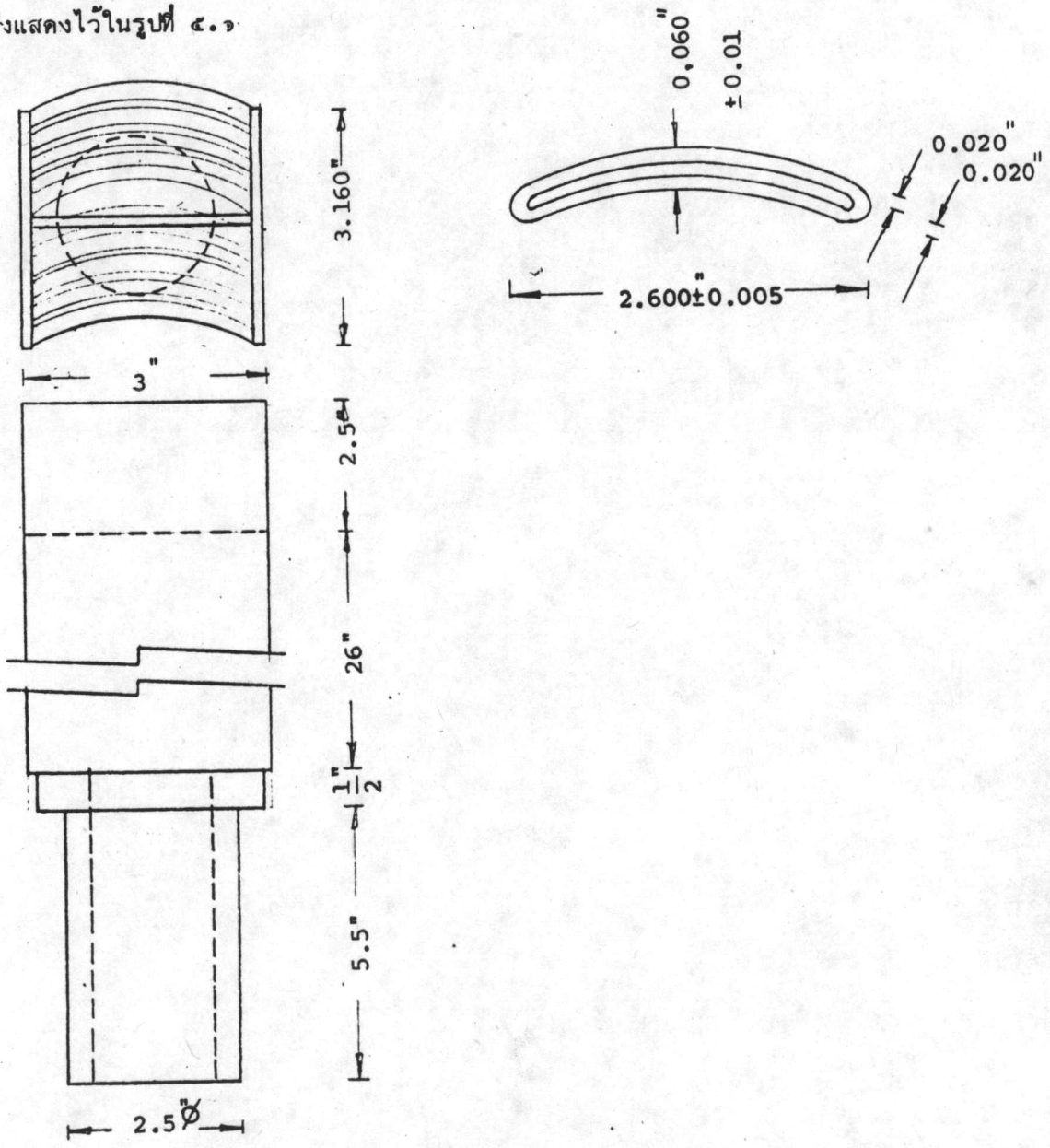
บทที่ ๕

ข้อมูล และ โดสเรท ในการขนย้ายแท่งเชื้อเพลิง

๕.๑ ลักษณะรูปร่าง และขนาด ของแท่งเชื้อเพลิง และ ของคอนเทนเนอร์ ของ พปส.[1]

แท่งเชื้อเพลิง แท่งเชื้อเพลิงของเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย - ๑ มีขนาดโดยประมาณเท่ากับ ๓" x ๓" x ๒๔" พื้นที่หน้าตัด ประกอบด้วย แผ่น อลูมิเนียมที่บรรจุ ยูเรเนียม ๒๓๕ จำนวน ๑๐ แผ่น ลักษณะ เป็น แผ่นโค้ง ๆ หนา ๐.๐๖๐± ๐.๐๑ นิ้ว แผ่น อลูมิเนียม หนา ๐.๐๒" เนื้อ ยูเรเนียม หนา ๐.๐๒" ความกว้างแต่ละแผ่น ๒.๖๐๐ ± ๐.๐๐๕ นิ้ว ความยาว ๒๓.๕ ±๐.๕ นิ้ว มีแผ่นยึด ๒ แผ่น หนา ๐.๑๘๘ ± ๐.๐๐๑ นิ้ว กว้าง ๓.๑๖๐ ± ๐.๐๐๒ นิ้ว ดังแสดงไว้ในรูปที่ ๕.๑

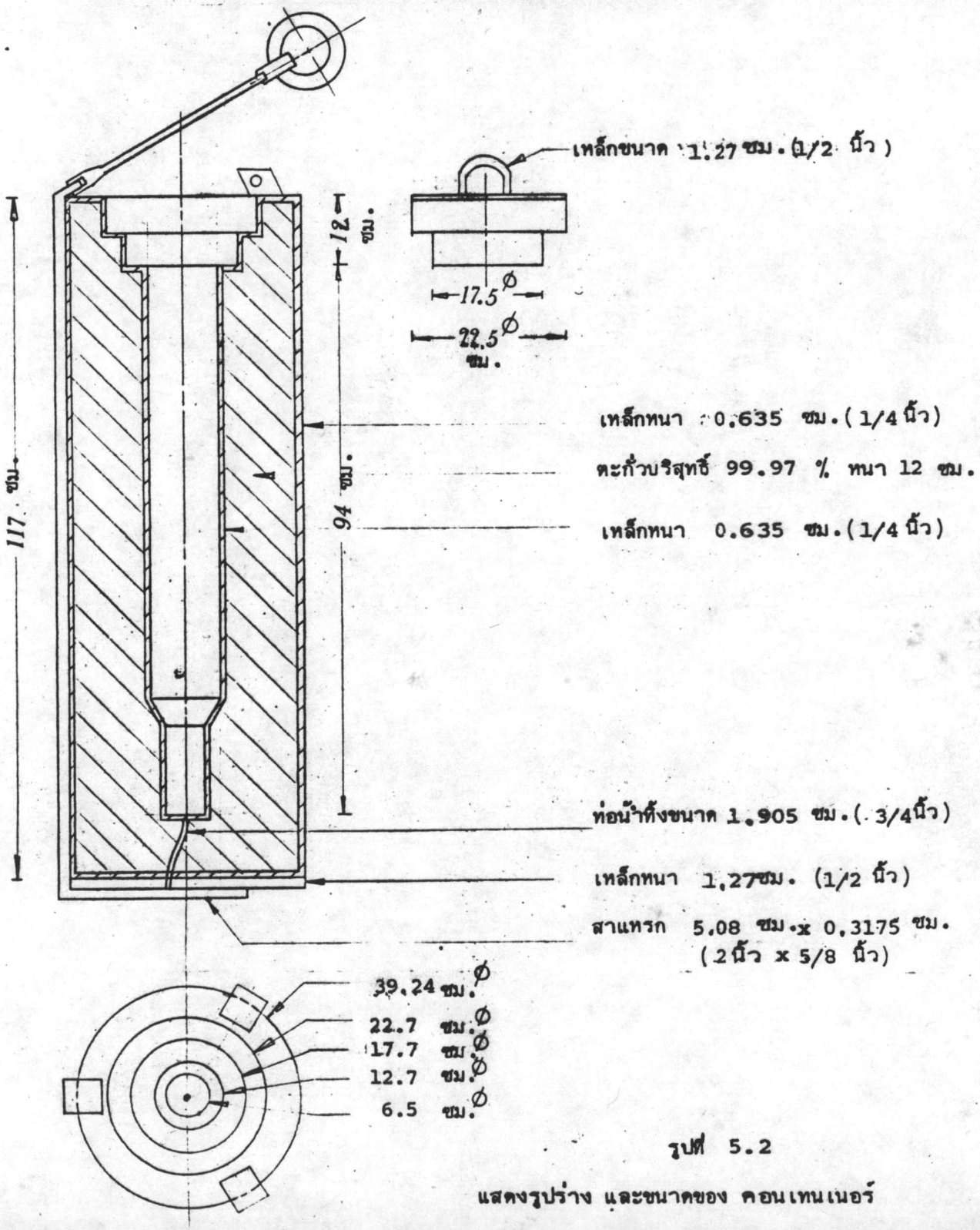


รูปที่ ๕.๑
แสดงรูปร่างและ ขนาดของแท่งเชื้อเพลิง

---

[1] *TRR-1 Reactor Log Book.*

คอนเทนเนอร์ คอนเทนเนอร์ที่ใช้ที่สำนักงาน พปส. เป็นรูป ทรงกระบอก มีขนาดผ่าศูนย์กลางภายใน 5 นิ้ว (12.7 เซนติเมตร) ขนาดผ่าศูนย์กลางภายนอก 39.24 เซนติเมตร วัสดุ เป็น เหล็ก และ ตะกั่ว โดยที่ ใช้ เหล็ก หนา 1/4 นิ้ว (0.635 ซม.) บุภายใน และหุ้มภายนอก ตะกั่วอยู่ระหว่างเหล็ก มีความหนา 12 เซนติเมตร ความสูง 117 เซนติเมตร ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2

แสดงรูปร่าง และขนาดของ คอนเทนเนอร์

๔.๒ โดสเรทที่วัดได้ในการขนย้ายแท่งเชื้อเพลิงเมื่อวันที่ ๒๔ กันยายน ถึง ๓๐ กันยายน พ.ศ. ๒๕๑๘ ค่า โดสเรท ที่วัดได้นี้ วัดโดยใช้ โดสิมิเตอร์*(Dosimeter)* ดังแสดงในตารางที่ ๔.๑[2] ซึ่งทำการวัดโดยเจ้าหน้าที่ของ พปส.

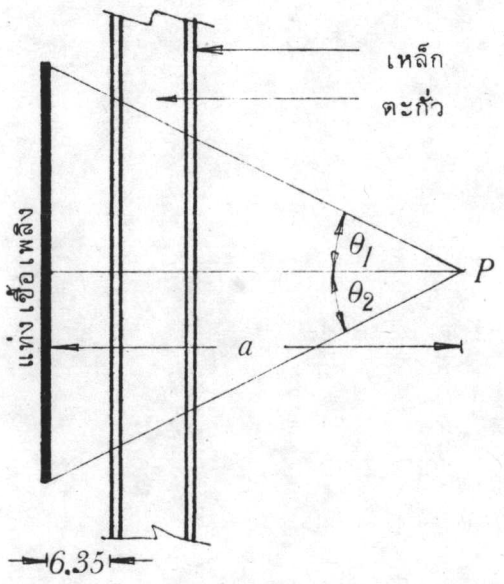
ตารางที่ ๔.๑

โดสเรทที่วัดได้ในการขนย้ายแท่งเชื้อเพลิงฯ

หมายเลขแท่งเชื้อเพลิง	โดสเรทที่ผิวนอก ระดับกึ่งกลางคอนเทนเนอร์ มิลลิเรม/ชั่วโมง	โดสเรท ที่ระยะ ๑ เมตร จากผิวนอก คอนเทนเนอร์ มิลลิเรม/ชั่วโมง	โดสเรทวัดที่คนขับรถยก มิลลิเรม/ชั่วโมง
F - 1	100	3	0.4
F - 2	100 - 120	15	0.4
F - 3	80	20	0.5
F - 4	8 - 10	4	0.1 - 0.2
F - 5	100	22	0.4 - 0.5
F - 6	100 - 110	15	-
F - 7	10	3	0.1
F - 8	10	3	0.1
F - 9	-	3	-
F - 10	100 - 120	20	0.3 - 0.5
F - 11	100 - 120	3	0.4
F - 12	100	20	0.2
F - 13	7	3	-
F - 14	100 - 130	12	0.5
F - 15	120 - 150	25	0.5
F - 16	100	20 - 25	0.4 - 0.5
F - 17	100 - 110	20	0.4
F - 18	100	20	0.2
F - 19	80	15	0.5
F - 20	100 - 110	15 - 20	0.5
F - 21	100 - 110	25	0.4 - 0.5
F - 22	80	25	0.2
HR- 1	80 - 100	5 - 7	0.3 - 0.4

[2] TRR-1 Reactor Log Book., Vol. XXIII 1975.

๕.๓ โดสเรทที่ได้จากการคำนวณ คอนเทนเนอร์ที่ใช้ที่ พปส. ในการขนย้ายแท่งเชื้อเพลิง มีขนาด ความหนาของ แผ่นเหล็ก ๐.๖๓๕บวก๐.๖๓๕ เท่ากับ ๑.๒๗ เซนติเมตร ตะกั่ว หนา ๑๒ เซนติเมตร แสดงการขวางกั้นในรูปที่ ๕.๓



ซม.

รูปที่ ๕.๓

แสดงการขวางกั้น แท่งเชื้อเพลิงโดยคอนเทนเนอร์

พื้นที่หน้าตัดรวมของ ยูเรเนียม = 10 x 0.02"x 2.59"= 0.518 นิ้ว^2 = 3.34 ซม^2
ความยาวของแท่งเชื้อเพลิง = 24" = 60.96 เซนติเมตร จึงถือว่าเป็นต้นกำเนิดรังสีที่เป็นเส้น
ที่ผิวนอกคอนเทนเนอร์ a = 6.36 + 1.27 + 12 = 19.62 เซนติเมตร
ที่ระดับกึ่งกลางแท่งเชื้อเพลิง $\theta_1 = \theta_2 = \theta$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{L}{2a} = \tan^{-1}\frac{60.96}{2 \times 19.62} = 57.23^{\circ}$$

เมื่อถือว่าการขวางกั้นเกิด เฉพาะ จาก เหล็ก และ ตะกั่ว จาก สมการ (๔.๑)

$$D = \frac{S_L}{2\,aK}\{A_{11}A_{21}F(\theta,b_{11}) + A_{12}A_{22}F(\theta,b_{22})\}$$

จากกราฟรูปที่ ๓.๒ และ ๓.๓

	A_1	A_2	$-\alpha_1$	α_2
เหล็ก	9.5	-8,5	0.093	0.017
ตะกั่ว	1.9	-0.9	0.03	0.25

ดังนั้น

$$b_{11} = (1 - 0.093)0.5652 \times 1.27 + (1-0.03)1.12138 \times 12$$
$$= 0.651 + 13.053 = 13.704$$
$$b_{22} = (1+0.017)0.5652 \times 1.27 + (1+.25)1.12138 \times 12$$
$$= 0.730 + 16.82 = 17.551$$

จากกราฟรูปที่ ๓.๔

$F(57.23,13.7) = 3.1 \times 10^{-7}$

$F(57.23,17.55) = 6.2 \times 10^{-9}$

แทนค่า

$$D = \frac{S_L}{2\pi \times 19.62 \times 720}\{(9.5 \times 1.9 \times 10^{-7})+(8.5 \times 0.9 \times 10^{-9})\}$$

$$= 1.1266 \times 10^{-5} \ (5.6429 \times 10^{-6}) \ S_L$$

$$= 6.3575 \times 10^{-11} \ S_L$$ มิลลิเรม/ชั่วโมง

จากตารางที่ ๔.๔ แท่งเชื้อเพลิงแท่งที่ $F - 1$., $S_L = 2.5877 \times 10^{12}$ โฟตอน/ซม - วินาที

โดสเรทที่ผิวนอกของคอนเทนเนอร์ เมื่อบรรจุแท่งเชื้อเพลิงแท่งที่ $F = 1$,

$$D_L = 6.3575 \times 10^{-11} \times 2.5877 \times 10^{12}$$
$$= 165$$ มิลลิเรม/ชั่วโมง

สำหรับแท่งเชื้อเพลิงแท่งที่มีความแรงสูงสุด คือ แท่งที่ $F - 15$,

ความแรงรังสี , $S_L = 3.4426 \times 10^{12}$ โฟตอน/ซม-วินาที

จะปรากฏเป็นโดสเรทที่ผิวนอกคอนเทนเนอร์ เท่ากับ D,

$$D = 6.3575 \times 10^{-11} \times 3.4426 \times 10^{12} = 220.62$$ มิลลิเรม/ซม.

ผลของโดสเรท จากแต่ละแท่ง แสดงไว้ในตารางที่ ๔.๒

ที่ระยะ ๑ เมตร จากผิวนอกของคอนเนอร์ $a = 1962 + 100 = 11962$ เซนติเมตร

ที่ระดับกึ่งกลางคอนเทนเนอร์ มุม $\theta_1 = \theta_2 = \theta$ ดังนั้น

$$\theta = \tan^{-1}\frac{L}{2a} = \tan^{-1}\frac{60.96}{2 \times 119.62} = 14.29^{\circ}$$

จากกราฟรูปที่ ๓.๔

$$F(\theta,b_{11}) = F(14.29^{\circ},13.7) = 2.4 \times 10^{-7}$$

$$F(\theta,b_{22}) = F(14.29^{\circ},17.55) = 4.8 \times 10^{-9}$$

แทนค่า

$$D = \frac{S_L}{2\pi \times 119.62 \times 720} \{9.5x1.9x2.4x10^{-7} + 8.5x0.9x4.8x10^{-9}\}$$

$$= 1.8479 \times 10^{-6} S_L \ (4.3687 \times 10^{-6})$$

$$= 8.073 \times 10^{-12} S_L \quad \text{มิลลิเรม/ชั่วโมง}$$

แท่งเชื้อเพลิงแท่งที่ F - 1 , $S_L = 2.5877 \times 10^{12}$ โฟตอน/ซม.-วินาที

ดังนั้น $D = 8.073 \times 10^{-12} \times 2.5877 \times 10^{12}$

$= 20.9$ มิลลิเรม/ชั่วโมง

สำหรับแท่งเชื้อเพลิงแท่งที่มีความแรงสูงสุด F - 15 , $S_L = 3.4426 \times 10^{12}$

ดังนั้น $D = 8.073 \times 10^{-12} \times 3.4436 \times 10^{12}$

$= 27.8$ มิลลิเรม/ชั่วโมง

ผลการคำนวณค่า โดสเรท ของแท่งเชื้อเพลิงแต่ละแท่งแสดงในตารางที่ ๕.๒

ตารางที่ ๔.๒

แสดงผลการคำนวณค่าโดสเรทที่ผิวนอก และที่ระยะ • เมตรจากคอนฯ

หมายเลขแท่งเชื้อเพลิง	ความแรงรังสี S_{Li} โฟตอน/ซม.-วินาที	โดสเรทที่ผิวนอกคอนเทนเนอร์ มิลลิเรม/ชั่วโมง	โดสเรทที่ระยะ • เมตรจากผิวนอกคอนเทนเนอร์ มิลลิเรม/ชั่วโมง
F - 1	2.5877×10^{12}	164.5	20.9
F - 2	2.7463×10^{12}	174.6	22.2
F - 3	2.9996×10^{12}	190.7	24.2
F - 5	2.9311×10^{12}	186.3	23.7
F - 6	3.0116×10^{12}	191.5	24.3
F - 10	3.2678×10^{12}	207.7	26.4
F - 11	3.0178×10^{12}	191.8	24.4
F - 12	3.3254×10^{12}	211.4	26.8
F - 14	2.7493×10^{12}	174.8	22.2
F - 15	3.4426×10^{12}	218.8	27.8
F - 16	3.2616×10^{12}	207.3	26.3
F - 17	1.3211×10^{12}	84.1	10.7
F - 18	1.1676×10^{12}	74.2	9.4
F - 19	0.6622×10^{12}	42.0	5.3
F - 20	1.0153×10^{12}	64.5	8.2
F - 21	1.1777×10^{12}	74.8	9.5
F - 22	1.2469×10^{12}	79.3	10.1
HR- 1	0.3903×10^{12}	24.8	3.9
C - 1	2.1582×10^{12}	138.9	17.6
C - 2	2.2727×10^{12}	144.5	18.3
C - 3	2.1258×10^{12}	135.1	17.2
C - 4	2.1677×10^{12}	137.8	17.5

๕.๓ การเปรียบเทียบค่าโดสเรทที่ผิวนอก และที่ระยะ ๑ เมตร จากผิวนอกของคอนเทนเนอร์ที่ใช้ในการขนย้ายแท่งเชื้อเพลิงจริง ๆ กับจากการคำนวณค่าโดสเรท การเปรียบเทียบนี้ จะเปรียบเทียบค่า โดสเรทที่ได้จากการวัด ในการขนย้าย เมื่อวันที่ ๒๔ กันยายน ถึง วันที่ ๓๐ กันยายน ๒๕๑๘ กับ ค่าที่คำนวณ โดยที่ถือว่า แท่งเชื้อเพลิงเป็นต้นกำเนิดรังสีที่เป็นเส้น ค่าของโดสเรทแสดงไว้ในตารางที่ ๕.๓

ตารางที่ ๕.๓

แสดงการเปรียบเทียบค่า โดสเรท จากการวัด กับจากการคำนวณ

หมายเลขแท่งเชื้อเพลิง	โดสเรทที่ผิวนอกคอนเทนเนอร์		โดสเรทที่ระยะ ๑ เมตรจากผิวนอกคอนเทนเนอร์	
	จากการวัด* มิลลิเรม/ชม.	จากการคำนวณ มิลลิเรม/ชั่วโมง	จากการวัด* มิลลิเรม/ชั่วโมง	จากการคำนวณ มิลลิเรม/ชม.
F - 1	100	165.8	3	20.9
F - 2	100 - 120	174.6	15	22.2
F - 3	80	190.7	20	24.2
F - 5	100	186.3	22	23.7
F - 6	100 - 110	191.5	15	24.3
F - 10	100 - 120	207.7	20	26.4
F - 11	100 - 120	191.8	3	24.4
F - 12	100	211.4	20	26.8
F - 14	100 - 130	174.8	12	22.2
F - 15	120 - 150	218.8	25	27.8
F - 16	100	207.3	20 - 25	26.3
F - 17	100 - 110	84.1	20	10.7
F - 18	100	74.2	20	9.4
F - 19	80	42.0	15	5.3
F - 20	100 - 110	64.5	15 - 20	8.2
F - 21	100 - 110	74.8	25	9.5
F - 22	80	79.3	25	10.1
HR- 1	80 - 100	24.8	5 - 7	3.9

*โดยการวัดของเจ้าหน้าที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ