บทที่ 5

วิธีการคำนวณและศึกษาการกระจายตัวแกสกัมมันตรังสี

ในบทนี้จะกล่าวถึงการนำเอาค่าต่าง ๆ มาประกอบสูตรทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาการกระจายตัวของแกสกัมมันตรังสี พร้อมทั้งหาระดับความสูงของปล่องโรงไฟฟ้าปรมาณู

5.1 ความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุดที่ระดับผิวพื้นและความสูงของปล่องโรงไฟฟ้าปรมาณู

ปริมาณแกสกัมมันตรังสีที่ปล่อยจากปล่องโรงไฟฟ้า ค่าหนึ่ง ๆ จะมีความเข้มแกสกัมมันตรังสีที่เกิด ณ ระดับผิวพื้นค่าหนึ่งด้วย แต่ทั้งนี้ต้องมีความสูงของปล่องที่ถูกนำมาเกี่ยวข้องประกอบกับสภาพอากาศในขณะนั้น ซึ่งมีความเร็วลมและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมอยู่ เพื่อความสะดวกในการคำนวณ ในกรณีที่ความเข้มแกสกัมมันตรังสีเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามสภาพอากาศ จึงทำให้อยู่ในรูปอัตราส่วนของปริมาณแกสกัมมันตรังสีที่ปล่อยออกจากปล่อง และให้ความหมายเป็นต่อ 1 หน่วย (Per Unit มีหน่วยเป็นวินาที/ลบ.เมตร) จากสมการที่ (3-29)

$$\frac{\chi_{max}}{Q} = \frac{2\sigma_z}{\exp(1)\,\pi\, u H^2 \sigma_y}$$

เนื่องจากสภาพอากาศถูกแบ่งออกเป็นสภาพคงตัว (Stable) และไม่คงตัว (Unstable) ค่าที่จำเป็นต้องนำมาใช้ในสูตรจึงต่างกัน

ในกรณีสภาพอากาศไม่คงตัว σ_z และ σ_y ต่างก็มีความสัมพันธ์กันโดยมี σ_e และ σ_a เป็นตัวร่วม จากสมการที่ (3-32), (3-33) และ (3-35) พบว่า อัตราส่วนของ σ_z และ σ_y มีค่าเท่ากับ 0.7 ในส่วนที่เกี่ยวกับความเร็วลม ซึ่งต้องนำความสูงมาพิจารณา เพื่อให้ได้ความเร็วลมที่ใช้งานได้จริง คือที่ระดับความสูงของปล่อง ตามสมการที่ (3-39) ทำให้สมการที่ (3-29) เป็น

$$\frac{\lambda'_{max}}{Q} = \frac{1.4\ Z_1^{0.25}}{\exp(1)\ \pi\ U_1\ H^{2.25}} \qquad (5\text{-}1)$$

ส่วนในกรณีสภาพอากาศคงตัว สมการที่(3-30), (3-31) และ (3-34) อัตราส่วนของ σ_z และ σ_y เป็น 0.2 โดยอาศัยสมการ (3-38) ทำให้สมการ (3-29) เป็น

$$\frac{\lambda'_{max}}{Q} = \frac{0.4\ Z_1^{0.5}}{\exp(1)\ \pi\ U_1\ H^{2.5}} \qquad (5\text{-}2)$$

U_1 และ Z_1 คือความเร็วลมในระดับความสูง ซึ่งเป็นตำแหน่งติดตั้งเครื่องวัดความเร็วลม

เมื่อพิจารณาสภาวะอากาศไม่คงตัวเป็นกรณีรุนแรงมากกว่าสภาวะคงตัว และมีโอกาสที่เกิดขึ้นถึง 92.96 เปอร์เซนต์ จากจำนวนข้อมูลทั้งสิ้น 8722 ชั่วโมง ดังหัวข้อ 2.4.2 สมการที่ (5-1) จึงเป็นสมการที่น่าสนใจที่สุด ถ้าหากความเร็วลมที่ใช้เอาค่าเฉลี่ย 4.37 เมตร/วินาที ที่ระดับความสูง 91.44 เมตร เป็นตัวอย่างในการคำนวณ ถือค่าปริมาณที่ปล่อยออก จากตารางที่ 4.1 และระดับความเข้มที่ปลอดภัย ดังตารางที่ 4.2 นั่นคือ $Q = 1.0 \times 10^5$ ไมโครคูรี่/วินาที หรือ 0.1 คูรี่/วินาที , $\lambda'_{max} = 1.0 \times 10^{-6}$ คูรี่/ลบ.เมตร แทนค่าลงในสมการ (5-1) หาค่าความสูงของปล่อง (H) ได้เท่ากับ 64.3 เมตร (ประมาณ 65 เมตร) ค่าที่ได้นี้แสดงถึงระดับความสูงของปล่องโรงไฟฟ้าปรมาณูที่ต่ำที่สุด ที่จะให้ความเข้มแกสกัมมันตรังสีที่ระดับผิวพื้นไม่เกินระดับที่ระบุตามตารางที่ 4.2 ไม่ว่าแกสที่ปล่อยจากปล่องจะเป็นโนเบิลแกสตัวใด ฉะนั้น เพื่อจะให้ความปลอดภัยมากขึ้น ระดับความสูงควรจะเกินค่าดังกล่าว แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นกับสภาพอากาศโดยเฉลี่ยและปริมาณที่ปล่อยออกด้วย

สำหรับสภาพอากาศคงตัว ด้วยวิธีการเช่นเดียวกัน ก็สามารถหาระดับความสูงของปล่องโรงไฟฟ้าที่เหมาะสมได้ เท่ากับ 40.2 เมตร (ประมาณ 41 เมตร) ระดับความสูงที่ต่ำเช่นนี้ ก็เนื่องจากการกระจายตัวของแกสกัมมันตรังสีเกิดขึ้นเบื้องบนมากกว่าที่จะตกลงมาสู่ผิวพื้น

อย่างไรก็ตาม เมื่อคำนึงถึงความเหมาะสม และโอกาสที่เกิดขึ้นเป็นแบบสภาวะอากาศไม่คงตัวถึง 92.96 เปอร์เซนต์ ระดับความสูงควรจะเป็น 65 เมตร จึงจะสามารถใช้ได้ทั้ง 2 กรณี โดยเฉพาะกรณีคงตัว ความเข้มแกสกัมมันตรังสีที่ระดับผิวพื้นจะลดลงเหลือเพียง 0.3×10^{-6} คูรี่/ลบ.เมตร เมื่อคิดปริมาณที่ปล่อยจากปล่องเป็น 0.1 คูรี่/วินาที

ในส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสูง ความเร็วลมในค่าต่าง ๆ และทิศทางรวมไปถึงกรณีลมอ่อน ซึ่งเป็นกรณีเลวร้ายที่สุด ตามหัวข้อ 2.4.1 (ข) ก็จะพบค่าความเข้มที่ระดับผิวพื้นต่อ 1 หน่วย ปริมาณแกสกัมมันตรังสีที่ปล่อย ดังแสดงในตารางที่ 5.1 และ 5.2 ซึ่งหาได้มาโดยอาศัยเครื่อง Computer Univac 1106 ช่วยในการคำนวณ เพื่อสะดวกในการศึกษาและติดตามค่า ณ ความเร็วลมต่าง ๆ กัน ได้แสดงให้เห็นดังกราฟที่ 5.1 และ 5.2 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของปล่องโรงไฟฟ้า ความเข้มแกสกัมมันตรังสีที่ระดับผิวพื้น และความเร็วลมในกรณีสภาพอากาศไม่คงตัว และคงตัวตามลำดับ จากกราฟนี้เองที่ทำให้เห็นชัดว่า ยิ่งความสูงของปล่องเพิ่มขึ้น ค่าความเข้มสูงสุดจะมีค่าต่ำลง แต่ก็ต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับเรื่องราคา ซึ่งเป็นเรื่องราวทางด้านเศรษฐศาสตร์ด้วย

5.2 ตำแหน่งที่เกิดความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุด

ค่าความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุดตามหัวข้อ 5.1 ย่อมมีตำแหน่งที่เกิดขึ้นแตกต่างกันออกไป ตามความสูงของปล่องและความเร็วลม ซึ่งจะมีค่าความเข้มที่สูงที่สุด ณ ตำแหน่งหนึ่งเท่านั้น ส่วนในตำแหน่งอื่น ๆ ที่ห่างออกไปจากที่ตั้งหรือใกล้เข้ามาจะมีความเข้มน้อยกว่าทั้งสิ้น โดยจะได้กล่าวเป็นอันดับต่อไปในหัวข้อ 5.3 ในการหาตำแหน่งที่เกิดความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุดที่ระดับผิวพื้น สมการทั่วไปที่ใช้ คือสมการที่ (3-27)

$$\sigma_z = \frac{H}{\sqrt{2}}$$

ตารางที่ 5.1

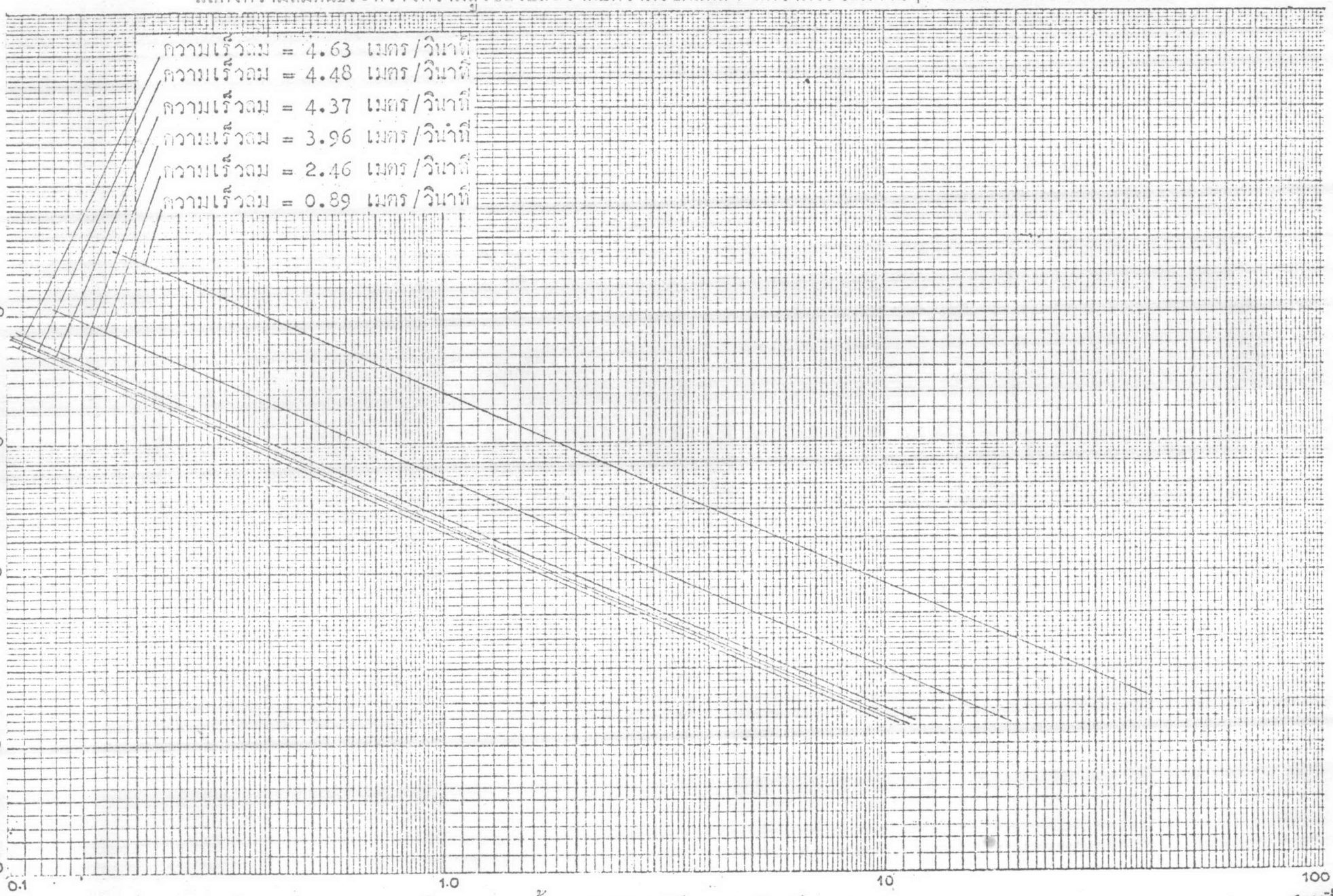
ความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุด ตามสภาวะอากาศไม่คงตัว

THE RESULTS OF MAXIMUM CONCENTRATION PER SOURCE STRENGTH AT ANY HEIGHT FOR SPECIFYING WIND VELOCITY.

	U=4.37M/S -5	U=3.96M/S -5	U=4.48M/S -5	U=4.63M/S -5	U=0.89M/S -5	U=2.46M/S -5
H (M)	CONC*10 (S/CU.M)	CONC*10 (S/CU.M)	CONC*10 (S/CU.M)	CONC*10 (S/CU.M)	CONC*10 (S/CU.M)	CONC*10 (S/CU.M)
30.0	5.51	6.08	5.37	5.20	27.04	9.78
40.0	2.88	3.18	2.81	2.72	14.16	5.12
50.0	1.75	1.93	1.70	1.65	8.57	3.10
60.0	1.16	1.28	1.13	1.09	5.69	2.06
70.0	.82	.90	.80	.77	4.02	1.45
80.0	.61	.67	.59	.57	2.98	1.08
90.0	.46	.51	.45	.44	2.28	.83
100.0	.37	.40	.36	.35	1.80	.65
110.0	.30	.33	.29	.28	1.45	.53
120.0	.24	.27	.24	.23	1.20	.43
130.0	.20	.22	.20	.19	1.00	.36
150.0	.15	.16	.14	.14	.72	.26
200.0	.08	.09	.08	.07	.38	.14
DIRECTION	SW	NE	SE	SW	N	NE

กราฟที่ 5.1

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของปล่องฯกับความเข้มแกสฯ ที่ความเร็วลมต่างๆ ตามสภาวะอากาศไม่กลับตัว



$\frac{\chi'}{Q}$ ความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุด (วินาที/ลบ.เมตร)

ตารางที่ 5.2

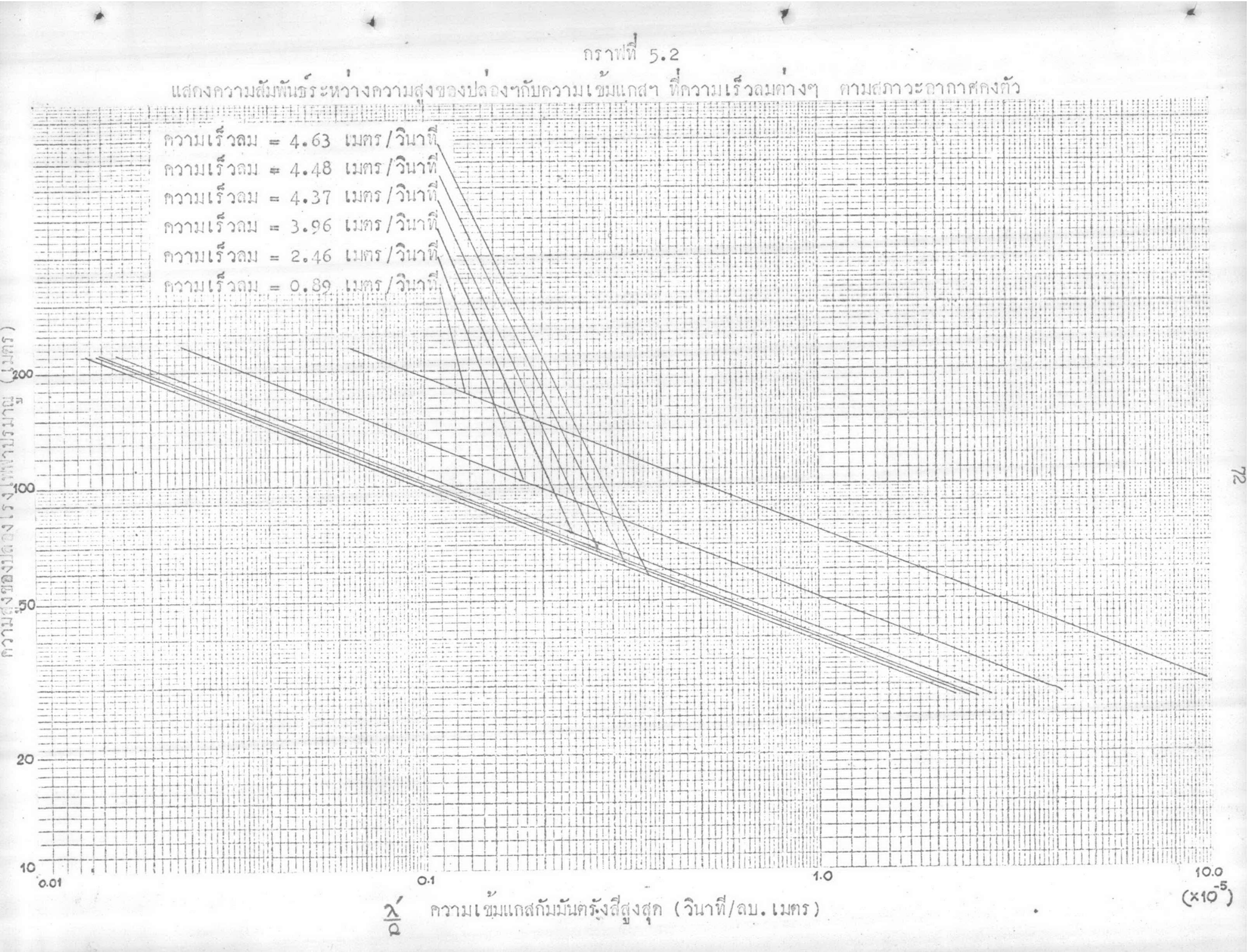
ความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุด ตามสภาวะอากาศคงตัว

THE RESULTS OF MAXIMUM CONCENTRATION PER SOURCE STRENGTH AT ANY HEIGHT FOR SPECIFYING WIND VELOCITY.

	U=4.37M/S	U=3.96M/S	U=4.48M/S	U=4.63M/S	U=0.89M/S	U=2.46M/S
H (M)	CONC*10 -5 (S/CU.M)	CONC*10 -5 (S/CU.M)	CONC*10 -5 (S/CU.M)	CONC*10 -5 (S/CU.M)	CONC*10 -5 (S/CU.M)	CONC*10 -5 (S/CU.M)
30.0	2.08	2.29	2.03	1.96	10.21	3.69
40.0	1.01	1.12	.99	.96	4.97	1.80
50.0	.58	.64	.57	.55	2.85	1.03
60.0	.37	.41	.36	.35	1.80	.65
70.0	.25	.28	.24	.24	1.23	.44
80.0	.18	.20	.17	.17	.88	.32
90.0	.13	.15	.13	.13	.65	.24
100.0	.10	.11	.10	.10	.50	.18
110.0	.08	.09	.08	.08	.40	.14
120.0	.06	.07	.06	.06	.32	.12
130.0	.05	.06	.05	.05	.26	.09
150.0	.04	.04	.04	.04	.18	.07
200.0	.02	.02	.02	.02	.09	.03
DIRECTION	SW	NE	SE	SW	N	NE

กราฟที่ 5.2

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของปล่องฯกับความเข้มแกสฯ ที่ความเร็วลมต่างๆ ตามสภาวะอากาศคงตัว



แต่อย่างไรก็ตาม การใช้สมการนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะอากาศ ซึ่งมีทั้งสภาวะอากาศไม่คงตัวและคงตัว

ในกรณีสภาวะอากาศไม่คงตัว σ_z มีความสัมพันธ์กับความสูง H และระยะทาง เพราะเหตุที่มีค่าขึ้นอยู่กับ σ_e ในการหา σ_e ต้องอาศัยสมการที่ (3-35), (3-37)

$$\sigma_e = 0.76\sigma_a$$

และ

$$\sigma_a(100) = \frac{23}{U(100)} + 4.75$$

แต่ความเร็วลมที่วัดได้เป็นความเร็วลมที่ระดับ 91.44 เมตร ซึ่งมีค่า 4.37 เมตร/วินาที เพื่อจะได้ความเร็วลมที่ระดับความสูง 100 เมตร ต้องเปลี่ยนแปลงโดยใช้สมการ (3-39) และแทนค่า H ด้วย 100 เมตร

$$U(100) = U_1\left[\frac{100}{Z_1}\right]^{0.25} \qquad (5-3)$$

ในที่นี้ U_1 คือความเร็วลมที่วัดได้ ณ ระดับความสูง Z_1 ซึ่งติดตั้งเครื่องวัดแทนค่า สมการที่ (5-3) ในสมการที่ (3-37)

$$\sigma_a(100) = \frac{23\, Z_1^{0.25}}{U_1(100)^{0.25}} + 4.75 \qquad (5-4)$$

ค่า $\sigma_a(100)$ มิได้นำมาใช้งานจริง ต้องหาค่าที่ระดับความสูงของปล่องโรงไฟฟ้า จึงต้องใช้ความสัมพันธ์ตามสมการที่ (3-40) สมการนี้มีค่า σ_{a_1} และ U_1 ซึ่งในที่นี้หมายถึง $\sigma_a(100)$ และ U(100) ตามลำดับ ส่วน U(H) คือความเร็วลม ณ ระดับความสูงของปล่อง ที่หามาจากความเร็วลมที่ระดับ 91.44 เมตร

$$U(H) = \frac{U_1}{Z_1}(H)^{0.25} \qquad (5-5)$$

แทนค่า สมการ (5-3), (5-4) และ (5-5) ในสมการ (3-40)

$$\sigma_{a(H)} = \frac{K}{H^{0.25}} \qquad (5\text{-}6)$$

เมื่อ $$K = \frac{23\, Z_1^{0.25}}{U_1} + 4.75\,(100)^{0.25} \qquad (5\text{-}7)$$

เพื่อให้ได้ค่า $\sigma_{e(H)}$ แทนสมการที่ (5-6) ในสมการที่ (3-35)

$$\sigma_{e(H)} = \frac{0.7\,K}{H^{0.25}} \qquad (5\text{-}8)$$

สมการที่ (5-8) และสมการที่ (3-3)

$$\sigma_z = \frac{0.0315\,K\,X^{0.86}}{H^{0.25}} \qquad (5\text{-}9)$$

สมการที่ (5-9) แทนค่าในสมการที่ (3-27) ทำให้หาระยะทางที่เกิดความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุดได้

$$X_M = \left[\frac{H^{1.25}}{0.045\,K}\right]^{1/0.86} \qquad (5\text{-}10)$$

เมื่อ X_M คือระยะทางที่เกิดความเข้มสูงสุด มีหน่วยเป็นเมตรขึ้นกับความสูงของปล่องโรงไฟฟ้า และความเร็วลมโดยเฉลี่ย จากค่าความสูงต่ำที่สุดของปล่องโรงไฟฟ้าตามหัวข้อ 5.1 (65 เมตร) และใช้ความเร็วลมเฉลี่ย 4.37 เมตร/วินาที ที่วัด ณ ระดับความสูง 91.44 เมตร โดยการแทนค่าในสมการ (5-7), (5-10) ทำให้ได้ค่าระยะทางที่เกิดความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุดประมาณ 295 เมตร มีทิศทาง SW ซึ่งมีความหมายว่า เกิดความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุดที่ระยะ 295 เมตร ห่างจากที่ตั้งของปล่องโรงไฟฟ้าไปทางทิศ SW ส่วนในค่าอื่น ๆ เมื่อความสูงของปล่องเปลี่ยนแปลง รวมทั้งความเร็วลม จะได้ผลดังตารางที่ 5-3 หรือเพื่อความสะดวก ก็สามารถอ่านได้จากกราฟที่ 5-3 กราฟนี้แสดงให้เห็นว่า ความเร็วลมยิ่งมาก ระยะทางที่จะเกิดความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุดก็จะไกลออกไปและมีผลทำให้การกระจายตัวของแกสมีมาก

ตารางที่ 5.3

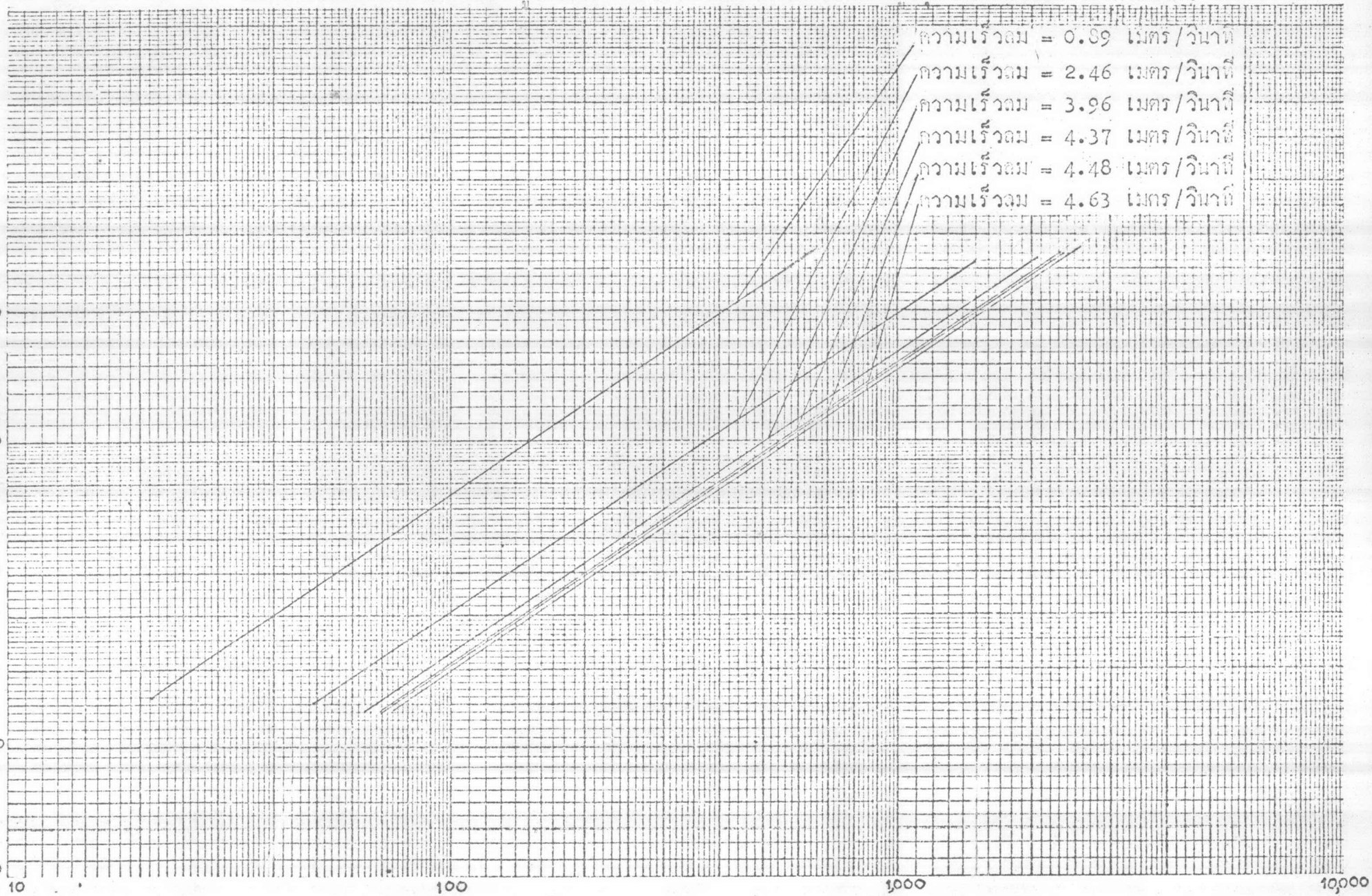
ระยะที่เกิดความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุด ตามสภาวะอากาศไม่คงตัว

THE DISTANCE OF MAXIMUM CONCENTRATION AT ANY HEIGHT FOR SPECIFYING WIND VELOCITY.

H (M)	U=4.37M/S XMCC (M)	U=3.96M/S XMCC (M)	U=4.48M/S XMCC (M)	U=4.63M/S XMCC (M)	U=0.89M/S XMCC (M)	U=2.46M/S XMCC (M)
30.0	95.3	89.7	96.8	98.7	26.2	64.3
40.0	144.8	136.2	147.0	149.9	39.8	97.6
50.0	200.3	188.4	203.3	207.3	55.1	135.0
60.0	261.0	245.6	265.0	270.2	71.8	176.0
70.0	326.6	307.3	331.5	338.1	89.9	220.2
80.0	396.6	373.1	402.5	410.5	109.1	267.3
90.0	470.6	442.8	477.7	487.1	129.5	317.2
100.0	548.5	516.0	556.7	567.7	150.9	369.7
110.0	630.0	592.7	639.5	652.1	173.4	424.7
120.0	714.9	672.6	725.7	740.0	196.7	481.9
130.0	803.1	755.6	815.2	831.3	221.0	541.4
150.0	988.8	930.3	1003.7	1023.5	272.1	666.6
200.0	1502.1	1413.3	1524.8	1554.8	413.4	1012.6
DIRECTION	SW	NE	SE	SW	N	NE

กราฟที่ 5.3

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของปล่องฯกับระยะที่เกิดความเข้มแกสฯสูงสุด ตามสภาวะอากาศไม่คงตัว



ความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุดจะมีระดับต่ำลงไปด้วย ดังจะพิจารณาได้จากกราฟ 5-1 ถ้าจะสังเกตุแล้วก็จะพบว่า ความเร็วลมที่แรงมักจะเกิดในฤดูร้อนมากกว่าฤดูอื่น รองลงมาก็เป็นฤดูฝนและหนาว โชคดีที่ในฤดูหนาว ถึงแม้จะมีโอกาสการเกิดลมอ่อนมากกว่าในฤดูอื่น แต่เมื่อเทียบกับตลอดทั้งปีก็จัดว่าน้อยมาก (ดูตาราง 2.2) ทั้งยังมีลักษณะอากาศเป็นแบบสภาวะคงตัวเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุดยังคงมีระดับต่ำ และไปเกิดในระยะไกลออกไปจากจุดปล่อยแกสกัมมันตรังสีมาก ดังจะได้กล่าวต่อไป

กรณีสภาวะอากาศคงตัว การหา σ_z ขึ้นอยู่กับระยะทางจากสมการที่ (3-31)

$$\sigma_z = 0.15\,\sigma_e\,x^{0.71}$$

และจากสมการที่ (3-34) สัมพันธ์กับ (3-36) พบว่า ค่า σ_e ในกรณีนี้มีค่าโดยประมาณ 0.4 องศา ทำให้ได้

$$\sigma_z = 0.06\,x^{0.71} \qquad (5\text{-}11)$$

แทนค่าสมการ (5-11) ในสมการ (3-27)

$$x_M = \left[\frac{H}{0.085}\right]^{1/0.71} \qquad (5\text{-}12)$$

จากสมการนี้ ค่าระยะทางความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุด ขึ้นกับความสูงของปล่องเท่านั้น มิได้เกี่ยวข้องกับความเร็วลม ยกเว้นทิศทางที่ลมพัด ซึ่งจะเป็นตัวช่วยนำให้แกสกัมมันตรังสีกระจายตัวออกไป ฉะนั้น ถ้าความสูงของปล่องโรงไฟฟ้าเป็น 65 เมตร ผลการคำนวณโดยอาศัยสมการที่ 5-12 จะได้ค่าระยะทางที่เกิดความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุด เท่ากับ 11514.9 เมตร หรือประมาณ 12 กิโลเมตร ห่างจากที่ตั้งของปล่อง จะเห็นได้ว่าระยะทางที่เกิดขึ้นกับกรณีสภาวะอากาศคงตัว การแปรปรวนของอากาศไม่เกิดขึ้นในระดับต่ำ และลมที่พัดมักจะพัดไปทางเบื้องบน โอกาสที่จะตกลงสู่พื้นจึงมีน้อย ถึงแม้ว่าผลการคำนวณจะบอกได้ว่ามีความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุดในระยะห่าง 12 กิโลเมตร จากที่ตั้ง แต่ในทางปฏิบัติแล้ว

อาจกล่าวได้ว่า ไม่ตกลงสู่พื้นเลย โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าปล่องโรงไฟฟ้าสูงมาก สังเกตุได้จากตารางที่ 5-4 หรือกราฟที่ 5-4

5.3 ลักษณะการกระจายตัวของแก๊สกัมมันตรังสี

เมื่อแก๊สกัมมันตรังสีถูกปล่อยสู่บรรยากาศ มันจะเริ่มมีการกระจายตัว โดยอาศัยลมเป็นตัวพัดพาไป ประกอบกับลักษณะสภาวะอากาศในขณะปล่อยจะช่วยให้ความเข้มแก๊สกัมมันตรังสีในที่ต่าง ๆ มีค่าสูงต่ำแตกต่างกัน ซึ่งสามารถติดตามหรือคาดการณ์ล่วงหน้าได้จากสมการที่ 3-16 แต่การใช้สมการนี้มีค่อยสะดวกนัก ถ้าหากไม่ทราบปริมาณแก๊สกัมมันตรังสี (Q) ที่ปล่อยออกมาอย่างแน่นอน จึงหลีกเลี่ยงใช้สมการที่ 3-17 โดยที่ทำให้ความเข้มแก๊สกัมมันตรังสีเป็นอัตราส่วนกับปริมาณแก๊สกัมมันตรังสีที่ปล่อยออก หรือที่เรียกว่า ต่อ 1 หน่วย (Per Unit) ปริมาณที่ปล่อยออก

$$\frac{\chi'}{Q} = \frac{\exp\left[\frac{-H^2}{2\sigma_z^2}\right]}{\pi U \sigma_y \sigma_z}$$

จะเห็นว่า ทางขวามือของสมการประกอบด้วย แฟคเตอร์ (Factor) หลายตัว โดยเฉพาะ σ_z และ σ_y ซึ่งเป็นตัวที่สำคัญที่สุด เพราะเกี่ยวข้องกับสภาพอากาศโดยตรง มีทั้งสภาวะอากาศไม่คงตัวและคงตัว รวมทั้งระยะทางที่ห่างจากที่ตั้งปล่องโรงไฟฟ้า ส่วน U และ H เป็นความเร็วลมเฉลี่ย และความสูงของปล่องโรงไฟฟ้า ค่า U นี้ ต้องมีส่วนสัมพันธ์กับค่าที่วัดได้ตามสมการที่ (3-39) ในกรณีสภาวะอากาศไม่คงตัว และใช้สมการที่ (3-38) ในกรณีคงตัว

กรณีสภาวะไม่คงตัว จากสมการที่ 5-9

$$\sigma_z = \frac{0.0315\ K\ X^{0.86}}{H^{0.25}}$$

เมื่อ $$K = \frac{23\ Z_1^{0.25}}{U_1} + 4.75\ (100)^{0.25}$$

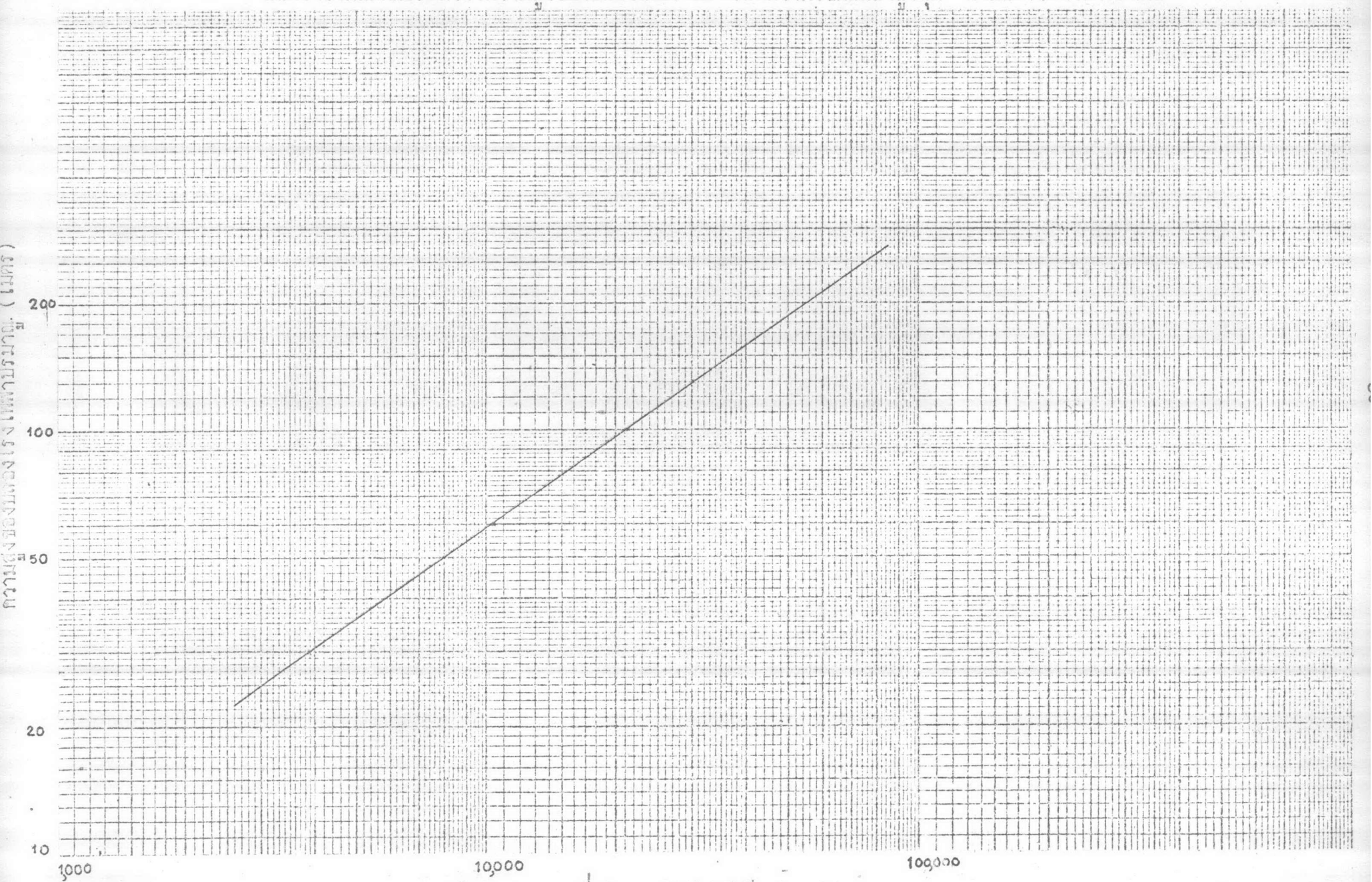
ตารางที่ 5.4
ระยะที่เกิดความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุด ตามสภาวะอากาศคงตัว

THE DISTANCE OF MAXIMUM CONCENTRATION AT ANY HEIGHT OF THE STACKS

H (M)	XMCC (M)
30.0	3884.8
40.0	5825.6
50.0	7976.9
60.0	10312.4
70.0	12813.0
80.0	15464.3
90.0	18254.7
100.0	21174.9
110.0	24217.1
120.0	27374.4
130.0	30641.2
150.0	37483.3
200.0	56209.3

กราฟที่ 5.4

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของปล่องฯกับระยะที่เกิดความเข้มแกสฯสูงสุด ตามสภาวะอากาศคงตัว



สำหรับค่า σ_y แทนค่าสมการ 5-6 ลงในสมการ (3-32)

$$\sigma_y = \frac{0.045\ K\ X^{0.86}}{H^{0.25}} \qquad (5\text{-}13)$$

นำสมการที่ (5-9) และ (5-13) ประกอบความเร็วลมเฉลี่ยและความสูงของปล่องโรงไฟฟ้าไปแทนค่าในสมการ (3-17) ก็สามารถหาค่าความเข้มแกสกัมมันตรังสีที่ระดับผิวพื้น ณ ตำแหน่งต่าง ๆ แต่อยู่ในรูปต่อ 1 หน่วย ถ้าทราบปริมาณที่ปล่อยออกจากปล่องโรงไฟฟ้าที่แน่นอน ก็จะทราบความเข้มแกสกัมมันตรังสีที่ระดับผิวพื้นในหน่วย คูรี่/ลูกบาศก์เมตร ในที่นี้ ความสูงที่ถูกพิจารณาเป็นตัวอย่างการคำนวณ คือ ระดับความสูง 65 เมตร ส่วนความเร็วลมใช้ความเร็วลมเฉลี่ยที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งที่สุด (U_1) 4.37 เมตร/วินาที ณ ระดับความสูง (Z_1) 91.44 เมตร สำหรับระยะทางเลือกที่ระยะ 500 เมตร ห่างจากที่ตั้งปล่องโรงไฟฟ้าทำให้หาค่า λ/Q ได้เท่ากับ 0.704×10^{-5} วินาที/ลูกบาศก์เมตร สมมุติว่าทราบปริมาณแกสกัมมันตรังสีที่ปล่อยออกมา (Q) มีค่าเป็น 0.1 คูรี่/วินาที จะทราบว่าความเข้มแกสกัมมันตรังสีที่ระดับผิวพื้น ระยะ 500 เมตร มีค่าเท่ากับ 0.704 ไมโครคูรี่/ลบ.เมตร ค่านี้ต่ำกว่าค่ามาตรฐานความปลอดภัยในเรื่องการยอมให้มีสารกัมมันตรังสีในอากาศ ดังตารางที่ 4.2

สำหรับค่าอื่น ๆ สามารถดูได้จากตารางที่ 5-5 โดยเลือกเอาความสูงของปล่อง บางค่าที่มีระดับเกิน 65 เมตร มาพิจารณาการกระจายตัวของแกสกัมมันตรังสี เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นชัดว่า ความเข้มแกสกัมมันตรังสี ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ตามแนวของทิศทางลมมีแนวโน้มลดลง ถ้าความสูงของปล่องสูงขึ้น (กราฟที่ 5-5)

นอกจากจะมีการกระจายตัวตามแนวของทิศทางลม (แกนสมมุติ $y = 0$) ยังมีการกระจายตัวของความเข้มแกสกัมมันตรังสี ตามแนวขวางทิศทางลม (แกนสมมุติ $y \pm 0$) และจะเกิดขึ้นทุก ๆ ระยะที่แกสกัมมันตรังสีแผ่ออกไป แต่ควรพิจารณาที่สุดคือ ณ ตำแหน่งที่เกิดค่าความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุด ในแต่ละความสูง

ตารางที่ 5.5

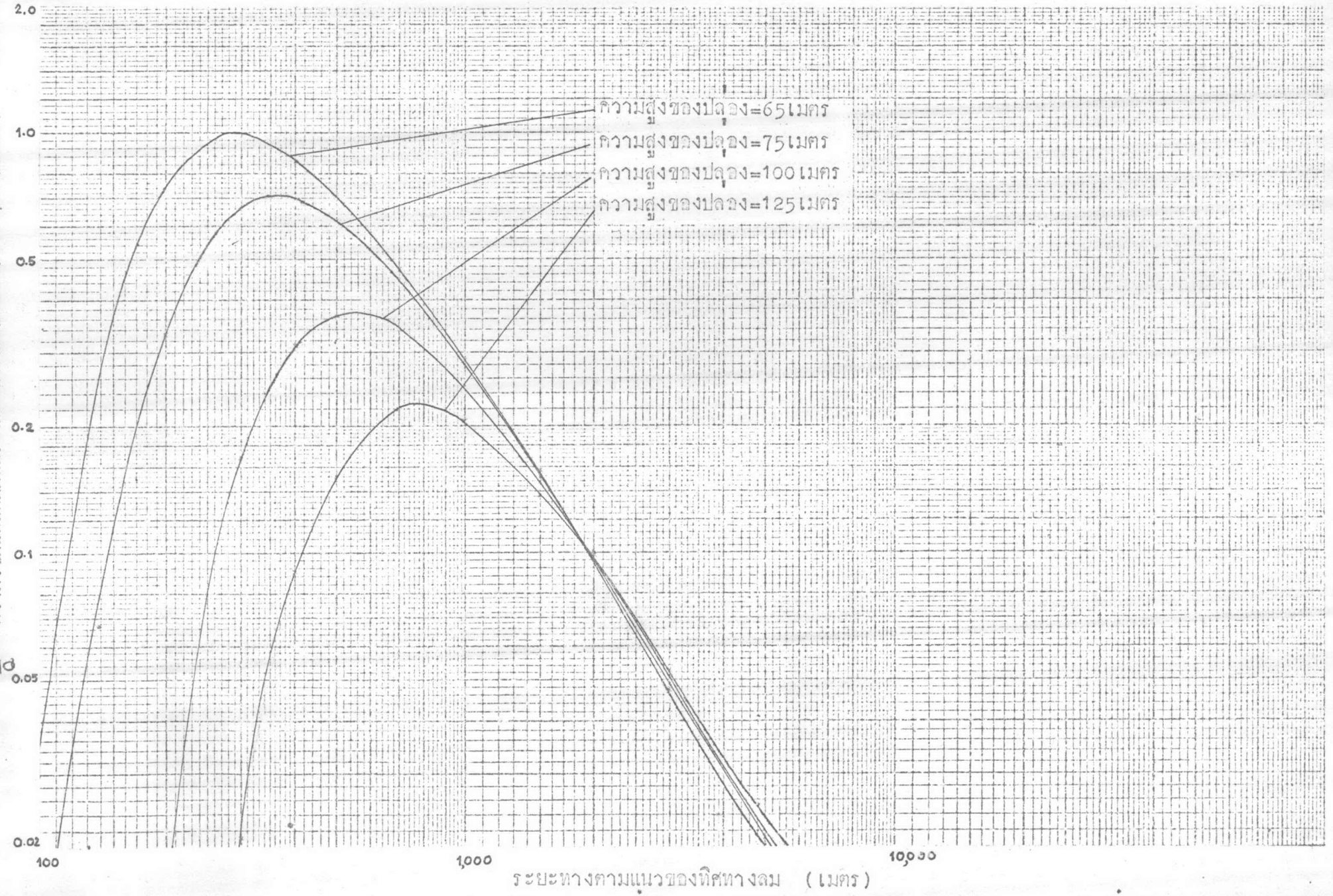
การกระจายตัวของแกสกัมมันตรังสี ตามแนวของทิศทางลม เมื่อสภาวะอากาศไม่คงตัว

THE CONCENTRATION AT ANY DISTANCE, DOWN WIND, FOR SPECIFYING THE HEIGHT OF THE STACK AND USING SPEED 4.37M/S AS MEAN WIND VELOCITY.

X (M)	H= 65.0M CONC*10^{-5} (S/CU.M)	H= 75.0M CONC*10^{-5} (S/CU.M)	H=100.0M CONC*10^{-5} (S/CU.M)	H=125.0M CONC*10^{-5} (S/CU.M)
100.0	.029	.002	.000	.000
200.0	.736	.332	.019	.000
300.0	.966	.662	.167	.021
400.0	.857	.691	.307	.090
500.0	.704	.615	.362	.159
700.0	.471	.443	.340	.220
1000.0	.282	.278	.249	.202
1500.0	.149	.151	.148	.137
2000.0	.093	.095	.097	.094
3000.0	.047	.049	.051	.052
5000.0	.020	.021	.022	.023

กราฟที่ 5.5

แสดงการกระจายตัวของแกสกัมมันตรังสี ตามแนวของทิศทางลม เมื่อสภาวะอากาศไม่คงตัว

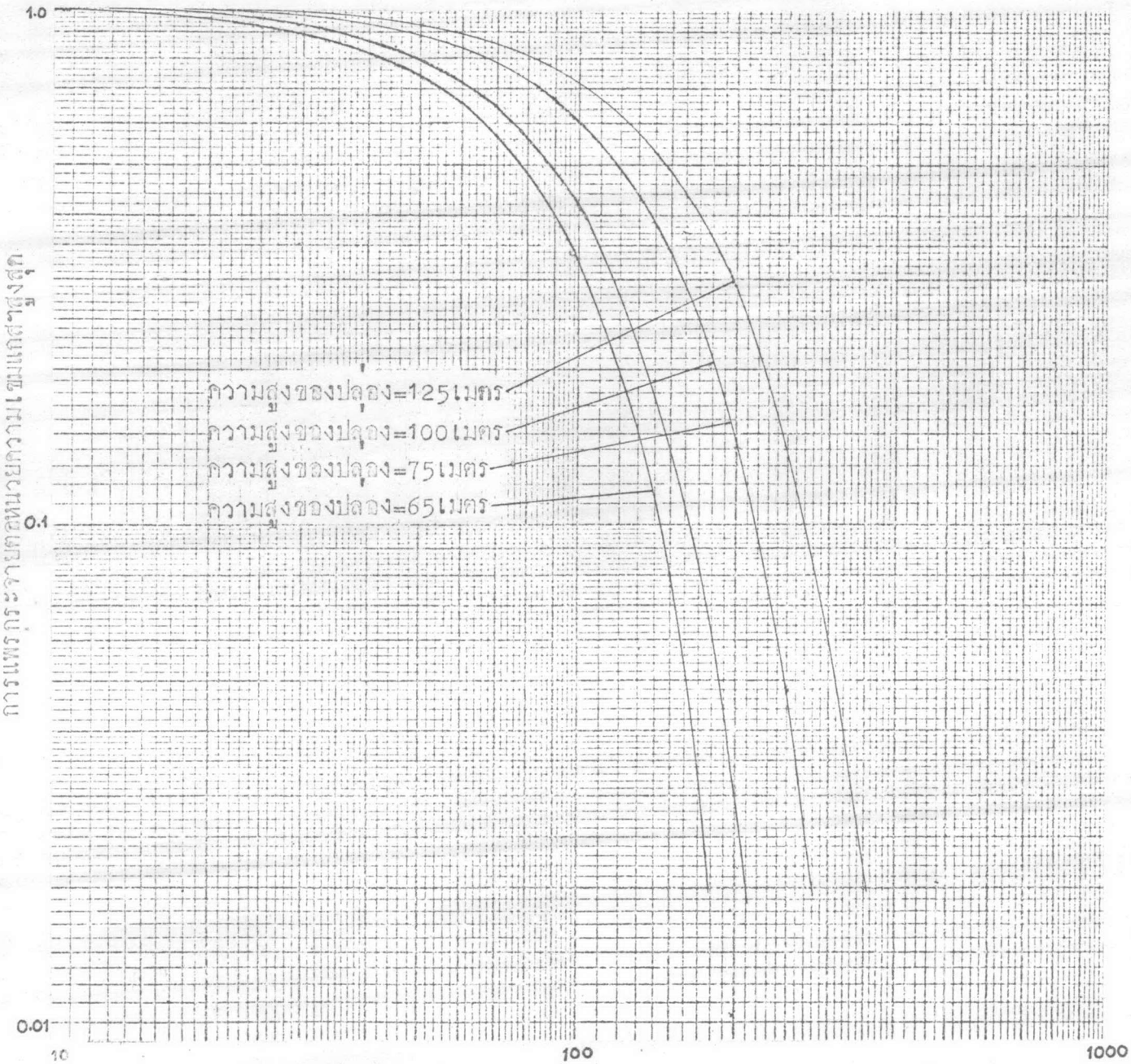


ตารางที่ 5.6
การกระจายตัวของแกสกัมมันตรังสี ตามแนวขวางทิศทางลม เมื่อสภาวะอากาศไม่คงตัว

THE CROSS WIND CONCENTRATIONS WITH SPECIFYING THE MAXIMUM PIONT FROM THE HEIGHT OF THE STACKS, USING MEAN WIND SPEED 4.37 M/S

POS,NEG Y (M)	H= 65.0M XMCC= 295.0M PUCC	H= 75.0M XMCC= 360.0M PUCC	H=100.0M XMCC= 550.0M PUCC	H=125.0M XMCC= 760.0M PUCC
.0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
25.0	.9323	.9468	.9700	.9807
50.0	.7556	.8034	.8852	.9248
75.0	.5322	.6111	.7601	.8387
100.0	.3259	.4167	.6140	.7315
150.0	.0803	.1395	.3338	.4949
200.0	.0113	.0301	.1422	.2364
250.0	.0009	.0042	.0475	.1417
300.0	.0000	.0004	.0124	.0600
400.0	.0000	.0000	.0004	.0067

กราฟที่ 5.6 แสดงการกระจายตัวของแกสกัมมันตรังสี
ต่อความเข้มแก๊สกัมมันตรังสีสูงสุด ตามแนวขวางทิศทางลม เมื่อสภาวะอากาศไม่คงตัว



ของปล่อง โดยใช้สมการที่ (3-19) เมื่อ y มีค่าได้ทั้งบวกและลบ ผลที่ได้ปรากฏในตารางที่ 5-6 และกราฟที่ 5-6

พิจารณาสภาวะอากาศคงตัว ในหัวข้อที่ 5-2 ความเร็วลมมิได้มีผลให้เห็นได้ชัดเจนต่อระยะทางที่เกิดความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุด เพราะค่าที่ใช้ในการคำนวณเป็นค่าประมาณที่เกือบคงที่เสมอ (ตามหัวข้อ 3.3) ถึงแม้จะเปลี่ยนแปลงไปบ้างตามความเร็วลม แต่ก็ถือว่ามีค่าน้อย ผลจึงปรากฏดังกล่าว ในที่นี้เมื่อต้องศึกษาลักษณะการกระจายตัว ซึ่งไม่จำกัดว่าเป็นเฉพาะความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุด ความเร็วลมจึงถูกนำมาเกี่ยวข้อง เช่นเดียวกับกรณีสภาวะอากาศไม่คงตัว ดังสมการที่ 3-17 ต่างกันตรงการพิจารณาค่า σ_z และ σ_y ที่ต้องเป็นไปตามแบบสภาวะอากาศคงตัว

จากสมการที่ (5-11) สามารถนำค่า σ_z มาใช้ได้ โดย

$$\sigma_z = 0,06\ x^{0.71}$$

สำหรับค่า σ_y ต้องใช้สมการ (3-30) ประกอบกับค่า σ_a ประมาณ 2.0 องศา ในกรณีสภาวะอากาศคงตัว ดังนั้น

$$\sigma_y = 0.3\ x^{0.71} \qquad (5\text{-}14)$$

เพื่อใช้ในการศึกษาลักษณะการกระจายตัวตามแนวของทิศทางลม ซึ่งค่าที่ใช้เป็นค่าที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด และขณะเดียวกันก็เป็นค่าเดียวกับที่ใช้ในกรณีสภาวะอากาศไม่คงตัว คือ 4.37 เมตร/วินาที ที่ระดับความสูง 91.44 เมตร โดยใช้สมการที่ (3-38) เพื่อหาความเร็วลม ณ ระดับความสูงของปล่องที่แท้จริง ผลที่ได้ประกอบกับสมการ (5-11) กับ (5-14) แทนค่าในสมการ (3-17) และสมมุติว่าเลือกปล่องสูง 65 เมตร ระยะที่พิจารณา 20,000 เมตร จากที่ตั้งปล่องโรงไฟฟ้า ทำให้ค่า χ/Q ได้เท่ากับ 0.237×10^{-5} วินาที/ลบ.เมตร ถ้าปริมาณแกสกัมมันตรังสีที่ปล่อยออกเป็น 0.1 คูรี่/วินาที ความเข้มแกสกัมมันตรังสี จะมีค่า 0.237 ไมโครคูรี่/ลบ. เมตร ส่วนในค่าอื่น ๆ สามารถดูได้จาก

ตารางที่ 5-7 หรือกราฟที่ 5-7 นอกจากนี้การกระจายตัวของแกสกัมมันตรังสีตามแนวขวางทิศทางลม ก็ใช้วิธีการเช่นเดียวกับกรณีสภาวะอากาศไม่คงตัว ต่างกันตรง σ_y ผลที่ได้ดังตารางที่ 5-8 และกราฟที่ 5-8

ตารางที่ 5.7

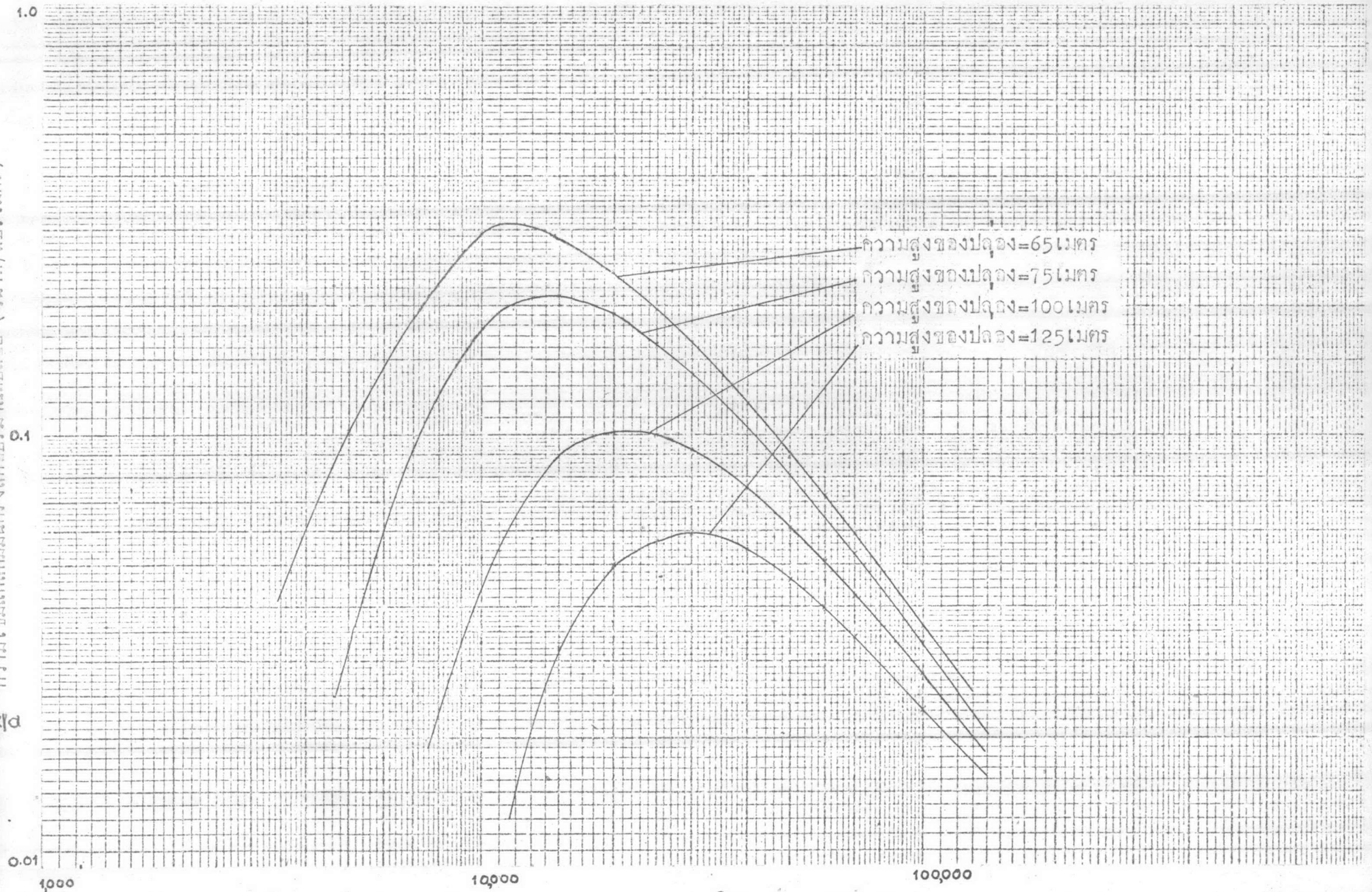
การกระจายตัวของแกสกัมมันตรังสี ตามแนวของทิศทางลม เมื่อสภาวะอากาศคงตัว

THE CONCENTRATION AT ANY DISTANCE, DOWN WIND, FOR SPECIFYING THE HEIGHT OF THE STACK AND USING SPEED 4.37M/S AS MEAN WIND VELOCITY.

X (M)	H= 65.0M CONC*10^{-5} (S/CU.M)	H= 75.0M CONC*10^{-5} (S/CU.M)	H=100.0M CONC*10^{-5} (S/CU.M)	H=125.0M CONC*10^{-5} (S/CU.M)
1000.0	.000	.000	.000	.000
2000.0	.000	.000	.000	.000
5000.0	.101	.032	.001	.000
10000.0	.294	.182	.044	.008
15000.0	.283	.210	.089	.032
20000.0	.237	.190	.102	.050
25000.0	.196	.163	.100	.057
30000.0	.163	.139	.092	.059
40000.0	.118	.104	.075	.054
50000.0	.090	.080	.061	.046
60000.0	.072	.064	.051	.040
70000.0	.059	.053	.042	.034
80000.0	.049	.045	.036	.030
90000.0	.042	.038	.031	.026
100000.0	.036	.033	.028	.023

กราฟที่ 5.7

แสดงการแพร่กระจายตัวของแกสกัมมันตรังสี ตามแนวของทิศทางลม เมื่อสภาวะอากาศคงตัว



ตารางที่ 5.8

การกระจายตัวของแกสกัมมันตรังสี ตามแนวขวางทิศทางลม เมื่อสภาวะอากาศคงตัว

THE CROSS WIND CONCENTRATIONS WITH SPECIFYING THE MAXIMUM PIONT FROM THE HEIGHT OF THE STACKS, USING MEAN WIND SPEED 4.37 M/S

POS,NEG Y (M)	H= 65.0M XMCC=11500.M PUCC	H= 75.0M XMCC=14000.M PUCC	H=100.0M XMCC=21200.M PUCC	H=125.0M XMCC=28500.M PUCC
.0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
25.0	.9941	.9955	.9975	.9984
50.0	.9765	.9822	.9901	.9935
75.0	.9479	.9603	.9778	.9854
100.0	.9092	.9305	.9609	.9741
150.0	.8072	.8505	.9141	.9427
200.0	.6834	.7498	.8524	.9004
250.0	.5516	.6377	.7791	.8488
300.0	.4246	.5232	.6981	.7897
400.0	.2181	.3161	.5279	.6572

กราฟที่ 5.8 แสดงการกระจายตัวของแกสกัมมันตรังสี
ต่อความเข้มแกสกัมมันตรังสีสูงสุด ตามแนวขวางทิศทางลม เมื่อสภาวะอากาศคงตัว