

บทที่ 4

ผลจากการผสมผสานค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในและลักษณะทางเรขาคณิตของ Atrium

ดังที่ได้มีกล่าวไปก่อนหน้านี้ว่า ลักษณะการส่องสว่างที่เกิดขึ้นใน Atrium เป็นผลจากปัจจัย 3 ประการที่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ ปริมาณและทิศทางของแสงธรรมชาติที่ได้รับ คุณสมบัติในการสะท้อนแสงของพื้นผิว และลักษณะรูปทรงของ Atrium ดังนั้นรูปจำลองที่ถูกนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นการรวมปัจจัย 3 ประการที่เป็นตัวแปรในการศึกษาเข้าด้วยกัน ลักษณะของแสงธรรมชาติที่ถูกเลือกมาใช้ในการทดลอง คือ แสงกระจาย (Diffused light) ซึ่งทำการทดลองภายในห้องจำลองสภาพท้องฟ้า (Skydome) ค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวประกอบด้วยค่าการสะท้อนใน 4 ช่วง คือ กระดาษสีเทาผิวเรียบด้านมีค่าการสะท้อน 24% กระดาษสีเนื้ออ่อนผิวเรียบด้านมีค่าการสะท้อน 45% กระดาษสีขาวหม่น (กระดาษอาร์ตการ์ด) ผิวเรียบด้านมีค่าการสะท้อน 64% และกระดาษสีขาว (กระดาษ 100-ปอนด์เรียบพิเศษ) ผิวเรียบด้านมีค่าการสะท้อน 76% กำหนดให้เป็นตัวแทนของพื้นผิวภายในที่มีค่าการสะท้อน 20% 40% 60% และ 80% ตามลำดับ ส่วนลักษณะรูปทรงของ Atrium ประกอบด้วยรูปทรง 3 แบบ คือ Atrium ที่มีผนังทึบวงกลม ผนังสีเหลี่ยมจัตุรัส (PAR = 1) และผนังสีเหลี่ยมผืนผ้า (PAR = 0.5) ที่มีความลึก 4 ช่วง (SAR = 1 2 3 และ 4)

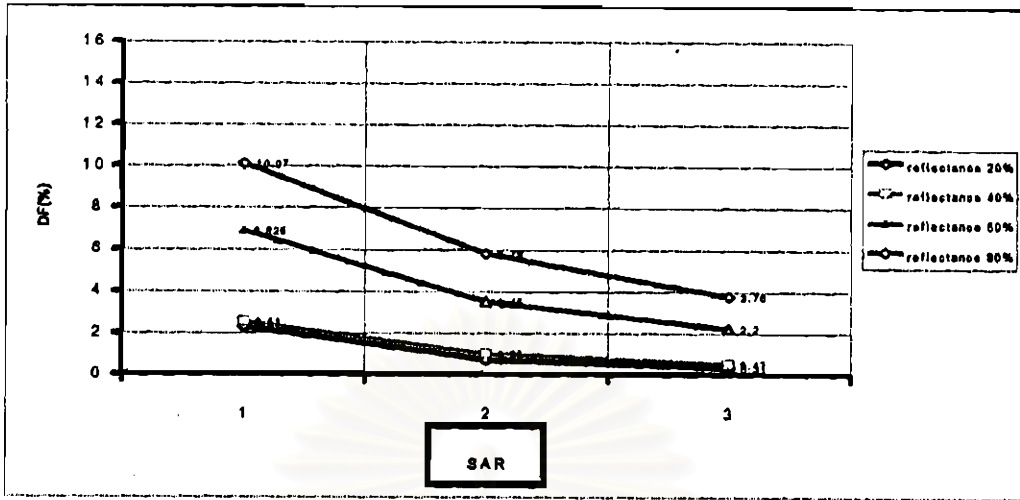
ผลรวมที่เกิดจากตัวแปรทั้งสามเกิดจากติดตั้งค่าการสะท้อนที่ผิวภายใน พื้น และผนังตลอดแนวความสูงของ Atrium การวัดค่าความส่องสว่างวัดที่ระดับพื้น โดยกระทำอย่างสม่ำเสมอและเป็นระเบียบด้วยระบบตารางตามแนวแกนของผนัง (Grid system) เพื่อหาผลที่เกิดขึ้นจากการรวมทิศทางของแสงธรรมชาติ ค่าการสะท้อนของพื้นผิว และรูปทรงของ Atrium เข้าด้วยกัน

หัวข้อการทดลองที่ตั้งขึ้นเพื่อหาข้อสรุป ตัวแปรที่ทำการทดสอบและขั้นตอนดำเนินการทดลอง รวมทั้งผลการทดลอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

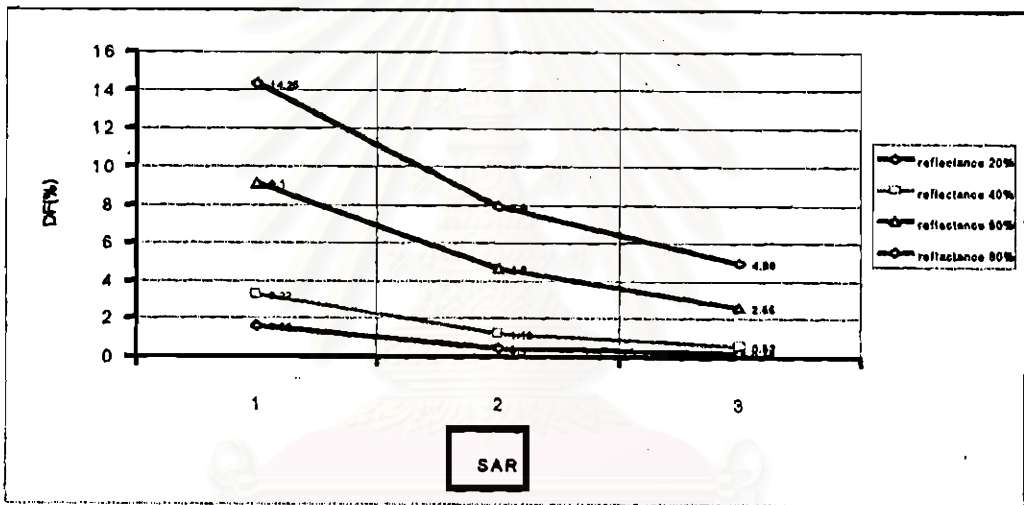
4.1 อิทธิพลของค่าการสะท้อนของพื้นผิวและลักษณะของรูปทรง

การจับกลุ่มทดสอบต่อไปนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาผลของความสัมพันธ์ระหว่างการสะท้อนและรูปทรงต่างๆของ Atrium ผลที่ได้แสดงอยู่ในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจาก IRC คือ ค่าความต่างของ DF ในรูปของระดับของค่า DF ที่เกิดขึ้น และแนวโน้มที่อาจจะเป็น

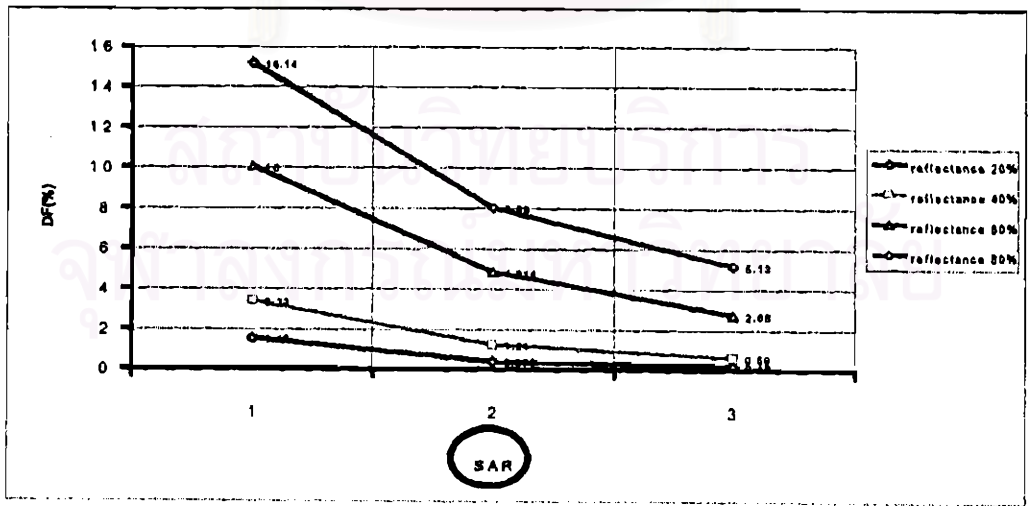
พื้นผิวภายในที่มีค่าการสะท้อน 20% 40% 60% และ 80% ลักษณะรูปทรงของ Atrium ทั้ง 3 แบบ ถูกนำมาศึกษาเพื่อหาอัตราของค่า DF ที่เกิดขึ้น



(ก)



(ข)



(ค)

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรง ค่า DF ค่า SAR และค่าการสะท้อนแสงที่ระดับต่างๆ
 (ก) Well มังที่บสีเหลี่ยมผืนผ้า (ข) Well มังที่บสีเหลี่ยมจัตุรัส (ค) Well มังที่บวงกลม

4.1.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนและค่า Section Aspect Ratio (SAR) ของแต่ละรูปทรง

Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

จากแผนภูมิที่ 4.1 (ก) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า DF ณ จุดกึ่งกลางของพื้น ค่า SAR และค่าการสะท้อนภายในที่ระดับต่างๆของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าพบว่าการเพิ่มค่าการสะท้อนภายในช่วยเพิ่มค่า DF โดยมีรายละเอียดดังนี้

- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 1 ค่าการสะท้อนภายใน ที่ให้ค่า DF จากต่ำที่สุดไปสูงที่สุด คือ ค่าการสะท้อน 20% 40% 60% และ 80% โดยให้ค่า DF เท่ากับ 2.27% 2.51% 6.825% และ 10.07% ตามลำดับ มีช่วงกว้างของค่าการเปลี่ยนแปลง DF ที่เพิ่มขึ้น 7.8% และจากการกำหนดค่า DF ใช้งานขั้นต่ำไว้ที่ 2% นั้น พบว่าระดับค่าการสะท้อนภายในที่ใช้ทำการทดลองที่ให้ค่า DF ถึงระดับที่กำหนด คือ ค่าการสะท้อน 20% 40% 60% และ 80%
- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 2 ค่าการสะท้อนภายใน ที่ให้ค่า DF จากต่ำที่สุดไปสูงที่สุด คือ ค่าการสะท้อน 20% 40% 60% และ 80% โดยให้ค่า DF เท่ากับ 0.67% 0.95% 3.45% และ 5.78% ตามลำดับ มีช่วงกว้างของค่าการเปลี่ยนแปลง DF ที่เพิ่มขึ้น 5.11% และจากการกำหนดค่า DF ใช้งานขั้นต่ำไว้ที่ 2% นั้น พบว่าระดับค่าการสะท้อนภายในที่ใช้ทำการทดลองที่ให้ค่า DF ถึงระดับที่กำหนด คือ ค่าการสะท้อน 60% และ 80%
- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 3 ค่าการสะท้อนภายใน ที่ให้ค่า DF จากต่ำที่สุดไปสูงที่สุด คือ ค่าการสะท้อน 20% 40% 60% และ 80% โดยให้ค่า DF เท่ากับ 0.31% 0.47% 2.20% และ 3.76% ตามลำดับ มีช่วงกว้างของค่าการเปลี่ยนแปลง DF ที่เพิ่มขึ้น 3.45% และจากการกำหนดค่า DF ใช้งานขั้นต่ำไว้ที่ 2% นั้น พบว่าระดับค่าการสะท้อนภายในที่ใช้ทำการทดลองที่ให้ค่า DF ถึงระดับที่กำหนด คือ ค่าการสะท้อน 60% และ 80%

Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

จากแผนภูมิที่ 4.1 (ข) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า DF ณ จุดกึ่งกลางของพื้น ค่า SAR และค่าการสะท้อนภายในที่ระดับต่างๆของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสพบว่าการเพิ่มค่าการสะท้อนภายในช่วยเพิ่มค่า DF โดยมีรายละเอียดดังนี้

- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 1 ค่าการสะท้อนภายใน ที่ให้ค่า DF จากต่ำที่สุดไปสูงที่สุด คือ ค่าการสะท้อน 20% 40% 60% และ 80% โดยให้ค่า DF เท่ากับ 1.56% 3.22% 9.10% และ 14.25% ตามลำดับ มีช่วงกว้างของค่าการเปลี่ยนแปลง DF ที่เพิ่มขึ้น 12.69% และจากการกำหนดค่า DF ใช้งานขั้นต่ำไว้ที่ 2% นั้น พบว่าระดับค่าการสะท้อนภายในที่ใช้ทำการทดลองที่ให้ค่า DF ถึงระดับที่กำหนด คือ ค่าการสะท้อน 40% 60% และ 80%

- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 2 ค่าการสะท้อนภายใน ที่ให้ค่า DF จากต่ำที่สุดไปสูงที่สุด คือ ค่าการสะท้อน 20% 40% 60% และ 80% โดยให้ค่า DF เท่ากับ 0.40% 1.13% 4.60% และ 7.90% ตามลำดับ มีช่วงกว้างของค่าการเปลี่ยนแปลง DF ที่เพิ่มขึ้น 7.50% และจากการกำหนดค่า DF ใช้งานขั้นต่ำไว้ที่ 2% นั้น พบว่าระดับค่าการสะท้อนภายในที่ใช้ทำการทดลองที่ให้ค่า DF ถึงระดับที่กำหนด คือ ค่าการสะท้อน 60% และ 80%
- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 3 ค่าการสะท้อนภายใน ที่ให้ค่า DF จากต่ำที่สุดไปสูงที่สุด คือ ค่าการสะท้อน 20% 40% 60% และ 80% โดยให้ค่า DF เท่ากับ 0.16% 0.53% 2.55% และ 4.89% ตามลำดับ มีช่วงกว้างของค่าการเปลี่ยนแปลง DF ที่เพิ่มขึ้น 4.73% และจากการกำหนดค่า DF ใช้งานขั้นต่ำไว้ที่ 2% นั้น พบว่าระดับค่าการสะท้อนภายในที่ใช้ทำการทดลองที่ให้ค่า DF ถึงระดับที่กำหนด คือ ค่าการสะท้อน 60% และ 80%

Well รูปทรงวงกลม

จากแผนภูมิที่ 4.1 (ค) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า DF ณ จุดกึ่งกลางของพื้น ค่า SAR และค่าการสะท้อนภายในที่ระดับต่างๆของ Well รูปทรงวงกลมพบว่าการเพิ่มค่าการสะท้อนภายในช่วยเพิ่มค่า DF โดยมีรายละเอียดดังนี้

- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 1 ค่าการสะท้อนภายใน ที่ให้ค่า DF จากต่ำที่สุดไปสูงที่สุด คือ ค่าการสะท้อน 20% 40% 60% และ 80% โดยให้ค่า DF เท่ากับ 1.48% 3.33% 10.00% และ 15.14% ตามลำดับ มีช่วงกว้างของค่าการเปลี่ยนแปลง DF ที่เพิ่มขึ้น 13.66% และจากการกำหนดค่า DF ใช้งานขั้นต่ำไว้ที่ 2% นั้น พบว่าระดับค่าการสะท้อนภายในที่ใช้ทำการทดลองที่ให้ค่า DF ถึงระดับที่กำหนด คือ ค่าการสะท้อน 40% 60% และ 80%
- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 2 ค่าการสะท้อนภายใน ที่ให้ค่า DF จากต่ำที่สุดไปสูงที่สุด คือ ค่าการสะท้อน 20% 40% 60% และ 80% โดยให้ค่า DF เท่ากับ 0.375% 1.21% 4.814% และ 7.18% ตามลำดับ มีช่วงกว้างของค่าการเปลี่ยนแปลง DF ที่เพิ่มขึ้น 6.805% และจากการกำหนดค่า DF ใช้งานขั้นต่ำไว้ที่ 2% นั้น พบว่าระดับค่าการสะท้อนภายในที่ใช้ทำการทดลองที่ให้ค่า DF ถึงระดับที่กำหนด คือ ค่าการสะท้อน 60% และ 80%
- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 3 ค่าการสะท้อนภายใน ที่ให้ค่า DF จากต่ำที่สุดไปสูงที่สุด คือ ค่าการสะท้อน 20% 40% 60% และ 80% โดยให้ค่า DF เท่ากับ 0.18% 0.59% 2.68% และ 5.13% ตามลำดับ มีช่วงกว้างของค่าการเปลี่ยนแปลง DF ที่เพิ่มขึ้น 4.95% และจากการกำหนดค่า DF ใช้งานขั้นต่ำไว้ที่ 2% นั้น พบว่าระดับค่าการสะท้อนภายในที่ใช้ทำการทดลองที่ให้ค่า DF ถึงระดับที่กำหนด คือ ค่าการสะท้อน 60% และ 80%

สรุปผลการทดลองจากกราฟ

ปริมาณค่า DF ที่จุดกึ่งกลางพื้นที่ของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ณ ค่า SAR ที่ระดับต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงค่า DF อันเนื่องมาจากค่าการสะท้อนของพื้นผิวภายในน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบลักษณะของ Well ทั้ง 3 รูปทรง

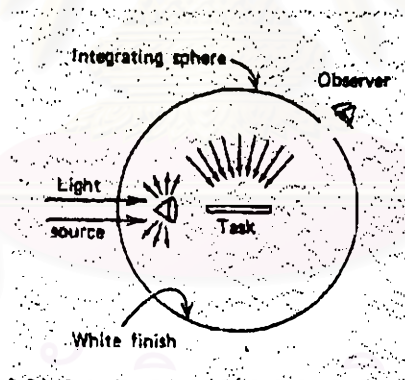
Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสและวงกลม เป็นลักษณะของรูปทรงที่ได้รับอิทธิพลจากค่าการสะท้อนของพื้นผิวภายในสูง โดยมีระดับค่า DF ที่จุดกึ่งกลางพื้นที่ใกล้เคียงกัน และสามารถสรุปเป็นหลักการเบื้องต้นสำหรับ Well ทั้ง 3 รูปทรงได้ว่า เมื่อ Well มีค่า SAR เท่ากับ 1 เพื่อให้มีค่า DF ตามที่กำหนด ควรค่าการสะท้อนของพื้นผิวภายใน 40% ขึ้นไป เมื่อมีค่า SAR เท่ากับ 2 และ 3 ควรค่าการสะท้อนของพื้นผิวภายใน 60% ขึ้นไป

อีกข้อสังเกตหนึ่ง que แสดงให้เห็นในกราฟ คือ Well ทั้ง 3 รูปทรงเมื่อมีค่า SAR เท่ากับ 2 และ 3 และพื้นผิวภายในอยู่ในช่วงที่มีค่าการสะท้อนต่ำ หรือน้อยกว่า 40% การเปลี่ยนแปลงค่าการสะท้อนในช่วงดังกล่าวมีผลต่อระดับค่า DF จุดกึ่งกลางพื้นที่น้อยมาก (ตารางที่ 4.1) สาเหตุของปรากฏการณ์ดังกล่าวเนื่องมาจาก เมื่อผนังมีค่าการสะท้อนในช่วงต่ำ ขณะที่ Well มีความสูงเพิ่มขึ้นแสงที่ผ่านเข้ามาจากทางช่องแสงด้านบนตกกระทบผนังหลายๆครั้งก่อนที่จะถึงระดับพื้นด้านล่าง ลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดการดูดกลืนแสงในสัดส่วนที่มากกว่าการสะท้อนและกระจายแสง ดังนั้น Well จึงไม่มีลักษณะของการเป็น Integrating sphere (รูปที่ 4.2) คือ การที่แสงภายนอกถูกนำเข้ามาแล้วกระจายออกไปสู่อวกาศภายในห้องโดยตัวกระจายแสง ประสิทธิภาพของแสงภายในขึ้นกับค่าการสะท้อนและลักษณะการสะท้อนที่เกิดขึ้นจากผนัง โดยหลักการแล้วหากเป็นผนังทาสีขาวก็จะได้ปริมาณการส่องสว่างที่สม่ำเสมอ สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ นำแสงภายนอกเข้ามาให้มากที่สุดและเลือกใช้พื้นผิวที่ทำให้เกิดการสะท้อนแบบกระจายอย่างสม่ำเสมอที่สุด (Stein และ Reynolds, 1992)

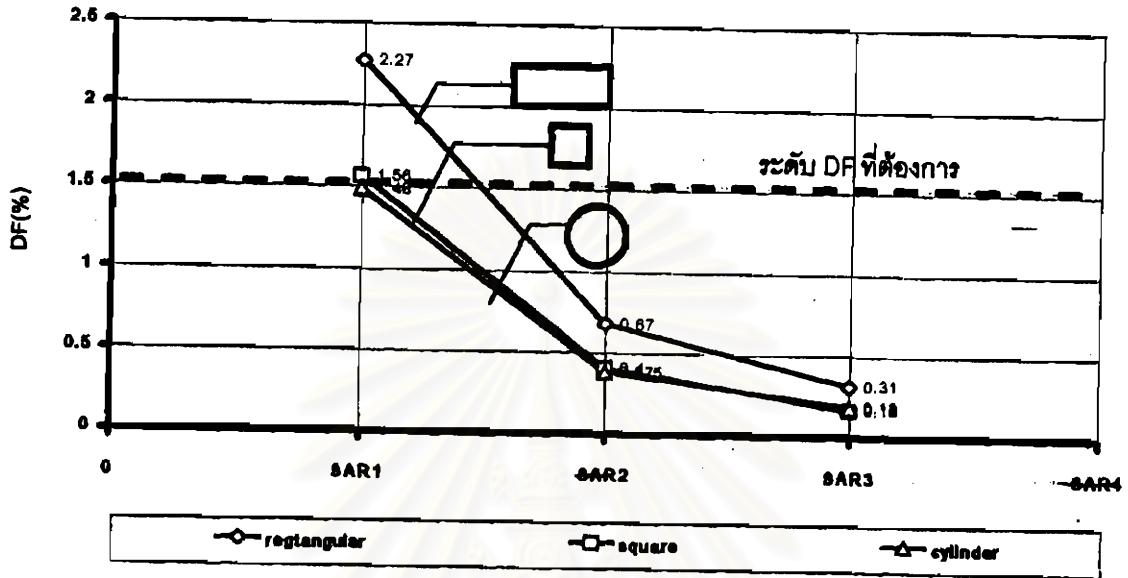
เมื่อ Well ไม่มีลักษณะของการเป็น Integrating sphere ปริมาณแสงที่ได้รับจึงมีเพียงแสงจาก Solid angle ของช่องแสงด้านบนที่เปิดสู่ห้องฟ้า ดังนั้นถึงแม้จะเพิ่มระดับค่าการสะท้อนให้มากขึ้น แต่หากไม่ใช่ระดับที่มากพอก็จะมีผลกระทบน้อยมากต่อระดับค่า DF จุดกึ่งกลางพื้นที่ หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อ Well มีค่า SAR เท่ากับ 2 และ 3 และพื้นผิวภายในอยู่ในช่วงที่มีค่าการสะท้อนต่ำ หรือน้อยกว่า 40% ในกรณีของตัวแปรที่ทำการศึกษานี้ สิ่งที่มีผลต่อระดับค่า DF ณ จุดกึ่งกลางพื้นที่ คือ สัดส่วนค่า SAR และลักษณะของรูปทรงเท่านั้น

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า DF ของ Well แต่ละประเภทเมื่อมีค่าการสะท้อนภายในต่ำ

รูปทรงผิวด้านของ Well	ค่า DF(%) ณ จุดกึ่งกลาง					
	SAR 2			SAR 3		
	20%(R)	40%(R)	ค่าต่างDF	20%(R)	40%(R)	ค่าต่างDF
สี่เหลี่ยมผืนผ้า	0.67	0.95	0.28	0.31	0.47	0.16
สี่เหลี่ยมจัตุรัส	0.40	1.13	0.73	0.16	0.53	0.37
วงกลม	0.375	1.21	0.835	0.18	0.59	0.41



รูปที่ 4.1 รูปแสดงการส่องสว่างโดยใช้สภาพแวดล้อม (Sphere Illumination) ด้วยการสะท้อนแสงแบบกระจายจากผนังภายในของ Integrating sphere



แผนภูมิที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสำคัญของรูปทรงต่อปริมาณแสงที่ทำการสะท้อน 20%

4.1.2 การวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ค่า DF ระหว่างลักษณะรูปทรงของ Well

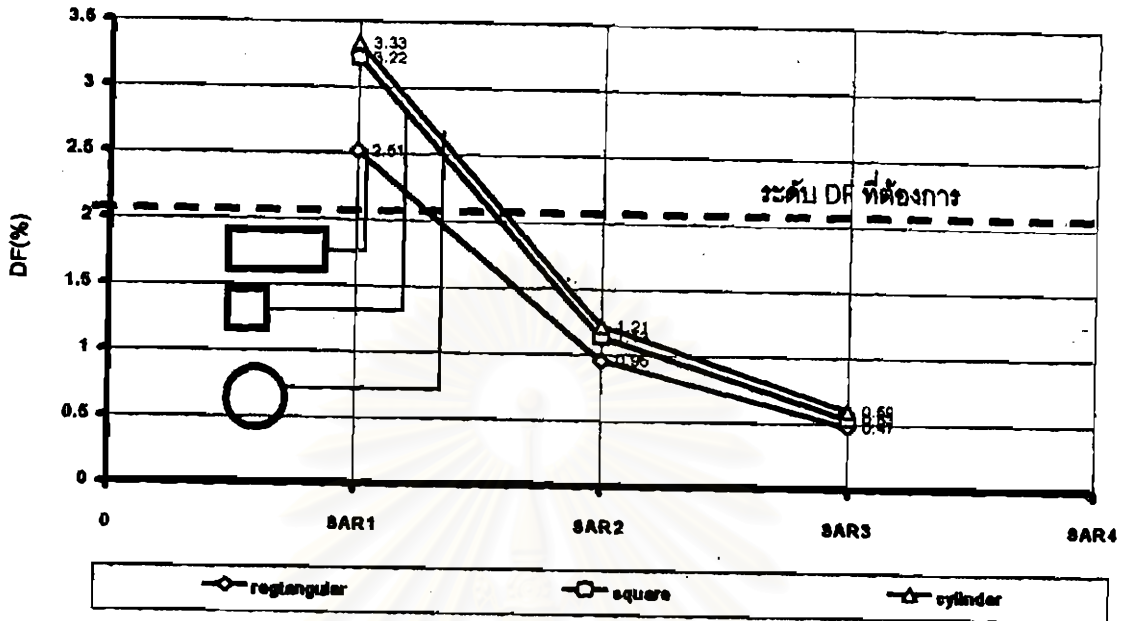
ค่าการสะท้อน 20%

จากแผนภูมิที่ 4.2 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Daylight factor (DF) ที่ทำการวัด ณ จุดกึ่งกลางของพื้นที่ Section aspect ratio (SAR) และลักษณะของรูปทรงของ Well ที่ค่าการสะท้อน 20% พบว่าทุกรูปทรงเมื่อมีค่า SAR เพิ่มขึ้น จะมีค่า DF ลดลง อิทธิพลของรูปทรงจะมีผลมากที่สุดเมื่อ Well มี SAR เท่ากับ 1 คือมีช่วงความแตกต่างของ DF กว้างที่สุด และเมื่อ Well มี SAR เท่ากับ 3 จะมีช่วงความแตกต่างของ DF น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับค่า Daylight factor ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ที่ 2% มีเงื่อนไขเดียวเท่านั้นที่มีค่า Daylight factor เพียงพอ คือ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ SAR 1 คือเท่ากับ 2.27%

ในการพิจารณาที่ SAR แต่ละจุดพบว่า

- ที่ SAR 1 มีค่า DF เท่ากับ 2.27% 1.56% และ 1.48% วัดได้จากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลม ตามลำดับ มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 0.79 %
- ที่ SAR 2 มีค่า DF เท่ากับ 0.67% 0.4% และ 0.375% วัดได้จากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลม ตามลำดับ มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 0.295 %
- ที่ SAR 3 มีค่า DF เท่ากับ 0.31% 0.16% และ 0.18% วัดได้จากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลม ตามลำดับ มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 0.2 %

นั่นคือ ทุกค่า SAR ณ ค่าการสะท้อนแสง 20% นั้น รูปทรงที่มีค่า DF มากที่สุด คือ รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ส่วนรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลมให้ค่า DF ที่ใกล้เคียงกัน



แผนภูมิที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสำคัญขงรูปทรงต่อปริมาณแสงที่ค่าการสะท้อน 40%

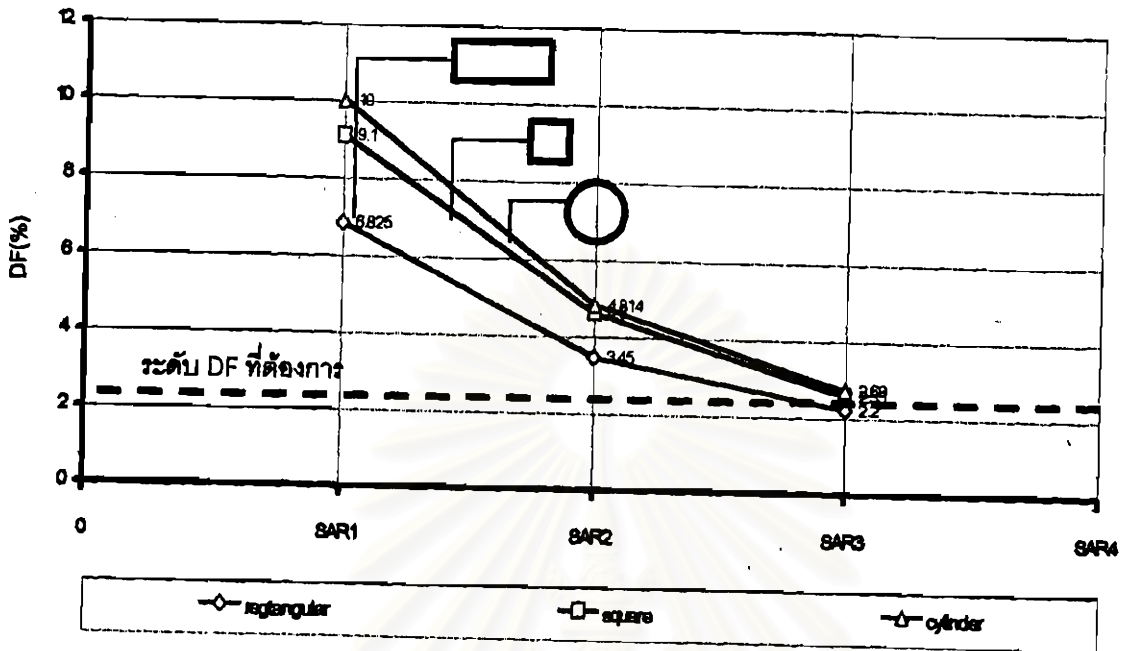
ค่าการสะท้อน 40%

จากแผนภูมิที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Daylight factor (DF) ที่วัด ณ จุดกึ่งกลาง Section aspect ratio (SAR) และลักษณะของรูปทรงของ Well ที่ค่าการสะท้อน 40% พบว่าทุกรูปทรงเมื่อมีค่า SAR เพิ่มขึ้น จะมีค่า DF ลดลง อิทธิพลของรูปทรงมีผลมากที่สุดเมื่อ Well มี SAR เท่ากับ 1 คือมีช่วงความแตกต่างของ DF กว้างที่สุด และเมื่อ Well มี SAR เท่ากับ 3 จะมีช่วงความแตกต่างของ DF น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับค่า DF มาตรฐานที่ 2% พบว่า กรณีที่มีค่า DF เพียงพอ คือ เมื่อ SAR เท่ากับ 1 โดย Well ที่มีผนังพื้นสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีค่า DF เท่ากับ 2.51% รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสคือมีค่า DF เท่ากับ 3.22% และวงกลมมีค่า DF เท่ากับ 3.33

ในการพิจารณาที่ SAR แต่ละจุดพบว่า

- ที่ SAR 1 มีค่า DF เท่ากับ 2.51% 3.22% และ 3.33% วัดได้จากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลม ตามลำดับ มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 0.82 %
- ที่ SAR 2 มีค่า DF เท่ากับ 0.95% 1.13% และ 1.21% วัดได้จากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลม ตามลำดับ มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 0.26 %
- ที่ SAR 3 มีค่า DF เท่ากับ 0.47% 0.53% และ 0.59% วัดได้จากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลม ตามลำดับ มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 0.12 %

นั่นคือ ทุกค่า SAR ณ ค่าการสะท้อนแสง 40% นั้น รูปทรงที่มีค่า DF มากที่สุด คือ Well ที่มีผนังพื้นเป็นวงกลม รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามลำดับ โดยวงกลมและสี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้ค่า DF ที่ใกล้เคียงกัน ส่วนรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีค่า DF ต่ำกว่าที่ค่า SAR เท่ากับ 1 และ 2 แต่จะมีค่าใกล้เคียงกันกับรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลมเมื่อ SAR เท่ากับ 3



แผนภูมิที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสำคัญของรูปทรงต่อปริมาณแสงที่ค่าการสะท้อน 60%

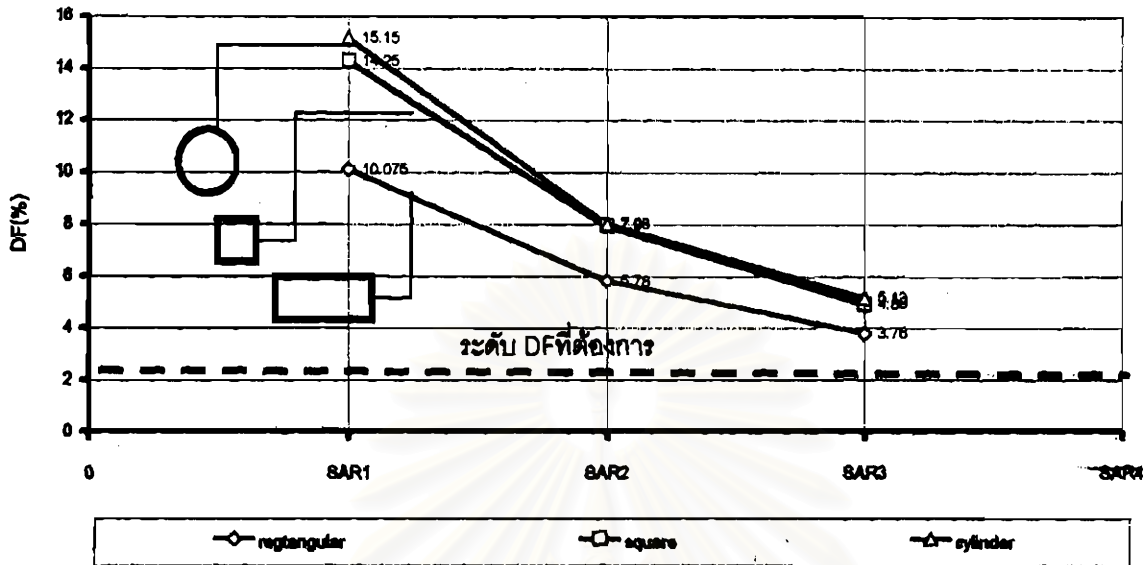
ค่าการสะท้อน 60%

จากแผนภูมิที่ 4.4 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Daylight factor (DF) ที่ทำการวัด ณ จุดกึ่งกลางของพื้นที่ Section aspect ratio (SAR) และลักษณะของรูปทรงของ Well ที่ค่าการสะท้อน 60% พบว่าทุกรูปทรงเมื่อมีค่า SAR เพิ่มขึ้น จะมีค่า DF ลดลง อิทธิพลของรูปทรงจะมีผลมากที่สุดเมื่อ Well มี SAR เท่ากับ 1 คือมีช่วงความแตกต่างของ DF กว้างที่สุด และเมื่อ Well มี SAR เท่ากับ 3 จะมีช่วงความแตกต่างของ DF น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับค่า Daylight factor ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ที่ 2% ทุกกรณีมีค่า Daylight factor เพียงพอต่อความต้องการ

ในการพิจารณาที่ SAR แต่ละจุดพบว่า

- ที่ SAR 1 มีค่า DF เท่ากับ 6.82% 9.10% และ 10.00% วัดได้จากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลม ตามลำดับ มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 3.18 %
- ที่ SAR 2 มีค่า DF เท่ากับ 3.45% 4.60% และ 4.81% วัดได้จากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลม ตามลำดับ มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 1.36 %
- ที่ SAR 3 มีค่า DF เท่ากับ 2.20% 2.55% และ 2.68% วัดได้จากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลม ตามลำดับ มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 0.48 %

นั่นคือ ทุกค่า SAR ณ ค่าการสะท้อนแสง 60% นั้น รูปทรงที่มีค่า DF มากที่สุด คือ วงกลม โดยรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลมโดยให้ค่า DF ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีค่า DF ต่ำกว่าที่ค่า SAR เท่ากับ 1 และ 2 แต่จะมีค่าใกล้เคียงกันกับรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลมเมื่อ SAR เท่ากับ 3



แผนภูมิที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบความสำคัญของรูปทรงต่อปริมาณแสงที่ค่าการสะท้อน 80%

ค่าการสะท้อน 80%

จากแผนภูมิที่ 4.5 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Daylight factor (DF) ที่ทำการวัด ณ จุดกึ่งกลางของพื้น Section aspect ratio (SAR) และลักษณะของรูปทรงของ Well ที่ค่าการสะท้อน 80% พบว่าทุกรูปทรงเมื่อมีค่า SAR เพิ่มขึ้น จะมีค่า DF ลดลง อิทธิพลของรูปทรงจะมีผลมากที่สุดเมื่อ Well มี SAR เท่ากับ 1 คือมีช่วงความแตกต่างของ DF กว้างที่สุด และเมื่อ Well มี SAR เท่ากับ 3 จะมีช่วงความแตกต่างของ DF น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับค่า Daylight factor ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ที่ 2% ทุกกรณีมีค่า Daylight factor เพียงพอต่อความต้องการ

ในการพิจารณาที่ SAR แต่ละจุดพบว่า

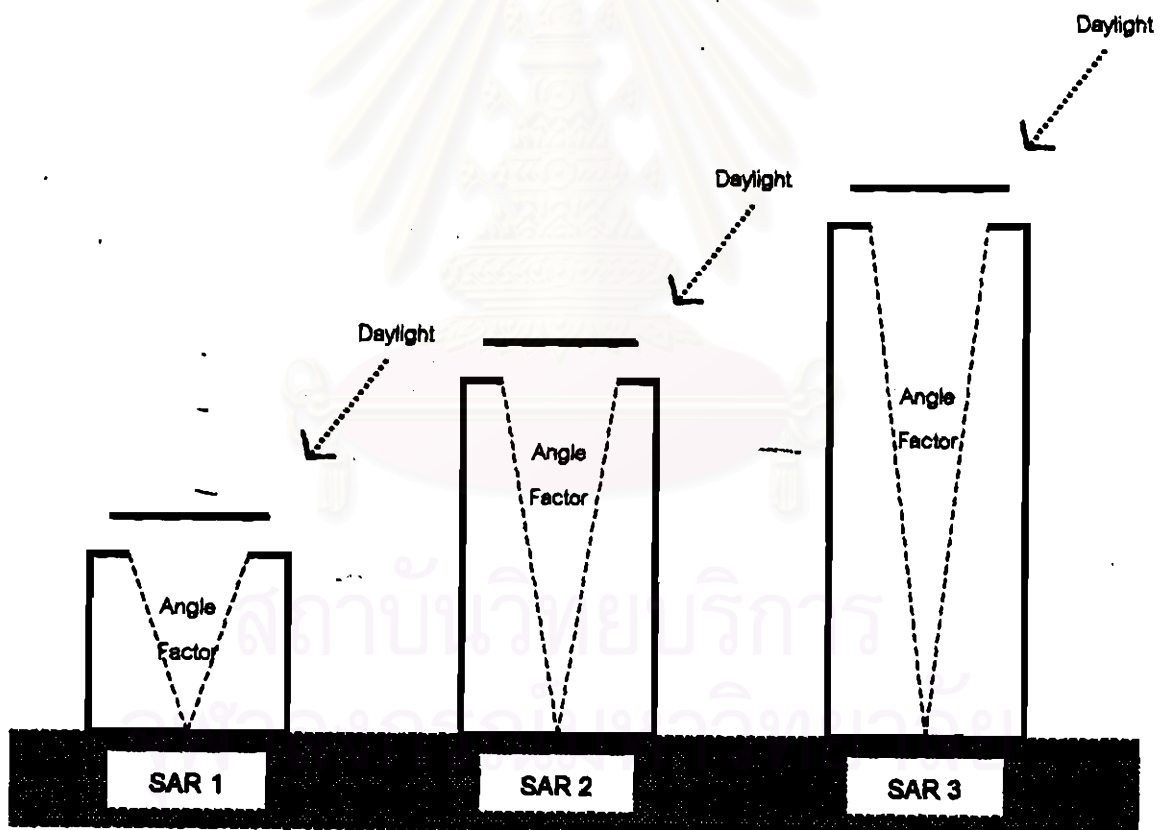
- ที่ SAR 1 มีค่า DF เท่ากับ 10.075% 14.25% และ 15.14% วัดได้จากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลม ตามลำดับ มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 4.44 %
- ที่ SAR 2 มีค่า DF เท่ากับ 5.78% 7.90% และ 7.98% วัดได้จากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลม ตามลำดับ มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 2.20 %
- ที่ SAR 3 มีค่า DF เท่ากับ 3.76% 4.89% และ 5.13% วัดได้จากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลม ตามลำดับ มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 1.37 %

นั่นคือ ทุกค่า SAR ณ ค่าการสะท้อนแสง 80% นั้น รูปทรงที่มีค่า DF มากที่สุด คือ วงกลม โดยรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลมโดยให้ค่า DF ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีค่า DF ต่ำกว่า

สรุปผลการทดลองจากกราฟ

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าการสะท้อนแสงภายในให้เพิ่มมากขึ้น รูปทรงของ Well ที่ให้ค่า DF ณ จุดกึ่งกลางพื้นที่ที่เพิ่มขึ้นได้มากที่สุด ได้แก่วงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมผืนผ้า ตามลำดับ หมายความว่า รูปทรงของ Well ที่มีผังพื้นแบบวงกลม เมื่อมีการเพิ่มค่าการสะท้อนแสงภายใน จะช่วยให้มีค่า DF เพิ่มขึ้นได้มากที่สุด สำหรับตำแหน่งที่อยู่กึ่งกลางพื้นที่ สำหรับ Well ที่มีผังพื้นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ถึงแม้จะมีการเพิ่มค่าการสะท้อนแสงภายใน แต่ค่า DF ณ จุดกึ่งกลางพื้นที่เพิ่มขึ้นไม่มากนักเมื่อเทียบกับวงกลมและสี่เหลี่ยมจัตุรัส (แผนภูมิที่ 3.7)

ณ ระดับค่าการสะท้อนแสงที่ต่ำจนแทบไม่มีผลต่อระดับความสว่าง (20%) Well ที่มีผังพื้นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีค่า DF ณ จุดกึ่งกลางพื้นที่มากที่สุด และเห็นได้ชัดเมื่อ Well มี SAR เท่ากับ 1 (แผนภูมิที่ 3.3) เนื่องจากเมื่อผนังภายในมีค่าการสะท้อนต่ำมากๆ ผนังจะมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงมากกว่าการเป็นแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีการสะท้อน ในลักษณะของของ Lightwell system ดังนั้นเมื่อค่าการสะท้อนแสงต่ำมากจนแทบไม่มีการสะท้อน การส่องสว่างภายในจึงเกิดจาก Angle factor ที่มีการสะท้อนเพียงครั้งเดียวถึงระดับใช้งาน ซึ่ง Angle factor นี้มีค่าแปรผันตาม SAR (รูปที่ 3.2) ทำให้เมื่อมีค่า SAR เพิ่มขึ้นค่า DF ที่ได้จึงลดลง



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Solid angle ที่ลดลงเมื่อ SAR มีค่าเพิ่มขึ้น

4.2 อิทธิพลของค่าการสะท้อนของพื้นผิวและลักษณะของรูปทรงต่อปริมาณ อัตราการเพิ่ม และค่าต่างความเข้มของความสว่าง

นอกจากการศึกษาเปรียบเทียบในด้านของปริมาณแสงที่เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของตัวแปรทั้งสามแล้ว สิ่งที่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรดังกล่าวซึ่งต้องคำนึงถึงอีกประการหนึ่ง คือ อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณแสงและลักษณะการกระจายตัวของแสงภายใน Atrium แต่ละรูปทรง เนื่องจากในแง่ของความต้องการในการออกแบบไม่ได้จำกัดเฉพาะในด้านปริมาณของแสง (Quantity) ที่เกิดขึ้นเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงความสม่ำเสมอของแสงที่เกิดขึ้น ซึ่งมีความเกี่ยวข้องไปถึงเรื่องของความจ้า (Brightness) ความเปรียบต่าง (Contrast) และแสงจ้าบาดตา (Glare) ที่มีผลต่อด้านคุณภาพของแสงที่เกิดขึ้นภายใน Atrium ด้วย

ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจในพฤติกรรมของแสงดีขึ้น จึงทดสอบโดยทำการศึกษารายละเอียดในแนวทิศเหนือ-ใต้ของ Atrium แต่ละรูปทรง โดยมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของรูปทรงต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของแสง และเปรียบเทียบลักษณะการกระจายตัวของแสงระหว่างรูปทรงของ Atrium ทั้งสามแบบ รวมทั้งศึกษารายละเอียดในแนวทิศต่างๆ มีจุดประสงค์เพื่อให้เข้าใจรูปแบบการกระจายตัวของแสงที่เกิดจาก Atrium รูปทรงต่างๆ โดยการเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณแสง ผลที่ได้จากการศึกษาจะทำให้ผู้ออกแบบทราบว่า Atrium รูปทรงใดที่มีความสม่ำเสมอของแสงมากที่สุด และเรียงลงไปตามลำดับ ในการเปรียบเทียบความแปรปรวนของปริมาณแสง เปรียบเทียบจากปริมาณของแสงในแนวทิศเหนือ-ใต้ ทิศตะวันออก-ตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ นอกจากนี้ผังพื้นแสดงปริมาณแสงถูกนำมาใช้ร่วมในการศึกษาเพื่อให้เห็นภาพรวมที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

4.2.1 อิทธิพลของลักษณะรูปทรงต่ออัตราการเพิ่มของปริมาณแสง

เมื่อพิจารณาค่าต่างความเข้มของความสว่างในแนวทิศเหนือ-ใต้ (รูปที่ 4.3) และช่วงการเพิ่มขึ้นของปริมาณแสง ณ ตำแหน่งที่มีค่า DF สูงที่สุด (จุดกึ่งกลาง) ของ Atrium แต่ละรูปทรงพบว่า

ค่าการสะท้อนแสงภายในเท่ากับ 20% (แผนภูมิที่ 4.6)

- Atrium ที่มีผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีค่า DF เรียงจากน้อยไปหามากเท่ากับ 0.31% 0.67% และ 2.27% เมื่อมี SAR เป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มของค่า DF เท่ากับ 0.36% และ 1.6% ค่าความต่างของ DF ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุด (SAR 3 และ 1) เท่ากับ 1.96%
- Atrium ที่มีผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีค่า DF เรียงจากน้อยไปหามากเท่ากับ 0.18% 0.40% และ 1.56% เมื่อมี SAR เป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มของค่า DF เท่ากับ 0.24% และ 1.18% ค่าความต่างของ DF ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุด (SAR 3 และ 1) เท่ากับ 1.40%
- Atrium ที่มีผังพื้นแบบวงกลม มีค่า DF เรียงจากน้อยไปหามากเท่ากับ 0.18% 0.38% และ

1.48% เมื่อมี SAR เป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มของค่า DF เท่ากับ 0.20% และ 1.10% ค่าความต่างของ DF ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุด (SAR 3 และ1) เท่ากับ1.30%

จะเห็นว่าที่ค่าการสะท้อนแสงภายในที่ 20% Atrium รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีอัตราการเพิ่มของค่า D จาก SAR 1-3 มากที่สุด และลดลงไปเป็น Atrium รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และวงกลมตามลำดับ

ค่าการสะท้อนแสงภายในเท่ากับ 40% (แผนภูมิที่ 4.7)

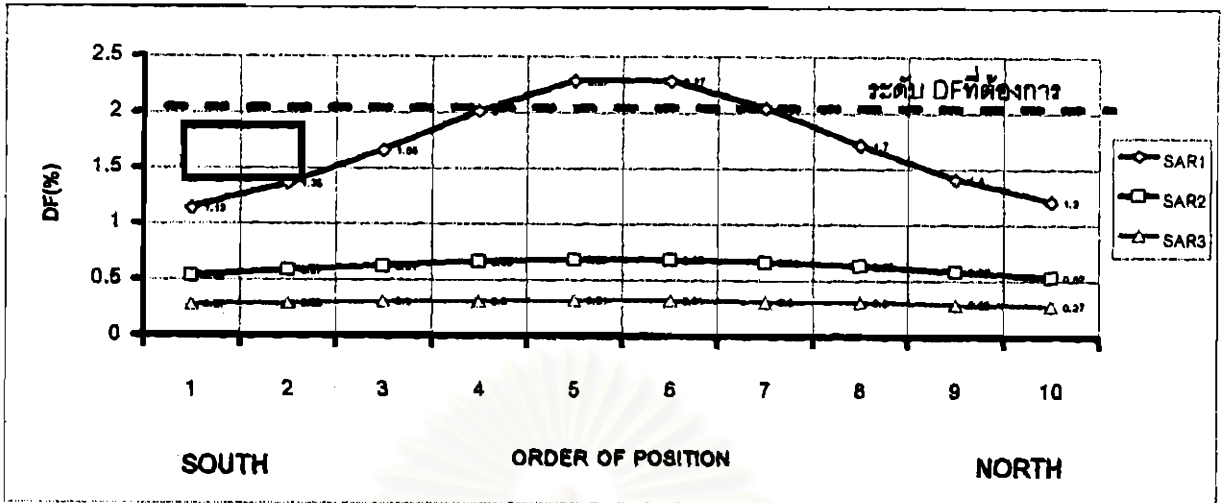
- Atrium ที่มีผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีค่า DF เรียงจากน้อยไปหามากเท่ากับ 0.47% 0.95% และ 2.51% เมื่อมี SAR เป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มของค่า DF เท่ากับ 0.48% และ 1.56% ค่าความต่างของ DF ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุด (SAR 3 และ1) เท่ากับ 2.04%
- Atrium ที่มีผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีค่า DF เรียงจากน้อยไปหามากเท่ากับ 0.53% 1.13% และ 3.22% เมื่อมี SAR เป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มของค่า DF เท่ากับ 0.60% และ 2.09% ค่าความต่างของ DF ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุด (SAR 3 และ1) เท่ากับ2.69%
- Atrium ที่มีผังพื้นแบบวงกลม มีค่า DF เรียงจากน้อยไปหามากเท่ากับ 0.59% 1.20% และ 3.32% เมื่อมี SAR เป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มของค่า DF เท่ากับ 0.61% และ2.12% ค่าความต่างของ DF ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุด (SAR 3 และ1) เท่ากับ2.73%

ที่ค่าการสะท้อนแสงภายในที่ 40% Atrium รูปทรงวงกลมมีอัตราการเพิ่มของค่า DF จาก SAR 1-3 มากที่สุด และลดลงไปเป็น Atrium รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามลำดับ

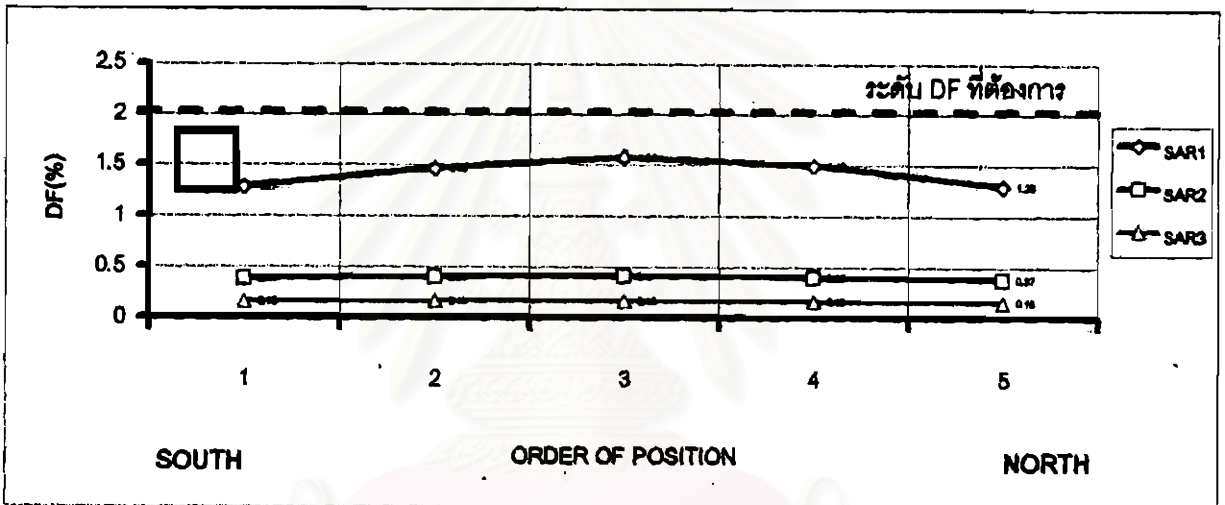
ค่าการสะท้อนแสงภายในเท่ากับ 60% (แผนภูมิที่ 4.8)

- Atrium ที่มีผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีค่า DF เรียงจากน้อยไปหามากเท่ากับ 2.20% 3.45% และ 6.825% เมื่อมี SAK เป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มของค่า DF เท่ากับ 1.25% และ 3.375% ค่าความต่างของ DF ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุด (SAR 3 และ1) เท่ากับ 4.625%
- Atrium ที่มีผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีค่า DF เรียงจากน้อยไปหามากเท่ากับ 2.56% 4.61% และ 9.10% เมื่อมี SAR เป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มของค่า DF เท่ากับ 2.05% และ 4.49% ค่าความต่างของ DF ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุด (SAR 3 และ1) เท่ากับ 6.54%
- Atrium ที่มีผังพื้นแบบวงกลม มีค่า DF เรียงจากน้อยไปหามากเท่ากับ 2.69% 4.82% และ 10% เมื่อมี SAR เป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มของค่า DF เท่ากับ 2.13% และ5.18% ค่าความต่างของ DF ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุด (SAR 3 และ1) เท่ากับ 7.31%

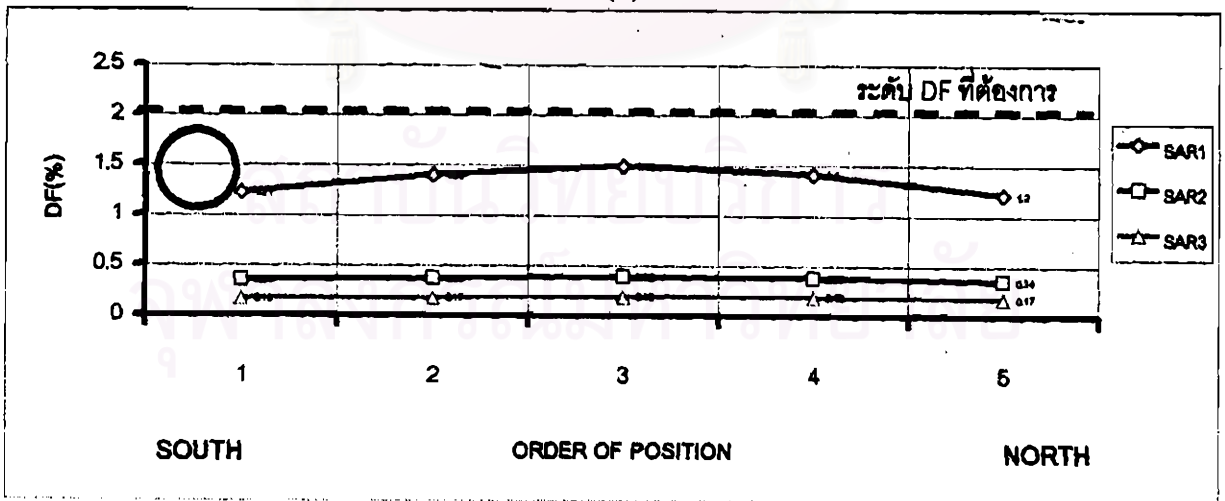
ที่ค่าการสะท้อนแสงภายในที่ 60% Atrium รูปทรงวงกลมมีอัตราการเพิ่มของค่า DF จาก SAR 1-3 มากที่สุด และลดลงไปเป็น Atrium รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามลำดับ



(ก)



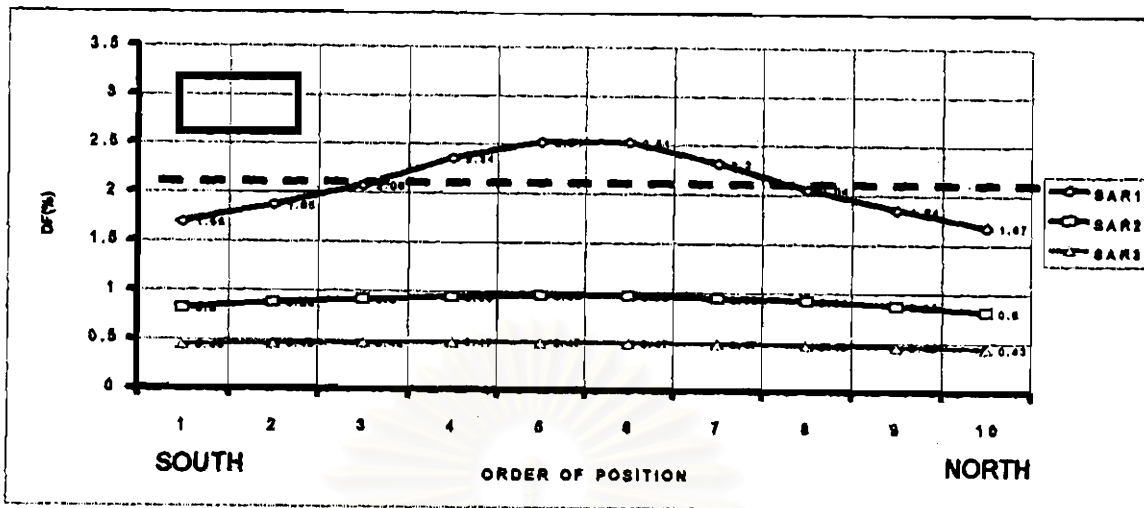
(ข)



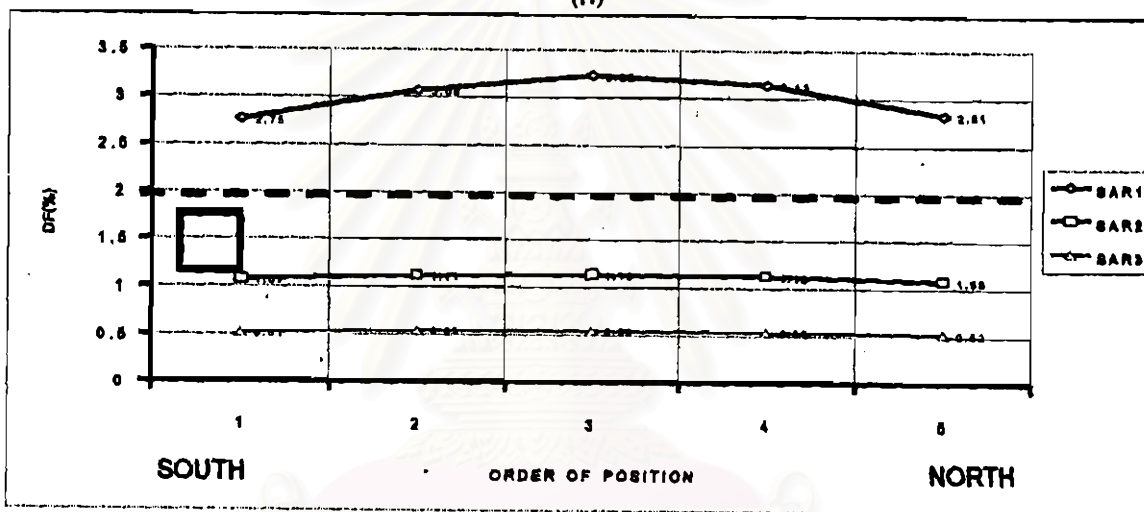
(ค)

แผนภูมิที่ 4.6 แสดงอัตราการเพิ่มของค่า DF ของ Well ทั้ง 3 รูปทรง ที่ค่า SAR เป็น 1 2 และ 3 ค่าการสะท้อนภายใน 20 %

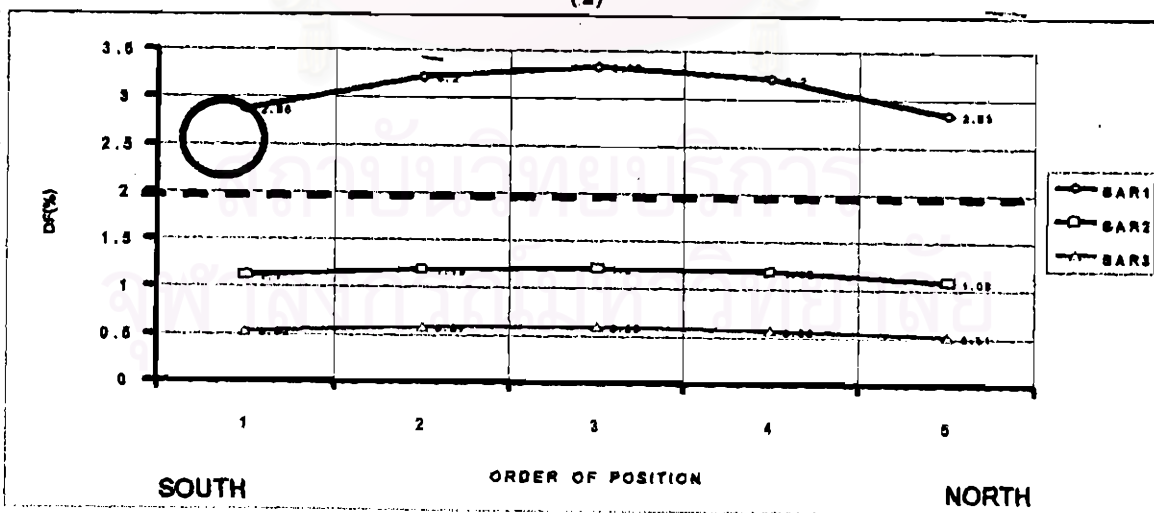
(ก) สีเหลี่ยมผืนผ้า (ข) สีเหลี่ยมจัตุรัส (ค) วงกลม



(ก)



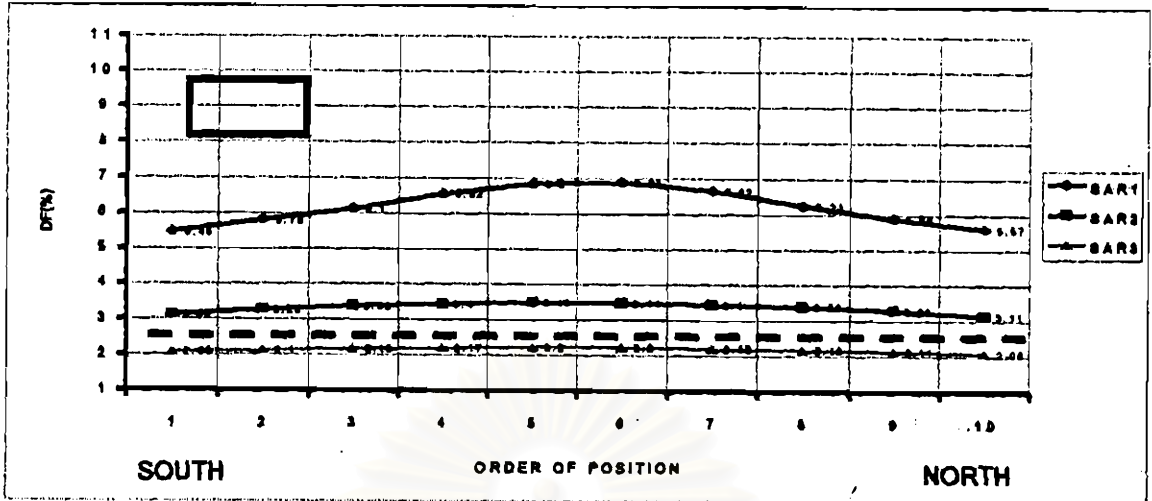
(ข)



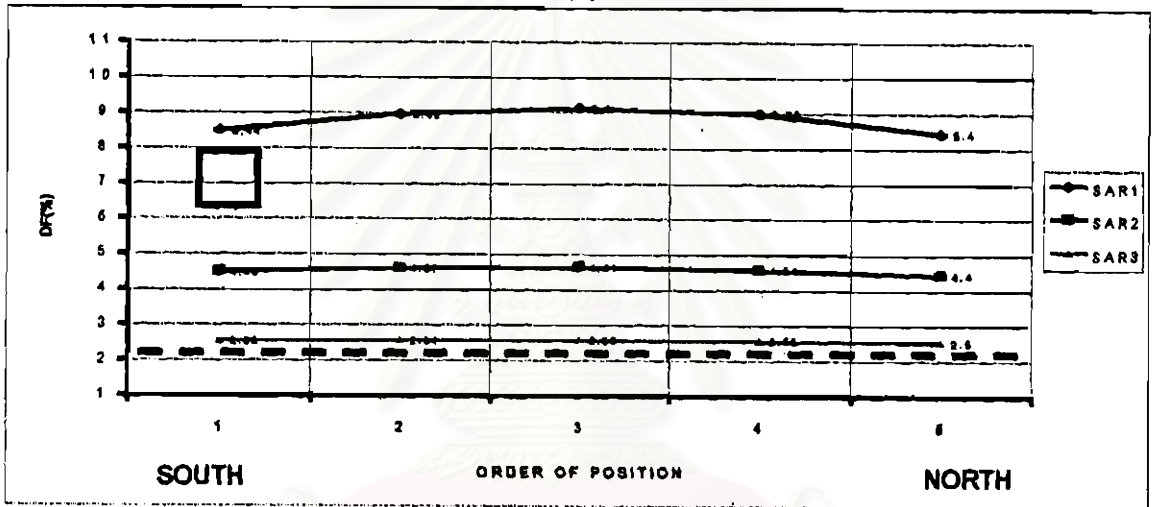
(ค)

แผนภูมิที่ 4.7 แสดงอัตราการเพิ่มของค่า DF ของ Well ทั้ง 3 รูปทรง ที่ค่า SAR เป็น 1 2 และ 3 ค่าการสะท้อนภายใน 40%

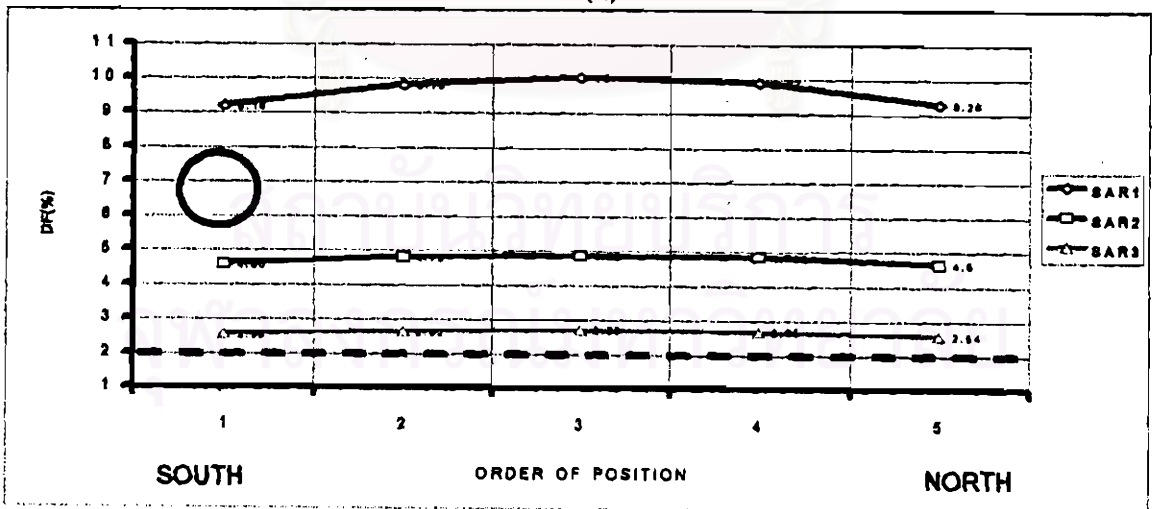
(ก) ซีเหลี่ยมผืนผ้า (ข) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ค) วงกลม



(ก)



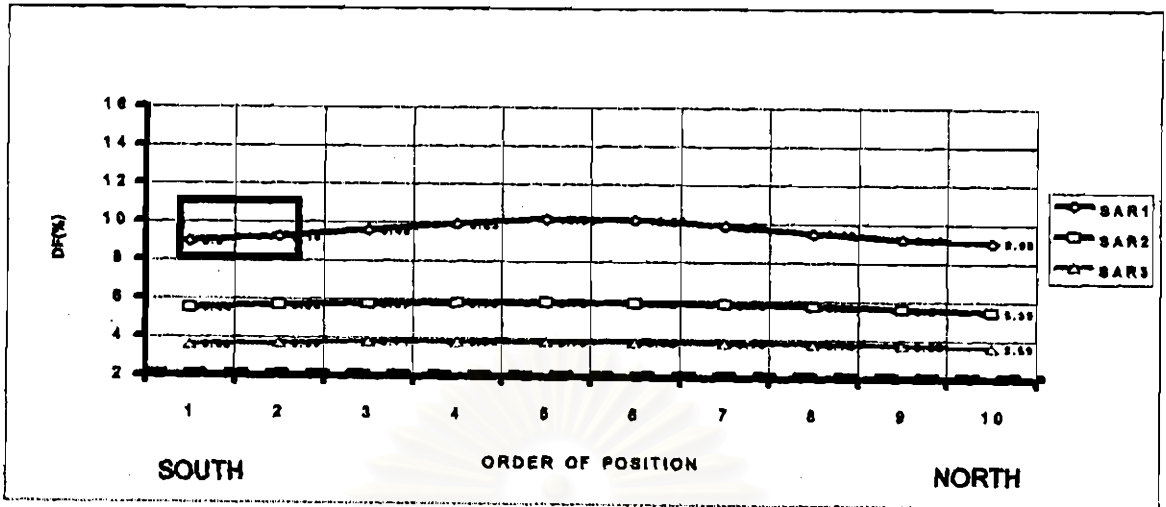
(ข)



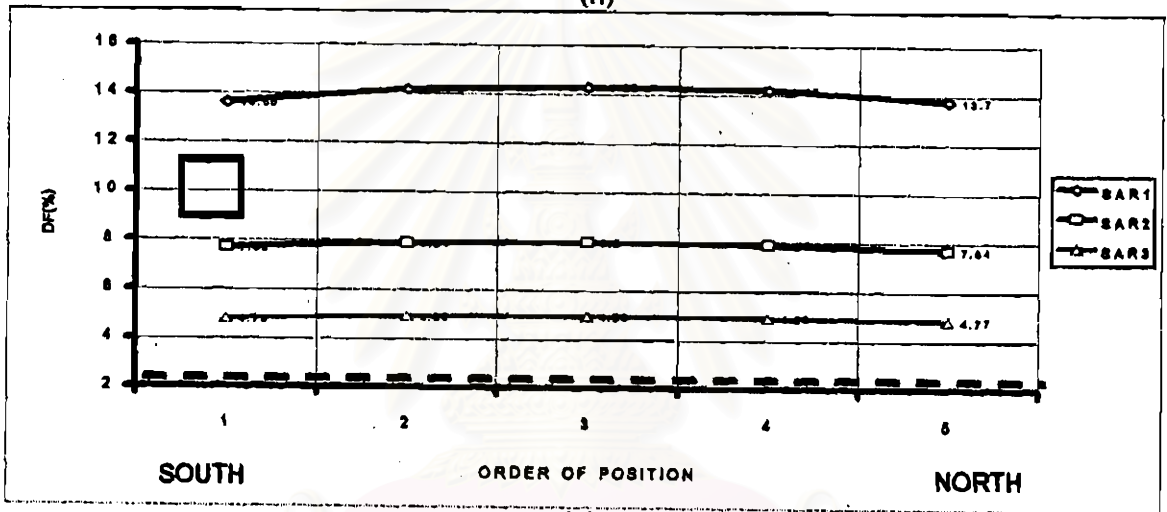
(ค)

แผนภูมิที่ 4.8 แสดงอัตราการเพิ่มของค่า DF ของ Well ทั้ง 3 รูปทรง ที่ค่า SAR เป็น 1 2 และ 3 ค่าการสะท้อนภายใน 60 %

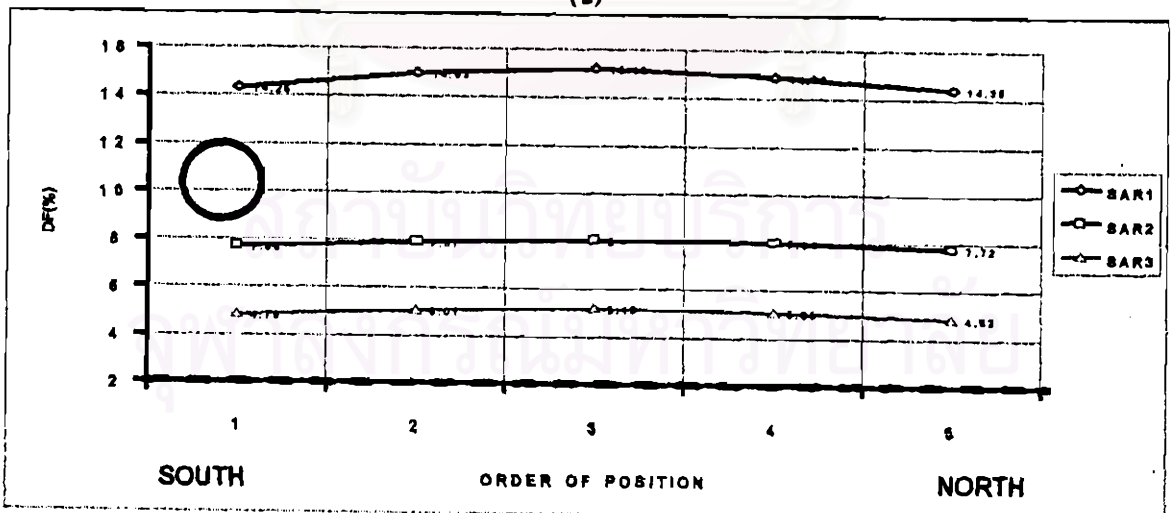
(ก) ซีเหลี่ยมผืนผ้า (ข) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ค) วงกลม



(ก)



(ข)



(ค)

แผนภูมิที่ 4.9 แสดงอัตราการเพิ่มของค่า DF ของ Well ทั้ง 3 รูปทรง ที่ค่า SAR เป็น 1 2 และ 3 ค่าการสะท้อนภายใน 80 %

(ก) ซีเหลี่ยมผืนผ้า (ข) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ค) วงกลม

ค่าการสะท้อนแสงภายในเท่ากับ 80% (แผนภูมิที่ 4.9)

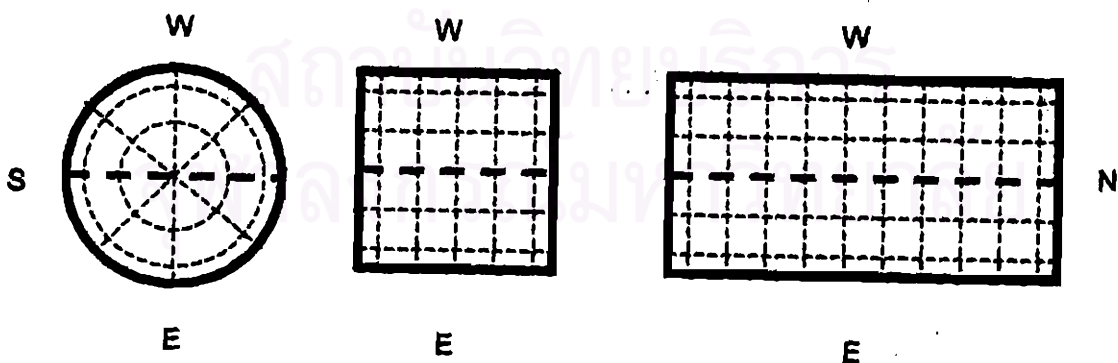
- Atrium ที่มีผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีค่า DF เรียงจากน้อยไปหามากเท่ากับ 3.76% 5.78% และ 10.08% เมื่อมี SAR เป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มของค่า DF เท่ากับ 2.02% และ 4.30% ค่าความต่างของ DF ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุด (SAR 3 และ 1) เท่ากับ 6.32%
- Atrium ที่มีผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีค่า DF เรียงจากน้อยไปหามากเท่ากับ 4.89% 7.9% และ 14.25% เมื่อมี SAR เป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มของค่า DF เท่ากับ 3.01% และ 6.35% ค่าความต่างของ DF ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุด (SAR 3 และ 1) เท่ากับ 9.36%
- Atrium ที่มีผังพื้นแบบวงกลม มีค่า DF เรียงจากน้อยไปหามากเท่ากับ 5.13% 7.98% และ 15.15% เมื่อมี SAR เป็น 3 2 และ 1 ตามลำดับ มีอัตราการเพิ่มของค่า DF เท่ากับ 2.85% และ 7.17% ค่าความต่างของ DF ระหว่างค่าต่ำสุดและสูงสุด (SAR 3 และ 1) เท่ากับ 10.02%

ที่ค่าการสะท้อนแสงภายในที่ 80% Atrium รูปทรงวงกลมมีอัตราการเพิ่มของค่า DF จาก SAR 1-3 มากที่สุด และลดลงไปเป็น Atrium รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามลำดับ

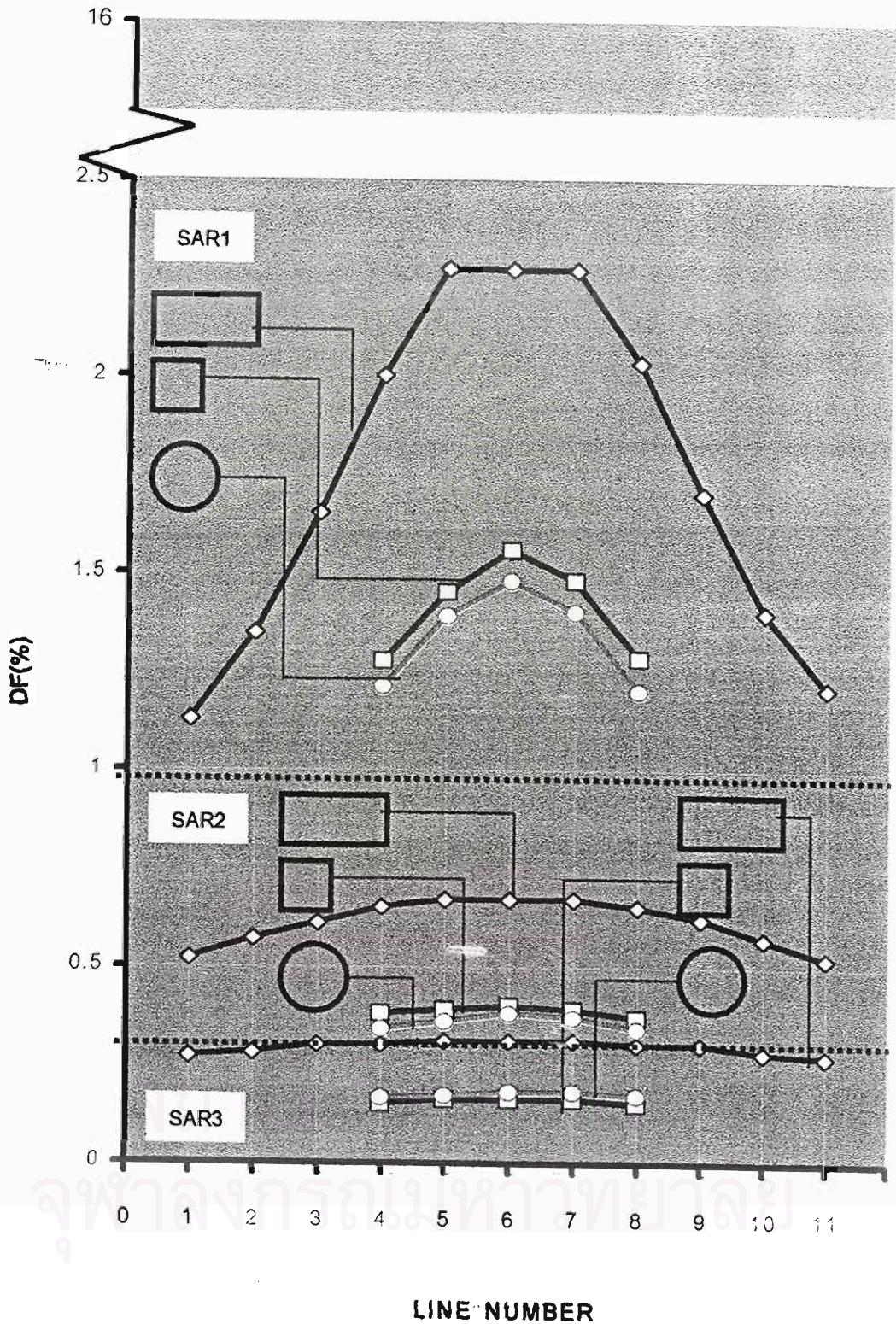
4.2.2 **อิทธิพลของลักษณะรูปทรงต่อค่าความเข้มของแสง**

การเปรียบเทียบค่าความต่างความเข้มของความสว่างระหว่างรูปทรงของ Well ทั้งตามแบบเมื่อมีค่าการสะท้อนแสงภายในที่เท่ากัน ในแต่ละชุดการทดลองต่อไปนี้จะช่วยให้ผู้ออกแบบมีความเข้าใจลำดับของปริมาณการส่องสว่าง และสามารถมองเห็นภาพการเปรียบเทียบปริมาณแสงระหว่างรูปทรงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

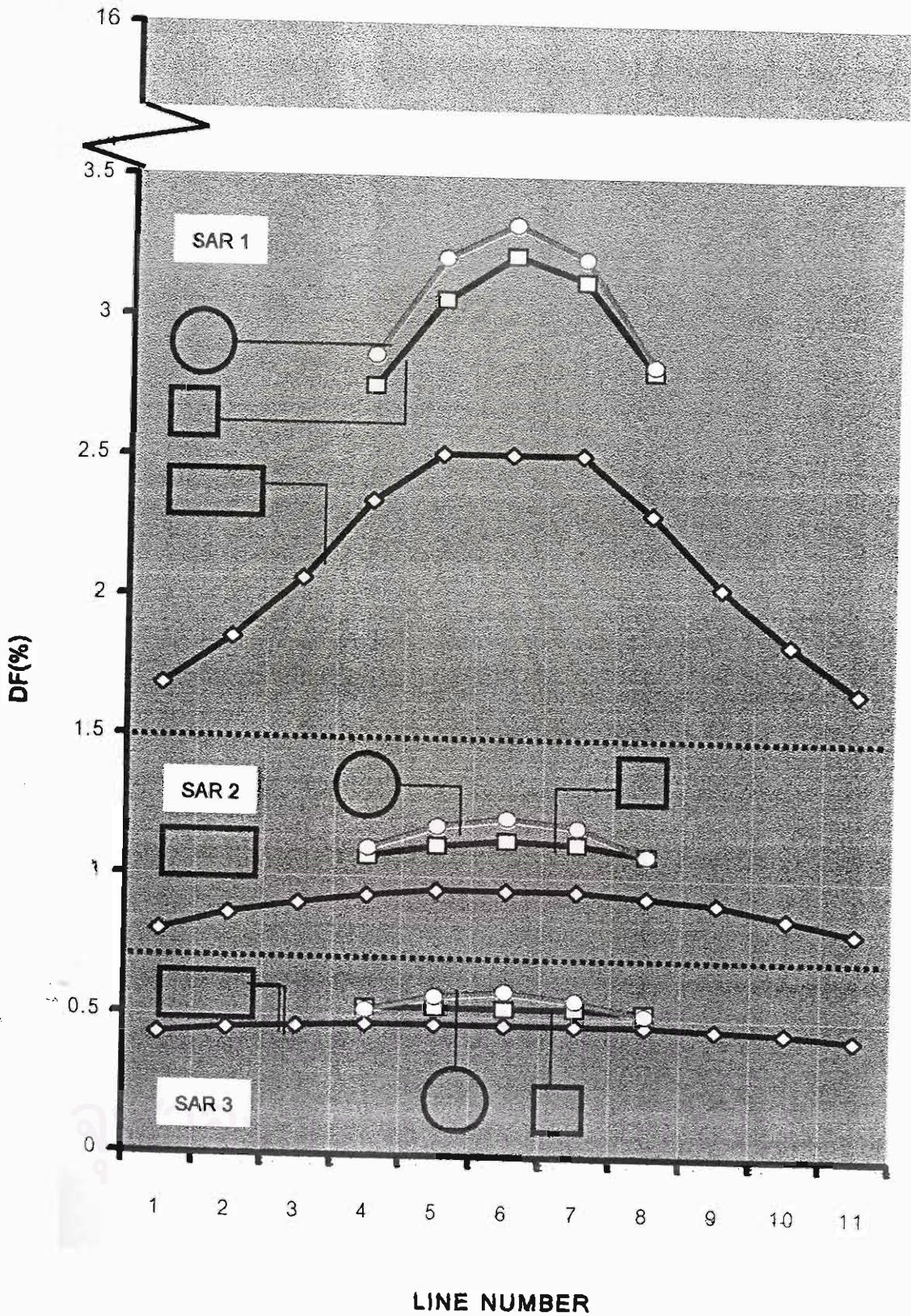
จากแผนภูมิที่ 4.10-4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง รูปทรง ค่า DF ค่า SAR และค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในที่ 20% 40% 60% และ 80% ของ Well รูปทรงต่างๆที่แนวกึ่งกลางของทิศเหนือ-ใต้ ดังรูปที่ 4.4



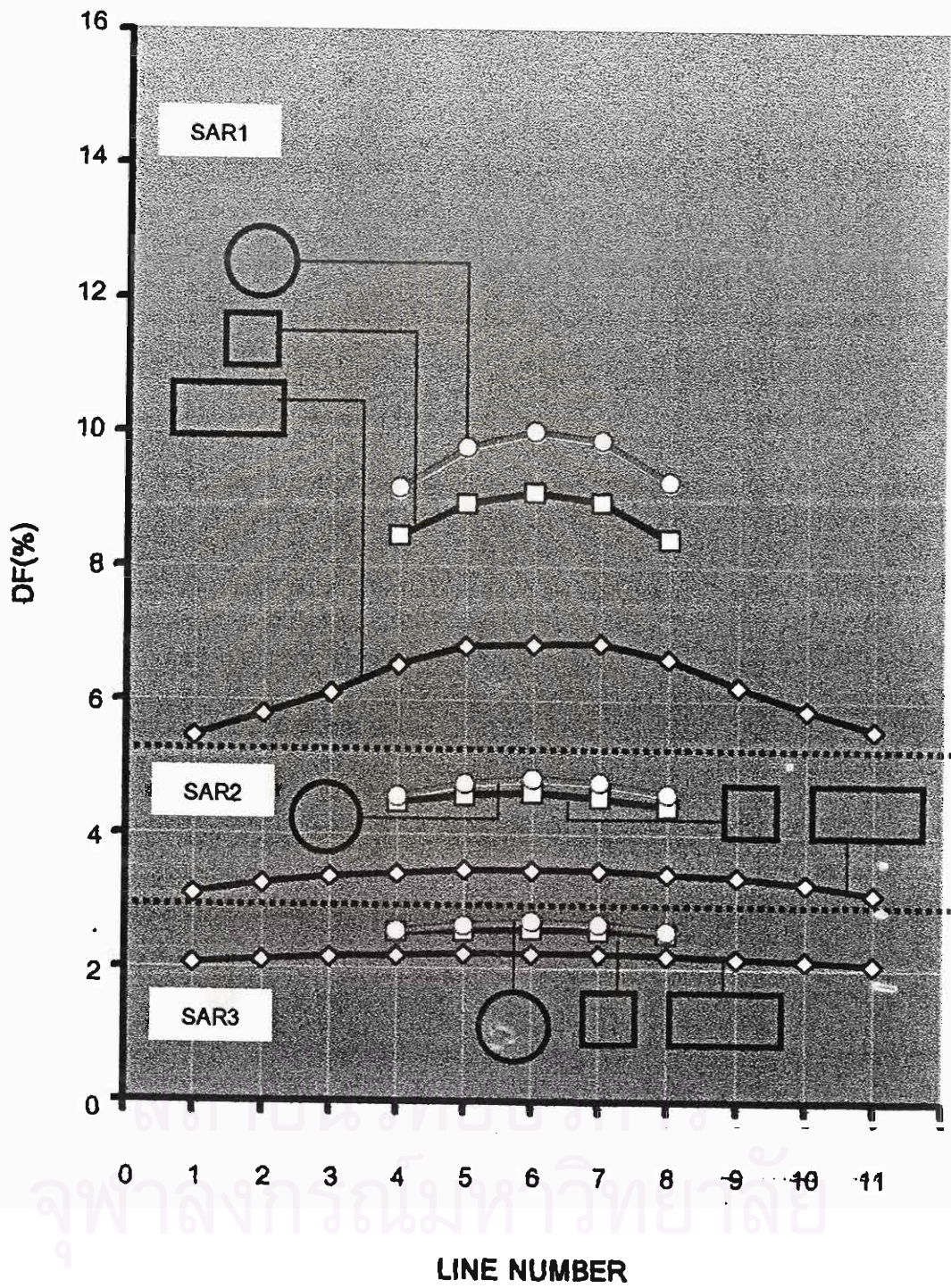
รูปที่ 4.3 แสดงแนวกึ่งกลางของทิศเหนือ-ใต้ที่ทำการวัดและนำมาแสดงค่า DF ในแผนภูมิที่ 4.10-4.13



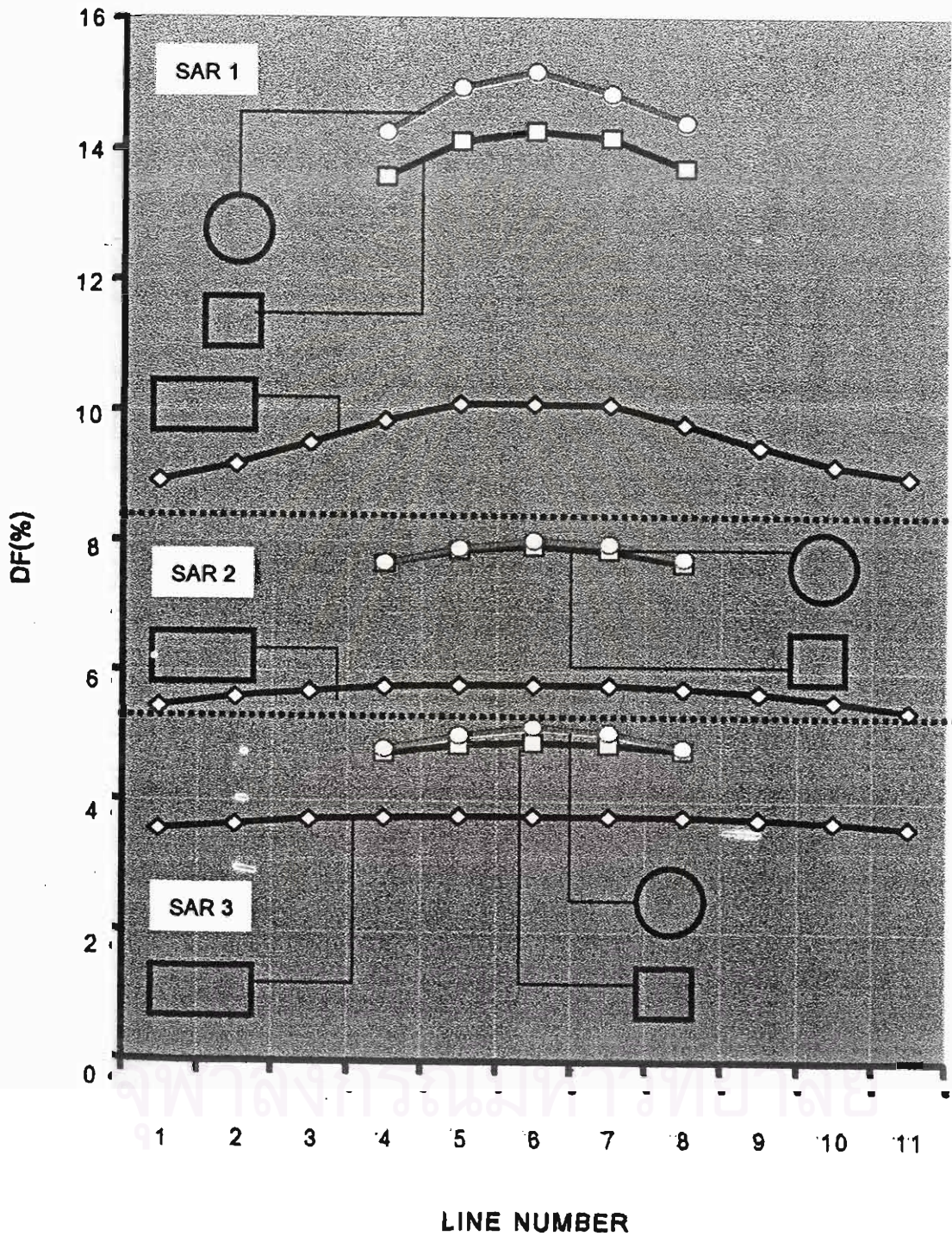
แผนภูมิที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง รูปทรง ค่า DF ค่า SAR 1 2 และ 3 ณ แนวกึ่งกลางของทิศเหนือ-ใต้ ที่ค่าการสะท้อนแสงภายใน 20%



แผนภูมิที่ 4.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง รูปทรง ค่า DF ค่า SAR 1-2 และ 3 ณ แนวกึ่งกลางของทิศเหนือ-ใต้ ที่ค่าการสะท้อนแสงภายใน 40%



แผนภูมิที่ 4.12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง รูปทรง ค่า DF ค่า SAR 1 2 และ 3 ณ แนวกึ่งกลางของทีศเหนือ-ใต้ ที่ค่าการสะท้อนแสงภายใน 60%



แผนภูมิที่ 4.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง รูปทรง ค่า DF ค่า SAR 1 2 และ 3 ณ แนวกึ่งกลางของทิศเหนือ-ใต้ ที่ค่าการสะท้อนแสงภายใน 80%

เมื่อพิจารณาเจาะจงลงไปที่ค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในโดยกำหนดไว้ที่ค่าใดค่าหนึ่ง ขณะที่ค่า SAR มีการเปลี่ยนแปลง พบว่าที่ค่าการสะท้อนแสงภายในต่ำ ในที่มีมีค่าเท่ากับ 20% Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีค่า DF สูงที่สุดระหว่าง Well ทั้งสามรูปทรง และเมื่อค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 40% 60% และ 80% กรณีส่วนใหญ่ Well รูปทรงวงกลม จะให้ค่า DF สูงที่สุด และ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีค่า DF ต่ำที่สุด (แผนภูมิที่ 4.10-4.13)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่า DF ที่ค่า SAR แต่ละค่า คือ เท่ากับ 1 2 และ 3 จะพบว่าค่า DF ของ Well รูปทรงวงกลม มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุด เมื่อมีการเพิ่มค่าการสะท้อนของพื้นผิวภายในจาก 20% เป็น 40% 60% และ 80% ตามลำดับ โดยค่า DF ของ Well รูปทรงวงกลมมีการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกับค่า DF ของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนค่า DF ของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีการเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

การประเมินความเสถียรของแสง จากลักษณะการกระจายตัวของแสงระหว่างรูปทรงแต่ละรูปทรงนั้น สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งแสดงค่า DF สูงสุด (DF Max) ค่า DF ต่ำสุด (DF Min) และค่าต่างระหว่างค่า DF สูงสุด และค่า DF ต่ำสุด (DF Diff.) ของ Well ทั้ง 3 รูปทรงที่ค่าการสะท้อนแสงและค่า SAR ต่างๆ

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าต่างของ DF ระหว่าง Well ทั้ง 3 รูปทรง

รูปแบบของ Well	SAR1			SAR2			SAR3		
	DF Max	DF Min	DF Diff.	DF Max	DF Min	DF Diff.	DF Max	DF Min	DF Diff.
● ค่าการสะท้อน 20%									
Well แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า	2.72	1.13	1.59	0.67	0.52	0.15	0.31	0.27	0.04
Well แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส	1.56	1.28	0.28	0.40	0.37	0.03	0.16	0.15	0.01
Well แบบวงกลม	1.48	1.21	0.27	0.38	0.34	0.04	0.18	0.165	0.015
● ค่าการสะท้อน 40%									
Well แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า	2.51	1.67	0.84	0.95	0.81	0.14	0.47	0.43	0.04
Well แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส	3.22	2.75	0.47	1.13	1.07	0.06	0.53	0.52	0.01
Well แบบวงกลม	3.33	2.83	0.50	1.21	1.08	0.13	0.59	0.51	0.08
● ค่าการสะท้อน 60%									
Well แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า	6.85	5.45	1.40	3.46	3.09	0.37	2.22	2.05	0.17
Well แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส	9.10	8.40	0.70	4.61	4.40	0.21	2.56	2.52	0.04
Well แบบวงกลม	10.00	9.16	0.84	4.82	4.55	0.27	2.69	2.54	0.15
● ค่าการสะท้อน 80%									
Well แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า	10.08	8.90	1.18	5.78	5.39	0.39	3.76	3.55	0.21
Well แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส	14.25	13.55	0.70	7.90	7.63	0.27	4.89	4.72	0.17
Well แบบวงกลม	15.18	14.24	0.92	8.00	7.65	0.35	5.13	4.79	0.34

สรุปผลการทดลองจากกราฟ

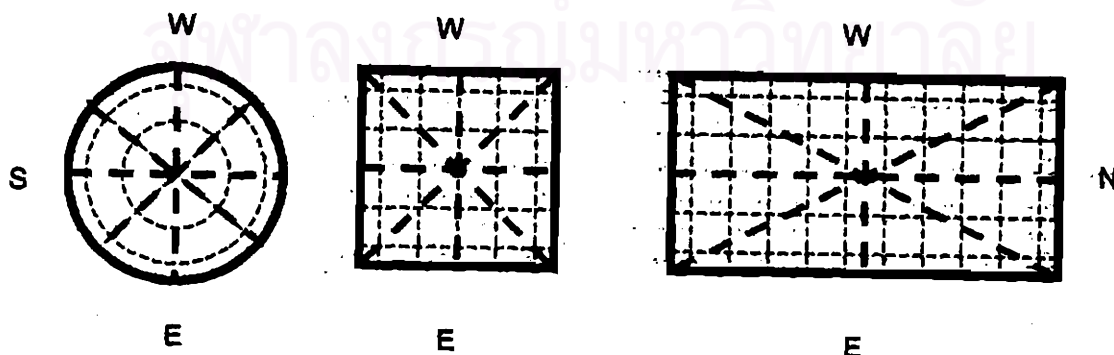
พบว่าเมื่อค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในมีค่าต่ำ คือ ที่ 20% Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีค่า DF สูงที่สุดระหว่างรูปทรงทั้งสามแบบ ขณะที่ค่า DF ของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสและวงกลมมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่
 ว่าค่า SAR จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เมื่อค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 40% 60% และ 80% ผลที่ปรากฏมีลักษณะกลับกัน คือค่า DF ของ Well รูปทรงวงกลมมีค่าสูงที่สุดโดยมีค่าใกล้เคียงกับค่า DF ของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขณะที่ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีค่า DF ต่ำที่สุด

ในการเพิ่มค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในเพื่อเพิ่มค่า DF นั้น จะให้ผลมากที่สุดเมื่อ Well มีฝั่งพื้นวง
 กลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยผลที่ได้จะมีค่า DF ลดลงตามลำดับ เนื่องจากเมื่อ Well มีฝั่งพื้นวง
 กลม ลักษณะของทรงกระบอกทำให้เกิดการสะท้อนแสงภายในหลายทิศทาง

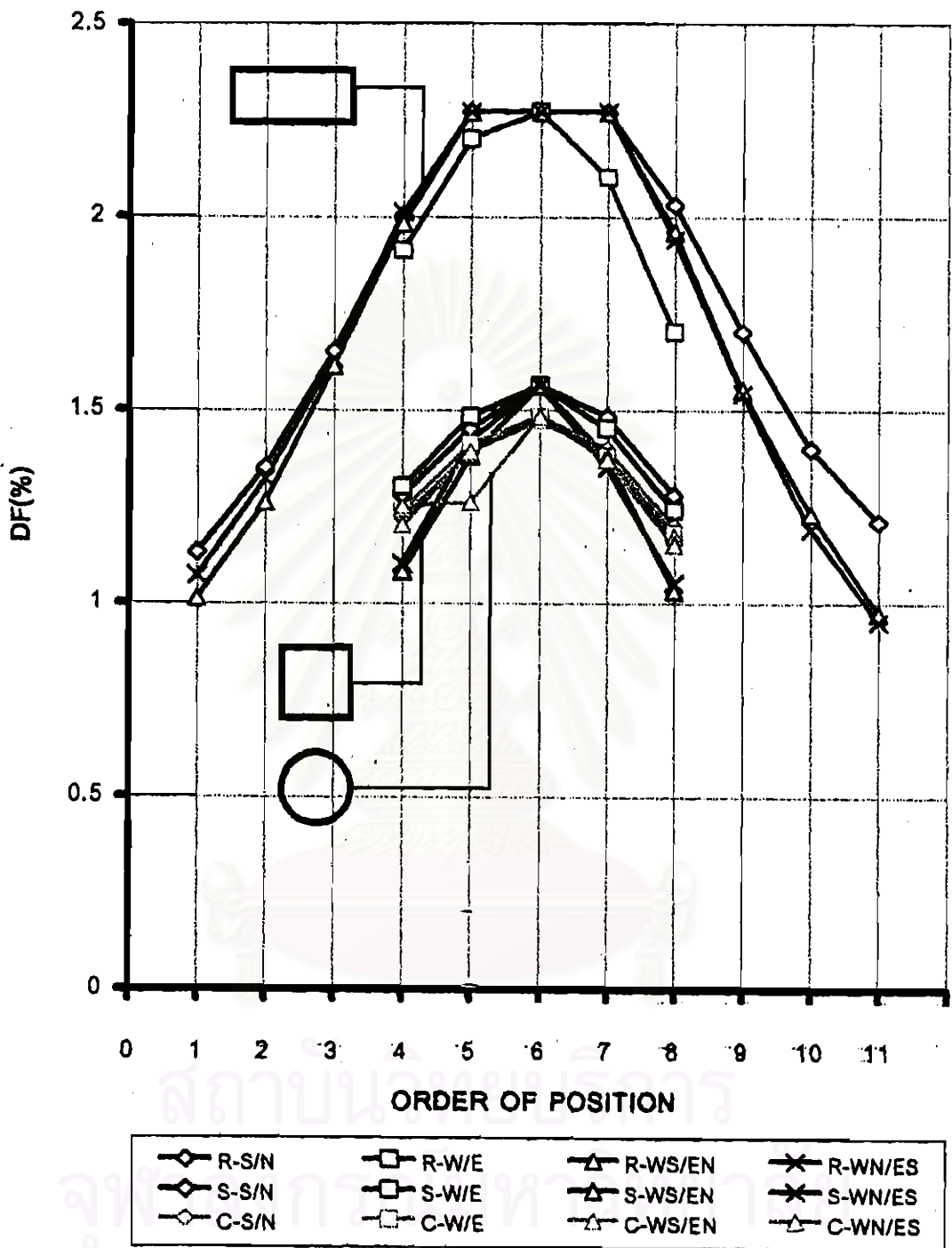
ด้านค่าต่างของความเข้มแสงของ Well แต่ละรูปทรงในแนวเหนือ-ใต้ หากพิจารณาจากความแตกต่าง
 ของค่า DF ระหว่างค่าสูงสุดและค่าสุดในภาพรวมของทุกกรณีการทดลอง คือ ที่ค่า SAR เท่ากับ 1 2 และ 3 และ
 ค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวภายในเป็น 20% 40% 60% และ 80% พบว่า Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความ
 แปรปรวนของค่า DF สูงสุด ขณะที่ Well รูปทรงวงกลมและ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความสม่ำเสมอของค่า
 ต่างของความเข้มแสงมากกว่า โดยทั้งสองรูปทรงมีค่าความต่างที่ใกล้เคียงกัน

4.2.3 อิทธิพลของลักษณะรูปทรงต่อปริมาณแสงภายในที่แนวทิศต่างๆ

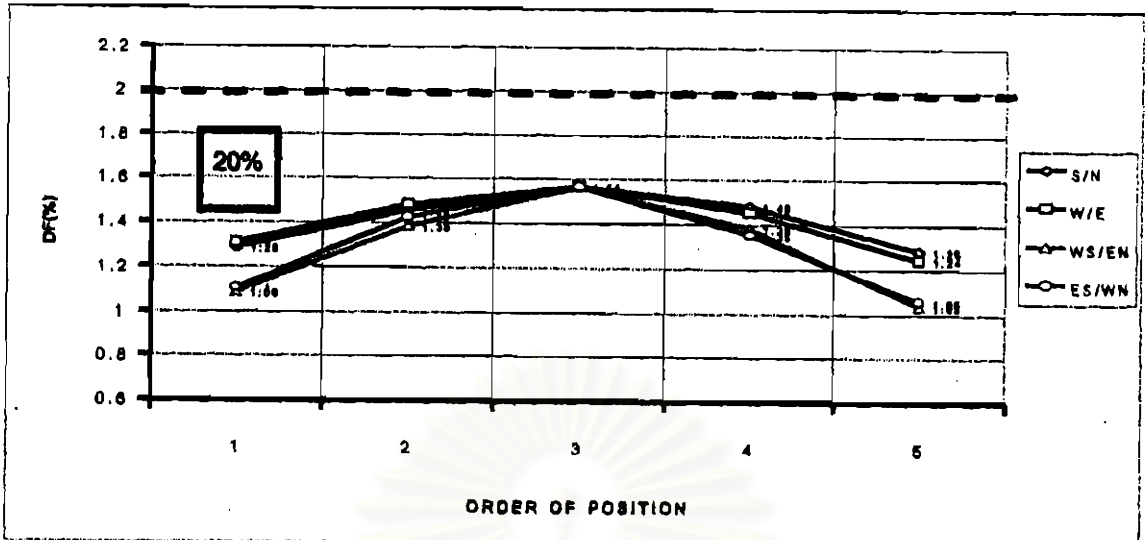
เพื่อให้สามารถคาดคะเนลักษณะของแสงและพฤติกรรมที่เกิดขึ้นทั่วทั้งระนาบหน้าตัดฝั่งพื้น ของ Well
 รูปทรงต่างๆได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงทำการจัดกลุ่มทดลองเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณของค่า DF ที่วัดได้ โดยเลือก
 ทิศในแนวทิศเหนือ-ใต้ ทิศตะวันออก-ตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียง
 เหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ (รูปที่ 4.5) แล้วจึงนำมาวิเคราะห์หารายชื่อรูปของ Well ในแบบรูปทรงหนึ่งๆ และ Well รูป
 ทรงทั้งสามแบบต่อไป



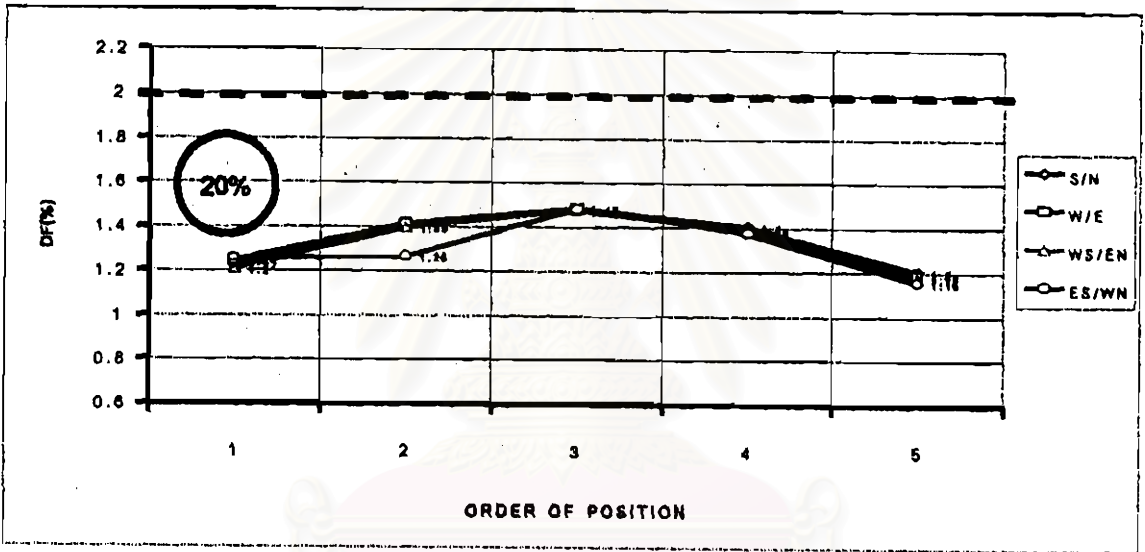
รูปที่ 4.4 แสดงแนวทิศที่วัดเปรียบเทียบและนำมาแสดงในแผนภูมิที่ 4.14-4.25



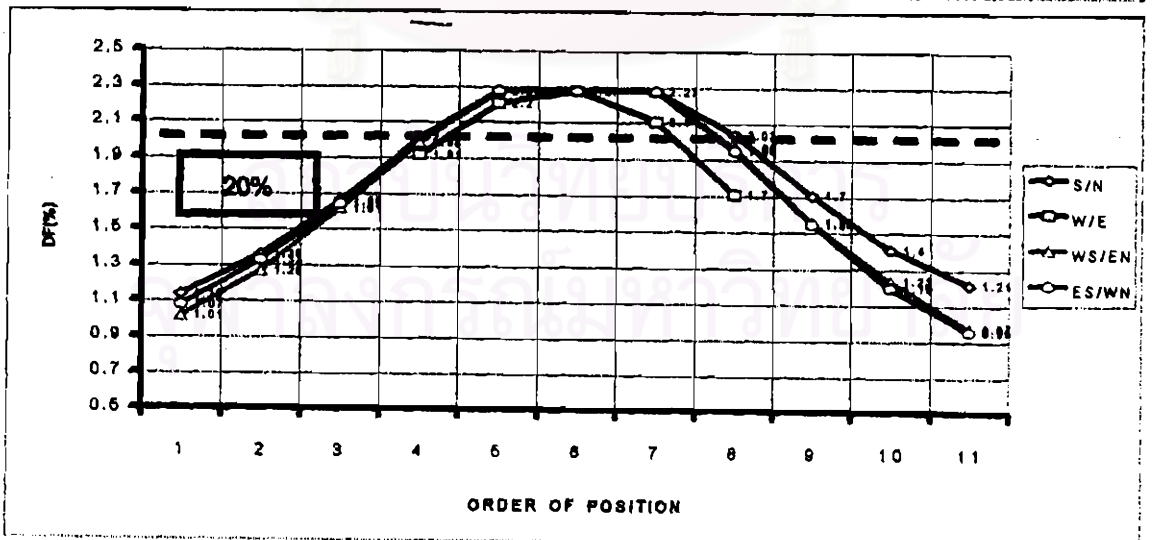
แผนภูมิที่ 4.14 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบระดับค่า DF ในแนวทิศต่างๆของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีค่า SAR1 ที่ค่าการสะท้อนภายใน 20%



(ก)

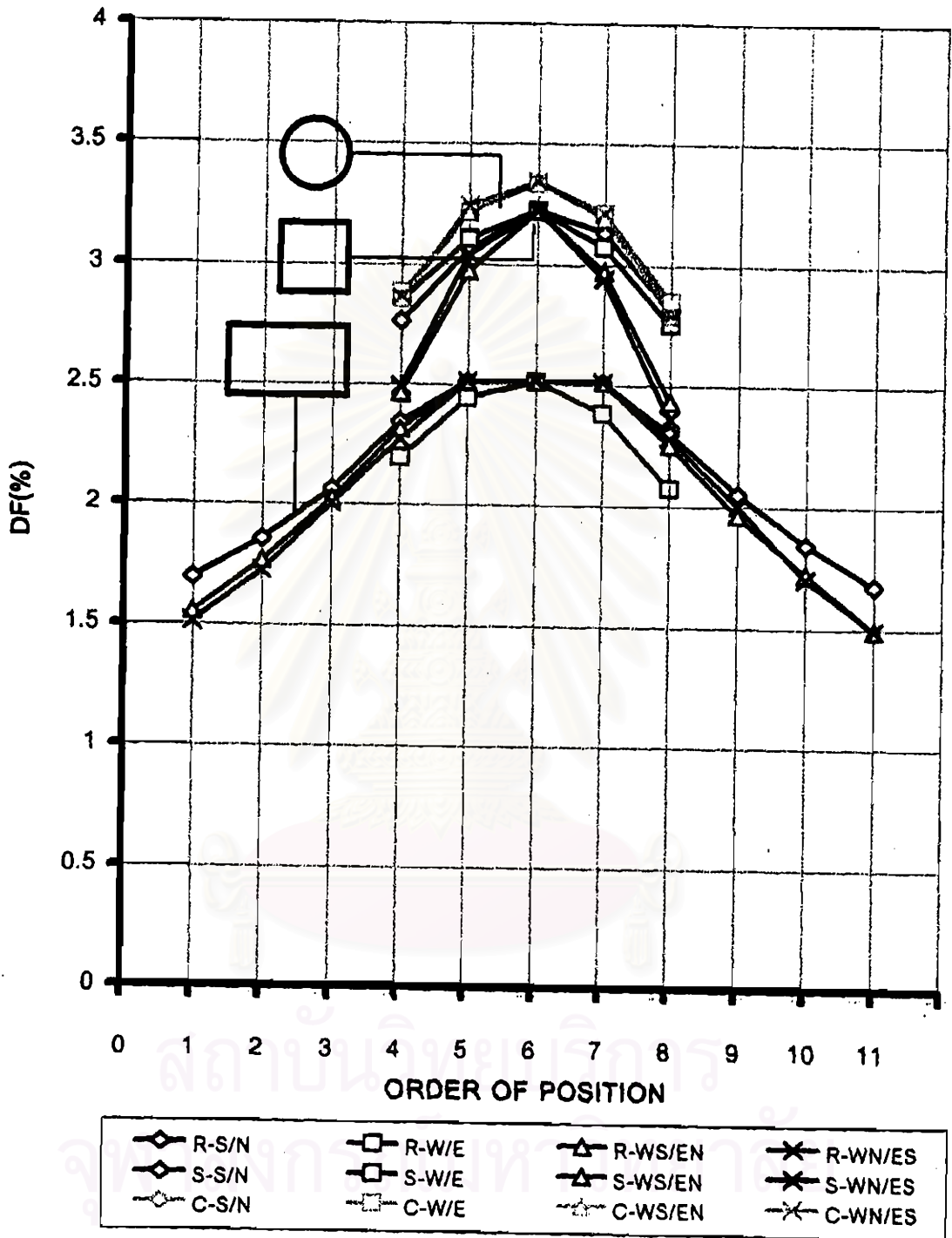


(ข)

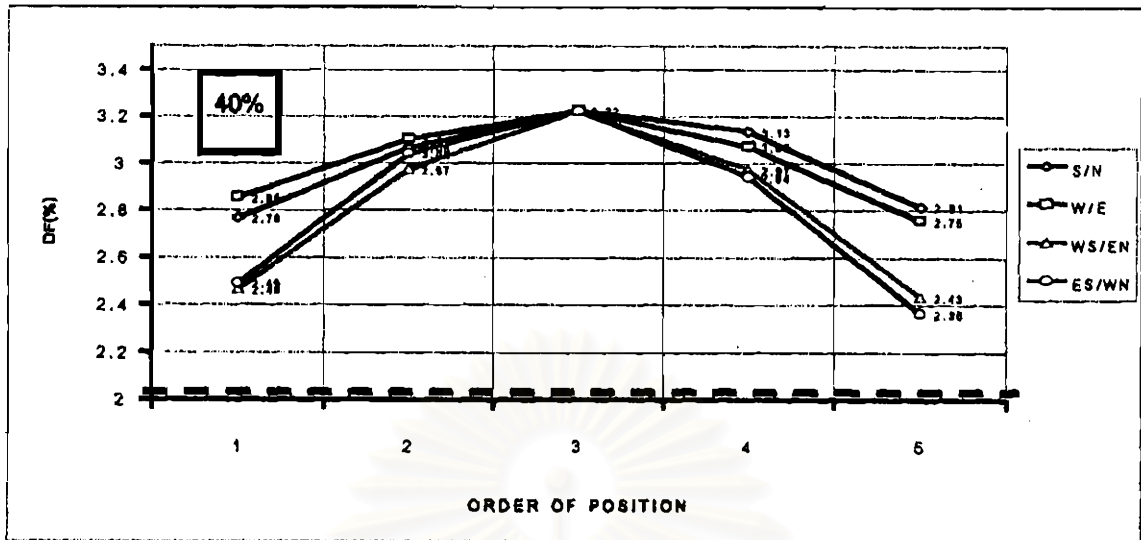


(ค)

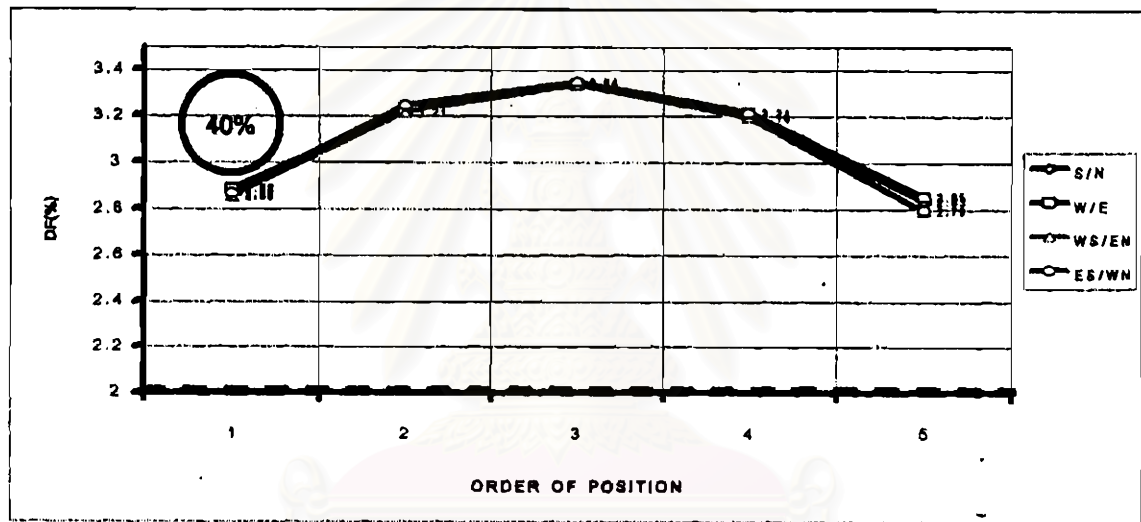
แผนภูมิที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบค่า DF ในทิศทางต่างๆของ Well แต่ละรูปทรง
 เมื่อมี SAR 1 ค่าการสะท้อนภายใน 20%
 (ก) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ข) วงกลม (ค) ซีเหลี่ยมผืนผ้า



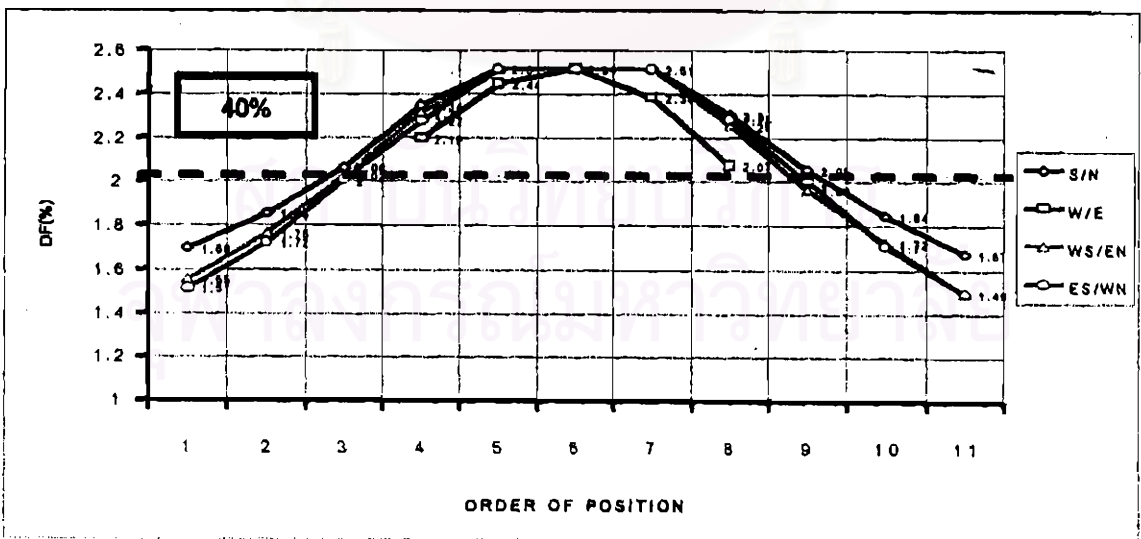
แผนภูมิที่ 4.16 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบระดับค่า DF ในแนวทิศต่างๆของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีค่า SAR1 ที่ค่าการสะท้อนภายใน 40%



(ก)

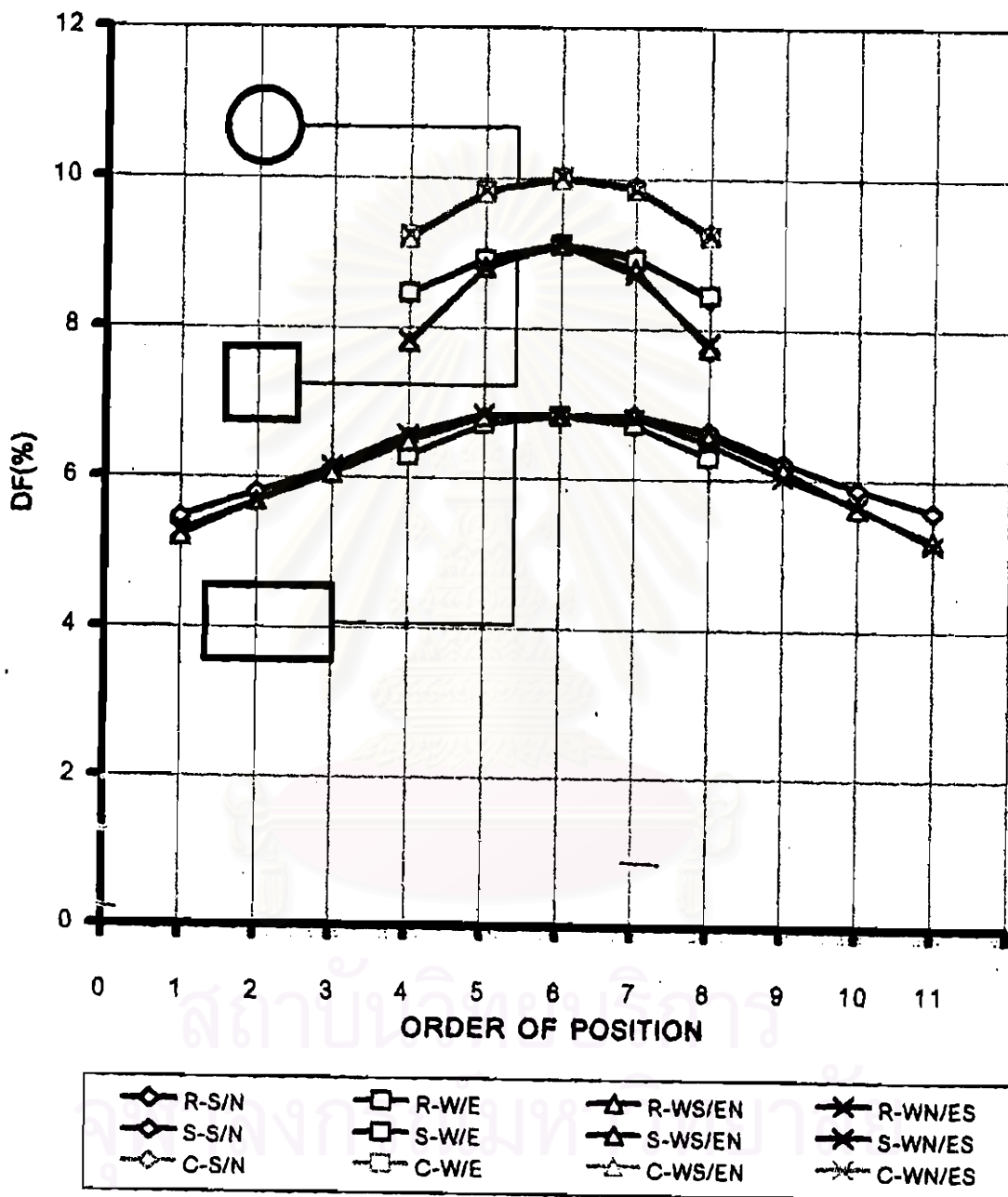


(ข)

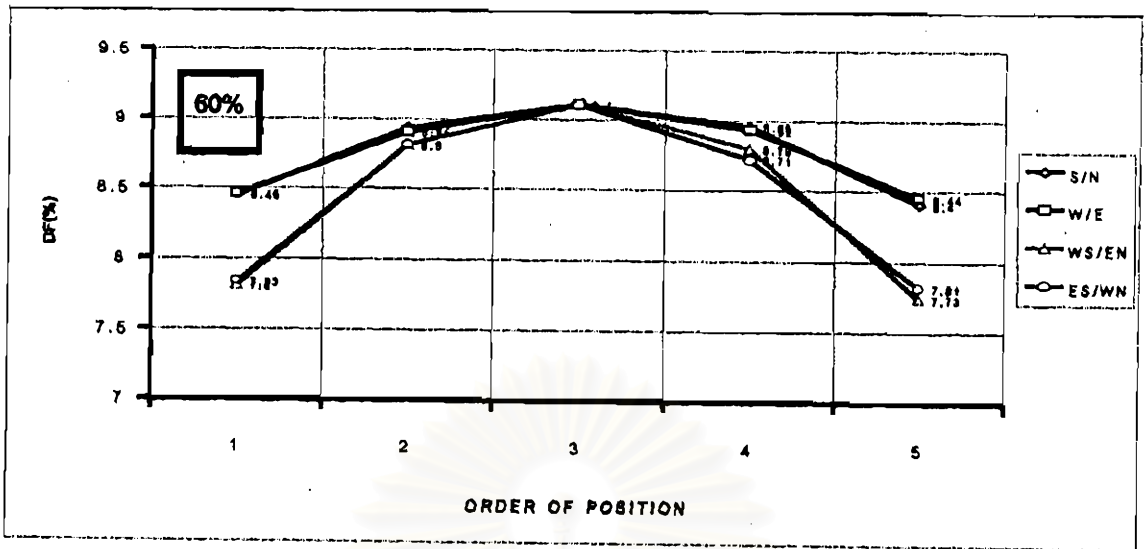


(ค)

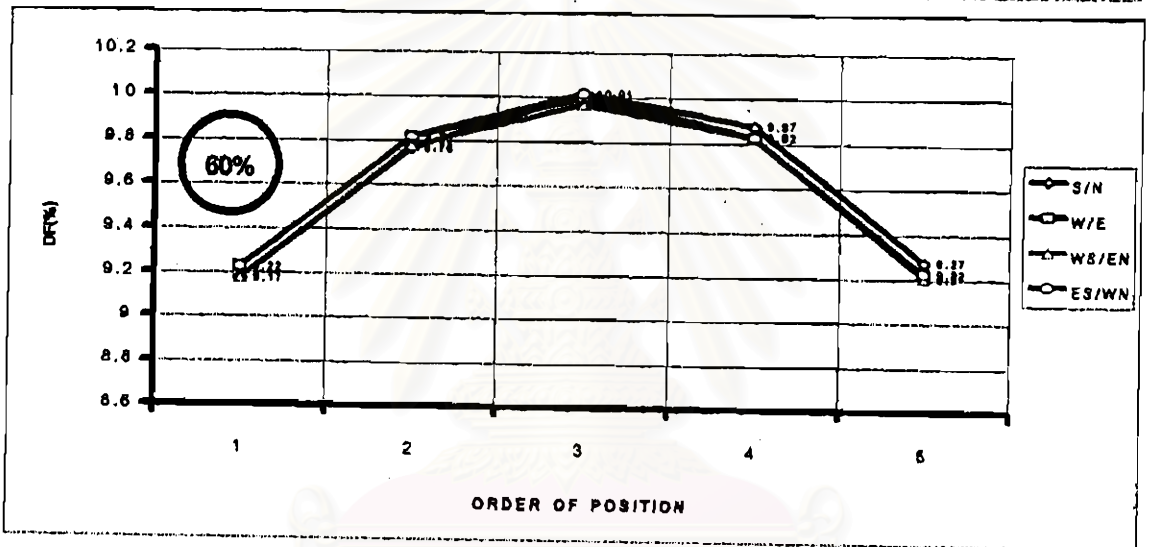
แผนภูมิที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบค่า DF ในทิศทางต่างๆของ Well แต่ละรูปทรง
 เมื่อมี SAR 1 ค่าการสะท้อนภายใน 40%
 (ก) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ข) วงกลม (ค) ซีเหลี่ยมจัตุรัส



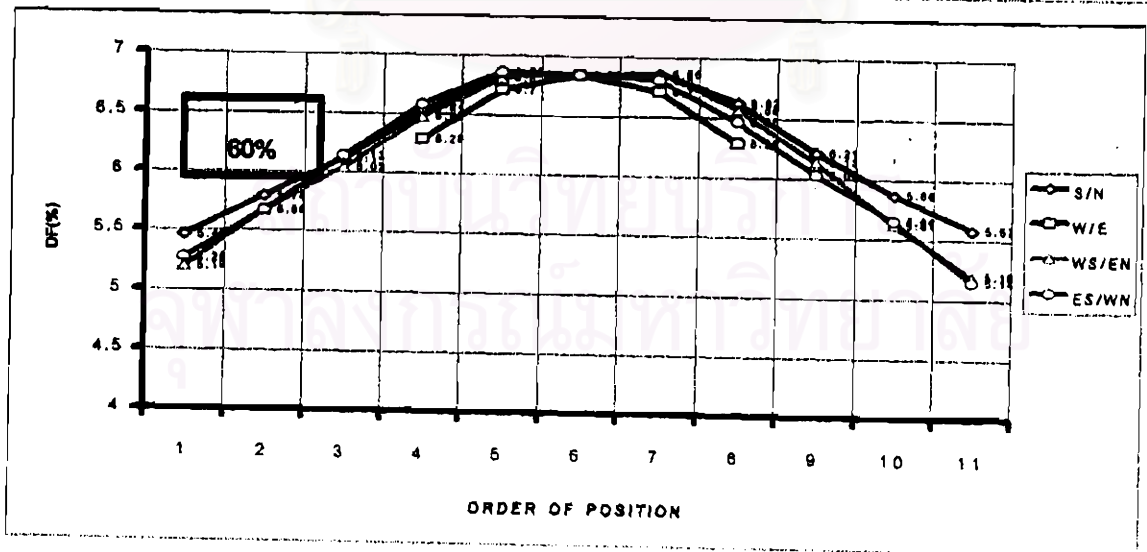
แผนภูมิที่ 4.18 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบระดับค่า DF ในแนวทิศต่างๆของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีค่า SAR1 ที่ค่าการสะท้อนภายใน 60%



(n)

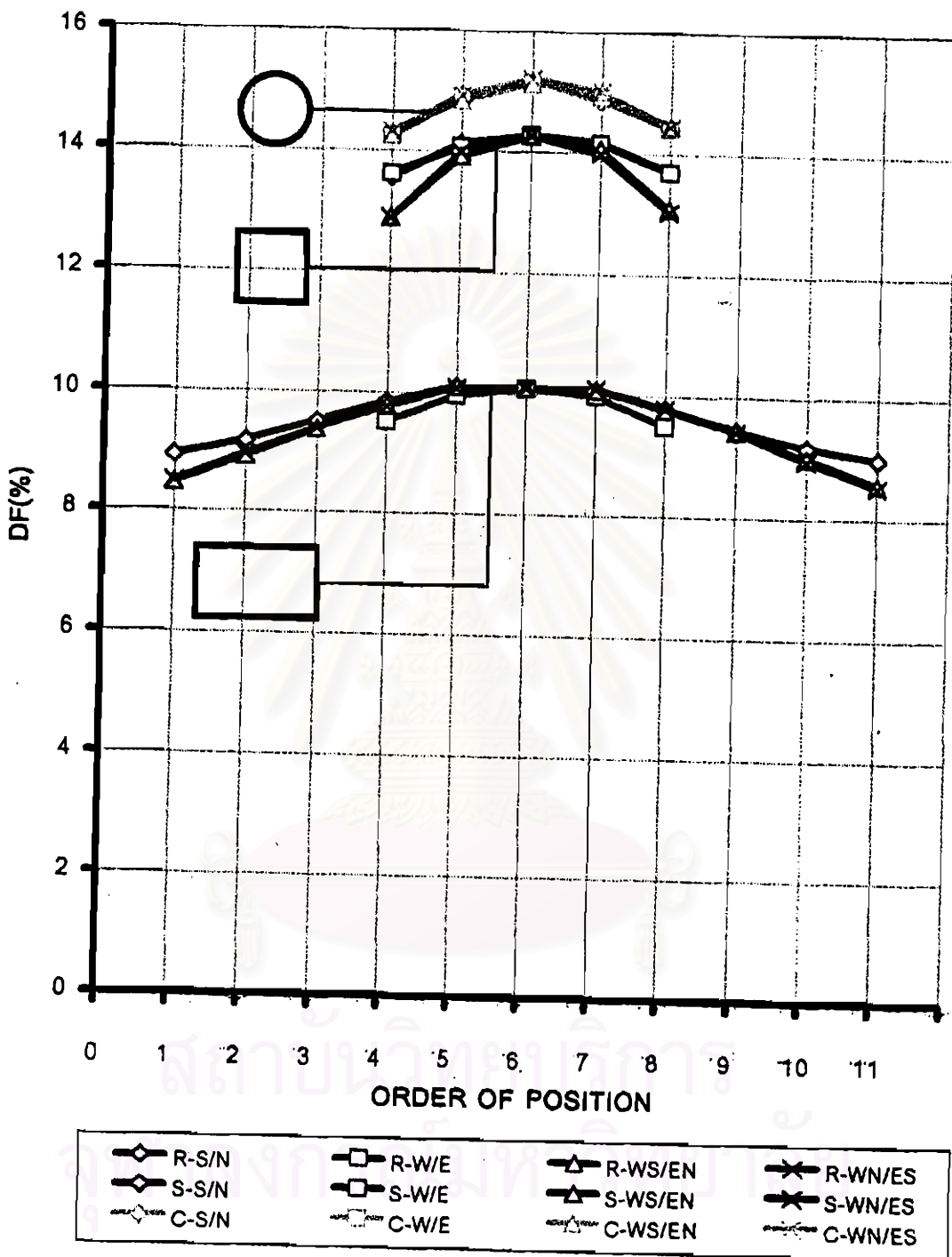


(ข)

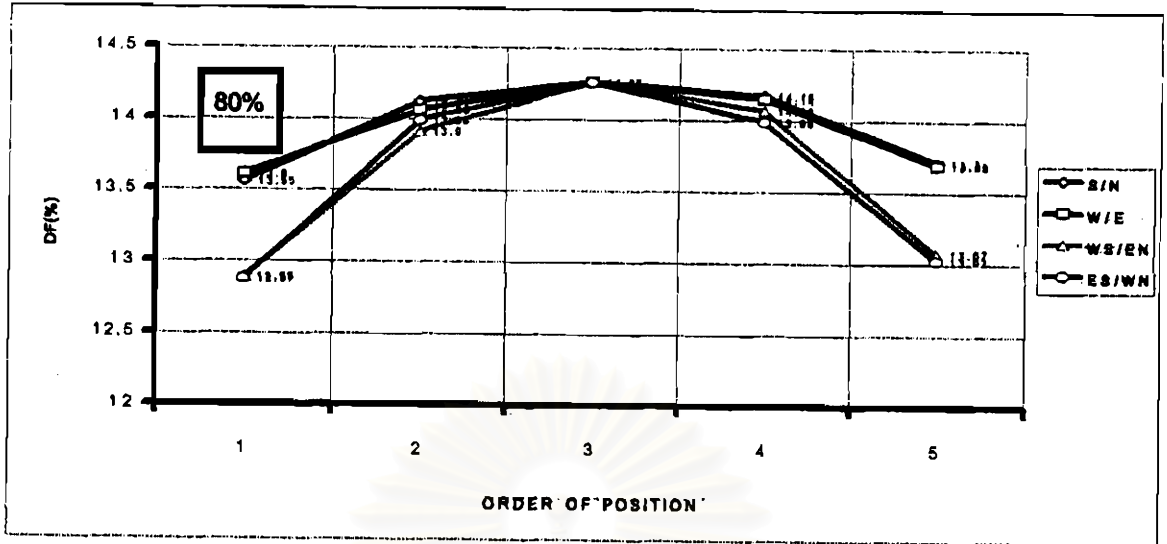


(ค)

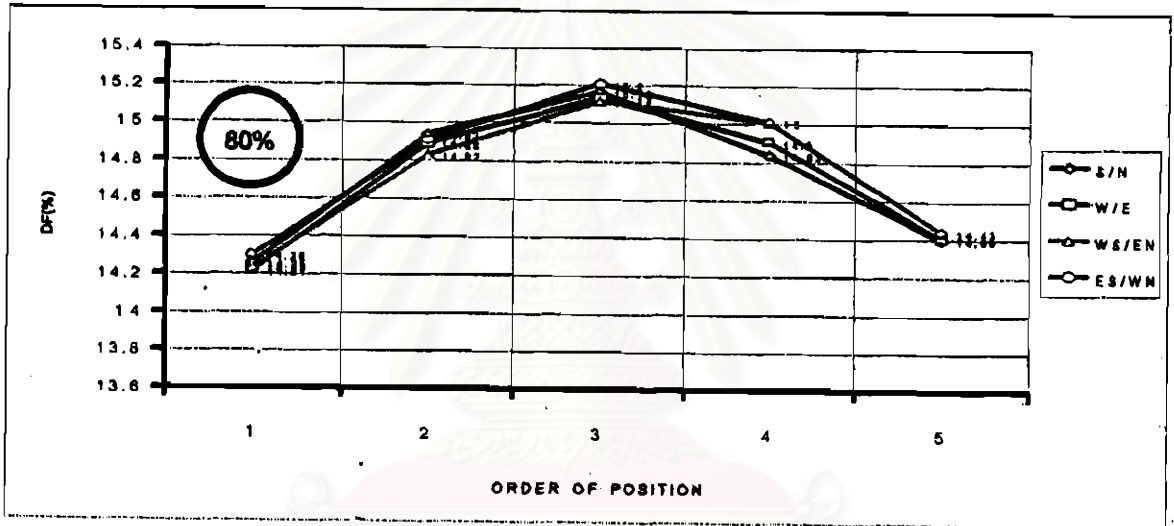
แผนภูมิที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบค่า DF ในที่ต่างๆของ Well แต่ละรูปทรง
 เมื่อมี SAR 1 ค่าการสะท้อนภายใน 60%
 (ก) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ข) วงกลม (ค) ซีเหลี่ยมผืนผ้า



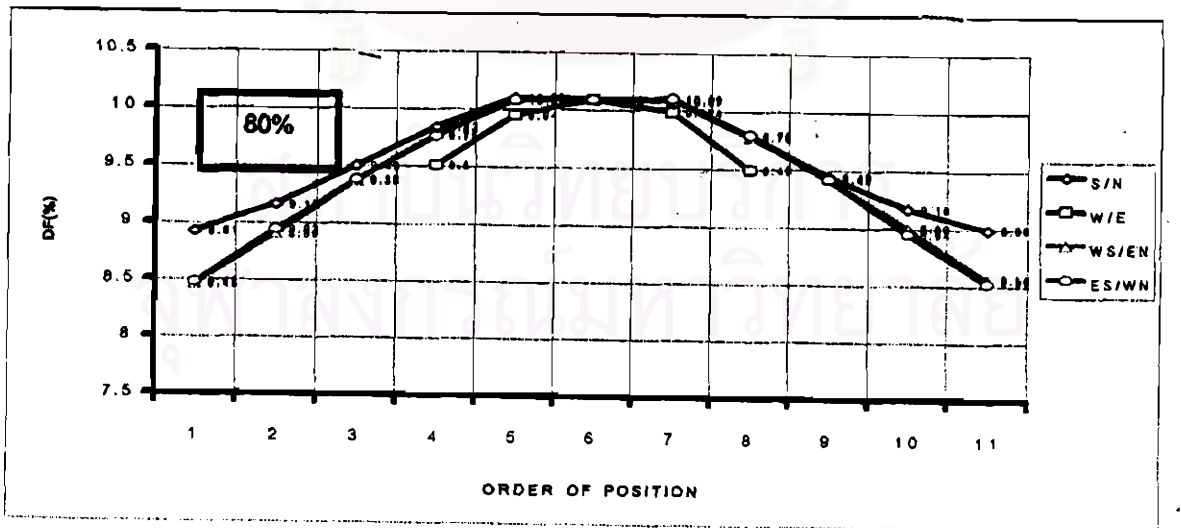
แผนภูมิที่ 4.20 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบระดับค่า DF ในแนวทิศต่างๆของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีค่า SAR1 ที่ค่าการสะท้อนภายใน 80%



(ก)

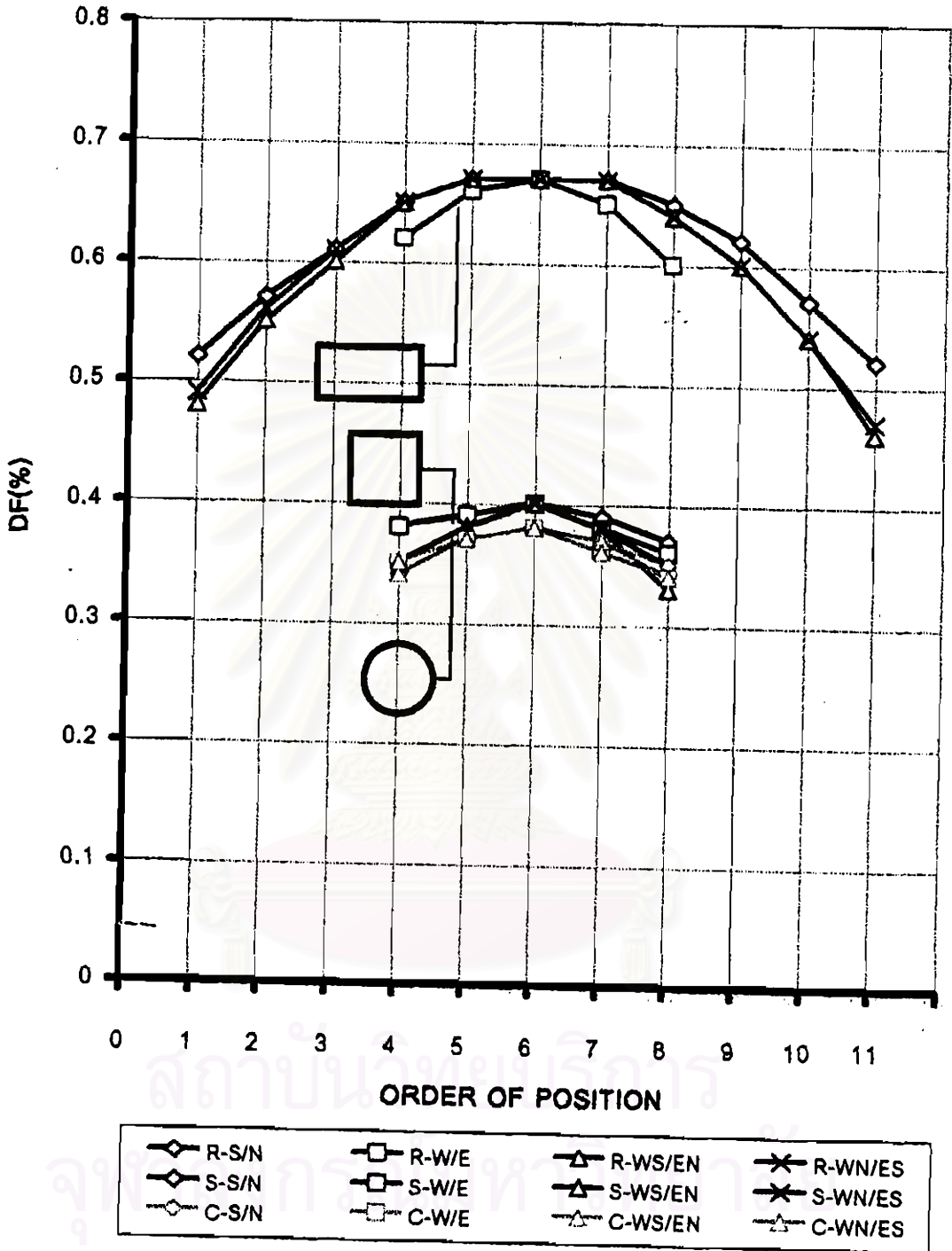


(ข)

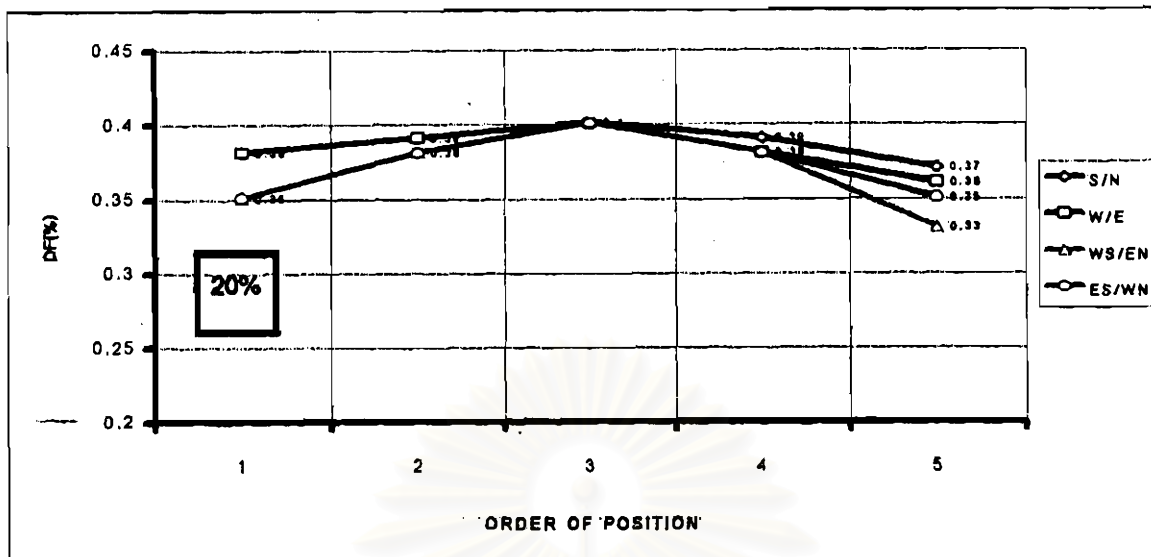


(ค)

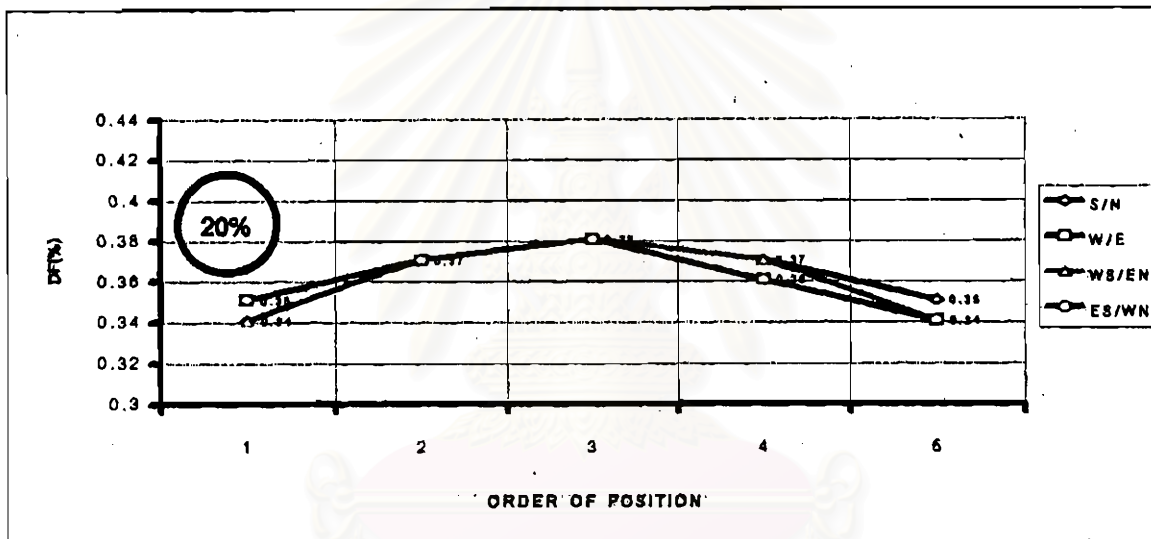
แผนภูมิที่ 4.21 แสดงการเปรียบเทียบค่า DF ในทิศทางต่างๆของ Well แต่ละรูปทรง
 เมื่อมี SAR 1 ค่าการสะท้อนภายใน 80%
 (ก) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ข) วงกลม (ค) ซีเหลี่ยมผืนผ้า



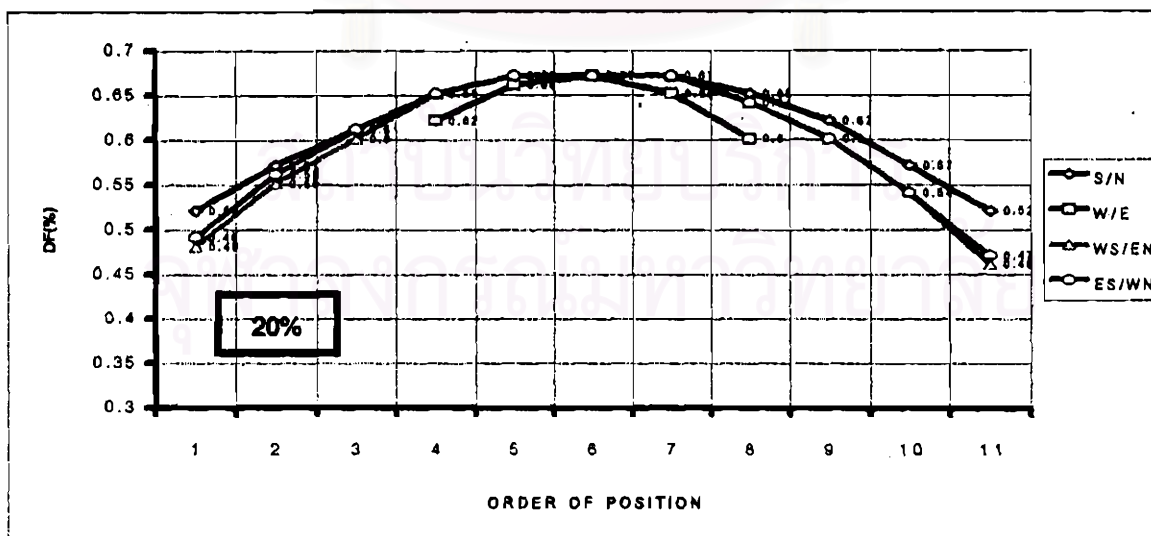
แผนภูมิที่ 4.22 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบระดับค่า DF ในแนวทิศต่างๆของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีค่า SAR2 ที่ค่าการสะท้อนภายใน 20%



(ก)



(ข)

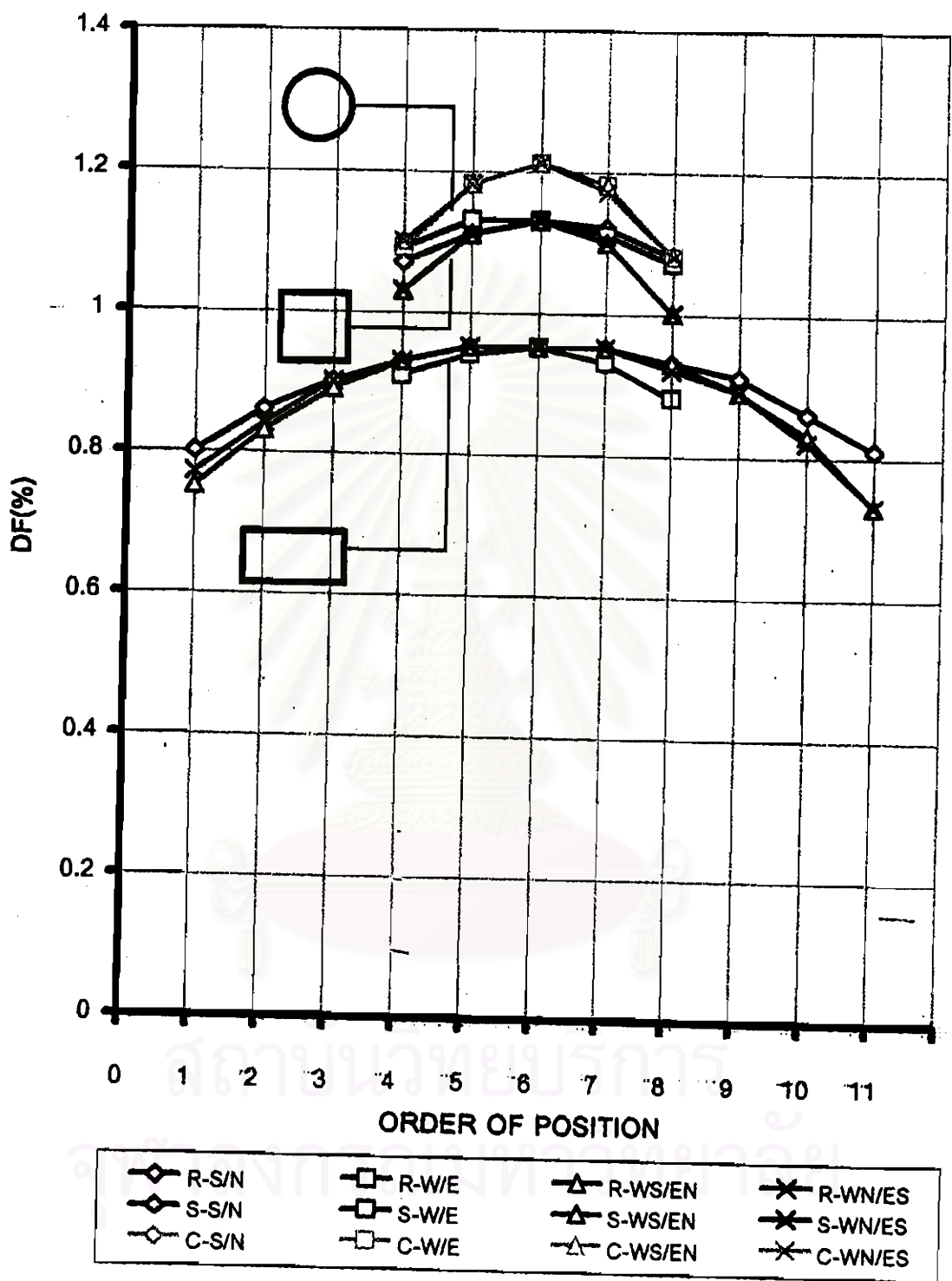


(ค)

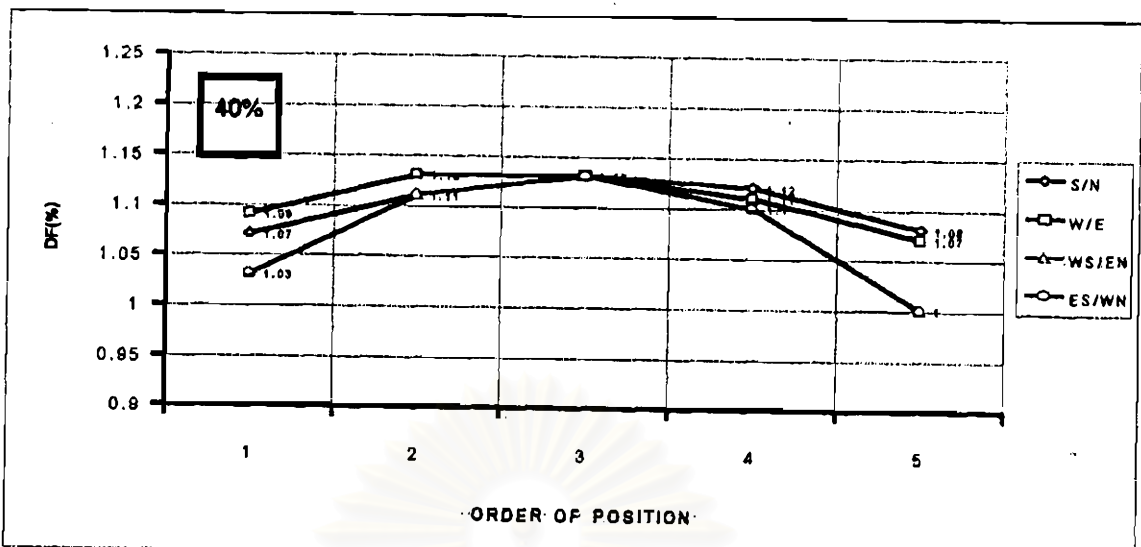
แผนภูมิที่ 4.23 แสดงการเปรียบเทียบค่า DF ในทิศทางต่างๆของ Well แต่ละรูปทรง

เมื่อมี SAR 2 ค่าการสะท้อนภายใน 20%

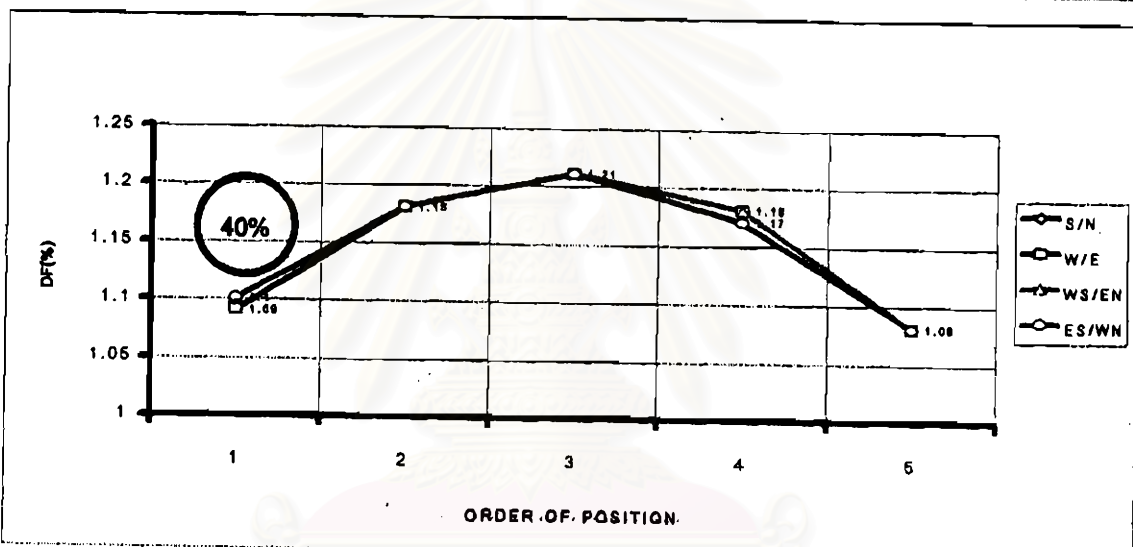
(ก) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ข) วงกลม (ค) ซีเหลี่ยมผืนผ้า



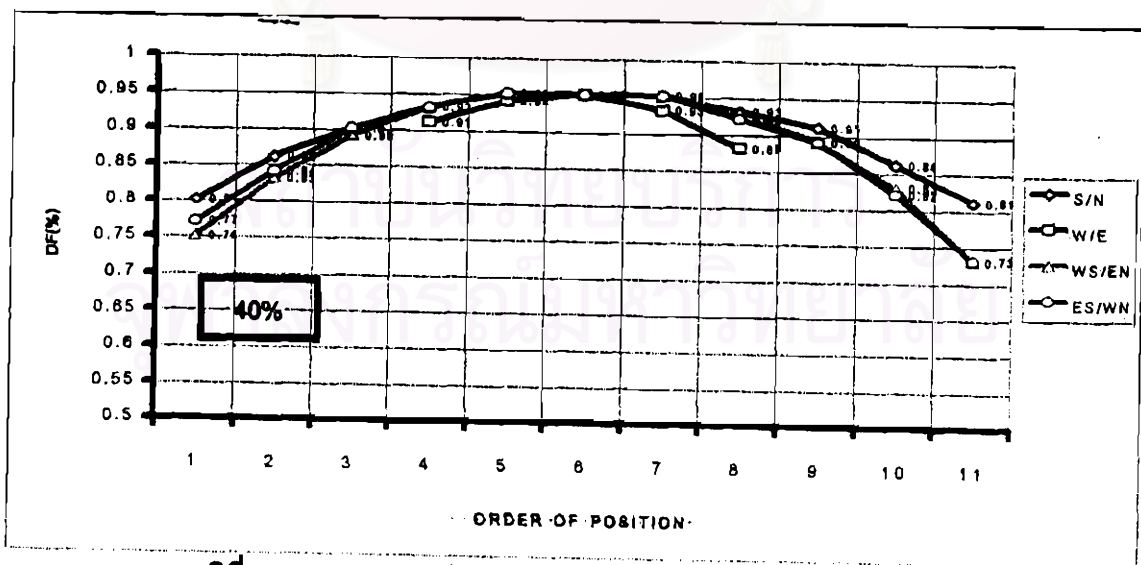
แผนภูมิที่ 4.24 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบระดับค่า DF ในแนวทิศต่างๆ ของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีค่า SAR2 ที่ค่าการสะท้อนภายใน 40%



(n)

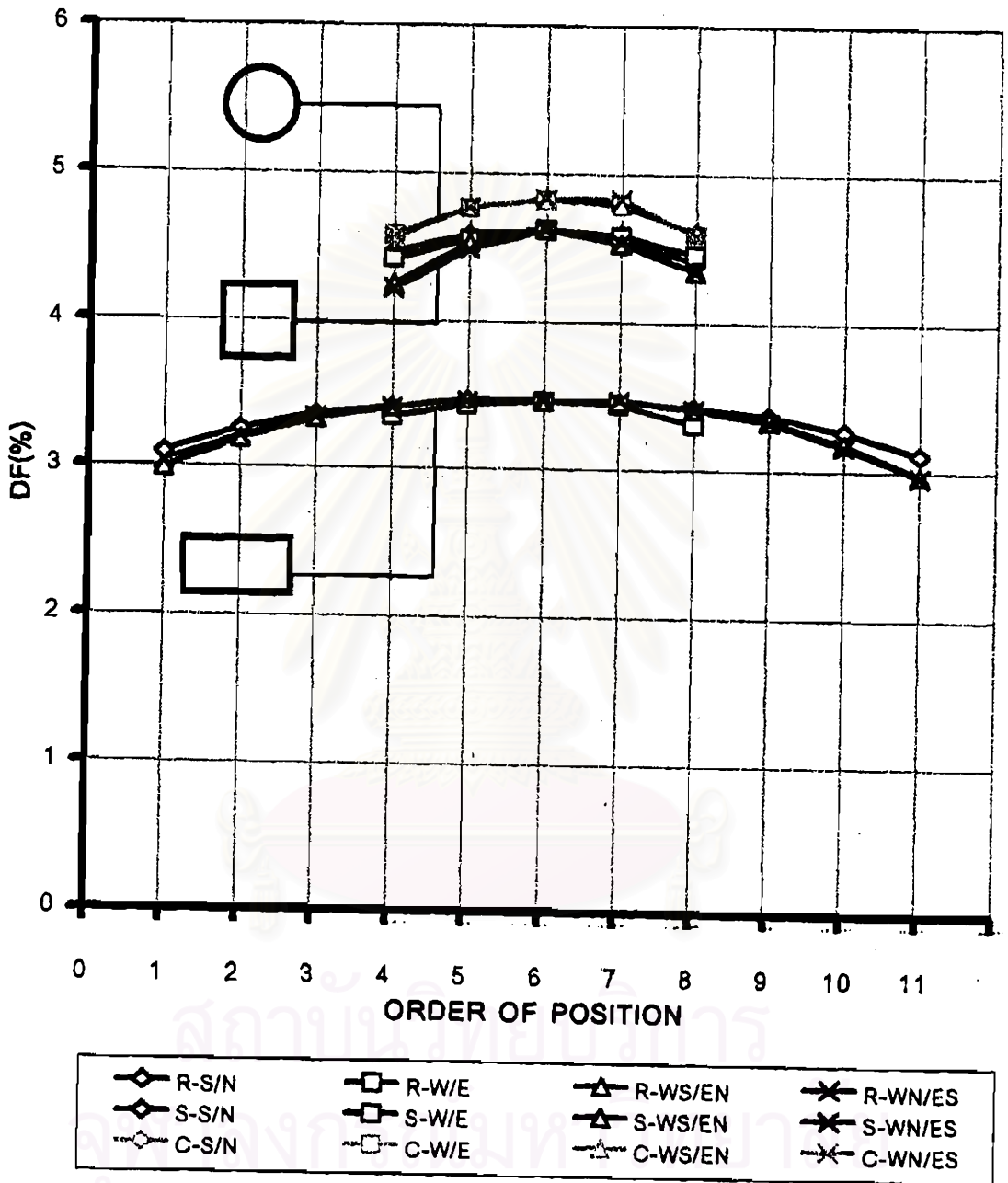


(ข)

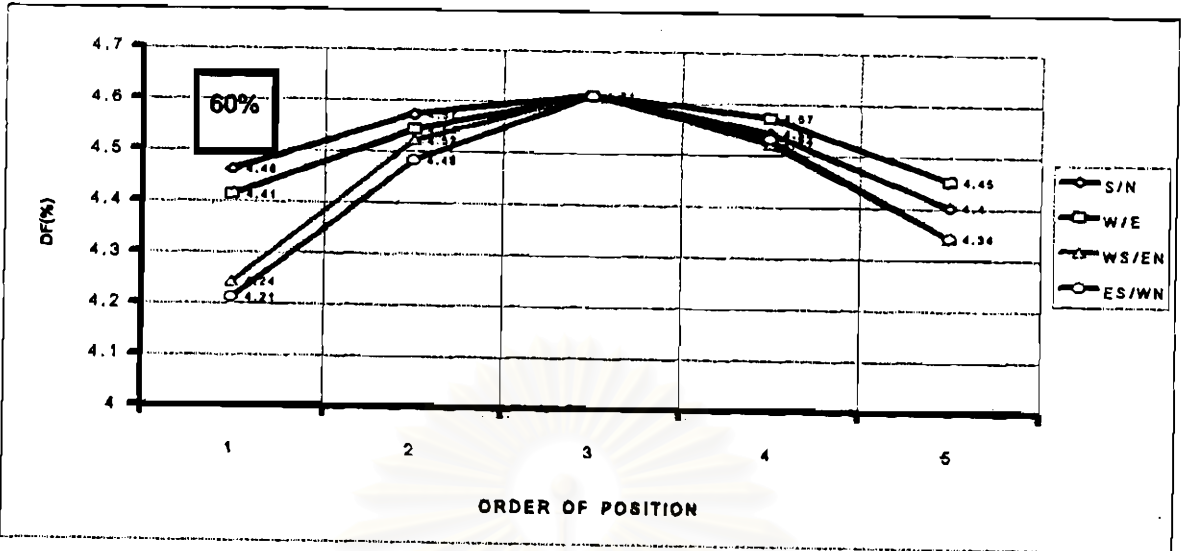


(ค)

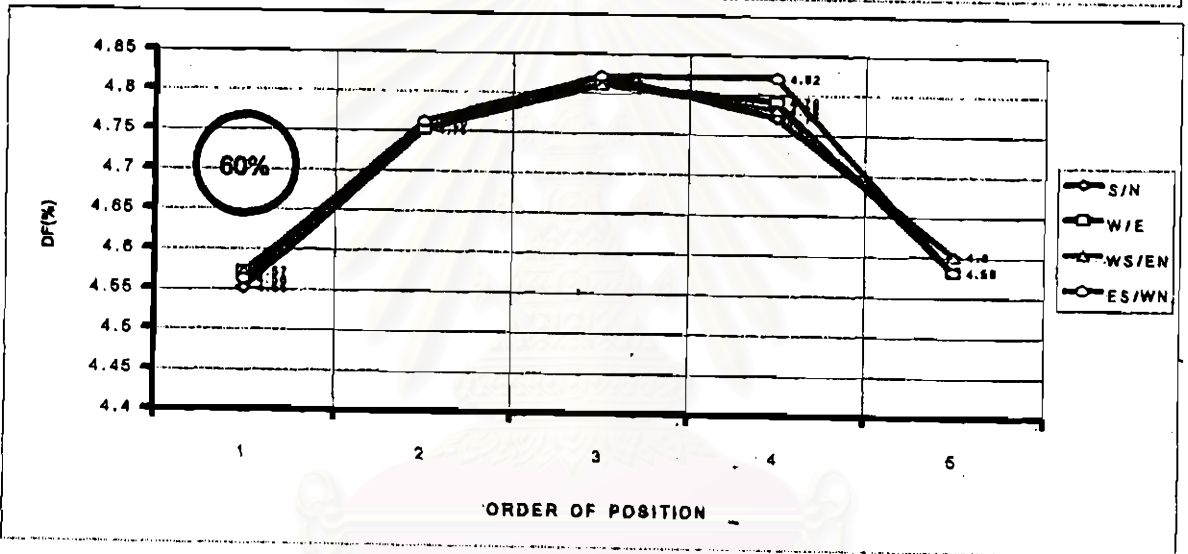
แผนภูมิที่ 4.25 แสดงการเปรียบเทียบค่า DF ในทิศทางต่างๆของ Well แต่ละรูปทรง
 เมื่อมี SAR 2 ค่าการสะท้อนภายใน 40%
 (ก) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ข) วงกลม (ค) ซีเหลี่ยมผืนผ้า



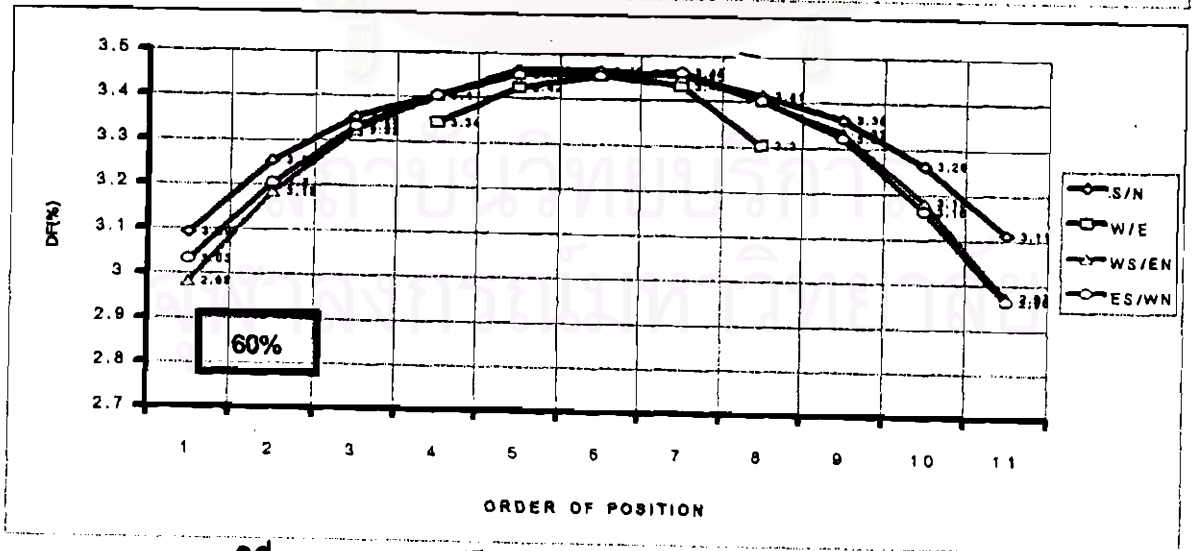
แผนภูมิที่ 4.26 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบระดับค่า DF ในแนวทิศต่างๆของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีค่า SAR2 ที่ค่าการสะท้อนภายใน 60%.



(ก)



(ข)

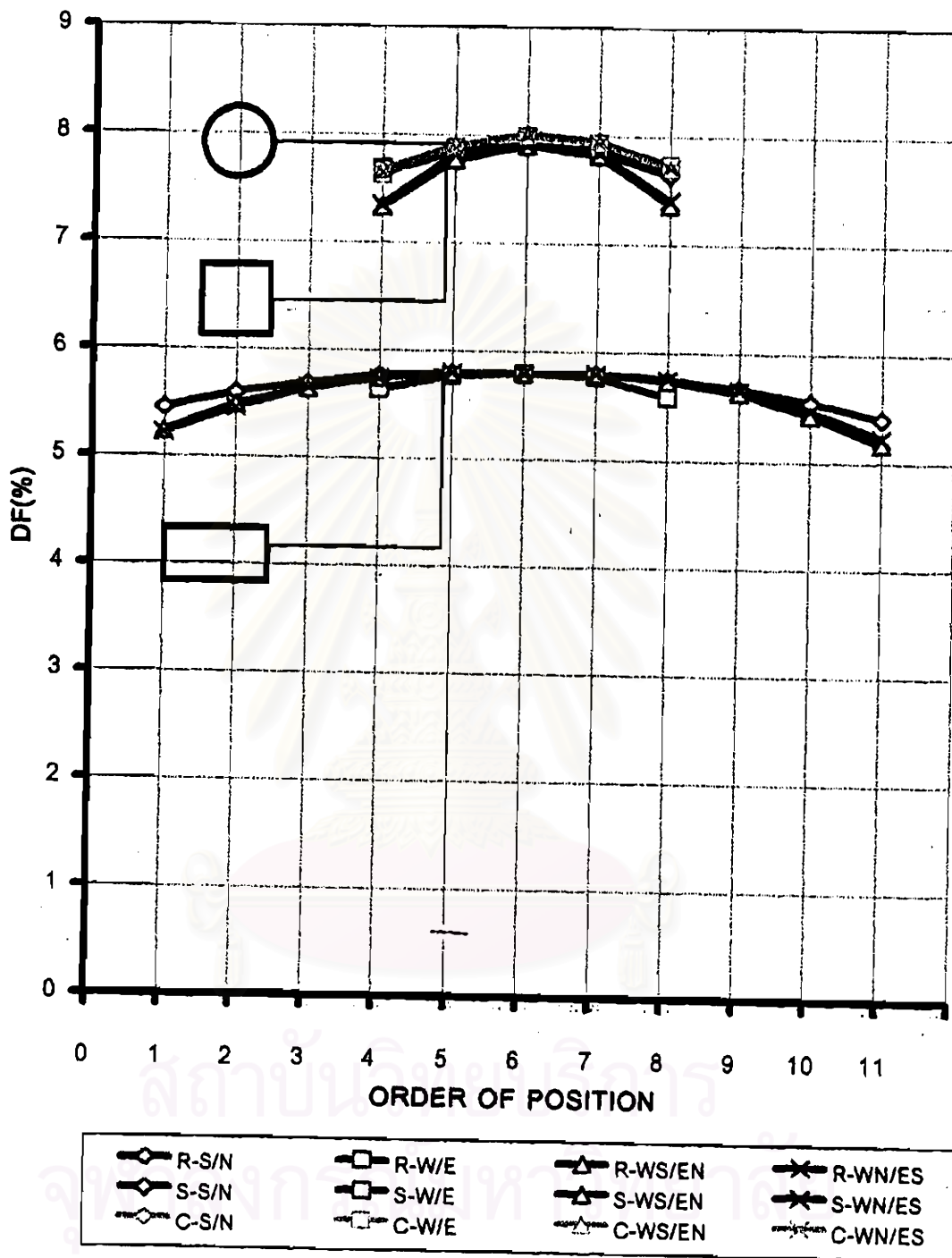


(ค)

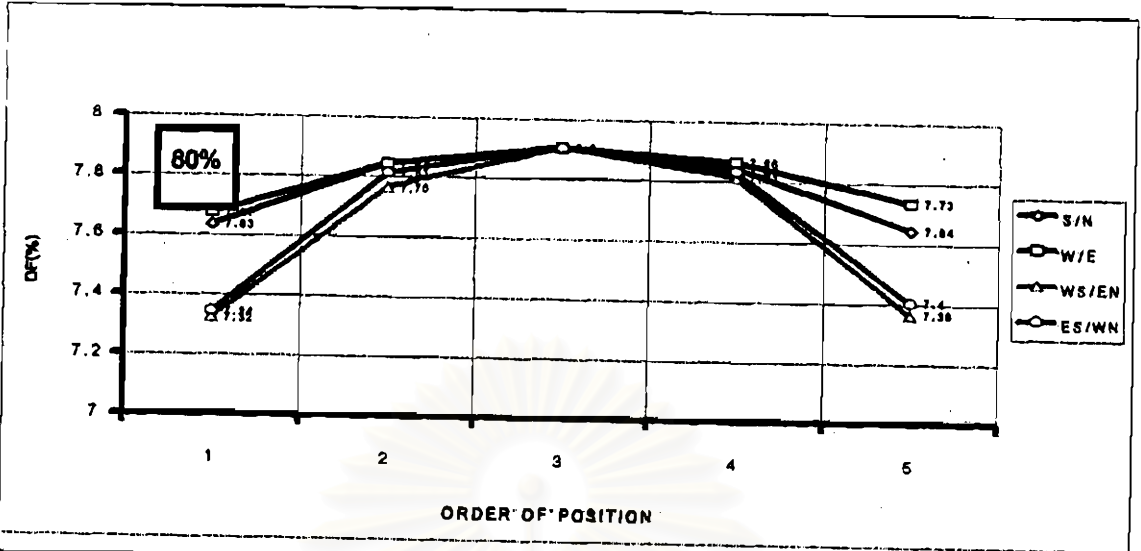
แผนภูมิที่ 4.27 แสดงการเปรียบเทียบค่า DF ในทิศต่างๆของ Well แต่ละรูปทรง

เมื่อมี SAR 2 ค่าการสะท้อนภายใน 60%

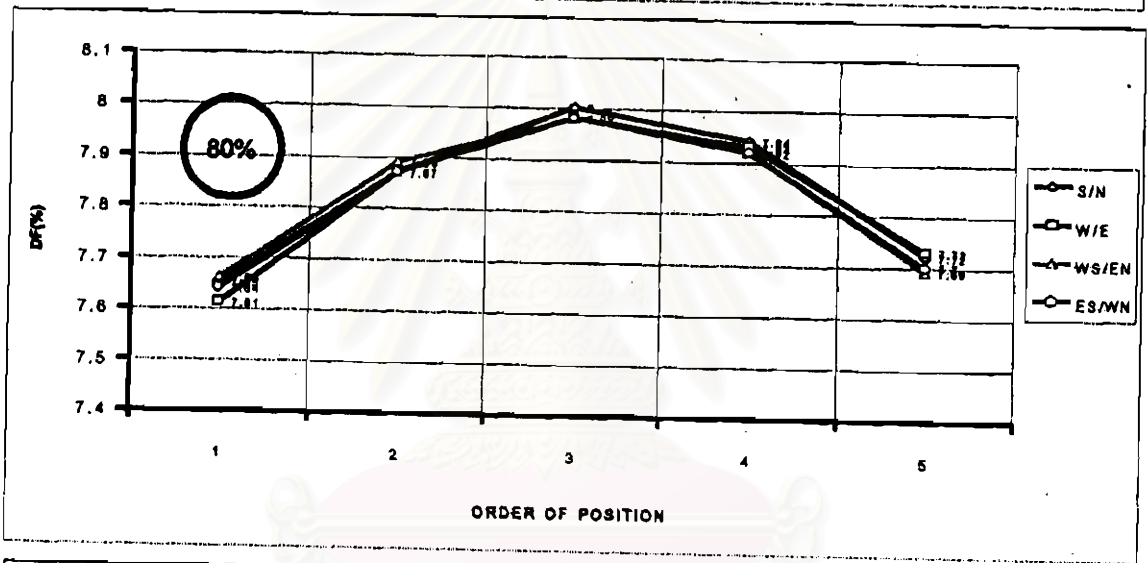
(ก) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ข) วงกลม (ค) ซีเหลี่ยมผืนผ้า



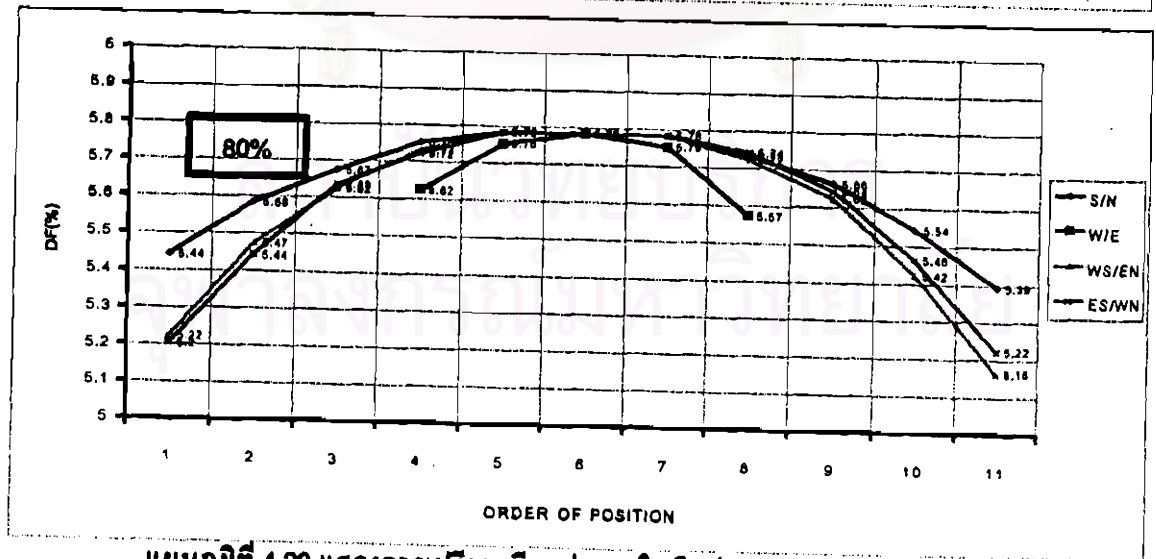
แผนภูมิที่ 4.28 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบระดับค่า DF ในแนวทิศต่างๆ ของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีค่า SAR2 ที่ค่าการสะท้อนภายใน 80%



(ก)



(ข)

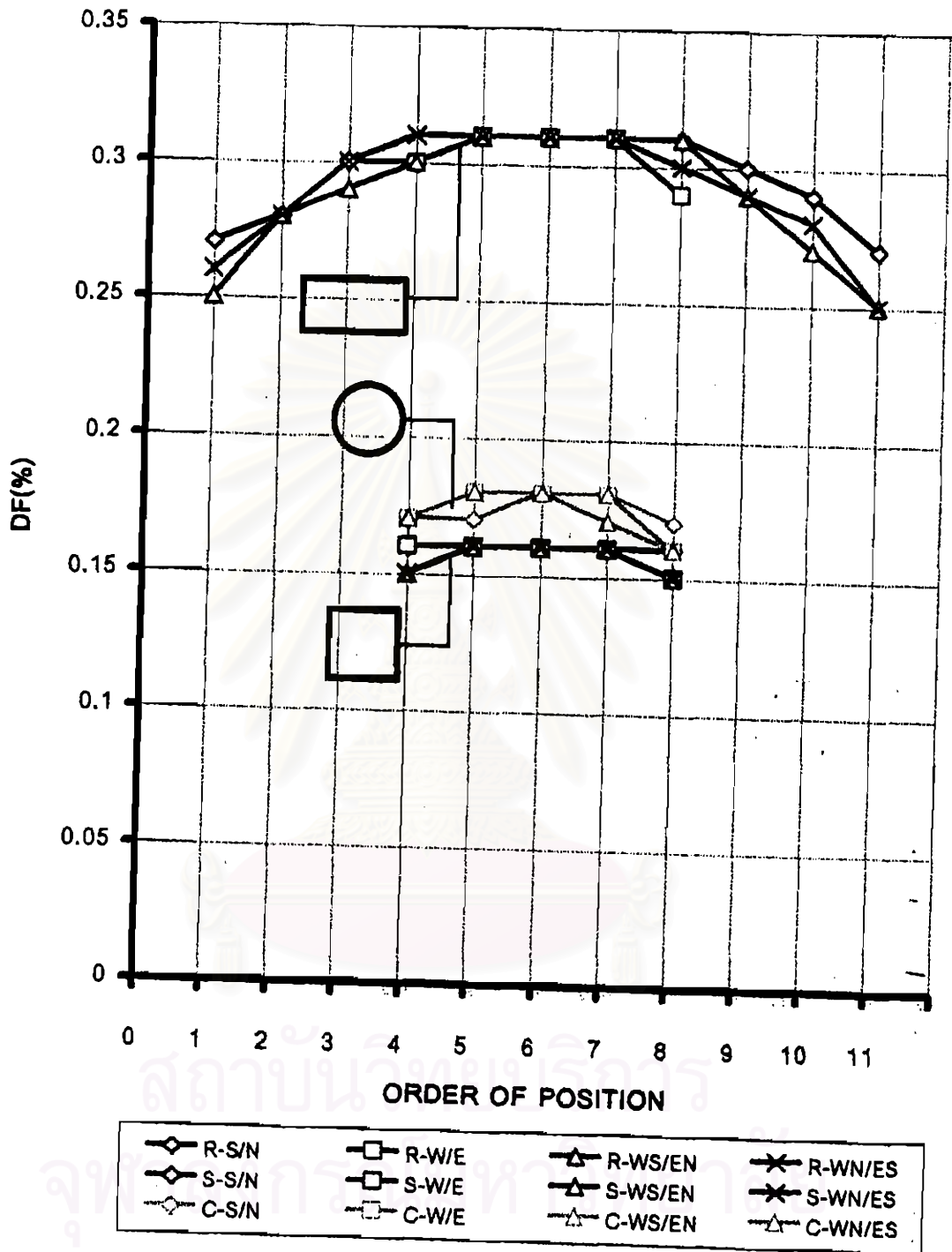


(ค)

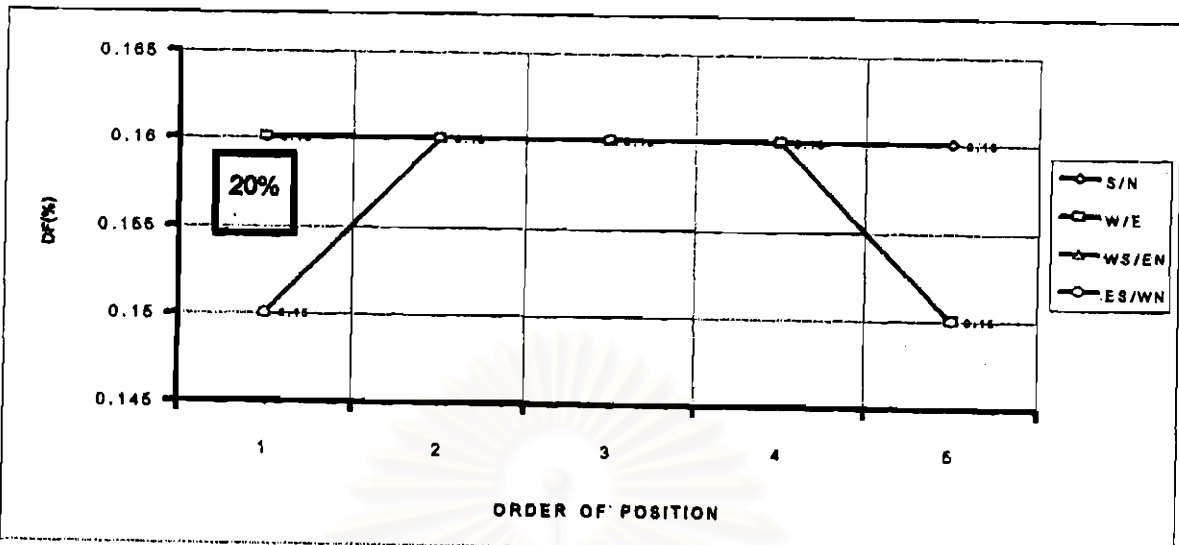
แผนภูมิที่ 4.29 แสดงการเปรียบเทียบค่า DF ในทิศทางต่างๆของ Well แต่ละรูปทรง

เมื่อมี SAR 2 ค่าการสะท้อนภายใน 80%

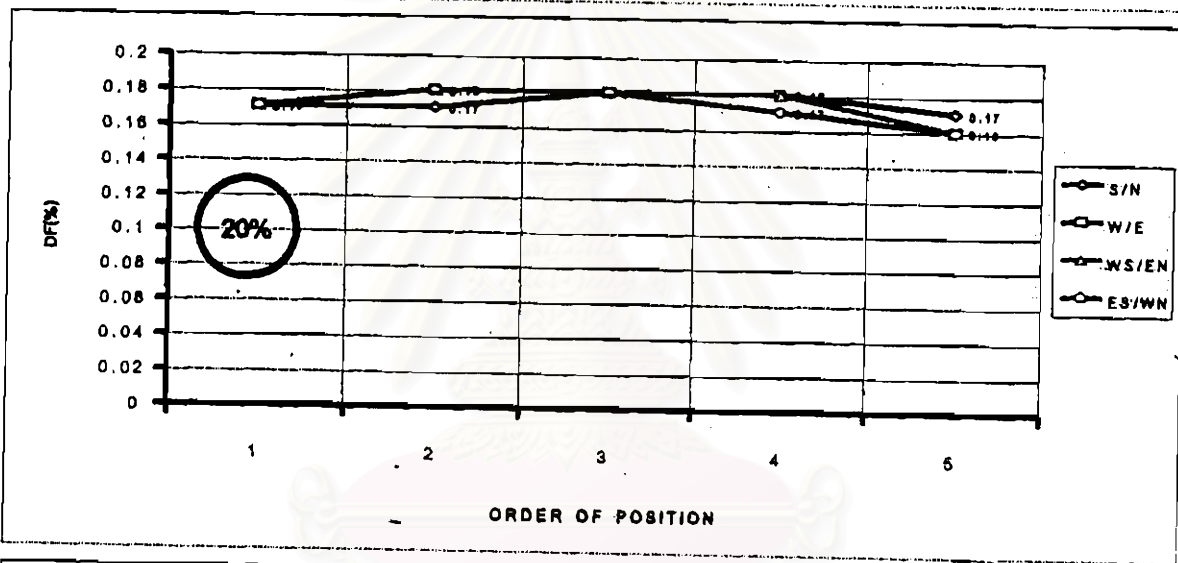
(ก) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ข) วงกลม (ค) ซีเหลี่ยมผืนผ้า



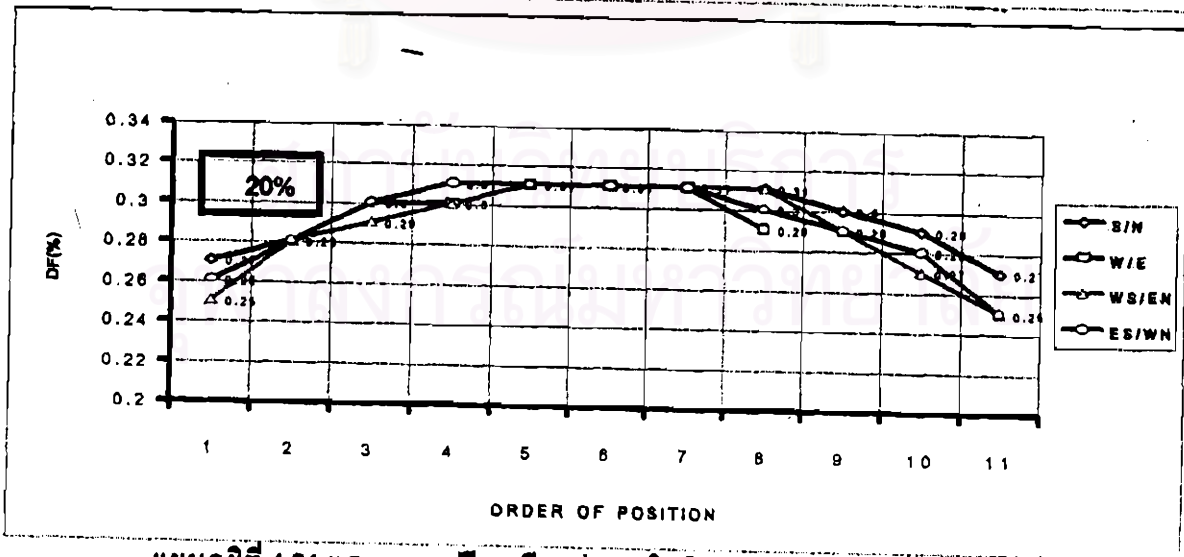
แผนภูมิที่ 4.30 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบระดับค่า DF ในแนวทิศต่างๆของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีค่า SAR3 ที่ค่าการสะท้อนภายใน 20%



(n)

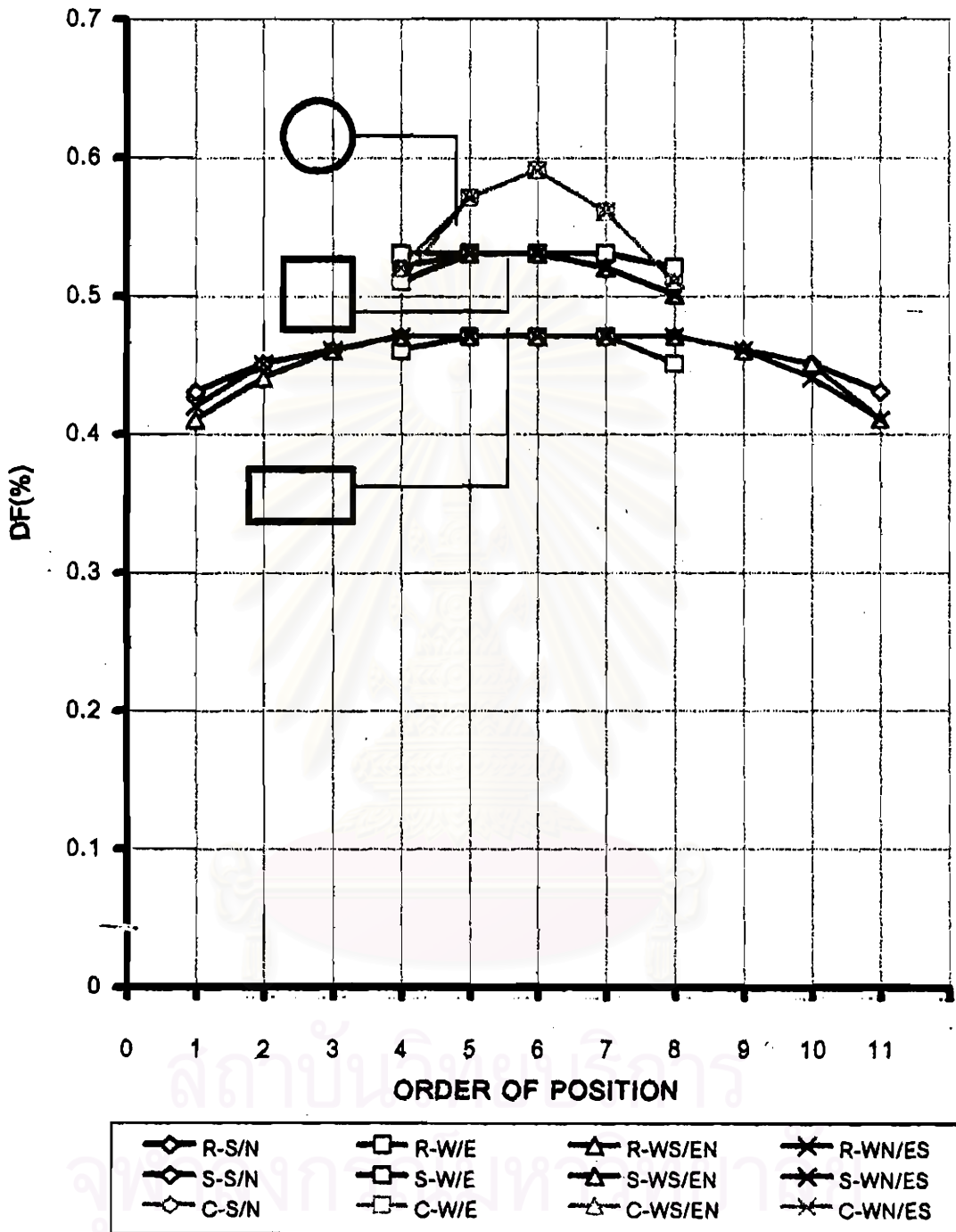


(ข)

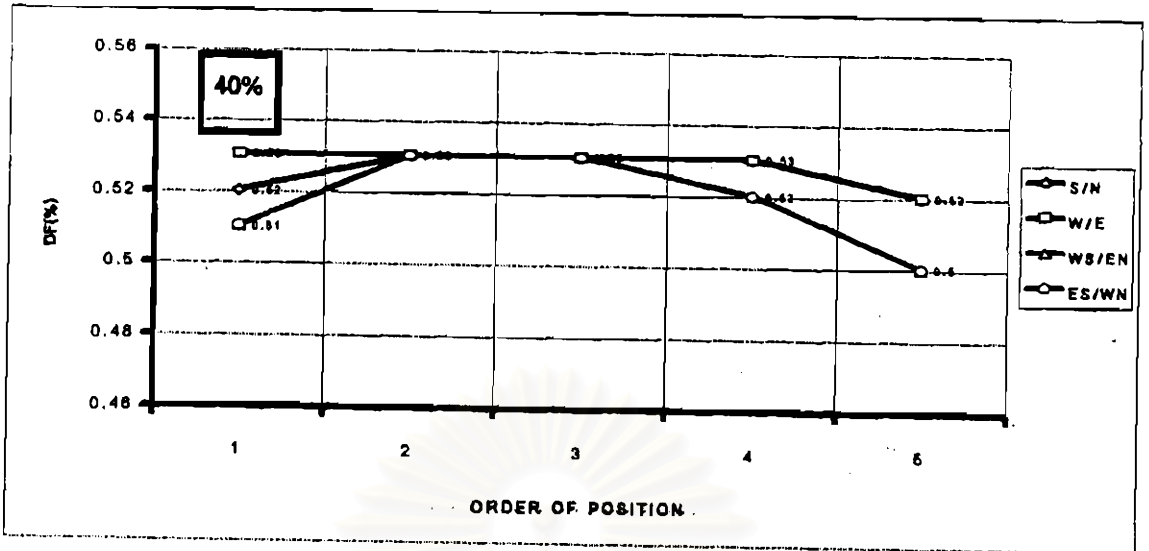


(ค)

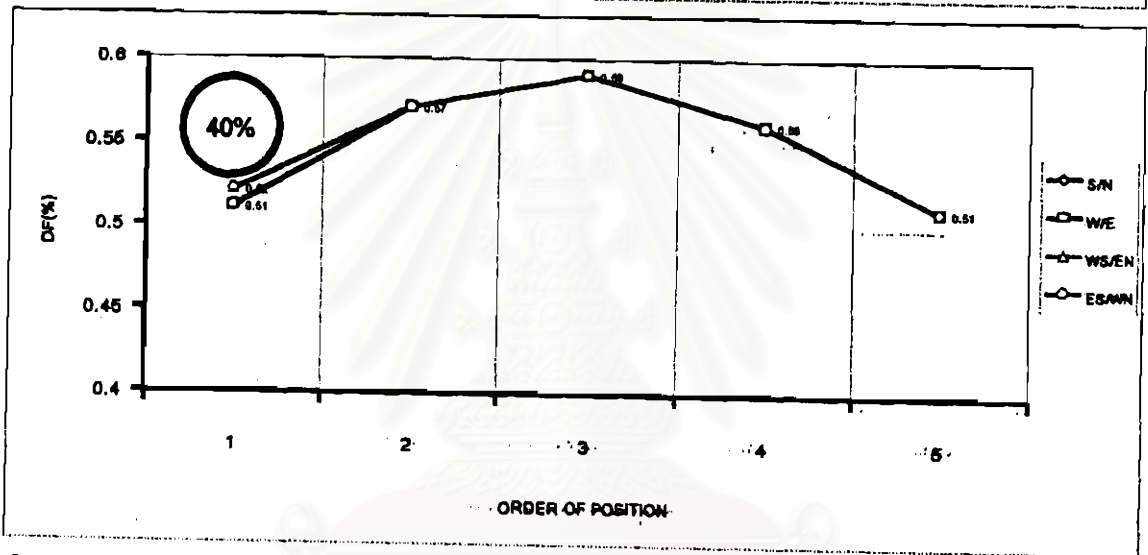
แผนภูมิที่ 4.31 แสดงการเปรียบเทียบค่า DF ในทิศต่างๆของ Well แต่ละรูปทรง
 เมื่อมี SAR 3 ค่าการสะท้อนภายใน 20%
 (ก) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ข) วงกลม (ค) ซีเหลี่ยมผืนผ้า



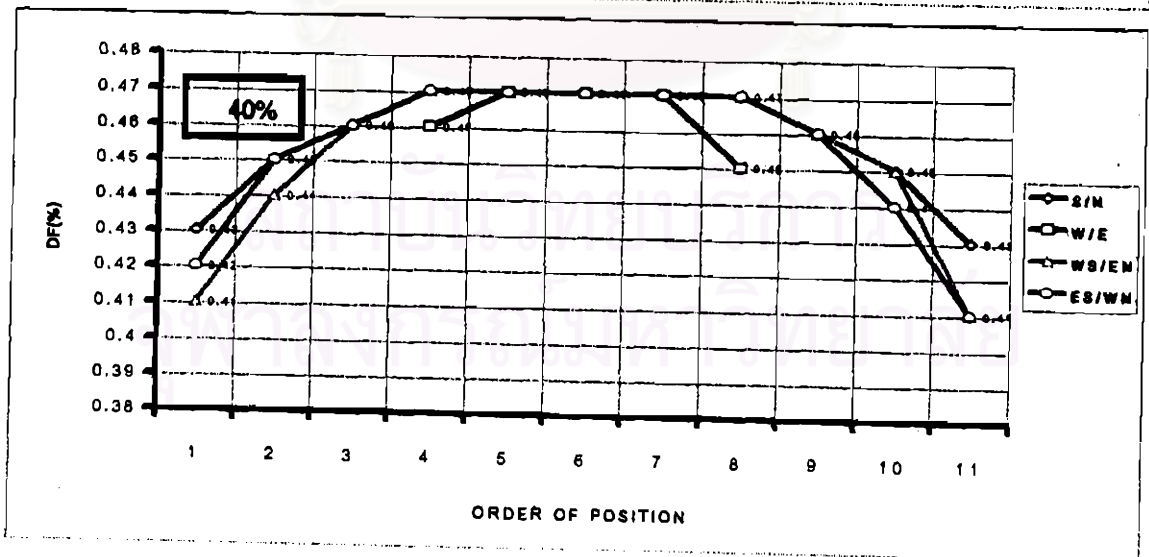
แผนภูมิที่ 4.32 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบระดับค่า DF ในแนวทิศต่างๆของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีค่า SAR3 ที่ค่าการสะท้อนภายใน 40%



(ก)



(ข)

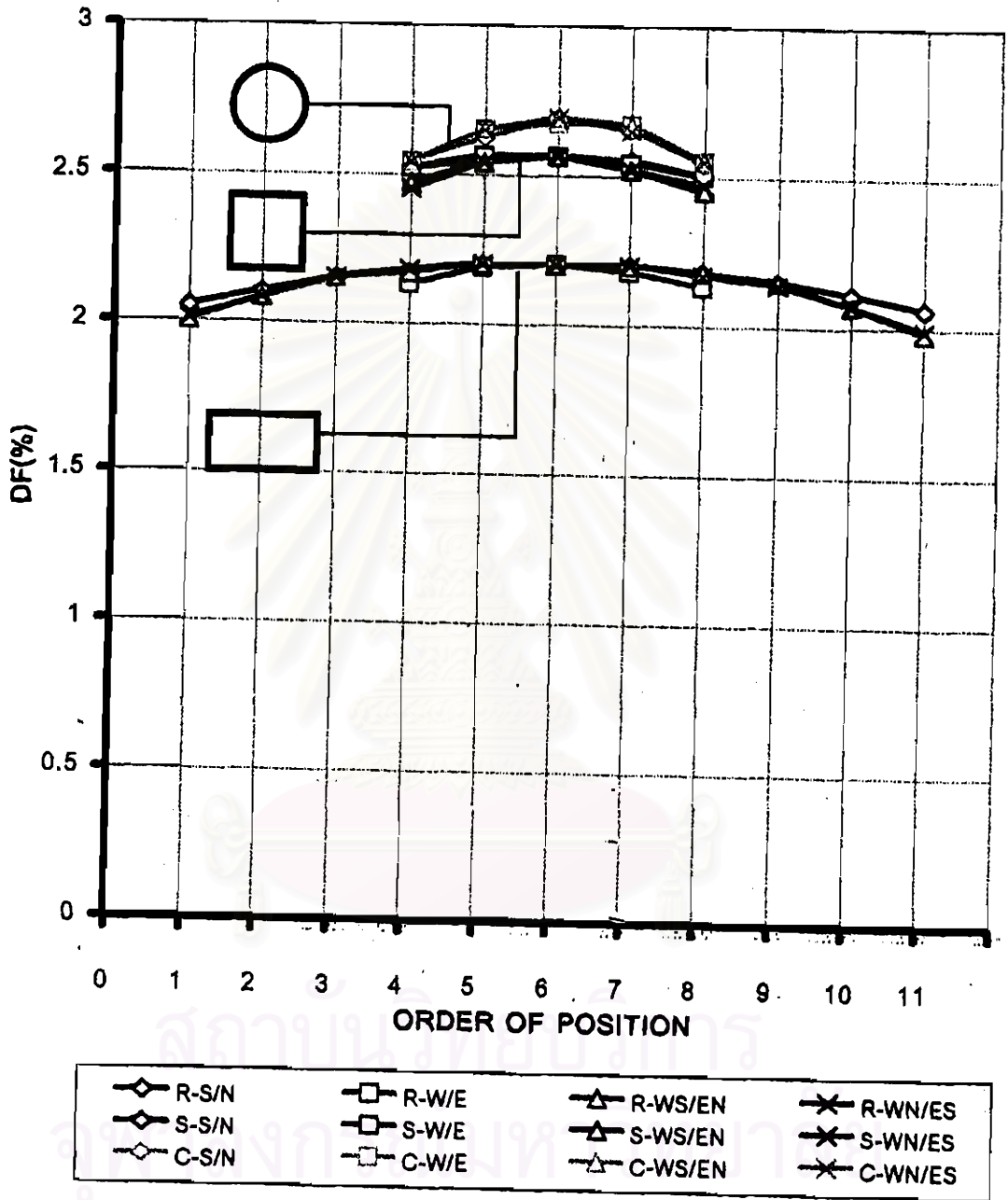


(ค)

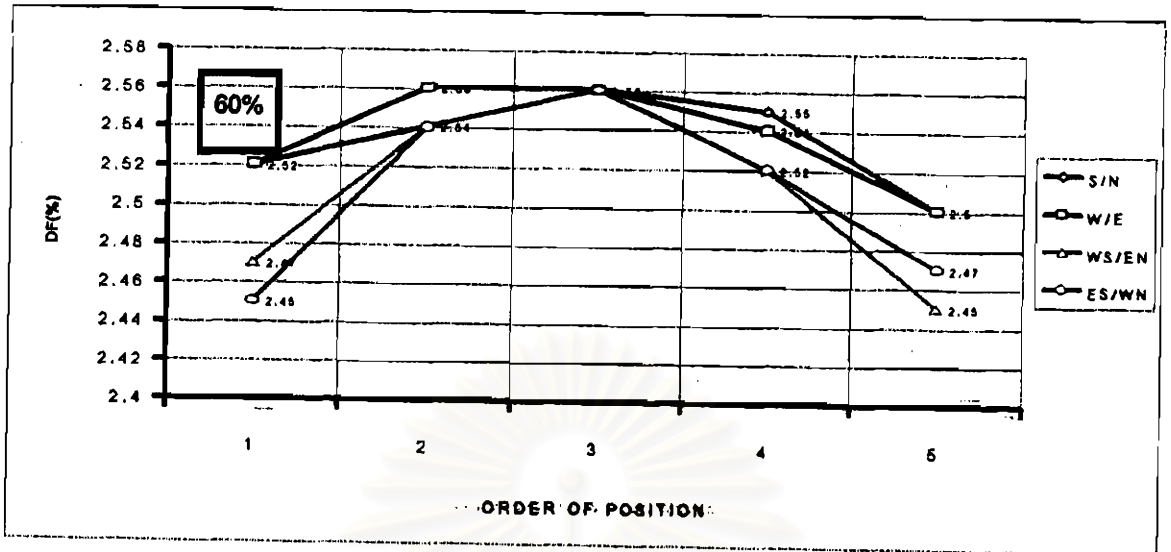
แผนภูมิที่ 4.33 แสดงการเปรียบเทียบค่า DF ในทิศต่างๆของ Well แต่ละรูปทรง

เมื่อมี SAR 3 ค่าการสะท้อนภายใน 40%

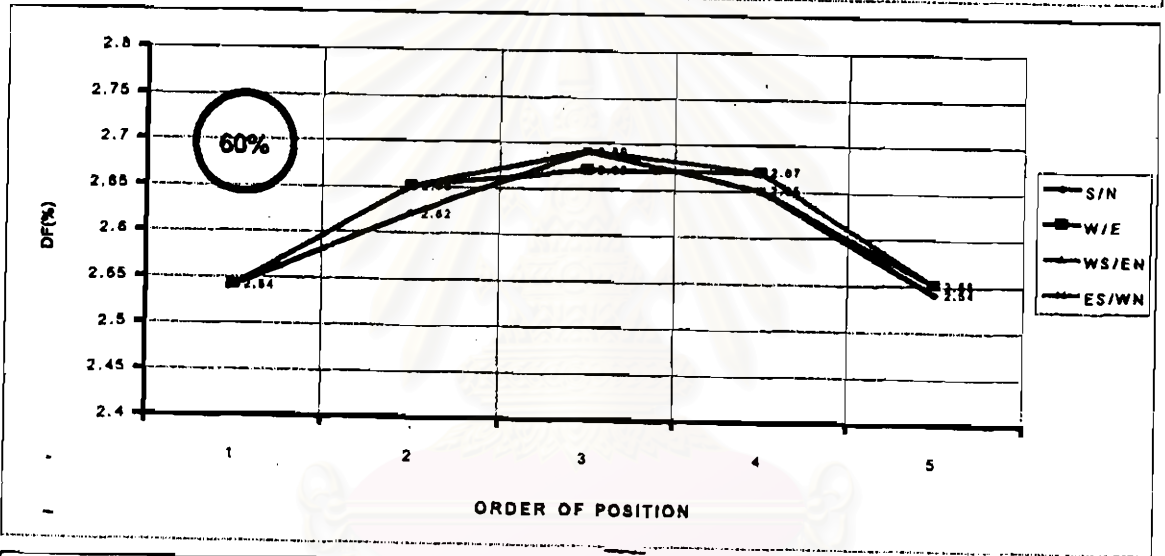
(ก) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ข) วงกลม (ค) ซีเหลี่ยมผืนผ้า



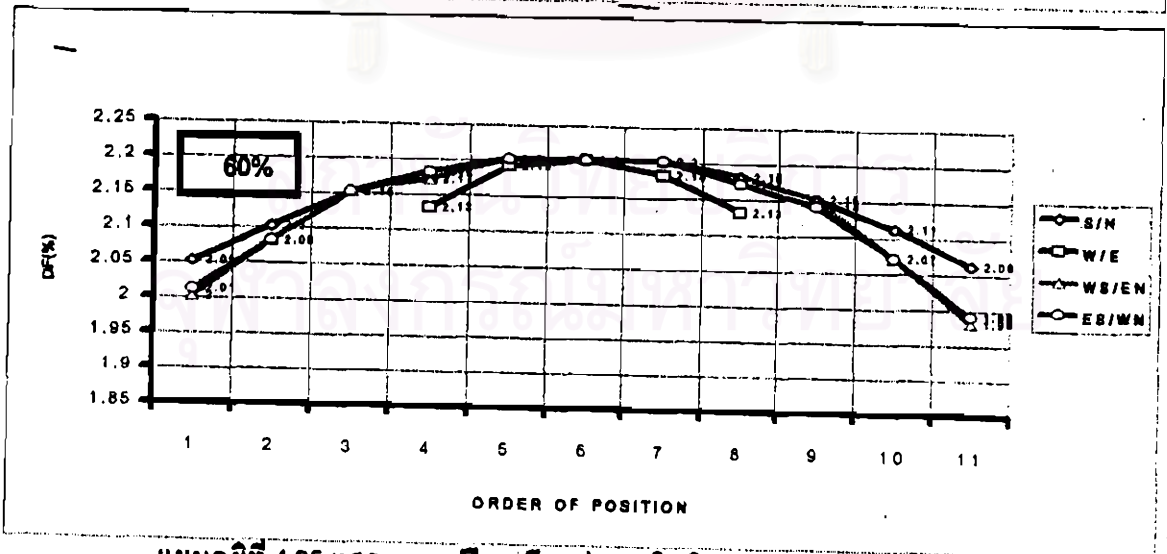
แผนภูมิที่ 4.34 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบระดับค่า DF ในแนวทิศต่างๆของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีค่า SAR3 ที่ค่าการสะท้อนภายใน 60%



(n)



(ข)

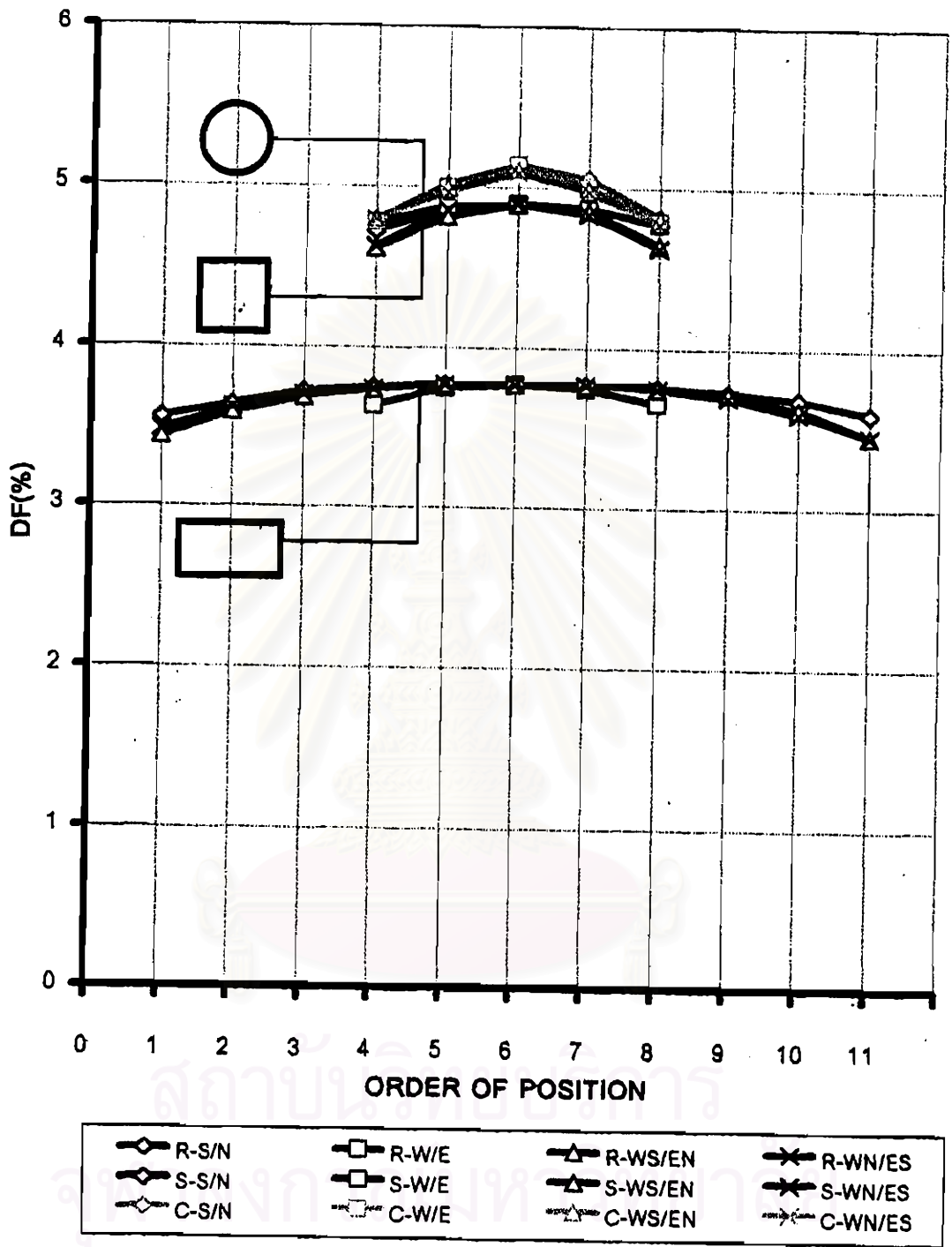


(ค)

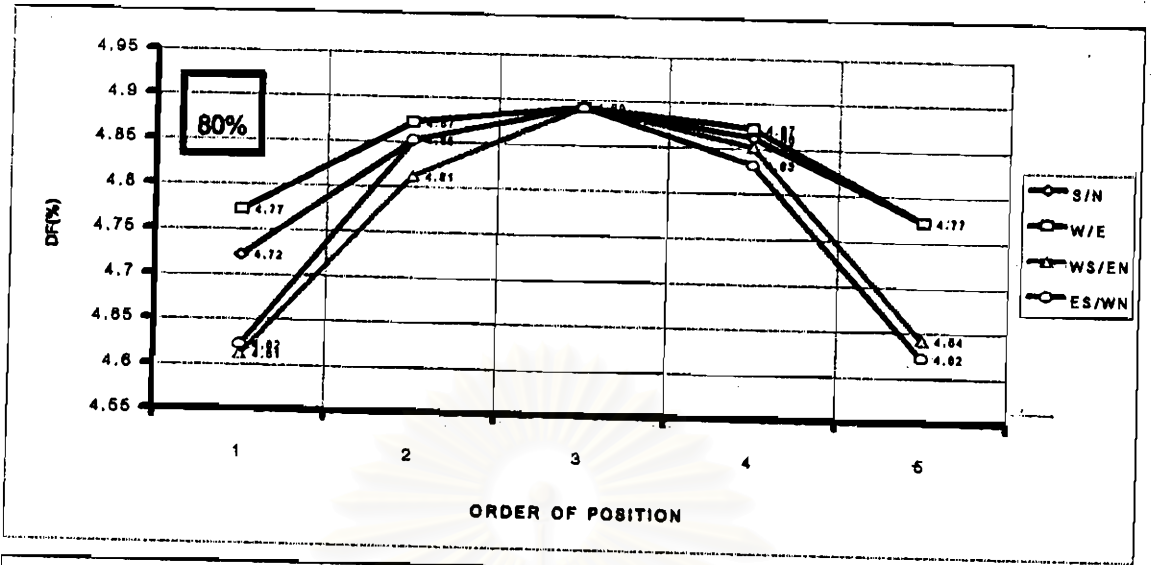
แผนภูมิที่ 4.35 แสดงการเปรียบเทียบค่า DF ในทิศทางต่างๆของ Well แต่ละรูปทรง

เมื่อมี SAR 3 ค่าการสะท้อนภายใน 60%

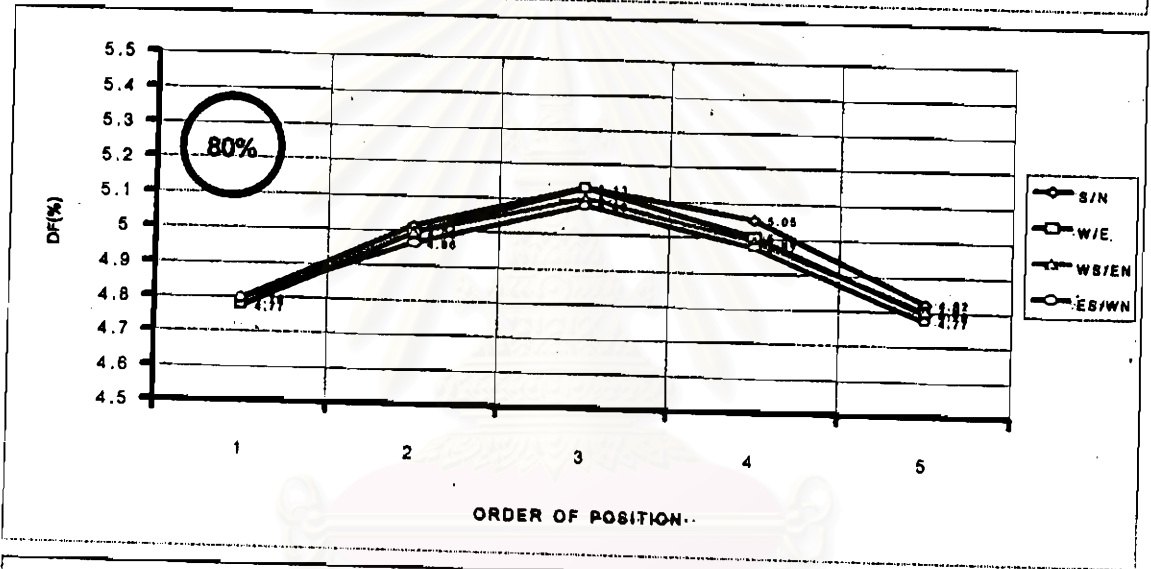
(ก) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ข) วงกลม (ค) ซีเหลี่ยมผืนผ้า



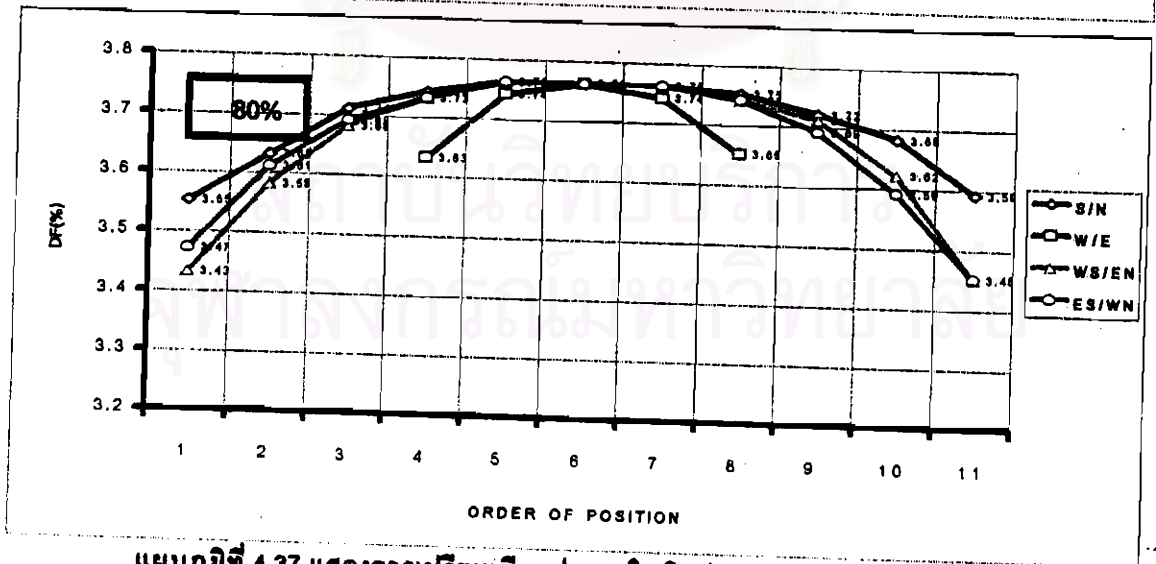
แผนภูมิที่ 4.36 แสดงภาพรวมการเปรียบเทียบระดับค่า DF ในแนวทิศต่างๆของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม และสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อมีค่า SAR3 ที่ค่าการสะท้อนภายใน 80%



(n)



(ข)



(ค)

แผนภูมิที่ 4.37 แสดงการเปรียบเทียบค่า DF ในทิศทางต่างๆของ Well แต่ละรูปทรง

เมื่อมี SAR 3 ค่าการสะท้อนภายใน 80%

(n) ซีเหลี่ยมจัตุรัส (ข) วงกลม (ค) ซีเหลี่ยมผืนผ้า

Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

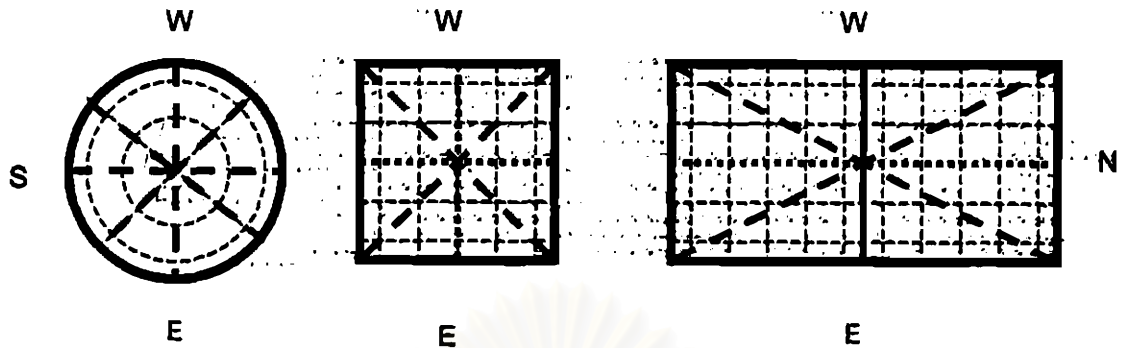
เมื่อพิจารณา Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่กรณีใดกรณีหนึ่ง ลักษณะของปริมาณแสงภายในแนวทิศต่างๆ แบ่งตามความใกล้เคียงกันของค่า DF ที่เกิดขึ้น พบว่า ค่า DF ที่วัดได้ในแนวเหนือ-ใต้ มีค่าใกล้เคียงกับค่า DF ที่วัดได้ในแนวตะวันออก-ตะวันตก และค่า DF ที่วัดได้ในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่าใกล้เคียงกับค่า DF ที่วัดได้ในแนวตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ ที่ตำแหน่งแรกและตำแหน่งสุดท้ายของพิกัดการวัดค่า DF ในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือและค่า DF ในแนวตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่หันเข้าหามุมผนังของ Well แต่ละมุม ค่า DF จะลดลงต่ำกว่าตำแหน่งแรกและตำแหน่งสุดท้ายของพิกัดการวัดค่า DF ในแนวเหนือ-ใต้ และในแนวตะวันออก-ตะวันตก ซึ่งอยู่ติดกับผนังเรียบธรรมดา ส่วนที่ตำแหน่งกึ่งกลางของผนังจะเป็นจุดที่มีค่า DF เท่ากัน ลักษณะเช่นนี้เป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเหมือนกันในทุกกรณี ไม่ว่า Well จะมีค่า SAR เท่ากับ 1 2 หรือ 3 หรือค่าการสะท้อนแสงภายในจะเป็น 20% 40% 60% หรือ 80%

Well รูปทรงวงกลม

เมื่อพิจารณา Well รูปทรงวงกลมที่กรณีใดกรณีหนึ่ง การคาดคะเนปริมาณแสงภายในที่จะเกิดขึ้น - โดยพิจารณาจากค่า DF ตามพิกัดการวัดในทุกทิศทาง คือ ค่า DF ที่วัดได้ในแนวเหนือ-ใต้ ค่า DF ที่วัดได้ในแนวตะวันออก-ตะวันตก ค่า DF ที่วัดได้ในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ และค่า DF ที่วัดได้ในแนวตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ พบว่า ในแต่ละตำแหน่งที่ทำการวัดของแต่ละทิศมีค่า DF เท่ากันหรือใกล้เคียงจนเกือบจะเท่ากัน และที่ตำแหน่งกึ่งกลางของผนังจะมีค่า DF เท่ากันหมด ลักษณะเช่นนี้เป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเหมือนกันในทุกกรณี ไม่ว่า Well จะมีค่า SAR เท่ากับ 1-2 หรือ 3 หรือค่าการสะท้อนแสงภายในจะเป็น 20% 40% 60% หรือ 80%

Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า

เมื่อพิจารณา Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่กรณีใดกรณีหนึ่ง ลักษณะของปริมาณแสงภายในแนวทิศต่างๆ แบ่งตามความใกล้เคียงกันของค่า DF ที่เกิดขึ้น พบว่า ค่า DF ที่วัดได้ในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่าใกล้เคียงกับค่า DF ที่วัดได้ในแนวตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ ทั้งสองแนวพิกัดมีค่า DF ต่ำกว่าค่า DF ในแนวเหนือ-ใต้ โดยเฉพาะที่ตำแหน่งแรกและตำแหน่งสุดท้ายของพิกัดการวัดค่า DF ในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือและค่า DF ในแนวตะวันออกเฉียงใต้-ตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่หันเข้าหามุมผนังของ Well แต่ละมุม ค่า DF จะลดลงต่ำกว่าตำแหน่งแรกและตำแหน่งสุดท้ายของพิกัดการวัดค่า DF ในแนวเหนือ-ใต้ ซึ่งอยู่ติดกับผนังเรียบธรรมดามากที่สุด ส่วนค่า DF ในแนวตะวันออก-ตะวันตกเป็นแนวพิกัดที่มีค่า DF ต่ำที่สุด ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของผนังเป็นจุดที่มีค่า DF เท่ากันจากการวัดทุกแนวทิศ ลักษณะเช่นนี้เป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเหมือนกันในทุกกรณี ไม่ว่า Well จะมีค่า SAR เท่ากับ 1 2 หรือ 3 หรือค่าการสะท้อนแสงภายในจะเป็น 20% 40% 60% หรือ 80%



รูปที่ 4.5 แสดงแนวทิศที่มีค่า DF ที่เท่ากับเมื่อพิจารณาเงาทะแ่งแต่ละรูปทรงของ Well ในแต่ละค่า SAR และค่าการสะท้อนภายใน

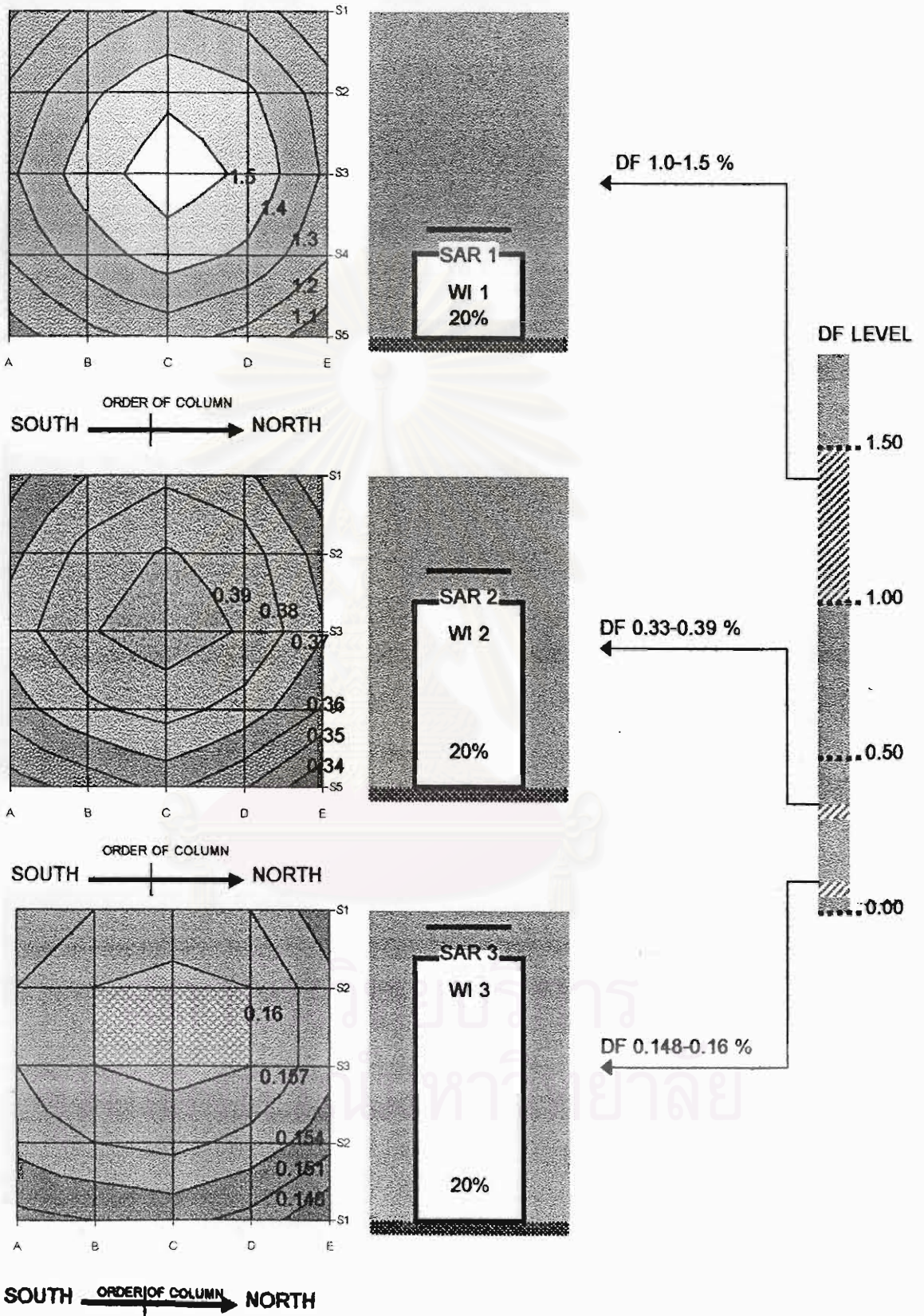
4.3 ภาพรวมของการส่องสว่างที่เกิดขึ้น

เพื่อให้เข้าใจในลำดับของระดับความส่องสว่างที่เกิดขึ้นภายใน Atrium ที่มีผังพื้นในแบบต่างๆ และเห็นภาพของความแตกต่างการส่องสว่างอันเนื่องมาจากอิทธิพลของรูปทรงอย่างชัดเจนยิ่งขึ้น สามารถศึกษาได้จากแผนภูมิที่ 4.38-4.45 แสดงปริมาณค่า DF ที่ระดับความสูง 0.00 เมตรทั่วผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า

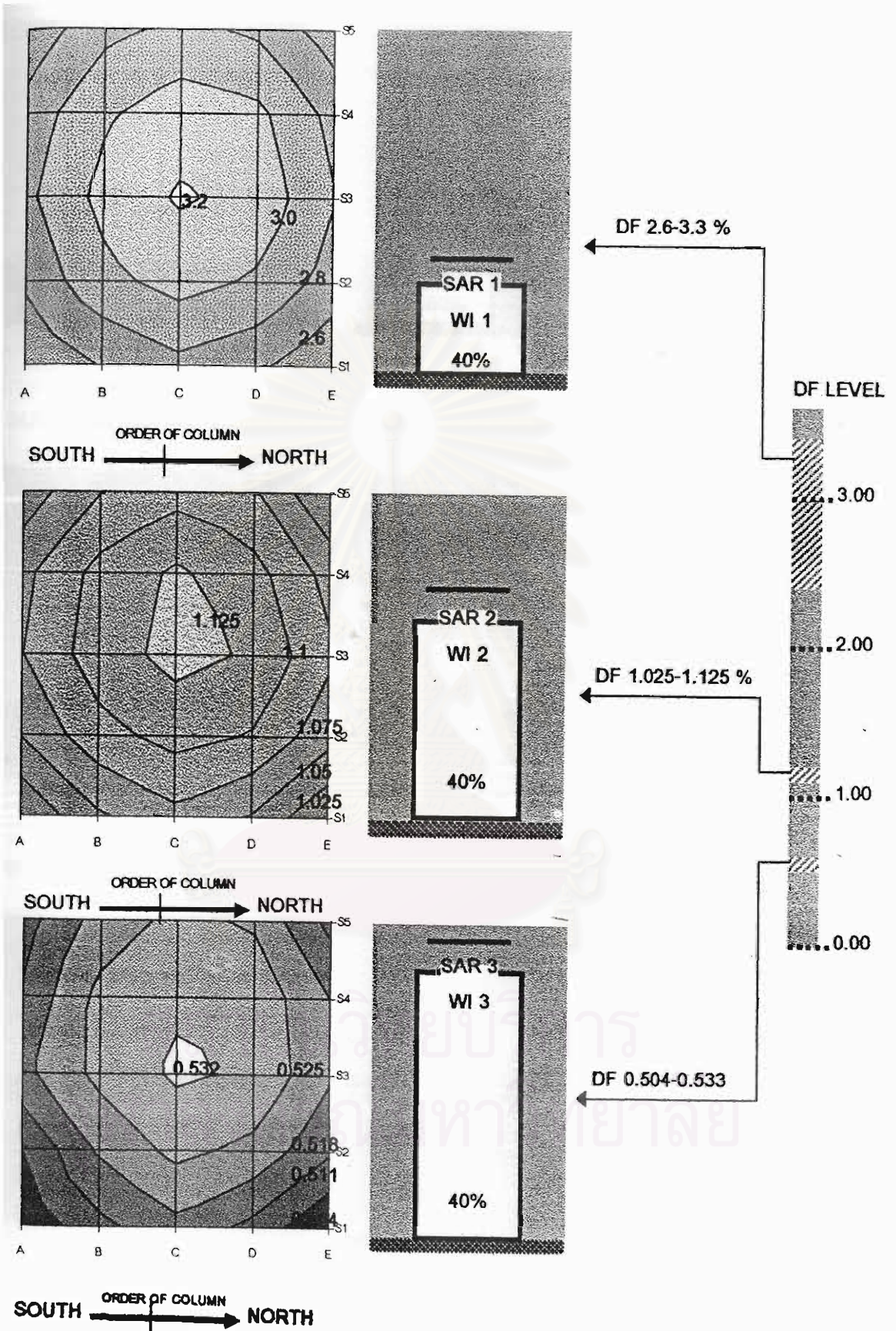
รูปแบบการกระจายแสง

เมื่อพิจารณา Atrium ที่มีผังพื้นแบบเดียวกันทั้ง Atrium ผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ค่าการสะท้อนแสงภายในเท่ากัน ระหว่างค่า SAR 1 2 และ 3 พบว่า เมื่อมีค่า SAR เท่ากับ 1 ช่วงของความแตกต่างที่เกิดขึ้นของค่า DF มีมากกว่าเมื่อมีค่า SAR เท่ากับ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยที่ค่า SAR เท่ากับ 1 จะมีความต่างของค่า DF มากกว่าที่ค่า SAR เท่ากับ 2 และ 3 มาก ขณะที่ค่า DF ที่ค่า SAR เท่ากับ 2 และ 3 มีช่วงกว้างของค่าต่างที่ใกล้เคียงกัน สาเหตุดังกล่าวเป็นผลมาจากอิทธิพลของ Direct component ที่มีผลกระทบกับค่าสัดส่วนค่า SAR เท่ากับ 1 มากโดยทำให้บริเวณส่วนกลางของพื้นที่ Atrium ที่ตรงกับช่องเปิดด้านบนมีความสว่างมาก รูปแบบของการกระจายแสงโดยรวมของทุกกรณีที่ทำการศึกษา จะค่อยๆ ลดระดับลงจากจุดกึ่งกลางเข้าสู่ส่วนมุมผนังซึ่งเป็นส่วนที่มีค่า DF ต่ำที่สุดเนื่องจากการดูดซับของแสง

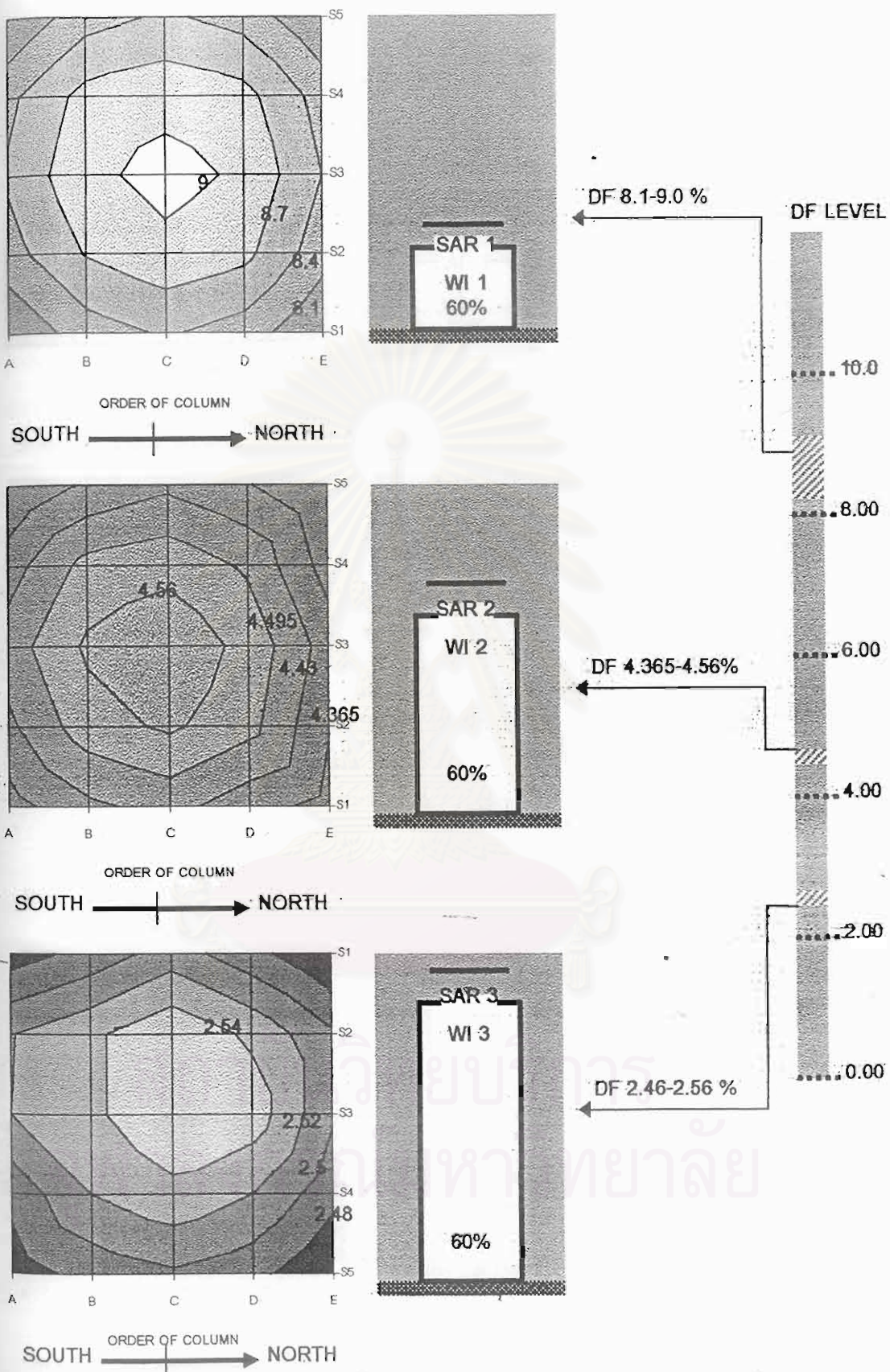
เมื่อพิจารณาช่วงของความแตกต่างของค่า DF ระหว่าง Atrium ผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ค่าการสะท้อนแสงภายในเท่ากัน ระหว่างค่า SAR 1 2 และ 3 พบว่าภายใต้เงื่อนไขการทดลองเดียวกัน Atrium ผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีช่วงของความแตกต่างของค่า DF มากกว่า Atrium ผังพื้นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส



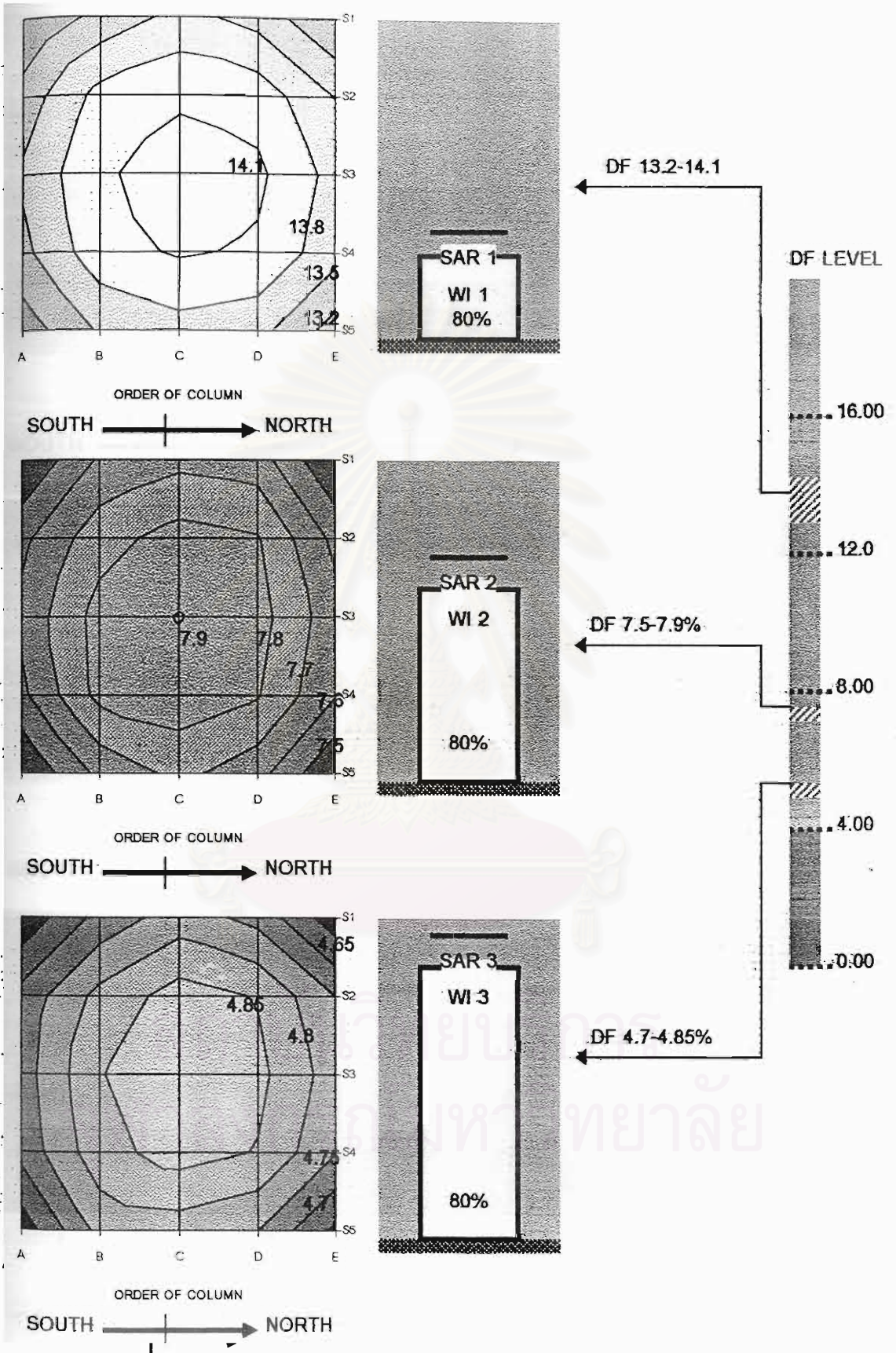
แผนภูมิที่ 4.38 แสดงระดับค่า DF ที่ผนังของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ณ ระดับพื้น (0.00 ม.) ที่ค่าการระเหยน้ำ 20% เมื่อค่า SAR เป็น 1 2 และ 3



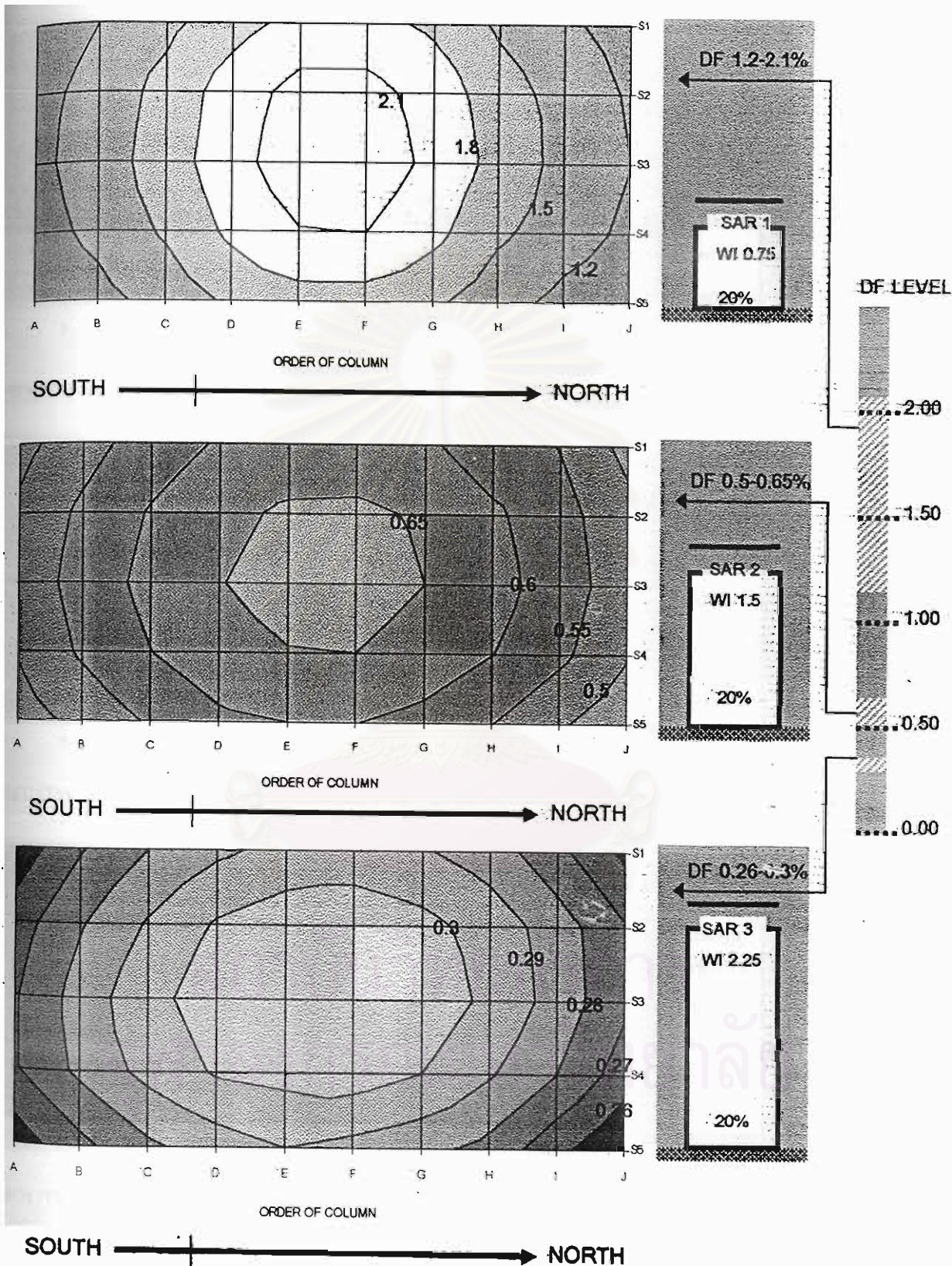
แผนภูมิที่ 4.39 แสดงระดับค่า DF ที่ฝังตัวของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ณ ระดับพื้น (0.00 ม.)
 ที่ค่าการสะท้อนแสง 40% เมื่อค่า SAR เป็น 1 2 และ 3



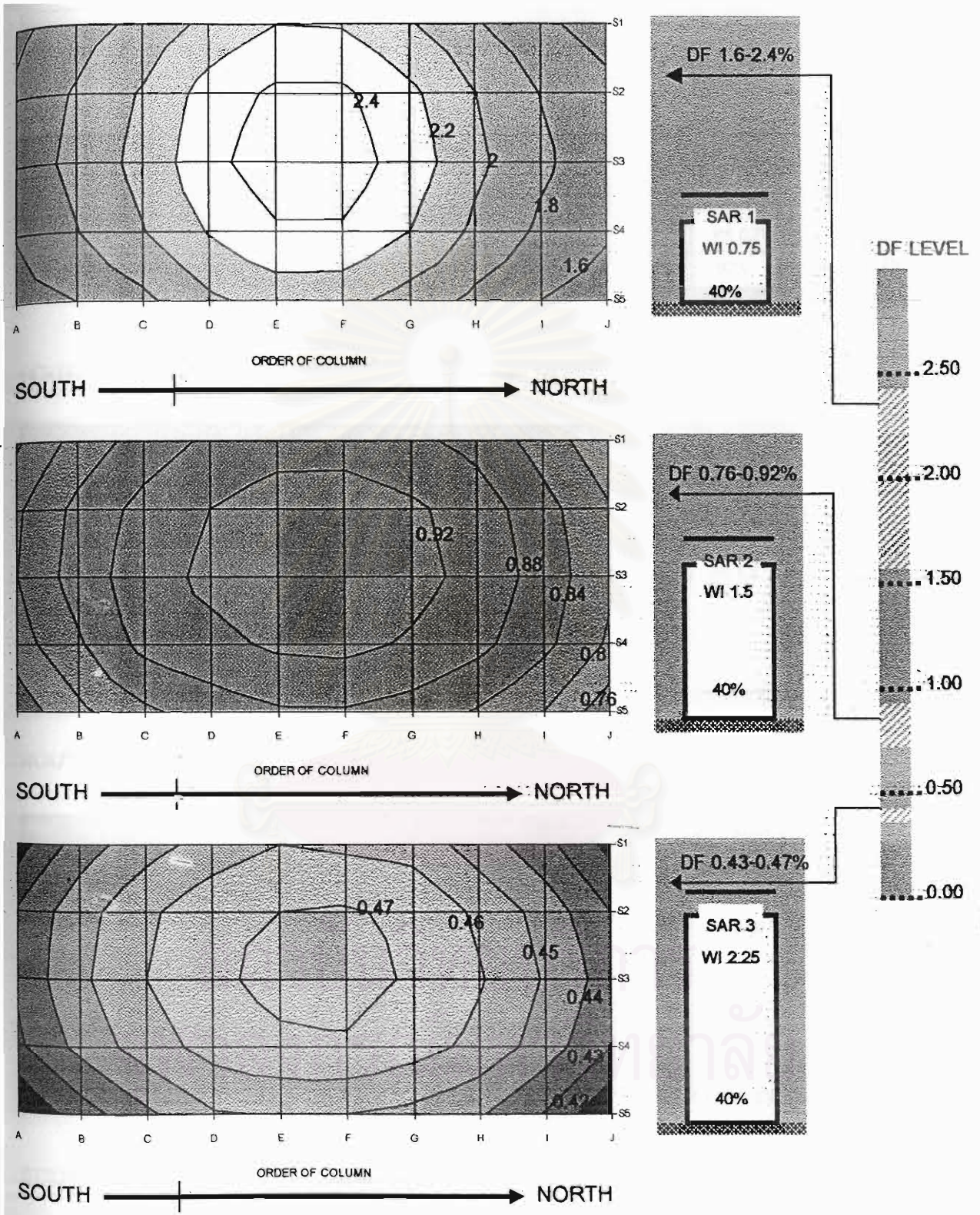
แผนภูมิที่ 4.40 แสดงระดับค่า DF หัวฝังพื้นของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ณ ระดับพื้น (0.00 ม.)...
ที่ค่าการระทอนแสง 60% เมื่อค่า SAR เป็น 1 2 และ 3



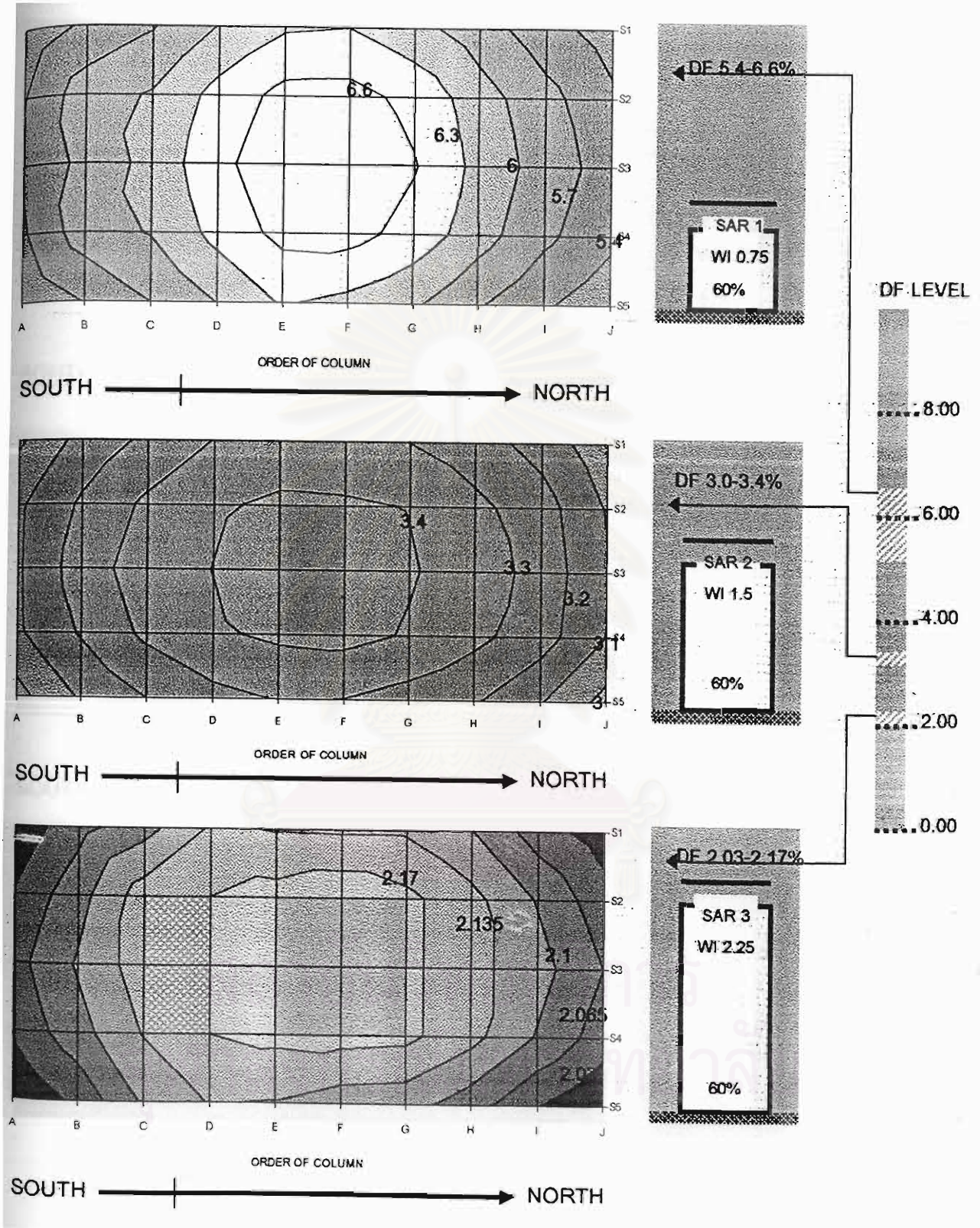
แผนภูมิที่ 4.41 แสดงระดับค่า DF หัวฝังพื้นของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ณ ระดับพื้น (0.00 ม.) ที่ค่าการระเหยน้ำ 80% เมื่อค่า SAR เป็น 1 2 และ 3



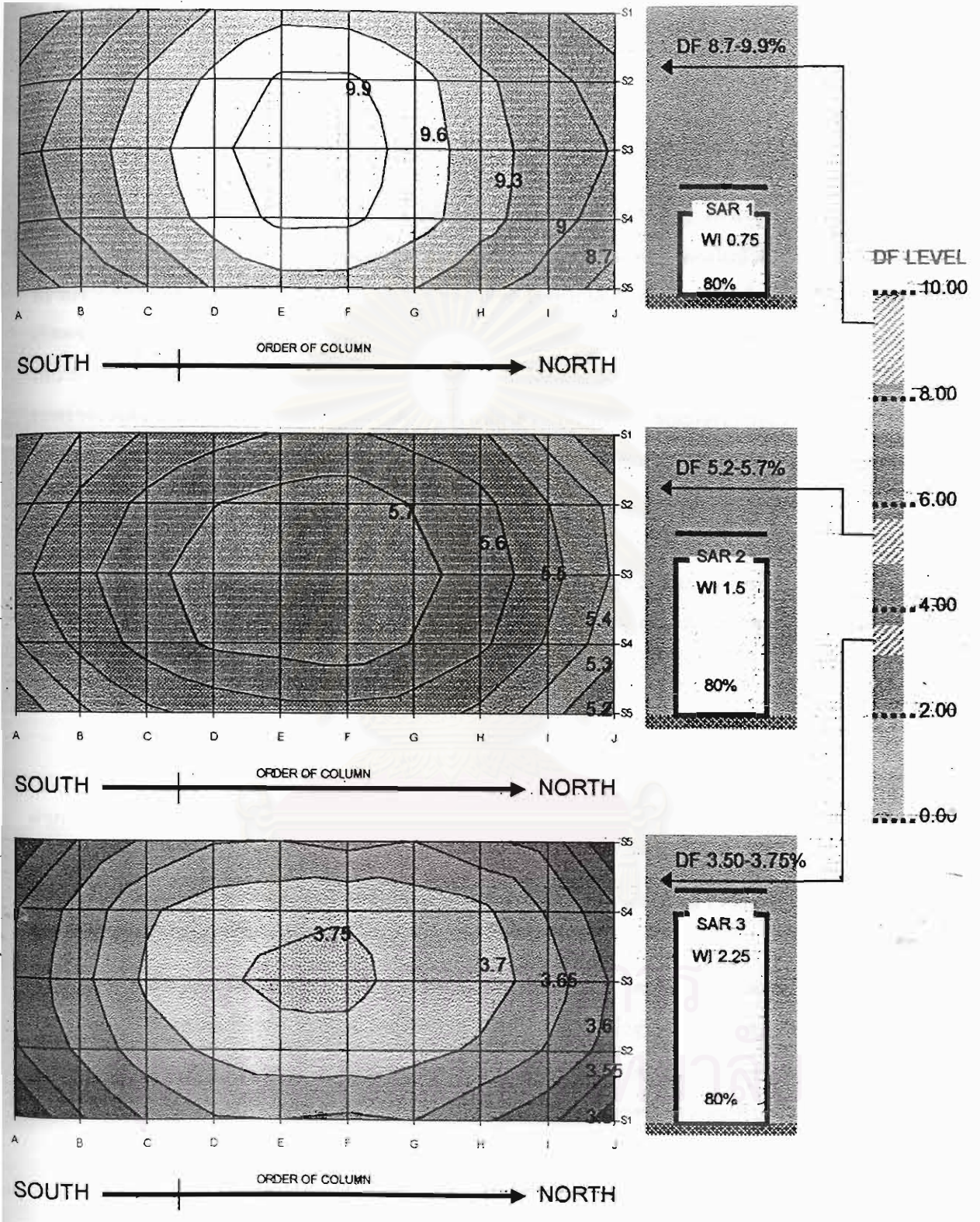
แผนภูมิที่ 4.42 แสดงระดับค่า DF ที่ฝังพื้นของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ณ ระดับพื้น (0.00 ม.) ที่ค่าการสะท้อนแสง 20% เมื่อค่า SAR เป็น 12 และ 3



แผนภูมิที่ 4.43 แสดงระดับค่า DF ที่ฝังพื้นของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ณ ระดับพื้น (0.00 ม.)
ที่ค่าการสะท้อนแสง 40% เมื่อค่า SAR เป็น 1 2 และ 3



แผนภูมิที่ 4.44 แสดงระดับค่า DF หัวฝังพื้นของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ณ ระดับพื้น (0.00 ม.) ที่ค่าการสะท้อนแสง 60% เมื่อค่า SAR เป็น 1 2 และ 3



แผนภูมิที่ 4.45 แสดงระดับค่า DF ที่ฝังพื้นของ Well รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ณ ระดับพื้น (0.00 ม.)
ที่ค่าการสะท้อนแสง 80% เมื่อค่า SAR เป็น 1 2 และ 3

4.4 การทดสอบกับแสงธรรมชาติ

เพื่อศึกษาช่วงความแปรปรวนของแสงที่เกิดขึ้นใน Atrium ในช่วงวันอันเนื่องมาจากอิทธิพลของปัจจัยภายนอก ซึ่งได้แก่ตำแหน่งและปริมาณความส่องสว่างของดวงอาทิตย์ จึงทำการทดสอบภายใต้สภาพท้องฟ้าจริงภายนอกอาคาร เนื่องด้วยเวลาอันจำกัดจึงเลือกทดสอบกับ Atrium รูปทรงที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดต่อการส่องสว่างภายในซึ่งได้แก่ Atrium ผังพื้นวงกลม โดยใช้ค่าการสะท้อนภายในที่ 80% และ 40% ซึ่งเป็นค่าสะท้อนสูงที่สุดและเป็นค่าที่อยู่ช่วงกลางๆ ค่าการสะท้อนภายในที่ 80% นั้นจากผลการทดลองในหัวข้อที่ผ่านมาทำให้เราทราบว่าอิทธิพลของค่าสะท้อนให้ค่าการส่องสว่างสูงสุด แต่ขณะเดียวกันก็ต้องไม่ลืมว่าเมื่อท้องฟ้าเปลี่ยนแปลงจะเกิดความแปรปรวนได้มากเช่นกัน ดังนั้นจุดประสงค์ที่นำค่าการสะท้อนภายในที่ 80% มาทดสอบกับท้องฟ้าจริงก็เพื่อให้ทราบช่วงความแปรปรวนสูงสุดที่จะเกิดขึ้นและจะเป็นข้อมูลใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อการตัดสินใจเลือกระหว่างช่วงความแปรปรวนที่สามารถยอมรับได้กับค่าการส่องสว่างที่มากที่สุด ขณะที่ค่าการสะท้อนที่ 40% จะเป็นข้อมูลที่ทำให้ทราบช่วงความแปรปรวนของแสงใน Atrium ที่พื้นผิวภายในไม่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแสงมากนัก

ด้วยข้อจำกัดของเวลาและช่วงฤดูกาล จึงทำการทดสอบได้เฉพาะเงื่อนไขสภาพท้องฟ้า 2 ประเภท ได้แก่ สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆมาก (Cloudy sky) และแบบมีเมฆบางส่วน (Partly cloudy sky) จุดที่ทำการเก็บข้อมูลคือ ตำแหน่งกึ่งกลางผังพื้น

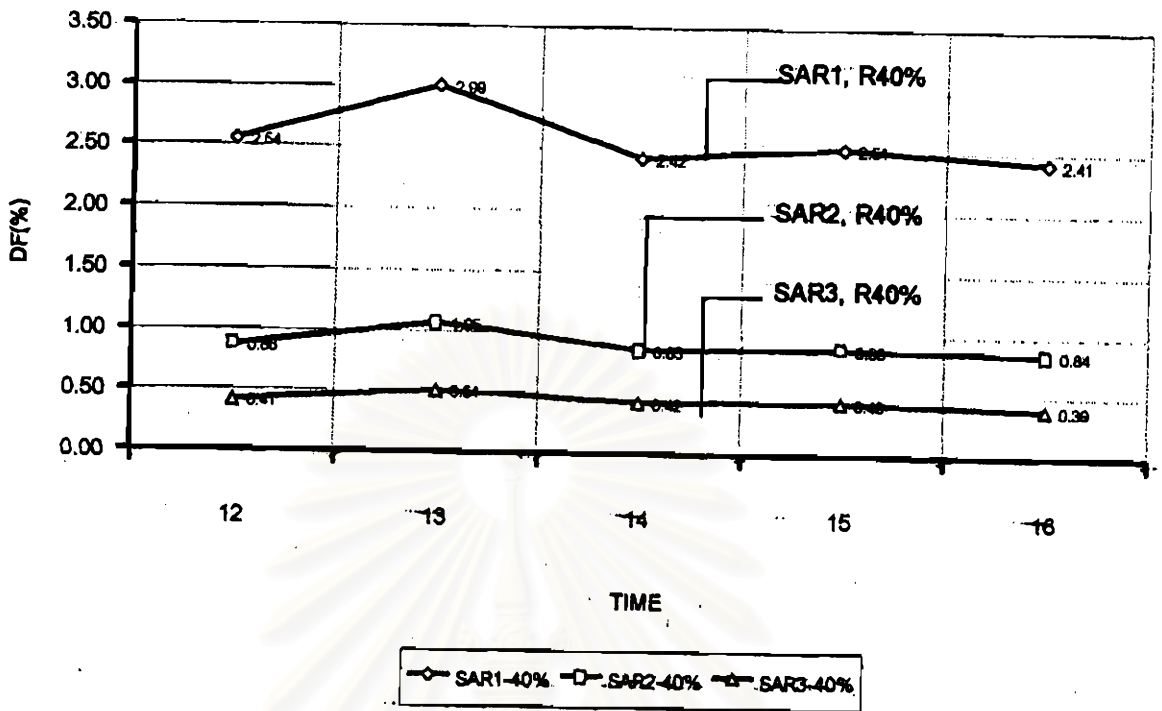
4.4.1 สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆมาก (Cloudy sky)

ค่าการสะท้อนภายใน 40%

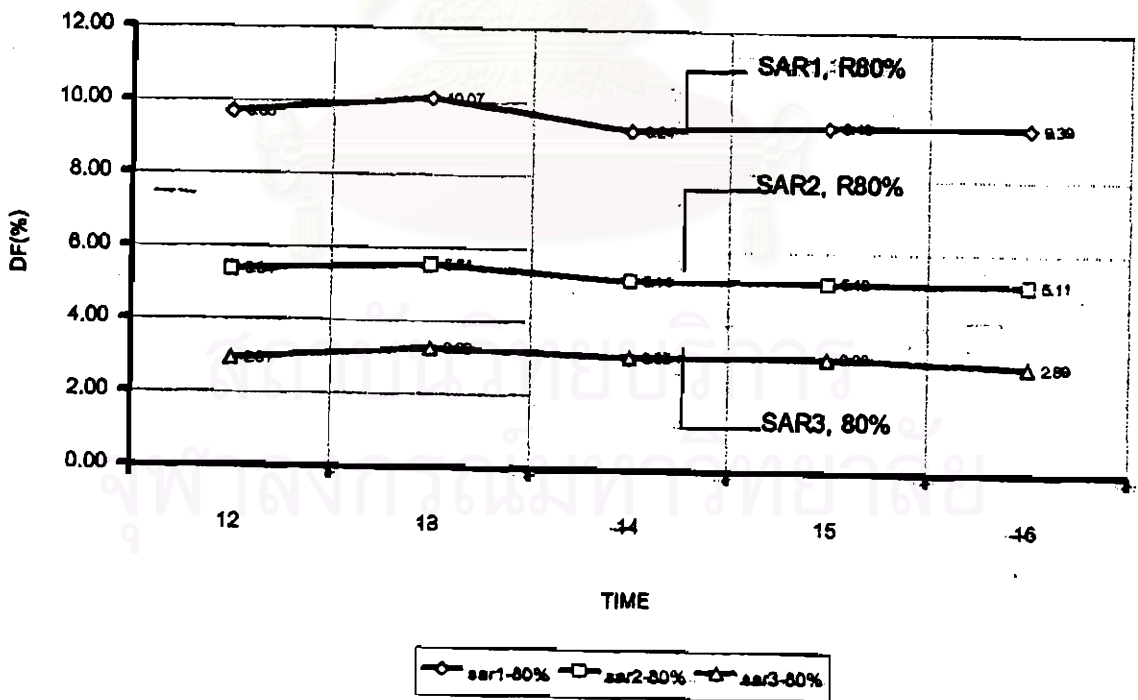
จากแผนภูมิที่ 4.46 แสดงค่า DF ที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา ตั้งแต่เวลา 12.00 น. - 16.00 น. ของ Atrium ที่มีผังพื้นวงกลม ที่ค่า SAR เป็น 1 2 และ 3 พบว่า

- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 1 ค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 13.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 2.99% ค่า DF ต่ำสุดได้แก่ที่เวลา 16.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 2.41% มีช่วงของความแปรปรวน 0.58%
- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 2 ค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 13.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 1.05% ค่า DF ต่ำสุดได้แก่ที่เวลา 16.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 0.84% มีช่วงของความแปรปรวน 0.21%
- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 3 ค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 13.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 0.51% ค่า DF ต่ำสุดได้แก่ที่เวลา 16.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 0.39% มีช่วงของความแปรปรวน 0.12%

สัดส่วนที่มีความแปรปรวนของค่า DF มากที่สุด คือ เมื่อ Atrium มีค่า SAR เท่ากับ 1



แผนภูมิที่ 4.46 แสดงค่า DF ณ จุดกึ่งกลางผนังในช่วงเวลา 12:00 น. -16:00 น. ที่ค่าการสะท้อน 40% ภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบ Cloudy sky



แผนภูมิที่ 4.47 แสดงค่า DF ณ จุดกึ่งกลางผนังในช่วงเวลา 12:00 น. -16:00 น. ที่ค่าการสะท้อน 80% ภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบ Cloudy sky

ค่าการสะท้อนภายใน 80%

จากแผนภูมิที่ 4.47 แสดงค่า DF ที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา ตั้งแต่เวลา 12.00 น. - 16.00 น. ของ Atrium ที่มีฝั่งพื้นวงกลม ที่ค่า SAR เป็น 1 2 และ 3 พบว่า

- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 1 ค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 13.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 10.07% ค่า DF ต่ำสุดได้แก่ที่เวลา 16.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 9.39% มีช่วงของความแปรปรวน 0.68%
 - เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 2 ค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 13.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 5.51% ค่า DF ต่ำสุดได้แก่ที่เวลา 16.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 5.11% มีช่วงของความแปรปรวน 0.4%
 - เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 3 ค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 13.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 3.23% ค่า DF ต่ำสุดได้แก่ที่เวลา 16.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 2.89% มีช่วงของความแปรปรวน 0.34%
- สัดส่วนที่มีความแปรปรวนของค่า DF มากที่สุด คือ เมื่อ Atrium มีค่า SAR เท่ากับ 1

สรุปผลการทดลองจากกราฟ

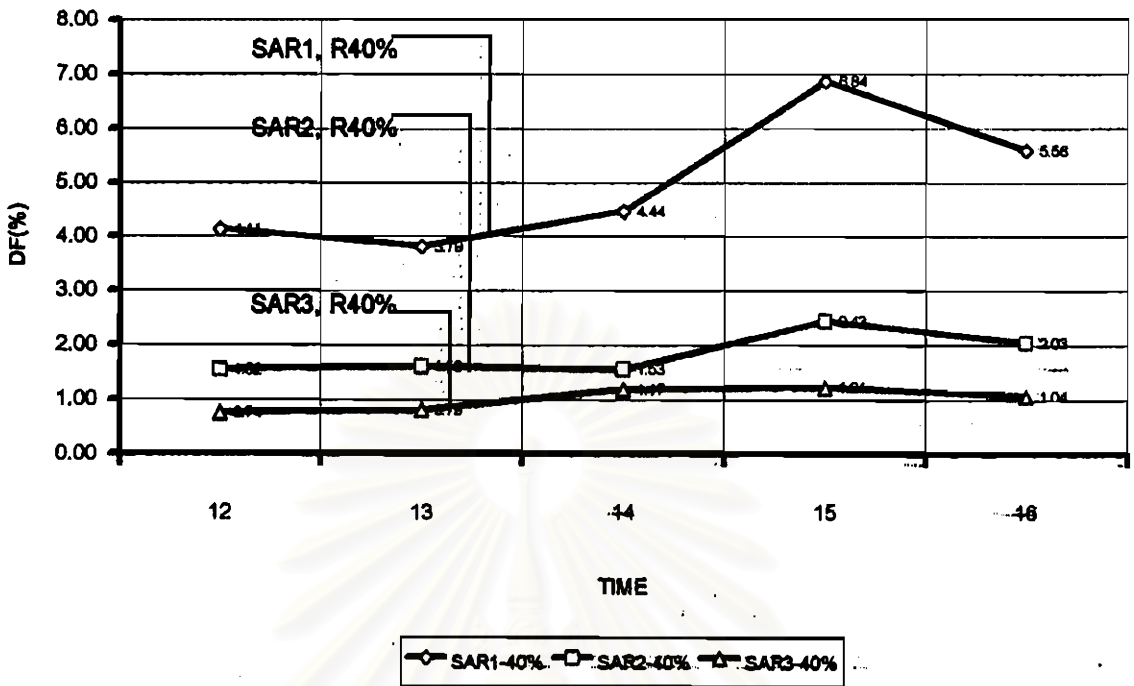
ภายใต้ท้องฟ้าแบบ Cloudy sky ซึ่งสภาพแสงภายนอกค่อนข้างคงที่ เมื่อพิจารณาที่ค่าการสะท้อนแสงภายในที่เท่ากันแล้ว ความแปรปรวนของค่า DF ขึ้นกับค่า SAR โดยค่า SAR ที่มีความแปรปรวนของค่า DF มากที่สุด เท่ากับ 1 ช่วงเวลาที่มีค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 13.00 น. อย่างไรก็ตามเมื่อดูในภาพรวมแล้ว ถือว่าค่า DF ตลอดช่วงเวลาที่เราศึกษามีค่าค่อนข้างคงที่ และตำแหน่งของดวงอาทิตย์ (ตารางที่ 4.2) มีอิทธิพลต่อค่าความส่องสว่างภายในน้อย ดูได้จากความแปรปรวนของค่า DF ที่มากที่สุด คือ เมื่อ Atrium มีค่า SAR เท่ากับ 1 ค่าการสะท้อนภายใน 80% ที่มีช่วงของความแปรปรวนเพียง 0.68% .

4.4.2 สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆบางส่วน (Partly cloudy sky)

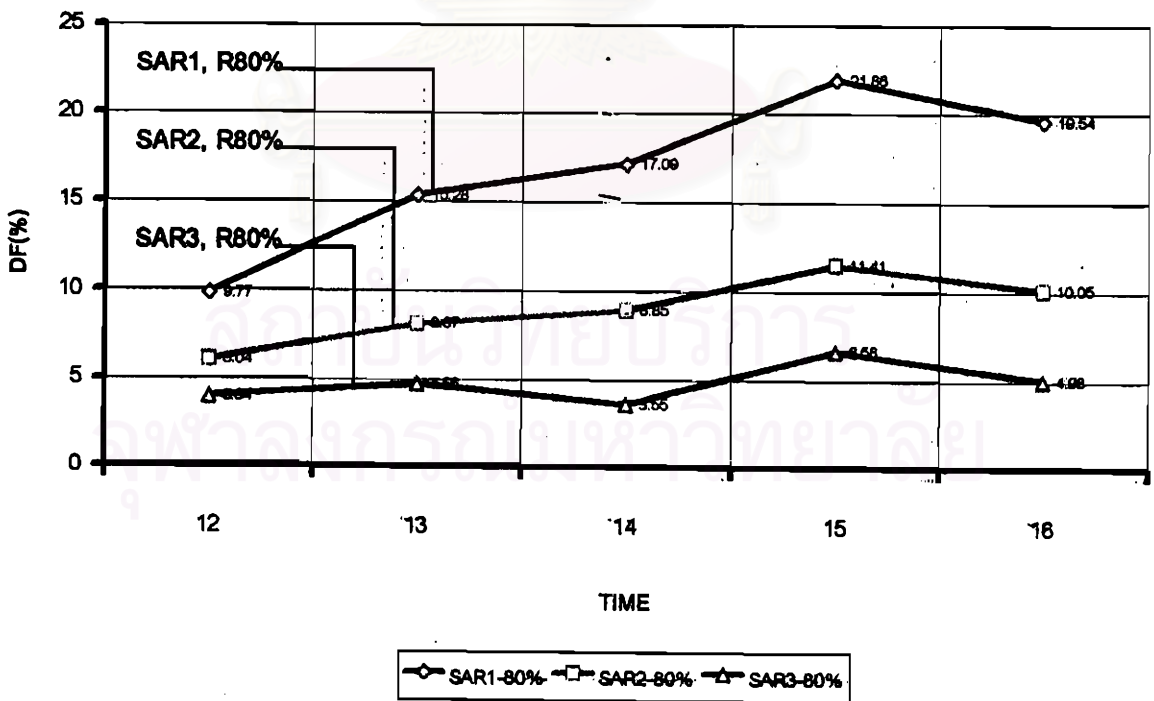
ค่าการสะท้อนภายใน 40%

จากแผนภูมิที่ 4.48 แสดงค่า DF ที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา ตั้งแต่เวลา 12.00 น. - 16.00 น. ของ Atrium ที่มีฝั่งพื้นวงกลม ที่ค่า SAR เป็น 1 2 และ 3 พบว่า

- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 1 ค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 15.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 8.84% ค่า DF ต่ำสุดได้แก่ที่เวลา 13.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 3.79% มีช่วงของความแปรปรวน 3.05%
 - เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 2 ค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 15.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 2.43% ค่า DF ต่ำสุดได้แก่ที่เวลา 12.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 1.52% มีช่วงของความแปรปรวน 0.91%
 - เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 3 ค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 15.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 1.21% ค่า DF ต่ำสุดได้แก่ที่เวลา 12.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 0.74% มีช่วงของความแปรปรวน 0.47%
- สัดส่วนที่มีความแปรปรวนของค่า DF มากที่สุด คือ เมื่อ Atrium มีค่า SAR เท่ากับ 1



แผนภูมิที่ 4.48 แสดงค่า DF ณ จุดกึ่งกลางผนังในช่วงเวลา 12:00 น. -16:00 น. ที่ค่าการสะท้อน 40% ภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบ Partly cloudy sky



แผนภูมิที่ 4.49 แสดงค่า DF ณ จุดกึ่งกลางผนังในช่วงเวลา 12:00 น. -16:00 น. ที่ค่าการสะท้อน 80% ภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบ Partly cloudy sky

ค่าการสะท้อนภายใน 80%

จากแผนภูมิที่ 4.49 แสดงค่า DF ที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา ตั้งแต่เวลา 12.00 น. - 16.00 น. ของ Atrium ที่มีผังพื้นวงกลม ที่ค่า SAR เป็น 1 2 และ 3 พบว่า

- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 1 ค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 15.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 21.86% ค่า DF ต่ำสุดได้แก่ที่เวลา 12.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 9.77% มีช่วงของความแปรปรวน 12.09%
- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 2 ค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 15.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 11.41% ค่า DF ต่ำสุดได้แก่ที่เวลา 12.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 6.04% มีช่วงของความแปรปรวน 5.37%
- เมื่อ SAR มีค่าเท่ากับ 3 ค่า DF สูงสุดได้แก่ที่เวลา 15.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 6.58% ค่า DF ต่ำสุดได้แก่ที่เวลา 14.00 น. โดยให้ค่า DF เท่ากับ 3.55% มีช่วงของความแปรปรวน 3.03%

สัดส่วนที่มีความแปรปรวนของค่า DF มากที่สุด คือ เมื่อ Atrium มีค่า SAR เท่ากับ 1

สรุปผลการทดลองจากกราฟ

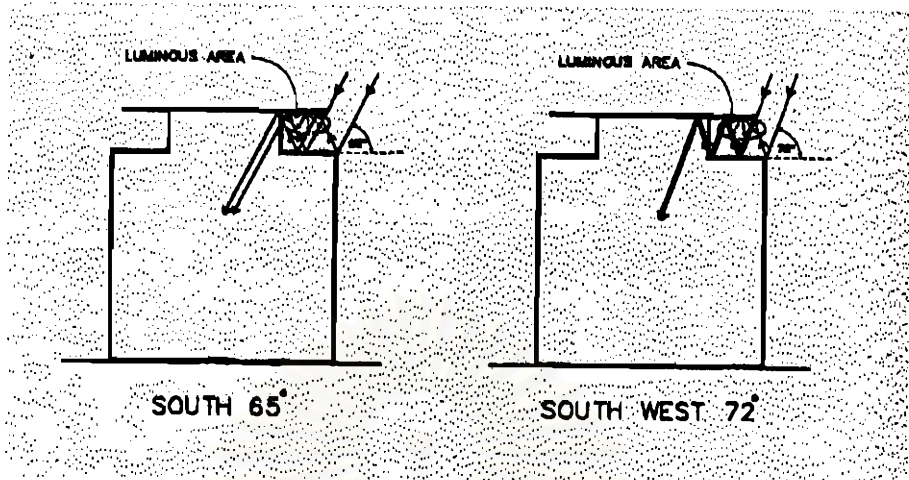
ภายใต้สภาพท้องฟ้าแบบ Partly cloudy sky ซึ่งบางครั้งได้รับอิทธิพลจากรังสีตรงของดวงอาทิตย์ เวลา 15.00 น. เป็นช่วงที่มีค่า DF สูงที่สุด ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากมุมของดวงอาทิตย์ที่เปลี่ยนแปลงไป เกิดปัญหา Low angle sun เมื่อแสงตกกระทบบนครั้งที่ 1 ที่หลังคาแล้วจะสะท้อนกลับไปที่ตึกกระทบบนที่ฝ้าอีกครั้งก่อนที่จะสะท้อนลงมาภายใน Atrium ในที่นี้ฝ้าทำหน้าที่เปรียบเสมือนแหล่งกำเนิดแสงตัวหนึ่ง ปรากฏการณ์ดังกล่าวอธิบายถึงสมมติที่ค่า DF สูงที่สุด ที่เวลา 15.00 น. ได้ว่า ที่เวลา 15.00 น. ณ เดือนที่ทำการทดลอง คือ เดือนกุมภาพันธ์ มุมของดวงอาทิตย์ทางทิศตะวันตกอยู่ที่ประมาณ 43° (ตารางที่ 4.2) ซึ่งเป็นมุมที่ทำให้เกิด Luminous area ที่ตรงกับจุดกึ่งกลาง Atrium มากที่สุด (รูปที่ 4.7) ส่วนที่เวลา 13.00 น. ดวงอาทิตย์ทำมุมสูงประมาณ 74° แสงจึงไม่สามารถส่องเข้ามาลึก มีการสะท้อนหลายครั้งก่อนที่จะสะท้อนลงมาภายใน Atrium เกิดการสูญเสียระหว่างการเดินทาง ที่เวลา 14.00 น. ดวงอาทิตย์ทำมุมประมาณ 58° แต่ตำแหน่งที่แสงตกกระทบบนบริเวณขอบของฝ้าเพดานแสงที่กระจายจึงไม่ตรงกับจุดกึ่งกลางที่ทำการวัด ที่เวลา 16.00 น. ดวงอาทิตย์ทำมุมประมาณ 27° แสงที่ตกกระทบบนฝ้าเพดานเข้ามาลึกเกินไปจนสะท้อนออกไปนอก Atrium

เมื่อเปรียบเทียบค่าการสะท้อน 40% และ 80% จะพบว่า ที่ค่าการสะท้อน 40% เวลา 12.00 น.-14.00 น. มีความคงที่ (Uniformity) ของค่า DF มากกว่าค่าการสะท้อน 80% เนื่องจากแม้ในช่วงเวลาดังกล่าวไม่ได้รับอิทธิพลจากมุมของดวงอาทิตย์มากนัก แต่มีความแตกต่างระหว่างค่าการสะท้อน ค่าการสะท้อน 80% ทำให้เกิด Reflected beam ที่มี Brightness สูง จึงมีการเปลี่ยนแปลงของค่า DF มากกว่า อิทธิพลของค่าการสะท้อนที่มีต่อ Reflected beam สามารถเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่อพิจารณาที่ค่าการสะท้อน 40% (แผนภูมิที่ 4.48) ดังที่ทราบกันดีว่าลักษณะของแสงที่ได้รับภายใน Atrium เกิดจากองค์ประกอบ 2 ลักษณะ คือ Direct component และ Indirect component ที่ SAR 2 และ 3 ซึ่ง Indirect component มีอิทธิพลต่อ Reflected beam มาก ค่า DF จึงมีความคงที่มากกว่าที่ SAR 1 และที่ SAR 1 นี้ Direct component มีอิทธิพลมาก ที่เวลา 15.00 น. ค่า DF จึงเพิ่มขึ้นสูง

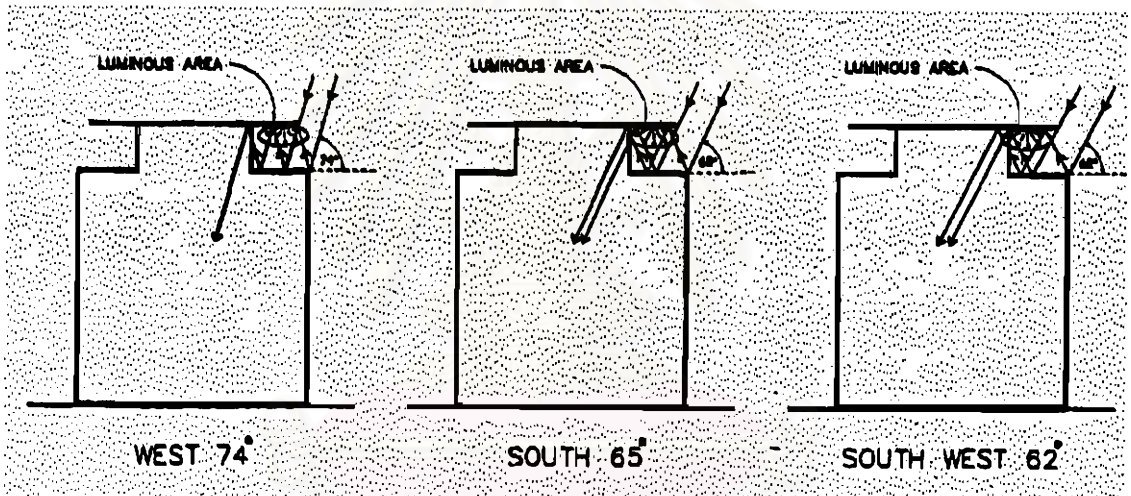
ตารางที่ 4.3 แสดงแสดงมุม Profile Angles ของดวงอาทิตย์ที่ละจุด 14 องศาเหนือ.(บางส่วน)

Profile Angles	Solar time				
	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Dec					
South	53	52	49	44	35
Southwest	62	53	43	32	21
West		73	56	39	24
Jan + Nov					
South	56	55	53	49	40
Southwest	65	55	45	34	23
West		73	57	40	25
Feb + Oct					
South	65	65	64	61	55
Southwest	72	62	51	40	28
West		74	58	43	27
Mar + Sep					
South	76	76	76	76	76
Southwest	80	70	59	48	35
West		74	59	44	29
Apr + Aug					
South	65				
Southwest	65	78	68	57	44
West	80	75	61	46	32
May + Jul					
South					
Southwest		85	75	64	52
West	89	76	62	48	34
Jun					
South					
Southwest			78	68	56
West	90	76	62	49	35

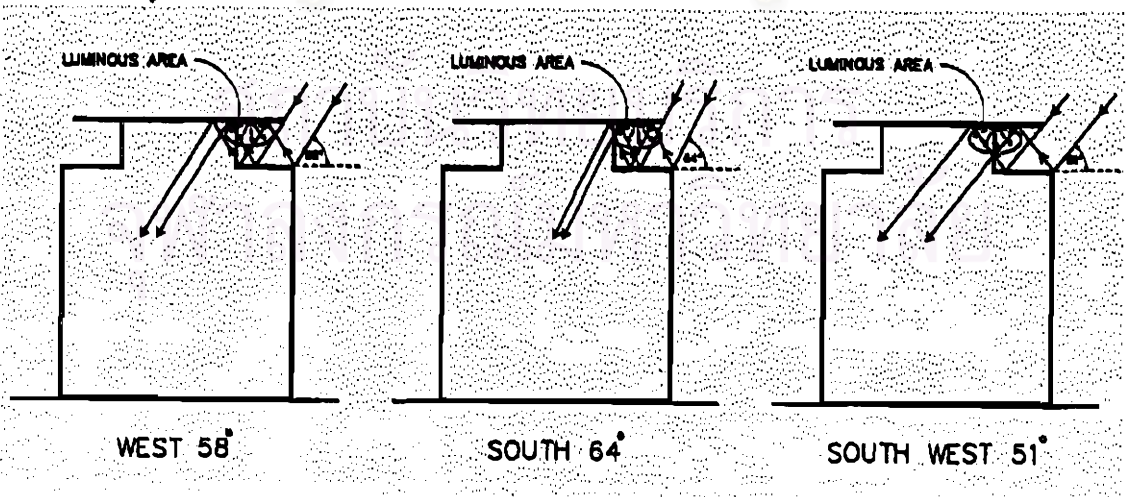
(สูตร มุมเงย, 2542 : 240)



(ก)



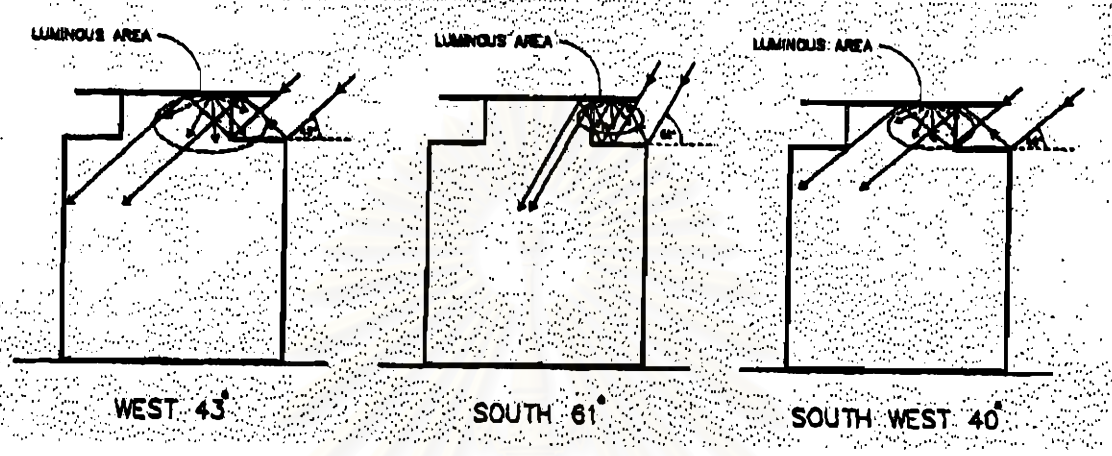
(ข)



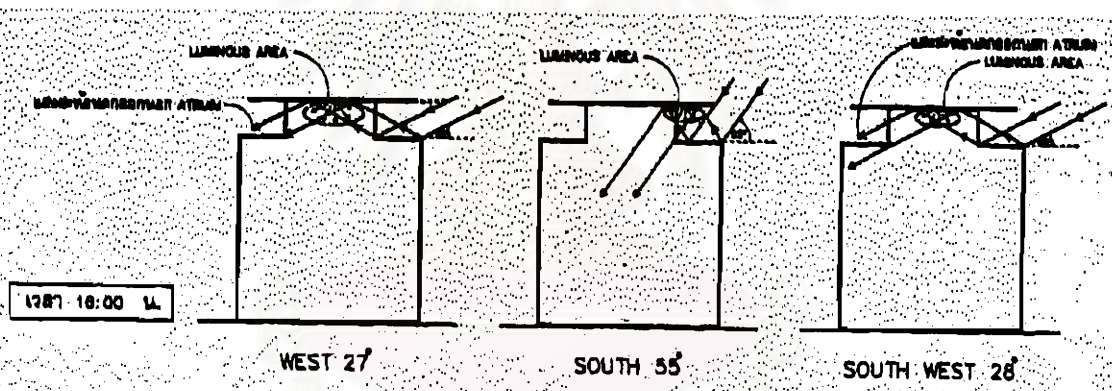
(ค)

รูปที่ 4.6 แสดงมุมตกกระทบและตำแหน่งของ Luminous Area

(ก) เวลา 12:00 น. (ข) เวลา 13:00 น. (ค) เวลา 14:00 น.



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.7 แสดงมุมตกกระทบและตำแหน่งของ Luminous Area
 (ก) เวลา 15.00 น. (ข) เวลา 18.00 น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย