ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

สมการที่ใช้ในการคำนวณ ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเลือกใช้เหล็กสำหรับ Support และ Hanger และตารางประกอบการคำนวณ

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

ความหนาของท่อ

$$t_m = \frac{P \times D_o}{2(SE + PY)} + A \qquad (1)$$

โดยที่ t_m = ความหนาต่ำสุดของท่อ มีหน่วยเป็น inch

P = ความดันออกแบบ มีหน่วยเป็น $lb/inch^2$, psi

D_o = เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกท่อ มีหน่วยเป็น inch

S = ค่าความเค้นสูงสุดของวัสดุท่อที่อนุญาตให้เนื่องจากความดันภายใน ตาราง ข.1 มีหน่วยเป็น $lb/inch^2$, psi

E = ตัวประกอบคุณภาพหาได้จากตารางที่ข.2 และ ข.3

A = ค่าความเผื่อ หาค่าได้จากตารางที่ 2.4

Y = ค่าสัมประสิทธิ์เปลี่ยนไปตามอุณหภูมิหาค่าได้จากตารางที่ 2.3

หมายเลขท่อ (Schedule number)

$$\textbf{Schedule number} = \frac{1000P}{SE} \qquad (2)$$

โดยที่ P = ความดันภายในท่อ มีหน่วยเป็น $lb/inch^2$,psi

S = ค่าความเค้นสูงสุดของวัสดุท่อที่อนุญาตให้เนื่องจากความดันภายในหาค่าได้จากตาราง ข.1 มีหน่วยเป็น $lb/inch^2$,psi

E = ตัวประกอบคุณภาพหาค่าได้จากตารางที่ ข.2 และ ข.3

การแอ่นตัวของคาน

$$\Delta_{max} = \frac{5wl^4}{384EI} \qquad (3)$$

โดยที่ Δ_{max} = การแอ่นตัวสูงสุดของคาน มีหน่วยเป็น cm

w = น้ำหนักทั้งหมดบนคานคูณค่าความปลอดภัย ซึ่งในที่นี้ใช้ 1.3, kg

l = ความยาวของคาน มีหน่วยเป็น m

E = Modulus of Elasticity มีหน่วยเป็น kg/cm^2(ksc)

I = โมเมนต์ความเฉื่อยของคาน มีหน่วยเป็น cm^4

ค่าโมดูลัสของหน้าตัด

$$Z_x = \frac{M_{max}}{F_b} \quad (4)$$

โดยที่ Z_x = โมดูลัสของหน้าตัด(Modulus of section) มีหน่วยเป็น cm^3

M_{max} = โมเมนต์ดัดสูงสุดที่เกิดขึ้น(Maximum moment) มีหน่วยเป็น kg.cm

F_b = หน่วยแรงดัดสูงสุดที่เกิดขึ้น มีหน่วยเป็น kg/cm^2

ค่า Shear

$$f_v = \frac{\frac{wl}{2}}{dt_d} \quad (5)$$

โดยที่ f_v = แรงเฉือนที่กระทำต่อคาน มีหน่วยเป็น kg/cm^2

W = น้ำหนักของคาน x ค่าความปลอดภัย (1.3) มีหน่วยเป็น kg

l = ความยาวของคาน มีหน่วยเป็น m

d = ด้านยาวของเหล็ก Channel (พิจารณาจากรูปที่ 29) มีหน่วยเป็น cm

t_d = ความหนาของด้านยาวของเหล็ก Channel (พิจารณาจากรูปที่ 29) มีหน่วยเป็น cm

ค่า Deflection

น้ำหนักจริง (w) = (น้ำหนักท่อทั้งหมด + น้ำหนักคาน) (ค่าความปลอดภัยในที่นี้ใช้ 1.3)

= (w) (1.3) kg/m (6)

แรงดึงที่ยอมให้

$$T_a = F_t A_n = 0.6 F_y A_n \quad (7)$$

โดยที่ T_a = แรงดึงที่ยอมให้ มีหน่วยเป็น kg

A_n = เนื้อที่หน้าตัดสุทธิ, $cm^2 \leq 0.85\ A_g$ มีหน่วยเป็น cm^2

A_g = เนื้อที่หน้าตัดทั้งหมด มีหน่วยเป็น cm^2

F_t = หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ต่อพื้นที่ มีหน่วยเป็น kg/cm^2

F_y = หน่วยแรงคลาก มีหน่วยเป็น kg/cm^2

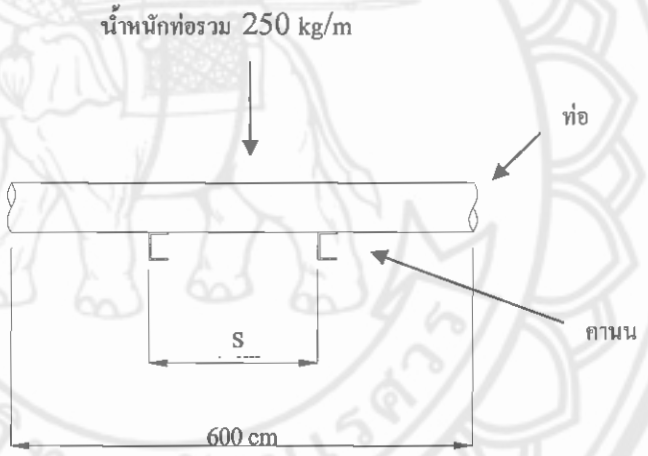
F_u = กำลังดึงน้อยที่สุด มีหน่วยเป็น kg/cm^2

<u>การคำนวณเพื่อเลือกใช้เหล็กสำหรับ Support และ Hanger</u>

<u>ตัวอย่าง ก.1</u> การคำนวณหาขนาด คานหรือ Support ที่ยึดติดแน่นไว้ 2 ข้าง

การคำนวณหาขนาดของคาน Supports และ คาน Hanger นั้นมีหลักในการคำนวณเหมือนกัน แตกต่างกันที่ทิศทางของแรงที่กระทำเท่านั้น ดังนั้นจึงขอยกตัวอย่างการคำนวณในรูปแบบของคาน Supports

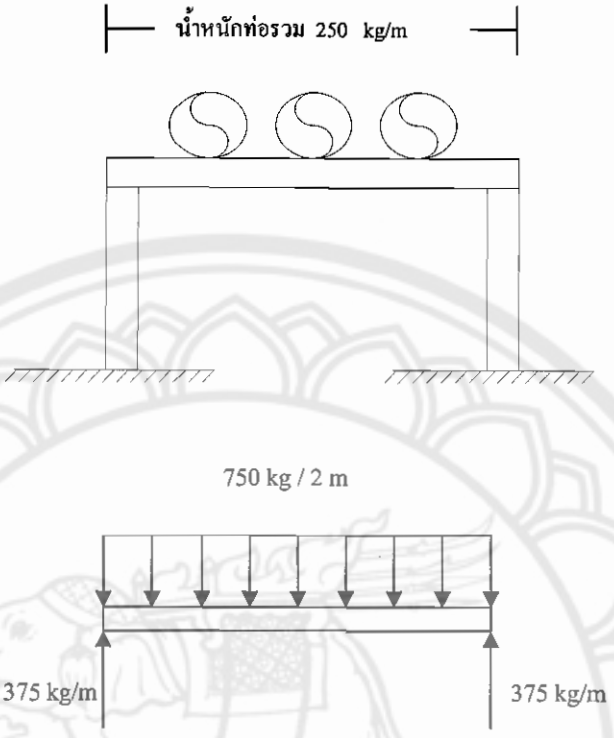
ท่อที่วางอยู่บนคาน Supports น้ำหนักรวม 250 kg/m แต่ละช่วงของคานห่างกัน 3 เมตร ดังภาพด้านล่าง



ระยะ Span s เท่ากับ 3 m

น้ำหนักท่อรวม 250 kg/m x 6 m = 1,500 kg

คานแต่ละตัวรับน้ำหนักโดยเฉลี่ย = $\frac{1,500}{2}$ = 750 kg



ถ้าคานยาว (ที่วางท่อยาว) = 2 m น้ำหนักที่ลงเสาแต่ละต้น = $\frac{750 \ kg}{2 \ m}$ = 375 kg/m

จากรูปข้างบนสามารถคำนวณหาขนาดของคาน Supports ได้ตามลำดับดังนี้

1. การคำนวณหาหาการแอ่นตัวของคาน

จากสมการที่ (3.1) $\Delta_{max} = \frac{5wl^4}{384EI}$

w = 375 x 1.3 kg/m

l = 2 m

E = 2.1×10^6 kg/cm^2(ksc)

I = Moment of Inertia of beam

เมื่อพิจารณาสมการที่ 3.1 พบว่าเรายังไม่ทราบค่าโมเมนต์ความเฉื่อย (I) ทำให้หาค่า Δ_{max} ไม่ได้ ดังนั้นจึงพิจารณาหาค่าของ Δ_{max} จากสมการที่ 3.2 แทน จะได้

$$\Delta_{max} \leq \frac{l}{360}$$
$$\leq \frac{2\times100}{360}$$
$$\leq 0.556 \text{ cm}$$

นั่นคือ ถ้าคานยาว 2 เมตร อนุญาตให้แอ่นตัวได้ไม่เกิน 0.556 cm

เมื่อหาค่า Δ_{max} ได้แล้วจึงนำกลับไปแทนค่าในสมการที่ 3.1 แล้วย้ายข้างสมการเพื่อหาค่าค่าโมเมนต์ความเฉื่อย (I) จะได้

$$\frac{5wl^4}{384EI} = 0.556 \text{ cm}$$

$$I = \frac{\frac{5\times375\times1.3}{100}\times(2\times100)^4}{384\times2.1\times10^6\times0.556} \quad \frac{\frac{kg}{cm}\times cm^4}{\frac{kg}{cm^2}\times cm}$$

$$= \frac{\frac{5\times375\times1.3}{10^2}\times(2\times10^2)^4}{448.3584\times10^6} \quad \frac{kg\times cm^3}{\frac{kg}{cm}}$$

$$I_{min} = 86.984 \text{ cm}^4$$

$\therefore$ ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของคานจะเป็น = 86.984 cm^4

2. การคำนวณหาค่าโมดูลัสของหน้าตัด

จากสมการที่ 3.4 $Z_x = \frac{M_{max}}{F_b}$

เมื่อพิจารณาสมการที่ 3.4 ยังไม่ทราบค่า โมเมนต์ดัดสูงสุดและหน่วยแรงดัดสูงสุดที่เกิดขึ้น **ดังนั้นหาค่าหน่วยแรงดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นจากสมการที่ 3.5 และค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นที่จุดปลายของคานก่อน จากสมการที่ 3.6**

จากสมการที่ 3.5 $F_b = 0.6\, F_y$

เลือกใช้ F_y เท่ากับ 2,500 kg/cm^2 ดังนั้น

$$F_b = 0.6\, F_y = 0.6 \text{ x } 2{,}500 = 1{,}500 \text{ kg/cm}^2$$

<u>จากสมการที่ 3.6</u> $M_{max@end\ beam} = \frac{wl^2}{8}$

$= \frac{375 \times 1.3 \times 2^2}{8}$ kg.m = 243.75 kg.m

เมื่อได้ค่า M_{max} และ F_b แล้วนำไปแทนค่าในสมการที่ 3.4 จะได้

$$Z_x = \frac{243.75 \times 100}{1{,}500} \quad \frac{kg.cm}{kg/cm^2}$$

$$Z_x = 16.25 \ cm^3$$

∴ ได้ค่า I_{min} = 86.98 cm^4 และ Z_x = 16.25 cm^3

นำค่า I และ Z_x ที่คำนวณได้ไปเปิดตาราง ก.1 หาเหล็กเพื่อทำคานจะได้เหล็กที่เล็กที่สุดที่ที่สามารถรับน้ำหนักท่อได้ คือ

CHANNEL SIZE 100x50 และหนา 7.5 mm.

จากตาราง ก.1 จะได้

A	=	11.92 cm^2	(Section Area)
w	=	9.36 kg/m	(น้ำหนักคาน)
I_x	=	188 cm^4	(Moment of inertia)
Z_x	=	37.6 cm^3	(Modulus of Section)

I_x จากตาราง ก.1 = 188 cm^4 มากกว่าที่คำนวณ (86.98 cm^4)

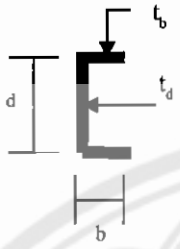
Z_x จากตาราง ก.1 = 37.6 cm^3 มากกว่าที่คำนวณ (16.25 cm^3)

3. การตรวจสอบค่าความถูกต้องของขนาดคาน Supports ที่เลือกใช้

3.1 การตรวจสอบค่าเหล็ก Channel จากตารางว่ายอมรับได้หรือไม่ โดยมีข้อกำหนด คือ

<u>จากสมการที่ (3.7)</u> อัตราส่วนของ $\frac{b}{2t_b}$ จะต้องน้อยกว่า $\frac{545}{\sqrt{F_y}} = \frac{545}{\sqrt{2500}} = 10.9$

จากสมการที่ (3.8) $\frac{b}{2t_b}$ จะต้องน้อยกว่า $\frac{5355}{\sqrt{F_y}} = \frac{5355}{\sqrt{2500}} = 107.1$



$= 100 \times 50 \times 5 \times 7.5 = d \times b \times t_d \times t_b$

$\frac{b}{2t_b} = \frac{50}{2\times 7.5} = 3.33 < 10.9$ ยอมรับได้

$\frac{d}{t_d} = \frac{100}{5} = 20 < 107.1$ ยอมรับได้

3.2 ตรวจสอบค่า Bending Force

จากสมการที่ (3.9) $F_b = \frac{M_{max} \times 100}{Z_x}$

$F_b = \frac{243.75\times 100}{37.6} \quad \frac{kg.cm}{cm^3}$

$= 648.27 \text{ kg/cm}^2$

ข้อกำหนด คือ ค่า F_b ต้องน้อยกว่า $0.6\ F_y$

$648.27 \text{ kg/cm}^2 < 0.6 \times 2{,}500$

$648.27 \text{ kg/cm}^2 < 1500 \text{ kg/cm}^2$ ยอมรับได้

3.3 ตรวจสอบค่า Shear

จากสมการที่ (3.10) $f_v = \frac{\frac{wl}{2}}{dt_d}$

$$= \frac{\frac{375\times1.3\times2}{2}}{\frac{100}{10}\times\frac{5}{10}} \quad \frac{\frac{kg\times m}{m}}{cm\times cm}$$

$$= 97.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ (ksc)}$$

มีข้อกำหนด คือ ค่า f_v ต้องน้อยกว่า $0.4\ F_y$

$$97.5 \text{ kg/cm}^2 < 0.4 \times 2500 \text{ ksc}$$

$$97.5 \text{ kg/cm}^2 < 1000 \text{ ksc} \qquad \text{ยอมรับได้}$$

3.4 ตรวจสอบ ค่า Deflection

<u>จากสมการที่ (3.11)</u>

น้ำหนักจริง (w) = (น้ำหนักท่อทั้งหมด + น้ำหนักของคาน) (ค่าความปลอดภัย ในที่นี้ใช้ 1.3)

$$= (375 + 9.36)\ (1.3) \quad \text{kg/m}$$

$$= 384.36 \times 1.3 \quad \text{kg/m}$$

$$= 385 \times 1.3 \quad \text{kg/m}$$

$$\therefore \quad \Delta_{max} = \frac{5wl^4}{384EI} < \frac{l}{360}$$

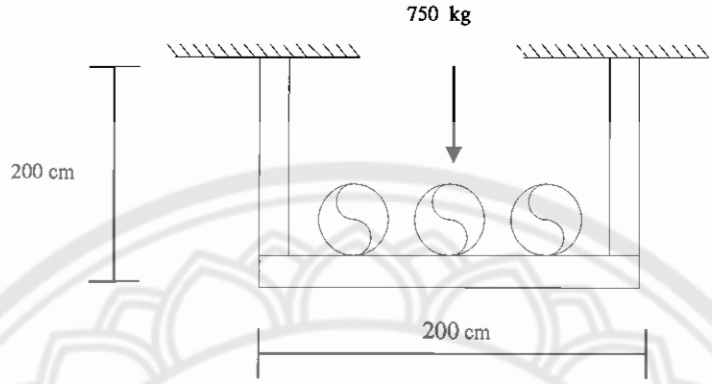
$$= \frac{\frac{5\times(385\times1.3)}{100}\times(2\times10^2)^4}{384\times(2.1\times10^6)\times188} \quad \frac{\frac{kg}{cm}\times cm^2}{\frac{kg}{cm^2}\times cm^2} < \frac{2\times100}{360} \text{ cm}$$

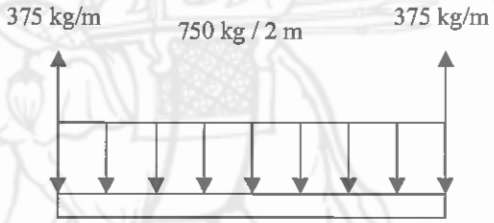
$$= \frac{0.264\times10^6}{10^6} \text{ cm} < \frac{200}{360} \text{ cm}$$

$$= 0.264 \text{ cm} < 0.556 \text{ cm} \qquad \text{ยอมรับได้}$$

$\therefore$ ใช้เหล็กรางขนาด 100 x 50 หนา 5 mm มาทำคานถูกต้อง โดยรับน้ำหนักที่ 250 kg/m คานยาว 2 เมตร ระยะห่างของคาน 3 เมตร

<u>ตัวอย่างก.2</u> **การคำนวณหาขนาดเหล็กหิ้วหรือเหล็กรับแรงกด**





1. คำนวณหาแรงดึงที่ยอมให้

<u>จากสมการที่ (3.12)</u> $T_a = F_t A_n = 0.6 F_y A_n$

จากตาราง ก.2 เลือกเหล็กฉาก Equal Angle 40 x 40 หนา 5 mm จะได้

ค่า A = 3.755 cm^2 (Section Area)

W = 2.95 kg/m (น้ำหนักเหล็กหิ้ว)

r_x = 1.2 cm (Radius of Gyration)

$\therefore$ T_a = 0.6 x 2500 x 3.755 $\frac{kg}{cm^2} \times cm^2$

= 5632.50 kg

เหล็กรับแรงดึง = 375 kg น้อยกว่าแรงดึงที่ยอมรับให้ (5632.50 kg)

2. ตรวจสอบค่า Stiffness

<u>จากสมการที่ (3.14)</u> $\frac{Kl}{r} \leq 300$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{1\times(2\times100)}{1.2}\ \frac{cm}{cm}$$

$$= 166.67 \text{ x } 1.2 \text{ (Safety factor)}$$

$$= 200 \text{ น้อยกว่า } 300 \qquad \text{ยอมรับได้}$$

$\therefore$ ใช้เหล็กฉากขนาด 40 x 40 หนา 5 mm มาทำเหล็กหิ้วถูกต้องโดยรับน้ำหนักที่ 375 kg เหล็กหิ้วยาว 2 ยาว ระยะห่างของเหล็กหิ้ว 3 เมตร

<u>หมายเหตุ</u> : ถ้าค่าที่คำนวณได้มากกว่าค่าที่อนุญาตให้ใช้ แสดงว่าเหล็กที่เลือกหิ้วมานั้นมีขนาดเล็กเกินไปต้องกลับไปลองเลือกใหม่โดยเลือกเหล็กหิ้วที่มีขนาดใหญ่ขึ้นแทน

ภาคผนวก ข

ตารางคุณสมบัติวัสดุ

ตาราง ข.1 ค่าความเค้นที่อนุญาตให้ (S) ของท่อเจือไร้ตะเข็บ, เหล็กกล้าคาร์บอนและเหล็กเหนียวอ่อน (1000 Psi)

วัสดุ	ท่อเจือไร้ตะเข็บ				ท่อเหล็กกล้าคาร์บอนและท่อเหล็กเหนียวอ่อน										ท่อเหล็กกล้าคาร์บอน																ท่อเหล็กกล้าคาร์บอนผิวดำหรือกัลวาไนซ์		
	เสียวพิก			ออสเทนนิติก	เหล็กเหนียวอ่อน		เหล็กกล้าคาร์บอน		เหล็กกล้าคาร์บอน						เหล็กกล้าคาร์บอน																				
ไร้ตะเข็บ/เชื่อม	ไร้ตะเข็บ	ไร้ตะเข็บ	ไร้ตะเข็บ	ไร้ตะเข็บ	ต่อเกย	ต่อเกย	เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า (EWS)*		เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า						เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า						ไร้ตะเข็บ		ไร้ตะเข็บ		เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า (EWS)		ต่อชน	ต่อเกย	ไร้ตะเข็บ	ต่อชน	ต่อเกย
ASTM Spec	A335 A369	A335 A369	A335 A369	A312 A369	A72	A72	A135	A135	A155	A155	A155	A139	A139	A139	A134						A106		A53		A53		A53	A53	A120	A120	A120
เกรด/ชนิด	Type P5 & FP5	Type P2 FP2	Type P1 FP1	Type TP321L			B	A	C55	C50	C45	B	A	A283D	A283C	A283B	A283A	A283C	A283B	A283A	B	A	B	A	B	A								
กำลังปะถัวต่ำสุด	60	50	55	75	40	40	60.0	60.0	55.0	50.0	45.0	60.0	48.0	60.0	55.0	55.05	45.0	55.0	52.0	48.0	60.0	48.0	60.0	48.0	60.0	48.0	45.0	45.0						
-20 ถึง 100**	15	13.75	1375	18.75	6.0	8.0	12.75	10.02	12.4	11.25	10.1	12.0	9.6	10.1	10.1	9.2	8.3	10.1	9.6	8.8	15.0	12.0	15.0	12.0	12.75	10.2	6.75	9.0	10.8	6.5	8.8			
200	15	↑	↑	18.75	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	10.6	6.35	8.6			
300	15			17.0																									10.2	6.1	8.2			
400	15			15.8																									9.8	5.85	7.8			
450	14.7			15.4																									9.6	5.7	7.6			
500	14.5			15.2																														
600	14			14.4																														
650	13.7			14.85	6.0	8.0	12.75	10.02	12.4	11.25	10.1	12.0	9.6	10.1	10.1	9.2	8.3	10.1	9.6	8.8	15.0	12.0	15.01	12.0	12.75	10.2	6.75	9.0						
700	13.4			14.8			12.12	9.9	11.9	10.9	9.8	11.35	9.25								14.33	11.65	14.35	11.65	12.2	9.9								
750	13.1	13.75	13.75	14.7			11.0	9.1	10.85	9.9	8.9	9.95	8.3								12.95	10.7	12.95	10.7	11.0	9.1								
800	12.8	13.45	13.45	14.55					9.2	8.45	7.5										10.9	9.0	10.9	9.0										
850	12.4	13.15	13.15	14.3					7.0	6.55	5.95										7.8	7.1	7.8	7.1										
900	11.5	12.5	12.5	14.1																	5.0	5.0	5.0	5.0										
950	10	10		13.85																														
1000	7.3	6.25		13.5																														
1050	5.2			13.1																														
1100	3.3			10.3																														
1150	2.2			7.6																														
1200	1.5			5																														

*EWS = Electric Resistance Welded , **Maximum Temperatures

ตาราง ข.2 ตัวประกอบคุณภาพท่อหล่อขึ้นรูป E , ASME B 31.3 (1984)

รายการมาตรฐาน	รายละเอียด	E
• **เหล็กเหนียว (Iron)**		
FS-WW-P421c	**ท่อหล่อเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง**	**1.00**
A 377	ท่อหล่อเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	1.00
A 47	ท่อเหล็กหล่ออบเหนียว	1.00
A 48	เหล็กหล่อสีเทา	1.00
A 126	เหล็กหล่อสีเทา	1.00
A 197	เหล็กเหนียวหล่อด้วยเตาคิวโปลา	1.00
A 278	เหล็กหล่อสีเทา	1.00
A 395	เหล็กหล่ออบเหนียว	1.00
A 338	เหล็กหล่อเหนียวเฟอริติก	0.80
A 571	เหล็กหล่อเหนียวออสเตนเนติก	0.80
• เหล็กกล้าคาร์บอน		
A 216	เหล็กกล้าคาร์บอนหล่อ	0.80
A 352	เหล็กกล้าเฟอร์ติกหล่อ	0.80
• เหล็กกล้าเจือต่ำและปานกลาง		
A 526	ท่อหล่อเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	1.00
A 217	เหล็กกล้าไร้สนิมมาร์เทนซิติกและเหล็กไร้สนิมเจือ	0.80
A 352	เหล็กหล่อเฟอริติก	0.80
• เหล็กกล้าไร้สนิม		
A 451	ท่อหล่อเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	0.90
A 452	ท่อหล่อเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	0.85
A 351	ท่อเหล็กกล้าออสเตนนิติกหล่อ	0.80
• ทองแดงและทองแดงเจือ		
A 61	สตีมบรอนซ์หล่อ	0.80
A 62	บรอนซ์ผสมหล่อ	0.80
B 148	อะลูมิเนียม-บรอนซ์และซิลิกอนอะลูมิเนียม บรอนซ์หล่อ	0.80
B 584	ทองแดงเจือหล่อ	0.80
• **นิกเกิลและนิกเกิลเจือ**		
A 494	**นิกเกิลและนิกเกิลเจือหล่อ**	**0.80**
• **อะลูมิเนียมเจือ**		
B 26,เทมเปอร์ F	**อะลูมิเนียมเจือหล่อ**	**1.00**
b 26,เทมเปอร์ T6,T71	**อะลูมิเนียมเจือหล่อ**	**0.8 0**

ตาราง ข.3 ตัวประกอบคุณภาพท่อแข็ง (pipes) เชื่อมท่อตามยาว, ท่ออ่อน (tubes) และอุปกรณ์ท่อ , Ej

รายการมาตรฐาน	รายละเอียด	Ej
• เหล็กกล้าคาร์บอน		
APL 5L	**ไร้ตะเข็บ**	**1.00**
	เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า	0.85
	เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า,ตะเข็บต่อชนคู่ตรงหรือเกลียว	0.85
	เชื่อมต่อชนแบบเตาหลอม	0.60
A 53 Type S	ไร้ตะเข็บ	1.00
A 53 Type E	เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า	0.85
A 53 Type F	เชื่อมต่อชนแบบเตาหลอม	0.60
A 105	ตีขึ้นรูปและข้อต่อ	1.00
A 106	ไร้ตะเข็บ	1.00
A 120	ไร้ตะเข็บ	1.00
	เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า	0.85
	เชื่อมต่อชนแบบเตาหลอม	0.60
A 134	เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า,ตะเข็บต่อชนคู่เดี่ยว, ตรงหรือเกลียว	0.60
A 135	เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า	0.85
A 139	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตรงหรือเกลียว	0.80
A 179	ไร้ตะเข็บ	1.00
A 181	ตีขึ้นรูปและข้อต่อ	1.00
A 211	เกลียว (spiral) เชื่อม	0.75
A 234	ไร้ตะเข็บและข้อต่อเชื่อมประกอบ	1.00
A 333	ไร้ตะเข็บ	1.00
	เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า	0.85
A 334	ไร้ตะเข็บ	1.00
A 350	ตีขึ้นรูปและข้อต่อ	1.00
A369	ไร้ตะเข็บ	1.00
A 381	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ 100 %	1.00
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า ไม่ตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ	0.90
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้าขณะผลิต	0.85
A 420	ข้อต่อเชื่อมประกอบ, ตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ 100 %	0.85
A 524	ไร้ตะเข็บ	1.00
A 587	เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า	0.85
A 671	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ 100 %	1.00
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	**0.85**
A 672	**เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ 100 %**	**1.00**
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	**0.85**
A 691	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ 100 %	1.00
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85
• เหล็กกล้าเจือต่ำและปานกลาง		
A 182	ตีขึ้นรูปและข้อต่อ	1.00
A 234	ไร้ตะเข็บและข้อต่อเชื่อมประกอบ	1.00
A 233	ไร้ตะเข็บ	1.00
	เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า	0.85
A 334	ไร้ตะเข็บ	1.00
A 335	ไร้ตะเข็บ	1.00
A 350	ตีขึ้นรูปและข้อต่อ	1.00
A 369	ไร้ตะเข็บ	1.00
A 420	ไร้ตะเข็บ	1.00
A 671	ข้อต่อเชื่อมประกอบ, ตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ 100 %	1.00
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85
A 672	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ 100 %	1.00
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85
A 691	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ 100 %	1.00
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85

ตาราง ข.3 ตัวประกอบคุณภาพท่อแข็ง (pipes) เชื่อมท่อตามยาว, ท่ออ่อน (tubes) และอุปกรณ์ท่อ , Ej(ต่อ)

รายการมาตรฐาน	รายละเอียด	Ej
• เหล็กกล้าไร้สนิม		
A 182	ดีขึ้นรูปและข้อต่อ	1.00
A 268	ไร้ตะเข็บ	1.00
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนเดี่ยว	0.80
A269	ไร้ตะเข็บ	1.00
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนเดี่ยว	0.90
A 312	ไร้ตะเข็บ	1.00
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนเดี่ยว	0.80
A 358	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ 100 %	1.00
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า ไม่ตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ	0.90
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85
A 376	ไร้ตะเข็บ	1.00
A 403	ข้อต่อไร้ตะเข็บ	1.00
	ข้อต่อเชื่อมประกอบ, ตรวจสอบด้วยคลื่นวิทยุ 100 %	1.00
	ข้อต่อเชื่อมประกอบ, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85
	ข้อต่อเชื่อมประกอบ, ตะเข็บต่อชนเดี่ยว	0.80
A 409	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนเดี่ยว	0.80
A 430	ไร้ตะเข็บ	1.00
• ทองแดง ,ทองเหลืองเงิน		
B 42	ไร้ตะเข็บ	1.00
B 43	ไร้ตะเข็บ	1.00
B 68	ไร้ตะเข็บ	1.00
B 75	ไร้ตะเข็บ	1.00
B 88	ไร้ตะเข็บ	1.00
B 466	ไร้ตะเข็บ	1.00

รายการมาตรฐาน	รายละเอียด	Ej
B 467	เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า	0.85
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนเดี่ยว	0.80
• นิกเกิลและนิกเกิลเจือ		
B 160	ดีขึ้นรูปและข้อต่อ	1.00
B 161	ไร้ตะเข็บ	1.00
B 164	ดีขึ้นรูปและข้อต่อ	1.00
B 165	ไร้ตะเข็บ	1.00
B 166	ดีขึ้นรูปและข้อต่อ	1.00
B 167	ไร้ตะเข็บ	1.00
B 366	ไร้ตะเข็บและข้อต่อเชื่อมประกอบ	1.00
B 407	ไร้ตะเข็บ	1.00
B444	ไร้ตะเข็บ	1.00
B 619	เชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า	0.85
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนเดี่ยว	0.80
• ไทเทเนียม		
B 337	ไร้ตะเข็บ	1.00
	เชื่อมหลอมละลายด้วยไฟฟ้า, ตะเข็บต่อชนคู่	0.85
• อะลูมิเนียมเจือ		
B 210	ไร้ตะเข็บ	1.00
B 241	ไร้ตะเข็บ	1.00
B 247	ดีขึ้นรูปและข้อต่อ	1.00
B 345	ไร้ตะเข็บ	1.00
B361	ข้อต่อไร้ตะเข็บ	1.00

ตาราง ข.4 มาตรฐานท่อที่ผลิตจำหน่ายตามมาตรฐาน ASME / ANSI B 36.10 (1985) และ B 36.19 (1985)

ขนาดระบุ (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลางนอก (นิ้ว)	ความหนาผนังท่อ														
		Sch 5S†	Sch 10S†	Sch 10	Sch 20	Sch 30	Standard ‡	Sch 40S	Sch 40	Sch 60	Extra strong§	Sch 80	Sch 100	Sch 120	Sch 140	Sch 160	XX Strong
1/8	0.405	-	0.049	-	-	-	0.068	0.068	-	0.095	0.095						
1/4	0.540	-	0.065	-	-	-	0.088	0.088	-	0.119	0.119						
3/8	0.675	-	0.065	-	-	-	0.091	0.091	-	0.126	0.126						
1/2	0.840	0.060	0.083	-	-	-	0.109	0.109	-	0.147	0.147	-	-	-	0.188	0.294	
3/4	1.050	0.065	0.083	-	-	-	0.113	0.113	-	0.154	0.154	-	-	-	0.219	0.308	
1	1.315	0.065	0.109	-	-	-	0.133	0.133	-	0.179	0.179	-	-	-	0.250	0.358	
1-1/4	1.660	0.065	0.109	-	-	-	0.140	0.140	-	0.191	0.191	-	-	-	0.250	0.382	
1-1/2	1.900	0.065	0.109	-	-	-	0.145	0.145	-	0.200	0.200	-	-	-	0.218	0.400	
2	2.375	0.065	0.109	-	-	-	0.154	0.154	-	0.218	0.218	-	-	-	0.344	0.436	
2-1/2	3.5	0.083	0.120	-	-	-	0.203	0.203	-	0.276	0.276	-	-	-	0.375	0.552	
3	4.0	0.083	0.120	-	-	-	0.216	0.216	-	0.300	0.300	-	-	-	0.438	0.600	
3-1/2	4.5	0.083	0.120	-	-	-	0.226	0.226	-	0.318	0.318						
4	5.563	0.083	0.120	-	-	-	0.237	0.237	-	0.337	0.337	-	0.438	-	0.531	0.674	
5	6.625	0.109	0.134	-	-	-	0.258	0.258	-	0.375	0.375	-	0.500	-	0.625	0.750	
6	8.625	0.109	0.134	-	-	-	0.280	0.280	-	0.432	0.432	-	0.562	-	0.719	0.864	
8	8.625	0.109	0.148	-	0.250	0.277	0.322	0.322	0.406	0.500	0.500	0.594	0.719	0.812	0.905	0.875	
10	10.750	0.134	0.165	-	0.250	0.307	0.365	0.365	0.500	0.500	0.594	0.719	0.844	1.000	1.125	1.000	
12	12.750	0.156	0.180	-	0.250	0.330	0.375	0.406	0.562	0.500	0.688	0.844	1.000	1.125	1.312	1.000	
14	14.0	0.156	0.188	0.250	0.312	0.375	0.375	0.438	0.594	0.500	0.750	0.938	1.094	1.250	1.406		
16	16.0	0.165	0.188	0.250	0.312	0.375	0.375	0.500	0.656	0.500	0.844	1.031	1.219	1.438	1.594		
18	18.0	0.165	0.188	0.250	0.312	0.438	0.375	0.562	0.750	0.500	0.938	1.156	0.375	1.562	1.781		
20	20.0	0.188	0.218	0.250	0.375	0.500	0.375	0.594	0.812	0.500	1.031	1.281	1.500	1.750	1.961		
22	22.0	0.188	0.218	0.250	0.375	0.500	0.375	-	0.875	0.500	0.125	1.375	1.625	1.875	2.125		
24	24.0	0.218	0.250	0.250	0.375	0.562	0.375	0.688	0.969	0.500	1.218	1.531	1.812	2.062	2.344		
26	26.0	-	-	0.312	0.500	-	0.375	-	-	0.500							
28	28.0	-	-	0.312	0.500	0.625	0.375	-	-	0.500							
30	30.0	0.250	0.312	0.312	0.500	0.625	0.375	-	-	0.500							
32	32.0	-	-	0.312	0.500	0.625	0.375	0.688	-	0.500							
34	34.0	-	-	0.312	0.500	0.625	0.375	0.688	-	0.500							
36	36.0	-	-	0.312	0.500	0.625	0.375	0.750	-	0.500							
38	38.0	-	-	-	-	-	0.375	-	-	0.500							
40	40.0	-	-	-	-	-	0.375	-	-	0.500							
42	42.0	-	-	-	-	-	0.375	-	-	0.500							

หมายเหตุ

- ขนาดทั้งหมดในตารางเป็นนิ้ว และ ขนาดความหนาในตารางเป็นค่าระบุหรือความหนาโดยเฉลี่ย ความหนาจริงอาจจะมากกว่าหรือเท่ากับ 12.5 % ของค่าจากตาราง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเผื่อในงานขึ้นรูป
- มาตรฐาน ASME / ANSI B 36.10-1985 ได้เพิ่มเติมความหนา ผนังท่อขึ้นอีกสำหรับเหล็กกล้าคาร์บอน โดยที่ Schedule 10S มีขนาดท่อสูงสุด 12 นิ้ว และเล็กกว่า
- † Schedules 5S และ 10S จะมีเฉพาะวัสดุทนกัดกร่อน แต่ Schedules 10S จะผลิตท่อเหล็กกล้าคาร์บอนเช่นกัน , ‡ ความหนาที่แสดงในช่องนี้จะเป็นเฉพาะท่อเหล็กกล้าไร้สนิมระบุเป็น Schedules 40S , § ความหนาที่แสดงในช่องนี้จะเป็นเฉพาะท่อเหล็กกล้าไร้สนิมระบุเป็น Scbedules 80S
- ท่อเหล็กกล้ามาตรฐานอเมริกัน แบ่งออกได้ 3 เกรด คือ ท่อมาตรฐาน (Standard Wall หรือ STD) , ท่อหนังหนาพิเศษ (Extra Strong Wall,XS หรือ Extra Heavy Wall,XH) และท่อหนังหนาพิเศษสองชั้น (Double extra Stong Wall,XXS หรือ Double extra heavy wall,XXL)

ภาคผนวก ค.

ความหนาของฉนวนที่แปรเปลี่ยนกับอุณหภูมิ

ตาราง ค.1 การเลือกความหนาของฉนวนที่แปรเปลี่ยนกับอุณหภูมิ

Insulation Required For Pipe At Various Temperatures

NOMINAL PIPE SIZE (in.)	Inches Thickness of Insulation For Stated For Stated Temperature Range					
	Temperature Range in Degrees Fahrenheit					
	Below 400	400-549	550-699	700-899	900-1049	1050-1200
To 1	1	1	1.5	2	2	2.5
1.5	1	1.5	1.5	2	2	2.5
2	1	1.5	1.5	2	2.5	3
3	1	1.5	1.5	2.5	2.5	3
4	1	1.5	1.5	2.5	2.5	3.5
6	1	1.5	1.5	2.5	3	3.5
8	1.5	1.5	2	3	3	3.5
10	1.5	1.5	2	3	3	4
12	1.5	2	2	3	3	4
14	1.5	2	2	3	3	4
16	2	2	2	3	3.5	4
18	2	2	2	3	3.5	4
20	2	2	2	3	3.5	4
24	2	2	2	3	3.5	4

* From "The Piping Guide" For The Design and Drafting Of Industrial Piping

ภาคผนวก ง

Tensile Requirement ของท่อASTM A53, ASTM A106 ,API 5L, ASTM A312

ตาราง จ.1 ท่อ Carbon Steel : ASTM A53

Tensile Requirements :

Type	Grade	Manufacture	Minimum Tensile strength		Minimum Yield strength		Minimum elongation
			Psi	MPa	Psi	MPa	percent
F		Open heart or electric furnace or basic oxygen steels	45000	310	25000	170	See below
E&S	A		48000	330	30000	205	
	B		60000	415	35000	240	

ตาราง จ.2 ท่อ Carbon Steel : ASTM A 106

Tensile Requirements :

Grade	Minimum Tensile strength		Minimum Yield strength		Minimum elongation(1)	
					Longitudinal	Transaverse
	Psi	MPa	Psi	MPa	percent	
A	48000	330	30000	205	35	25
B	60000	415	35000	240	30	16.5
C	70000	485	40000	275	30	16.5

(1) Minimum elongation for walls 7.9 mm and over in thickness

ตารางที่ 4.3 ท่อ Carbon Steel : ASTM A 106

TOLERANCE:

Outside dismeter : as follow.

Nominal pipe size NPS	Outside diameter Mm	Variations in outside diameter			
		Over		Under	
		mm	inches	mm	inches
1/8 through 1 ½	10.3 through 48.3	0.4	1/64(0.015)	0.8	1/32(0.031)
2 through 4	60.3 through 114.3	0.8	1/32(0.031)	0.8	1/32(0.031)
5 through 8	141.3 through 219.1	1.6	1/16(0.062)	0.8	1/32(0.031)
10 through18	273.0 through 457.2	2.4	3/32(0.093)	0.8	1/32(0.031)
28 through 26	508 through 660	3.2	1/8(0.125)	0.8	1/32(0.031)
28 through 34	711 through 664	4.0	5/32(0.156)	0.8	1/32(0.031)
36 through 48	914 through 1219	4.8	3/16(0.187)	0.8	1/32(0.031)

ตาราง ง.4 ท่อท่อ Carbon Steel : API 5L

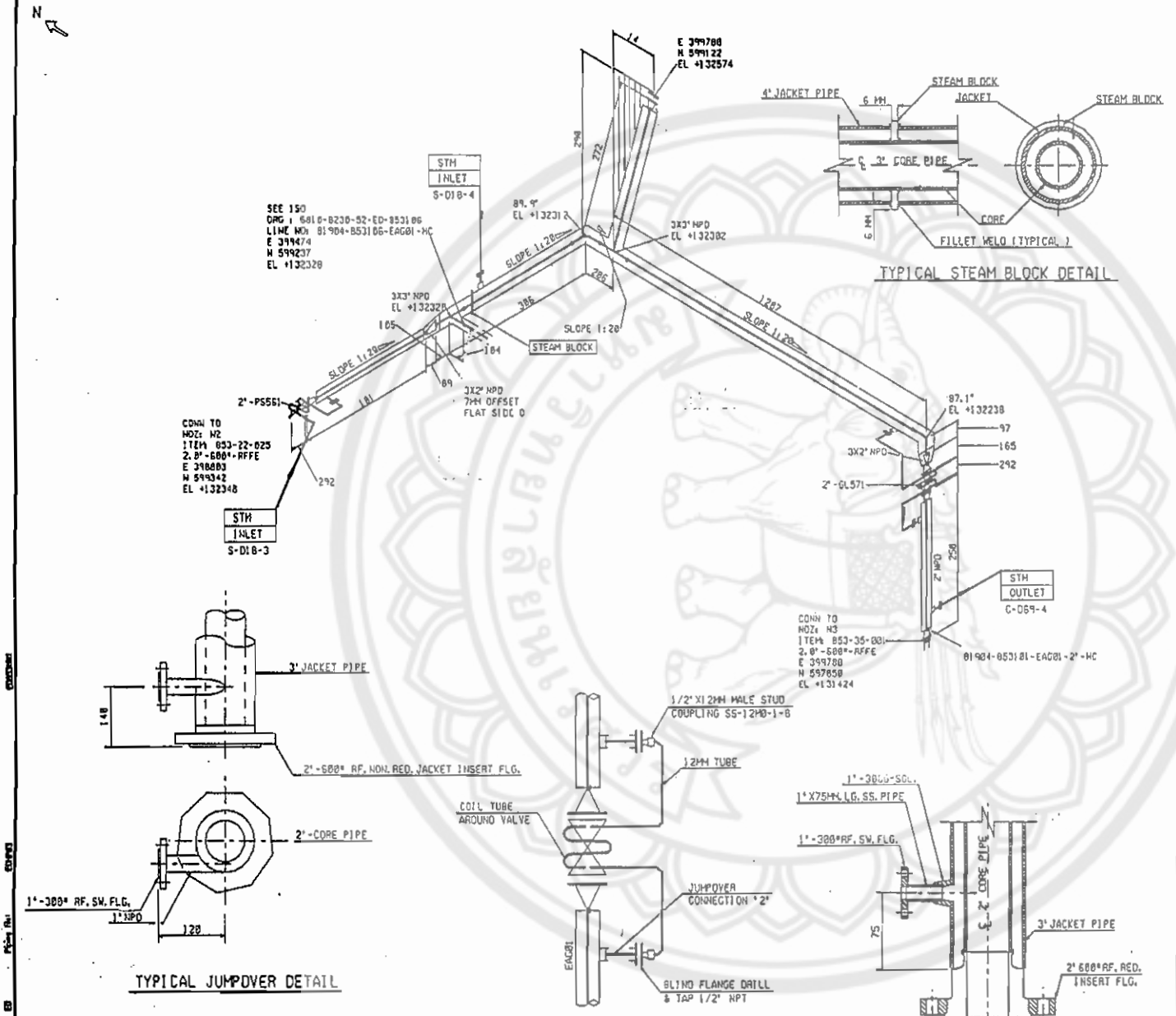
Grade	Yield strength min		Untimate Tensile strength min		Elongation,min percent in 2 in (50.00mm)
	PSI	MPa	PSI	MPa	
A	30000	(207)	48000	(331)	
B	35000	(241)	60000	(413)	
X42	42000	(289)	60000	(413)	
X46	46000	(317)	63000	(434)	
X52	52000	(358)	66000	(455)	
			71200	(496)	
X56	56000	(386)	71000	(489)	
			75000	(517)	See Below
X60	60000	(413)	75000	(517)	
			78000	(537)	
X65	65000	(448)	771000	(530)	
			80000	(551)	
X70	70000	(482)	82000	(565)	
X80	80000	(561)	90000	(620)	

ตาราง จ.5 ท่อ Stanless Steel : ASTM A312

Nuance Grade	Resistance rupture Tensile strength min		Limit disstique yield strength min		Allonement Elongation .min en% sur 2"/ln % on 2 in. ou 50mm /or 50 mm	
	Ksi	MPa	Ksi	MPa	Long/length	Transv.
TP304 L TP316 L	70	485	25	170	35	25
S31254	94	650	44	300	35	25
Autres nuances other grades	75	515	30	205	35	25

ภาคผนวก จ

ตัวอย่าง Jacketed Pipe Isometric Drawings ที่ใช้สำหรับท่อไอน้ำแจ็คเก็ต



NOTES:
1. FOR ORIENTATION OF JUMPOVER BRANCHES REFER TO ISOMETRIC VME
2. FOR HORIZONTAL JUMPOVER INSTAL BELOW PIPE CENTERLINE

PROJECT D130 BAYER-PC THAILAND — CONTRACT/AREA D130 / ED — DRAWING ED6631091 REVISION 80

SHOP BILL OF MATERIAL

REQ.	ITEM NO.	QTY	SIZE	SCH.	END/FACE RATG /END DESCRIPTION
					PIPE SMLS S.STL TO ASTM A312-TP316L
1543-SL	-008	0.4	3"	40S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-SL	-007	0.4	3"	10S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-SL	-023	1.3	3"	40S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-SL	-023	1.3	4"	10S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-SL	-023	4	1" X756MM	10S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-SL	-023	1	1" X954MM	10S	PIPE ENDS BEVELLED
1553-ST	-010	1	3 X2"	40S	WELD CONCENTRIC REDUCER
1553-ST	-010	1	4 X3"	10S	WELD CONCENTRIC REDUCER
1553-ST	-010	1	3 X2"	40S	WELD ECCENTRIC REDUCER
1553-ST	-010	1	4 X3"	10S	WELD ECCENTRIC REDUCER
1553-ST	-010	1	3 X3"	40S	WELD TEE
1553-ST	-010	1	4 X4"	10S	WELD TEE
1553-ST	-010	1	3"	40S	WELD 90 LR ELBOW
1553-ST	-010	1	4"	10S	WELD 90 LR ELBOW
1553-ST	-010	2	2" X1"		SOCW SOCKOLET
1553-ST	-010	2	2" X1"		SOCW SOCKOLET
1553-ST	-010	5	1"	40S	RF SOCKETWELD FLANGE
1553-ST	-010	1	3"	10S	RF NON RED. JACKET INSERT BACKING FLANGE
1553-ST	-010	4	2"	10S	RF NON RED. JACKET INSERT BACKING FLANGE
1553-ST	-010	1	3"		RF BLIND FLANGE
1553-ST	-010	1	126MM X76MM		600 SS. PLATE A240 TYPE316L

FIELD BILL OF MATERIAL

REQ.	ITEM NO.	QTY	SIZE	SCH.	END/FACE RATG /END DESCRIPTION
					PIPE SMLS S.STL TO ASTM A312-TP316L
1513-SS	-008	1	2"		GLOBEV VALVE PS561
1513-SS	-008	1	2"		PLUGV VALVE PS561
					PIPE SMLS-S-STL-ASTM A268 GR.TP316
1542-A	-001	2	12MM X1M		SS TUBING 12MM
					PIPE SMLS S.STL TO ASTM A312-TP316L
1553-ST	-010	3	1"	40S	RF SOCKETWELD FLANGE
1573-FP	-028	8	20" X125MM		STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1573-FP	-028	24	16" X110MM		STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1573-FP	-028	8	16" X105MM		STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1573-FP	-028	12	16" X75MM		STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1574-FD	-011	1	3"	10S	RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 F/R)
1574-FD	-011	4	2"	10S	RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 F/R)
1574-FD	-011	3	1"	40S	RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 F/R)
1574-FD	-011	3	1/2" X12MM		SWAGELOK TUBE/PIPE FITTING SS-1210-1-8

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD
		REVISIONS		

REFERENCE STDS / DRGS

PIPE MATERIAL SPEC.	13628/4-66A10
PIPE SUPPORT STD.	13628/4-59B58
P&ID No.	

DOC. CLASS: I — DOC. SCD. No. — STRESS RELIEVE: Y / N

APPROVED FOR CONSTRUCTION

REV	DATE	APPR. ENG.

TOYO - THAI CORPORATION LTD.

Bayer

BAYER THAI CO. LTD.
PC DBN PROJECT

AREA ED — TTCL CONTRACT No. D-150

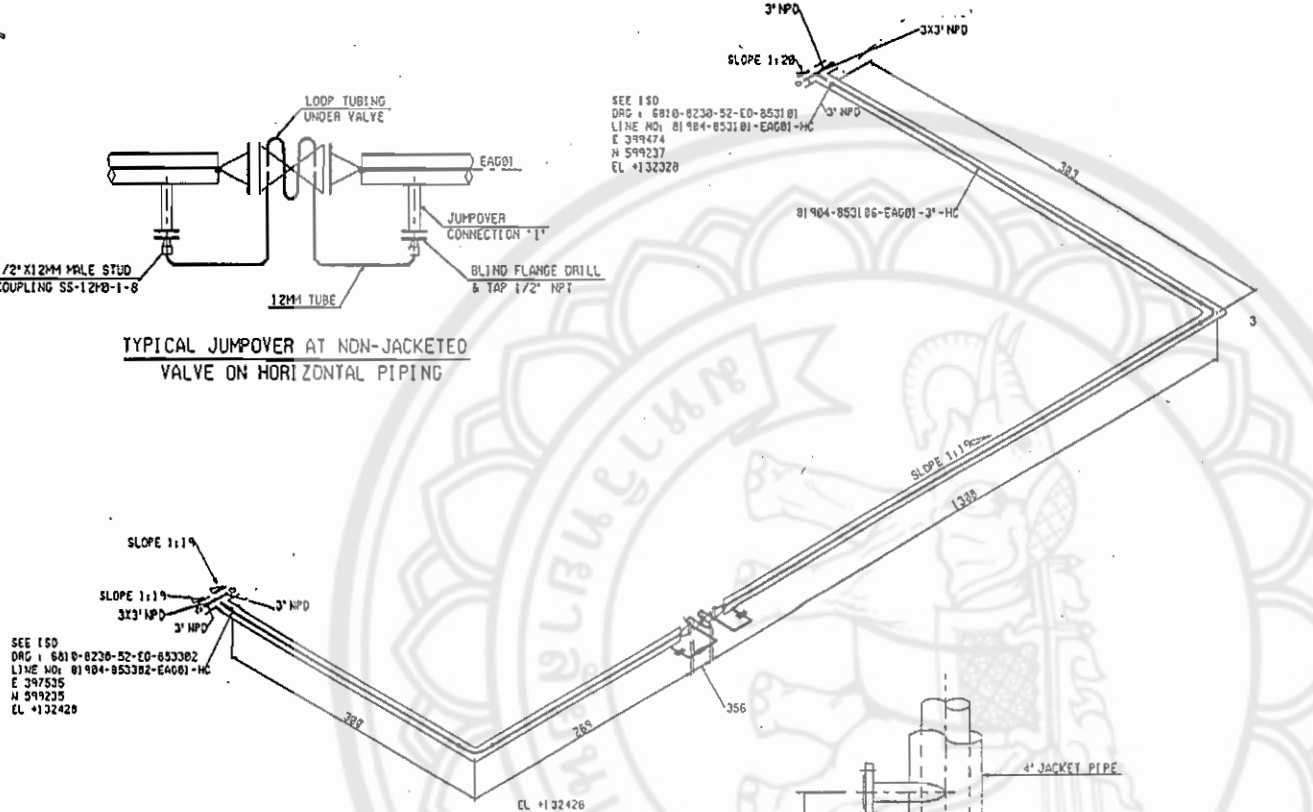
ISOMETRIC
81904-853181-EA001-HC

DRAWING No. — SHT 1 OF 1 — REV

REV		MATL ENG.	INST. ENG.	STRESS ENG.	APPR.
	SIGN				
	DATE				

EXTRACTION NUMBER 5 — DATED

TYPICAL JUMPOVER AT NON-JACKETED VALVE ON HORIZONTAL PIPING



TYPICAL JUMPOVER DETAIL

NOTES:

1. FOR ORIENTATION OF JUMPOVER BRANCHES REFER TO ISOMETRIC VIEW
2. FOR HORIZONTAL JUMPOVER INSTAL BELOW PIPE CENTERLINE

PROJECT D130 BAYER-PC THAILAND | CONTRACT/AREA D130 / ED | DRAWING ED6531061 REVISION 50

SHOP BILL OF MATERIAL

REQ. ITEM NO.	QTY	SIZE	1ST SCH.	2ND / FACE RATG /END	DESCRIPTION
					PIPE SMLS S.STL TO ASTM A312-TP316L
1543-AL -023	1.3	3"	40S		PIPE ENDS BEVELLED
1543-AL -023	1.3	4"	10S		PIPE ENDS BEVELLED
1563-BY -010	2	3"	40S		WELD TO LR ELBOW
1563-BY -010	2	4"	10S		WELD SO LR ELBOW
1563-BY -010	2	3"	10S		RF NON REQ. JACKET INSERT BACKING FLANGE

FIELD BILL OF MATERIAL

REQ. ITEM NO.	QTY	SIZE	1ST SCH.	2ND / FACE RATG /END	DESCRIPTION
					PIPE SMLS S.STL TO ASTM A312-TP316L
1513-66 -009	1	3"			PLUG VALVE P6661
					PIPE SMLS S.STL TO ASTM A269-TP316L
1542-A -009	1	12MM X1M			SS TUBING 12MM
					PIPE SMLS S.STL TO ASTM A312-TP316L
1572-FT -029	16	20 X125MM			STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1573-FF -029	8	16 X75MM			STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1574-FG -011	8	3"	10S		RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 1/8)
1574-FG -011	2	1/4" X12MM			SWAGELOK TUBE/PIPE FITTING SS-4PMO-1-8

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD
		REVISIONS		

REFERENCE STDS / DRGS

PIPE MATERIAL SPEC.	13628/4-56A10
PIPE SUPPORT STD.	13626/4-59858
P&ID No.	

DOC. CLASS 1 | DOC. SEQ. No. | STRESS RELIEVE Y / N

APPROVED FOR CONSTRUCTION

REV	DATE	APPR. CNTR.

TOYO - THAI CORPORATION LTD.

Bayer

BAYER THAI CO, LTD.
PC DBN PROJECT

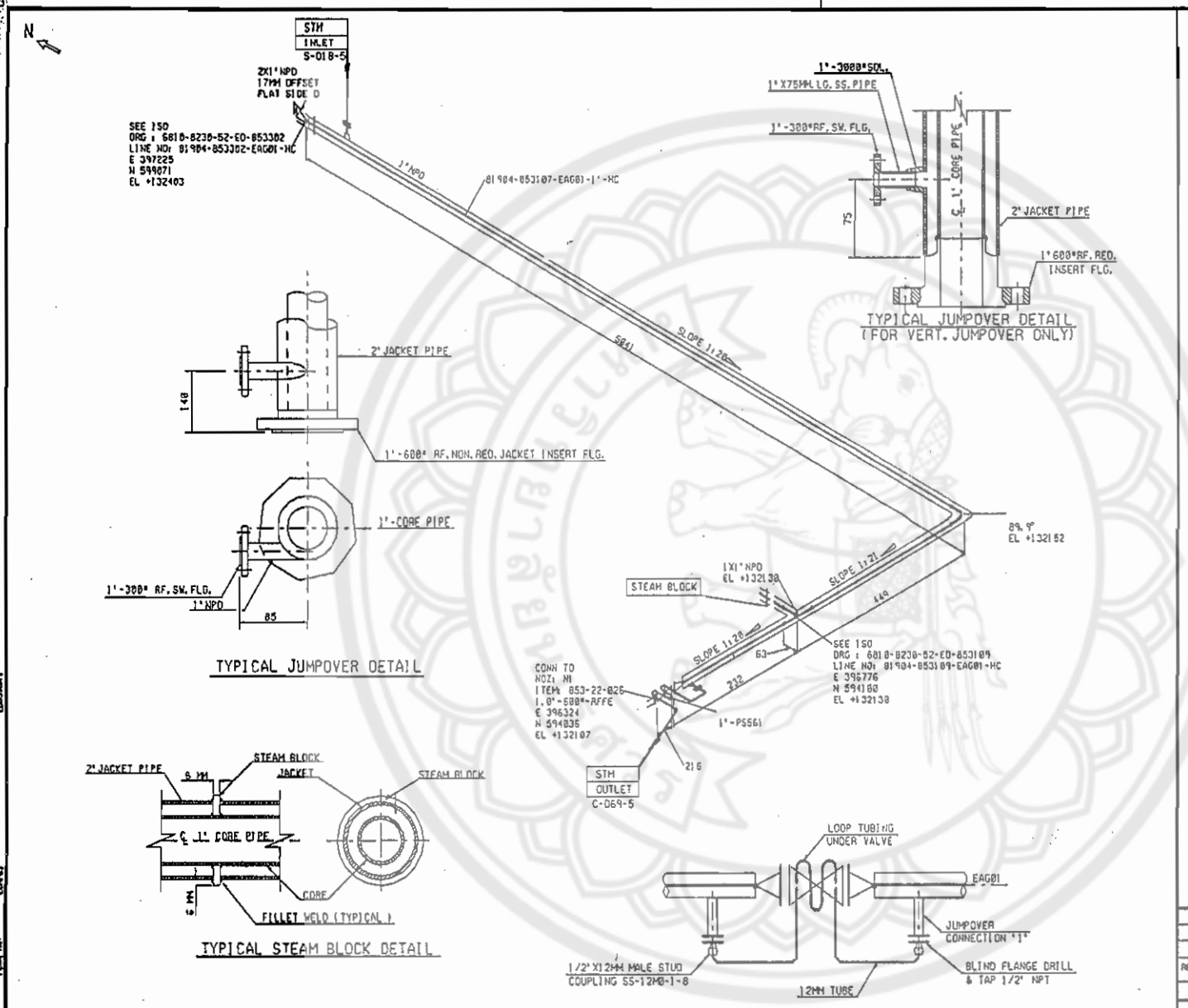
AREA ED | TTCL CONTRACT No. D-138

ISOMETRIC
81904-853106-EA001-HC

DRAWING No. | SHT 1 OF 1 | REV

REV	MATL. ENG.	INST. ENG.	STRESS ENG.	APPR.
SIGN				
DATE				

Extracted from construction drawings



PROJECT D130 BAYER-PS THAILAND CONTRACT/AREA D130 / ED DRAWING IDENTITY REVISION 30

SHOP BILL OF MATERIAL

REQ.	ITEM NO.	QTY	SIZE		SCH.	END/FACE RATG /END DESCRIPTION
						PIPE SMLS S-STL TO ASTM A312-TP316L
1843-AL	-003	0.8	1"		40S	PIPE ENDS BEVELLED
1843-AL	-003	0.8	2"		10S	PIPE ENDS BEVELLED
1843-AL	-003	1	1"	XTRNM	40S	PIPE ENDS BEVELLED
1843-AL	-003	1	1"	XSNM	40S	PIPE ENDS BEVELLED
1853-BT	-010	1	1"		40S	WELD BO LR ELBOW
1853-BT	-010	1	2"		10S	WELD BO LR ELBOW
1853-BT	-010	1	1	X1"	40S	WELD TEE
1853-BT	-010	1	2	X2"	10S	WELD TEE
1853-BT	-010	2	1"		40S	RF SOCKETWELD FLANGE
1853-BT	-010	1	1"		10S	RF NOM WEDG.JACKET INSERT BACKING FLANGE
1883-BT	-010	1	2"	X1"		SOCW SOCKOLET
1853-BT	-010	1	12MM	XSNM		SS. PLATE A240 TYPE316L

FIELD BILL OF MATERIAL

REQ.	ITEM NO.	QTY	SIZE		SCH.	END/FACE RATG /END DESCRIPTION
						PIPE SMLS S-STL TO ASTM A312-TP316L
1813-BB	-003	1	1"			PLUG VALVE P9861
						PIPE SMLS S.STL TO ASTM A269-TP316L
1842-A	-001	1	12MM	X18		SS TUBING 12MM
						PIPE SMLS S.STL TO ASTM A312-TP316L
1853-BT	-010	2	1"		40S	RF SOCKETWELD FLANGE
1873-FP	-006	4	18	XSNM		STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1873-FP	-008	4	18	XTRNM		STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1874-FD	-011	1	1"		10S	RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 1/R)
1874-FD	-011	2	1"		40S	RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 1/R)

NOTES:
1. FOR ORIENTATION OF JUMPOVER BRANCHES REFER TO ISOMETRIC VIEW
2. FOR HORIZONTAL JUMPOVER INSTAL BELOW PIPE CENTERLINE

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD

REVISIONS

REFERENCE STDS / DRGS

PIPE MATERIAL SPEC.	13620/4-60A1B
PIPE SUPPORT STD.	13620/4-59050
P&ID No.	

DOC. CLASS 1 DOC. SEQ. No.

STRESS RELIEVE Y N

APPROVED FOR CONSTRUCTION

REV	DATE	APPR. ENG.

TOYO - THAI CORPORATION LTD.

Bayer

BAYER THAI CO. LTD. PC DBN PROJECT

AREA ED TTCL CONTRACT No. D-130

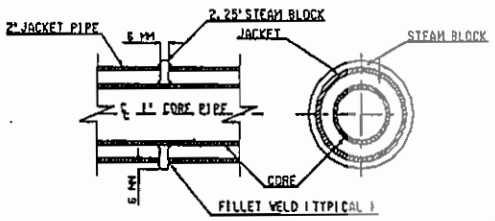
ISOMETRIC

81904-853107-EA601-HC

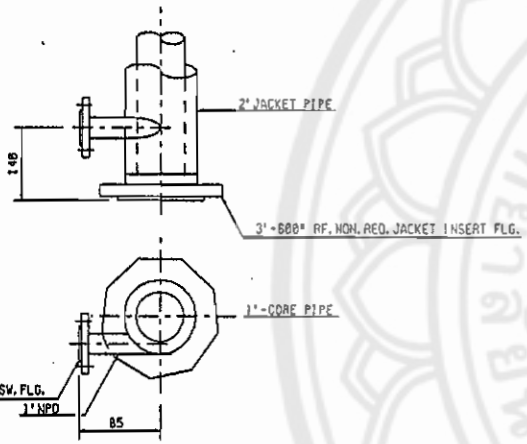
DRAWING No. SHT 1 OF 1 REV

REV		MATL. ENG.	INST. ENG.	STRESS ENG.	APPR.
	SIGN				
	DATE				

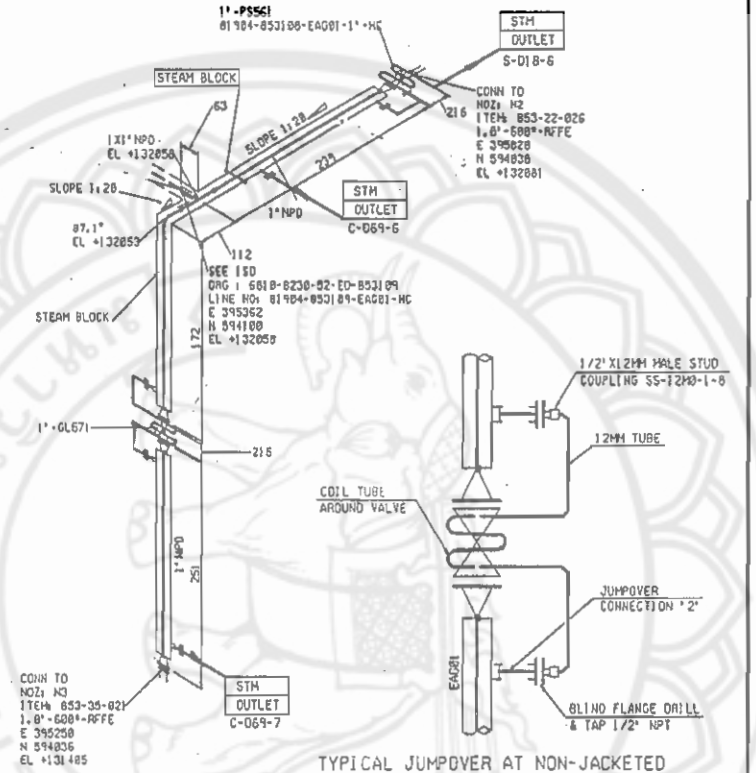
Checked from construction area ED EXTRACTION NUMBER 3 DATED



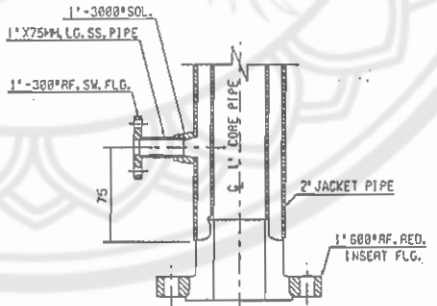
TYPICAL STEAM BLOCK DETAIL



TYPICAL JUMPOVER DETAIL



TYPICAL JUMPOVER AT NON-JACKETED VALVE ON VERTICAL PIPING



TYPICAL JUMPOVER DETAIL (FOR VERT. JUMPOVER ONLY)

NOTES:
1. FOR ORIENTATION OF JUMPOVER BRANCHES REFER TO ISOMETRIC VIEW
2. FOR HORIZONTAL JUMPOVER INSTAL BELOW PIPE CENTERLINE

PROJECT 9130 BAYER-PC THAILAND | CONTRACT/AREA 9130 / ED | DRAWING EDITION/REVISION 2.0

SHOP BILL OF MATERIAL

REQ.	ITEM NO.	QTY	SIZE		1ST SCH.	END/FACE RATG /END DESCRIPTION
						PIPE SMLS S-STL TO ASTM A312-TP316L
1943	-HL -003	0.3	1"		40S	PIPE ENDS BEVELLED
1943	-HL -003	0.3	2"		10S	PIPE ENDS BEVELLED
1943	-HL -003	3	1"	XTSMM	10S	PIPE ENDS BEVELLED
1943	-HL -003	3	2"	XTSMM	10S	PIPE ENDS BEVELLED
1953	-BT -010	1	1"		40S	WELD DO LR ELBOW
1953	-BT -010	1	2"		10S	WELD DO LR ELBOW
1953	-BT -010	1	1"		40S	WELD TEE
1953	-BT -010	1	2"		10S	WELD TEE
1953	-BT -010	4	1"		40S	RF SOCKETWELD FLANGE
1963	-BT -010	3	1	32"		SOCK SOCKOLET
1963	-BT -010	4	1"		10S	RF NON REQD. JACKET INSERT BACKING FLANGE
1953	-BT -010	1	126MM X6MM			SS. PLATE A240 TYPE316L

FIELD BILL OF MATERIAL

REQ.	ITEM NO.	QTY	SIZE		1ST SCH.	END/FACE RATG /END DESCRIPTION
						PIPE SMLS S-STL TO ASTM A312-TP316L
1513	-GS -009	1	1"			PLUG VALVE PS561
1513	-GS -009	1	1"			GLOBE VALVE GL671
						PIPE SMLS S-STL TO ASTM A269-TP316L SS TUBING 12MM
1643	-A -001	2	12MM X1M			
						PIPE SMLS S-STL TO ASTM A312-TP316L
1963	-BT -010	2	1"		40S	RF SOCKETWELD FLANGE
1973	-FP -026	32	16	X75MM		STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1974	-FD -011	8	1"			RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 C/R)
1974	-FD -011	8	1"			RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 C/R)

PIPE NS (IN) 1
CL LENGTH (M) 1.3

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD
		REVISIONS		

REFERENCE STDS / DRGS

PIPE MATERIAL SPEC.	13620/4-60A1B
PIPE SUPPORT STD.	13629/4-59650
P&ID No.	

DOC. CLASS 1 | DOC. SEQ. No.

STRESS RELIEVE Y N

APPROVED FOR CONSTRUCTION

REV	DATE	APPR. ENG.

TOYO - THAI CORPORATION LTD.

Bayer

BAYER THAI CO. LTD.
PC DBN PROJECT

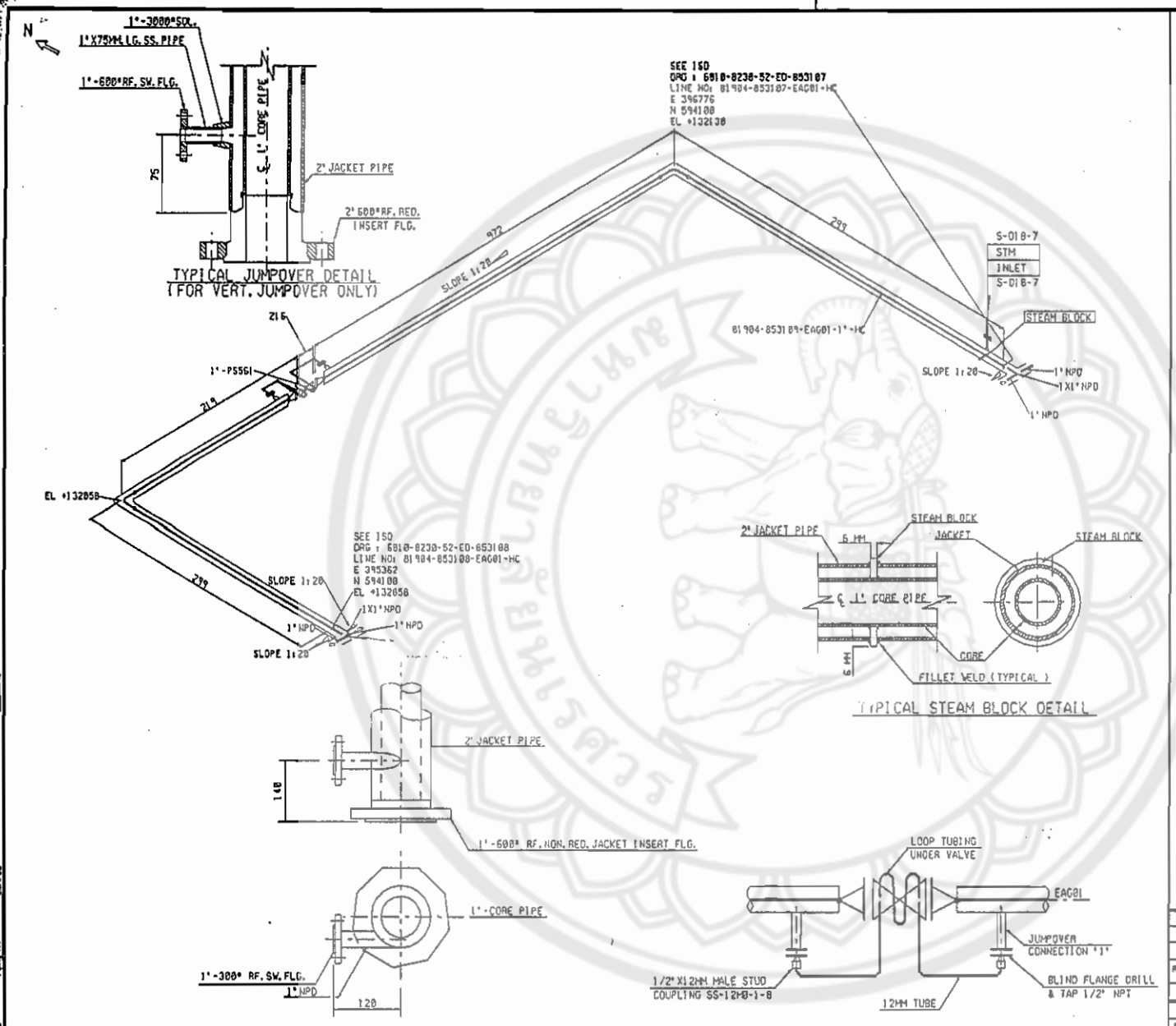
AREA ED | TTQ. CONTRACT No. D-130

ISOMETRIC
81984-853188-EA001-HC

DRAWING No. | SHT 1 OF 1 | REV

REV		MATL. ENG.	INST. ENG.	STRESS ENG.	APPR.
	SIGN				
	DATE				

Extracted from construction drawing ED Piping Plan EXTRACTION NUMBER: 5 DATED:



NOTES:
1. FOR ORIENTATION OF JUMPOVER BRANCHES REFER TO ISOMETRIC VIEW
2. FOR HORIZONTAL JUMPOVER INSTAL BELOW PIPE CENTERLINE

PROJECT B130 BAYER-PC THAILAND | CONTRACT/AREA B130 / ED | DRAWING ED6631051 REVISION 30

SHOP BILL OF MATERIAL

REQ. ITEM NO.	QTY	SIZE		1ST SCH.	END/ FACE RATG /END DESCRIPTION
					PIPE SMLS S.STL TO ASTM A312-TP316L
1543-NL -023	1.0	1"		40S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-NL -023	1.5	2"		10S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-NL -023	3	1"	X75MM	10S	PIPE ENDS BEVELLED
1553-BY -010	2	1"		40S	WELD 90 LR ELBOW
1553-BY -010	2	2"		10S	WELD 90 LR ELBOW
1563-BY -010	3	1"		40S	RF SOCKETWELD FLANGE
1563-BY -010	1	2"	X1"		SOCK SOCKOLET
1563-BY -010	2	1"		10S	RF WON RED. JACKET INSERT BACKING FLANGE

FIELD BILL OF MATERIAL

REQ. ITEM NO.	QTY	SIZE		1ST SCH.	END/ FACE RATG /END DESCRIPTION
					PIPE SMLS S.STL TO ASTM A312-TP316L
1612-GS -008	1	1"			PLUG VALVE P5861
					PIPE SMLS S.STL TO ASTM A213-TP316L
1542-A -001	2	12MM X1M			SS TUBING 12MM
					PIPE SMLS S.STL TO ASTM A312-TP316L
1563-BY -010	2	1"		40S	RF SOCKETWELD FLANGE
1573-FF -028	20	16	X75MM		STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1574-FB -011	3	1"			RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 1/8)
1574-FB -011	2	1"			RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 1/8)

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD
		REVISIONS		

REFERENCE STDS / DRGS

PIPE MATERIAL SPEC.	13620/4-58A10
PIPE SUPPORT STD.	13620/4-59B58
P&ID No.	

DOC. CLASS	1	DOC. SEC. No.	
STRESS RELIEVE		Y / N	

APPROVED FOR CONSTRUCTION

REV	DATE	APPR. ENG.

TOYO-THAI CORPORATION LTD.

BAYER THAI CO. LTD.
PC DBN PROJECT

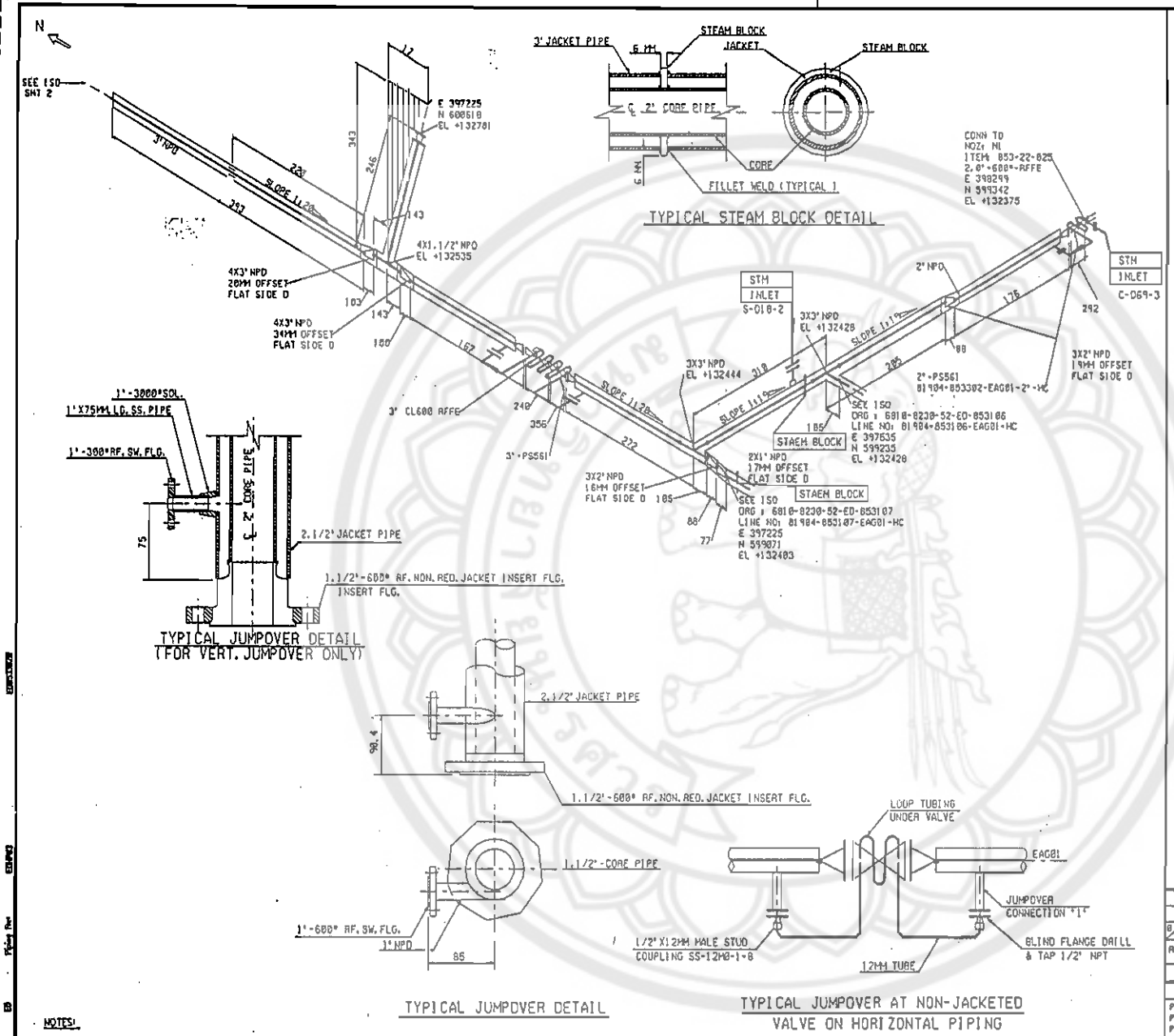
AREA	ED	TTCL CONTRACT No.	D-130

ISOMETRIC
81984-853109-EAG01-HC

DRAWING No. SHT 1 OF 1 REV

REV	MATL. ENG.	INST. ENG.	STRESS ENG.	APPR.
SIGN				
DATE				

CONSTRUCTION MANAGER'S CONTROL



PROJECT D130 BAYER-PC THAILAND CONTRACT/AREA D130 / ED DRAWING ED0631061 REVISION 50

SHOP BILL OF MATERIAL

REQ.	ITEM NO.	QTY	SIZE	1ST SCH.	END/ FACE RATG /END DESCRIPTION
					PIPE SMLS S-STL TO ASTM A312-TP316L
1543-AL	-003	1.1	3"	40S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-AL	-003	1.1	4"	10S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-AL	-003	0.2	2"	40S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-AL	-003	0.2	3"	10S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-AL	-003	0.2	1.1/2"	40S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-AL	-003	0.2	2.1/2"	10S	PIPE ENDS BEVELLED
1543-AL	-003	3	1" X95MM	10S	PIPE ENDS BEVELLED
1563-BT	-010	2	4 X3"	40S	WELD ECCENTRIC REDUCER
1563-BT	-010	2	6 X4"	10S	WELD ECCENTRIC REDUCER
1563-BT	-010	2	3 X2"	40S	WELD ECCENTRIC REDUCER
1563-BT	-010	2	4 X3"	10S	WELD ECCENTRIC REDUCER
1563-BT	-010	1	2 X1"	40S	WELD ECCENTRIC REDUCER
1563-BT	-010	1	3 X2"	10S	WELD ECCENTRIC REDUCER
1563-BT	-010	2	3	40S	WELD TEE
1563-BT	-010	1	4	10S	WELD TEE
1563-BT	-010	1	4 X1.1/2"	40S	WELD TEE REDUCER
1563-BT	-010	1	6 X2.1/2"	10S	WELD TEE REDUCER
1563-BT	-010	2	1"	40S	RF SOCKETWELD FLANGE
1563-BT	-010	2	2"	10S	RF 300# RED.JACKET INSERT BACKING FLANGE
1563-BT	-010	1	3"	10S	RF 300# RED.JACKET INSERT BACKING FLANGE
1563-BT	-010	1	1.1/2"	10S	RF 300# RED.JACKET INSERT BACKING FLANGE

FIELD BILL OF MATERIAL

REQ.	ITEM NO.	QTY	SIZE	1ST SCH.	END/ FACE RATG /END DESCRIPTION
					PIPE SMLS S-STL TO ASTM A312-TP316L
1513-GS	-008	1.0	3"		PLUG VALVE PS641
1513-GS	-008	1.0	2"		PLUG VALVE PS641
1513-GS	-008	1.0	3"		CONTROL VALVE PS541
					PIPE SMLS S-STL TO ASTM A269-TP316L
1542-A	-001	1.0	12MM X1.3M		SS TUBING 12MM
1542-A	-001	1.0	12MM X2.0M		SS TUBING 12MM
					PIPE SMLS S-STL TO ASTM A312-TP316L
1563-BT	-010	3	1"	40S	RF SOCKETWELD FLANGE
1573-FP	-025	24	20 X125MM		STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1573-FP	-025	4	20 X105MM		STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1573-FP	-025	16	24 X125MM		STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1573-FP	-025	12	16 X75MM		STUDBOLTS GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1574-FD	-011	3	3"	10S	RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 F/G)
1574-FD	-011	2	2"	10S	RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 F/G)
1574-FD	-011	1	1.1/2"	10S	RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 F/G)
1574-FD	-011	1	1"	40S	RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 F/G)
		1	1.1/2"		TEMPERATURE INDICATER

NOTES:
1. FOR ORIENTATION OF JUMPOVER BRANCHES REFER TO ISOMETRIC VIEW
2. FOR HORIZONTAL JUMPOVER INSTAL BELOW PIPE CENTERLINE

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD
A	26-DEC-06	APPROVAL FOR DESIGN		

REVISIONS

REFERENCE STDS / DRGS

PIPE MATERIAL SPEC. 13620/4-50A18
PIPE SUPPORT STD. 13620/4-59658
P&ID No.

DOC. CLASS 3 DOC. SEQ. No.

STRESS RELIEVE Y N

APPROVED FOR CONSTRUCTION

REV	DATE	APPR. ENG.

TOYO-THAI CORPORATION LTD.

Bayer

BAYER THAI CO. LTD.
PC DBN PROJECT

AREA ED TTCL CONTRACT No. D-130

ISOMETRIC

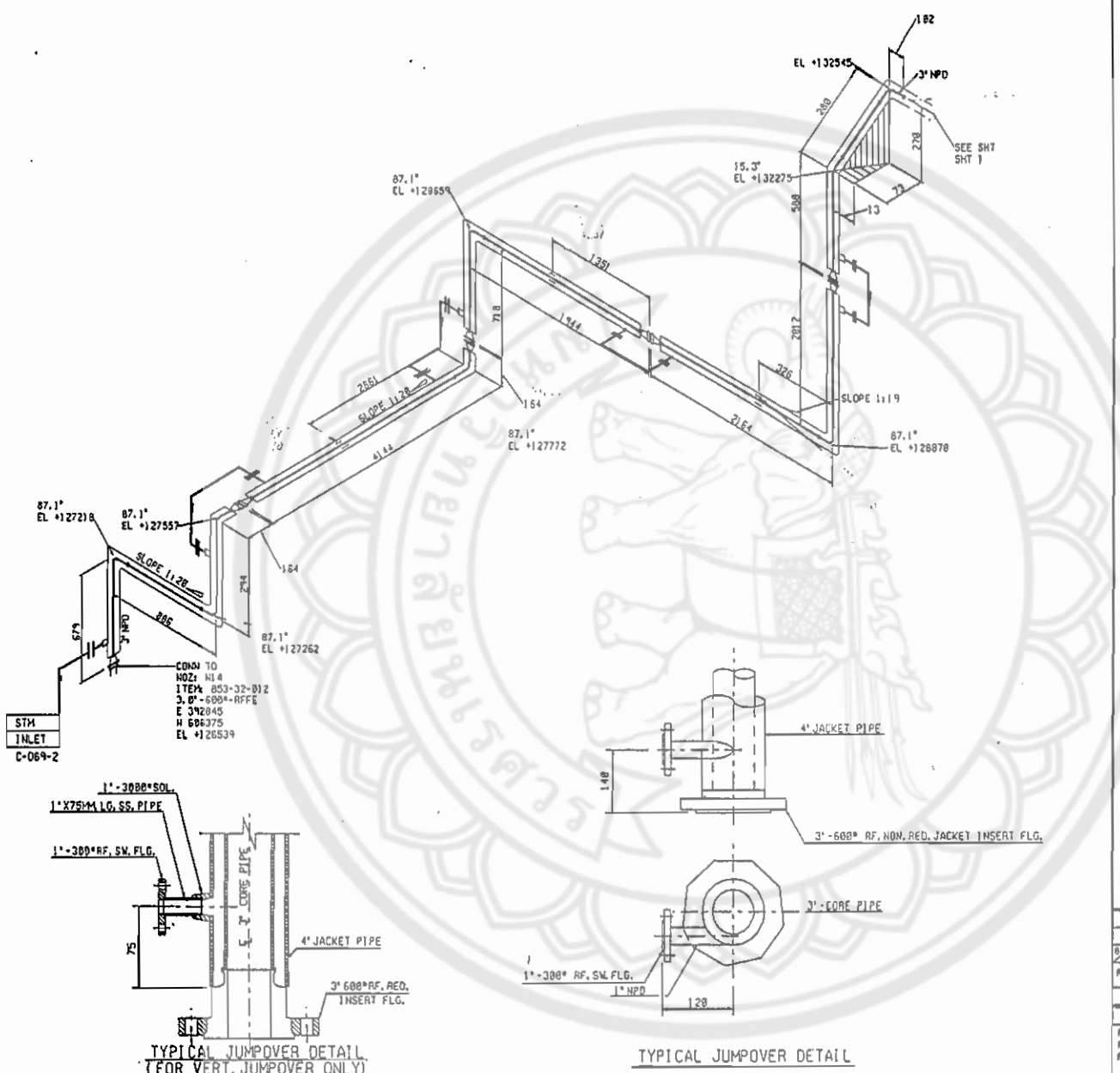
81984-853302-EAG01-HC

DRAWING No. SHT 1 OF 2 REV

19949-8230-52-ED-853302

REV		MATL. ENG.	INST. ENG.	STRESS ENG.	APPR.
	SIGN				
	DATE				

Ref Border



PROJECT B130 CONTRACT/AREA B130 / ED DRAWING DESIGNED REVISION NO
BAYER-PC THAILAND

SHOP BILL OF MATERIAL

REQ.	ITEM NO.	QTY	SIZE		1ST SCH.	END/ FACE RATG /END	DESCRIPTION
							PIPE SMLS S.STL TO ASTM A312-TP316L
1543-AL	-023	14.0	3"		40S		PIPE ENDS BEVELLED
1543-AL	-023	14.0	4"		10S		PIPE ENDS BEVELLED
1543-AL	-023	1	1"	X25MM	40S		PIPE ENDS BEVELLED
1543-AL	-023	5	1"	X75MM	40S		PIPE ENDS BEVELLED
1553-BT	-010	7	3"		40S		WELD 90 LR ELBOW
1553-BT	-010	7	4"		10S		WELD 90 LR ELBOW
1553-BT	-010	1	3"		40S		WELD 45 LR ELBOW
1553-BT	-010	1	4"		10S		WELD 45 LR ELBOW
1553-BT	-010	9	1"		40S		RF SOCKETWELD FLANGE
1553-BT	-010	8	4"	X1"			SCRV SOCKOLET
1553-BT	-010	8	3"		10S		RF NON REQ-JACKET INSERT BACKING FLANGE

FIELD BILL OF MATERIAL

REQ.	ITEM NO.	QTY	SIZE		1ST SCH.	END/ FACE RATG /END	DESCRIPTION
							PIPE SMLS S.STL TO ASTM A999-TP316L
1542-A	-001	4.0	12MM	39.2M			45 TUBING 12MM
							PIPE SMLS S.STL TO ASTM A312-TP316L
1553-BT	-010	8.0	1"		40S		RF SOCKETWELD FLANGE
1573-FP	-020	40.0	20	X125MM			STUDBOLT6 GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1573-FP	-025	36.0	16	X75MM			STUDBOLT8 GR.B7 (ELECTRO PLATED)
1574-FD	-011	8.0	3"		10S		RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 F/R)
1574-FD	-011	8.0	1"		40S		RF SPIRAL WOUND GASKET (SS 304 F/R)

NOTES:
1. FOR ORIENTATION OF JUMPOVER BRANCHES REFER TO ISOMETRIC
2. FOR HORIZONTAL JUMP
INSTAL BELOW PIPE CENTERLINE

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD
0/A	26-DEC-05	APPROVAL FOR DESIGN		

REVISIONS

REFERENCE STDS / DRGS

PIPE MATERIAL SPEC.	13620/4-50A10
PIPE SUPPORT STD.	13620/4-51858
P&ID No.	

DOC. CLASS 1 DOC. SEQ. No.

STRESS RELIEVE Y N

APPROVED FOR CONSTRUCTION

REV	DATE	APPR. CHG.

TOYO - THAI CORPORATION LTD.

Bayer

BAYER THAI CO. LTD.
PC DBN PROJECT

AREA ED TTCL CONTRACT No. 0-138

ISOMETRIC
81984-853302-EA021-HC

DRAWING No. SHT 2 OF 2 REV

REV		MATL. ENG.	INST. ENG.	STRESS ENG.	APPR.
	SIGN				
	DATE				

Extracted from construction over
Filing Ref
EDMS
DATED
EXTRACTION NUMBER 3