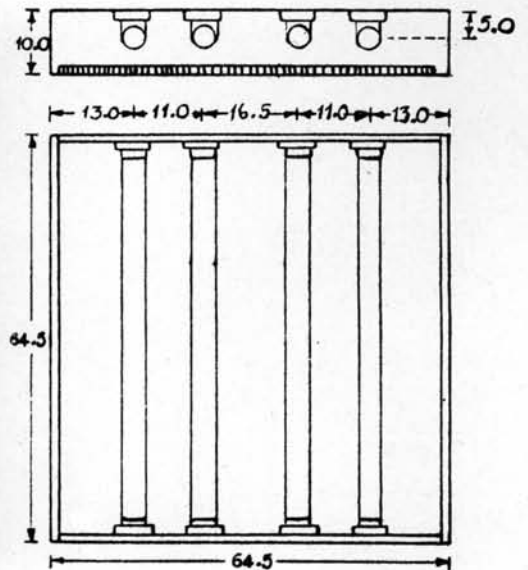
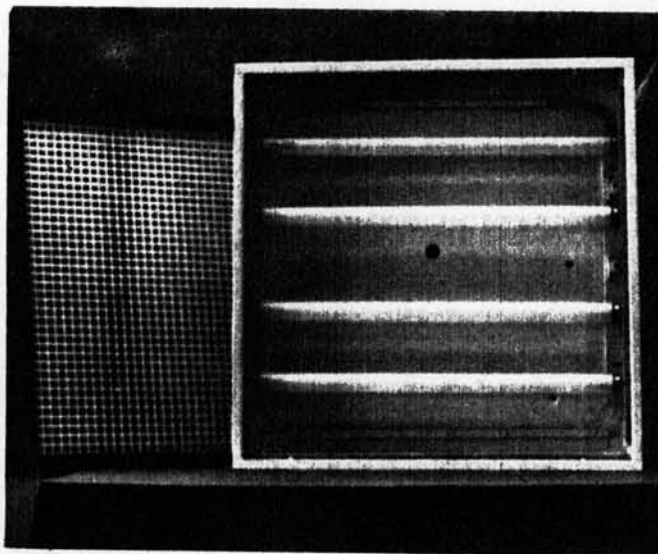


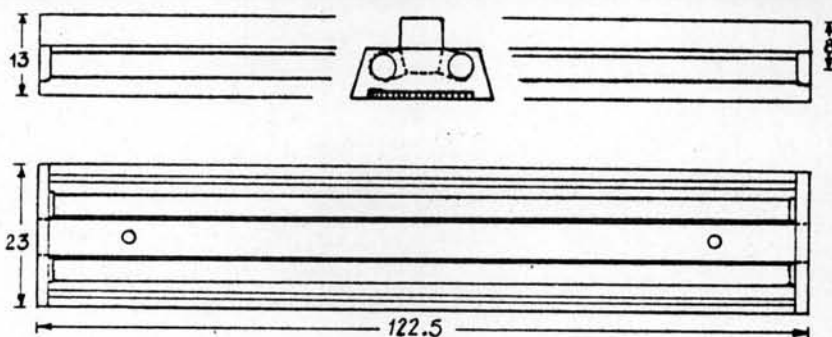
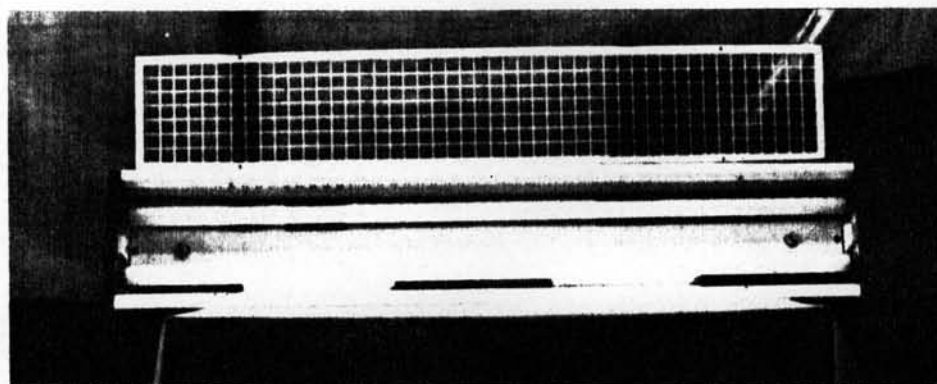
การวัดค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟ

3.1 ตัวอย่างโคมไฟส่องสว่าง

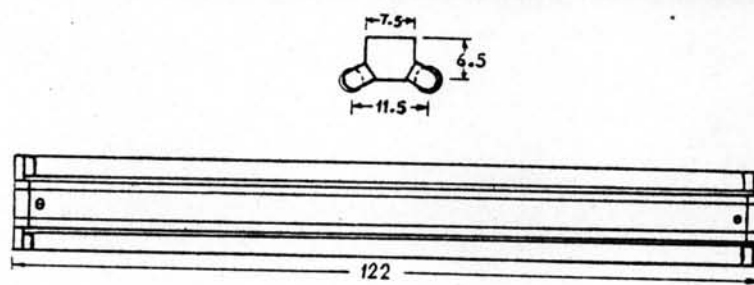
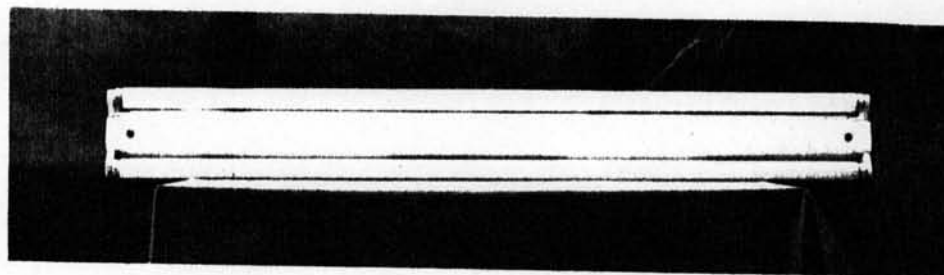
โคมไฟส่องสว่าง เป็นโคมไฟที่ใช้หลอดฟลูออ เรส เซนค์มีรูปร่างลักษณะและขนาดดังแสดง ในรูป 3.1 - 3.3 โคมไฟในรูป 3.1 จะเป็นโคมไฟแบบให้แสงโดยตรงหรือแบบให้แสงทางอ้อมแล้วแต่ลักษณะการติดตั้ง ถ้าติดตั้งให้โคมส่องแสงลงข้างล่าง โคมไฟจะเป็นแบบให้แสงโดยตรง แต่ถ้าติดตั้งให้โคมทงายส่องแสงขึ้นเพดาน โคมไฟจะเป็นแบบให้แสงทางอ้อม โคมไฟที่ใช้หลอดไฟขนาด 20 วัตต์ จำนวน 4 หลอด โคมไฟในรูป 3.2 จะเป็นโคมไฟแบบให้แสงทั้งโดยตรงหรือแบบให้แสงทั้งทางอ้อมก็แล้วแต่ลักษณะการติดตั้งเช่นกัน สำหรับโคมไฟในรูป 3.3 จะเป็นโคมไฟแบบให้แสงกระจายทั่วไป โคมไฟในรูป 3.2 และรูป 3.3 นี้ ใช้หลอดไฟขนาด 40 วัตต์ จำนวน 2 หลอด



รูป 3.1 แสดงภาพถ่ายของโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง หรือทางอ้อม เมื่อเปิดตะแกรงด้านหน้าออก (ขนาดมีหน่วยเป็น เซนติเมตร)



รูป 3.2 แสดงภาพถ่ายของโคมไฟแบบให้แสงกึ่งโดยตรง หรือกึ่งทางอ้อม เมื่อเปิด ตะแกรงด้านหน้าออก (ขนาดมีหน่วยเป็น เซนติเมตร)



รูป 3.3 แสดงภาพถ่ายของโคมไฟแบบให้แสงกระจายทั่วไป (ขนาดมีหน่วยเป็น เซนติเมตร)

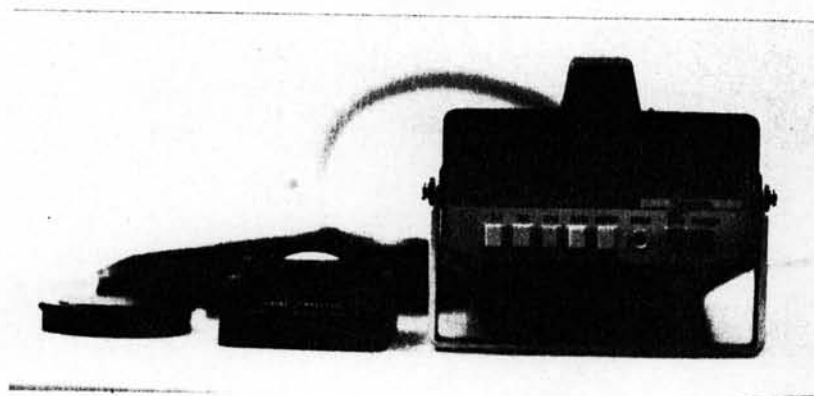
### 3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ในการวัดค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างได้ใช้อุปกรณ์และเครื่องวัด ดังต่อไปนี้

1. หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 20 วัตต์ พร้อมบัลลาสต์ 4 ชุด  
หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 40 วัตต์ พร้อมบัลลาสต์ 2 ชุด
2. ตัวปรับแรงดันคงที่อัตโนมัติ (AUTOMATIC VOLTAGE STABILISER)
3. โคนิโอฟโตมิเตอร์ (Goniophotometer) ตัวยึดโคมไฟที่เคลื่อนที่หมุนไปมาได้

ทำให้สามารถวัดค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของดวงโคมในทิศทางที่ต้องการ

4. เครื่องวัดความสว่าง (TEKTRONIX DIGITAL PHOTOMETER) มีตัวรับแสงแบบ Silicon photodiode ที่ได้รับการปรับแต่งให้มีความไวต่อแสงตาม  $V_\lambda$  (spectral response of the average human eye) โดยใช้ตัวกรองแสง และมีการแก้ไขความผิดพลาดจากมุมตกกระทบของแสงด้วย (Cosine correction)



รูป 3.4 แสดงเครื่องวัดความสว่าง

### 3.3 วิธีวัดและผลลัพธ์

การวัดค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างได้ทำภายในห้องปฏิบัติการทางแสง โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

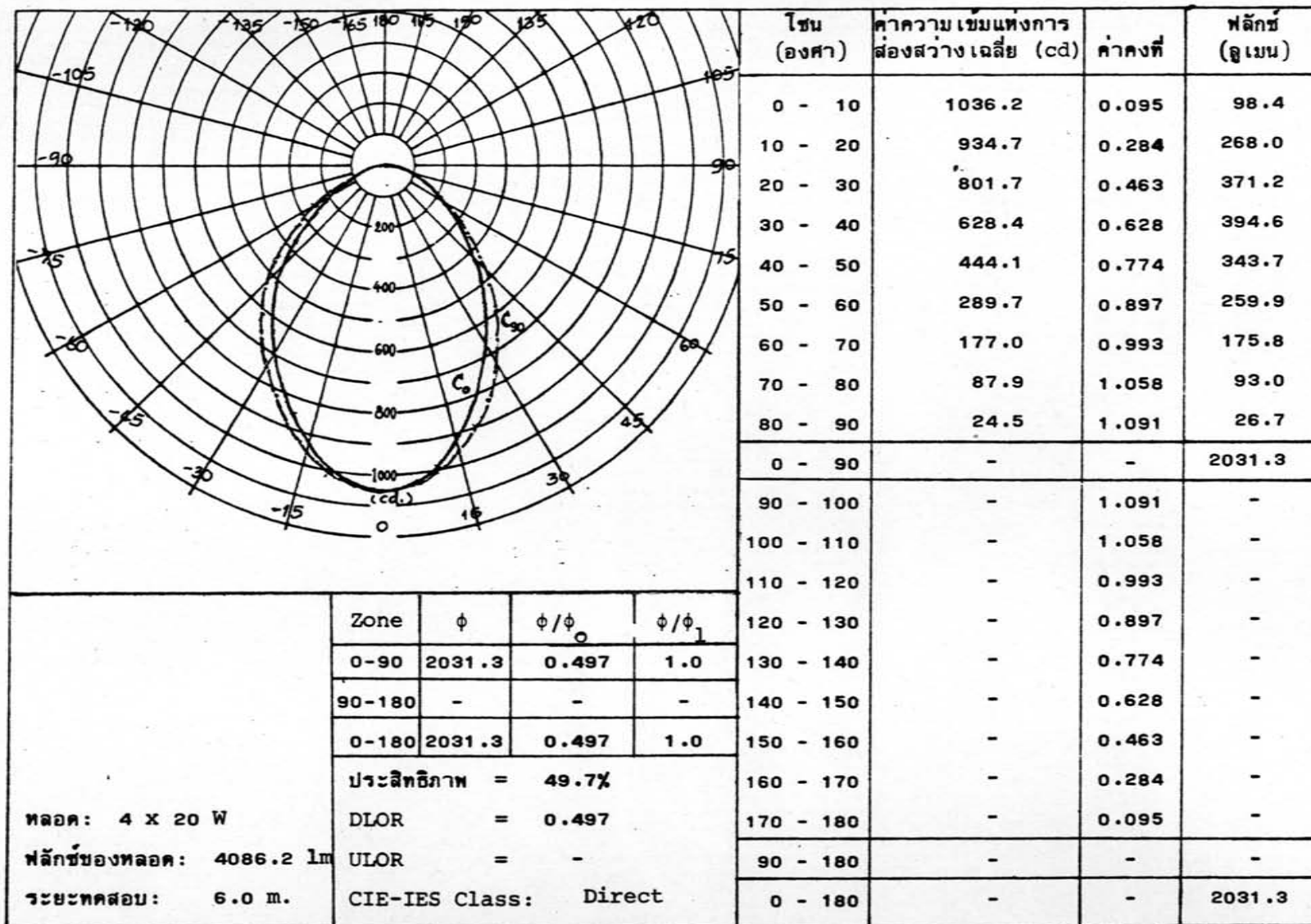
1. ติดตั้งโคมไฟที่จะวัดการกระจายค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างบนโคมไฟโตมิเตอร์โดยให้แกนของหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ติดตั้งอยู่ในโคมไฟอยู่ในแนวระดับ เปิดแหล่งจ่ายไฟผ่านเข้าตัวปรับแรงดันคงที่อัตโนมัติ แล้วผ่านเข้า Variac ปรับแรงดันให้ได้ 220 โวลต์ ไปยังวงจรหลอดที่ใช้ ทั้งไว้ประมาณ 20 นาที เพื่อให้หลอดทำงานในช่วงคงที่ปกติ
2. ติดตั้งเครื่องวัดความสว่างในแนวระดับเดียวกับศูนย์กลางโคมไฟ ให้ห่างเป็นระยะทาง 6 เมตร สำหรับโคมไฟที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 20 วัตต์ และ 8 เมตร สำหรับโคมไฟที่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตต์ ที่ระยะทางนี้จะมีความผิดพลาดในการวัดเนื่องจากผลของขนาดโคมไฟไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์
3. จัดฉากดำกันแสงต่าง ๆ เพื่อป้องกันแสงรบกวนเข้าตัวรับแสง
4. วัดค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมทั้ง 5 แบบ บนระนาบตั้งที่ขนาน ตั้งฉากและทำมุม 45 องศา กับแกนหลอด
5. รักษาแรงดันให้คงที่ 220 โวลต์ ตลอดเวลาที่ทำการวัด

ผลลัพธ์ที่ได้แสดงในตาราง 3.1-3.5 และรูป 3.5-3.9

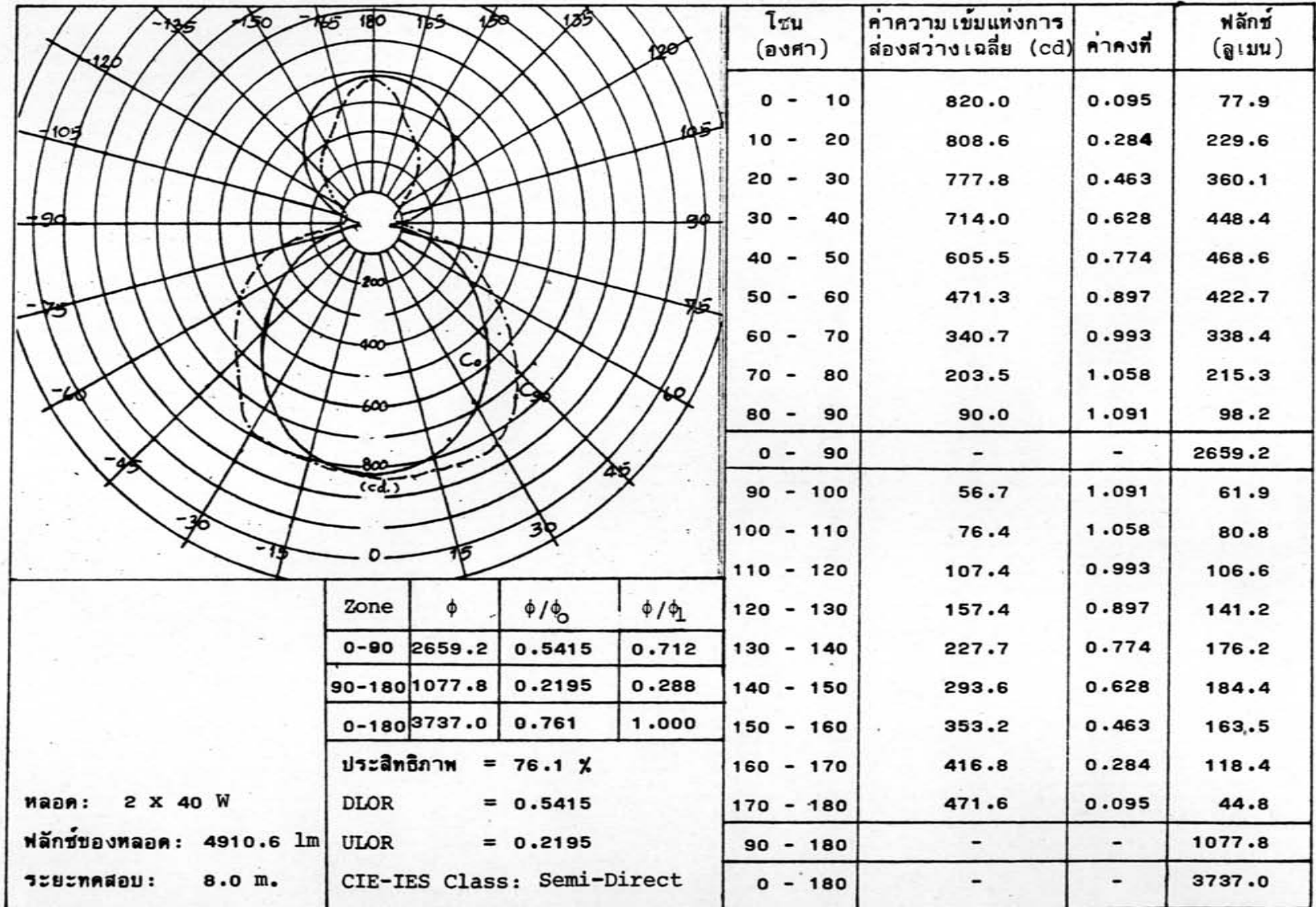
ในตาราง 3.1-3.5 ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างเฉลี่ย หาได้ดังนี้

$$I_{\text{mean}}(\theta) = \frac{1}{8} \left[ I_{C0}(-\theta) + I_{C0}(+\theta) + I_{C90}(-\theta) + I_{C90}(+\theta) + 2 \left( I_{C45}(-\theta) + I_{C45}(+\theta) \right) \right]$$

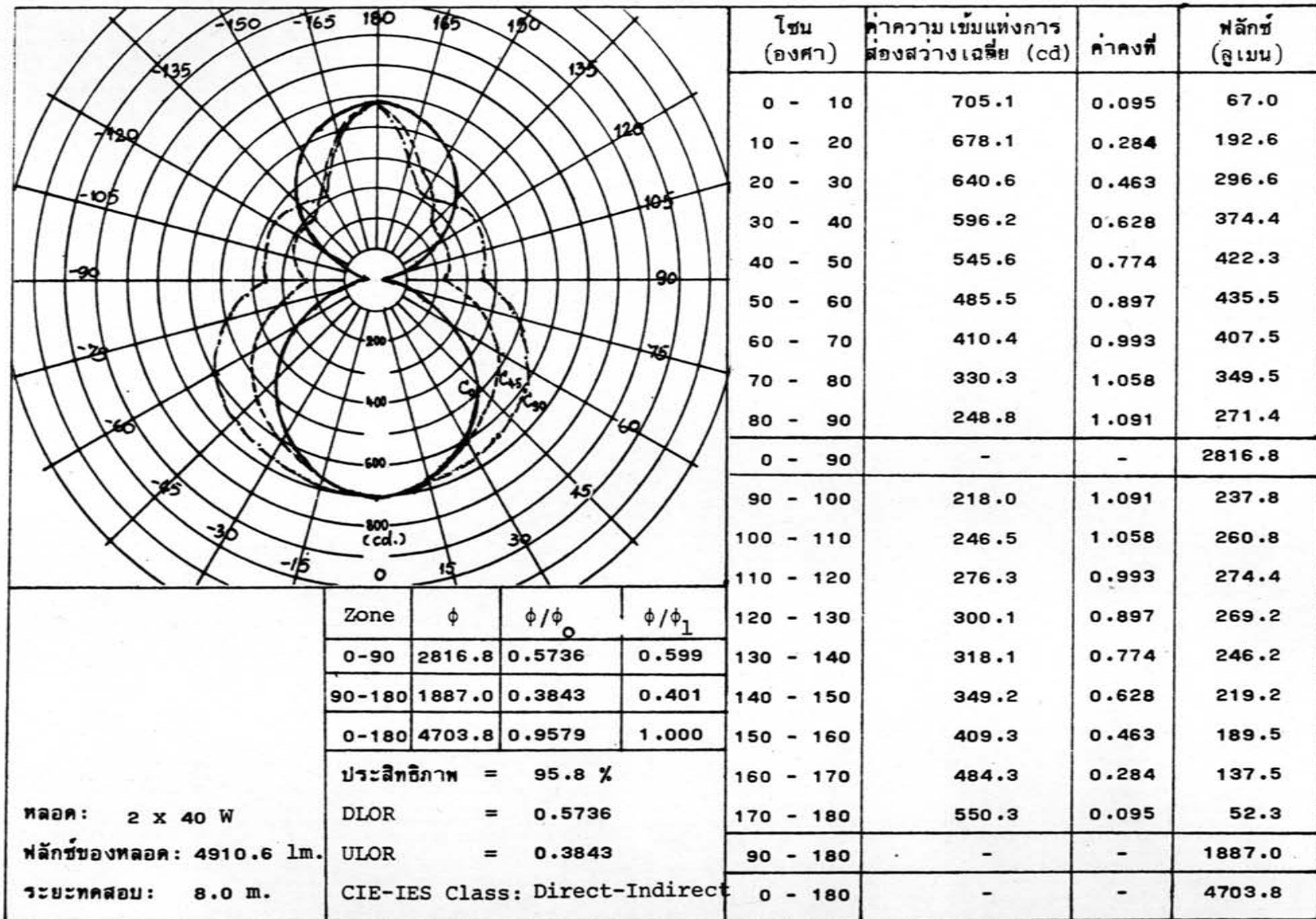
- เมื่อ  $I_{\text{mean}}$  คือ ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างเฉลี่ย
- $I_{C0}$  คือ ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างบนระนาบตั้งที่ขนานกับแกนหลอด
- $I_{C45}$  คือ ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างบนระนาบตั้งที่ทำมุม 45° กับแกนหลอด
- $I_{C90}$  คือ ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างบนระนาบตั้งที่ตั้งฉากกับแกนหลอด



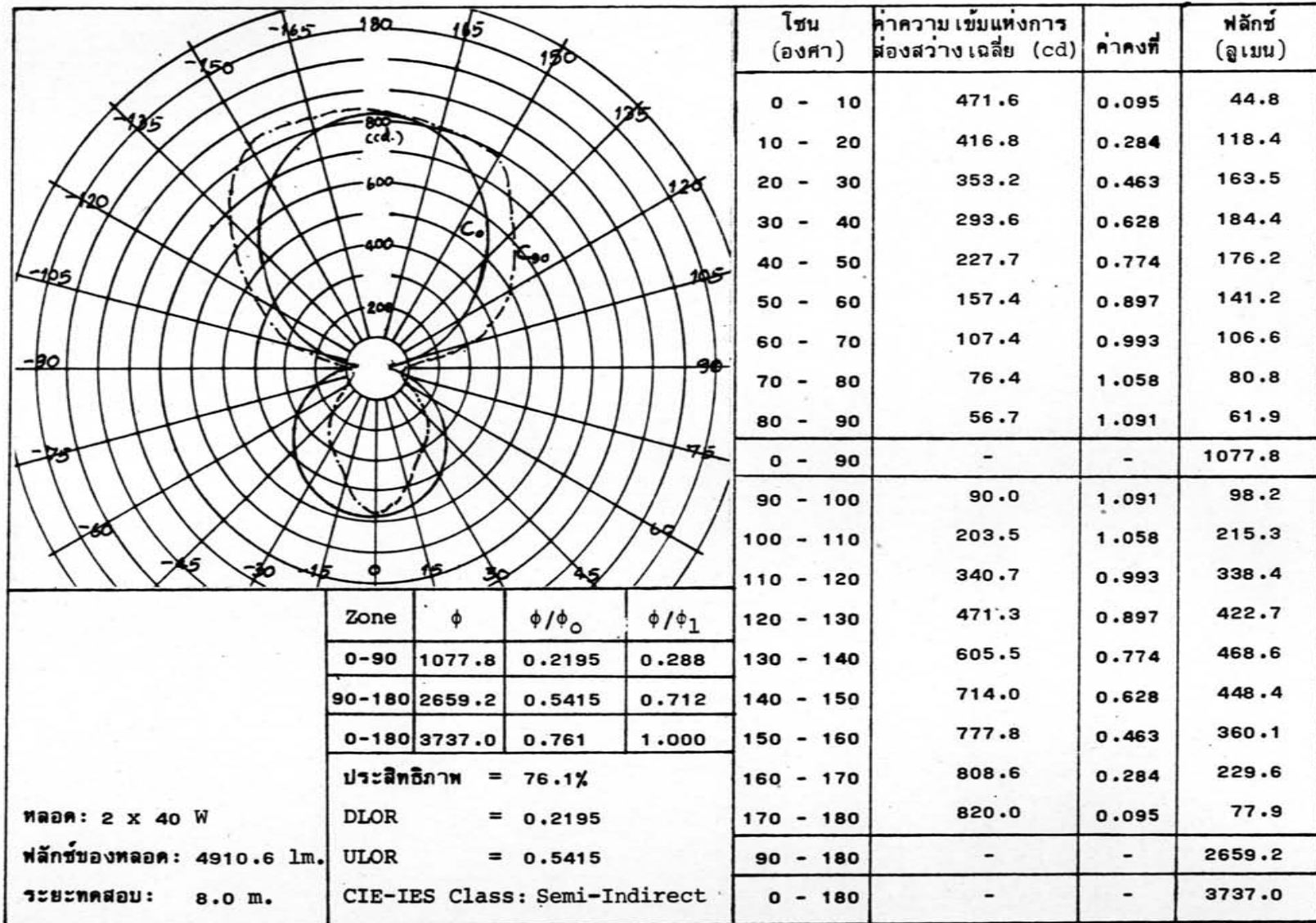
รูป 3.5 แสดงข้อมูลทางแสงของโคมไฟแสงสว่างแบบโคมไฟแสงโดยตรง



รูป 3.6 แสดงข้อมูลทางแสงของโคมไฟแสงสว่างแบบให้แสงกึ่งโดยตรง

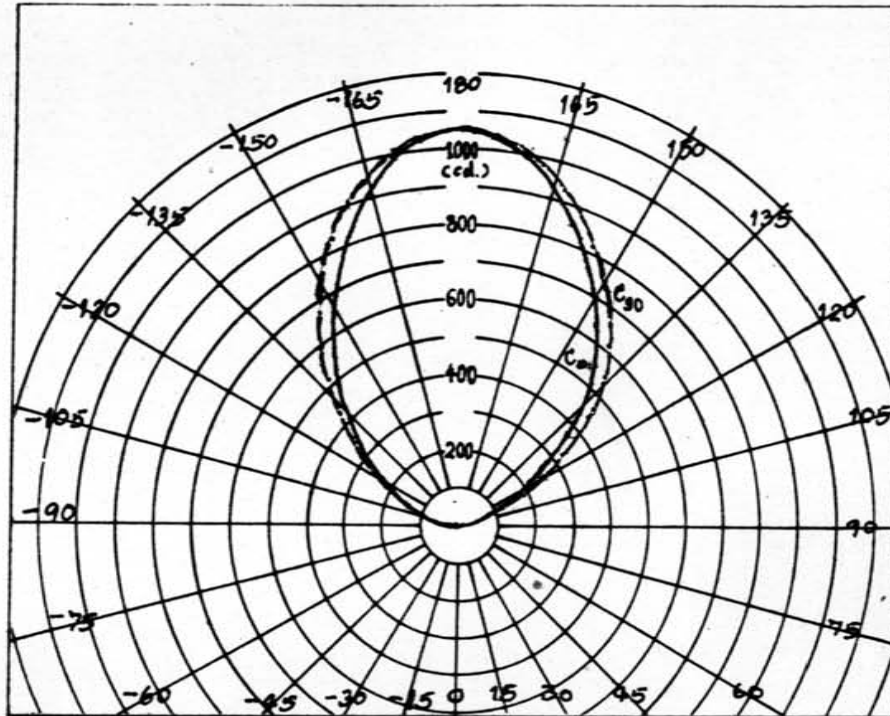


รูป 3.7 แสดงข้อมูลทางแสงของโคมไฟแสงสว่างแบบให้แสงกระจายทั่วไป



รูป 3.8 แสดงข้อมูลทางแสงของโคมไฟส่องสว่างแบบโคมไฟส่องกึ่งทางอ้อม





โซน (องศา)	ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างเฉลี่ย (cd)	ค่าคงที่	ฟลักซ์ (ลูเมน)
0 - 10	-	0.095	-
10 - 20	-	0.284	-
20 - 30	-	0.463	-
30 - 40	-	0.628	-
40 - 50	-	0.774	-
50 - 60	-	0.897	-
60 - 70	-	0.993	-
70 - 80	-	1.058	-
80 - 90	-	1.091	-
0 - 90	-	-	-
90 - 100	24.5°	1.091	26.7
100 - 110	87.9	1.058	93.0
110 - 120	177.0	0.993	175.8
120 - 130	289.7	0.897	259.9
130 - 140	444.1	0.774	343.7
140 - 150	628.4	0.628	394.6
150 - 160	801.7	0.463	371.2
160 - 170	934.7	0.284	268.0
170 - 180	1036.2	0.095	98.4
90 - 180	-	-	2031.3
0 - 180	-	-	2031.3

Zone	$\phi$	$\phi/\phi_0$	$\phi/\phi_1$
0-90	-	-	-
90-180	2031.3	0.497	1.0
0-180	2031.3	0.497	1.0

ประสิทธิภาพ = 49.7 %  
DLOR = -  
ULOR = 0.497  
CIE-IES Class: Indirect

หลอด: 4 x 20 W  
ฟลักซ์ของหลอด: 4086.2 lm.  
ระยะทดสอบ: 6.0 m.

I 155A8478

รูป 3.9 แสดงข้อมูลทางแสงของโคมไฟส่องสว่างแบบโคมไฟส่องทางอ้อม

ตาราง 3.1 แสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟแบบให้แสงโดยตรง (แคนเดล่า)

มุม $\theta$ (องศา)	ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างบนระนาบตั้ง			ค่าความเข้มแห่ง การส่องสว่างเฉลี่ย
	ขนานกับแกนหลอด	ทำมุม $45^{\circ}$ กับแกนหลอด	ตั้งฉากกับแกนหลอด	
- 90	0.0	0.0	0.0	
- 80	47.9	49.0	51.0	
- 70	125.2	118.4	131.4	
- 60	220.9	230.0	243.0	
- 50	346.1	356.4	370.7	
- 40	515.4	540.0	570.6	
- 30	699.5	725.0	758.4	
- 20	868.8	887.0	905.6	
- 10	1005.0	1009.1	1012.3	
0	1067.6	1067.6	1067.6	1067.6
10	990.3	1000.2	1012.3	1004.9
20	850.3	878.0	905.6	882.6
30	684.8	715.2	743.7	720.9
40	500.6	530.4	559.6	535.9
50	342.4	346.6	353.4	352.4
60	224.6	222.4	222.3	227.0
70	128.8	125.0	124.1	127.1
80	51.6	50.1	42.4	49.0
90	0.0	0.0	0.0	0.0

ตาราง 3.2 แสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟแบบให้แสงทิ้งโดยตรง (แคนเดล่า)

มุม $\theta$ (องศา)	ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างบนระนาบตั้ง			ค่าความเข้มแห่ง การส่องสว่างเฉลี่ย
	ขนานกับแกนหลอด	ทำมุม 45 <sup>0</sup> กับแกนหลอด	ตั้งฉากกับแกนหลอด	
- 180	492.7	492.7	492.7	
- 170	480.6	442.6	442.0	
- 160	449.7	371.2	341.7	
- 150	402.9	296.2	296.5	
- 140	338.9	243.3	228.7	
- 130	260.9	173.3	151.5	
- 120	173.6	102.5	99.7	
- 110	87.6	87.7	88.4	
- 100	20.8	64.1	78.6	
- 90	5.8	53.1	96.9	
- 80	34.8	147.9	157.0	
- 70	151.2	286.6	346.5	
- 60	295.9	411.4	456.4	
- 50	437.6	561.1	543.9	
- 40	569.9	695.8	672.7	
- 30	677.0	763.1	802.9	
- 20	757.4	798.4	831.1	
- 10	805.0	817.8	826.0	
0	821.0	821.0	821.0	821.0
10	806.5	818.5	841.2	818.9
20	762.4	799.6	840.5	798.4
30	687.1	764.4	835.5	757.2
40	590.2	699.0	742.9	670.6
50	466.5	570.6	611.9	540.4
60	334.2	422.1	464.4	402.2
70	196.8	299.3	368.0	279.2
80	70.1	155.0	154.8	127.8
90	5.8	57.1	89.7	52.3
100	41.8	72.2	76.2	61.2
110	119.6	88.7	84.5	91.6
120	200.1	107.0	93.1	123.3
130	282.1	179.0	134.5	191.6
140	353.8	248.9	205.0	263.8
150	414.4	300.6	280.0	323.4
160	456.9	374	325.1	382.9
170	484.9	444.6	422.7	450.6
180	492.7	492.7	492.7	492.7

ตาราง 3.3 แสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟแบบให้แสงกระจายทั่วไป (แคนเดล่า)

มุม $\theta$ (องศา)	ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างบนระนาบตั้ง			ค่าความเข้มแห่ง การส่องสว่างเฉลี่ย
	ขนานกับแกนตลอด	ทำมุม $45^{\circ}$ กับแกนตลอด	ตั้งฉากกับแกนตลอด	
- 180	578.5	578.5	578.5	
- 170	564.1	513.0	513.7	
- 160	528.8	430.2	414.9	
- 150	472.5	342.6	342.6	
- 140	402.7	274.7	344.2	
- 130	322.3	268.4	371.7	
- 120	217.6	269.3	388.1	
- 110	127.5	258.3	388.7	
- 100	49.0	241.5	379.6	
- 90	3.9	225.1	359.9	
- 80	58.8	312.8	475.1	
- 70	164.3	384.8	530.1	
- 60	276.7	463.2	591.0	
- 50	391.7	514.6	645.9	
- 40	497.6	566.2	651.8	
- 30	586.5	608.9	662.9	
- 20	656.5	653.4	676.7	
- 10	699.6	690.7	695.7	
0	715.3	715.3	715.3	715.3
10	702.9	692.6	695.7	695.0
20	660.3	659.4	670.8	661.2
30	600.1	619.6	654.4	620.1
40	513.7	571.3	641.3	572.4
50	409.0	521.7	631.5	518.8
60	291.2	474.7	538.8	452.3
70	172.1	397.4	517.0	368.5
80	65.4	323.8	464.6	292.2
90	5.2	235.6	353.4	205.4
100	52.3	254.5	373.0	230.6
110	140.7	271.3	384.1	262.5
120	235.6	279.7	382.8	290.2
130	327.2	276.2	370.4	310.1
140	411.6	280.9	340.3	326.2
150	481.7	347.7	318.1	372.2
160	534.7	433.2	370.4	446.5
170	565.4	513.9	481.0	522.2
180	578.5	578.5	578.5	578.5

ตาราง 3.4 แสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟแบบให้แสงกึ่งทางอ้อม (แคนเดล่า)

มุม $\theta$ (องศา)	ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างบนระนาบตั้ง			ค่าความเข้มแห่ง การส่องสว่างเฉลี่ย
	ขนานกับแกนตลอด	ทำมุม $45^{\circ}$ กับแกนตลอด	ตั้งฉากกับแกนตลอด	
- 180	821.0	821.0	821.0	
- 170	805.0	817.8	841.2	
- 160	757.4	798.4	840.5	
- 150	677.0	763.1	835.5	
- 140	569.9	695.8	742.9	
- 130	437.6	561.1	611.9	
- 120	295.9	411.4	464.4	
- 110	151.2	286.6	368.0	
- 100	34.8	147.9	154.8	
- 90	5.8	53.1	89.7	
- 80	20.8	64.1	76.2	
- 70	87.6	87.7	84.5	
- 60	173.6	102.5	93.1	
- 50	260.9	173.3	134.5	
- 40	338.9	243.3	205.0	
- 30	402.9	296.2	280.0	
- 20	449.7	371.2	325.1	
- 10	480.6	442.6	422.7	
0	492.7	492.7	492.7	492.7
10	484.9	444.6	442.0	450.6
20	456.9	374.0	341.7	383.0
30	414.4	300.6	296.5	323.4
40	353.8	248.9	228.7	263.8
50	282.1	179.0	151.5	191.7
60	200.1	107.0	99.7	123.2
70	119.6	88.7	88.4	91.6
80	41.8	72.2	78.6	61.2
90	5.8	57.1	96.9	52.3
100	70.1	155.0	157.0	127.8
110	196.8	299.3	346.5	279.3
120	334.2	422.1	456.4	402.2
130	466.5	570.6	543.9	540.4
140	590.2	699.0	672.7	670.6
150	687.1	764.4	802.9	757.2
160	762.4	799.6	831.1	798.4
170	806.5	818.5	826.0	818.9
180	821.0	821.0	821.0	821.0

ตาราง 3.5 แสดงค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างของโคมไฟแบบให้แสงทางอ้อม (แคนเดล่า)

มุม $\theta$ (องศา)	ค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างบนระนาบตั้ง			ค่าความเข้มแห่ง การส่องสว่างเฉลี่ย
	ขนานกับแกนหลอด	ทำมุม $45^{\circ}$ กับแกนหลอด	ตั้งฉากกับแกนหลอด	
- 90	0.0	0.0	0.0	
- 100	47.9	49.0	42.4	
- 110	125.2	128.4	124.1	
- 120	220.9	230.0	222.3	
- 130	346.1	356.4	353.4	
- 140	515.4	540.0	559.6	
- 150	699.5	725.0	743.7	
- 160	868.8	887.0	905.6	
- 170	1005.0	1009.1	1012.3	
- 180	1067.6	1067.6	1067.6	1067.6
170	990.3	1000.2	1012.3	1004.8
160	850.3	878.0	905.6	882.6
150	684.8	715.2	758.4	720.9
140	500.6	530.4	570.6	535.9
130	342.4	346.6	370.7	352.4
120	224.6	222.4	243.0	227.0
110	128.8	125.0	131.4	127.0
100	51.6	50.1	51.2	48.9
90	0.0	0.0	0.0	0.0