight Of Each Skid : 34500 KGS

NOTES

1. NA & NB NOZZLES PROJECTED FROM SKID DATUM
2. ALL OTHER NOZZLES ARE PROJECT SAME TO DATUM X
3. ALL ELEVATION DIMENSION ARE FROM BOTTOM OF FRAME
4. ALL DIMENSIONS ARE IN MM UNLESS OTHERWISE SPEICIFIED

TIE-IN-POINT	DESCRIPTION	SIZE	RATING	TYPE
TP-A	PROCESS GAS INLET	8"	300#	WNRF
TP-B	PROCESS GASOUTLET	6"	300#	WNRF
TP-C	COOLING WATER INLET	8"	150#	WNRF
TP-D	COOLING WATER OUTLET	8"	150#	WNRF
TP-E	RECYCLE VENT OUTLET	1"	300#	RFSO
TP-F	OS-1 AUTO DRAIN OUTLET	1"	300#	RFSO
TP-G	OIL DRAIN OUTLET	1"	300#	RFSO
TP-H	INSTRUMENT AIR HEADER INLET	1-1/2"	150#	RFSO
TP-I	NITROGEN INLET-Hose Connection	--	--	--

EQUIPMENT LIST

SL. NO.	TAG NO	DESCRIPTION
1	AE001	COMPRESSOR MOTOR
2	AN001	COMPRESSOR
3	BB001	SUCTION DRUM
4	BB002	OIL SEPARATOR 1
5	BB003	OIL SEPARATOR 2
6	BB004	OIL SEPARATOR 3
7	AC001	OIL COOLER
8	AC002	RECYCLE GAS COOLER
9	AP001	OIL PUMP 1
10	AE002	OIL PUMP MOTOR 1
11	AP002	OIL PUMP 2
12	AE003	OIL PUMP MOTOR 2
13	AT001/002	LUBE OIL FILTER
14	BB005	IA HEADER

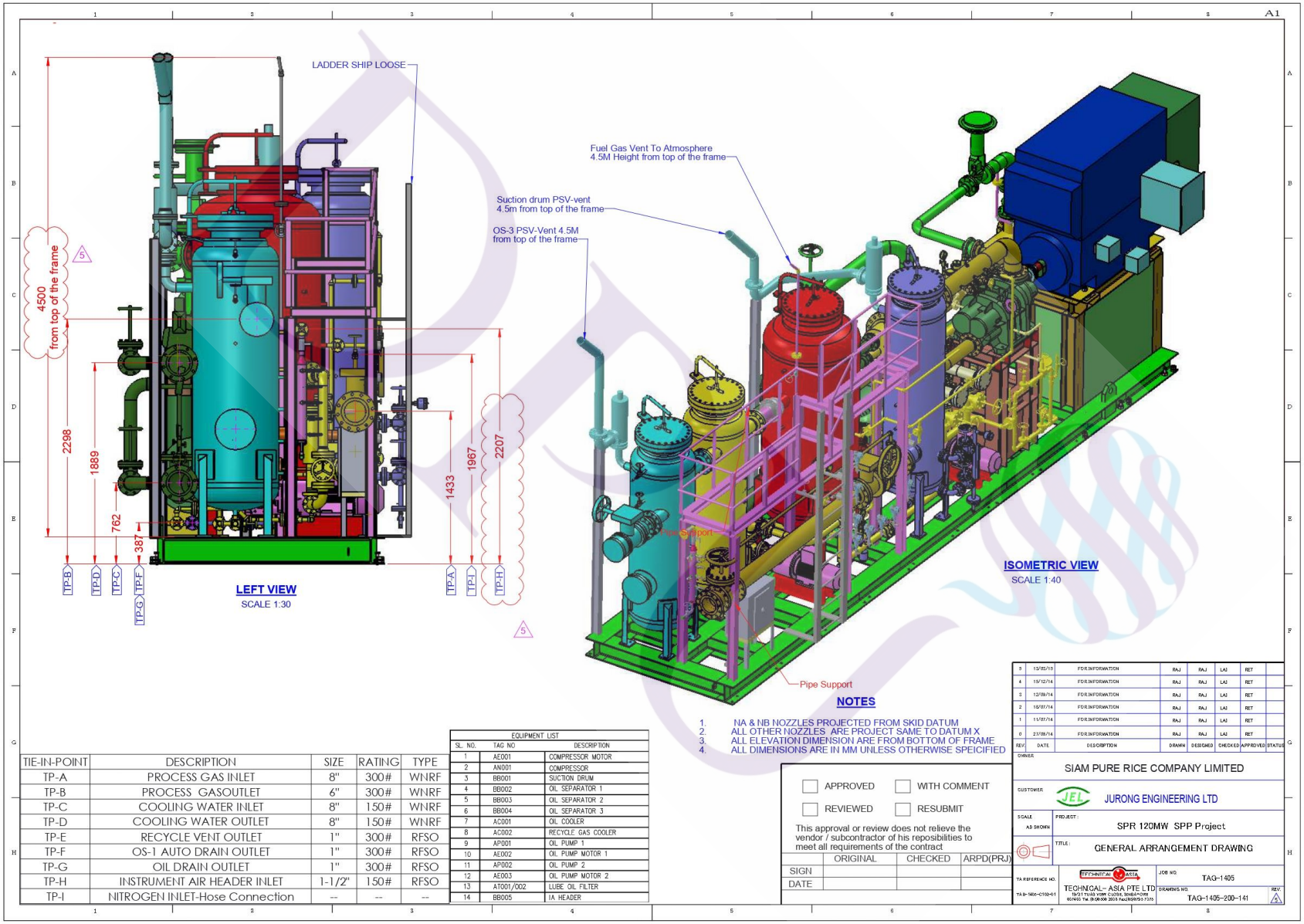
APPROVED ☐ WITH COMMENT ☐
REVIEWED ☐ RESUBMIT ☐

This approval or review does not relieve the vendor / subcontractor of his reposibilities to meet all requirements of the contract

	ORIGINAL	CHECKED	ARPD(PRJ)
SIGN			
DATE			

REV.	DATE	DESCRIPTION	DRAWN	DESIGNED	CHECKED	APPROVED	STATUS
5	13/03/15	FOR INFORMATION	RAJ	RAJ	LAI	RET	
4	15/12/14	FOR INFORMATION	RAJ	RAJ	LAI	RET	
3	12/09/14	FOR INFORMATION	RAJ	RAJ	LAI	RET	
2	10/07/14	FOR INFORMATION	RAJ	RAJ	LAI	RET	
1	11/07/14	FOR INFORMATION	RAJ	RAJ	LAI	RET	
0	27/09/14	FOR INFORMATION	RAJ	RAJ	LAI	RET	

OWNER: SIAM PURE RICE COMPANY LIMITED
CUSTOMER: JURONG ENGINEERING LTD
SCALE: AS SHOWN
PROJECT: SPR 120MW SPP Project
TITLE: GENERAL ARRANGEMENT DRAWING
TA REFERENCE NO.: TA-B-1405-C102-01
TECHNICAL ASIA
TECHNICAL- ASIA PTE LTD
JOB NO.: TAG-1405
DRAWING NO.: TAG-1405-200-141
REV.: A



TIE-IN-POINT	DESCRIPTION	SIZE	RATING	TYPE
TP-A	PROCESS GAS INLET	8"	300#	WNRF
TP-B	PROCESS GASOUTLET	6"	300#	WNRF
TP-C	COOLING WATER INLET	8"	150#	WNRF
TP-D	COOLING WATER OUTLET	8"	150#	WNRF
TP-E	RECYCLE VENT OUTLET	1"	300#	RFSO
TP-F	OS-1 AUTO DRAIN OUTLET	1"	300#	RFSO
TP-G	OIL DRAIN OUTLET	1"	300#	RFSO
TP-H	INSTRUMENT AIR HEADER INLET	1-1/2"	150#	RFSO
TP-I	NITROGEN INLET-Hose Connection	--	--	--

EQUIPMENT LIST

SL. NO.	TAG NO	DESCRIPTION
1	AE001	COMPRESSOR MOTOR
2	AN001	COMPRESSOR
3	BB001	SUCTION DRUM
4	BB002	OIL SEPARATOR 1
5	BB003	OIL SEPARATOR 2
6	BB004	OIL SEPARATOR 3
7	AC001	OIL COOLER
8	AC002	RECYCLE GAS COOLER
9	AP001	OIL PUMP 1
10	AE002	OIL PUMP MOTOR 1
11	AP002	OIL PUMP 2
12	AE003	OIL PUMP MOTOR 2
13	AT001/002	LUBE OIL FILTER
14	BB005	IA HEADER

REV	DATE	DESCRIPTION	DRAWN	DESIGNED	CHECKED	APPROVED	STATUS
5	13/03/15	FOR INFORMATION	RAJ	RAJ	LAI	RET	
4	15/12/14	FOR INFORMATION	RAJ	RAJ	LAI	RET	
3	12/09/14	FOR INFORMATION	RAJ	RAJ	LAI	RET	
2	10/07/14	FOR INFORMATION	RAJ	RAJ	LAI	RET	
1	11/07/14	FOR INFORMATION	RAJ	RAJ	LAI	RET	
0	27/09/14	FOR INFORMATION	RAJ	RAJ	LAI	RET	

REV.	DATE	DESCRIPTION	DRAWN	DESIGNED	CHECKED	APPROVED	STATUS
0	17-DEC-14	Issued for Construction	-	RD	LAX/SKM	GPJ	C
A	27-AUG-14	Issued for Reference	-	RD	LAX/SKM	GPJ	R

JEL STAMP

OWNER'S APPROVAL STAMP

SPR
TE
TJEL
PROJ
P&E
PIPING
C&S
T&V
ELEC
INST
PROC
TOTAL
DISTRIBUTION

OWNER

SIAM PURE RICE COMPANY LIMITED
71 AGR Building, Charoen Rat Road, Bang Khlo, Bang Kho Laem, Bangkok 10120.

OWNER'S ENGINEER

TRACTEBEL ENGINEERING LTD.
Unit 1903-1905,19Th Fl., Two Pacific Place Building,142 Sukhumvit Road, Kwaeng Klongtoey, Khet Klongtoey, Bangkok 10110.

THE CONSORTIUM OF

OFFSHORE CONSORTIUM MEMBER

JURONG ENGINEERING LIMITED
25 Tanjong Kling Road,
Singapore 628050.

ONSHORE CONSORTIUM MEMBER

THAI JURONG ENGINEERING LIMITED
75/43 Ocean Tower2, 22nd Floor,
Sukhumvit 19, North Klongtoey,
Wattana, Bangkok 10110.

OWNER CONTRACT NO.
-

PROJECT
SPR 120MW SPP PROJECT

SCALE
NTS

PROJECTION

TITLE:
DATASHEET FOR GAS COMPRESSOR&AUXILIARIES

Jurong Engineering Limited

JOB NO.
20036

JEL DRAWING NO.
C515-001

PROJECT DRAWING NO.
SPR-10-EKG-DS-M4002

REV. NO.
0

JURONG ENGINEERING LIMITED

INDEX

Sl.No	Vendor Dwg/Doc. No	Rev	Vendor Drawing Title	Project Dwg No. / Rev	Remarks
1	TAG-1405-200-161	1	GAS COMPRESSOR PERFORMANCE DATA	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_A	Superseded
2	UHEX-GC-052	-	GAS COOLER DATA SHEET	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_A	Superseded
3	UHEX-OC-053	-	OIL COOLER DATA SHEET	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_A	Superseded
4	TMEIC (PAGE P11-P16)	1	MOTOR DATASHEET & CURVES	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_A	Superseded
5	TAG-1405-200-161	1	GAS COMPRESSOR PERFORMANCE DATA	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
6	UHEX-GC-052	7a	GAS COOLER DATA SHEET	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
7	UHEX-OC-053	9	OIL COOLER DATA SHEET	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
8	TMEIC (PAGE P11-P16)	1	MOTOR DATASHEET & CURVES	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
9	-	-	AA201 Vent Valve	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
10	-	-	AA-202 Recycle Valve	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
11	-	-	AA-203 Oil Pressure Control Valve	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
12	-	-	AA204 Water Shut Off Valve	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
13	-	-	AA-205 Injection Oil Control Valve	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
14	-	-	AA-206 Oil Return Shut Off Valve	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
15	-	-	AA301,302 PSV	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
16	-	-	AT001,002 Oil Filter Element	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
17	TAG-1405-200-181B	0	OS1 BB002 (1st stage oil seperator) GA	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
18	TAG-1405-200-181C	0	OS2 BB003(2nd stage oil seperator) GA	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
19	TAG-1405-200-181D	0	OS3 BB004(3nd stage oil seperator) GA	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
20	-	-	OS1,OS2 BB002, BB003 Coalesce Element	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
21	-	-	OS3 BB004 Coalesce Element	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
22	-	-	SD BB001 Suction Strainer	SPR-10-EKG-DS-M4002_Rev_0	
23			Lubrication list		

TECHNICAL ASIA				
	Job No	TAG-1405		
For	SIAM PURE RICE			
Site	THAILAND	DocumentNo.	TAG-1405-200-161	
Service	WEST GAS	No. Required	**3 X 50%**	
Manufacturer	TA / GRASSO	Driver	Electric Motor	
Model	ZP-Y23H-52			
Case		Case 1	Case 2	Case 3
Theor. Swept Volume	[m3/h]	2398	2398	2398
Fixed VI		2.3	2.3	2.3
Speed	[1/min]	2950	2950	2950
Gas Description :				
Molecular Mass	[kg/mol]	20.854	20.854	20.854
Suction Pressure	[bar.G]	7.70	7.70	7.70
Discharge Pressure	[bar.G]	31.50	31.50	31.50
Pressure Ratio		3.74	3.74	3.74
Suction Temperature	[oC]	25.0	25.0	25.0
Slide Valve Position	[%]	98.5	96.5	78.1
Suction Volume Flow	[%]	91.0	86.0	64
Suction Volume Flow	[m3/h]	1909.5	1804.6	1343.0
Norm Volume Flow	[Nm3/h]	15024.5	14199	10566.7
Suction Mass Flow	[kg/h]	14274.2	13489.9	10039
Discharge Temperature	[oC]	100.0	100.0	100.0
Discharge Volume Flow	[m3/h]	639.7	604.6	449.9
Driving Power	[Kw]	1038.7	990.2	796
Functional Oil Flow	[l/min]	130.9	130.9	130.9
Injection Oil Flow	[l/min]	281.5	265.3	208.1
Total Oil Flow	[l/min]	412.5	396.2	339
Oil Inlet Temperature	[oC]	55.0	55.0	55.0

HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Page 1

SI Units

				Job No.			
Customer	Technical Asia Pte Ltd			Reference No.	UHEX-GC-052		
Address				Proposal No.	TAG-1405		
Plant Location				Date		Rev. 7A	
Service of Unit	GAS COOLER			Item No.			
Size	381x2996 mm	Type BEM	Horz.	Connected In	1 Parallel	1 Series	
Surf/Unit (Gross/Eff	22.62 / 21.55 m2	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gros	22.62 / 21.55 m2		

PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		NATURAL GAS		COOLING WATER	
Fluid Quantity, Total	kg/hr	7,100.00		27,800.00	
Vapor (In/Out)		7,100.00	7,100.00		
Liquid				27,800.00	27,800.00
Steam					
Water				27,800.00	27,800.00
Noncondensables					
Temperature (In/Out)	C	105.00	60.00	38.00	45
Specific Gravity		0.69		0.9956	0.9920
Viscosity	mN-s/m2	0.0155	0.0143	0.7644	0.6291
Molecular Weight, Vapor		20.1			
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat	kJ/kg-C	2.1500	2.1380	4.1790	4.1782
Thermal Conductivity	W/m-C	0.0430	0.0383	0.6181	0.6314
Latent Heat	kJ/kg				
Inlet Pressure	BarA	32.00		2.50	
Velocity	m/s	1.75		1.05	
Pressure Drop, Allow/Calc	BarA		0.40		0.15
Fouling Resistance (min)	m2-K/W	0.000176		0.000176	

Heat Exchanged W	224,500	MTD (Corrected)	32.2 C		
Transfer Rate, Service	448.00 W/m2-K	Clean	783.4 W/m2-K	Actual	536.6 W/m2-K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

			Shell Side	Tube Side
Design/Test Pressure		BarA	42 /	10 /
Design Temperature		C	160.00	70.00
No Passes per Shell			1	2
Corrosion Allowance		mm	1.6	1
Connections Size & Rating	In	mm	1 @ 6" NB	1 @ 4" NB
	Out	mm	1 @ 8" NB	1 @ 4" NB
	Intermediate		@	@

Tube No.	120	OD 19.050 mm	Thk. (Ave) 2.11 mm	Length 3000 mm	Pitch 25.4 mm	Layout 30	
Tube Type	Plain			Material	SA 213M TP 304		
Shell SA106 B	ID 381 mm		OD mm	Shell Cover	NA		
Channel or Bonnet	SA106 B			Channel Cover	SA234 WPB		
Tubesheet-Stationary	SA 516M GR. 485			Tubesheet-Floating	NA		
Floating Head Cover	NA			Impingement Plate	None		
Baffles-Cross	SA36	Type SINGLE-SEG.	%Cut (Diam) 29.5	Spacing 250 mm		Inlet 360 mm	
Baffles-Long	NA		Seal Type			NA	
Supports-Tube	NA		U-Bend	Type		NA	
Bypass Seal Arrangement	NA		Tube-Tubesheet Joint	Strength Weld			
Expansion Joint	NA		Type			NA	
Rho-V2-Inlet Nozzle			Bundle Entrance	Bundle Exit		kg/m-s2	
Gaskets-Shell Side	NA		Tube Side	Comprofile			
-Floating Head	NA						
Code Requirements				TEMA Class		R	
Weight/Shell		Filled with water		Bundle		kg	

Remarks: 1) AMSE "U" Stamped.

2) Approximate 12% overdesigned.

2) Recycled Gas flow required is 5000 kg/hr. However cooler is designed to bypass 100% of gas flow at 14170 kg/hr.

HEAT EXCHANGER SPECIFICATION SHEET

Page 1

SI Units

				Job No.	TAG-1405		
Customer	TECHNICAL ASIA			Reference No.			
Address				Proposal No.	UHEX-HEX-063		
Plant Location				Date		Rev. 9	
Service of Unit	OIL COOLER			Item No.			
Size	584.2x5000 mm	Type BEM	Horz.	Connected In	1 Parallel	1 Series	
Surf/Unit (Gross/Eff	141.39 / 134.65 m2	Shell/Unit	1	Surf/Shell (Gros	141.39 / 134.65 m2		

PERFORMANCE OF ONE UNIT

Fluid Allocation		Shell Side		Tube Side	
Fluid Name		ISO VG 68 (Turbine Oil)		COOLING WATER	
Fluid Quantity, Total	kg/hr	30,500.00		118,710.00	
Vapor (In/Out)					
Liquid		30,500.00	30,500.00	118,710.00	118,710.00
Steam					
Water				118,710.00	118,710.00
Noncondensables					
Temperature (In/Out)	C	105.00	60.00	38.00	45
Specific Gravity		0.8594	0.8782	0.9956	0.9920
Viscosity	mN-s/m2	8.3490	31.978	0.7644	0.6291
Molecular Weight, Vapor					
Molecular Weight, Noncondensables					
Specific Heat	kJ/kg-C	2.0070	2.0755	4.1790	4.1782
Thermal Conductivity	W/m-C	0.1303	0.1303	0.6181	0.6314
Latent Heat	kJ/kg				
Inlet Pressure	BarG	31.00		2.00	
Velocity	m/s	1.2		1.50	
Pressure Drop, Allow/Calc	BarG		0.3		0.25
Fouling Resistance (min)	m2-K/W	0.000172		0.000344	

Heat Exchanged W	962,500	MTD (Corrected)	32.2 C		
Transfer Rate, Service	222.00 W/m2-K	Clean	337 W/m2-K	Actual	322.5 W/m2-K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL

Sketch (Bundle/Nozzle Orientation)

			Shell Side	Tube Side
Design/Test Pressure		BarG	41 /	10 /
Design Temperature		C	130.00	60.00
No Passes per Shell			1	2
Corrosion Allowance		mm	1	1
Connections Size & Rating	In	mm	1 @ 4" NB	1 @ 8" NB
	Out	mm	1 @ 4" NB	1 @ 8" NB
	Intermediate		@	@

Tube No.	432	OD 19.05 mm	Thk. (Min.) 2.11 m		Length 5000 mm	Pitch 23.8 mm	Layout 30
Tube Type	Low Fin				Material	SA213M TP 304	
Shell SA 516M Gr. 485		ID 584.2 mm	OD	mm	Shell Cover	NA	
Channel or Bonnet		SA 516M Gr. 485			Channel Cover		
Tubesheet-Stationary		SA 516M Gr. 485			Tubesheet-Floating	NA	
Floating Head Cover		NA			Impingement Plate	None	
Baffles-Cross	SA36	Type SINGLE-SEG.	%Cut (Diam) 25.5				
Baffles-Long		NA	Seal Type			NA	
Supports-Tube		NA	U-Bend		Type	NA	
Bypass Seal Arrangement		NA	Tube-Tubesheet Joint		Strength Weld		
Expansion Joint		NA	Type			NA	
Rho-V2-Inlet Nozzle			Bundle Entrance		Bundle Exit	kg/m-s2	
Gaskets-Shell Side		NA	Tube Side		Comprofile		
-Floating Head		NA					
Code Requirements					TEMA Class	R	
Weight/Shell			Filled with Water		Bundle	kg	

Remarks: 1) ASME "U" stamped

(6)

TMEIC
We drive industry

P-11

1, MOTOR PERFORMANCE DATA

MOTOR DATA SHEETS

Item 10EKH21-AE001 / 10EKH22-AE001 / 10EKH23-AE001 ⚠1

Manufacturer	TMEIC
Mark or Item No.	
Quantity	3
Model/Size	ICFT-CHNWXN11
Frame No.	450-1400
Kilowatt, KW (at each speed)	1200kW
Rated Voltage, V	6600V
Thermal Reserve Margin (°C)	25 deg.C
Enclosure type	TEAAC, IP55
Type: Single Speed	Yes (Single speed)
Two Speed Single Winding	-
Other	-
Full Load Speed, RPM	2965 RPM
Full Load Current, AMP	120 A
Locked Rotor Current, AMP	720 A
Space Htrs., Watts (If Specified)	110 W
Net Weight , Kg	7400 kg
Full Load Torque in Nm	3863 Nm
Mounting Arrangement	IBM3
Description of Insulation System	VPI System
Insulation Class (B,F,H)	F
Temperature Rise (B,F) at (without thermal reserve)	B
Bearing Type	Sleeve
P.F Full Load	0.925
Eff. Full Load, %	95.2
Locked Rotor AMP	720 A
Thrust-Vertical Motors:	
Load Thrust Requirement (Kg)	None
Motor Thrust Bearing Rating (Kg)	None

(7)

TMEIC
We drive industry

P-12

	Startup	50%Load	75%Load	100%Load
Efficiency		93.6%	94.8%	95.2%
Power Factor	14.7%	89.9%	92.1 %	92.5%
Starting Torque, % FL				70%
Breakdown Torque, % FL				220%
Permissible Starts Per Hr With:				
Motor At Ambient Temp.				3 times
Motor At Rated Total Temp.				2 times
Description of Insulation System				VPI System
Full Load Temp. Rise				90deg.C by RTD
Insulation class (B,F,H)				F
Accel. Time, Fully Loaded				
With 100% V, Sec.				5 sec.
With 80% V, Sec.				12 sec.
With 0% V, Sec.				-
Safe Stall Time at 100% Voltage, Sec.				10/17 sec. (H / C)
$\frac{GD^2}{4}$ of Rotor , kg-m^2				27.7kgm2
Sound Level, DB				85 dB(A) at no load
Areae classification (IEC)				(2) Class 1,Zone 2,Group A, T3
Paint color (Munsell)				(2) 2.5PB 6/2
Direction of rotation (Viewed from DE)				(2) CCW
Ambient temperature				(2) 15 to 40deg.C

(8)

TMEIC
We drive industry

P-13

ELECTRICAL PERFORMANCE DATA
(DESIGN VALUE)

TMEIC ORDER NO. : 7R3007SMMD100

No.	Item	Item No.	1	2	3	4	Remarks
1	Motor No.	-					
2	Quantity	unit(s)	3	1			
3	Type-Form	-	ICFT-CHNWXN11				
4	Number of poles	-	2				
5	Rated output	kW	1,200				
6	Rated voltage	V	6,600				
7	Rated frequency	Hz	50				
8	Insulation class	-	F				
9	Temperature rise	deg.C	90				By RTD
10	Frame size	-	450-1400				
11	Rated speed	rpm	2,965				
12	Rated current	A	120				
13	Locked rotor current	%	600				Guarenteed Value (with tolerance)
14	Efficiency at 100% Load at 75% Load at 50% Load	% % %	95.2 94.8 93.6				Design value by IEC 60034 Equivalent circuit
15	Power factor at 100% Load at 75% Load at 50% Load	% % %	92.5 92.1 89.9				Design value by IEC 60034 Equivalent circuit
16	Locked rotor torque	%	70				
17	Pull-up torque	%	70				
18	Breakdown torque	%	220				
19	Rotor GD2	kgm2	111				
20	Sound pressure level	dB(A)	85				Guarenteed at no-load from 1m (Average of 4 key points)
21	Safe stall time (Hot / Cold)	s	10 / 17				
22	Remarks						

[Note] This datasheet shows 1) design value. (not guaranteed).
2) data for sine wave power.

E140427-A		
Approved	H.Ogawa	2014/7/24
Reviewed	H.Ogawa	2014/7/24
Prepared	K.Yamaguchi	2014/7/24

TMEIC
We drive industry

2, MOTOR CURVES

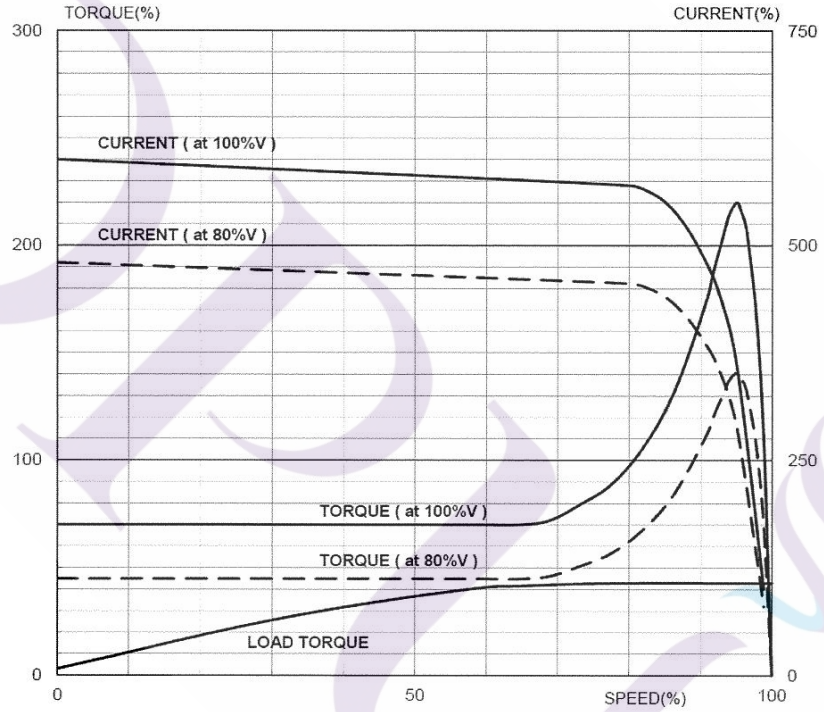
e-design 005 Ver0.0

STARTING CHARACTERISTIC CURVE

Order No.	7R30078MM0100

Type	ICFT	Form	CHNWXN11	Ins.Class	F
Pole	2	Voltage[V]	6600	Rating	S1
Output(kW)	1200	Frequency[Hz]	50	Frame No.	450-1400
Rated Speed [min^{-1}]	2965	J_M (=GD^2/4) (kgm^2)	27.75	J_L (=GD^2/4) (kgm^2)	0.47

Starting Time (sec) at 100%V 5 at 80%V 12 Rated Current : 120 (A)



DESIGN VALUE (NOT GUARANTEED)

E140428-A		
Approved	H.Ogawa	2014/7/26
Reviewed	H.Ogawa	2014/7/26
Prepared	K.Yamaguchi	2014/7/26

TMEIC We drive industry TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION

(10)

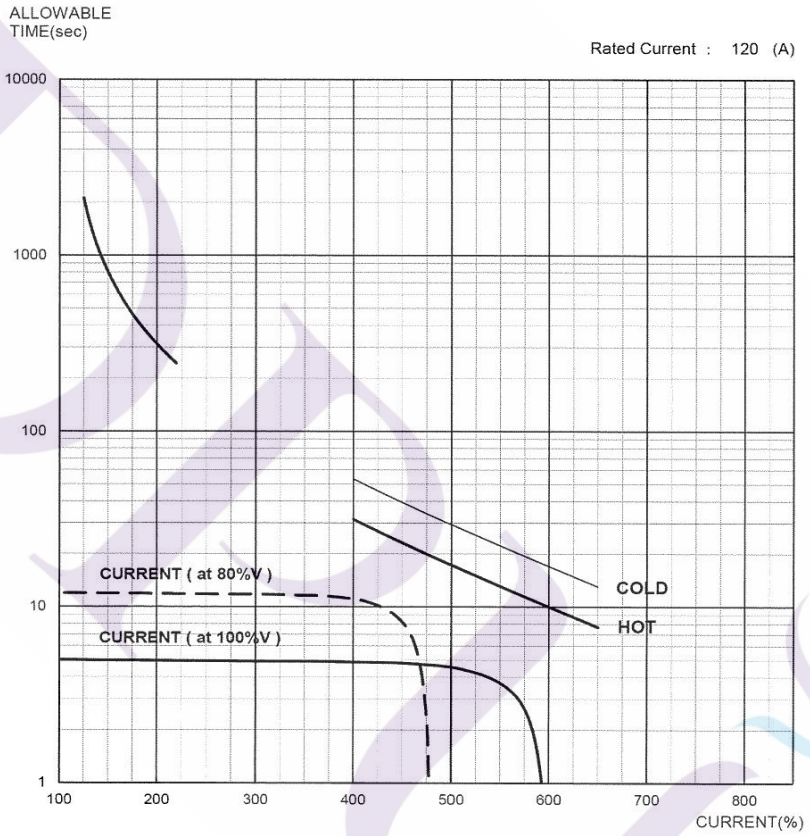
TMEiC
We drive industry

P-15
e-design 005 Ver.0.3

THERMAL CAPABILITY CURVE

Order No.	7R30078MM0100

Type	ICFT	Form	CHNWXN11	Ins.Class	F
Pole	2	Voltage[V]	6600	Rating	S1
Output(kW)	1200	Frequency[Hz]	50	Frame No.	450-1400



DESIGN VALUE (NOT GUARANTEED)

E140429-A		
Approved	H.Ogawa	2014/7/26
Reviewed	H.Ogawa	2014/7/26
Prepared	K.Yamaguchi	2014/7/26

TMEiC We drive industry **TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION**

LOAD vs EFFICIENCY AND POWER FACTOR CURVE

TMEIC
We drive industry

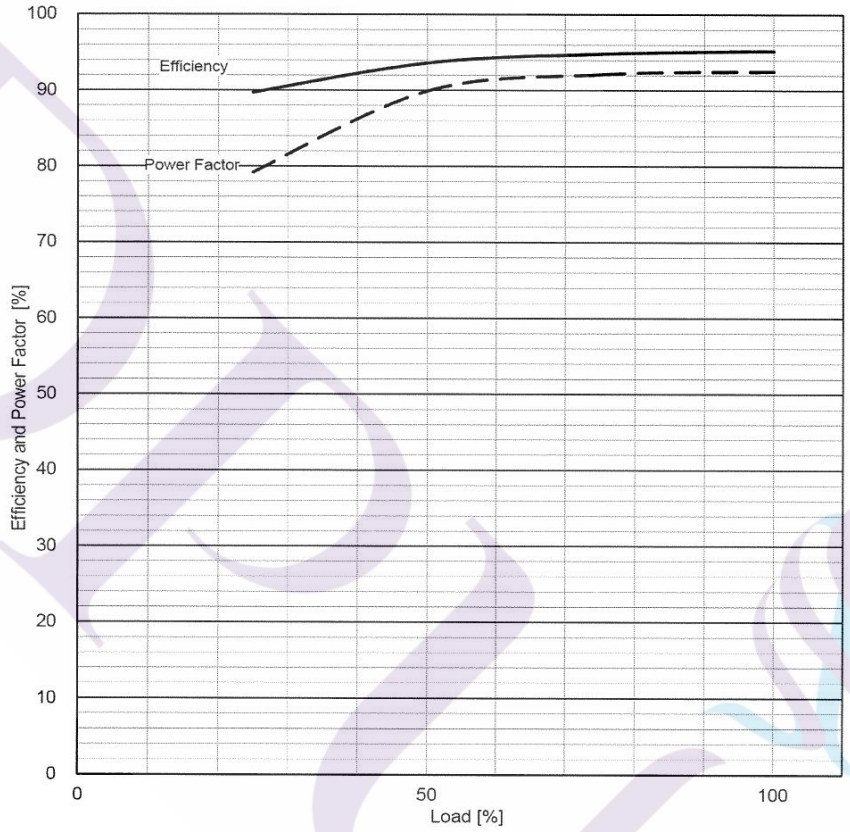
P-16

Type	ICFT
Pole	2
Output[kW]	1200

Form	CHNWXN11
Voltage[V]	6600
Frequency[Hz]	50

Ins.Class	F
Rating	S1
Frame No.	450-1400

Rated Current : 120 (A)



DESIGN VALUE (NOT GUARANTEED)

E140430-A		
Approved	H.Ogawa	2014/7/24
Reviewed	H.Ogawa	2014/7/24
Prepared	K.Yamaguchi	2014/7/24

AA201 Vent Valve

TECHNICAL ASIA

DATA SHEET - PNEUMATIC ON-OFF VALVE

JOB NO : TAG-1405			PAGE 1 OF 1		REV.	DATE	DESCRIPTION		PREP'D	CHK'D	REV'D	APPV'D	
PROJECT Siam Pure Rice					0								
CLIENT : Siam Pure Rice													
LOCATION Chaiyo, Ang Thong, Thailand													
SERVICE	1	Tag No.			10EKH21-AA201		10EKH22-AA201		10EKH23-AA201				
	2	Service			Vent Valve		Vent Valve		Vent Valve				
	3	Line Spec											
	4	Line Size / Sched. No.			1" / Sch 80		1" / Sch 80		1" / Sch 80				
VALVE	5	Type of Body			2-WAY BALL VALVE		2-WAY BALL VALVE		2-WAY BALL VALVE				
	6	Body size	Port Size		1"	1"	1"	1"	1"	1"			
	7	End Connection & Rating			Socket-weld		Socket-weld		Socket-weld				
	8	Bonnet Type											
	9	Charcteristic											
	10	Material	Body		Carbon Steel		Carbon Steel		Carbon Steel				
	11		Ball / Disc		SS316		SS316		SS316				
	12		Seat		RPTFE		RPTFE		RPTFE				
	13		Shaft		SS316		SS316		SS316				
	14		Packing		CPTFE		CPTFE		CPTFE				
	15	Leakage Class											
ACTUATOR	16	Model No.			AT201U SR		AT201U SR		AT201U SR				
	17	Type of Acturator			Spring return		Spring return		Spring return				
	18	Supply to Air Con"n			G1/8"		G1/8"		G1/8"				
	19	Close at	Open at										
	20	Torque											
	21	Fail Position			Open		Open		Open				
SOLENOID VALVE	22	MFR. & Model No.			Airtec / KN-05		Airtec / KN-05		Airtec / KN-05				
	23	Con.Conn.Size			G1/4"		G1/4"		G1/4"				
	24	Power Supply			24VDC		24VDC		24VDC				
	25	Enclosure			II 2G EEx m IIC T5		II 2G EEx m IIC T5		II 2G EEx m IIC T5				
	26	Port											
LIMIT SWITCH BOX	27	MFR. & Model No.			Rotech / TCR		Rotech / TCR		Rotech / TCR				
	28	Conduit Size											
	29	Switch Type			microswitch				microswitch				
	30	Enclosure			EEx ed IIC T6				EEx ed IIC T6				
	31	Bracket			YES				YES				
HAND WHEEL	32	MFR. & Model No.			-								
	33	Reduction Ratio			-								
AIR FILTER REGULATOR	34	MFR. & Model No.											
	35	Air Supply Pressure											
SPEED CONTROL	36	MFR. & Model No.											
	37	Type											
ELECTRO POSITIONER	38	MFR. & Model No.			-								
	39	Type			-								
OPERATING CONDITION	40	Nor. Inlet Pressure (Barg)			31.0								
	41	Max. Working pressure			31.0								
	42	Temp. Max. (°C)	Operating (°C		105	90							
	43	Oper. Sp. Gr (Kg/m3)	Mol Wt.		0.6064								
	44	Oper. Visc. (CP)	%Flash			-							
	45	Fluid(Phase)			Gas								
	46	Design Spec (Face to Face)											
	47												
OTHERS	48	Manufacturer											
	49	Model No.											
	50	Q'ty											

Notes :

AA-202 Recycle Valve

FISHER

Sliding Stem Valve Specification

Customer: **TECHNICAL ASIA PTE LTD**			Singapore Sales	
Contact:			Contact: **Desmond Kok**	
Customer Reference: **TAG-1405, Control Valve Inquiry**			Sales Office Reference:	Lead Time:
Item: **1**	Rev:	Qty: **3**	Quote: **77E-RR-140826-0014654 / SQ-14207PJ**	Rev: **03 (Won 077-064539)**
Tags: **10EKH21-AA-202,10EKH22-AA-202,10EKH23-AA-202**			Date Last Modified: **24/10/2014**	

Description: **NPS 4 ET Origin Cert PL Special Charges 657 Size 45 DVC6200 SS VBL 67DF Series Acc Process Level 3**

Service Description: **Recycle Control Valve**

Service:	
Size and Type:	**NPS 4 ET**
Body Style:	**Globe**
Design Temp:	**80 deg C**
Design Press:	**40 barg**
End Connect/In/Out:	**CL300/RF Flg/RF Flg**
Material:	**WCC Steel**
Ports:	**1**
Flow Directn:	**Up**
Trim Number:	**27**
Cage Matl:	**CF8M SST/ENC**
Retainer Matl:	
Bushing Matl:	
Seat Ring Matl:	**CoCr-A Seat**
VALVE PLUG	
Material:	**S31600 SST/CoCr-A Seat/Guide**
Guiding:	**Cage**
Balance:	**Balanced**
Shutoff Class:	**ANSI CL IV**
Port Size:	**3 7/16 Inch**
Characteristic:	**Whisper III (Linear)**
Stem Material:	**316SST**
Stem Size:	**1/2 Inch**
Bonnet Style:	**Plain**
Boss Size:	**2 13/16**
Packing:	**Single PTFE**
Access:	**No**
Bolt, Bonnet:	**SA-193-B7 Studs/2H Nuts**
PackFlg/Bltg:	**SST Pkg Flg, SST Studs & Nuts**
Actuator:	**Spring & Diaphragm**
Type/Size:	**657/45**
Travel:	**2 Inch**
Bench Set:	**6-30 psi**
Push Down To:	**PDTC**
Supply:	**Air**
To Actuator:	**0 to 33 psig**
Fails Valve:	**Open**
Handwheel:	**None**

Positioner Type:	**DVC6200,HART Communicating-HC**
Input Signal:	**4 to 20 mA dc**
Access:	**None**
Gauges:	**0-60 psig/0-4 bar**
Action:	**Single/Direct**
Certification:	**ATEX**
Controller Type:	
Action:	
Measure Element:	
Range:	
Output:	
Mounting:	
Airset:	
Mounting:	
Transducer:	
Input Signal:	
Output Signal:	
Action:	
Mounting:	
Airset:	
Certifications:	
Line In:	**6 in, SCH STD**
Line Out:	**6 in, SCH STD**
Insulation:	
Service Cond:	
Process Fluid:	**Fuel gas**
Critical Pressure:	
Shutoff Drop:	**580.151 psi**
Max Rated Cv:	**89**

Variable Name	Unit	Max-1	Max-2	Alt Max-1	Alt Max-2
Mass flow rate (w)	**kg/h**	**14170.0000**	**14170.0000**	**14170.0000**	**14170.0000**
Inlet Pressure (P1)	**bar(g)**	**30.49960**	**30.49960**	**30.50000**	**30.50000**
Outlet Pressure (P2)	**bar(g)**	**7.69960**	**7.69960**	**21.00000**	**21.00000**
Temperature (T1)	**deg C**	**60.0000**	**60.0000**	**60.0000**	**60.0000**
M / Gg	**SG**	**0.60600**	**0.73000**	**0.60600**	**0.73000**
Specific heats ratio (gamma)		**1.400**	**1.400**	**1.400**	**1.400**
Dynamic Viscosity (Mu)	**cP**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**
Sizing Coefficient (Cv)		**41.265**	**37.586**	**45.897**	**41.802**
% Open		**61**	**42**	**37**	**55**
Valve LpA(LpAeValve1m)	**dB(A)**	**83**	**83**	**73**	**72**

NOTES:

AA-203 Oil Pressure Control Valve

FISHER

Sliding Stem Valve Specification

Customer: **TECHNICAL ASIA PTE LTD**			Singapore Sales	
Contact:			Contact: **Desmond Kok**	
Customer Reference: **TAG-1405, Control Valve Inquiry**			Sales Office Reference:	Lead Time:
Item: **2**	Rev:	Qty: **3**	Quote: **77E-RR-140826-0014654 / SQ-14207PJ**	Rev: **03 (Won 077-064539)**
Tags: **10EKH21-AA-203,10EKH22-AA-203,10EKH23-AA-203**			Date Last Modified: **24/10/2014**	

Description: **NPS 2 EZ Origin Cert PL 667 Size 46 DVC6200 SS 67CF Series Acc Process Level 3**

Service Description: **Oil Differential Pressure Control Valve**

Service:	
Size and Type:	**NPS 2 EZ**
Body Style:	**Globe**
Design Temp:	**80 deg C**
Design Press:	**40 bar(g)**
End Connect/In/Out:	**CL300/RF Flg/RF Flg**
Material:	**WCC Steel**
Ports:	**1**
Flow Directn:	**Up**
Trim Number:	**127**
Cage Matl:	
Retainer Matl:	**CF8M SST**
Bushing Matl:	**R30006 Cobalt Alloy**
Seat Ring Matl:	**S31600 SST/CoCr-A Seat**
VALVE PLUG	
Material:	**S31600 SST/CoCr-A Seat/Guide**
Guiding:	**Post**
Balance:	**Unbalanced**
Shutoff Class:	**ANSI CL IV**
Port Size:	**2 Inch**
Characteristic:	**Equal Percent**
Stem Material:	**316SST**
Stem Size:	**1/2 Inch**
Bonnet Style:	**Plain**
Boss Size:	**2 13/16**
Packing:	**Single PTFE**
Access:	**No**
Bolt, Bonnet:	**SA-193-B7 Studs/2H Nuts**
PackFlg/Bltg:	**SST Pkg Flg, SST Studs & Nuts**
Actuator:	**Spring & Diaphragm**
Type/Size:	**667/46**
Travel:	**1 1/8 Inch**
Bench Set:	**15-30 psi**
Push Down To:	**PDTC**
Supply:	**Air**
To Actuator:	**0 to 33 psig**
Fails Valve:	**Close**
Handwheel:	**None**

Positioner Type:	**DVC6200,HART Communicating-HC**
Input Signal:	**4 to 20 mA dc**
Access:	**None**
Gauges:	**0-60 psig/0-4 bar**
Action:	**Single/Direct**
Certification:	**ATEX**
Controller Type:	
Action:	
Measure Element:	
Range:	
Output:	
Mounting:	
Airset:	
Mounting:	
Transducer:	
Input Signal:	
Output Signal:	
Action:	
Mounting:	
Airset:	
Certifications:	
Line In:	**3 in, SCH STD**
Line Out:	**3 in, SCH STD**
Insulation:	
Service Cond:	
Process Fluid:	**Lube Oil**
Critical Pressure:	**221.00000 bar(a)**
Shutoff Drop:	**40.00 bar**
Max Rated Cv:	**53.8**

Variable Name	Unit	Maximum
Liquid Flow Rate (Ql)	**l/m**	**460.000**
Inlet Pressure (P1)	**bar(g)**	**33.99960**
Outlet Pressure (P2)	**bar(g)**	**30.99960**
Temperature (T1)	**deg C**	**60.0000**
SG		**0.600**
Dynamic Viscosity (Mu)	**cP**	**1.000**
Vapor Pressure (Pv)	**bar(a)**	**0.10000**
Sizing Coefficient (Cv)		**14.321**
% Open		**53**
Valve Lpa (LpAe1m)	**dB(A)**	**< 50**

NOTES:

AA204 Water Shut Off Valve

TECHNICAL ASIA

DATA SHEET - PNEUMATIC ON-OFF VALVE

JOB NO : TAG-1405	PAGE 1 OF 1
PROJECT Siam Pure Rice	
CLIENT : Siam Pure Rice	
LOCATION Chaiyo, Ang Thong, Thailand	

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREP'D	CHK'D	REV'D	APPV'D
0						

SERVICE	1	Tag No.			10EKH21-AA204		10EKH22-AA204		10EKH23-AA204			
	2	Service			Water Shut Off Valve		Water Shut Off Valve		Water Shut Off Valve			
	3	Line Spec										
	4	Line Size / Sched. No.			8" / Sch 40		8" / Sch 40		8" / Sch 40			
VALVE	5	Type of Body			Wafer							
	6	Body size	Port Size		8"	8"	8"	8"	8"	8"		
	7	End Connection & Rating			For ANSI 150# flanges		For ANSI 150# flanges		For ANSI 150# flanges			
	8	Bonnet Type										
	9	Charcteristic										
	10	Material	Body		SS316		SS316		SS316			
	11		Ball / Disc		SS316		SS316		SS316			
	12		Seat		Buna		Buna		Buna			
	13		Shaft		SS430		SS430		SS430			
	14		Packing		Buna		Buna		Buna			
	15	Leakage Class										
ACTUATOR	16	Model No.			AT501U SR		AT501U SR		AT501U SR			
	17	Type of Acturator			Spring return		Spring return		Spring return			
	18	Supply to Air Con"n			G1/4"		G1/4"		G1/4"			
	19	Close at	Open at									
	20	Torque										
	21	Fail Position			Open		Open		Open			
SOLENOID VALVE	22	MFR. & Model No.			Airtec / KN-05		Airtec / KN-05		Airtec / KN-05			
	23	Con.Conn.Size			G1/4"		G1/4"		G1/4"			
	24	Power Supply			24VDC		24VDC		24VDC			
	25	Enclosure			II 2G EEx m IIC T5		II 2G EEx m IIC T5		II 2G EEx m IIC T5			
	26	Port										
LIMIT SWITCH BOX	27	MFR. & Model No.			Rotech / TCR		Rotech / TCR		Rotech / TCR			
	28	Conduit Size										
	29	Switch Type			microswitch				microswitch			
	30	Enclosure			EEx ed IIC T6				EEx ed IIC T6			
	31	Bracket			YES				YES			
HAND WHEEL	32	MFR. & Model No.			-							
	33	Reduction Ratio			-							
AIR FILTER REGULATOR	34	MFR. & Model No.										
	35	Air Supply Pressure										
SPEED CONTROL	36	MFR. & Model No.										
	37	Type										
ELECTRO POSITIONER	38	MFR. & Model No.			-							
	39	Type			-							
OPERATING CONDITION	40	Nor. Inlet Pressure (Barg)			2.0							
	41	Max. Working pressure			5.0							
	42	Temp. Max. (°C)	Operating (°C		55	45						
	43	Oper. Sp. Gr (Kg/m3)	Mol Wt.		1.0							
	44	Oper. Visc. (CP)	%Flash			-						
	45	Fluid(Phase)			Cooling Water, Liquid							
	46	Design Spec (Face to Face)										
	47											
OTHERS	48	Manufacturer										
	49	Model No.										
	50	Q'ty										

Notes :

FISHER

Sliding Stem Valve Specification

AA-205 Injection Oil Control Valve

Customer: **TECHNICAL ASIA PTE LTD**
Contact:
Customer Reference: **TAG-1405, Control Valve Inquiry**
Item: **3** Rev: Qty: **3**

Singapore Sales
Contact: **Desmond Kok**
Sales Office Reference:
Lead Time:
Quote: **77E-RR-140826-0014654 / SQ-14207PJ**
Rev: **03 (Won 077-064539)**

Tags: **10EKH21-AA-205,10EKH22-AA-205,10EKH23-AA-205**
Date Last Modified: **24/10/2014**
Description: **NPS 1 1/2 EZ Origin Cert PL 667 Size 34 DVC6200 SS 67CF Series Acc Process Level 3**

Service Description: **Turbine Oil VG 68**

Service:	
Size and Type:	**NPS 1 1/2 EZ**
Body Style:	**Globe**
Design Temp:	**60 deg C**
Design Press:	**34 bar(g)**
End Connect/In/Out:	**CL300/RF Flg/RF Flg**
Material:	**WCC Steel**
Ports:	**1**
Flow Directn:	**Up**
Trim Number:	**127**
Cage Matl:	
Retainer Matl:	**CF8M SST**
Bushing Matl:	**R30006 Cobalt Alloy**
Seat Ring Matl:	**S31600 SST/CoCr-A Seat**
VALVE PLUG	
Material:	**S31600 SST/CoCr-A Seat/Guide**
Guiding:	**Post**
Balance:	**Unbalanced**
Shutoff Class:	**ANSI CL IV**
Port Size:	**1 1/2 Inch**
Characteristic:	**Linear**
Stem Material:	**S31600 SST**
Stem Size:	**3/8 Inch**
Bonnet Style:	**Plain**
Boss Size:	**2 1/8**
Packing:	**Single PTFE**
Access:	**No**
Bolt, Bonnet:	**SA-193-B7 Studs/2H Nuts**
PackFlg/Bltg:	**SST Pkg Flg, SST Studs & Nuts**
Actuator:	**Spring & Diaphragm**
Type/Size:	**667/34**
Travel:	**3/4 Inch**
Bench Set:	**16-30 psi**
Push Down To:	**PDTC**
Supply:	**Air**
To Actuator:	**0 to 33 psig**
Fails Valve:	**Close**
Handwheel:	**None**

Positioner Type:	**DVC6200,HART Communicating-HC**
Input Signal:	**4 to 20 mA dc**
Access:	**None**
Gauges:	**0-60 psig/0-4 bar**
Action:	**Single/Direct**
Certification:	**ATEX**
Controller Type:	
Action:	
Measure Element:	
Range:	
Output:	
Mounting:	
Airset:	
Mounting:	
Transducer:	
Input Signal:	
Output Signal:	
Action:	
Mounting:	
Airset:	
Certifications:	
Line In:	**1.5 in, SCH STD**
Line Out:	**1.5 in, SCH STD**
Insulation:	
Service Cond:	
Process Fluid:	**Turbine Oil**
Critical Pressure:	**221.00000 bar(a)**
Shutoff Drop:	**493.128 psi**
Max Rated Cv:	**31.9**

Variable Name	Unit	At 90% Flow
Liquid Flow Rate (Ql)	**l/m**	**636.097**
Inlet Pressure (P1)	**bar(g)**	**34.00000**
Outlet Pressure (P2)	**bar(g)**	**32.00000**
Temperature (T1)	**deg C**	**60.0000**
SG		**1.000**
Kinematic Viscosity (Nu)	**cSt**	**1.000**
Vapor Pressure (Pv)	**bar(a)**	**0.10000**
Sizing Coefficient (Cv)		**31.200**
% Open		**90.00**
Valve Lpa (LpAe1m)	**dB(A)**	**< 50**

NOTES:

AA-206 Oil Return Shut Off Valve

TECHNICAL ASIA

DATA SHEET - PNEUMATIC ON-OFF VALVE

JOB NO : TAG-1405 PAGE 1 OF 1
PROJECT : Siam Pure Rice
CLIENT : Siam Pure Rice
LOCATION : Chaiyo, Ang Thong, Thailand

REV	DATE	DESCRIPTION	PREP'D	CHK'D	REV'D	APPV'D
0						

SERVICE	1	Tag No.			10EKH21-AA206		10EKH22-AA206		10EKH23-AA206			
	2	Service			Oil Return Shut Off Valve		Oil Return Shut Off Valve		Oil Return Shut Off Valve			
	3	Line Spec										
	4	Line Size / Sched. No.			1" / Sch 80		1" / Sch 80		1" / Sch 80			
VALVE	5	Type of Body			2-WAY BALL VALVE		2-WAY BALL VALVE		2-WAY BALL VALVE			
	6	Body size	Port Size		1"	1"	1"	1"	1"	1"		
	7	End Connection & Rating			Socket-weld		Socket-weld		Socket-weld			
	8	Bonnet Type										
	9	Charcteristic										
	10	Material	Body		Carbon Steel		Carbon Steel		Carbon Steel			
	11		Ball / Disc		SS316		SS316		SS316			
	12		Seat		RPTFE		RPTFE		RPTFE			
	13		Shaft		SS316		SS316		SS316			
	14		Packing		CPTFE		CPTFE		CPTFE			
	15	Leakage Class										
ACTUATOR	16	Model No.			PS Auto / PSR25		PS Auto / PSR25		PS Auto / PSR25			
	17	Type of Acturator			Electric		Electric		Electric			
	18	Supply to Air Con"n										
	19	Close at	Open at									
	20	Torque			25Nm		25Nm		25Nm			
	21	Fail Position			Last		Last		Last			
SOLENOID VALVE	22	MFR. & Model No.			NA		NA		NA			
	23	Con.Conn.Size										
	24	Power Supply										
	25	Enclosure										
	26	Port										
LIMIT SWITCH BOX	27	MFR. & Model No.			Build-in		Build-in		Build-in			
	28	Conduit Size										
	29	Switch Type										
	30	Enclosure										
	31	Bracket										
HAND WHEEL	32	MFR. & Model No.			-							
	33	Reduction Ratio			-							
AIR FILTER REGULATOR	34	MFR. & Model No.										
	35	Air Supply Pressure										
SPEED CONTROL	36	MFR. & Model No.										
	37	Type										
ELECTRO POSITIONER	38	MFR. & Model No.			-							
	39	Type			-							
OPERATING CONDITION	40	Nor. Inlet Pressure (Barg)			31.0							
	41	Max. Working pressure			31.0							
	42	Temp. Max. (°C)	Operating (°C)		105	90						
	43	Oper. Sp. Gr (Kg/m3)	Mol Wt.		0.88							
	44	Oper. Visc. (CP)	%Flash			-						
	45	Fluid(Phase)			ISO VG 68 Turbine Oil							
	46	Design Spec (Face to Face)										
	47											
OTHERS	48	Manufacturer										
	49	Model No.										
	50	Q'ty										

Notes :

AA301,302 PSV

LESER The-Safety-Valve.com	**Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205**	Page:	1 of 7
		Date:	2014-12-09 11:53:26
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA301
		LESER Job №	

Sizing - Medium				
1000	Designation	WEST GAS		
1004	Formula			
1001	Molar mass	M	20.857	kg/kmol
1002	Ratio of specific heats	k	1.331	
1003	Compressibility factor	Z	0.977	

Sizing - Service condition				
1100	Maximum allowable working pressure			
1101	Set pressure	p	35	bar-g
1102	Superimposed back pressure	paf	0	bar-g
1103	Built up back pressure	pae		
1104	Backpressure		0	bar-g
1105	Overpressure	dp	10.00	%
1106	Environmental pressure	pu	1.013	bar
1107	Temperature	T	49	°C
1108	Required massflow	qm,ab	14,170	kg/h
1109	Volume flow to be discharged (working condition)	qvb,ab	449.939	m³/h
1110	Volume flow to be discharged (std condition) [T=60 °F P=14.7 psi]	qvn,ab	15,720.165	m³/h
1120	Rupture disc correction factor	Kc	1.000	

Sizing - Calculation				
1200	Certified massflow	qm,zu	22,052.384	kg/h
1201	Certified volumeflow (operating condition)	qvb,zu	700.228	m³/h
1203	Certified volumeflow (standard condition)	qvn,zu	24,464.864	m³/h
1204	Maximum mass flow	qm,max	24,502.649	kg/h
1205	Maximum volume flow (working condition)	qvb,max	778.031	m³/h
1206	Maximum volume flow (standard condition)	qvn,max	27,183.182	m³/h
1207	Capacity exceed		55.63	%

Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:53:26				
Rev.No	1				

LESER The-Safety-Valve.com	**Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205**	Page:	2 of 7
		Date:	2014-12-09 11:53:26
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA301
		LESER Job №	

Valve - General			
1500	Article number		5262.1642
1512	Reseller article number		
1513	Quantity of safety valve		1
1501	Certified coefficient of discharge for steam and gases	K,DG	0.801
1502	Certified coefficient of discharge for liquid	K,F	0.579
1453	Orifice		J
1505	Bonnet / Lifting device		Cap H2
1506	Body-/ Inlet base material		1.0619 / SA 216 WCB
1511	Bonnet		Closed Bonnet
1514	Order code	5262.1642-35 bar_g-H65H79H03H01-3.1	

Inlet connection		
1303	Connection standard	acc. to ASME B16.5
1304	DN / NPS	3"
1305	PN / PR	#300
1306	Flange facing	RF

Outlet connection		
1353	Connection standard	acc. to ASME B16.5
1354	DN / NPS	4"
1355	PN / PR	#150
1356	Flange facing	RF

Valve - Dimensions				
1400	Discharge area	Ao	1,017.876	mm^2
1401	Discharge diameter	do	36	mm
1402	Centre to Face dimensions	a	184	mm
1403	Centre to Face dimensions	b	181	mm
1405	Height	H	786	mm
1406	Weight	M	77.7	kg
1411	Inlet flange thickness incl. raised face	S1	49	mm

Lift				
1507	Standard		10.1	mm

Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:53:26				
Rev.No	1				

LESER The-Safety-Valve.com	**Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205**	Page:	3 of 7
		Date:	2014-12-09 11:53:26
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA301
		LESER Job №	

Valve - Calculation				
1200	Certified massflow	qm,zu	22,052.384	kg/h
1201	Certified volumeflow (operating condition)	qvb,zu	700.228	m³/h
1203	Certified volumeflow (standard condition)	qvn,zu	24,464.864	m³/h
1204	Maximum mass flow	qm,max	24,502.649	kg/h
1205	Maximum volume flow (working condition)	qvb,max	778.031	m³/h
1206	Maximum volume flow (standard condition)	qvn,max	27,183.182	m³/h
1207	Capacity exceed		55.63	%
1600	Required actual discharge area	Ao, req	654.047	mm²
1601	Required discharge diameter	do,req	28.858	mm
1617	Back pressure correction factor	Kb	1.000	
1618	Cold differential test pressure	CDTP	35	bar-g
1620	Cold differential test pressure, manually	CDTP		

Valve - Inspections	
H03	LESER CGA: Inspection certificate 3.1 acc. to DIN EN 10204, Declaration of conformity acc. to PED 97/23/EC

Valve - Material certificates	
H01	Material test certificate for body acc. to DIN EN 10204-3.1

Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:53:26				
Rev.No	1				

LESER The-Safety-Valve.com	Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205	Page:	4 of 7
		Date:	2014-12-09 11:53:26
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA301
		LESER Job №	

Valve - Part list

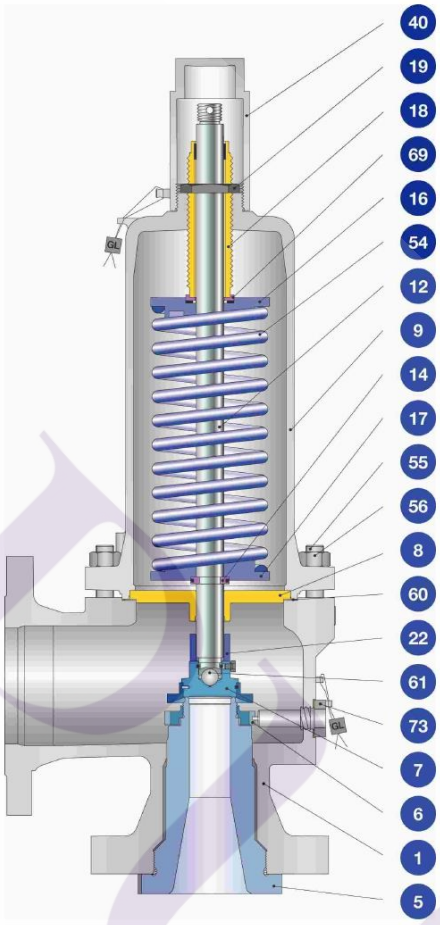
	PosNo	Denomination	Q	Material ASME	Material DIN
12010	1	Body	1	SA 216 WCB	1.0619
12050	5	Full nozzle	1	CF8M or 316L	1.4408 or 1.4404
12060	6	Adjusting ring	1	CF8M	1.4408
12070	7	Disc	1	Hardened Stainless steel	1.4122
12080	8	Guide	1	Carbon steel/chrome st. Tenifer	1.0501/ 1.4104 tenifer
12090	9	Bonnet	1	SA 216 WCB	1.0619
12120	12	Spindle	1	420	1.4021
12140	14	Split ring	2	Chrome steel	1.4104
12160	16	Spring plate	1	Steel	1.0718
12170	17	Spring plate	1	Steel	1.0718
12180	18	Adjusting screw	1	Chrome steel	1.4104
12190	19	Lock nut	1	Steel	1.0718
12220	22	Lift stopper	1	316L	1.4404
12400	40	Plain lever H3	1	Ductile Gr. 60-40-18	0.7040
12540	54	Spring	1	High temperature alloy steel	1.8159
12550	55	Bolt	8	B8M	1.4401
12560	56	Nut	8	8M	1.4401
12570	57	Ball	15	316	1.4401
12600	60	Gasket	1	Graphite / 316	Graphit / 1.4401
12610	61	Ball washer	1	Hardened stainless steel	1.3541
12660	66	Hex. nut	1	B8M	1.4401
12690	69	Thrust needle bearing	1	316L	1.4404
12730	73	Locking screw	1	8M	1.4404

LESER is free to upgrade materials without further notice.

Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:53:26				
Rev.No	1				

LESER The-Safety-Valve.com	Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205	Page:	5 of 7
		Date:	2014-12-09 11:53:26
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA301
		LESER Job №	

Drawing

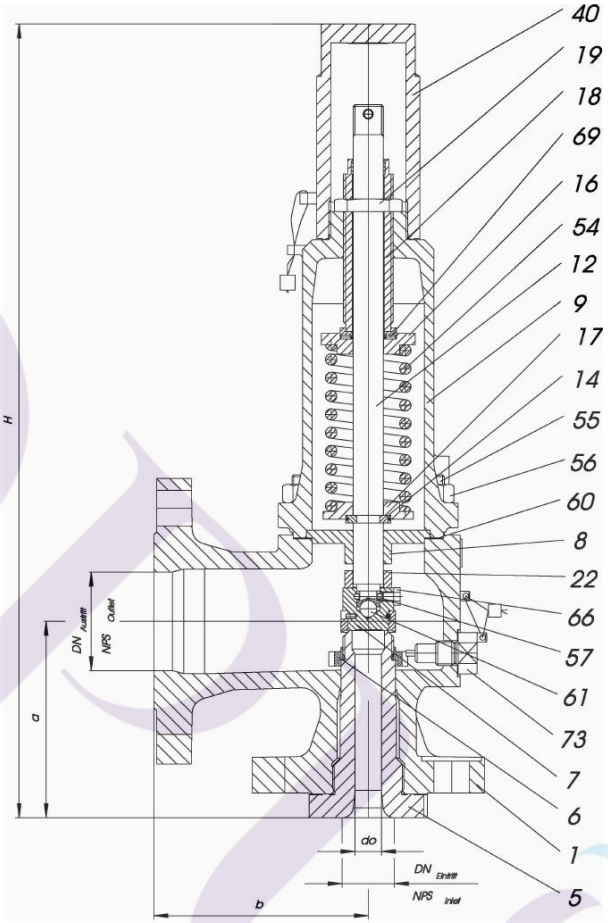


Drawing is a view; the effective geometry could deviate from this view.

Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:53:26				
Rev.No	1				

LESER The-Safety-Valve.com	Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205	Page:	6 of 7
		Date:	2014-12-09 11:53:26
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA301
		LESER Job №	

Drawing

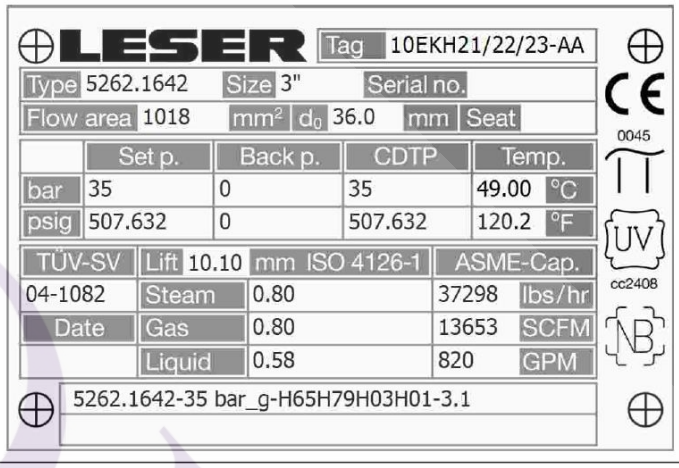


Drawing is a view; the effective geometry could deviate from this view.

Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:53:26				
Rev.No	1				

LESER The-Safety-Valve.com	**Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205**	Page:	7 of 7
		Date:	2014-12-09 11:53:26
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA301
		LESER Job №	

World nameplate



Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:53:26				
Rev.No	1				

LESER The-Safety-Valve.com	**Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205**	Page:	1 of 7
		Date:	2014-12-09 11:55:37
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA302
		LESER Job №	

Sizing - Medium				
1000	Designation	WEST GAS		
1004	Formula			
1001	Molar mass	M	20.857	kg/kmol
1002	Ratio of specific heats	k	1.331	
1003	Compressibility factor	Z	0.977	

Sizing - Service condition				
1100	Maximum allowable working pressure			
1101	Set pressure	p	37	bar-g
1102	Superimposed back pressure	paf	0	bar-g
1103	Built up back pressure	pae		
1104	Backpressure		0	bar-g
1105	Overpressure	dp	10.00	%
1106	Environmental pressure	pu	1.013	bar
1107	Temperature	T	100	°C
1108	Required massflow	qm,ab	14,170	kg/h
1109	Volume flow to be discharged (working condition)	qvb,ab	493.682	m³/h
1110	Volume flow to be discharged (std condition) [T=60 °F P=14.7 psi]	qvn,ab	15,720.165	m³/h
1120	Rupture disc correction factor	Kc	1.000	

Sizing - Calculation				
1200	Certified massflow	qm,zu	30,860.747	kg/h
1201	Certified volumeflow (operating condition)	qvb,zu	1,075.187	m³/h
1203	Certified volumeflow (standard condition)	qvn,zu	34,236.842	m³/h
1204	Maximum mass flow	qm,max	34,289.719	kg/h
1205	Maximum volume flow (working condition)	qvb,max	1,194.652	m³/h
1206	Maximum volume flow (standard condition)	qvn,max	38,040.935	m³/h
1207	Capacity exceed		117.79	%

Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:55:37				
Rev.No	1				

LESER The-Safety-Valve.com	**Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205**	Page:	2 of 7
		Date:	2014-12-09 11:55:37
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA302
		LESER Job №	

Valve - General			
1500	Article number		5262.2032
1512	Reseller article number		
1513	Quantity of safety valve		1
1501	Certified coefficient of discharge for steam and gases	K,DG	0.801
1502	Certified coefficient of discharge for liquid	K,F	0.579
1453	Orifice		K
1505	Bonnet / Lifting device		Cap H2
1506	Body-/ Inlet base material		1.0619 / SA 216 WCB
1511	Bonnet		Closed Bonnet
1514	Order code	5262.2032-37 bar_g-H65H79H03H01-3.1	

Inlet connection		
1303	Connection standard	acc. to ASME B16.5
1304	DN / NPS	3"
1305	PN / PR	#300
1306	Flange facing	RF

Outlet connection		
1353	Connection standard	acc. to ASME B16.5
1354	DN / NPS	4"
1355	PN / PR	#150
1356	Flange facing	RF

Valve - Dimensions				
1400	Discharge area	Ao	1,452.201	mm^2
1401	Discharge diameter	do	43	mm
1402	Centre to Face dimensions	a	156	mm
1403	Centre to Face dimensions	b	162	mm
1405	Height	H	758	mm
1406	Weight	M	70.1	kg
1411	Inlet flange thickness incl. raised face	S1	49	mm

Lift				
1507	Standard		12	mm

Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:55:37				
Rev.No	1				

LESER The-Safety-Valve.com	**Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205**	Page:	3 of 7
		Date:	2014-12-09 11:55:37
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA302
		LESER Job №	

Valve - Calculation				
1200	Certified massflow	qm,zu	30,860.747	kg/h
1201	Certified volumeflow (operating condition)	qvb,zu	1,075.187	m³/h
1203	Certified volumeflow (standard condition)	qvn,zu	34,236.842	m³/h
1204	Maximum mass flow	qm,max	34,289.719	kg/h
1205	Maximum volume flow (working condition)	qvb,max	1,194.652	m³/h
1206	Maximum volume flow (standard condition)	qvn,max	38,040.935	m³/h
1207	Capacity exceed		117.79	%
1600	Required actual discharge area	Ao, req	666.792	mm²
1601	Required discharge diameter	do,req	29.137	mm
1617	Back pressure correction factor	Kb	1.000	
1618	Cold differential test pressure	CDTP	37	bar-g
1620	Cold differential test pressure, manually	CDTP		

Valve - Inspections	
H03	LESER CGA: Inspection certificate 3.1 acc. to DIN EN 10204, Declaration of conformity acc. to PED 97/23/EC

Valve - Material certificates	
H01	Material test certificate for body acc. to DIN EN 10204-3.1

Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:55:37				
Rev.No	1				

LESER The-Safety-Valve.com	Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205	Page:	4 of 7
		Date:	2014-12-09 11:55:37
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA302
		LESER Job №	

Valve - Part list

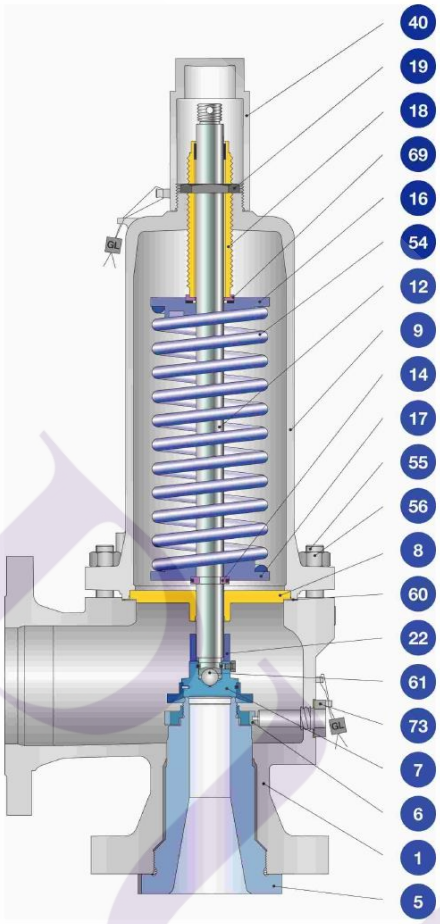
	PosNo	Denomination	Q	Material ASME	Material DIN
12010	1	Body	1	SA 216 WCB	1.0619
12050	5	Full nozzle	1	CF8M or 316L	1.4408 or 1.4404
12060	6	Adjusting ring	1	CF8M	1.4408
12070	7	Disc	1	Hardened Stainless steel	1.4122
12080	8	Guide	1	Carbon steel/chrome st. Tenifer	1.0501/ 1.4104 tenifer
12090	9	Bonnet	1	SA 216 WCB	1.0619
12120	12	Spindle	1	420	1.4021
12140	14	Split ring	2	Chrome steel	1.4104
12160	16	Spring plate	1	Steel	1.0718
12170	17	Spring plate	1	Steel	1.0718
12180	18	Adjusting screw	1	Chrome steel	1.4104
12190	19	Lock nut	1	Steel	1.0718
12220	22	Lift stopper	1	316L	1.4404
12400	40	Plain lever H3	1	Ductile Gr. 60-40-18	0.7040
12540	54	Spring	1	High temperature alloy steel	1.8159
12550	55	Bolt	8	B8M	1.4401
12560	56	Nut	8	8M	1.4401
12570	57	Ball	15	316	1.4401
12600	60	Gasket	1	Graphite / 316	Graphit / 1.4401
12610	61	Ball washer	1	Hardened stainless steel	1.3541
12660	66	Hex. nut	1	B8M	1.4401
12690	69	Thrust needle bearing	1	316L	1.4404
12730	73	Locking screw	1	8M	1.4404

LESER is free to upgrade materials without further notice.

Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:55:37				
Rev.No	1				

LESER The-Safety-Valve.com	Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205	Page:	5 of 7
		Date:	2014-12-09 11:55:37
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA302
		LESER Job №	

Drawing

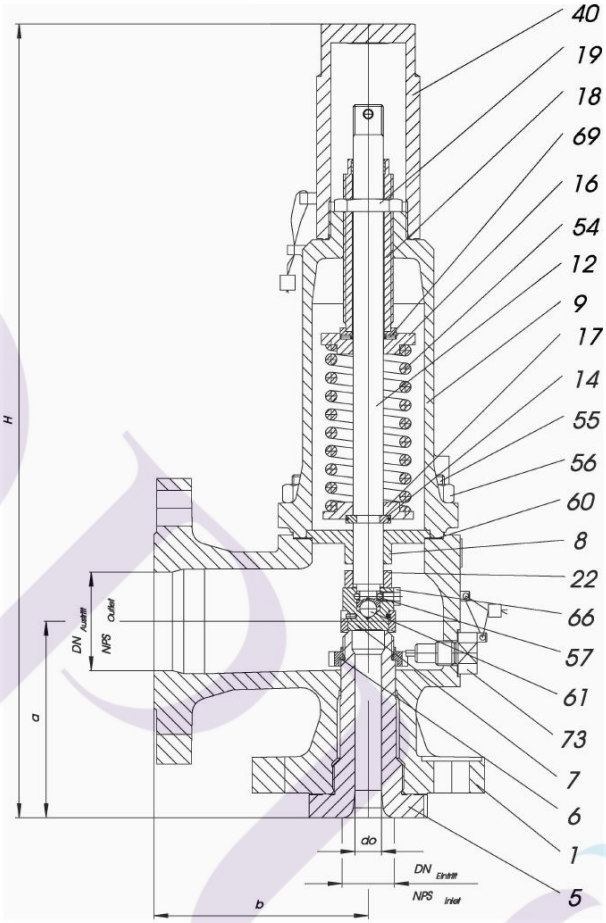


Drawing is a view; the effective geometry could deviate from this view.

Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:55:37				
Rev.No	1				

LESER The-Safety-Valve.com	Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205	Page:	6 of 7
		Date:	2014-12-09 11:55:37
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA302
		LESER Job №	

Drawing

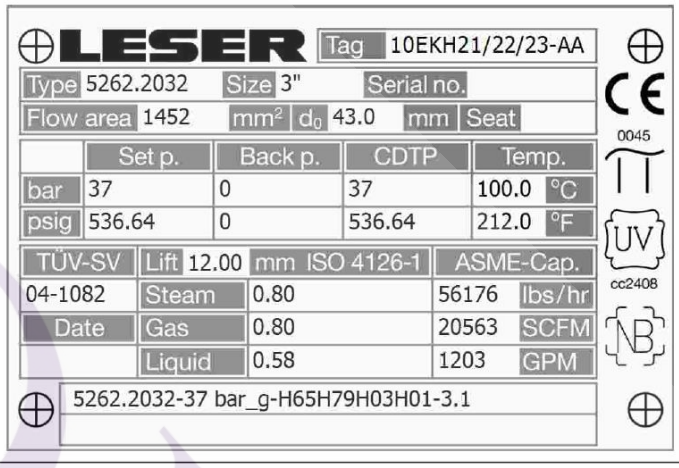


Drawing is a view; the effective geometry could deviate from this view.

Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:55:37				
Rev.No	1				

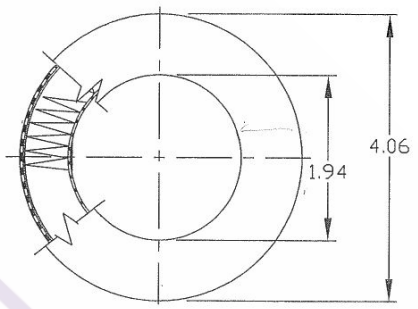
LESER The-Safety-Valve.com	**Sizing acc. to API 520 for Gas VALVESTAR® - v.7.2.3.1205**	Page:	7 of 7
		Date:	2014-12-09 11:55:37
		Project:	SIAM PURE RICE
		Tag No:	10EKH21/22/23-AA302
		LESER Job №	

World nameplate

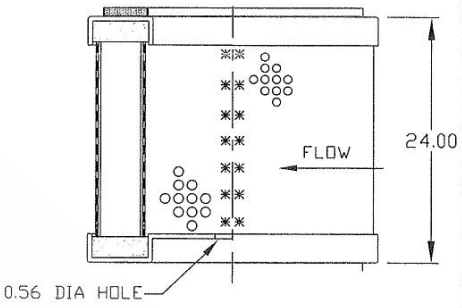


Name	Default user				
Date	2014-12-09 11:55:37				
Rev.No	1				

AT001,002 Oil Filter Element



TOP VIEW



SIDE VIEW

SPECIFICATIONS:

ELEMENT PART NUMBER = KL450-039P
ELEMENT TYPE = PLEATED OIL FILTRATION
MICRON RATING = 10 MICRON
FLOW DIRECTION = OUTSIDE TO INSIDE
FLOW CAPACITY = 50 GPM
189 litre/min
EFFECTIVE SURFACE = 5.72 SQ. FT.
OPERATING TEMPERATURE = -35F to +230F
COLLAPSE PRESSURE = 100 PSI
END CAP MATERIAL = GALVANIZED STEEL
TUBING = GALVANIZED STEEL
MEDIA = MICROGLASS REINFORCED WITH ALUM. MESH
END SEAL = URETHANE
GASKET SEAL = NEOPRENE

OK

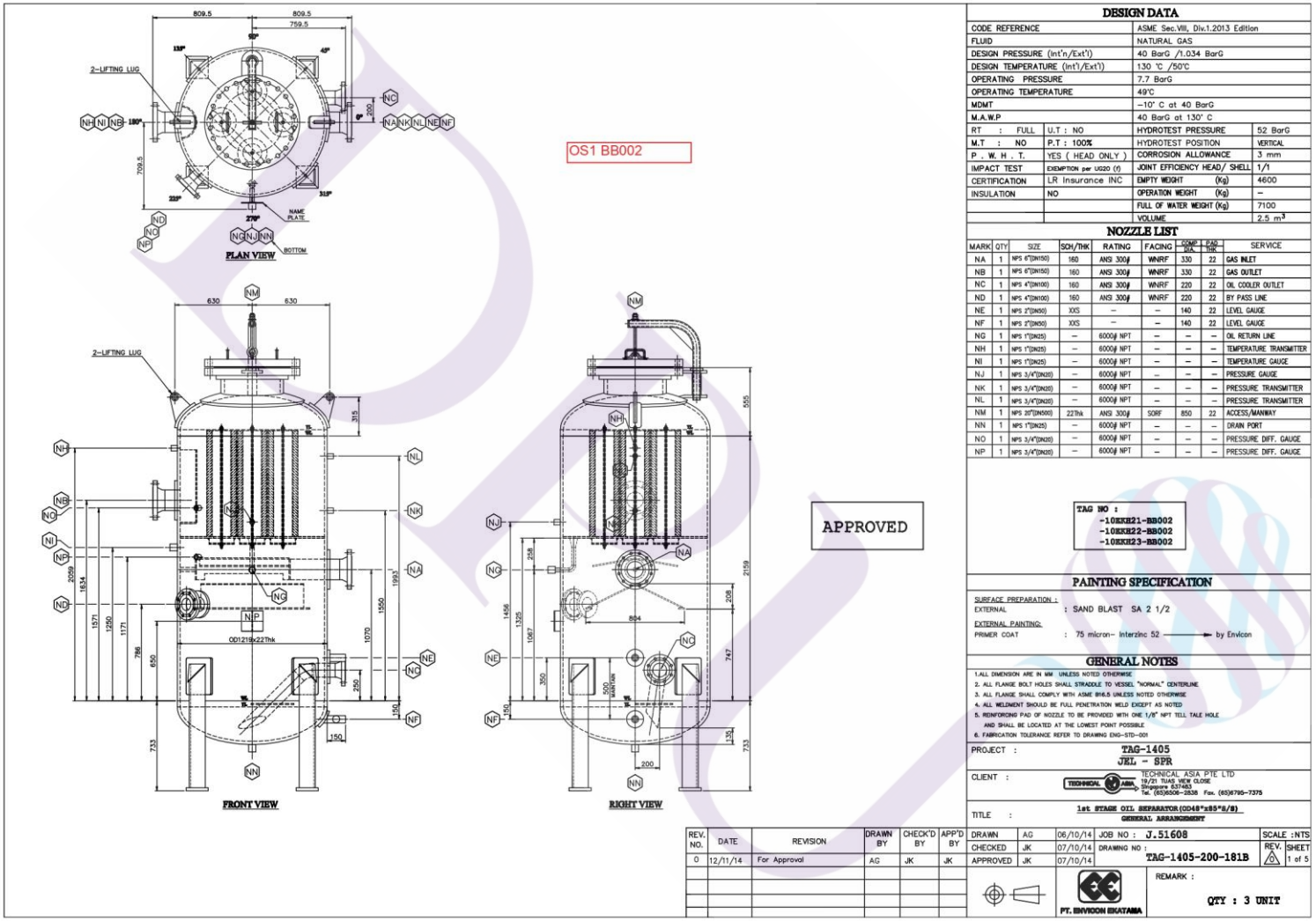
KELTEC Technolab
2300 East Enterprise Parkway
Twinsburg, Ohio 44087

Part No. KL450-039P
Rev. 00

THIS DOCUMENT AND ITS CONTENT ARE THE PROPERTY OF KELTEC TECHNOLAB. THE USE OF THIS DOCUMENT AND ITS CONTENTS WITHOUT WRITTEN PERMISSION OF KELTEC TECHNOLAB IS PROHIBITED

DEM: TECHNICAL USA
DEM No. Q060811-1
WEIGHT LBS. 0000
DRAWN BY: LJR
DATE: 6/9/11

Part No.
KL450-039P



DESIGN DATA

CODE REFERENCE		ASME Sec.VIII, Div.1.2013 Edition	
FLUID		NATURAL GAS	
DESIGN PRESSURE (Int'n/Ext'l)		40 BarG /1.034 BarG	
DESIGN TEMPERATURE (Int'l/Ext'l)		130 °C /50°C	
OPERATING PRESSURE		7.7 BarG	
OPERATING TEMPERATURE		49°C	
MDMT		-10° C at 40 BarG	
M.A.W.P		40 BarG at 130° C	
RT : FULL	U.T : NO	HYDROTEST PRESSURE	52 BarG
M.T : NO	P.T : 100%	HYDROTEST POSITION	VERTICAL
P . W . H . T.	YES (HEAD ONLY)	CORROSION ALLOWANCE	3 mm
IMPACT TEST	EXEMPTION per UG20 (f)	JOINT EFFICIENCY HEAD/ SHELL	1/1
CERTIFICATION	LR Insurance INC	EMPTY WEIGHT (Kg)	4600
INSULATION	NO	OPERATION WEIGHT (Kg)	–
		FULL OF WATER WEIGHT (Kg)	7100
		VOLUME	2.5 m^3

NOZZLE LIST

MARK	QTY	SIZE	SCH/THK	RATING	FACING	COMP DIA.	PAD THK.	SERVICE
NA	1	NPS 6"(DN150)	160	ANSI 300#	WNRF	330	22	GAS INLET
NB	1	NPS 6"(DN150)	160	ANSI 300#	WNRF	330	22	GAS OUTLET
NC	1	NPS 4"(DN100)	160	ANSI 300#	WNRF	220	22	OIL COOLER OUTLET
ND	1	NPS 4"(DN100)	160	ANSI 300#	WNRF	220	22	BY PASS LINE
NE	1	NPS 2"(DN50)	XXS	–	–	140	22	LEVEL GAUGE
NF	1	NPS 2"(DN50)	XXS	–	–	140	22	LEVEL GAUGE
NG	1	NPS 1"(DN25)	–	6000# NPT	–	–	–	OIL RETURN LINE
NH	1	NPS 1"(DN25)	–	6000# NPT	–	–	–	TEMPERATURE TRANSMITTER
NI	1	NPS 1"(DN25)	–	6000# NPT	–	–	–	TEMPERATURE GAUGE
NJ	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	PRESSURE GAUGE
NK	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	PRESSURE TRANSMITTER
NL	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	PRESSURE TRANSMITTER
NM	1	NPS 20"(DN500)	22Thk	ANSI 300#	SORF	850	22	ACCESS/MANWAY
NN	1	NPS 1"(DN25)	–	6000# NPT	–	–	–	DRAIN PORT
NO	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	PRESSURE DIFF. GAUGE
NP	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	PRESSURE DIFF. GAUGE

TAG NO :
-10BKH21-BB002
-10BKH22-BB002
-10BKH23-BB002

PAINTING SPECIFICATION

SURFACE PREPARATION :
EXTERNAL : SAND BLAST SA 2 1/2
EXTERNAL PAINTING:
PRIMER COAT : 75 micron- Interzinc 52 ——→ by Envicon

GENERAL NOTES

1. ALL DIMENSION ARE IN MM UNLESS NOTED OTHERWISE
2. ALL FLANGE BOLT HOLES SHALL STRADDLE TO VESSEL "NORMAL" CENTERLINE
3. ALL FLANGE SHALL COMPLY WITH ASME B16.5 UNLESS NOTED OTHERWISE
4. ALL WELDMENT SHOULD BE FULL PENETRATION WELD EXCEPT AS NOTED
5. REINFORCING PAD OF NOZZLE TO BE PROVIDED WITH ONE 1/8" NPT TELL TALE HOLE AND SHALL BE LOCATED AT THE LOWEST POINT POSSIBLE
6. FABRICATION TOLERANCE REFER TO DRAWING ENG-STD-001

PROJECT : TAG-1405
JEL - SPR

CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD
19/21 TUAS VIEW CLOSE
Singapore 637463
Tel. (65)6506-2838 Fax. (65)6795-7375

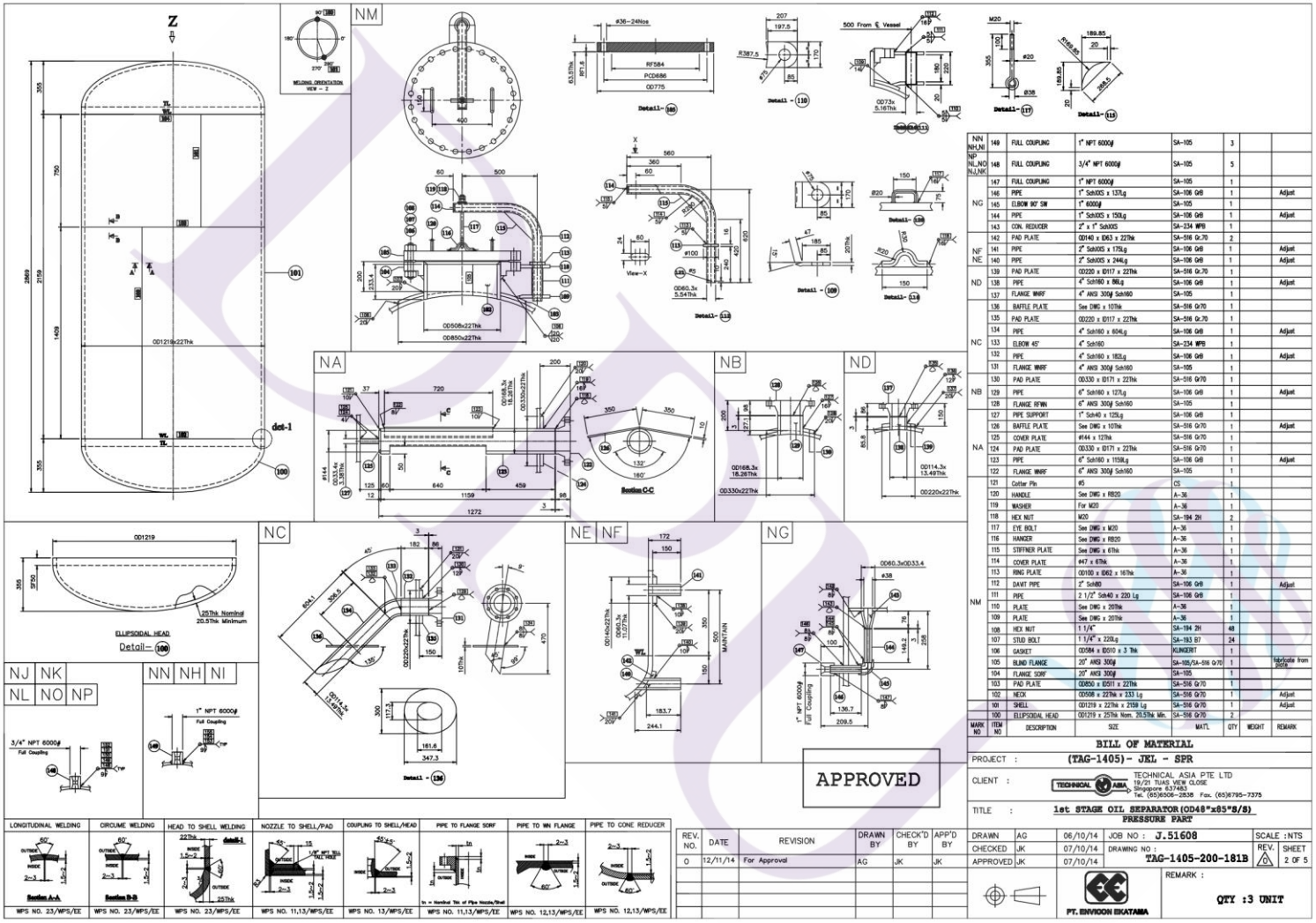
TITLE : 1st STAGE OIL SEPARATOR(OD48"x85"S/S)
GENERAL ARRANGEMENT

REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	12/11/14	For Approval	AG	JK	JK

DRAWN	AG	06/10/14	JOB NO : J.51608	SCALE :NTS	
CHECKED	JK	07/10/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181B	REV. 0	SHEET 1 of 5
APPROVED	JK	07/10/14			

PT. ENVICON EKATAMA

REMARK :
QTY : 3 UNIT



NN NH,NI	149	FULL COUPLING	1" NPT 6000#	SA-105	3		
NP NL,NO NJ,NK	148	FULL COUPLING	3/4" NPT 6000#	SA-105	5		
NG	147	FULL COUPLING	1" NPT 6000#	SA-105	1		
	146	PIPE	1" Sch80S x 137Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
	145	ELBOW 90° SW	1" 6000#	SA-105	1		
	144	PIPE	1" Sch80S x 150Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
	143	CON. REDUCER	2" x 1" Sch80S	SA-234 WPB	1		
NF	142	PAD PLATE	OD140 x ID63 x 22Thk	SA-516 Gr.70	2		
NE	141	PIPE	2" Sch80S x 175Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
	140	PIPE	2" Sch80S x 244Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
ND	139	PAD PLATE	OD220 x ID117 x 22Thk	SA-516 Gr.70	1		
	138	PIPE	4" Sch160 x 86Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
	137	FLANGE WNRF	4" ANSI 300# Sch160	SA-105	1		
NC	136	BAFFLE PLATE	See DWG x 107thk	SA-516 Gr.70	1		
	135	PAD PLATE	OD220 x ID117 x 22Thk	SA-516 Gr.70	1		
	134	PIPE	4" Sch160 x 604Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
	133	ELBOW 45°	4" Sch160	SA-234 WPB	1		
	132	PIPE	4" Sch160 x 182Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
	131	FLANGE WNRF	4" ANSI 300# Sch160	SA-105	1		
NB	130	PAD PLATE	OD330 x ID171 x 22Thk	SA-516 Gr.70	1		
	129	PIPE	6" Sch160 x 127Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
	128	FLANGE RFWN	6" ANSI 300# Sch160	SA-105	1		
	127	PIPE SUPPORT	1" Sch40 x 125Lg	SA-106 GrB	1		
	126	BAFFLE PLATE	See DWG x 107thk	SA-516 Gr.70	1		Adjust
	125	COVER PLATE	ø144 x 12Thk	SA-516 Gr.70	1		
NA	124	PAD PLATE	OD330 x ID171 x 22Thk	SA-516 Gr.70	1		
	123	PIPE	6" Sch160 x 1159Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
	122	FLANGE WNRF	6" ANSI 300# Sch160	SA-105	1		
NM	121	Cotter Pin	ø5	CS	1		
	120	HANDLE	See DWG x R820	A-36	1		
	119	WASHER	For M20	A-36	1		
	118	HEX NUT	M20	SA-194 2H	2		
	117	EYE BOLT	See DWG x M20	A-36	1		
	116	HANGER	See DWG x R820	A-36	1		
	115	STIFFNER PLATE	See DWG x 6Thk	A-36	1		
	114	COVER PLATE	ø47 x 6Thk	A-36	1		
	113	RING PLATE	OD100 x ID62 x 16Thk	A-36	1		
	112	DAVIT PIPE	2" Sch80	SA-106 GrB	1		Adjust
	111	PIPE	2 1/2" Sch40 x 220 Lg	SA-106 GrB	1		
	110	PLATE	See DWG x 20Thk	A-36	1		
	109	PLATE	See DWG x 20Thk	A-36	1		
	108	HEX NUT	1 1/4"	SA-194 2H	48		
	107	STUD BOLT	1 1/4" x 220Lg	SA-193 B7	24		
	106	GASKET	OD584 x ID510 x 3 Thk	KLINGERIT	1		
	105	BLIND FLANGE	20" ANSI 300#	SA-105/SA-516 Gr70	1		fabricate from plate
	104	FLANGE SORF	20" ANSI 300#	SA-105	1		
	103	PAD PLATE	OD850 x ID511 x 22Thk	SA-516 Gr.70	1		
	102	NECK	OD508 x 22Thk x 233 Lg	SA-516 Gr.70	1		Adjust
	101	SHELL	OD1219 x 22Thk x 2159 Lg	SA-516 Gr.70	1		Adjust
	100	ELLIPSOIDAL HEAD	OD1219 x 25Thk Nom. 23.5Thk Min.	SA-516 Gr.70	2		
MARK NO	ITEM NO	DESCRIPTION	SIZE	MATL	QTY	WEIGHT	REMARK

BILL OF MATERIAL

PROJECT : **(TAG-1405)- JKL - SPR**

CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD, 19/21 TUAS VIEW CLOSE, Singapore 637483, Tel. (65)6506-2838 Fax. (65)6795-7375

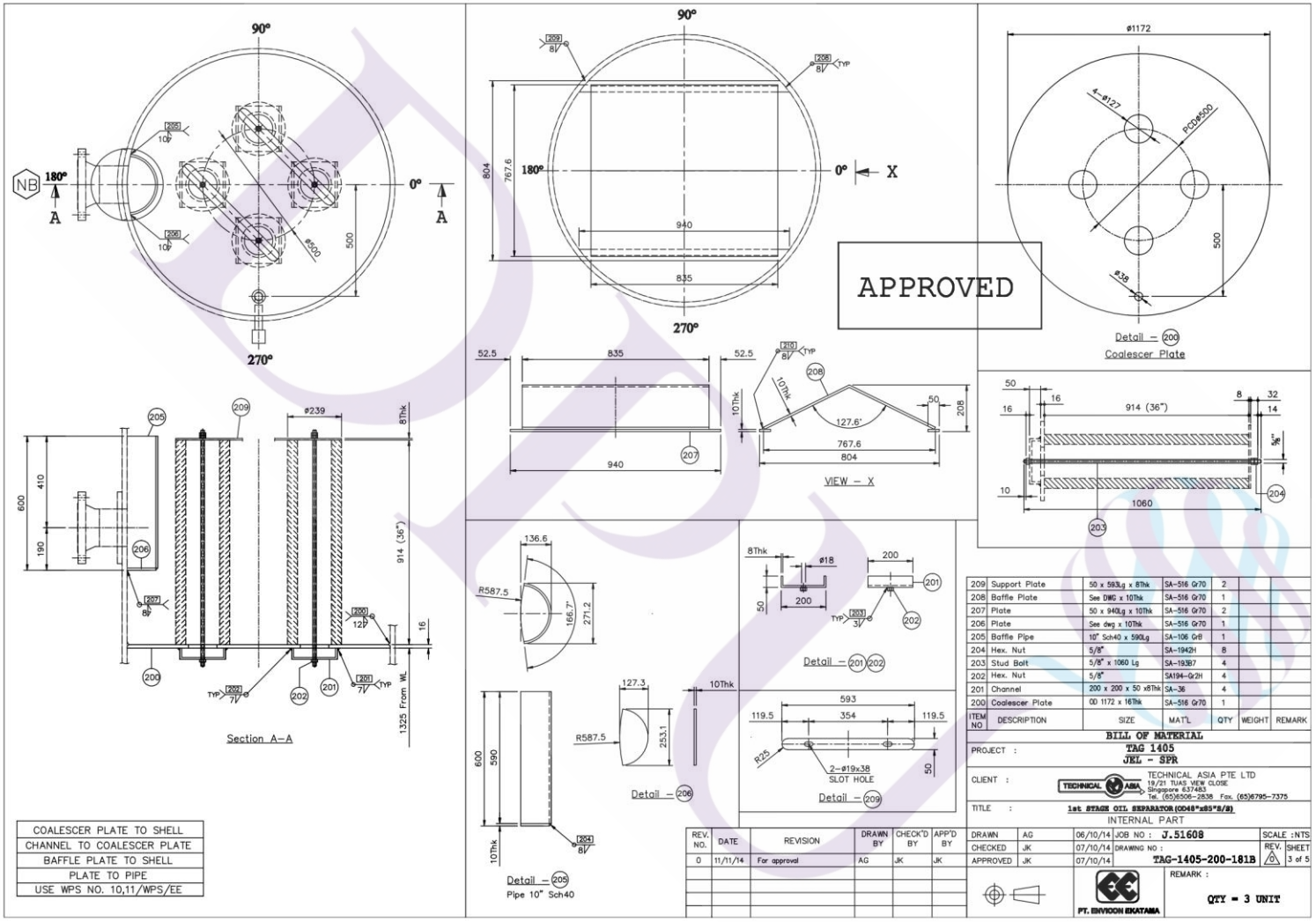
TITLE : **1st STAGE OIL SEPARATOR (OD48"x85"S/S)**
PRESSURE PART

REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	12/11/14	For Approval	AG	JK	JK

DRAWN	AG	06/10/14	JOB NO : J.51608	SCALE : NTS
CHECKED	JK	07/10/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181B	REV. 0
APPROVED	JK	07/10/14		SHEET 2 OF 5

PT. ENVICON EKATAMA

REMARK : **QTY :3 UNIT**



209	Support Plate	50 x 593Lg x 8Thk	SA-516 Gr70	2		
208	Baffle Plate	See DWG x 10Thk	SA-516 Gr70	1		
207	Plate	50 x 940Lg x 10Thk	SA-516 Gr70	2		
206	Plate	See dwg x 10Thk	SA-516 Gr70	1		
205	Baffle Pipe	10" Sch40 x 590Lg	SA-106 GrB	1		
204	Hex. Nut	5/8"	SA-194Gr2H	8		
203	Stud Bolt	5/8" x 1060 Lg	SA-193B7	4		
202	Hex. Nut	5/8"	SA194-Gr2H	4		
201	Channel	200 x 200 x 50 x8Thk	SA-36	4		
200	Coalescer Plate	OD 1172 x 16Thk	SA-516 Gr70	1		
ITEM NO	DESCRIPTION	SIZE	MAT'L	QTY	WEIGHT	REMARK

BILL OF MATERIAL

PROJECT : **TAG 1405**
JKL – SPR

CLIENT :

TECHNICAL ASIA PTE LTD
19/21 TUAS VIEW CLOSE
Singapore 637483
Tel. (65)6508-2838 Fax. (65)6795-7375

TITLE : **1st STAGE OIL SEPARATOR (OD48"x85"S/S)**
INTERNAL PART

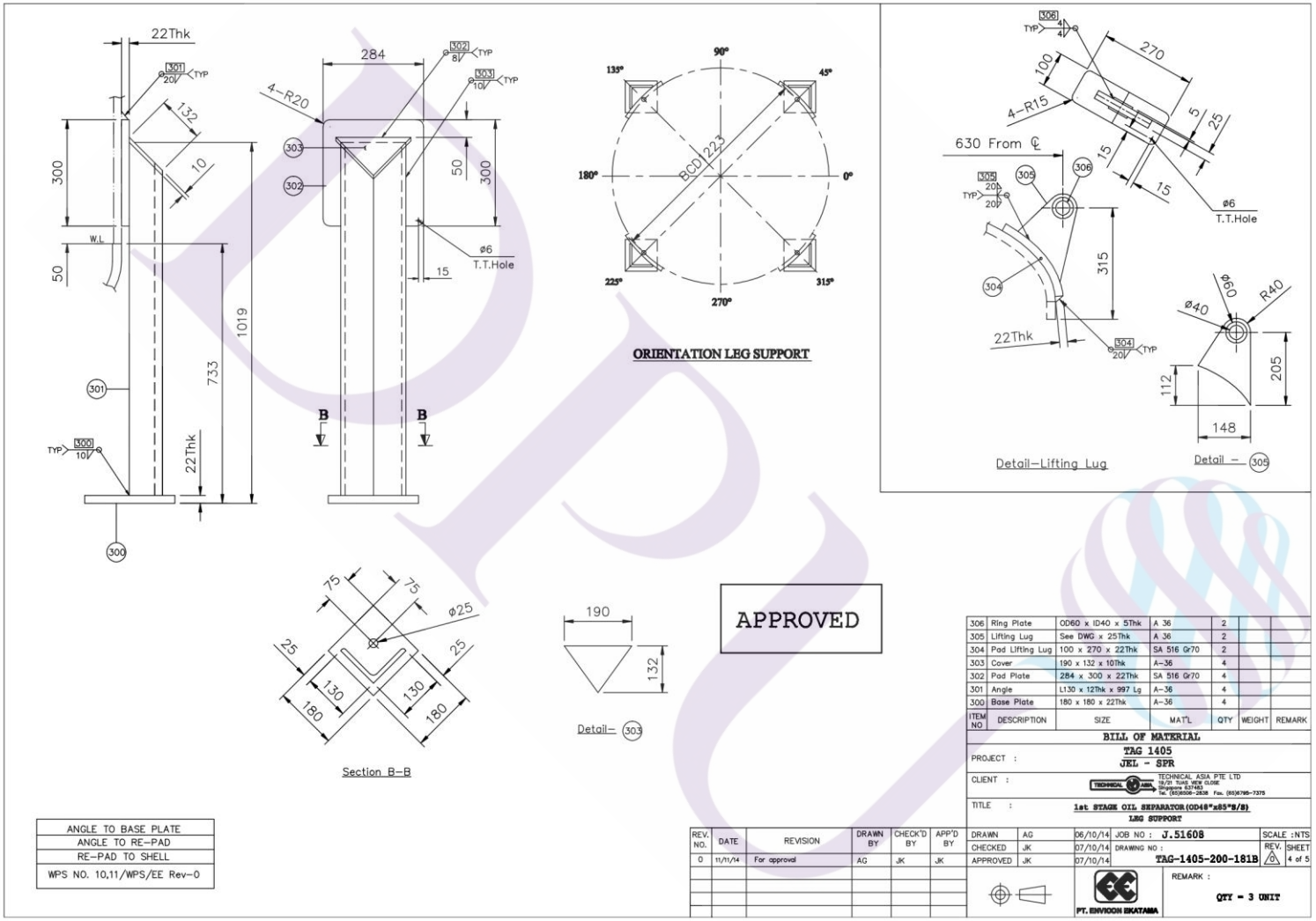
REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	11/11/14	For approval	AG	JK	JK

DRAWN	AG	06/10/14	JOB NO : **J.51608**	SCALE : NTS	
CHECKED	JK	07/10/14	DRAWING NO :	REV. 0	SHEET 3 of 5
APPROVED	JK	07/10/14	**TAG-1405-200-181B**		

PT. ENVIDON EKATAMA

REMARK : **QTY = 3 UNIT**

COALESCER PLATE TO SHELL
CHANNEL TO COALESCER PLATE
BAFFLE PLATE TO SHELL
PLATE TO PIPE
USE WPS NO. 10,11/WPS/EE



ITEM NO	DESCRIPTION	SIZE	MAT'L	QTY	WEIGHT	REMARK
306	Ring Plate	OD60 x ID40 x 5Thk	A 36	2		
305	Lifting Lug	See DWG x 25Thk	A 36	2		
304	Pad Lifting Lug	100 x 270 x 22Thk	SA 516 Gr70	2		
303	Cover	190 x 132 x 10Thk	A-36	4		
302	Pad Plate	284 x 300 x 22Thk	SA 516 Gr70	4		
301	Angle	L130 x 12Thk x 997 Lg	A-36	4		
300	Base Plate	180 x 180 x 22Thk	A-36	4		

BILL OF MATERIAL

PROJECT : TAG 1405 JKL - SPR

CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD, 19/21 TUAS VIEW CLOSE, Singapore 637463, Tel. (65)6508-2828 Fax. (65)6795-7375

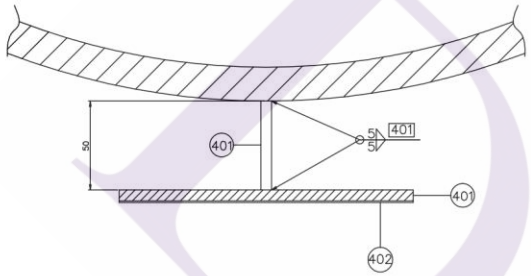
TITLE : 1st STAGE OIL SEPARATOR (OD48"x85"S/S) LEG SUPPORT

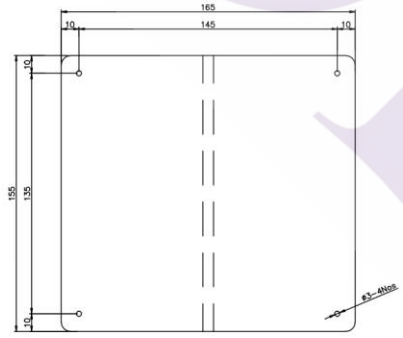
REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	11/11/14	For approval	AG	JK	JK

DRAWN	AG	06/10/14	JOB NO : J.51608	SCALE : NTS
CHECKED	JK	07/10/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181B	REV. 0 / SHEET 4 of 5
APPROVED	JK	07/10/14		

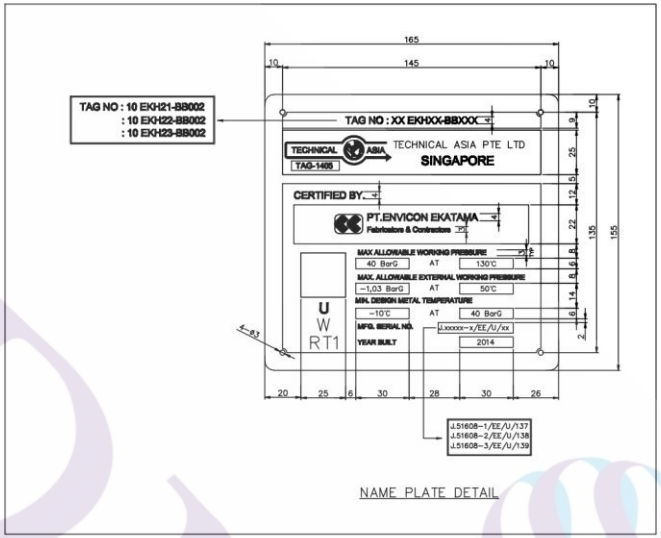
PT. ENVIRON EKATAMA

REMARK : QTY = 3 UNIT





NAME PLATE BRACKET DETAIL



NAME PLATE DETAIL

APPROVED

Item No.	DESCRIPTION	SIZE	MAT'L	QTY	WEIGHT	REMARK
402	Name Plate	165 x 145 x 2Thk	SS	1		
401	Name Plate Bracket	See Dwg x 6 Thk	SA-516 Gr70	1		
400	Name Plate Bracket	See Dwg x 6 Thk	SA-516 Gr70	1		

BILL OF MATERIAL

PROJECT : TAG-1405 (JEL-SPR)

CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD, 19/21 TUAS VIEW CLOSE, Singapore 637453, Tel. (65)6506-2838 Fax. (65)6795-7375

TITLE : **1st STAGE OIL SEPARATOR (OD48"x85" S/S)**
NAME PLATE

REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	11/11/14	For Approval	AG	JK	JK

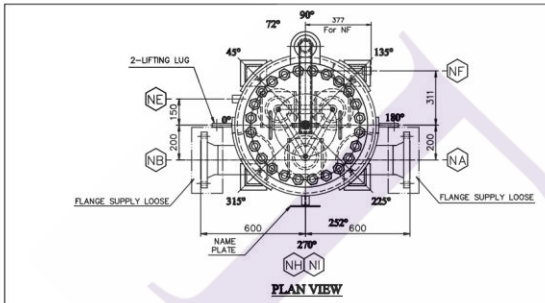
DRAWN	AG	06/10/14	JOB NO : J.51608
CHECKED	JK	07/10/14	DRAWING NO : **TAG-1405-200-181B**
APPROVED	JK	07/10/14	

SCALE : NTS
REV. 0 SHEET 5 of 5

PT. ENVICON EKATAMA

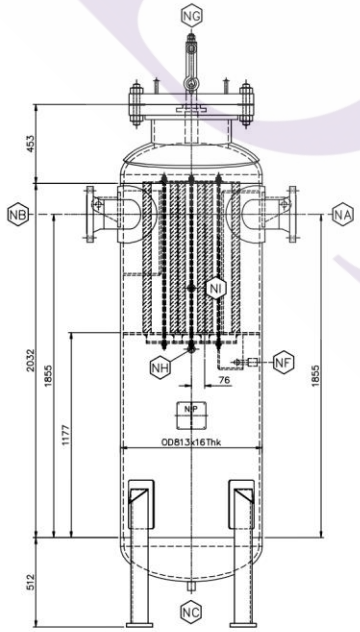
REMARK : **Qty= 3 UNIT**

(USE WPS NO. 11/WPS/EE)

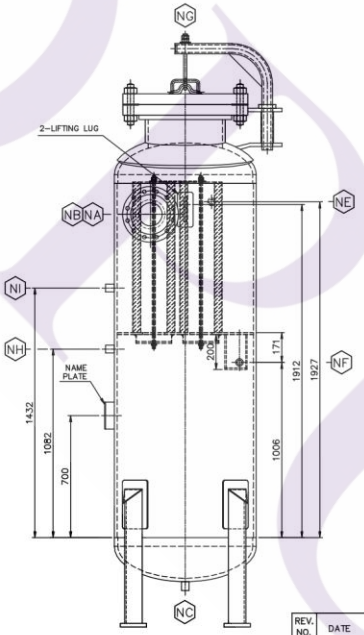


PLAN VIEW

OS2 BB003



FRONT VIEW



RIGHT VIEW

APPROVED

DESIGN DATA

CODE REFERENCE		ASME Sec.VIII, Div.1.2013 Edition	
FLUID		NATURAL GAS	
DESIGN PRESSURE (Int'n/Ext'l)		40 BarG /1.034 BarG	
DESIGN TEMPERATURE (Int'l/Ext'l)		130 °C /50°C	
OPERATING PRESSURE		31 BarG	
OPERATING TEMPERATURE		90 °C	
MDMT		-10 °C at 40 BarG	
M.A.W.P		40 BarG at 130 °C	
RT : FULL	U.T : NO	HYDROTEST PRESSURE	52 BarG
M.T : NO	P.T : 100%	HYDROTEST POSITION	VERTICAL
P . W. H . T.	YES (HEAD ONLY)	CORROSION ALLOWANCE	3 mm
IMPACT TEST	EXEMPTION per UG20 (f)	JOINT EFFICIENCY HEAD/ SHELL	1/1
CERTIFICATION	LR Insurance INC	EMPTY WEIGHT (Kg)	2200
INSULATION	NO	OPERATION WEIGHT (Kg)	–
		FULL OF WATER WEIGHT (Kg)	3250
		VOLUME	1.05 m^3

NOZZLE LIST

MARK	QTY	SIZE	SCH/THK	RATING	FACING	COMPS PAD DIA.	COMPS PAD THK.	SERVICE
NA	1	NPS 6"(DN150)	160	ANSI 300#	WNRF	330	16	GAS INLET
NB	1	NPS 6"(DN150)	160	ANSI 300#	WNRF	330	16	GAS OUTLET
NC	1	NPS 1"(DN25)	–	6000# NPT	–	–	–	DRAIN PORT
NE	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	PURGE
NF	1	NPS 1"(DN25)	XXS	6000# NPT	–	–	–	OIL RETURN LINE
NG	1	NPS 18"(DN450)	16Thk	ANSI 300#	SORF	780	16	ACCESS/MANWAY
NH	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	DIFF. PRESSURE GAUGE
NI	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	DIFF. PRESSURE GAUGE

TAG NO :
-10EKH21-BB003
-10EKH22-BB003
-10EKH23-BB003

PAINTING SPECIFICATION

SURFACE PREPARATION :
EXTERNAL : SAND BLAST SA 2 1/2
EXTERNAL PAINTING:
PRIMER COAT : 75 micron- Interzinc 52 ——→ by Envicon

GENERAL NOTES

1. ALL DIMENSION ARE IN MM UNLESS NOTED OTHERWISE
2. ALL FLANGE BOLT HOLES SHALL STRADDLE TO VESSEL "NORMAL" CENTERLINE
3. ALL FLANGE SHALL COMPLY WITH ASME B16.5 UNLESS NOTED OTHERWISE
4. ALL WELDMENT SHOULD BE FULL PENETRATION WELD EXCEPT AS NOTED
5. REINFORCING PAD OF NOZZLE TO BE PROVIDED WITH ONE 1/8" NPT TELL TALE HOLE AND SHALL BE LOCATED AT THE LOWEST POINT POSSIBLE
6. FABRICATION TOLERANCE REFER TO DRAWING ENG-STD-001

REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	12/11/14	For approval	AG	JK	JK

PROJECT : TAG-1405
JEL - SPR

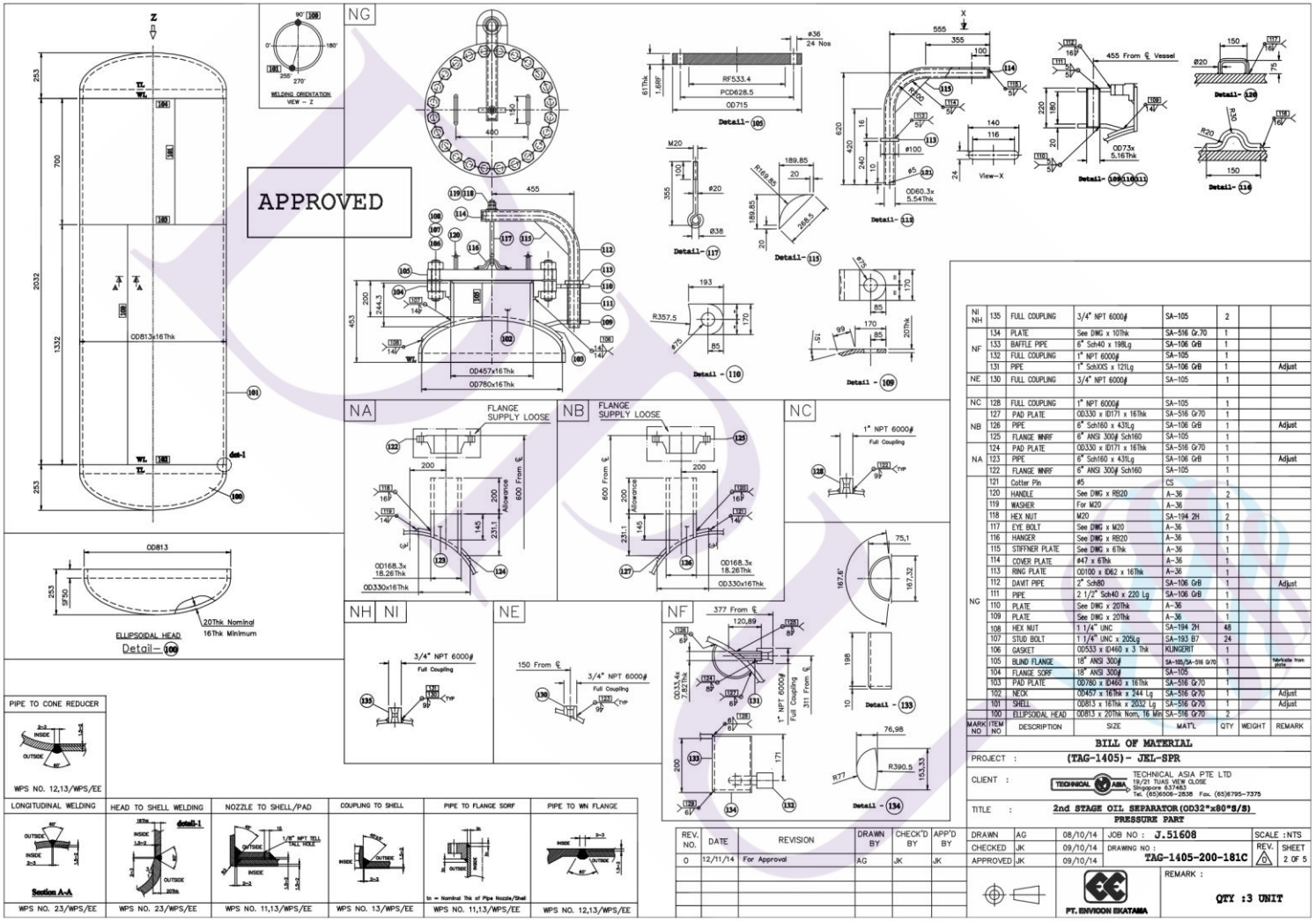
CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD, 19/21 TUAS VIEW CLOSE, Singapore 637463, Tel. (65)6506-2838 Fax. (65)6795-7375

TITLE : 2nd STAGE OIL SEPARATOR (OD32"x80"S/S)
GENERAL ARRANGEMENT

DRAWN	AG	08/10/14	JOB NO : J.51608	SCALE : NTS
CHECKED	JK	09/10/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181C	REV. 0 / SHEET 1 of 5
APPROVED	JK	09/10/14		

PT. ENVICON EKATAMA

REMARK : QTY : 3 UNIT



NI NH	135	FULL COUPLING	3/4" NPT 6000#	SA-105	2		
NF	134	PLATE	See DWG x 10Thk	SA-516 Gr.70	1		
	133	BAFFLE PIPE	6" Sch40 x 198Lg	SA-106 GrB	1		
	132	FULL COUPLING	1" NPT 6000#	SA-105	1		
	131	PIPE	1" SchXXS x 121Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
NE	130	FULL COUPLING	3/4" NPT 6000#	SA-105	1		
NC	128	FULL COUPLING	1" NPT 6000#	SA-105	1		
NB	127	PAD PLATE	OD330 x ID171 x 16Thk	SA-516 Gr.70	1		
	126	PIPE	6" Sch160 x 431Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
	125	FLANGE WNRF	6" ANSI 300# Sch160	SA-105	1		
NA	124	PAD PLATE	OD330 x ID171 x 16Thk	SA-516 Gr.70	1		
	123	PIPE	6" Sch160 x 431Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
	122	FLANGE WNRF	6" ANSI 300# Sch160	SA-105	1		
NG	121	Cotter Pin	#5	CS	1		
	120	HANDLE	See DWG x RB20	A-36	2		
	119	WASHER	For M20	A-36	1		
	118	HEX NUT	M20	SA-194 2H	2		
	117	EYE BOLT	See DWG x M20	A-36	1		
	116	HANGER	See DWG x RB20	A-36	1		
	115	STIFFNER PLATE	See DWG x 6Thk	A-36	1		
	114	COVER PLATE	ø47 x 6Thk	A-36	1		
	113	RING PLATE	OD100 x ID62 x 16Thk	A-36	1		
	112	DAVIT PIPE	2" Sch80	SA-106 GrB	1		Adjust
	111	PIPE	2 1/2" Sch40 x 220 Lg	SA-106 GrB	1		
	110	PLATE	See DWG x 20Thk	A-36	1		
	109	PLATE	See DWG x 20Thk	A-36	1		
	108	HEX NUT	1 1/4" UNC	SA-194 2H	48		
	107	STUD BOLT	1 1/4" UNC x 205Lg	SA-193 B7	24		
	106	GASKET	OD533 x ID460 x 3 Thk	KLINGERIT	1		
	105	BLIND FLANGE	18" ANSI 300#	SA-105/SA-516 Gr70	1		fabricate from plate
	104	FLANGE SORF	18" ANSI 300#	SA-105	1		
	103	PAD PLATE	OD780 x ID460 x 16Thk	SA-516 Gr.70	1		
	102	NECK	OD457 x 16Thk x 244 Lg	SA-516 Gr.70	1		Adjust
	101	SHELL	OD813 x 16Thk x 2032 Lg	SA-516 Gr.70	1		Adjust
	100	ELLIPSOIDAL HEAD	OD813 x 20Thk Nom, 16 Min	SA-516 Gr.70	2		
MARK NO	ITEM NO	DESCRIPTION	SIZE	MAT'L	QTY	WEIGHT	REMARK

BILL OF MATERIAL

PROJECT : **(TAG-1405)- JKL-SPR**

CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD, 19/21 TUAS VIEW CLOSE, Singapore 637483, Tel. (65)6506-2838 Fax. (65)6795-7375

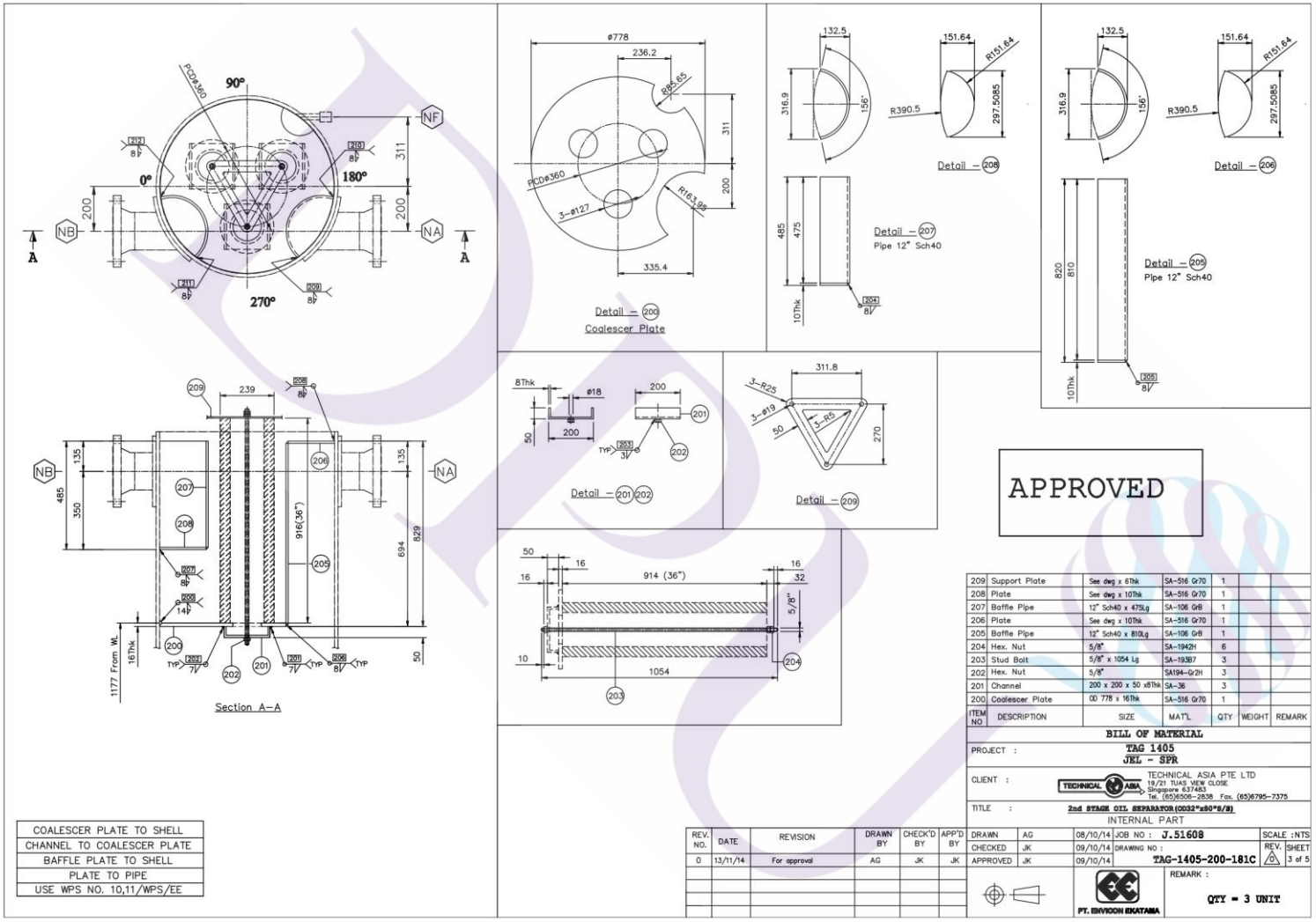
TITLE : **2nd STAGE OIL SEPARATOR (OD32"x80"S/S)**
PRESSURE PART

REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	12/11/14	For Approval	AG	JK	JK

DRAWN	AG	08/10/14	JOB NO : J.51608	SCALE : NTS
CHECKED	JK	09/10/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181C	REV. 0 / SHEET 2 OF 5
APPROVED	JK	09/10/14		

PT. ENVICON EKATAMA

REMARK : **QTY :3 UNIT**



ITEM NO	DESCRIPTION	SIZE	MAT'L	QTY	WEIGHT	REMARK
209	Support Plate	See dwg x 6Thk	SA-516 Gr70	1		
208	Plate	See dwg x 10Thk	SA-516 Gr70	1		
207	Baffle Pipe	12" Sch40 x 475Lg	SA-106 GrB	1		
206	Plate	See dwg x 10Thk	SA-516 Gr70	1		
205	Baffle Pipe	12" Sch40 x 810Lg	SA-106 GrB	1		
204	Hex. Nut	5/8"	SA-194ZH	6		
203	Stud Bolt	5/8" x 1054 Lg	SA-193B7	3		
202	Hex. Nut	5/8"	SA194-Gr2H	3		
201	Channel	200 x 200 x 50 x8Thk	SA-36	3		
200	Coalescer Plate	OD 778 x 16Thk	SA-516 Gr70	1		

BILL OF MATERIAL

PROJECT : **TAG 1405**
JEL - SPR

CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD
19/21 TUAS VIEW CLOSE
Singapore 637483
Tel. (65)6506-2838 Fax. (65)6795-7375

TITLE : **2nd STAGE OIL SEPARATOR (OD32"x80"S/S)**
INTERNAL PART

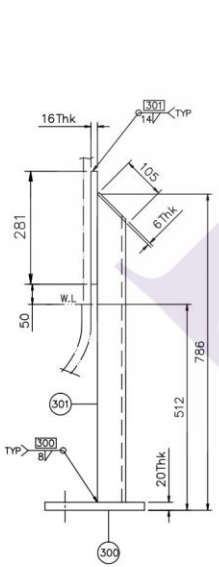
REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	13/11/14	For approval	AG	JK	JK

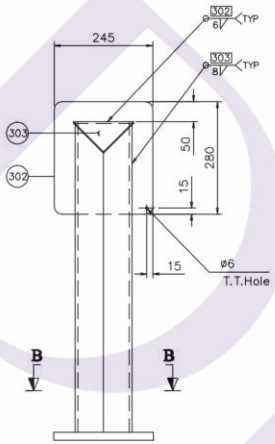
DRAWN	AG	08/10/14	JOB NO : J.51608
CHECKED	JK	09/10/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181C
APPROVED	JK	09/10/14	

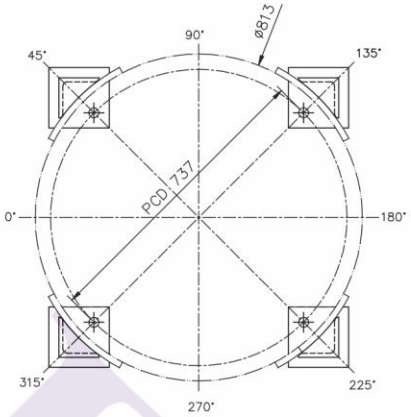
SCALE : NTS
REV. 0
SHEET 3 of 5

PT. ENVIDON EKATAMA

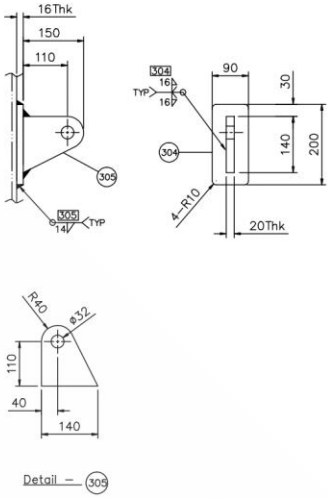
REMARK : **QTY = 3 UNIT**



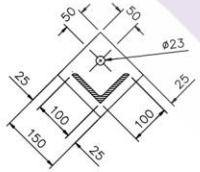




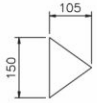
ORIENTATION LEG SUPPORT



Detail–Lifting Lug



Section B–B



Detail– 303

APPROVED

ITEM NO	DESCRIPTION	SIZE	MAT'L	QTY	WEIGHT	REMARK
305	Lifting Lug	See DWG x 20Thk	A 36	2		
304	Pad Lifting Lug	90 x 200 x 16Thk	SA 516 Gr70	2		
303	Cover	150 x 105 x 6Thk	A-36	4		
302	Pad Plate	245 x 280 x 16Thk	SA 516 Gr70	4		
301	Angle	L100 x 10Thk x 766 Lg	A-36	4		
300	Base Plate	150 x 150 x 20Thk	A-36	4		

BILL OF MATERIAL

PROJECT : TAG 1405
JEL - SPR

CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD
19/21 TUAS VIEW CLOSE
Singapore 637463
Tel. (65)6508-2828 Fax. (65)6795-7375

TITLE : 2nd STAGE OIL SEPARATOR (OD32"x80"S/S)
LEG SUPPORT

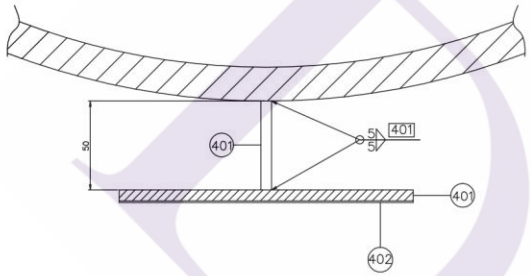
REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	22/10/14	For approval	AG	JK	JK

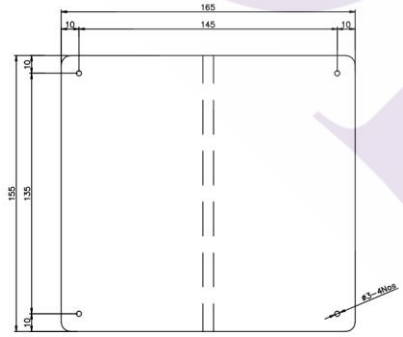
DRAWN	AG	08/10/14	JOB NO : J.51608	SCALE : NTS
CHECKED	JK	09/10/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181C	REV. 0 / SHEET 4 of 5
APPROVED	JK	09/10/14		

PT. ENVIRON EKATAMA

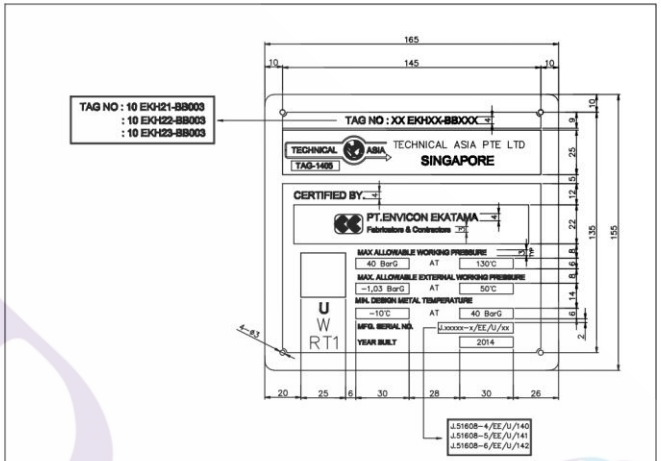
REMARK : QTY = 3 UNIT

ANGLE TO BASE PLATE
ANGLE TO RE-PAD
RE-PAD TO SHELL
WPS NO. 10,11/WPS/EE Rev-0





NAME PLATE BRACKET DETAIL



NAME PLATE DETAIL

APPROVED

Item No.	DESCRIPTION	SIZE	MAT'L	QTY	WEIGHT	REMARK
402	Name Plate	165 x 145 x 2Thk	SS	1		
401	Name Plate Bracket	See Dwg x 6 Thk	SA-516 Gr70	1		
400	Name Plate Bracket	See Dwg x 6 Thk	SA-516 Gr70	1		

BILL OF MATERIAL

PROJECT : TAG-1405 (JEL-SPR)

CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD, 19/21 TUAS VIEW CLOSE, Singapore 637453, Tel. (65)6506-2838 Fax. (65)6795-7375

TITLE : 2nd STAGE OIL SEPARATOR (OD32"x80" S/S)

NAME PLATE

REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	22/10/14	For Approval	AG	JK	JK

DRAWN	AG	08/10/14	JOB NO : J.51608
CHECKED	JK	09/10/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181C
APPROVED	JK	09/10/14	

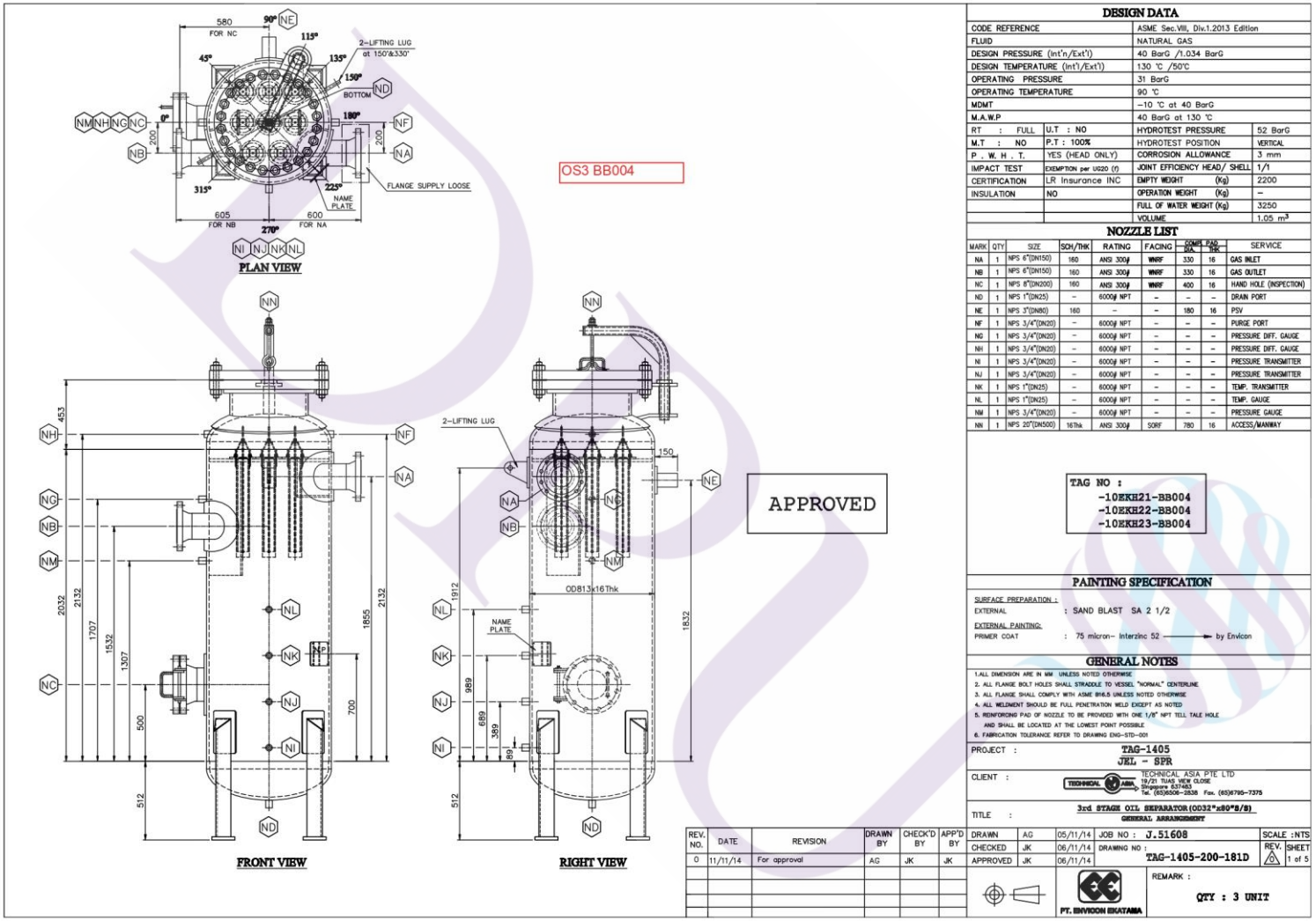
SCALE : NTS

REV. 0 SHEET 5 of 5

PT. ENVICON EKATAMA

REMARK : Qty= 3 UNIT

(USE WPS NO. 11/WPS/EE)



DESIGN DATA

CODE REFERENCE		ASME Sec.VIII, Div.1.2013 Edition	
FLUID		NATURAL GAS	
DESIGN PRESSURE (Int'n/Ext'l)		40 BarG /1.034 BarG	
DESIGN TEMPERATURE (Int'l/Ext'l)		130 °C /50°C	
OPERATING PRESSURE		31 BarG	
OPERATING TEMPERATURE		90 °C	
MDMT		-10 °C at 40 BarG	
M.A.W.P		40 BarG at 130 °C	
RT : FULL	U.T : NO	HYDROTEST PRESSURE	52 BarG
M.T : NO	P.T : 100%	HYDROTEST POSITION	VERTICAL
P . W. H . T.	YES (HEAD ONLY)	CORROSION ALLOWANCE	3 mm
IMPACT TEST	EXEMPTION per UG20 (f)	JOINT EFFICIENCY HEAD/ SHELL	1/1
CERTIFICATION	LR Insurance INC	EMPTY WEIGHT (Kg)	2200
INSULATION	NO	OPERATION WEIGHT (Kg)	–
		FULL OF WATER WEIGHT (Kg)	3250
		VOLUME	1.05 m^3

NOZZLE LIST

MARK	QTY	SIZE	SCH/THK	RATING	FACING	COMPS PAD DIA	COMPS PAD THK	SERVICE
NA	1	NPS 6"(DN150)	160	ANSI 300#	WNRF	330	16	GAS INLET
NB	1	NPS 6"(DN150)	160	ANSI 300#	WNRF	330	16	GAS OUTLET
NC	1	NPS 8"(DN200)	160	ANSI 300#	WNRF	400	16	HAND HOLE (INSPECTION)
ND	1	NPS 1"(DN25)	–	6000# NPT	–	–	–	DRAIN PORT
NE	1	NPS 3"(DN80)	160	–	–	180	16	PSV
NF	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	PURGE PORT
NG	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	PRESSURE DIFF. GAUGE
NH	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	PRESSURE DIFF. GAUGE
NI	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	PRESSURE TRANSMITTER
NJ	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	PRESSURE TRANSMITTER
NK	1	NPS 1"(DN25)	–	6000# NPT	–	–	–	TEMP. TRANSMITTER
NL	1	NPS 1"(DN25)	–	6000# NPT	–	–	–	TEMP. GAUGE
NM	1	NPS 3/4"(DN20)	–	6000# NPT	–	–	–	PRESSURE GAUGE
NN	1	NPS 20"(DN500)	16Thk	ANSI 300#	SORF	780	16	ACCESS/MANWAY

TAG NO :
-10EKH21-BB004
-10EKH22-BB004
-10EKH23-BB004

PAINTING SPECIFICATION

SURFACE PREPARATION :
EXTERNAL : SAND BLAST SA 2 1/2
EXTERNAL PAINTING:
PRIMER COAT : 75 micron– Interzinc 52 ——→ by Envicon

GENERAL NOTES

1. ALL DIMENSION ARE IN MM UNLESS NOTED OTHERWISE
2. ALL FLANGE BOLT HOLES SHALL STRADDLE TO VESSEL "NORMAL" CENTERLINE
3. ALL FLANGE SHALL COMPLY WITH ASME B16.5 UNLESS NOTED OTHERWISE
4. ALL WELDMENT SHOULD BE FULL PENETRATION WELD EXCEPT AS NOTED
5. REINFORCING PAD OF NOZZLE TO BE PROVIDED WITH ONE 1/8" NPT TELL TALE HOLE AND SHALL BE LOCATED AT THE LOWEST POINT POSSIBLE
6. FABRICATION TOLERANCE REFER TO DRAWING ENG-STD-001

REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	11/11/14	For approval	AG	JK	JK

PROJECT : TAG-1405
JEL - SPR

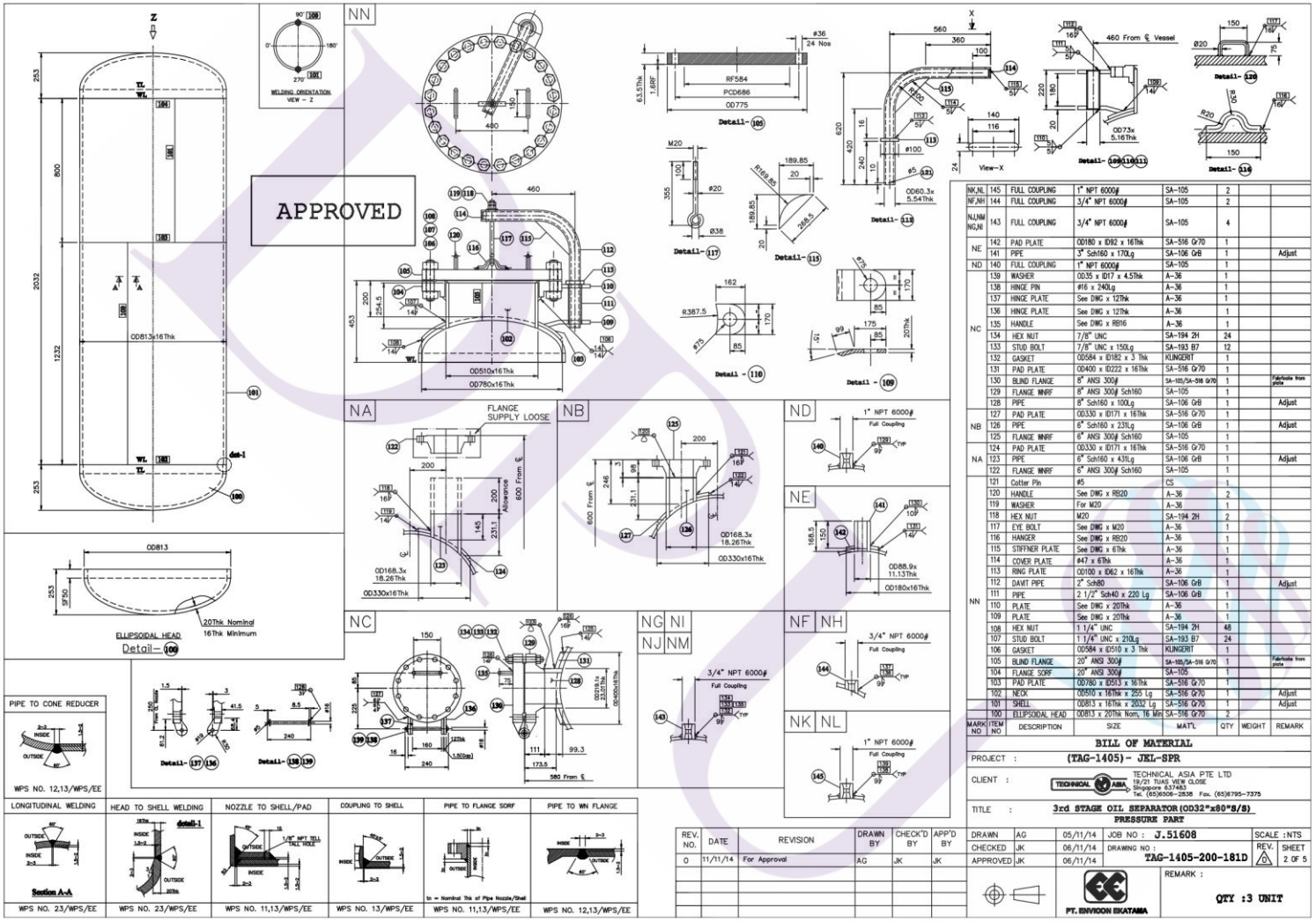
CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD, 19/21 TUAS VIEW CLOSE, Singapore 637463, Tel. (65)6506-2838 Fax. (65)6795-7375

TITLE : 3rd STAGE OIL SEPARATOR (OD32"x80"S/S)
GENERAL ARRANGEMENT

DRAWN	AG	05/11/14	JOB NO : J.51608	SCALE : NTS
CHECKED	JK	06/11/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181D	REV. 0 SHEET 1 of 5
APPROVED	JK	06/11/14		

PT. ENVICON EKATAMA

REMARK : QTY : 3 UNIT



NK,NL	145	FULL COUPLING	1" NPT 6000#	SA-105	2		
NF,NH	144	FULL COUPLING	3/4" NPT 6000#	SA-105	2		
NJ,NM NG,NI	143	FULL COUPLING	3/4" NPT 6000#	SA-105	4		
NE	142	PAD PLATE	OD180 x ID92 x 16Thk	SA-516 Gr70	1		
	141	PIPE	3" Sch160 x 170Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
ND	140	FULL COUPLING	1" NPT 6000#	SA-105	1		
NC	139	WASHER	OD35 x ID17 x 4.5Thk	A-36	1		
	138	HINGE PIN	ø16 x 240Lg	A-36	1		
	137	HINGE PLATE	See DWG x 12Thk	A-36	1		
	136	HINGE PLATE	See DWG x 12Thk	A-36	1		
	135	HANDLE	See DWG x RB16	A-36	1		
	134	HEX NUT	7/8" UNC	SA-194 2H	24		
	133	STUD BOLT	7/8" UNC x 150Lg	SA-193 B7	12		
	132	GASKET	OD584 x ID182 x 3 Thk	KLINGERIT	1		
	131	PAD PLATE	OD400 x ID222 x 16Thk	SA-516 Gr70	1		
	130	BLIND FLANGE	8" ANSI 300#	SA-105/SA-516 Gr70	1		Fabricate from plate
	129	FLANGE WNRF	8" ANSI 300# Sch160	SA-105	1		
	128	PIPE	8" Sch160 x 100Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
NB	127	PAD PLATE	OD330 x ID171 x 16Thk	SA-516 Gr70	1		
	126	PIPE	6" Sch160 x 231Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
	125	FLANGE WNRF	6" ANSI 300# Sch160	SA-105	1		
NA	124	PAD PLATE	OD330 x ID171 x 16Thk	SA-516 Gr70	1		
	123	PIPE	6" Sch160 x 431Lg	SA-106 GrB	1		Adjust
	122	FLANGE WNRF	6" ANSI 300# Sch160	SA-105	1		
NN	121	Cotter Pin	ø5	CS	1		
	120	HANDLE	See DWG x RB20	A-36	2		
	119	WASHER	For M20	A-36	1		
	118	HEX NUT	M20	SA-194 2H	2		
	117	EYE BOLT	See DWG x M20	A-36	1		
	116	HANGER	See DWG x RB20	A-36	1		
	115	STIFFNER PLATE	See DWG x 6Thk	A-36	1		
	114	COVER PLATE	ø47 x 6Thk	A-36	1		
	113	RING PLATE	OD100 x ID62 x 16Thk	A-36	1		
	112	DAVIT PIPE	2" Sch80	SA-106 GrB	1		Adjust
	111	PIPE	2 1/2" Sch40 x 220 Lg	SA-106 GrB	1		
	110	PLATE	See DWG x 20Thk	A-36	1		
	109	PLATE	See DWG x 20Thk	A-36	1		
	108	HEX NUT	1 1/4" UNC	SA-194 2H	48		
	107	STUD BOLT	1 1/4" UNC x 210Lg	SA-193 B7	24		
	106	GASKET	OD584 x ID510 x 3 Thk	KLINGERIT	1		
	105	BLIND FLANGE	20" ANSI 300#	SA-105/SA-516 Gr70	1		Fabricate from plate
	104	FLANGE SORF	20" ANSI 300#	SA-105	1		
	103	PAD PLATE	OD780 x ID513 x 16Thk	SA-516 Gr70	1		
	102	NECK	OD510 x 16Thk x 255 Lg	SA-516 Gr70	1		Adjust
	101	SHELL	OD813 x 16Thk x 2032 Lg	SA-516 Gr70	1		Adjust
	100	ELLIPSOIDAL HEAD	OD813 x 20Thk Nom, 16 Min	SA-516 Gr70	2		

MARK NO	ITEM NO	DESCRIPTION	SIZE	MAT'L	QTY	WEIGHT	REMARK

BILL OF MATERIAL

PROJECT : (TAG-1405)- JKL-SPR

CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD, 19/21 TUAS VIEW CLOSE, Singapore 637483, Tel. (65)6506-2838 Fax. (65)6795-7375

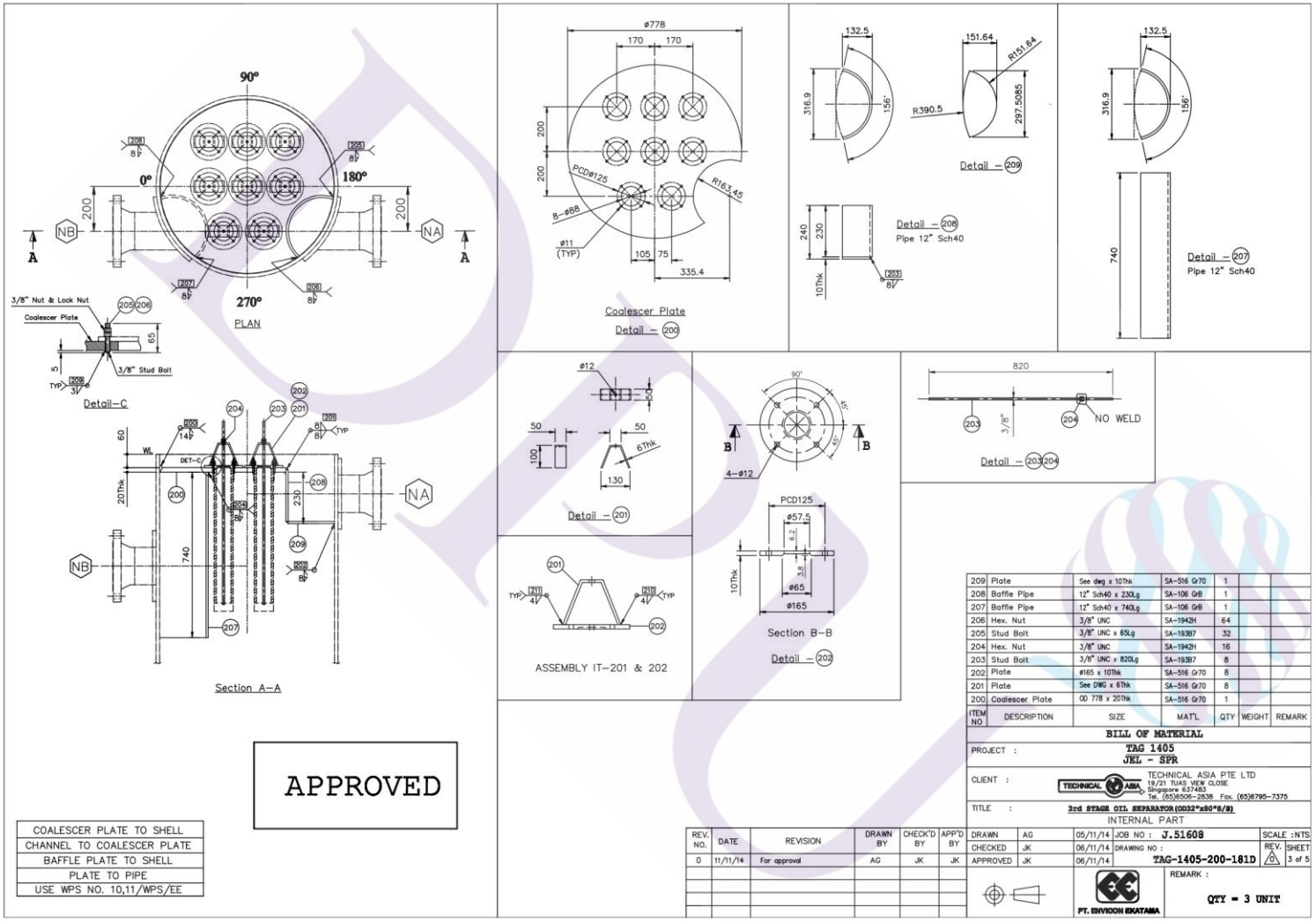
TITLE : 3rd STAGE OIL SEPARATOR (OD32"x80"S/S)
PRESSURE PART

DRAWN	AG	05/11/14	JOB NO : J.51608	SCALE : NTS
CHECKED	JK	06/11/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181D	REV. 0
APPROVED	JK	06/11/14		SHEET 2 OF 5

REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	11/11/14	For Approval	AG	JK	JK

PT. ENVISION EKATAMA

REMARK : QTY :3 UNIT



ITEM NO	DESCRIPTION	SIZE	MAT'L	QTY	WEIGHT	REMARK
209	Plate	See dwg x 10Thk	SA-516 Gr70	1		
208	Baffle Pipe	12" Sch40 x 230Lg	SA-106 GrB	1		
207	Baffle Pipe	12" Sch40 x 740Lg	SA-106 GrB	1		
206	Hex. Nut	3/8" UNC	SA-194 2H	64		
205	Stud Bolt	3/8" UNC x 65Lg	SA-193 B7	32		
204	Hex. Nut	3/8" UNC	SA-194 2H	16		
203	Stud Bolt	3/8" UNC x 820Lg	SA-193 B7	8		
202	Plate	ø165 x 10Thk	SA-516 Gr70	8		
201	Plate	See DWG x 6Thk	SA-516 Gr70	8		
200	Coalescer Plate	OD 778 x 20Thk	SA-516 Gr70	1		

BILL OF MATERIAL

PROJECT : **TAG 1405 JEL - SPR**

CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD, 19/21 TUAS VIEW CLOSE, Singapore 637483, Tel. (65)6506-2838 Fax. (65)6795-7375

TITLE : **3rd STAGE OIL SEPARATOR (OD32"x80"S/S)**

INTERNAL PART

REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	11/11/14	For approval	AG	JK	JK

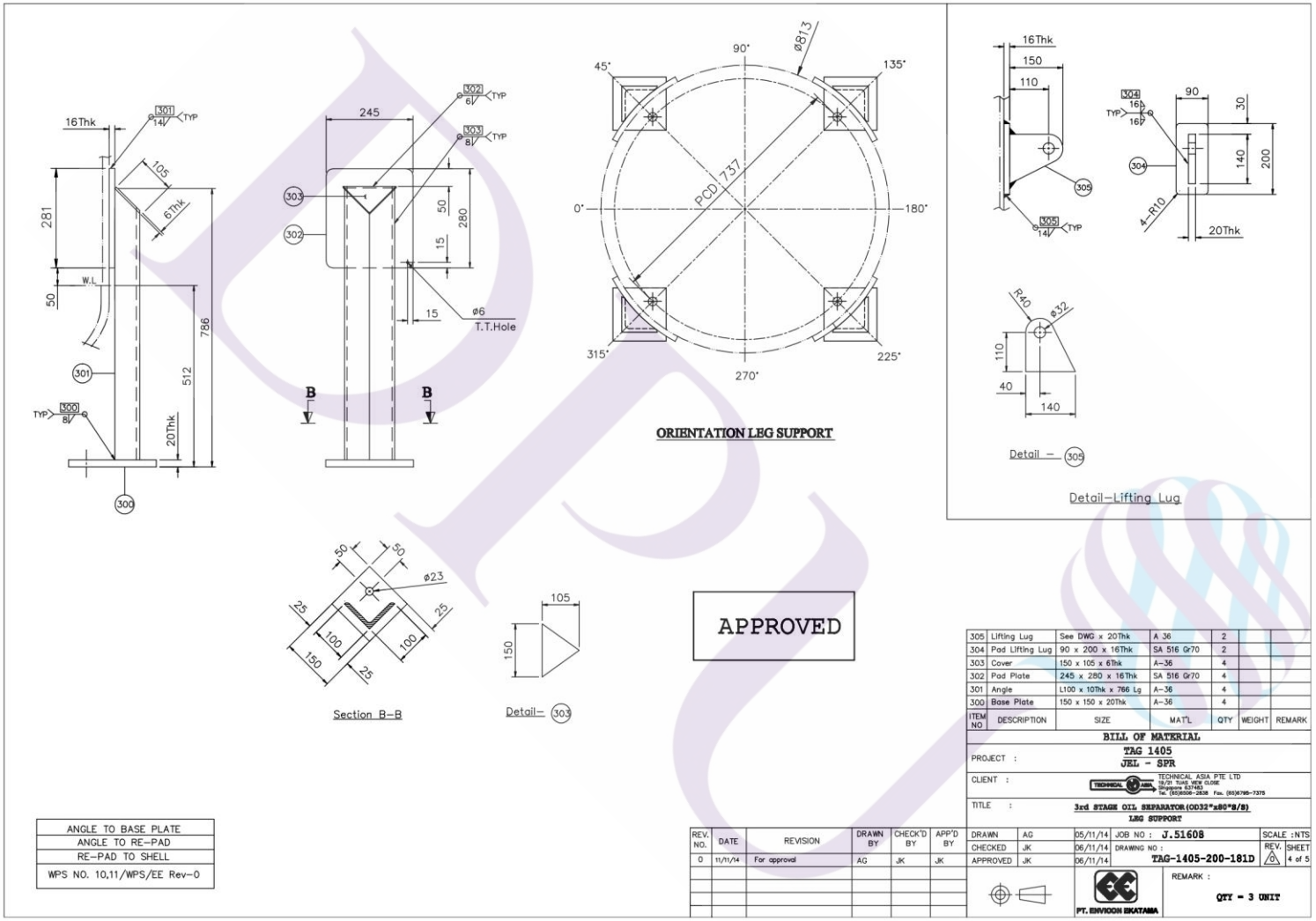
DRAWN	AG	05/11/14	JOB NO : J.51608
CHECKED	JK	06/11/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181D
APPROVED	JK	06/11/14	

SCALE : NTS

REV. 0 SHEET 3 of 5

PT. ENVIDON EKATAMA

REMARK : **QTY = 3 UNIT**



ITEM NO	DESCRIPTION	SIZE	MAT'L	QTY	WEIGHT	REMARK
305	Lifting Lug	See DWG x 20Thk	A 36	2		
304	Pad Lifting Lug	90 x 200 x 16Thk	SA 516 Gr70	2		
303	Cover	150 x 105 x 6Thk	A-36	4		
302	Pad Plate	245 x 280 x 16Thk	SA 516 Gr70	4		
301	Angle	L100 x 10Thk x 766 Lg	A-36	4		
300	Base Plate	150 x 150 x 20Thk	A-36	4		

BILL OF MATERIAL

PROJECT : **TAG 1405**
JEL - SPR

CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD
19/21 TUAS VIEW CLOSE
Singapore 637483
Tel. (65)6508-2828 Fax. (65)6795-7375

TITLE : **3rd STAGE OIL SEPARATOR (OD32"x80"S/S)**
LEG SUPPORT

DRAWN	AG	05/11/14	JOB NO : J.51608
CHECKED	JK	06/11/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181D
APPROVED	JK	06/11/14	

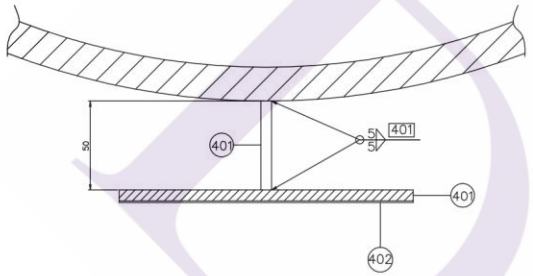
SCALE : NTS
REV. 0
SHEET 4 of 5

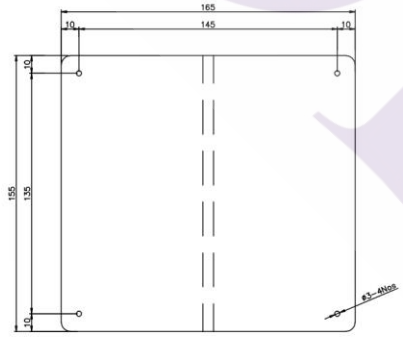
PT. ENVIRON EKATAMA

REMARK : **QTY = 3 UNIT**

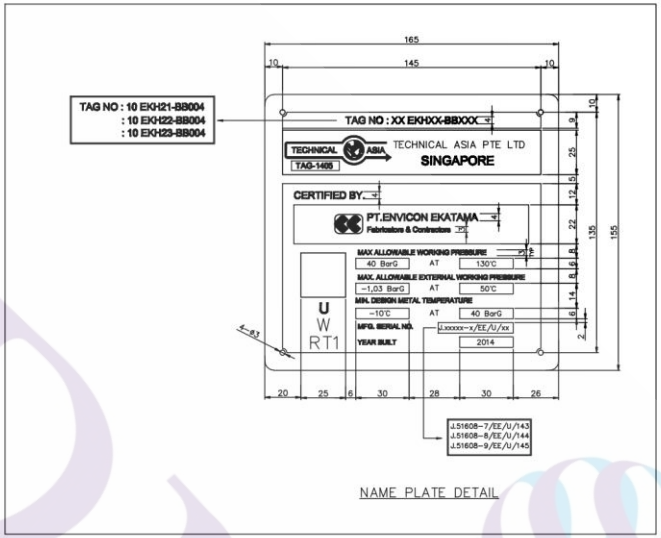
REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	11/11/14	For approval	AG	JK	JK

ANGLE TO BASE PLATE
ANGLE TO RE-PAD
RE-PAD TO SHELL
WPS NO. 10,11/WPS/EE Rev-0





NAME PLATE BRACKET DETAIL



NAME PLATE DETAIL

APPROVED

Item No.	DESCRIPTION	SIZE	MAT'L	QTY	WEIGHT	REMARK
402	Name Plate	165 x 145 x 2Thk	SS	1		
401	Name Plate Bracket	See Dwg x 6 Thk	SA-516 Gr70	1		
400	Name Plate Bracket	See Dwg x 6 Thk	SA-516 Gr70	1		

BILL OF MATERIAL

PROJECT : TAG-1405 (JEL-SPR)

CLIENT : TECHNICAL ASIA PTE LTD, 19/21 TUAS VIEW CLOSE, Singapore 637453, Tel. (65)6506-2838 Fax. (65)6795-7375

TITLE : 3rd STAGE OIL SEPARATOR (OD32"x80" S/S)
NAME PLATE

REV. NO.	DATE	REVISION	DRAWN BY	CHECK'D BY	APP'D BY
0	11/11/14	For Approval	AG	JK	JK

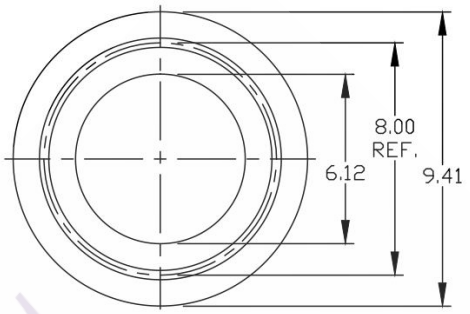
DRAWN	AG	05/11/14	JOB NO : J.51608
CHECKED	JK	06/11/14	DRAWING NO : TAG-1405-200-181D
APPROVED	JK	06/11/14	

SCALE : NTS
REV. 0 SHEET 5 of 5

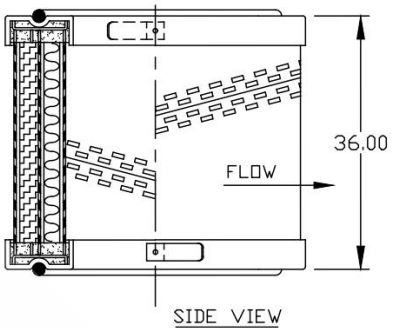
REMARK : Qty= 3 UNIT

PT. ENVICON EKATAMA

(USE WPS NO. 11/WPS/EE)



TOP VIEW



SIDE VIEW

OS1,OS2 BB002, BB003
Coalesce Element

TECHNICAL DATA INFORMATION
KR1900-014P

BOX SIZE:	B136 (12.5 X 39 IN.) (318 X 991 MM)	
CASE QUANTITY:	1 PER BOX	
WEIGHT:	31.00 LBS.	
ELEMENT TYPE:	GAS/OIL SEPARATOR	
UNIT TYPE:	OPEN/OPEN STEEL CAPS	
MEDIA TYPE:	FIBERGLASS/MICROGLASS	
SEAL TYPE:	NEOPRENE O-RING	
END SEAL:	EPOXY	
FLOW DIRECTION:	INSIDE/OUTSIDE	
MICRON RATING:	0.1µ	
UNIT:	**IN.**	**MM**
O.D. LARGEST:	9.41	239
BODY O.D. DIA:	9.41	239
INSIDE DIAMETER:	6.12	155
BODY HEIGHT:	36.00	914
DIA. HOLE ON RETAINER:	0.00	0.00
BOLT PATTERN:	**IN.**	**MM**
DIA. HOLES:	0.00	0.00
BCD HOLES:	0.00	0.00
QTY. OF HOLES:	0	
UNIT:	**FT^2**	**M^2**
SURFACE AREA:	22.53	2.09
CAPACITY PER UNIT @ 31 BARG:	**CFM**	**M^3/H**
NATURAL GAS:	225.3	382.7
UNIT:		
OPERATING TEMPETURE:	-35°F /300°F	
INITIAL DELTA P:	1-2 PSI (0.069-0.14 bar)	
EFFICIENCY:	2-3 PPM	
MAX. OPER. PRESSURE:	Designed for a Delta P. not to exceed 3.5 Bar	

THIS DOCUMENT AND ITS CONTENT ARE THE PROPERTY OF KELTEC TECHNOLAB.
THE USE OF THIS DOCUMENT AND ITS CONTENT WITHOUT WRITTEN
PERMISSION OF KELTEC TECHNOLAB IS PROHIBITED.

KELTEC Technolab
2300 East Enterprise Parkway
Twinsburg, Ohio 44087

Rev. 0.0

Part No. KR1900-014P

THIS DOCUMENT AND ITS CONTENT ARE THE PROPERTY OF KELTEC TECHNOLAB. THE USE OF THIS DOCUMENT AND ITS CONTENTS WITHOUT WRITTEN PERMISSION OF KELTEC TECHNOLAB IS PROHIBITED

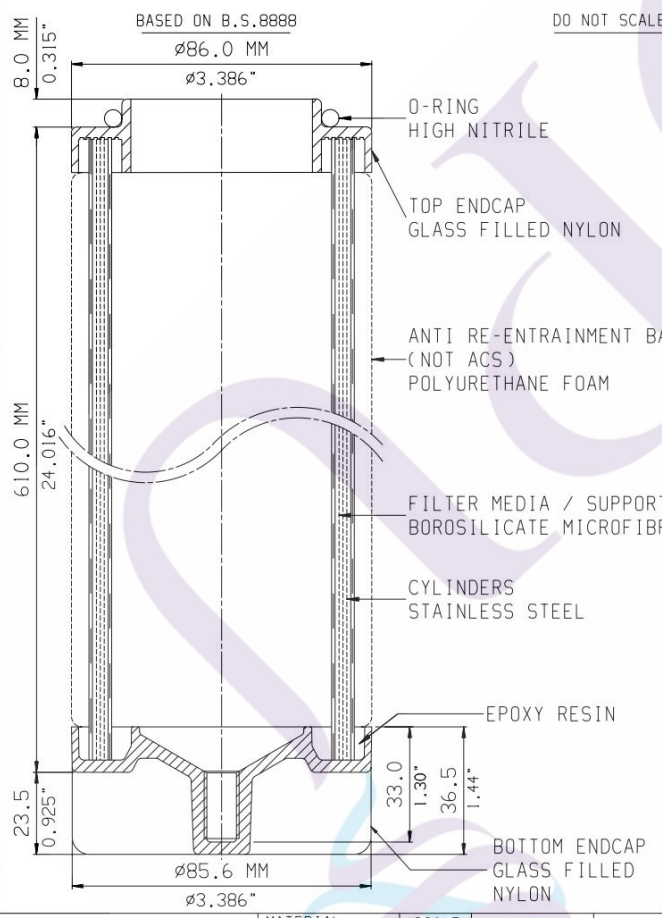
DEM: SPECIAL
DEM No. ----
WEIGHT LBS. 31.00
DRAWN BY: E.ROCHE
DATE: 8/16/12

Part No.
KR1900-014P

BASED ON B.S.8888

DO NOT SCALE IF IN DOUBT ASK

DIMENSIONS IN MILLIMETRES



PART NUMBER	DESCRIPTION	FILTRATION	MAX.WORK.TEMP. °C	°F
504025160	K330A0 *	1 MICRON	66	151
504035160	K330AA **	0.01 MICRON	66	151
504045160	K330ACS	OIL VAPOUR HYDROCARBON ODOURS	30	86
504075160	K330A0-TS	1 MICRON	100	212
504085160	K330AA-TS	0.01 MICRON	100	212
504095160	K330AX	0.01 MICRON	66	151
504145160	K330PF	25 MICRON	66	151

OS3 BB004
Coalesce Element

NOTES
*****
MIN.WORKING TEMPERATURE 1.5°C / 35°F

WEIGHT (UNPACKED) 1005g / 2.22lb
WEIGHT (PACKED) 1150g / 2.54lb
PACKED DIMENSIONS 650mm x 92mm x 92mm
25.59" x 3.622" x 3.622"

FLOW RATES ARE BASED ON AN OPERATING
PRESSURE OF 7 bar g / 102 psi g

* A0 ELEMENTS USED IN AR FILTERS
** AA ELEMENTS USED IN AAR FILTERS

REV.	DCO No.	DATE	NAME
4	56217	1Sep2006	RA
3	48187	9Jun2004	JMP
2	42039	9Dec2002	JMP

DOMNICK HUNTER LIMITED
DUKESWAY, TEAM VALLEY
GATESHEAD, TYNE & WEAR.
NE11 0PZ, ENGLAND.
Tel: 0191 402 9000
Telex: 537282
Telefax: 0191 482 6296

THE ORIGINAL OF THIS DRAWING IS COPYRIGHT AND CONTAINS CONFIDENTIAL INFORMATION. IT IS THE PROPERTY OF DOMNICK HUNTER LIMITED WITHOUT WHOSE PERMISSION IT MAY NOT BE COPIED, SHOWN OR HANDED TO A THIRD PARTY OR OTHERWISE USED AND IT IS TO BE RETURNED PROMPTLY UPON REQUEST TO DOMNICK HUNTER.
©2002 A3

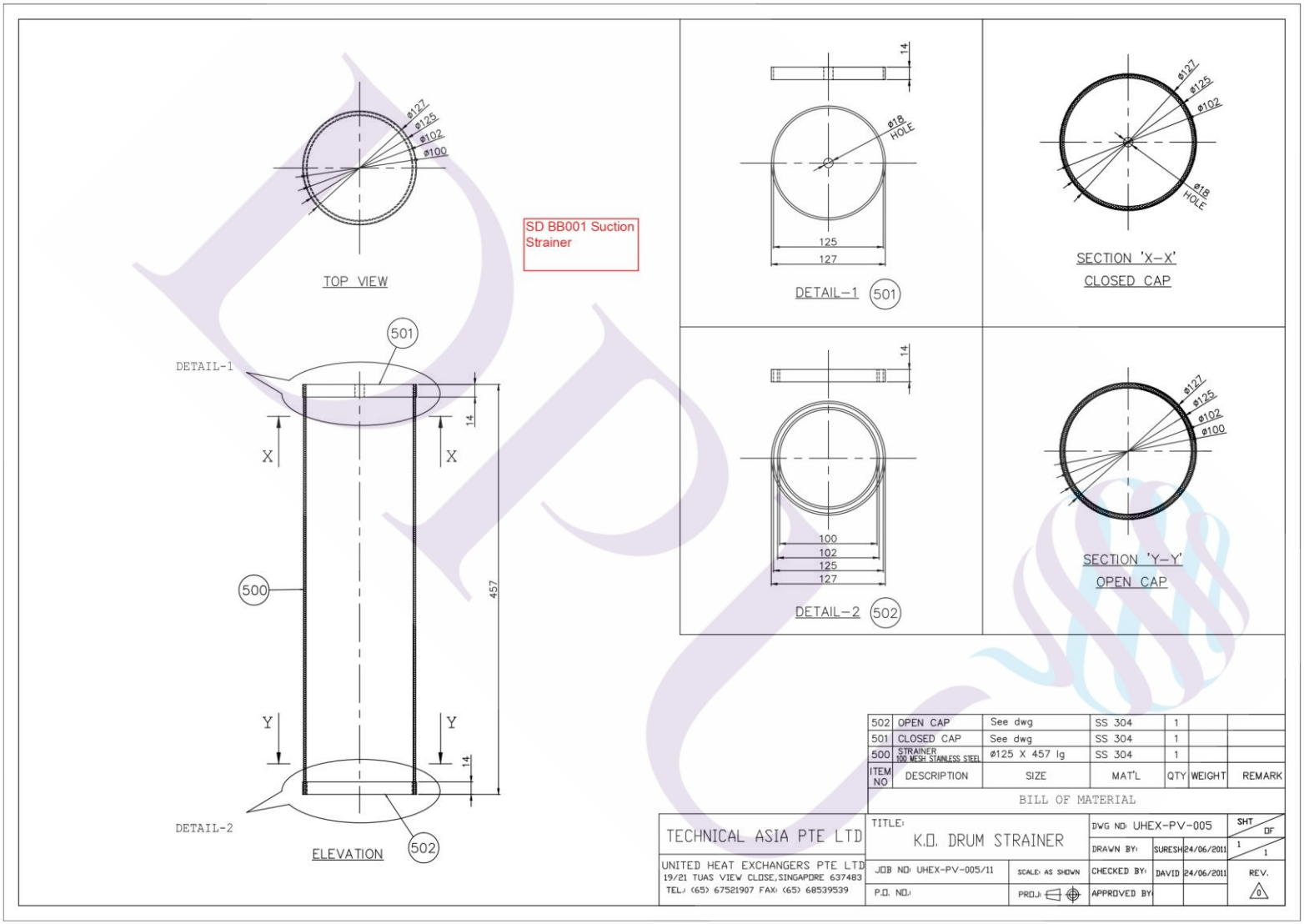
MATERIAL	SCALE
GEN. ARRGT.	1 : 1

	DRAWN	CHECKED	APPROVED
NAME	JMP	KW	
DATE	9Dec2002	9Dec02	

TITLE: K330 SALES

DRG. No 50100007

SHEET 1 of 1



ITEM NO	DESCRIPTION	SIZE	MAT'L	QTY	WEIGHT	REMARK
502	OPEN CAP	See dwg	SS 304	1		
501	CLOSED CAP	See dwg	SS 304	1		
500	STRAINER 100 MESH STAINLESS STEEL	ø125 X 457 lg	SS 304	1		

BILL OF MATERIAL

TECHNICAL ASIA PTE LTD

UNITED HEAT EXCHANGERS PTE LTD
19/21 TUAS VIEW CLOSE, SINGAPORE 637483
TEL: (65) 67521907 FAX: (65) 68539539

TITLE: K.O. DRUM STRAINER

DWG NO: UHEX-PV-005

SHT 1 OF 1

DRAWN BY: SURESH 24/06/2011

JOB NO: UHEX-PV-005/11 SCALE: AS SHOWN CHECKED BY: DAVID 24/06/2011

P.O. NO.: PROJ: APPROVED BY:

REV. 0

TAG-1405 Siam Pure Rice Lubricant List

No.	Item no.	Service name	No. of Req'd (unit)	Part Lubricated	Total Quantity per item		Lubricant Spec.	Refilling Interval (daily, weekly, monthly or yearly)	REMARK
					Initial Filling (liters or grams)	1 Year (liters or grams)			
1	10EKH21	Compressor Lubrication	1	1	1350 litre	10 litre	ISO VG 68 Turbine Oil	Based on sampling testing	
2	10EKH22	Compressor Lubrication	1	1	1350 litre	10 litre	ISO VG 68 Turbine Oil	Based on sampling testing	
3	10EKH23	Compressor Lubrication	1	1	1350 litre	10 litre	ISO VG 68 Turbine Oil	Based on sampling testing	
4	10EKH21	Motor Sleeve Beairng	1	1	5 litre	-	ISO VG 32 Turbine Oil	First fill only	
5	10EKH22	Motor Sleeve Beairng	1	1	5 litre	-	ISO VG 32 Turbine Oil	First fill only	
6	10EKH23	Motor Sleeve Beairng	1	1	5 litre	-	ISO VG 32 Turbine Oil	First fill only	

REV.	DATE	DESCRIPTION	DRAWN	DESIGNED	CHECKED	APPROVED	STATUS
0	25-Jan-16	Issued for Construction	-	ABP	LAX	GPJ	C
B	31-Aug-15	Issued for Reference	-	ABP	SKM	GPJ	R
A	12-Aug-15	Issued for Reference	-	ABP	SKM	GPJ	R

JEL STAMP

FOR CONSTRUCTION

OWNER'S APPROVAL STAMP

OWNER

SIAM PURE RICE COMPANY LIMITED
71 AGR Building, Charoen Rat Road, Bang Khlo, Bang Kho Laem, Bangkok 10120.

OWNER'S ENGINEER

TRACTEBEL ENGINEERING LTD.
Unit 1903-1905,19Th Fl., Two Pacific Place Building,142 Sukhumvit Road, Kwaeng Klongtoey, Khet Klongtoey, Bangkok 10110.

THE CONSORTIUM OF

OFFSHORE CONSORTIUM MEMBER	ONSHORE CONSORTIUM MEMBER
JURONG ENGINEERING LIMITED 25 Tanjong Kling Road, Singapore 628050.	**THAI JURONG ENGINEERING LIMITED** 75/43 Ocean Tower2, 22nd Floor, Sukhumvit 19, North Klongtoey, Wattana, Bangkok 10110.

SPR, TE, TJEL, PROJ, P&E, PIPING, C&S, T&V, ELEC, INST, PROC, TOTAL, DISTRIBUTION

OWNER CONTRACT NO.: -

PROJECT: **SPR 120MW SPP PROJECT**

SCALE: NTS

PROJECTION

TITLE: GAS TURBINE DATA SHEET

Jurong Engineering Limited

JOB NO.: **20036**

JEL DRAWING NO.: **C551-005**

PROJECT DRAWING NO.: SPR-10-MB-DS-M1001

REV. NO.: 0

SIEMENS

Project: Siam Pure Rice Co., Ltd.
120MW Cogeneration SPP Project

GAS TURBINE DATA SHEET

Technical / Equipment Data Sheet			
Item	**Description**	**Unit**	**Data**
1	**Gas Turbine & Auxiliary Systems**		
1.1	**General**		
	Gas turbine model		SGT-800
	Manufacturer		
	• Rotor		Siemens
	• Power turbine		Siemens
	• Compressor		SIemens
	Rating (ISO conditions)	kW	50500
1.2	**Compressor**		
	Number of stages		15
	Maximum tip speed	m/s	375
	Mean axial velocity, Ca	m/s	165
	Mass flow	kg/s	130
	Discharge pressure	bar(g)	20
	Discharge temperature	°C	450
	Variable inlet guide vane control,		Yes
	Number of variable stages		3
	Shaft type (welded/bolted joints)		Electron beam welding; bolted joint
	Rotor Speeds		
	• Service speed	RPM	6600
	• Power turbine service speed (if not a single shaft turbine)	RPM	Single shaft
	Materials		
	• Compressor forgings (discs and shafts)		Disc 1-9 = 2596-55 Disc 10-15 = 2390-95
	• Compressor blades and vanes		Guide vane 0 - 4 = 2388-63 Guide vane 5 - 15 = 2390-95
	• Compressor blades and vanes		Blade 1-4 = 2388-63 Blade 5-15 = 2390-95
	• Compressor blades and vanes coating		N/A

SIEMENS

Project :- Siam Pure Rice Co., Ltd.
120MW Cogeneration SPP Project

Technical / Equipment Data Sheet

Item	Description	Unit	Data
1.3	**Combustion system**		
	Number of combustion chambers		1
	Adiabatic combustion temperature	°C	N/A
	Turbine rotor inlet temperature	°C	1180
	Number of fuel nozzles/chamber		30
	Fuel nozzle types		
	• Natural gas		Removable, single fuel DLE
	Number of ignition spark plugs		1
	Number of flame detectors		2
	Lifetime (equivalent combustion hours of)		
	• Combustion liners		30 000 EOH
	• Transition pieces		30 000 EOH
	Materials		
	• Combustion liners		6323-XX (Haynes 230)
	• Transition pieces		N/A
	Coatings		
	• Combustion liners		TBC
	• Transition pieces		N/A
1.4	**Turbine**		
	Number of stages		3
	Cooled stages		2 (Stage 1: Film Cooled; Stage 2: Convection cooled)
	• Rotor		
	• Stator		
	Mass flow		
	• Nominal	kg/s	Approx. 130
	• Maximal (Ambient air +15 oC)	kg/s	Approx. 133
	Outlet temperature		
	• Nominal	°C	540
	• At idle load	°C	Approx. 400
	• Maximal mean temperature (ambient air +37 oC)	°C	600
	• Hot spot temperature (+37 oC)	°C	Core engine is isolated
	• Max. temperature spread	°C	This is Siemens knowledge that is not handed over to customer.

SIEMENS

Project :- Siam Pure Rice Co., Ltd.
120MW Cogeneration SPP Project

Technical / Equipment Data Sheet			
Item	**Description**	**Unit**	**Data**
	Materials		
	• Turbine Stator blades (each stage)	1st	Stator vane 1 = 6380-XX (IN792, Ni-alloy)
		2nd	Stator vane 2 = 6384-XX (IN738, Ni-alloy)
		3rd	Stator vane 3 = 6377-XX (IN939, Ni-alloy)
	• Turbine Rotor blades (each stage)	1st	Rotor blade 1 = CMSX4 (Ni-alloy)
		2nd	Rotor blade 2 = 6380-XX (IN792, Ni-alloy)
		3rd	Rotor blade 3 = 6380-XX (IN792, Ni-alloy)
	Coatings		
	• Turbine Stator blades (each stage)	1st	Vane 1 (profile) = SV394 (MCrAlY) Vane 1 (platform) = SV349+TBC(0.4 mm thick)
		2nd	Vane 2 (profile+platforms) = Sermalloy J Vane 3 (platforms) = TBC
		3rd	See above
	• Turbine Rotor blades (each stage)	1st	Blade 1 = PWP400-1 (NiCoCrAlY), bond coat + PWP100 (TBC)
	Turbine discs material		Discs 1-3 = 6381-03 (IN718, Ni-alloy)
	Number of shafts, if not a single shaft gas turbine		Single shaft
	Shaft type (welded/bolted joints)		Bolted joint
	Exhaust gas outlet dimensions(at the delivery limit, inner diameter)		
	• Round outlet		
	• Diameter	mm	Approx. 1.54
1.5	**Auxiliaries**		
1.5.1	**Fuel systems**		
	Minimum fuel temperatures		
	• Natural gas	°C	20 degC above fuel gas dew point.
	Maximum fuel temperatures		
	• Natural gas	°C	140 degC
	Minimum fuel pressure at delivery limit to fully load the GT at all ambient		
	• Natural gas	bar(g)	Varies on fuel gas composition, 27-30 bar(g).
	Maximum fuel pressure at delivery limit		
	• Natural gas	bar(g)	Approx. 32

SIEMENS

Siam Pure Rice Co., Ltd.
120MW Cogeneration SPP Project

Technical / Equipment Data Sheet			
Item	**Description**	**Unit**	**Data**
1.5.2	**Coolers (use cooling water)**		
	Cooler	Water flow (kg/s)	Temp. Difference (°C)
	Lube oil Cooler	25	1150 kW, 11,6°C (flow depends on cooling water temp)
	Generator	27.5	750 kW, 7,5°C (flow depends on cooling water temp)
1.5.3	**Pumps (use and power demand)**		
	Pump	Drive	Power demand (kW)
	Lube oil		15 (se nedan punkt 1.5.5)
	Jacking oil		10 (se nedan punkt 1.5.5)
1.5.4	**Gas Turbine Lube Oil System**		
	Pump	Drive	Power Demand (kW)
	3 Pumps (3x70%)	AC-driven	37 (2x10 kW at operation)
	Jacking oil	AC-driven	11
	Lube oil filters, capacity (number * xx%)		2 x 100% (Duplex type filters)
	Lube oil coolers, capacity (number * xx%)		2 x 100%
	Lube oil coolers, material		Stainless steel
	Total lube oil flow	l/min	1750
	Lube oil piping material		Stainless steel downstream of filter.
	Number of temperature detectors		3 at each bearing and 1 on oil tank.
	Oil quantity	Liters	12500 (Tank capacity)
	Oil type		ISO VG46
	Retention time acc. API 614	Min	6
1.5.5	**Load Gearbox**		
	Manufacturer		Flender
	Power rating according to AGMA 6011— G92, Chapter 3.9		Designed according to AGMA421/06
	Type / tooth surface		Single stage double helical design with horizontal offset.
	Rated speed		
	•Inlet	RPM	6600
	•Outlet	RPM	1500
	Application factor acc. to AGMA 6011— G92		AGMA
	Gear hardness (Rockwell C scale)	RC	58-63 HRC
	Gear hardness method		Carburizing
	Bearings: type		White metal lined bearings

SIEMENS

Project :- Siam Pure Rice Co., Ltd.
120MW Cogeneration SPP Project

Technical / Equipment Data Sheet			
Item	Description	Unit	Data
1.5.6	**Couplings**		
	Gas turbine < > Gearbox coupling		
	• manufacturer		Flender
	• type and description		Generator drive couplings, total 2 – HS and LS: Rigid couplings to API 671 with exceptions. External quillshafts per AGMA 421.06.
	Gearbox < > Generator coupling		
	• manufacturer		Flender
	• type and description		Speed Reduction gear of double hellical parallel design
1.5.7	**Bearings**		
	Gas turbine		
	• Number		2
	• Types		tilting pad hydrodynamic (forced lubrication), on rotor end hubs
	• Lubrication		Lube oil
	Generator		
	• Number		2
	• Lubrication		Mineral oil, quality ISO VG 46.
1.5.8	**Auxiliary Power Demand**		
	All the Equipment together	kW	125 kW at base load
1.5.9	**Starting System**		
	Motor / SFC Manufacturer		Frequency controlled Electric Starter Siemens
	Protection class	IP	21
	Voltage	V	690 VAC
	Speed	RPM	5900
	Allowed number of consecutive starts		3 starts/hour
1.5.10	**Air Inlet System**		
	Air Inlet System manufacturer		Static
	Filter manufacturer		Camfil Farr
	Inlet chiller manufacturer		FAIST

SIEMENS

Project:- Siam Pure Rice Co., Ltd.
120MW Cogeneration SPP Project

Technical / Equipment Data Sheet

Item	Description		Unit	Data	
	Description	Cross section area	Air velocity	Pressure Drop	Material
	unit	m_2	m/s	Pa	
	Prefilter	42.05	2.5	80/450	
	Fine filter	42.05	2.5	150/600	
	Chiller	42.05	2.5	234	
	Silencer	3.8	2.5	190	
	Ducts	3.8	2.5	30	
	Inlet elbow	3.8	2.5	30	
	Total	137.55	N/A		N/A
1.6	**Weights and Dimensions**				
	Turbine generator overall length		m	5.9	
	Turbine generator overall weight		kg	36000	
	Turbine rotor weight(s)		kg	7200	
	Generator rotor weight		kg	Approx. 27000	
	Heaviest piece to be lifted during erection		kg	85000	
	Heaviest piece to be lifted after erection (excluding the generator rotor)		kg	7200	
	Space required to remove generator rotor straight		m	5.2	
	Vertical clearance required to lift the largest piece over the assembled unit		m	Approx. 16.5 to clear air intake system.	
	Total moment of inertia of assembled rotor		kg-m2	4823	
	Generator stator weight		kg	40400	

Nominal degradation for extended service intervals

The nominal unrecoverable degradation is shown in comparison with new and clean engine. Data is based on assumption that the compressor is clean and that the unit has operated in accordance with Operation & Maintenance manuals.

The degradation graph is for general information only. Replacements/refurbishments according to Maintenance general information for extended interval maintenance plan for SGT-800, 1CS77773 or 1CS120398.

The base load curves are applicable when running the gas turbine at 100% load.

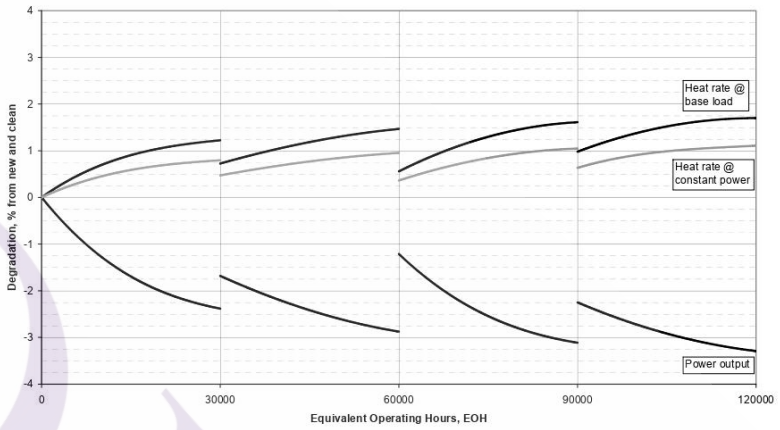
The "Heat rate @ constant power" curves are applicable when the gas turbine runs at constant power output irrespective of ambient conditions, i.e. to be used for part load applications.

Equivalent operating hours after maintenance (EOH)	Power output degradation (%)	Heat rate @ base load degradation (%)	Heat rate @ constant power degradation (%)	Exhaust temperature degradation (% of °C)	Exhaust flow degradation (%)
After 30 000	-1.7	0.7	0.5	0.4	-1.0
After 60 000	-1.2	0.6	0.4	0.3	-0.7
After 90 000	-2.2	1.0	0.6	0.5	-1.2

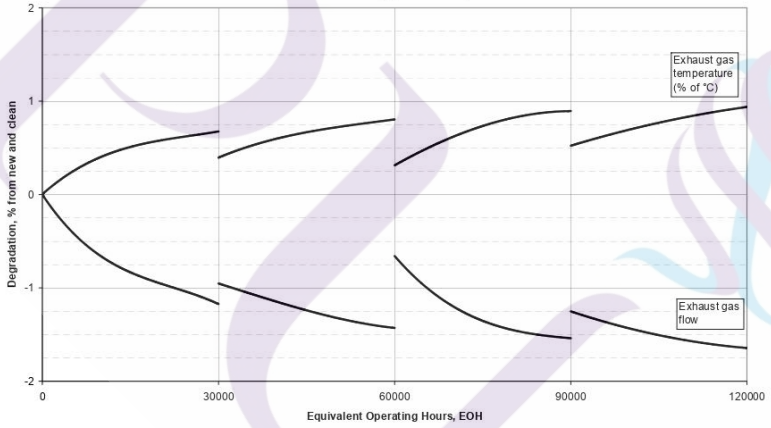
We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third Parties without express authority is strictly forbidden.
© Siemens Industrial Turbomachinery AB

We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third Parties without express authority is strictly forbidden.
© Siemens Industrial Turbomachinery AB

SGT-800 Power output and heat rate degradation in case TBO 30', gas fuel operation



SGT-800 Exhaust gas temperature and flow degradation in case TBO 30', gas fuel operation



Specification for Gaseous Fuels, SGT-800

The purpose of this specification is to define the properties of gaseous fuels acceptable for use in the SGT-800. The SGT-800, with 3rd generation DLE combustion system, is capable of burning all common natural gases and a number of other gases such as hydrocarbon fuels rich in inert compounds, heavy hydrocarbons, hydrogen, etc. Tables 1-3 show the general allowable ranges for properties, constituents and contaminants valid for gaseous fuels in the SGT-800. The specification is valid at the terminal point of the gas turbine internal fuel system. Gas treatment options are available if required.

The contaminants listed are those most commonly found in natural gas fuels. If a fuel contains a contaminant or constituent for which a limit has not been included, or in cases where there are deviations from the requirements, Siemens must be consulted. A chemical analysis of the fuel must be submitted to Siemens for review and approval prior to operation of the gas turbine. Variations in gas composition and properties must also be reported and reviewed. Ultimately, only those fuels stipulated in the supply contract shall be permissible for operation.

Auxiliary systems and turbine governor will be adapted for the specific project gases and requirements and may not apply to all gases within this specification. The levels of certain constituents or properties may influence the design of the fuel system, enclosure ventilation, gas detection, area classification, materials selection, etc.

For definitions, see Appendix.

We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third Parties without express authority is strictly forbidden.
© Siemens Industrial Turbomachinery AB

Table1: Gas Fuel Constituents		Max	Min
Methane, CH_4	mole %(1)	100	50
Ethane, C_2H_6	mole %(1)	30	0
Propane, C_3H_8	mole %(1)	30	0
Butanes and heavier alkanes, C_4+	mole %(1)	15(3)	0
Hydrogen and carbon monoxide, H_2 + CO	mole %(1)	15(3)	0
Inerts, N_2/CO_2	mole %(2)	50/40(4)	0
Hydrogen sulfide, H_2S	mole %(1)	Report	0
Others (aromatics, alkenes, oxygen, etc)		Report	0

(1) % of reactant species (i.e. inerts not included)
(2) % of total (inerts + reactants)
(3) May be restricted to lower levels depending on the other gas constituents
(4) Fuels with high inert content may require a separate fuel for ignition and start-up

Table 2: Gas Fuel Properties	Unit	Max	Min
Wobbe index, WI^0	MJ/Nm^3	60	22
WI^T variation during start-up	%	±5	-
WI^T variation rate	$MJ/m^3/s$	±0.1	-
Gas temperature	℃	140 (5,6)	-15
Temperature above dew point	℃	-	20
Gas pressure set value(7)	bar(a)	36	25
Pressure variation from set value	bar	±0.5(8)	-
Pressure variation rate	bar/s	±0.1(9)	-

(5) May be restricted to lower temperatures for gases with low Wobbe index.
(6) An option for higher gas temperature (<200℃) is al so available
(7) This will be project specific depending on e.g. gas composition, gas temperature and ambient temperature. Typical value is 27-30 bar(a) for natural gas.
(8) <1.5 bar for transients, such as start-ups, sudden load steps or load rejections
(9) No periodic cycling of gas pressure is permitted

Table 3: Contaminants	Unit	Max	Min
Particulates < 5 µm	ppmw	5	-
Particulates > 5 µm	ppbw	5	-
Na, K	ppmw	0.1	-
Other metals		Report	-
Lube oil	ppmw	0.5	-
Other impurities		Report	-

We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third Parties without express authority is strictly forbidden.
© Siemens Industrial Turbomachinery AB

Appendix

Wobbe index

The fuel gas Wobbe index, WI^0, is defined as the lower heating value, LHV (volumetric) divided by the square root of the relative density.

$$WI^0 = \frac{LHV}{\sqrt{\rho_{rel}}} \qquad (\rho_{rel} = \frac{\rho_{gas}}{\rho_{air}})$$

Nm^3 (normal cubic meter) at 101.325 kPa and 273 K (0°C).

To evaluate the suitability of a gas with varying properties or several gases with different properties, the temperature corrected Wobbe index, WI^T, is introduced.

$$WI^T = WI^0 \sqrt{\frac{273}{T_{Fuel}}}$$

T_{Fuel} = Fuel temperature at gas fuel system terminal point, K

We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third Parties without express authority is strictly forbidden.
© Siemens Industrial Turbomachinery AB

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายจิรากร อิ่มทอง
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2549 ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตตาก
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	พนักงานควบคุมการผลิต (Control Room Operator) บริษัท อมตะ บี.กริม เพาเวอร์ (ระยอง) 4 จำกัด

DPU