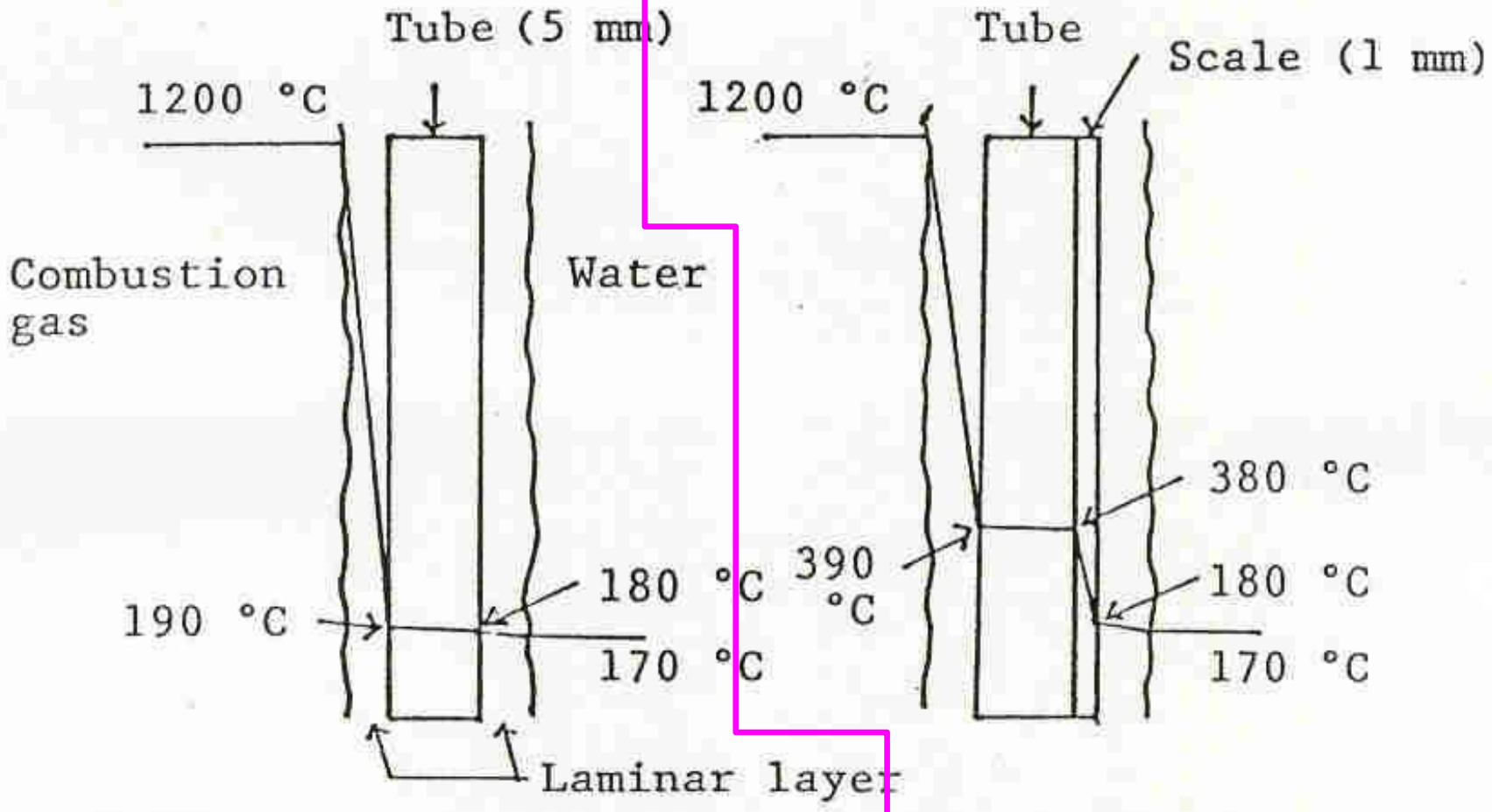
# ประสบการณ์เกี่ยวกับหม้อน้ำ

โดย

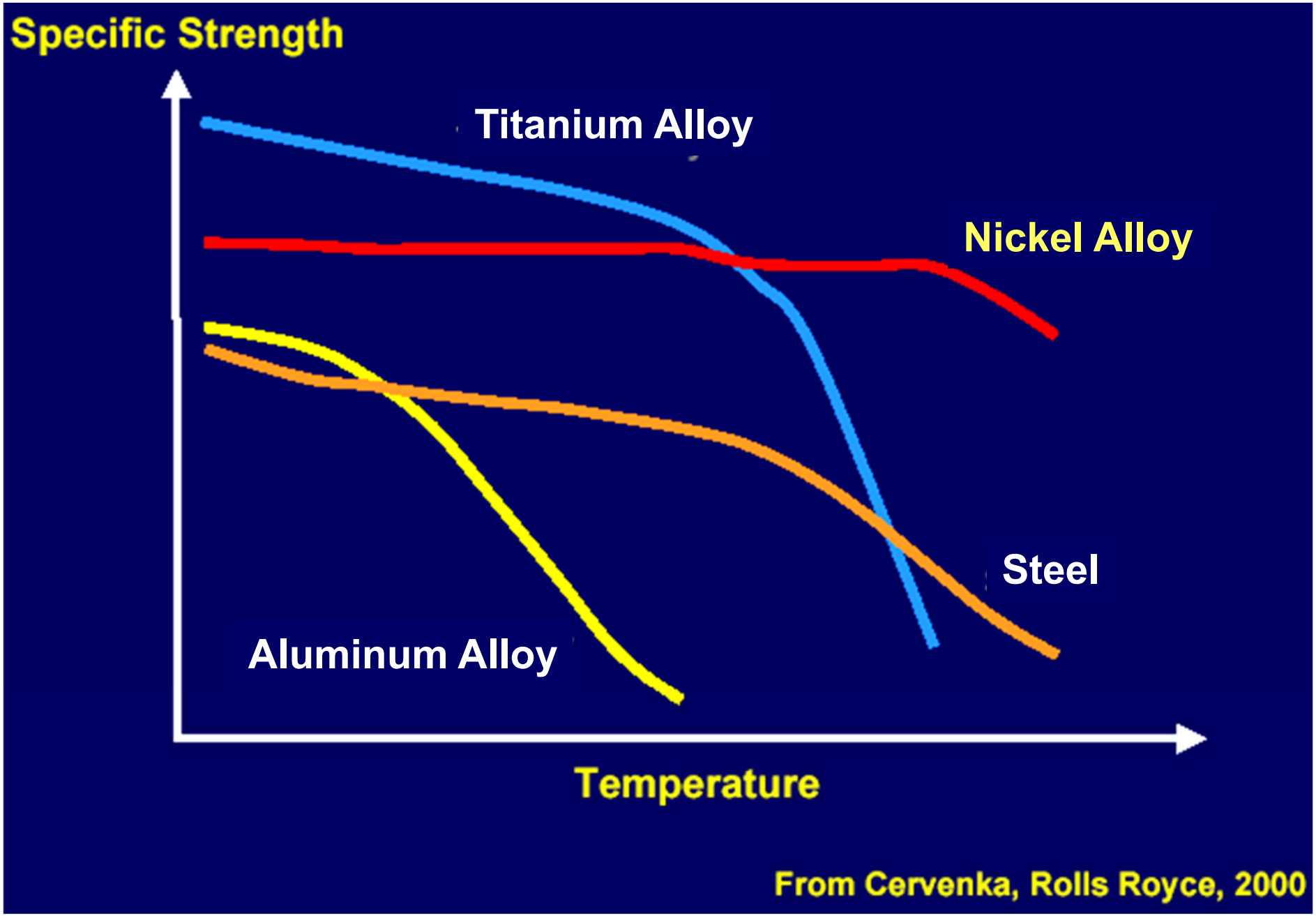
ผศ.ธวัชชัย นาคพิพัฒน์




รูปที่ 2 แสดงถึง รูปแบบจำลอง ของ การเพิ่มอุณหภูมิ ของ ผิวท่อ หม้อไอน้ำ เนื่องจากการเกาะของตะกรัน

Pressure = 7 kgf/cm$^2$, Efficiency = 86% ➡ Fuel = 4%

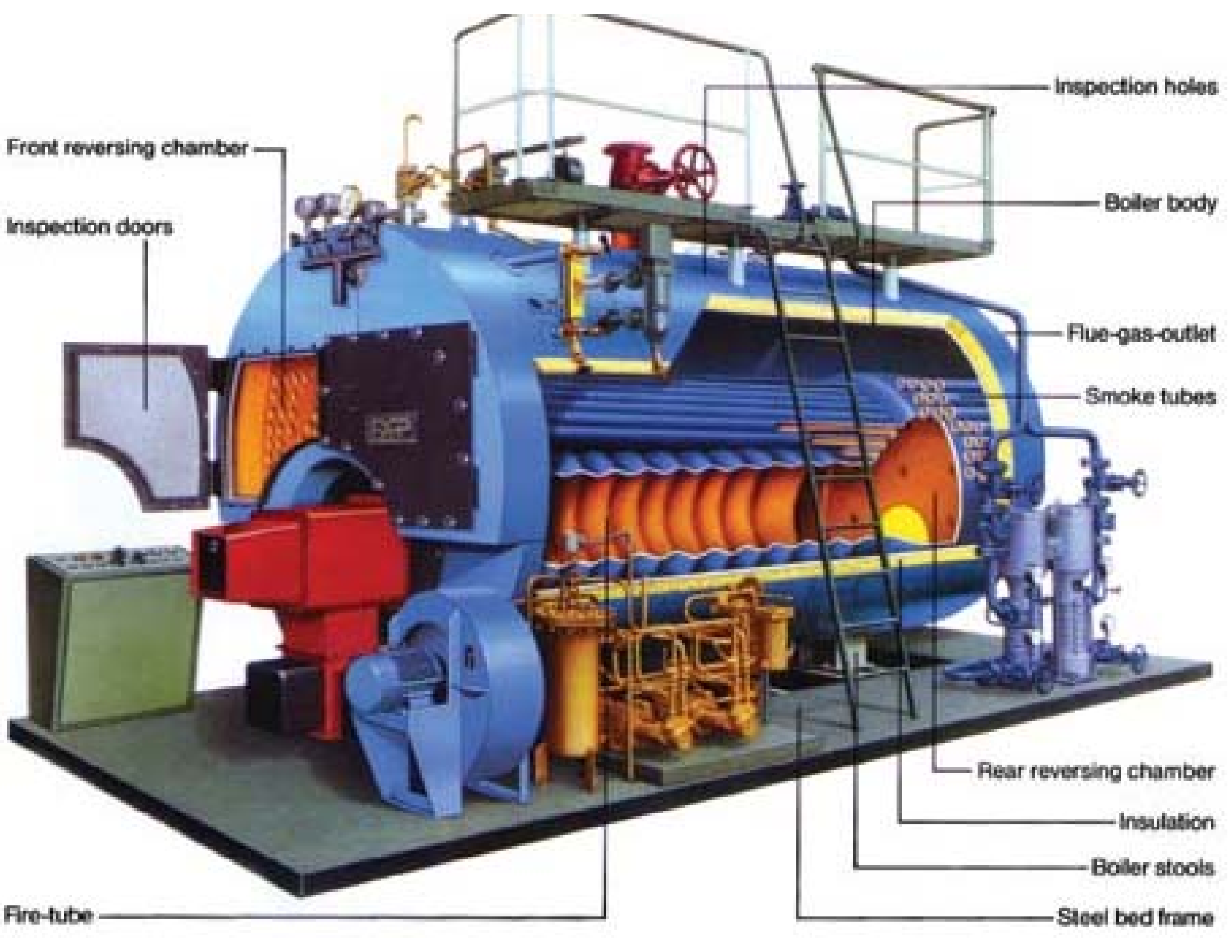
# Material Strength with Increased Temperature



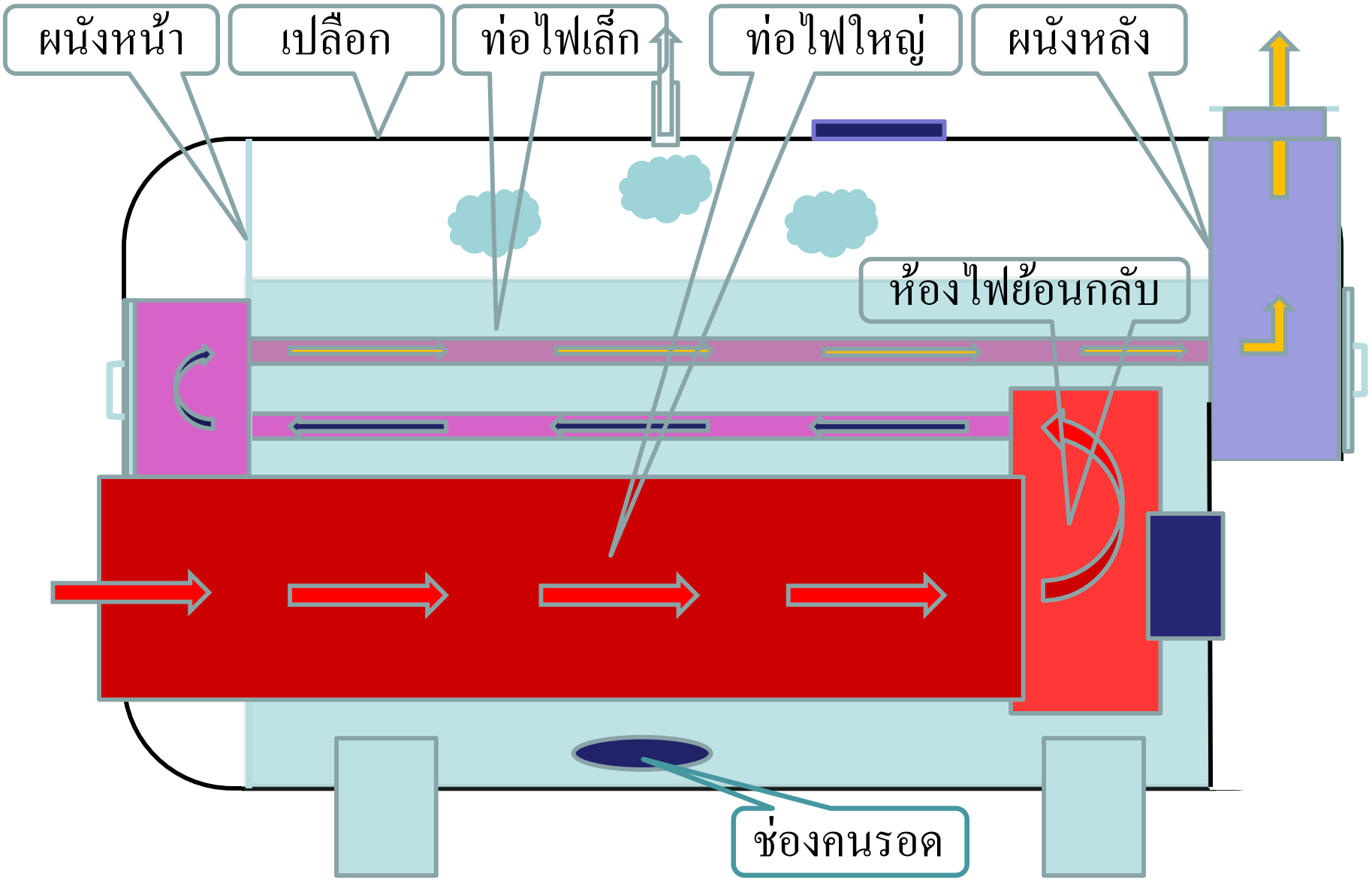
## Table K.1-8 — Design strength values (N/mm²) *(continued)*

| Steel boiler and superheater tubes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Grade, type and method of manufacture** | $R_m$ | $R_c$ | **PD 5500 band** | **Values of $f_N$ for design temperatures (°C) not exceeding** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | **Design lifetime** | **Notes[a]** |
| | N/mm² | N/mm² | | **50** | **100** | **150** | **200** | **250** | **300** | **350** | **400** | **440** | **450** | **460** | **470** | **480** | **490** | **500** | **510** | **520** | **530** | **540** | **550** | **560** | **570** | **580** | **590** | **600** | | |
| **Alloy steel to BS 3059-2** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **243** | 480 | 275 | | | | | | 149 | 128 | 120 | 117 | | 115 | | 113 | 112 | *95* | *78* | *62* | *51* | *41* | *32* | | | | | | | | | | | | | | | 100 000 | |
| 0.3Mo | | | | | | | | | | | | | | | | *107* | *86* | *70* | *57* | *46* | *37* | *30* | | | | | | | | | | | | | | | 150 000 | |
| S1, S2, ERW | | | | | | | | | | | | | | | | *100* | *81* | *65* | *53* | *42* | *35* | *28* | | | | | | | | | | | | | | | 200 000 | |
| and CEW | | | | | | | | | | | | | | | | *95* | *77* | *62* | *50* | *40* | *32* | *25* | | | | | | | | | | | | | | | 250 000 | |
| **620-460** | 460 | 180 | M7 | | | | | | | 129 | 120 | | 116 | | | 114 | 113 | *112* | *93* | *76* | *62* | *52* | *42* | 33 | 27 | | | | | | | | | | | | | 100 000 | 3, 9 |
| 1Cr½Mo | | | | | | | | | | | | | | | | | 113 | 102 | *83* | *67* | *55* | *44* | *35* | 29 | 24 | | | | | | | | | | | | | 150 000 | |
| S1, S2, ERW | | | | | | | | | | | | | | | | | 113 | *94* | *76* | *61* | *49* | *40* | *32* | 26 | 22 | | | | | | | | | | | | | 200 000 | |
| and CEW | | | | | | | | | | | | | | | | | *107* | *88* | *70* | *57* | *45* | *37* | *30* | 25 | 20 | | | | | | | | | | | | | 250 000 | |
| **622-490** | 490 | 275 | M9 | 183 | 176 | 169 | 163 | 157 | 153 | 149 | 145 | | 137 | 135 | 133 | *131* | 118 | 105 | *94* | *82* | *72* | *61* | *53* | 45 | 39 | 34 | 29 | 26 | | | | | | | | | | 100 000 | 2, 6 |
| 2¼Cr1Mo | | | | | | | | | | | | | | | 133 | 122 | 108 | *97* | *85* | *73* | *63* | *56* | *48* | 42 | 36 | 31 | 27 | 23 | | | | | | | | | | 150 000 | |
| S1, S2 | | | | | | | | | | | | | | | *130* | *117* | 104 | *92* | *79* | *68* | *59* | *52* | *45* | 38 | 33 | 28 | 25 | 22 | | | | | | | | | | 200 000 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 126 | 113 | 100 | *87* | *75* | *65* | *57* | *49* | *42* | 36 | 32 | 27 | 23 | 20 | | | | | | | | | | 250 000 | |
| **629-470** | 470 | 185 | | 123 | 110 | *98* | *91* | *87* | *83* | *81* | *78* | | *77* | | | | | *75* | *74* | *69* | *61* | *53* | *47* | 42 | 38 | 34 | 30 | 26 | | | | | | | | | | | 100 000 | 8 |
| 9CrMo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | *74* | *65* | *56* | *49* | *44* | 39 | 35 | 31 | 28 | 24 | | | | | | | | | | 150 000 | |
| S1, S2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | *71* | *62* | *54* | *47* | *42* | 37 | 33 | 29 | | | | | | | | | | | | 200 000 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | *68* | *59* | *52* | *45* | *40* | 35 | 32 | 28 | | | | | | | | | | | | 250 000 | |
| **629-590** | 590 | 400 | | 251 | 241 | 232 | 223 | 220 | 217 | 215 | 211 | 208 | 207 | 195 | 178 | 159 | 144 | 129 | 115 | 103 | *91* | *80* | *68* | 58 | 48 | 38 | 31 | 26 | | | | | | | | | | 100 000 | |
| 9Cr1Mo | | | | | | | | | | | | | 207 | 188 | 169 | 152 | 137 | 123 | 110 | *97* | *85* | *74* | *62* | 52 | 42 | 34 | 28 | 23 | | | | | | | | | | 150 000 | |
| S1, S2 | | | | | | | | | | | | | *204* | *183* | 165 | 148 | 132 | 118 | 105 | *93* | *81* | *69* | *58* | 48 | 38 | 31 | 25 | 22 | | | | | | | | | | 200 000 | |
| | | | | | | | | | | | | | 199 | *179* | 161 | 144 | 129 | 115 | 102 | *89* | *78* | *66* | *55* | 45 | 35 | 28 | 24 | 21 | | | | | | | | | | 250 000 | |
| **762** | 720 | 470 | | 306 | 290 | 275 | 256 | 241 | 234 | 230 | 225 | | 215 | | | 205 | 201 | *191* | 173 | 155 | 136 | 122 | 107 | 93 | 80 | 68 | 58 | 48 | | | | | | | | | | 100 000 | |
| 12CrMoV | | | | | | | | | | | | | | | | | *200* | 184 | 168 | 152 | 135 | 115 | *98* | 85 | 72 | 62 | 52 | 44 | | | | | | | | | | 150 000 | |
| S1, S2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 197 | 180 | 164 | 146 | 128 | 110 | *94* | 80 | 68 | 58 | 49 | 41 | | | | | | | | | | 200 000 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | *192* | 176 | 160 | 142 | 124 | 105 | *90* | 77 | 65 | 55 | 46 | 38 | | | | | | | | | | 250 000 | |

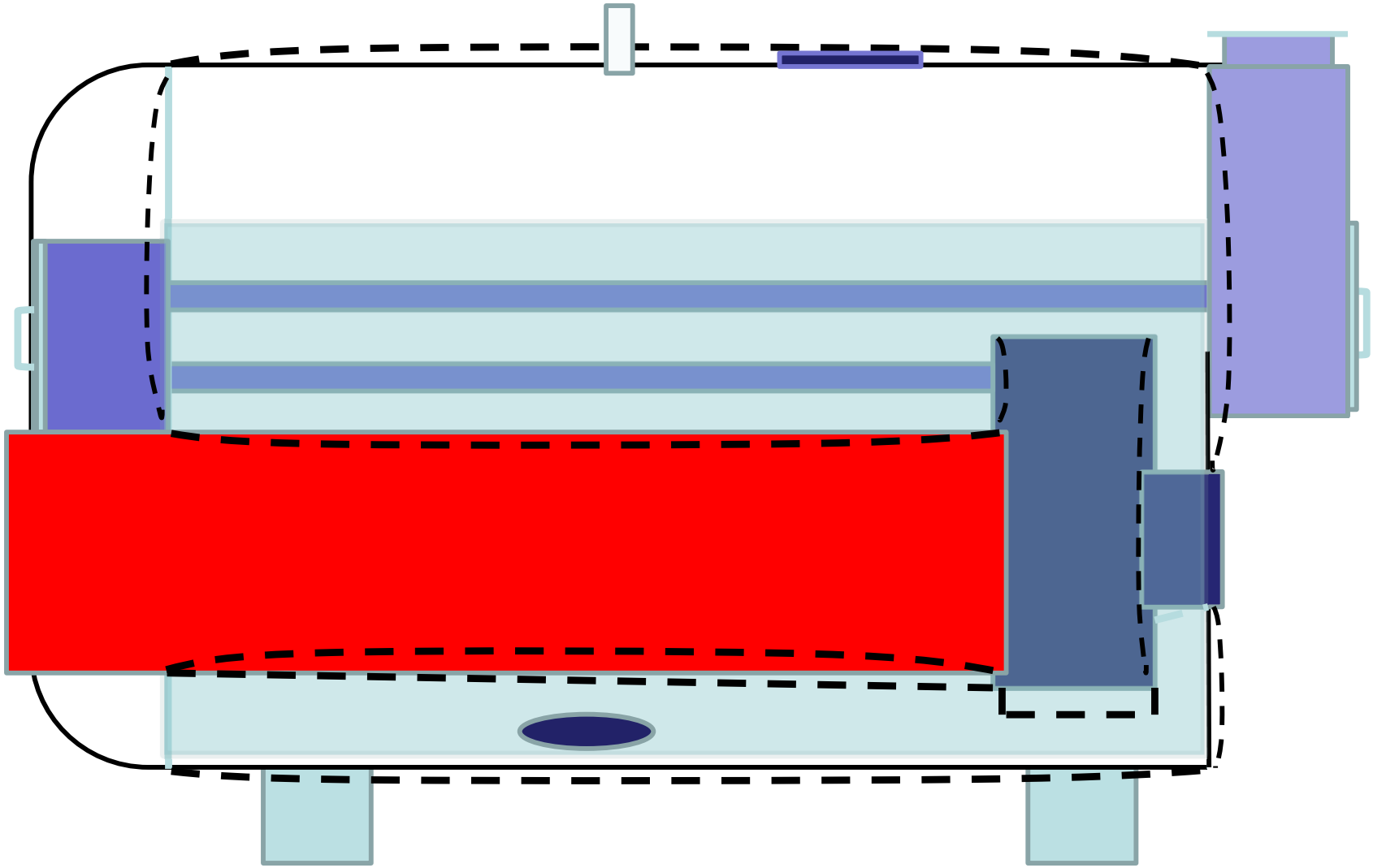
# หม้อน้ำแบบท่อไฟ


Inspection holes
Front reversing chamber
Boiler body
Inspection doors
Flue-gas-outlet
Smoke tubes
Rear reversing chamber
Insulation
Boiler stools
Fire-tube
Steel bed frame

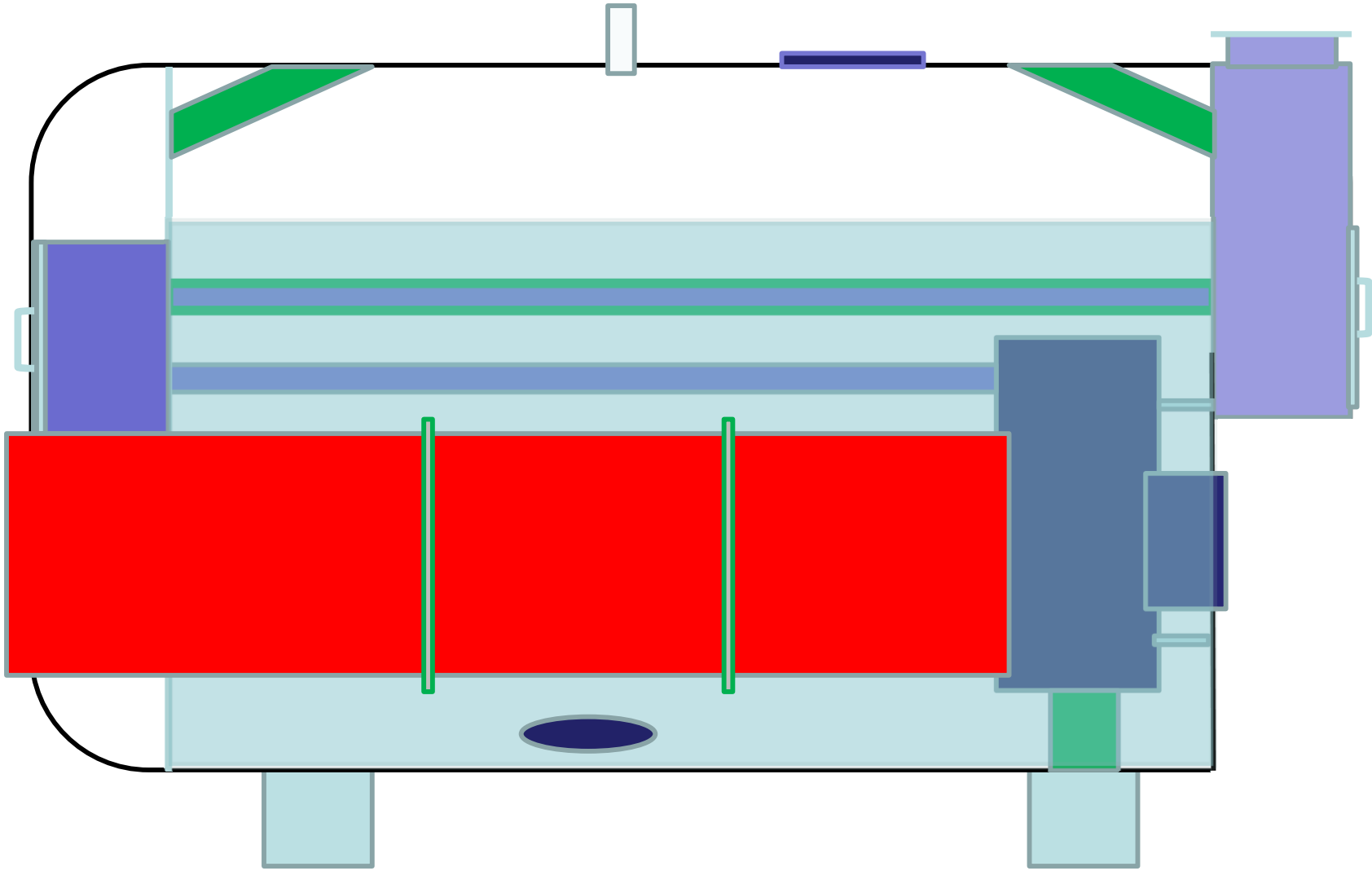
# หลักการประเมินความปลอดภัยของหม้อน้ำแบบท่อไฟ

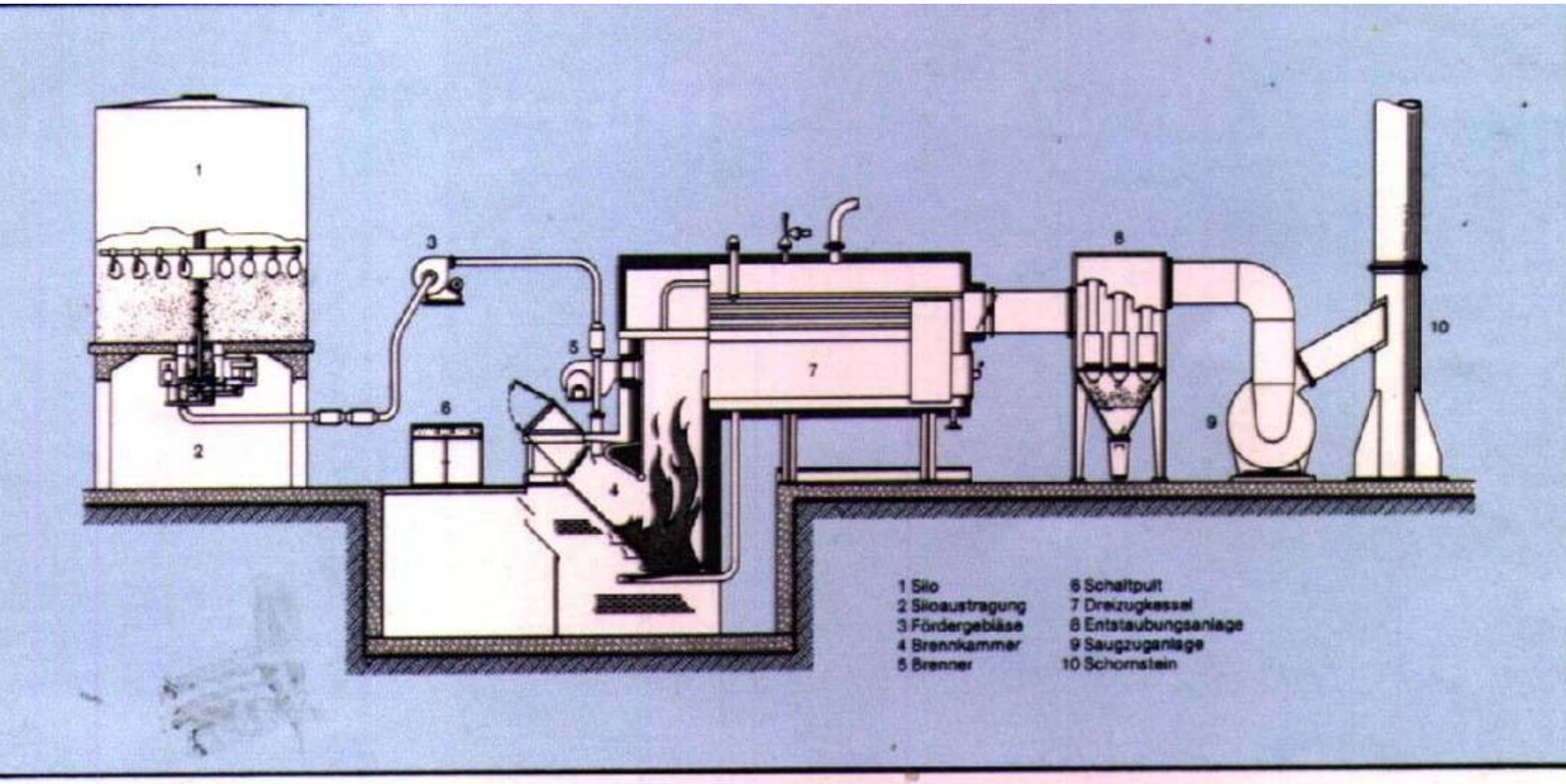


# หลักการประเมินความปลอดภัยของหม้อน้ำแบบท่อไฟ



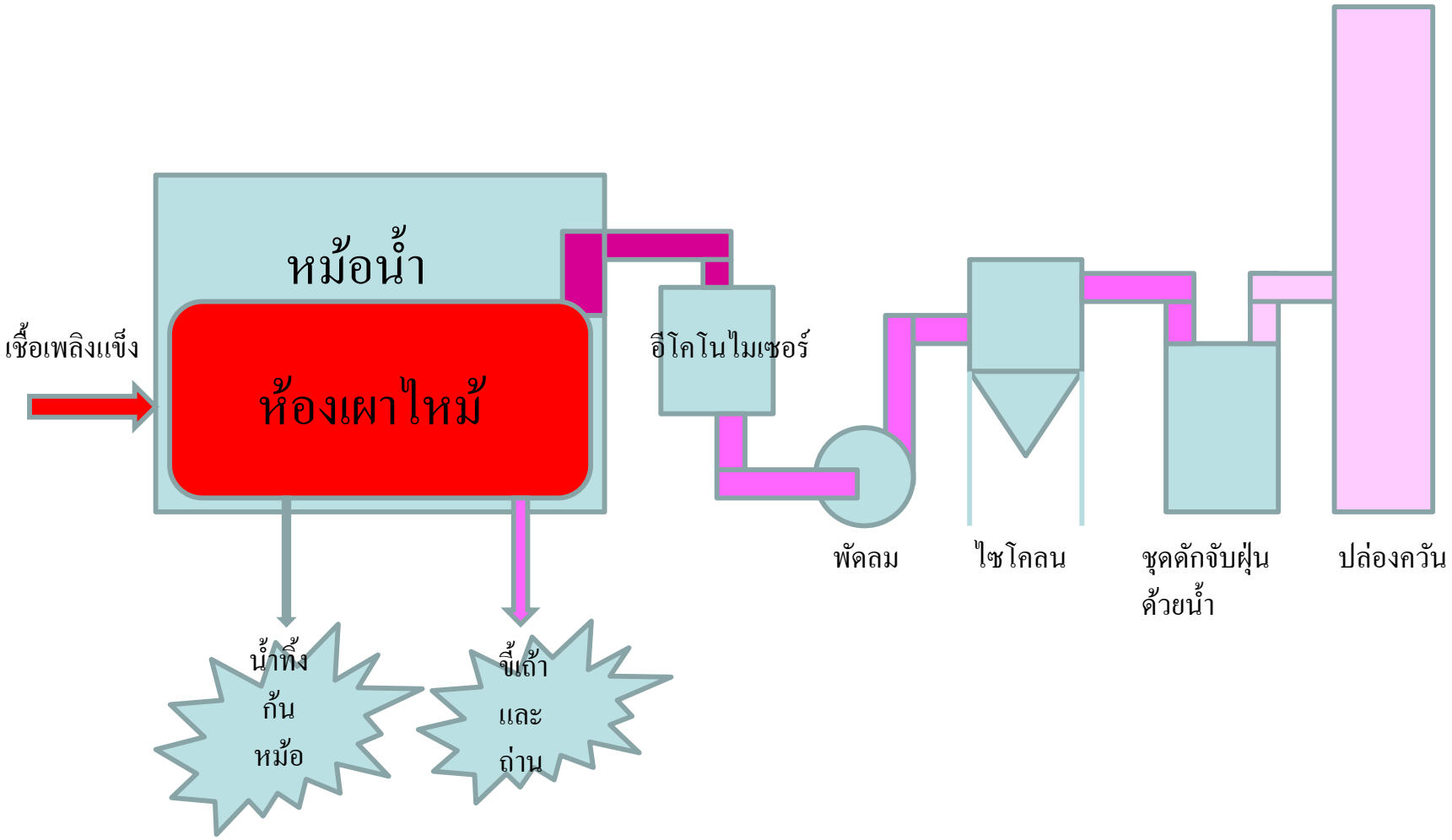
# หลักการประเมินความปลอดภัยของหม้อน้ำแบบท่อไฟ





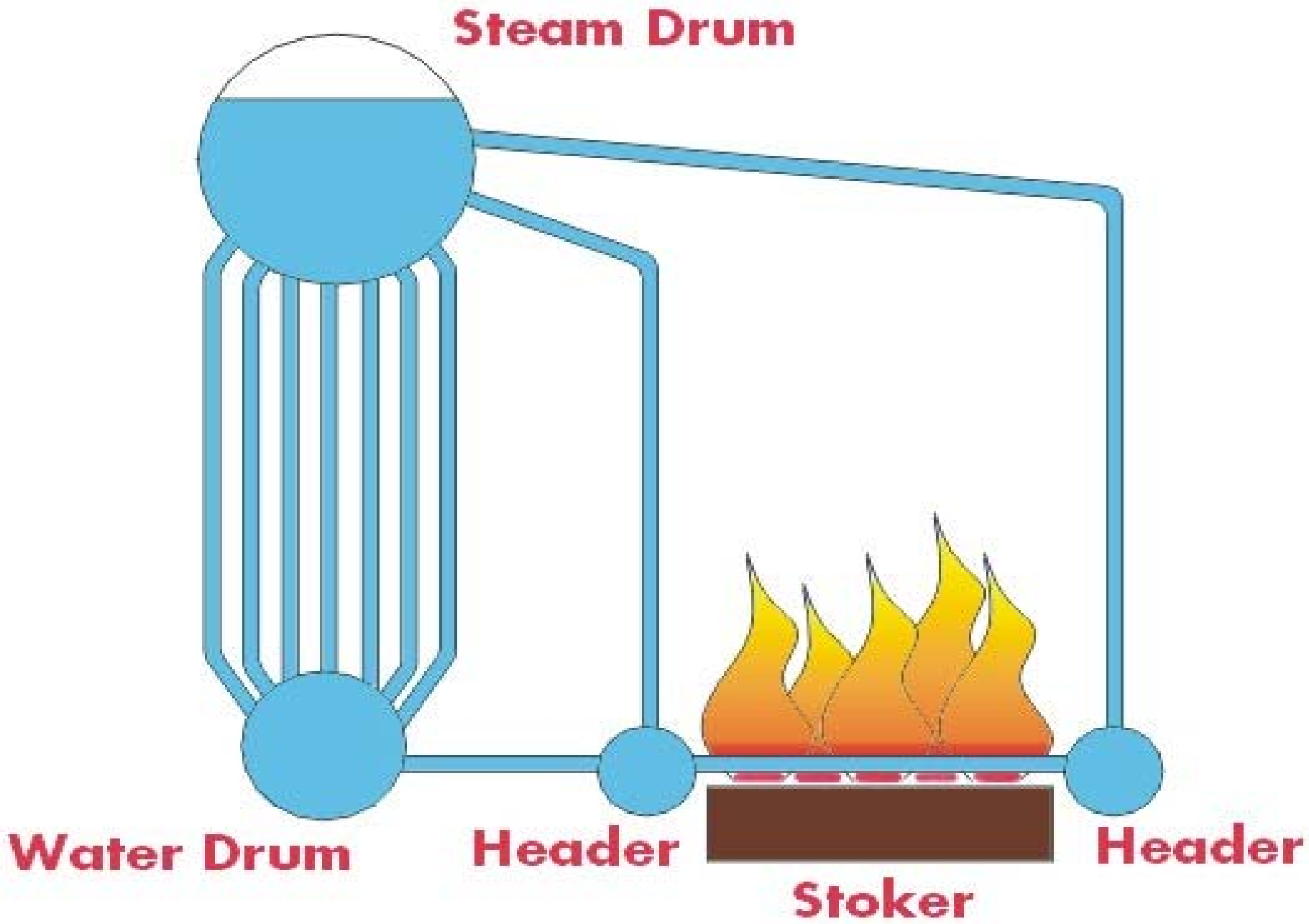

บอยเลอร์ไอน้ำแบบ Fire tube 3 กลับ ใช้ขี้เลื่อยเป็นเชื้อเพลิง

# ลักษณะทั่วไปของหม้อน้ำ



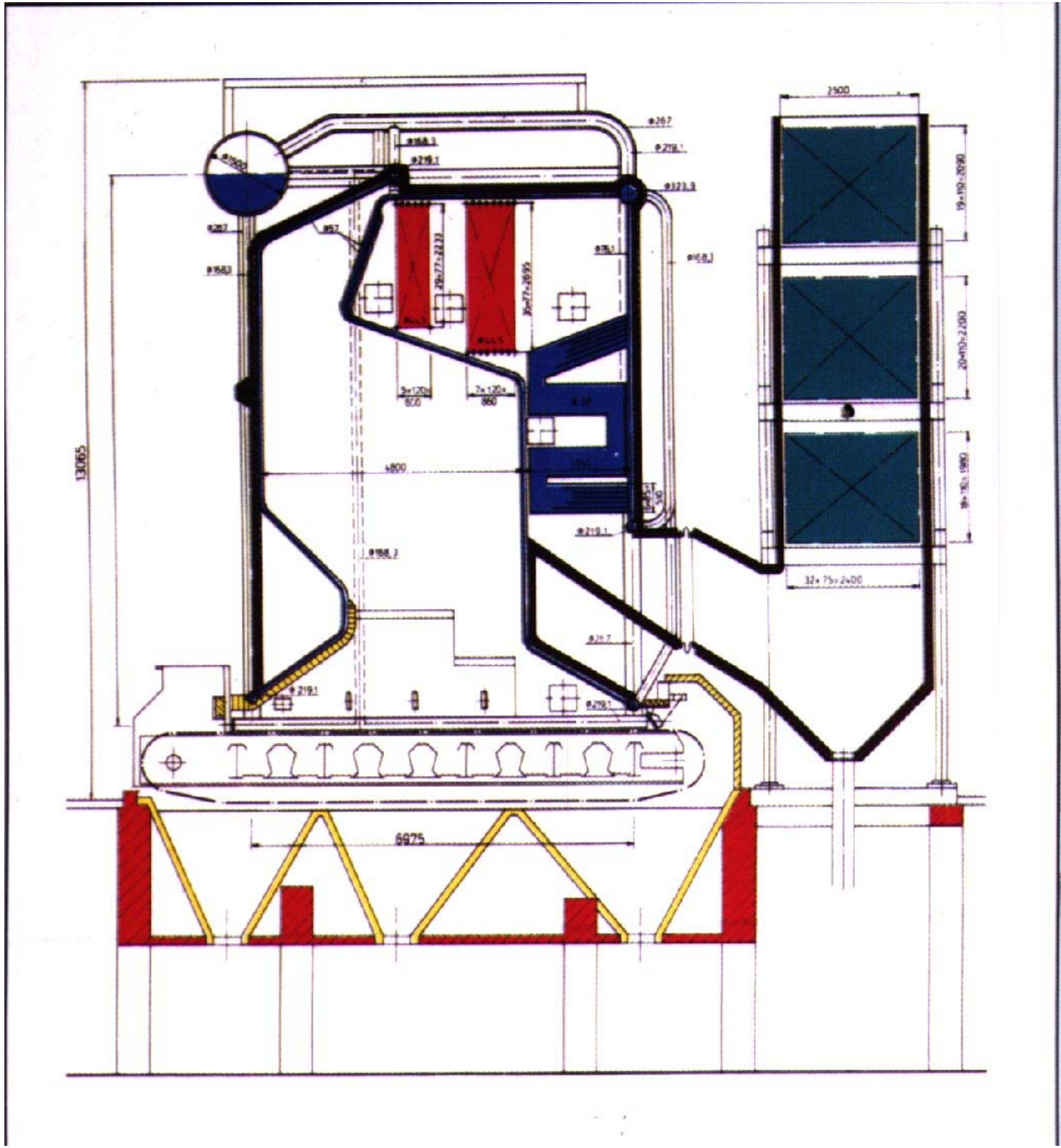
# หม้อน้ำใช้น้ำมันเตา

# หม้อน้ำแบบท่อน้ำ


Steam Drum
Water Drum
Header
Header
Stoker

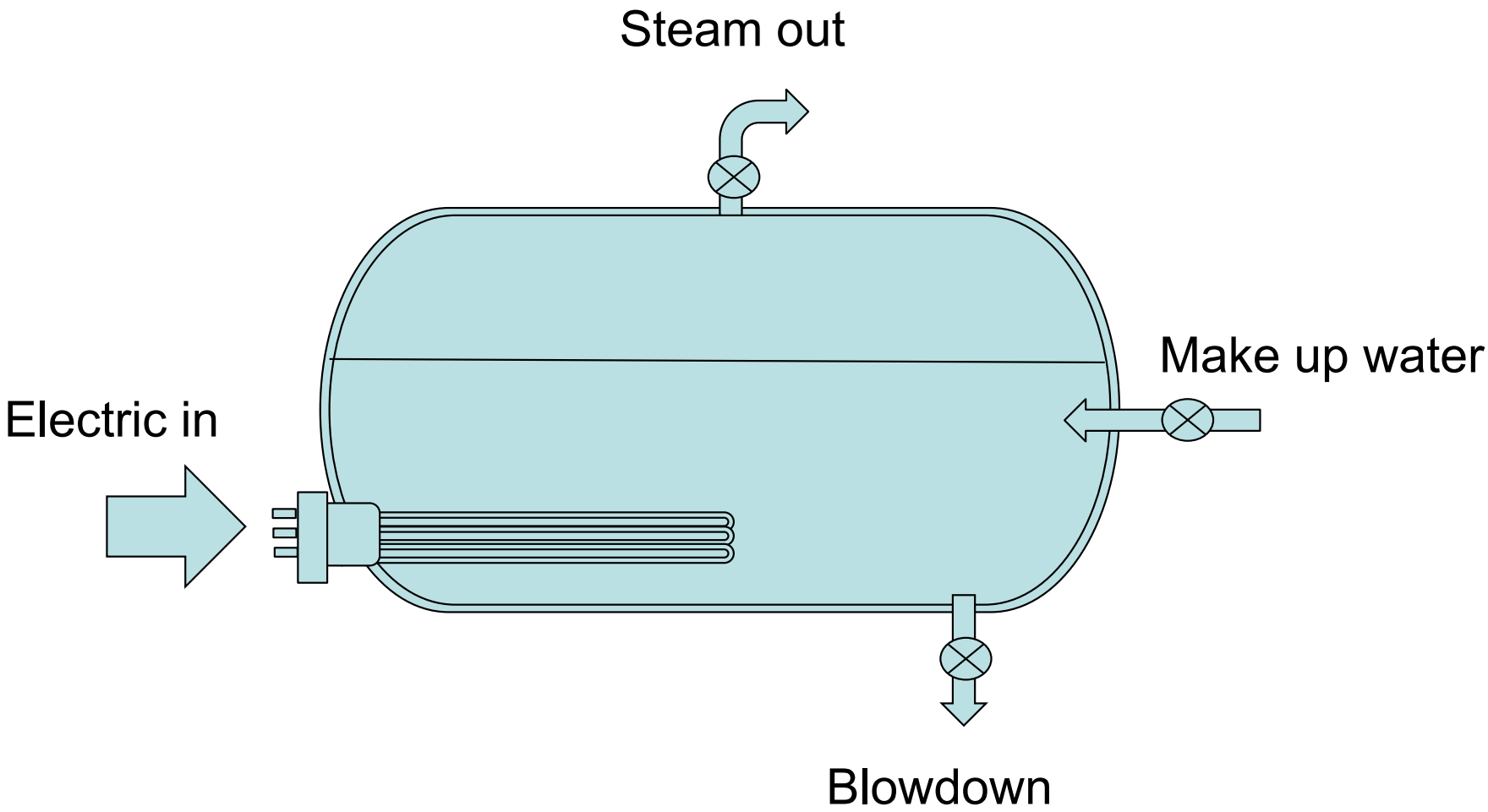
25 11 2003

# หม้อน้ำแบบ Corner tube



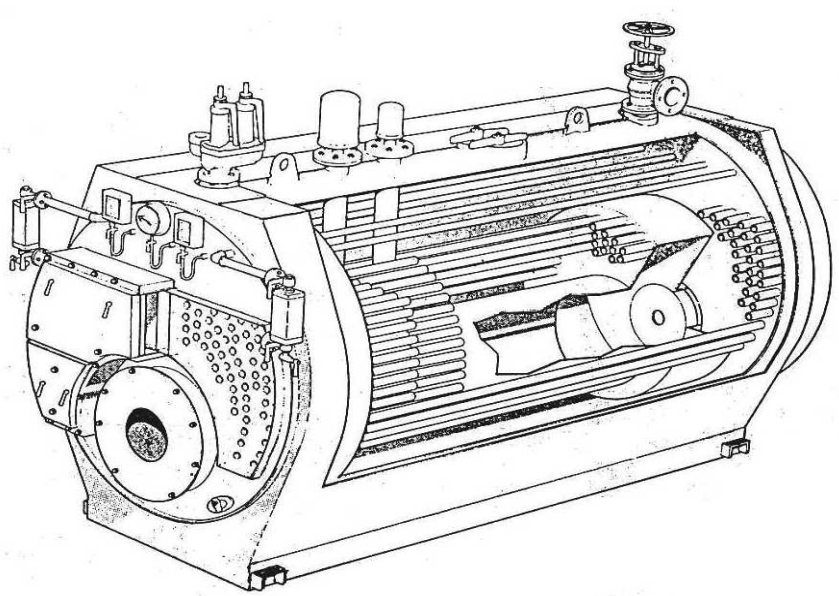
2004 2 13

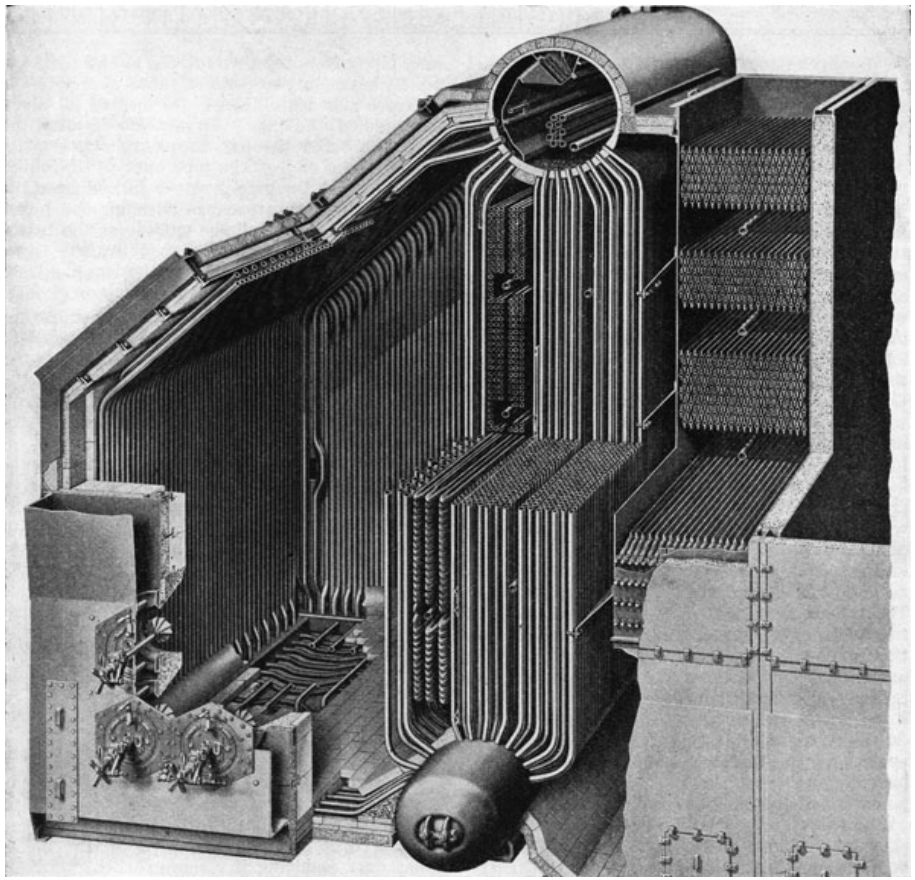
# หม้อน้ำแบบใช้ไฟฟ้า


Steam out
Make up water
Electric in
Blowdown

# ส่วนประกอบโดยทั่วไป ของหม้อน้ำ

- เปลือกหม้อไอน้ำ (Boiler shell)
- ผนังหน้าและหลัง (End plate)
- ท่อไฟใหญ่ (Main furnace)
- ท่อไฟเล็ก (Fire tube)
- ท่อน้ำ (Water tube)
- Drum and Header
- เหล็กยึดโยง (Stay)
- ช่องคนลอด (Man hole) ช่องหัวลอด(Head hole) ช่องมือลอด(Hand hole)
- ห้องเผาไหม้ (Combustion chamber)
- Economizer
- Air preheater





# อุปกรณ์ประกอบของหม้อน้ำที่สำคัญ

1. วาล์วนิรภัย(Safety valve)
2. วาล์วจ่ายไอ(Main steam valve)
3. วาล์วระบายน้ำทิ้ง(Surface and bottom blow-down valve)
4. ปั๊มน้ำ(Water pump)
5. อุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ(Water Level control and gauge)
6. หัวฉีด(Burner)
7. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิก๊าซไอเสีย(Exhaust gas temperature control)
8. เกจวัดความดัน(Pressure gauge)
9. สวิทช์ควบคุมความดัน(Pressure switch)
10. ฉนวน(Insulation)
11. อุปกรณ์อุ่นน้ำด้วยไอเสีย (Economizer)
12. อุปกรณ์อุ่นอากาศด้วยไอเสีย (Air preheater)

# การตรวจสอบหม้อน้ำและส่วนควบ

## ตัวหม้อน้ำ

- คุณสมบัติของโลหะและโครงสร้างของหม้อน้ำ
- การออกแบบ การประกอบ และการเชื่อมหม้อน้ำ
- การเกิดตะกรัน การกัดกร่อน และการเสียรูป

## ส่วนควบของหม้อน้ำ

- ส่วนควบคุมระดับน้ำ
- ส่วนควบคุมทางไฟฟ้า
- ส่วนควบคุมความดันไอน้ำ
- ส่วนป้องกันและเตือนเพื่อความปลอดภัย
- ส่วนบำบัดน้ำและเชื้อเพลิงเพื่อป้อนเข้าหม้อน้ำ

คำถาม หม้อน้ำแบบใดที่ระเบิดมากที่สุด ?

คำตอบคือ

หม้อน้ำแบบท่อไฟ

คำถาม หม้อน้ำแบบใดที่ระเบิดแล้วมีอันตรายมากที่สุด ?

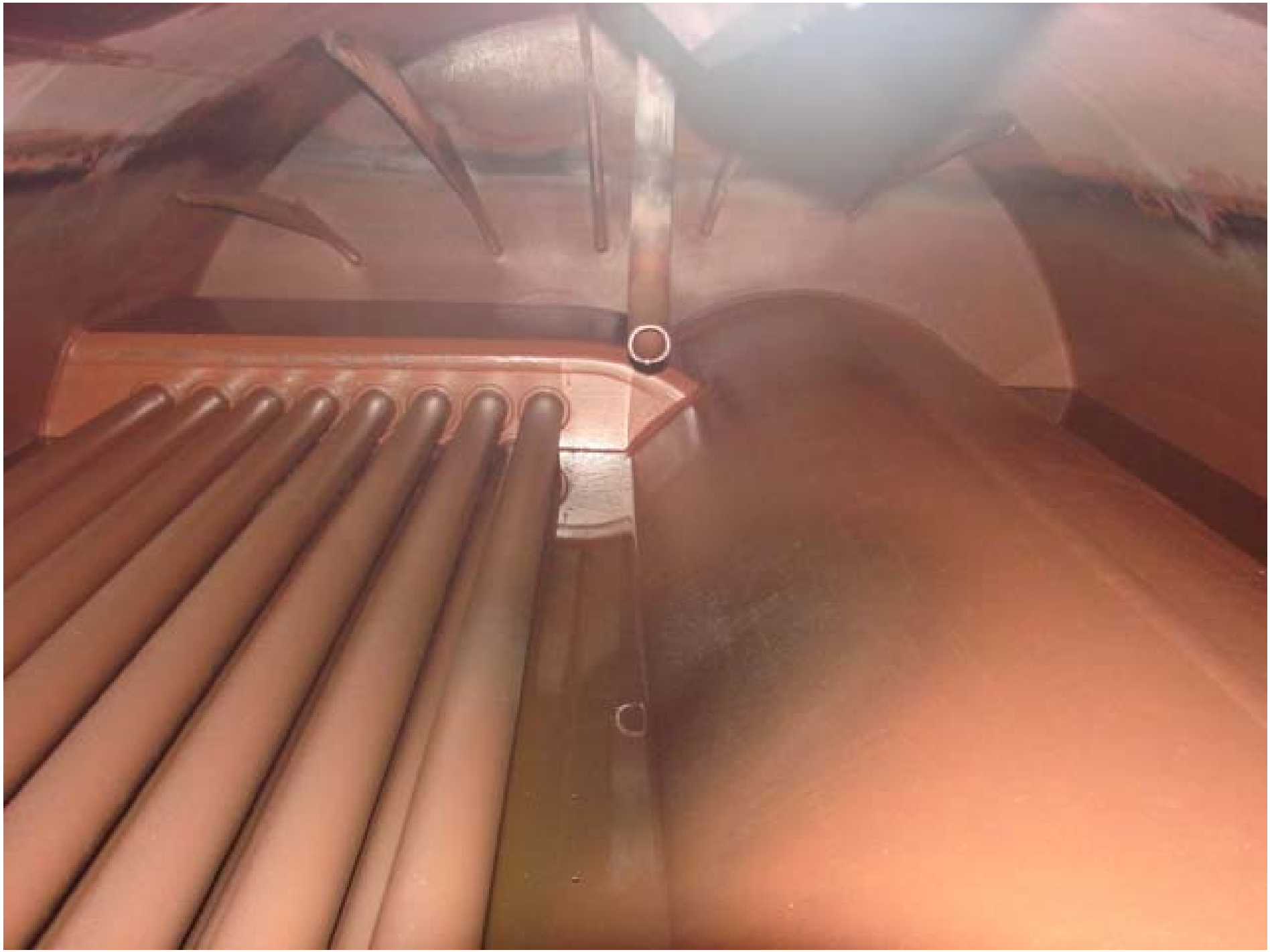
คำตอบคือ

หม้อน้ำแบบท่อไฟ

คำถาม สาเหตุใดที่ทำให้ระเบิดมากที่สุด ?

# ตัวอย่างการตรวจหม้อน้ำแบบท่อไฟ

NO-3



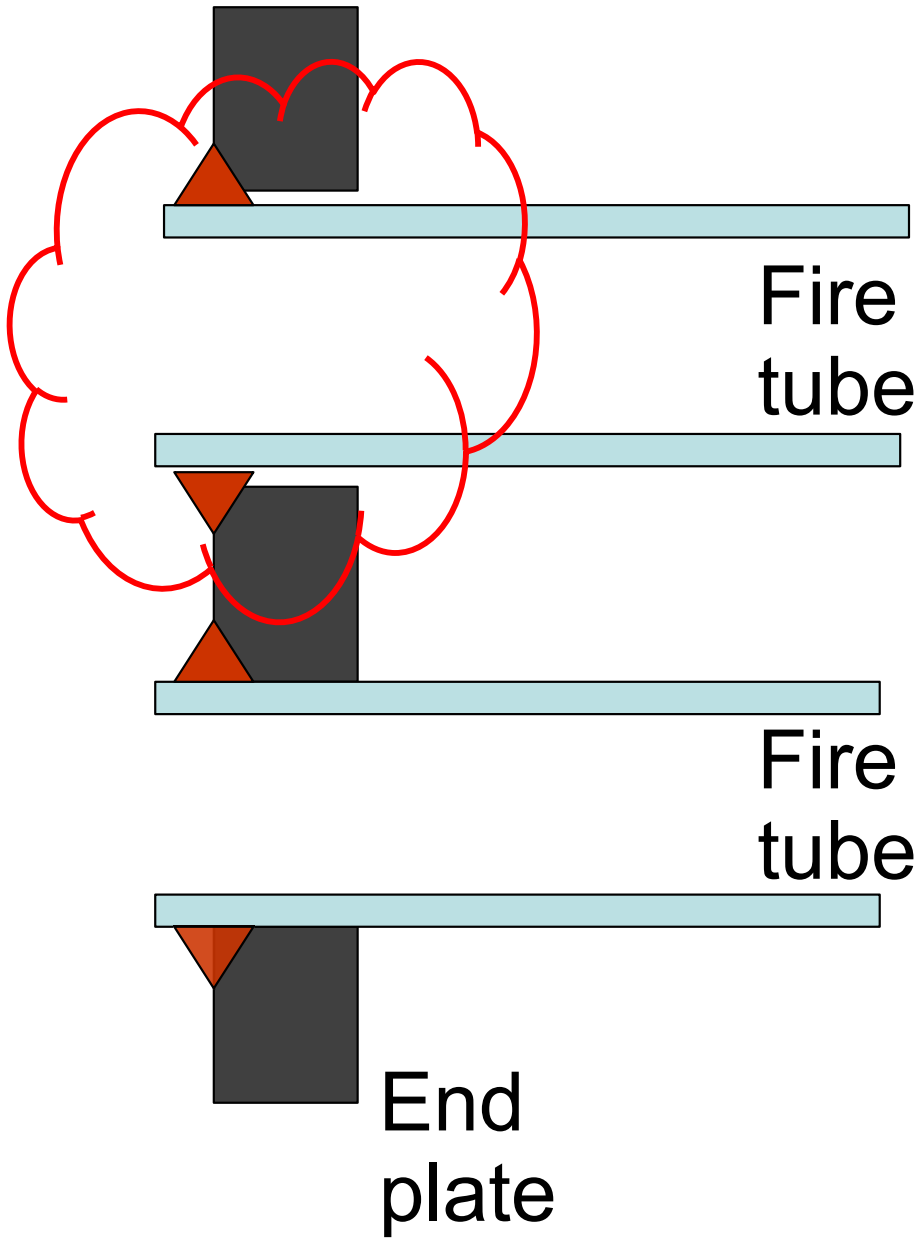
22.10.2012

15 1 2006

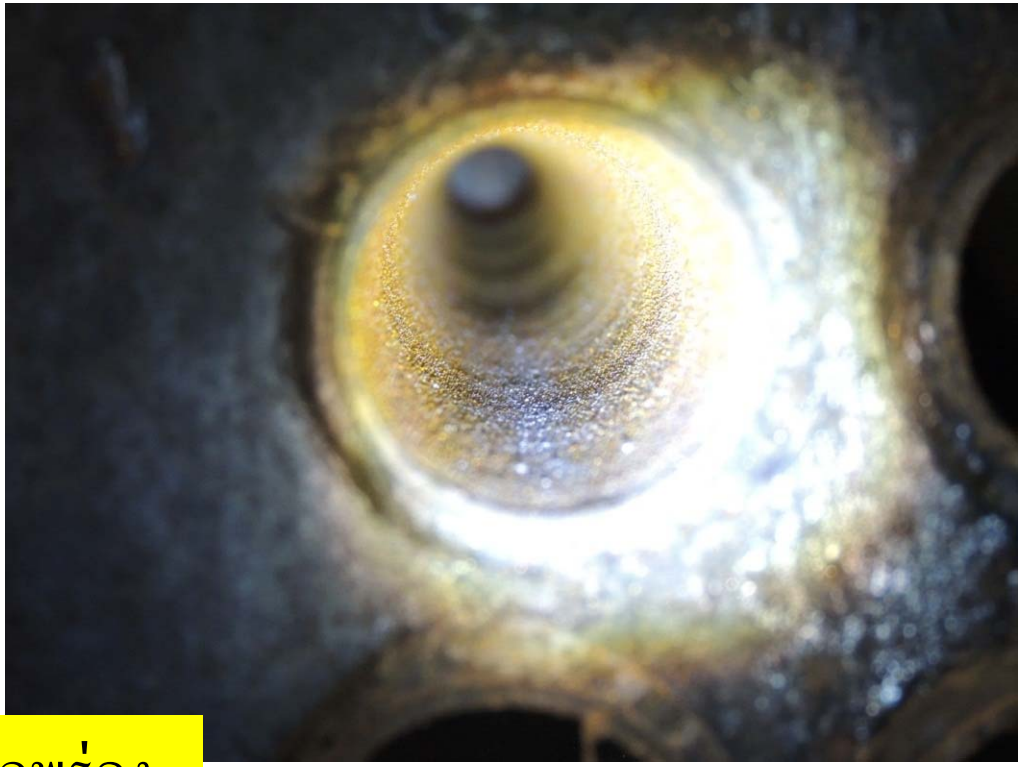
18 2 2006

ผนังที่บกพร่อง

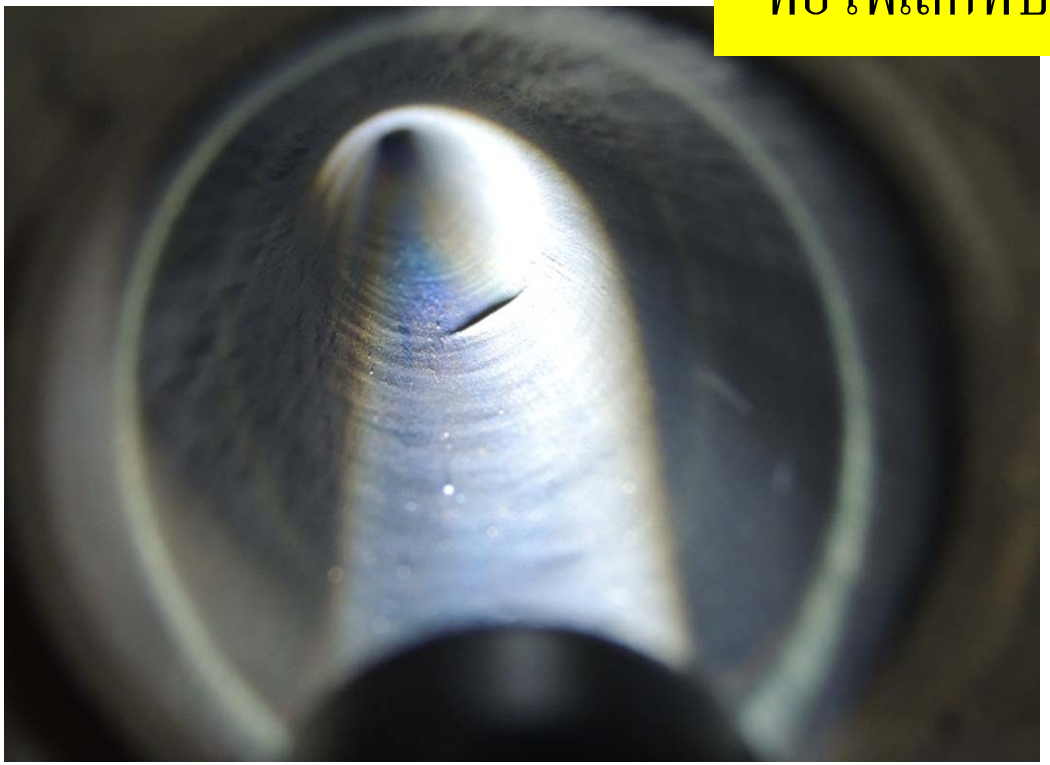
2004 1 11

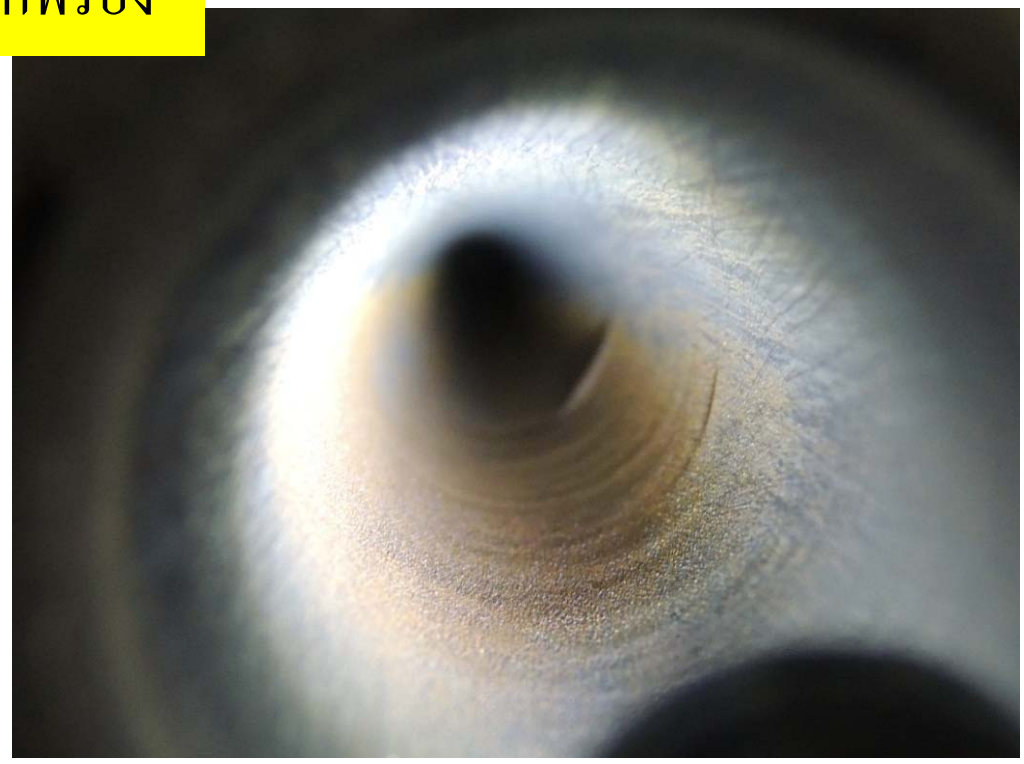

Fire
tube
Fire
tube
End
plate

ท่อไฟใหญ่ที่บกพร่อง

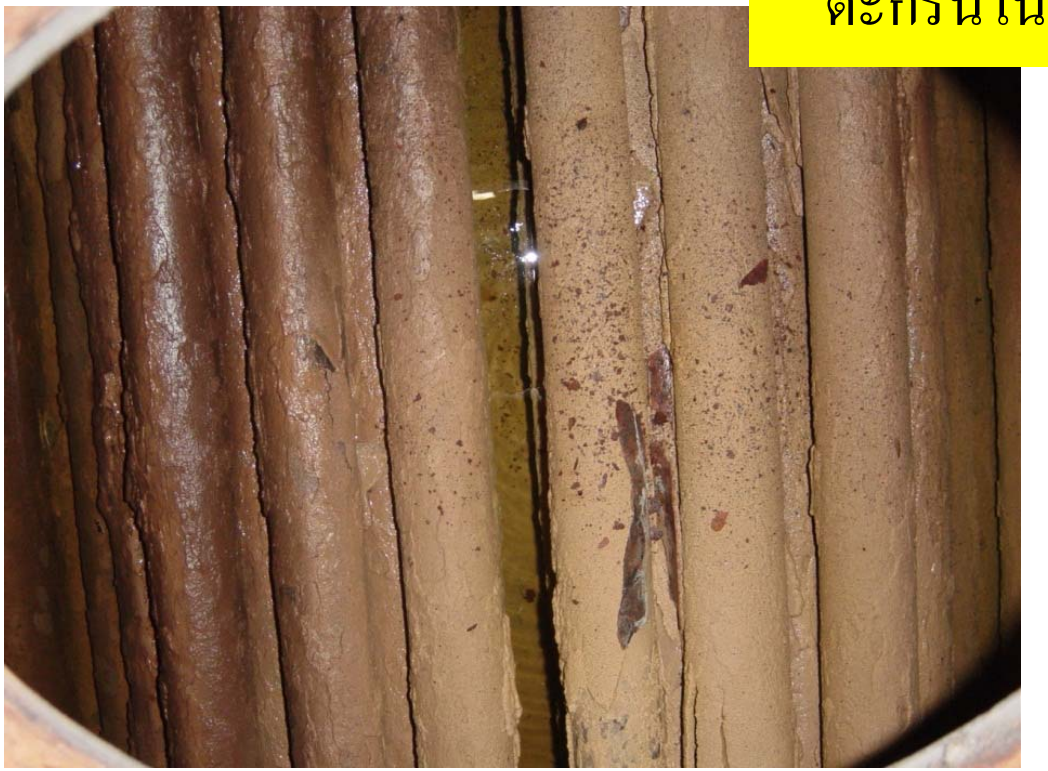


ท่อไฟเล็กที่บกพร่อง

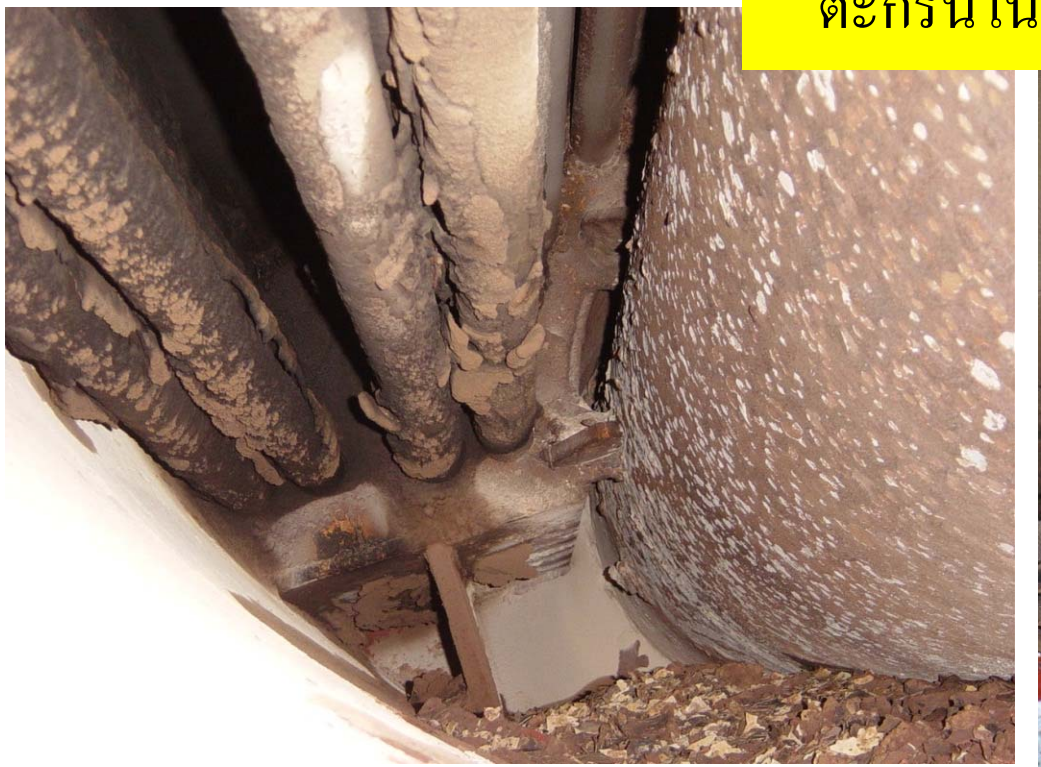


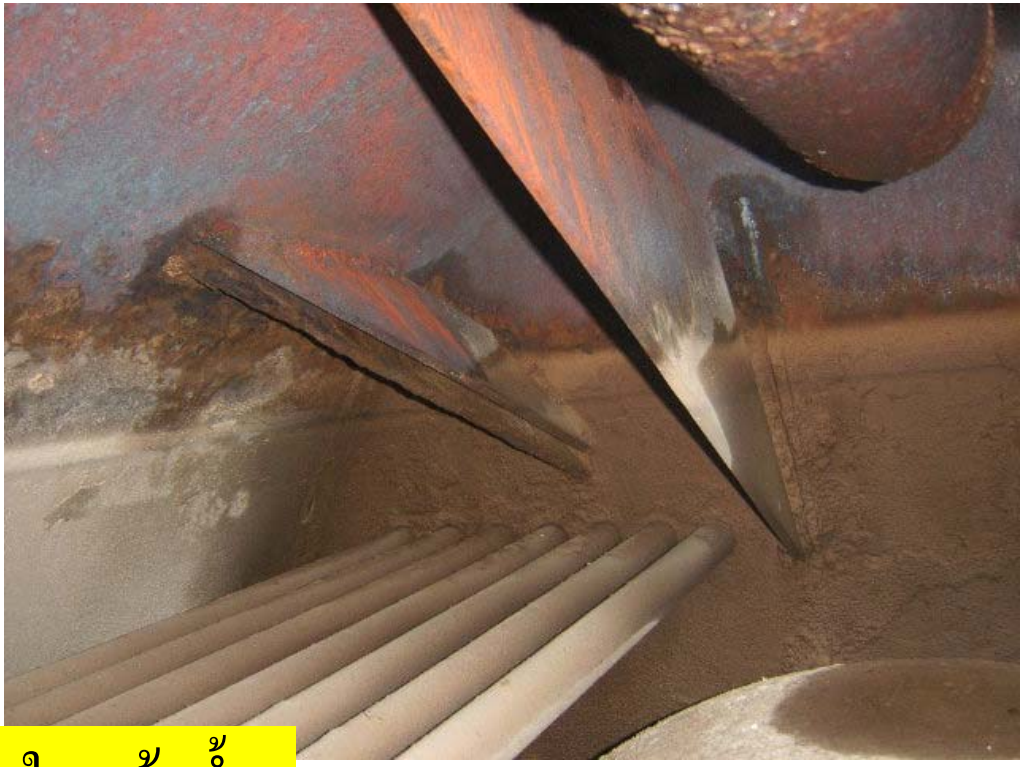


# ตะกรันในหม้อน้ำ

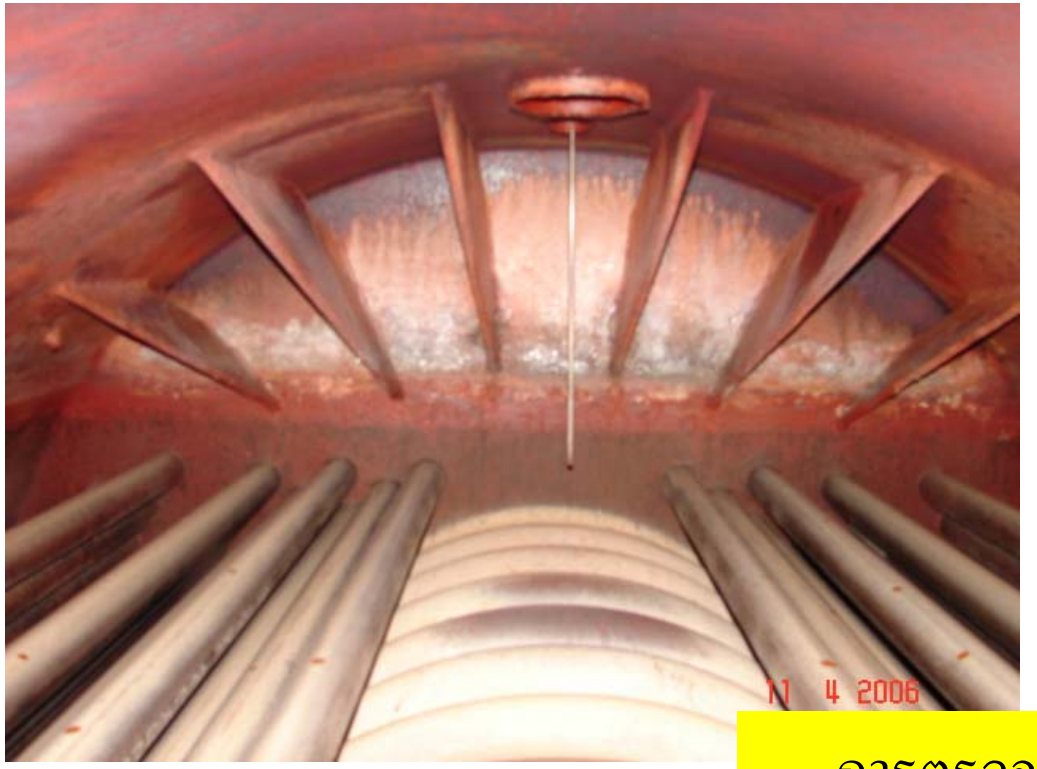


# ตะกรันในหม้อน้ำ

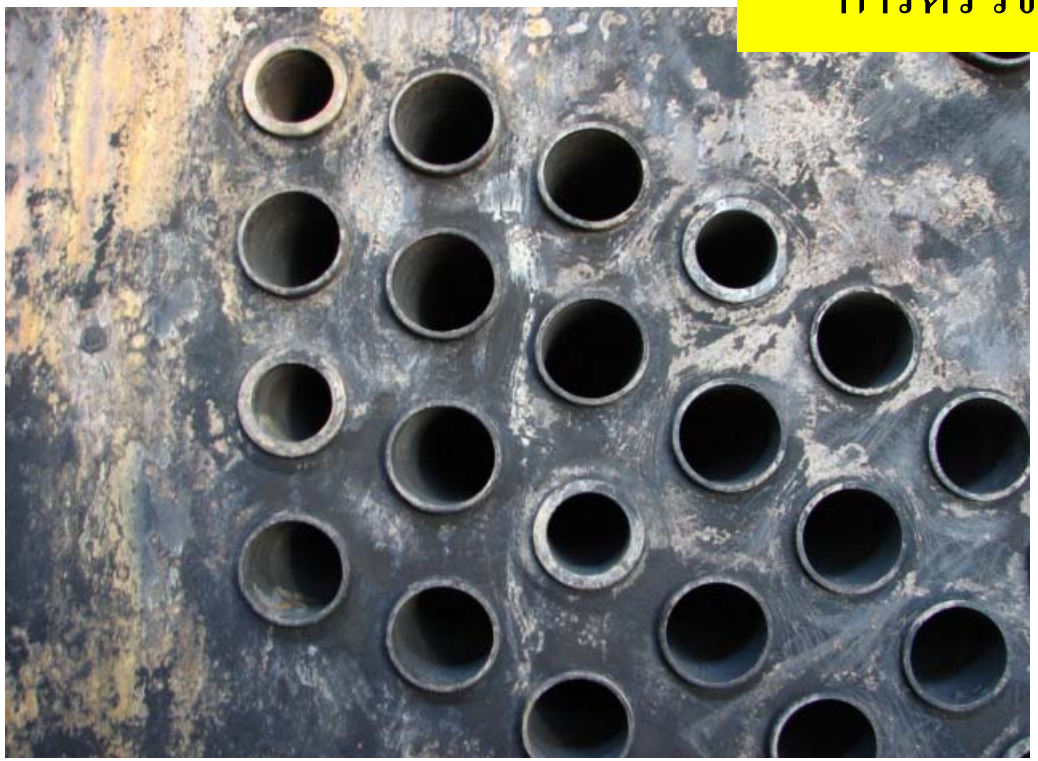


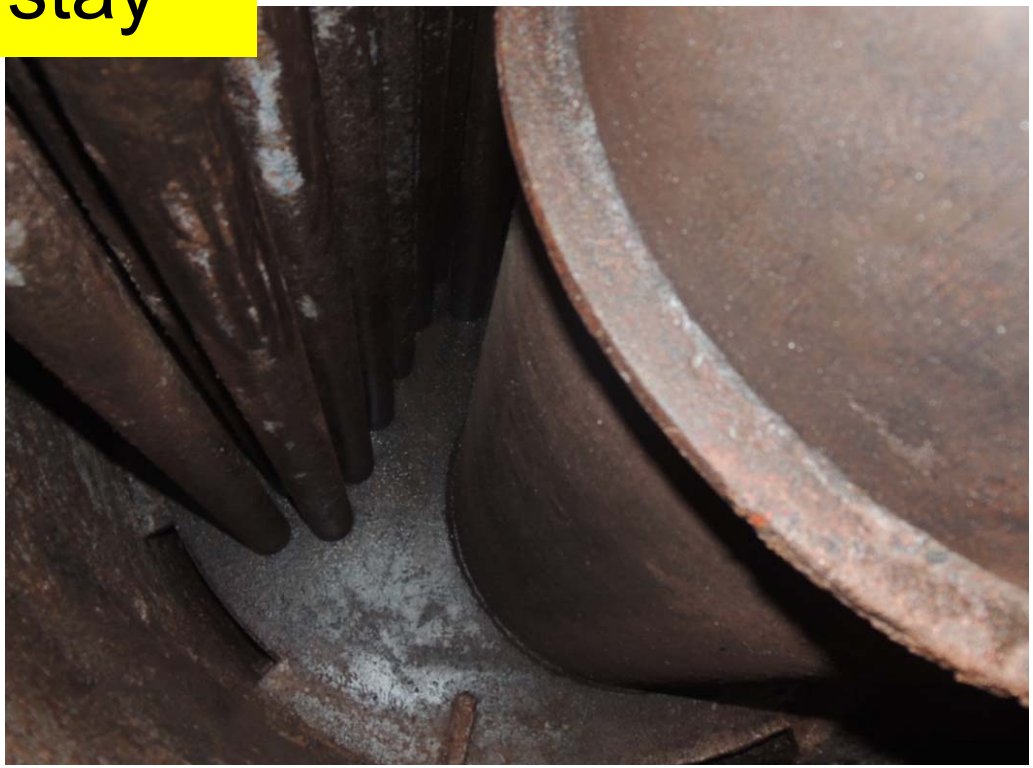


# การกัดกร่อนในหม้อน้ำ



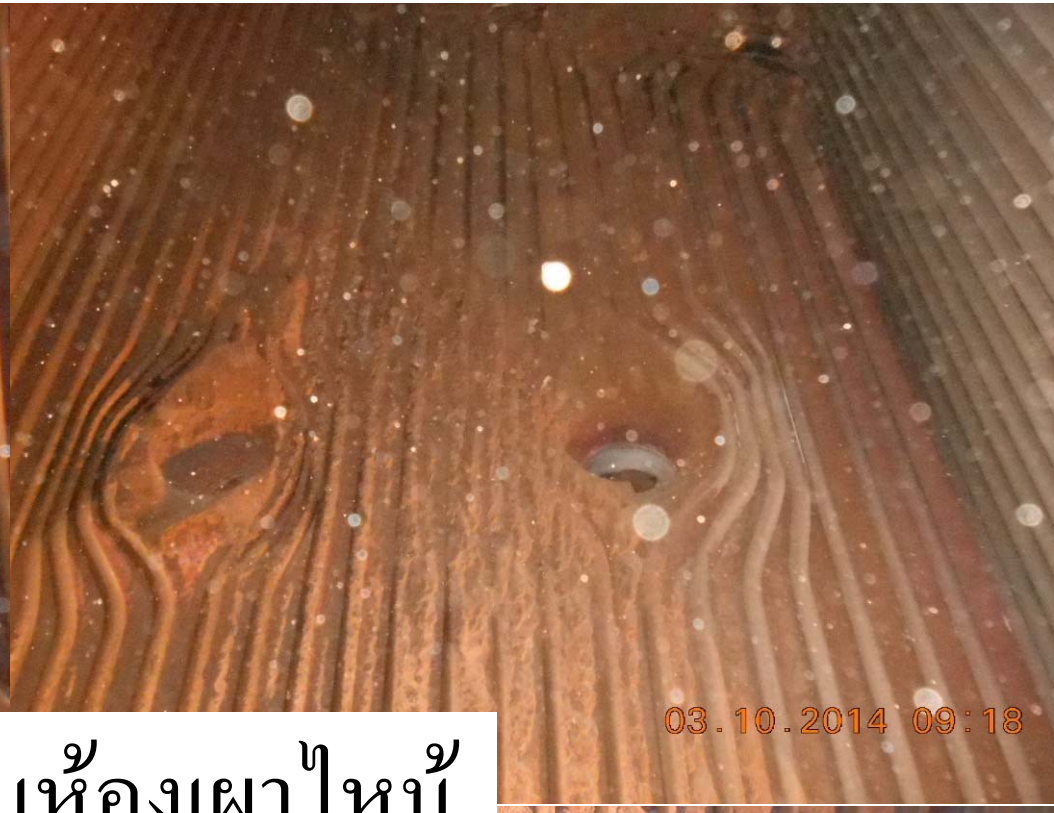
# การตรวจ stay





ฉนวนที่บกพร่อง

# การตรวจหม้อน้ำแบบท่อน้ำ

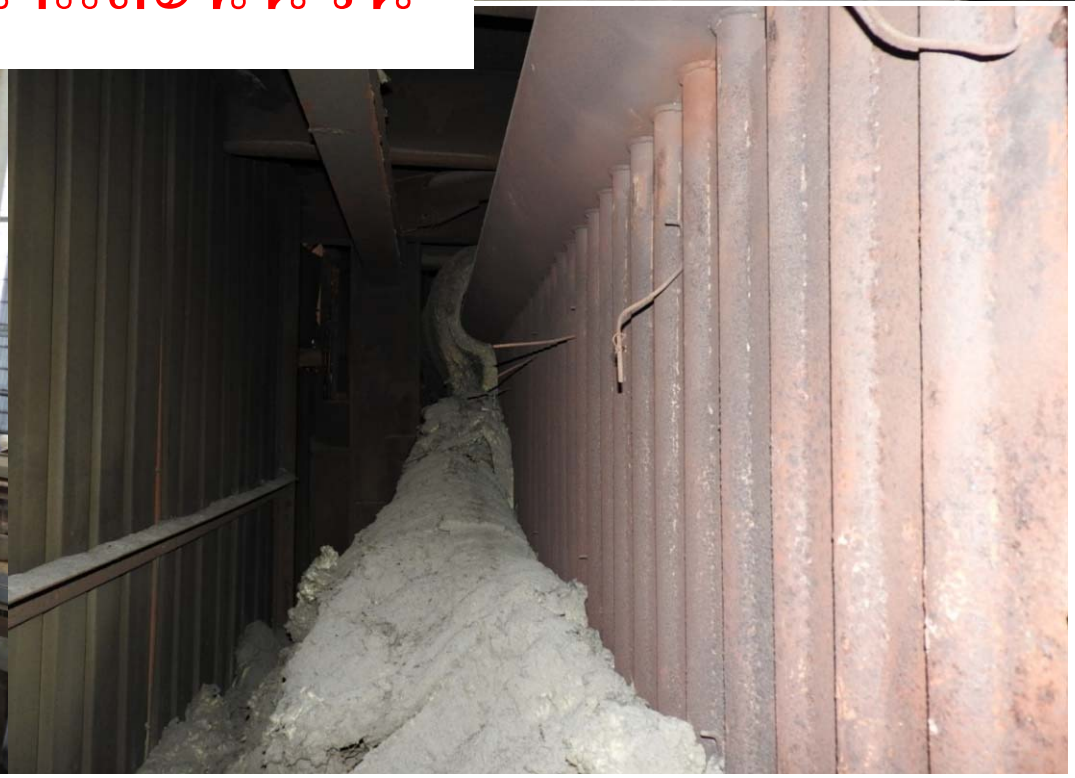



# การตรวจในห้องเผาไหม้

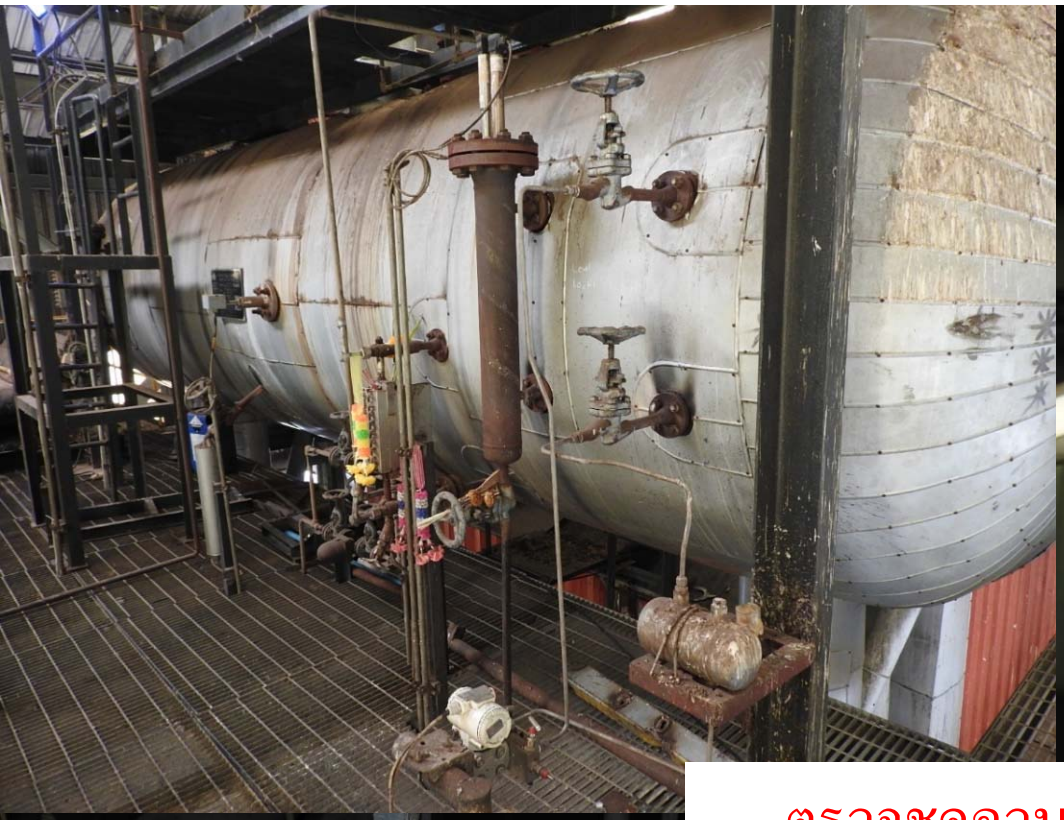
# ตรวจสอบการถูกขัดสีและเสียรูป

# การตรวจในดรัม

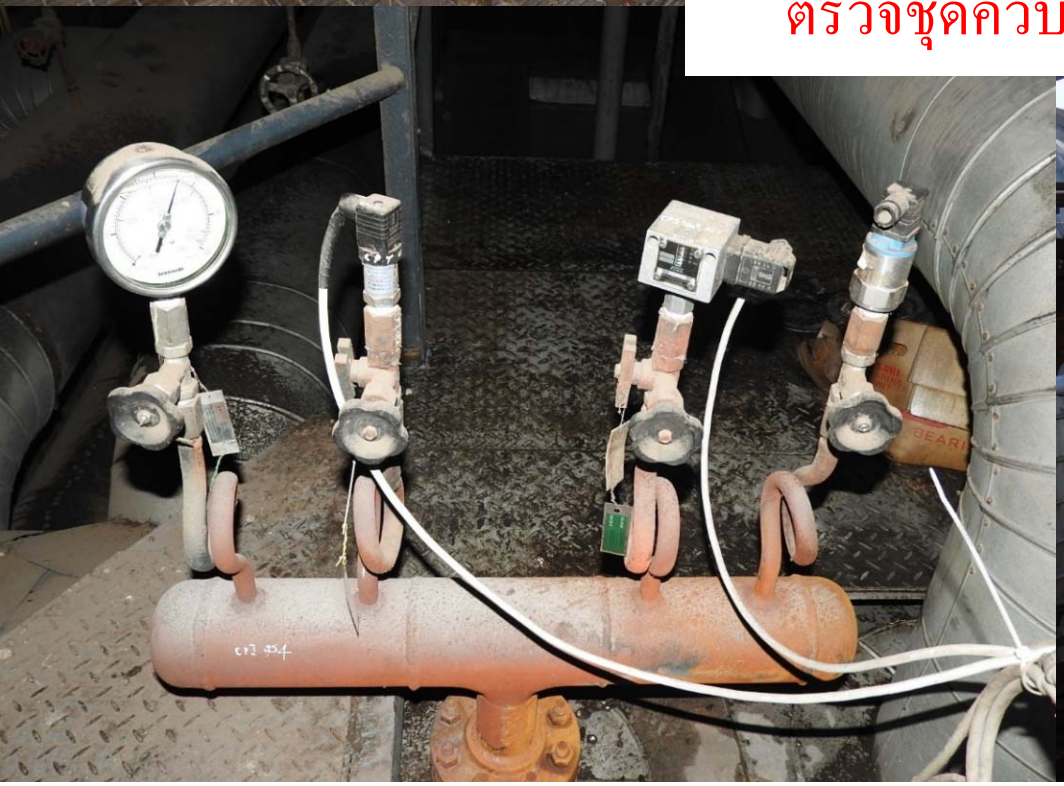
# การตรวจปั๊มน้ำและฉนวน



# การตรวจส่วนควบของหม้อน้ำ



# ตรวจชุดควบคุมความดัน



# ตรวจชุดควบคุมระดับน้ำ

ตรวจและปรับตั้งวาล์วนิรภัย

# ตู้ควบคุมและส่วนเตือนภัย

# การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

No. _____ Date July 23, 2001

## WATER ANALYSIS REPORT

Messrs : _____ Sampling Date July 18, 2001

| Reference Number | | WS/PL10092 | WS/PL10093 | WS/PL10094 | WS/PL10095 | WS/PL10096 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Item \ Sample | | Soft 1 | Soft 2 | Soft 3 | Feed | Boiler |
| Turbidity | (NTU) | | | | | |
| Color | (UNIT) | | | | | |
| pH | | 7.73 | 7.95 | 7.85 | 8.57 | 11.16 |
| Specific Conductivity | ($\mu\sigma$ / cm) | 896 | 831 | 845 | 3370 | 5920 |
| Total Dissolved Solid | (ppm as NaCl) | 492.8 | 457.05 | 464.7 | 1853.5 | 4144 |
| P-Alkalinity | (ppm as $CaCO_3$) | nil | nil | nil | 50 | 500 |
| M-Alkalinity | (ppm as $CaCO_3$) | 340 | 340 | 340 | 100 | 2500 |
| Total Hardness | (ppm as $CaCO_3$) | 10 | 2 | 206 | nil | nil |
| Total Iron | (ppm as Fe) | .29 | .11 | .09 | .18 | 27.43 |
| Chloride | (ppm as Cl) | 50 | 50 | 50 | 160 | 400 |
| Sulfate | (ppm as $SO_4^{=}$) | | | | | |
| Silica | (ppm as $SiO_{2-}$) | 14.55 | 12.33 | 16.22 | 9.78 | 64.22 |
| Phosphate | (ppm as $PO_4^{\equiv}$) | | | | | |
| Sulfite | (ppm as $SO_3$) | | | | | 164 |
| POLYTREAT-MTP PLUS | (ppm) | | | — | — | 544.74 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Soft 1,2 : ควบคุมความกระด้างได้ถูกต้อง

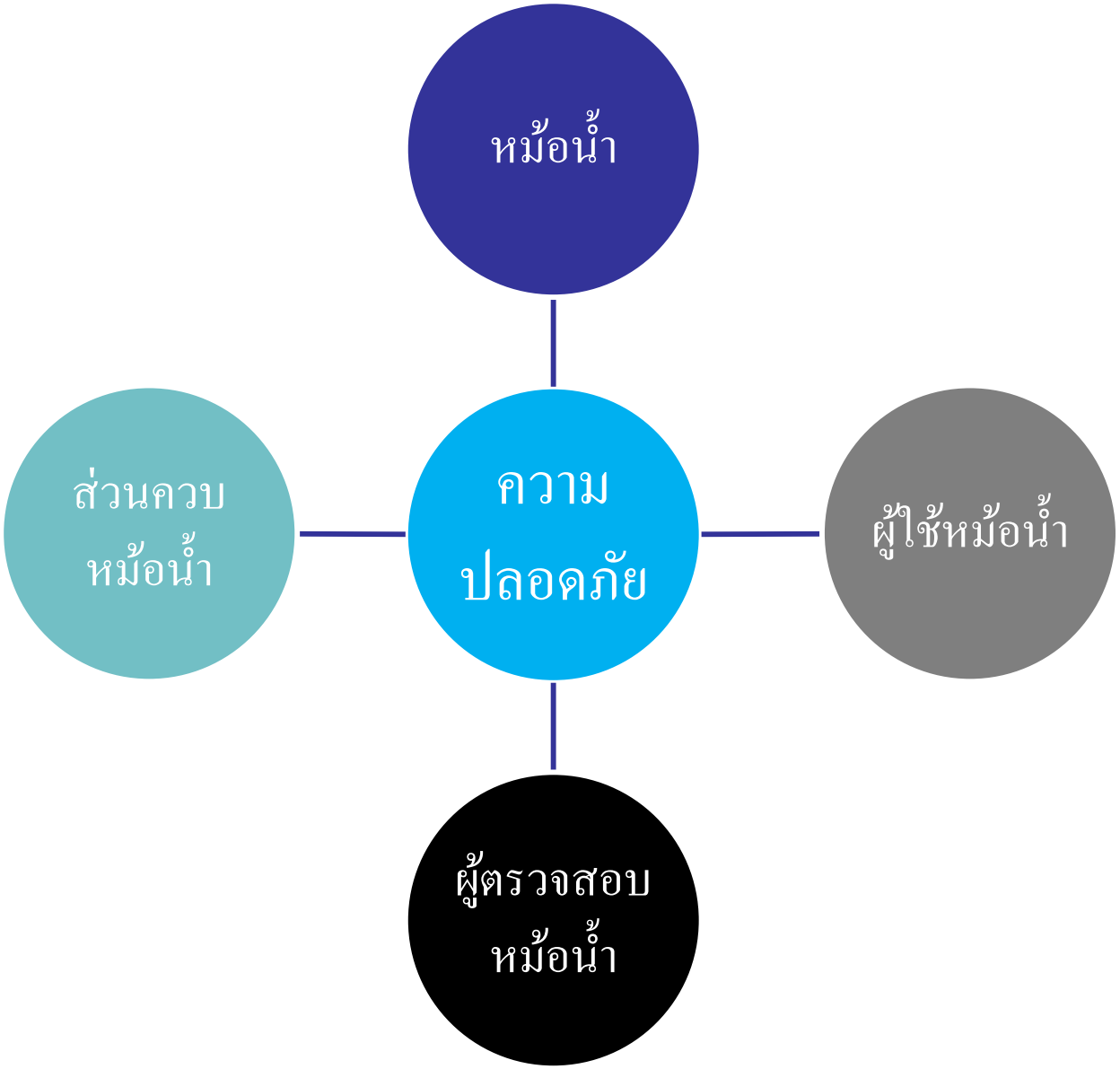
Soft water 3 : วัดความกระด้างได้ 206 ppm
ควรควบคุมความกระด้างให้มีค่า 0 -20 ppm

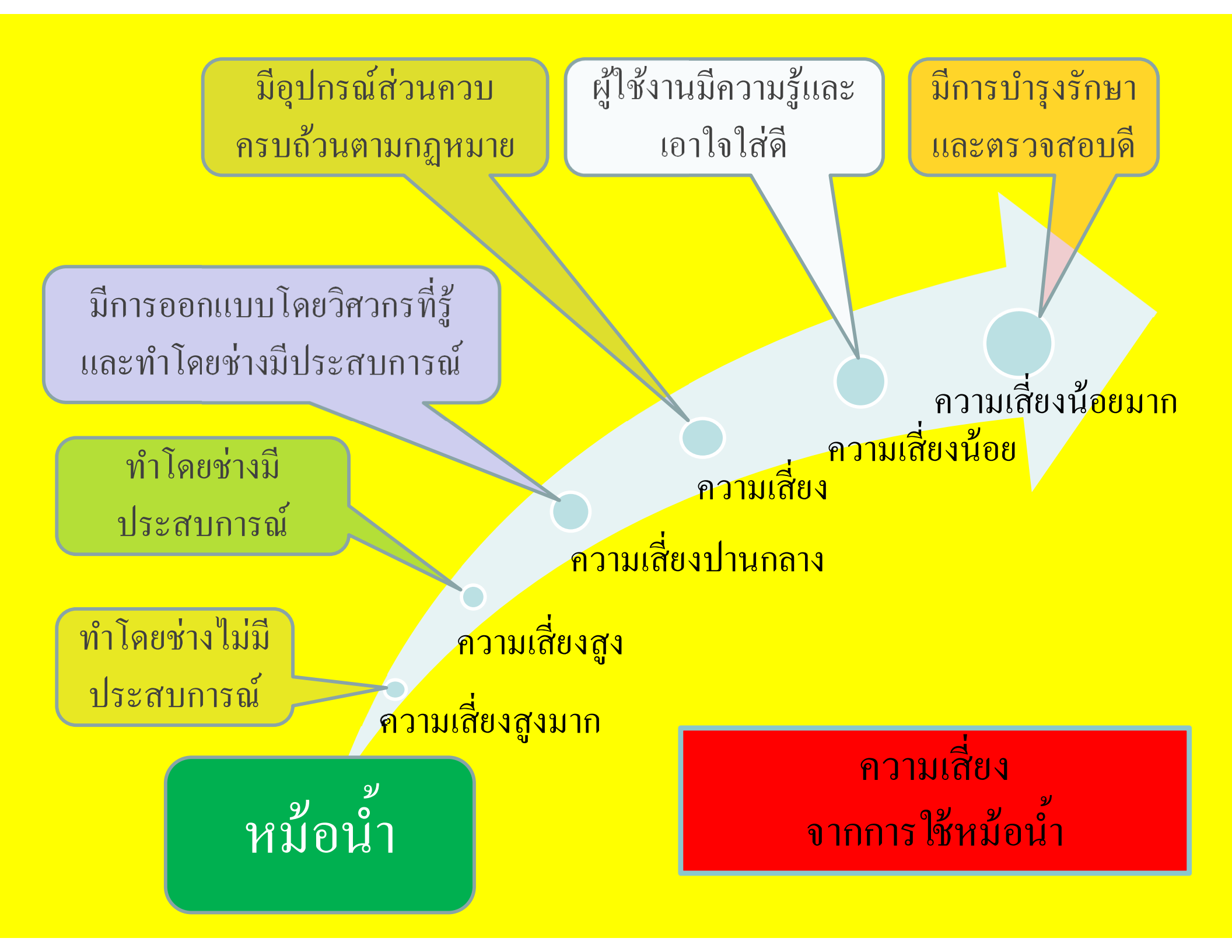
Feed water : ค่าต่าง ๆ สูงกว่าน้ำ Soft อาจเกิดจากล้างเครื่องกรองไม่สะอาด

Boiler water : ค่า pH, alk. และ chloride ค่อนข้างสูง ควรเพิ่มการ blowdown และเพื่อไล่ drain ตะกอนสนิมที่ค้างอยู่

EC = 18,350 μS/cm  Fe = 26.6 mg/l

# ปัจจัยที่ทำให้การใช้หม้อน้ำมีความปลอดภัย




มีอุปกรณ์ส่วนควบ
ครบถ้วนตามกฎหมาย
ผู้ใช้งานมีความรู้และ
เอาใจใส่ดี
มีการบำรุงรักษา
และตรวจสอบดี
มีการออกแบบโดยวิศวกรที่รู้
และทำโดยช่างมีประสบการณ์
ทำโดยช่างมี
ประสบการณ์
ทำโดยช่างไม่มี
ประสบการณ์
ความเสี่ยงน้อยมาก
ความเสี่ยงน้อย
ความเสี่ยง
ความเสี่ยงปานกลาง
ความเสี่ยงสูง
ความเสี่ยงสูงมาก
หม้อน้ำ
ความเสี่ยง
จากการใช้หม้อน้ำ

# ปัจจัยที่มีผลทำให้หม้อน้ำระเบิด

1. ผู้ใช้หม้อน้ำ
   - ไม่ให้ความสำคัญกับการใช้หม้อน้ำ
   - ใช้ผู้ควบคุมหม้อน้ำที่ไม่มีความรู้ ไม่ถูกต้องตามกฎหมาย
   - ใช้หม้อน้ำที่มีความแข็งแรงไม่เพียงพอ ราคาถูก
   - ไม่ให้มีการตรวจสอบความปลอดภัยตามระยะเวลา
2. ผู้ผลิตหม้อน้ำ
   - ไม่มีการออกแบบหม้อน้ำตามมาตรฐานและตามหลักทางวิศวกรรม
   - มีการประกอบและการเชื่อมไม่ถูกต้อง
   - ใช้วัสดุทำหม้อน้ำที่ไม่ถูกต้อง
3. ผู้ตรวจสอบหม้อน้ำ
   - ไม่มีความรู้ในการตรวจสอบอย่างเพียงพอ
   - ไม่ทำการตรวจสอบจริง
   - ประมาท ไม่ทวนสอบความแข็งแรงที่เหลือ

# แนวทางการป้องกันไม่ให้หม้อน้ำระเบิด

1. การจัดหาหม้อน้ำที่มีการสร้างตามมาตรฐานการผลิตหม้อน้ำสากล
2. ติดตั้งหม้อน้ำและส่วนควบที่มีคุณภาพให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม
3. การจัดเตรียมน้ำที่มีคุณภาพอย่างเหมาะสมเพื่อป้อนเข้าหม้อน้ำ
4. จัดให้มีผู้ควบคุมการใช้งานที่ผ่านการอบรมและมีความรู้อย่างเพียงพอ
5. จัดให้มีการตรวจสอบหม้อน้ำและอุปกรณ์ตามกำหนดการที่ถูกต้อง
   - การตรวจสอบโดยผู้ควบคุม**(SM, PM)**
   - การตรวจสอบโดยวิศวกรที่มีความรู้จากภายนอก
6. การประเมินอายุการใช้งานที่เหลือจากหน่วยงานที่มีความชำนาญ