

บทที่ 5

การวิเคราะห์ผลและสรุป

จากแนวทางและหลักการศึกษาวิจัยในบทที่ 4. ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิจัย การวิเคราะห์ และสรุป ซึ่งการวิเคราะห์ผลและสรุปนั้นจะกล่าวถึง 2 ประเด็นหลัก คือการวิเคราะห์และสรุปผล จากการอพติโมเซชัน และการวิเคราะห์และสรุปผลจากการสูญเสียโอกาสของการประหยัด พลังงาน

การวิเคราะห์ผลการอพติโมเซชันจะทำให้ทราบถึงอิทธิพลและปฏิสัมพันธ์ของปัจจัย ควบคุมได้ต่างๆที่เป็นตัวกำหนดการใช้พลังงานต่ำสุดของอาคาร ปัจจัยควบคุมได้เหล่านี้ได้แก่ มิติ ของกระจกได้แก่ความยาวแนวระดับและความยาวแนวตั้งของกระจกในแต่ละทิศทางการวางตัว ของผนังอาคาร สัมประสิทธิ์การส่งผ่านและสัมประสิทธิ์การสะท้อนในย่านความยาวคลื่นที่ มองเห็นได้ และสัมประสิทธิ์การส่งผ่านและการดูดกลืนในย่านความยาวคลื่นที่มองเห็นไม่ได้ ทั้งนี้ ภายใต้อิทธิพลของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ รูปแบบอุณหภูมิ และรูปแบบความชื้นจำเพาะ ต่างๆ และสมมติฐานปัจจัยคงที่ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 4

การวิเคราะห์การสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานจะนำไปสู่การพิจารณาอิทธิพล ของการผันแปรของปัจจัยควบคุมไม่ได้ซึ่งประกอบด้วย รูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ รูปแบบอุณหภูมิ และ รูปแบบความชื้นจำเพาะของสิ่งแวดล้อมอาคาร ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าระดับการใช้ พลังงานในการส่องสว่างและพลังงานในการทำความเย็นของอาคารต่ำสุด

5.1 ผลกระทบของปัจจัยควบคุมไม่ได้ที่มีต่อการใช้พลังงานในการทำความเย็นและการส่องสว่าง

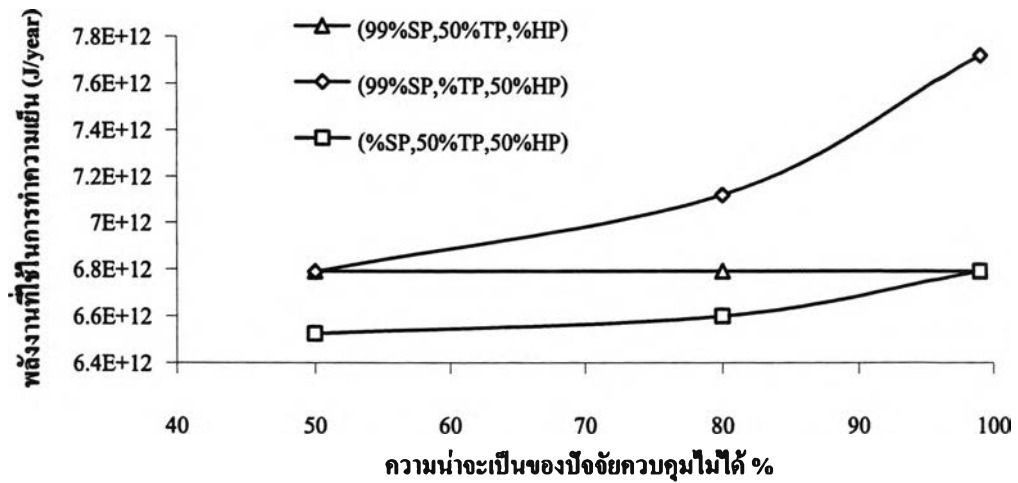
การพิจารณาแนวโน้มของพลังงานที่ใช้ไปในการทำความเย็นและการส่องสว่างของอาคาร เมื่อปัจจัยควบคุมไม่ได้เกิดการเปลี่ยนไปจากที่กำหนด ภายใต้อิทธิพลพลังงานที่ใช้สุทธิน้อย ที่สุดสามารถสรุปการวิเคราะห์ได้เป็น 3 กรณีคือ

1. จากการอพติโมเซชันในทุกกรณีพบว่า แนวโน้มของพลังงานที่ใช้สำหรับการทำความ เย็นและการส่องสว่างภายใต้การผันแปรรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์จะมีลักษณะที่เมื่อ พลังงานที่ใช้ในการส่องสว่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น พลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นจะมี

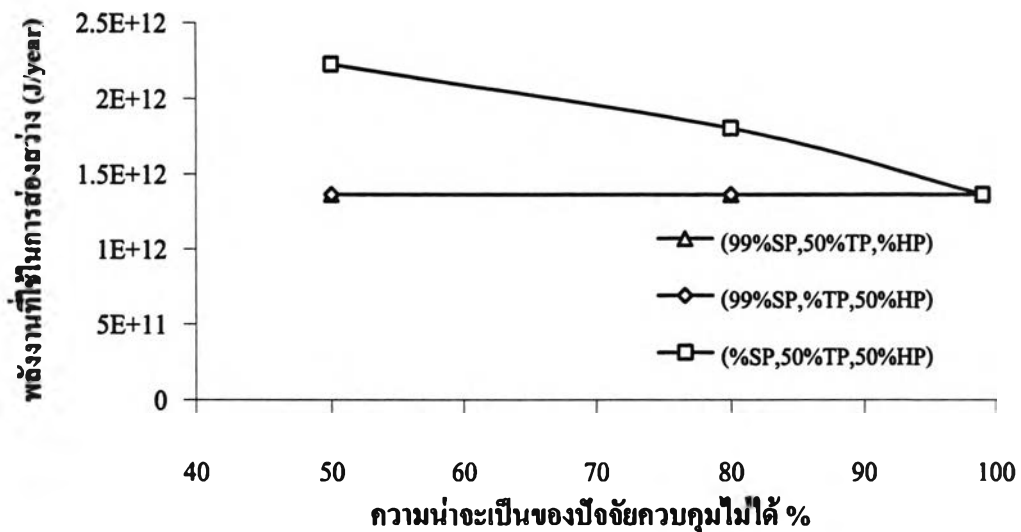
แนวโน้มลดลง ในทุกกรณีเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ลดลง เนื่องจากปริมาณรังสีดวงอาทิตย์แปรผกผันต่อภาระการส่องสว่าง และแปรผันตรงกับภาระการทำความเย็น รูปที่ 5.1 และ รูปที่ 5.2 แสดงพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นและการส่องสว่างภายใต้พลังงานที่ใช้สุทธิที่น้อยที่สุดจากการอพติไมเซชันเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เปลี่ยนไป

2. จากการอพติไมเซชันในทุกกรณีพบว่า แนวโน้มของพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นและการส่องสว่างภายใต้การเปลี่ยนแปลงรูปแบบอุณหภูมิจะมีลักษณะที่ พลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและพลังงานที่ใช้ในการส่องสว่างมีแนวโน้มคงที่ เนื่องจากการผันแปรของอุณหภูมิเป็นปัจจัยให้ภาระการทำความเย็นเปลี่ยนไป รูปที่ 5.1 และ รูปที่ 5.2 แสดงพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นและการส่องสว่างภายใต้พลังงานที่ใช้สุทธิที่น้อยที่สุดจากการอพติไมเซชันเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบอุณหภูมิเปลี่ยนไป
3. แนวโน้มของพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นและพลังงานที่ใช้ในการส่องสว่างภายใต้การเปลี่ยนแปลงรูปแบบความชื้นจำเพาะ เมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบความชื้นจำเพาะเพิ่มขึ้น พลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงความน่าจะเป็น 80% ถึง 99% และมีแนวโน้มคงที่ในช่วงความน่าจะเป็น 50% ถึง 80% ส่วนพลังงานที่ใช้ในการส่องสว่างมีแนวโน้มคงที่ เนื่องจากรูปแบบความชื้นจำเพาะในระหว่างความน่าจะเป็น 50% และ 80% แตกต่างกันน้อยมาก ส่วนรูปแบบความชื้นจำเพาะในระหว่างความน่าจะเป็น 80% ถึง 99% มีความแตกต่างกันอยู่ในระดับที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนไปของพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็น รูปที่ 5.1 และ รูปที่ 5.2 แสดงพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นและการส่องสว่างภายใต้พลังงานที่ใช้สุทธิที่น้อยที่สุดจากการอพติไมเซชันเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบอุณหภูมิเปลี่ยนไป

จากรูปที่ 5.1 และ รูปที่ 5.2 สามารถสรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์จะมีผลกระทบต่อพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นและพลังงานที่ใช้ในการส่องสว่าง ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงรูปแบบอุณหภูมิและความชื้นจำเพาะจะมีผลกระทบในระดับที่สำคัญเฉพาะพลังงานที่ใช้ในการทำความเย็นเท่านั้นและมีผลกระทบต่อพลังงานที่ใช้ในการส่องสว่างน้อยมาก



รูปที่ 5.1 พลังงานที่ใช้ในการทำความเย็น สำหรับการพิจารณาพลังงานที่ใช้้น้อยที่สุด ภายใต้ผลกระทบของปัจจัยควบคุมไม่ได้ อาคารอ้างอิงขนาดกลางด้านเท่ากัน วางตัวในทิศหลัก



รูปที่ 5.2 พลังงานที่ใช้ในการส่องสว่าง สำหรับการพิจารณาพลังงานที่ใช้้น้อยที่สุด ภายใต้ผลกระทบของปัจจัยควบคุมไม่ได้ อาคารอ้างอิงขนาดกลางด้านเท่ากัน วางตัวในทิศหลัก

5.2 ผลกระทบของปัจจัยควบคุมไม่ได้ที่มีต่อปัจจัยควบคุมได้จากผลลัพธ์ของการอพยพไมเซชัน

ผลของการอพยพไมเซชันทั้งหมดจะแสดงใน ภาคผนวก ข สำหรับอาคารอ้างอิง (Reference Building) ขนาดและการวางตัวต่างๆ ภายใต้รูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ และความชื้นจำเพาะของสิ่งแวดล้อมอาคารที่ความน่าจะเป็น 99% 80% และ 50% ผลการอพยพไมเซชันในภาพรวมพบว่า

1. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ปัจจัยควบคุมได้ทั้งหมดเปลี่ยนแปลง ณ จุดที่พลังงานที่อาคารใช้สุทธิน้อยที่สุด เนื่องจากปัจจัยควบคุมได้ทั้งหมดที่พิจารณามีผลต่อการส่งผ่านปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่ภายในอาคาร ทำให้ภาระการส่องสว่างและภาระการทำความเย็นเปลี่ยนไป
2. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบอุณหภูมิมีผลน้อยมากต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยควบคุมได้ทั้งหมด ณ จุดที่พลังงานที่อาคารใช้สุทธิน้อยที่สุด เนื่องจากปัจจัยควบคุมได้ทั้งหมดที่พิจารณามีอิทธิพลกระบวนการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและอุณหภูมิภายในอาคารน้อย หากแต่มีผลกระทบต่อ การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิพื้นผิวกระจก และอุณหภูมิพื้นผิวภายในของอาคารเนื่องจากการส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบพื้นผิวภายในอาคาร และภาระความร้อนจากไฟส่องสว่าง
3. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบความชื้นจำเพาะมีผลน้อยมากต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยควบคุมได้ทั้งหมด ณ จุดที่พลังงานที่อาคารใช้น้อยที่สุด เนื่องจากปัจจัยควบคุมได้ทั้งหมดที่พิจารณาไม่มีอิทธิพลต่อการถ่ายโอนมวล (Mass Transfer) ของไอน้ำจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ภายในอาคาร
4. สัมประสิทธิ์การส่งผ่านและการดูดกลืนของกระจกในย่านความยาวคลื่นมองไม่เห็นจะมีค่าเข้าใกล้ขอบเขตต่ำสุดในทุกกรณีของการอพยพไมเซชัน ซึ่งทำให้คุณสมบัติการสะท้อนของกระจกในย่านความยาวคลื่นมองไม่เห็นมีค่าเข้าใกล้ขอบเขตสูงสุด ค่าของสัมประสิทธิ์ดังกล่าวได้แสดงในสมการที่ 5.1 สมการที่ 5.2 และสมการที่ 5.3 ตามลำดับ

$$0.01 \leq \tau_n(0) \leq 0.187 \quad 5.1$$

$$0.013 \leq \alpha_n(0) \leq 0.188 \quad 5.2$$

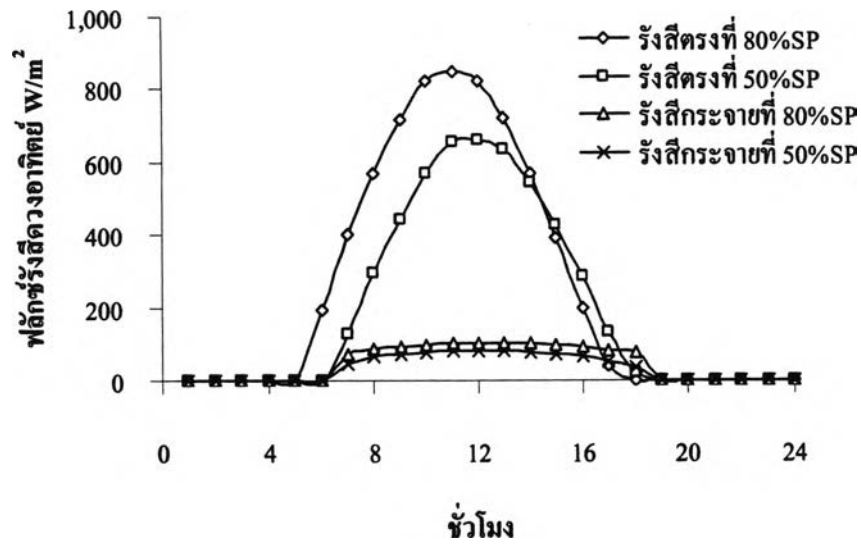
$$\rho_n(0) \approx 0.875 \quad 5.3$$

5. ความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์สูงชันจะมีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของฟลักซ์รังสีตรงมากกว่ารังสีกระจาย ในขณะที่การส่องสว่างจากธรรมชาติที่ใช้ภายในอาคารจะขึ้นกับปริมาณรังสีกระจายที่เข้าสู่ภายในอาคาร ดังนั้นฟลักซ์รังสีตรงจากดวงอาทิตย์จึงทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของภาระการทำความเย็นและความจำเป็นภายในอาคารโดยไม่มีผลต่อการส่องสว่างจากธรรมชาติที่ใช้ภายในอาคาร เมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์สูงชัน ส่งผลให้สัมประสิทธิ์การส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ของกระจกในย่านความยาวคลื่นที่มองเห็นได้มีแนวโน้มลดลง ($\tau_v(0)^* = 1/\%SP$) จากรูปที่ 5.3 แสดงการเพิ่มขึ้นของฟลักซ์รังสีตรงและรังสีกระจาย ตกกระทบตั้งฉากกับระนาบแนวระดับ เปรียบเทียบระหว่างรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่ค่าความน่าจะเป็น 80% และ 50%
6. สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของกระจกในย่านความยาวคลื่นที่มองเห็นได้จะมีค่าเข้าใกล้ขอบเขตต่ำสุด ซึ่งจะทำให้ผลรวมของสัมประสิทธิ์การส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์และการสะท้อนในย่านความยาวคลื่นที่มองเห็นได้มีค่าเข้าใกล้ขอบเขตสูงสุด แสดงในรูปที่ 5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน สัมประสิทธิ์การดูดกลืน และสัมประสิทธิ์การสะท้อนในย่านความยาวคลื่นที่มองเห็นได้กับการผันแปรรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ คุณสมบัติของกระจกที่เหมาะสมสำหรับช่วงความยาวคลื่นมองเห็นได้จากผลการศึกษาวิจัยทั้งหมดจะแสดงในสมการที่ 5.4 สมการที่ 5.5 และสมการที่ 5.6 ต่อไปนี้

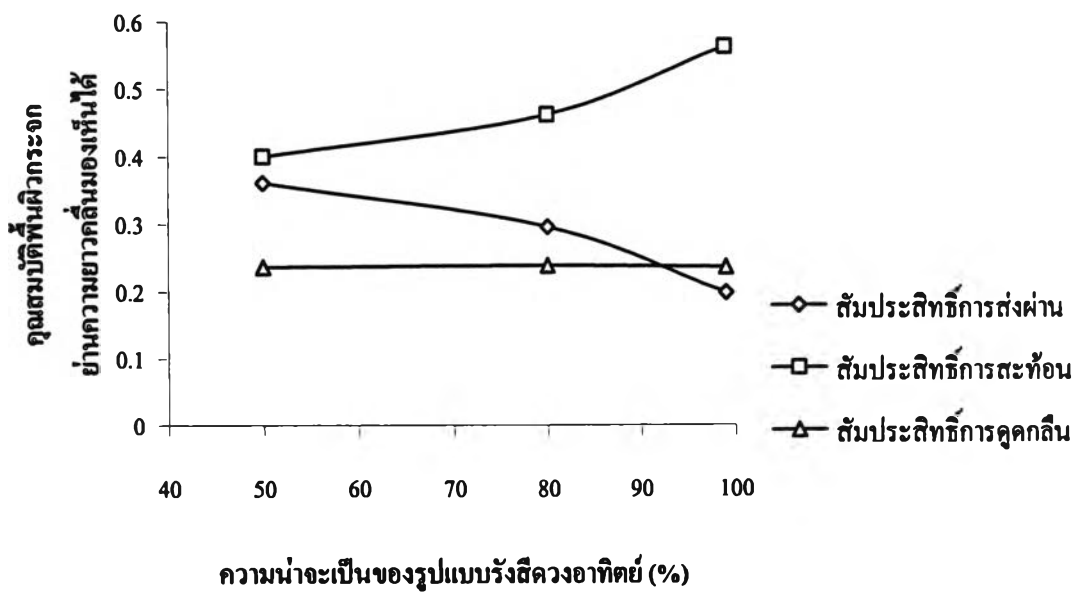
$$0.175 \leq \tau_v(0) \leq 0.388 \quad 5.4$$

$$0.375 \leq \rho_v(0) \leq 0.588 \quad 5.5$$

$$\alpha_v(0) \leq 0.237 \quad 5.6$$

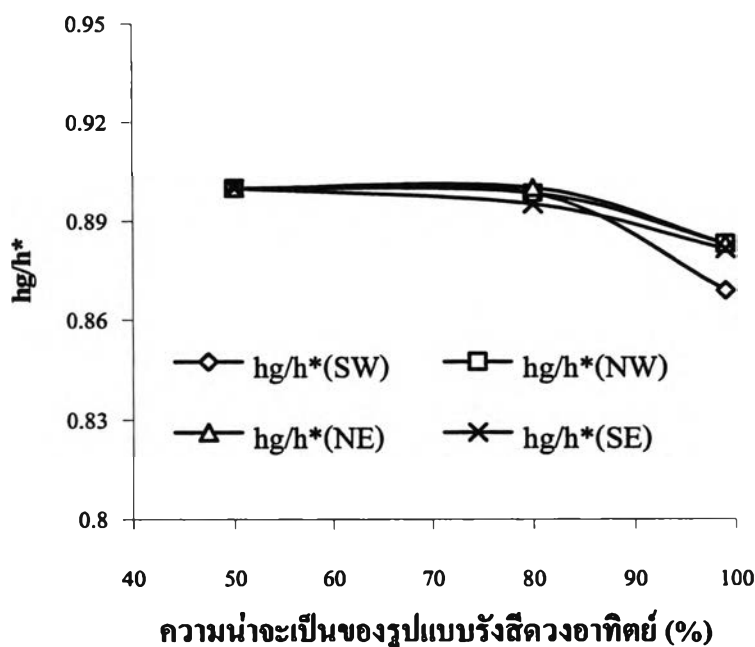


รูปที่ 5.3 พลักซ์รังสีตรงและรังสีกระจาย ตกกระทบบังฉากกับระนาบแนวระดับ สำหรับความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 80% และ 50% วันที่ 21 พฤษภาคม



รูปที่ 5.4 แสดงแนวโน้มของคุณสมบัติของกระจกย่านความยาวคลื่นมองเห็นได้ สำหรับอาคารขนาดใหญ่ ด้านเท่ากัน วางตัวในทิศหลัก สภาวะภายนอก (%SP,50%,50%)

7. สัมประสิทธิ์การส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ในย่านความยาวคลื่นที่มองเห็นได้ จะแปรผกผันกับค่าความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ ในทางกลับกัน สัมประสิทธิ์การสะท้อนจะมีแนวโน้มแปรผันตรงกับค่าความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ แสดงในรูปที่ 5.4

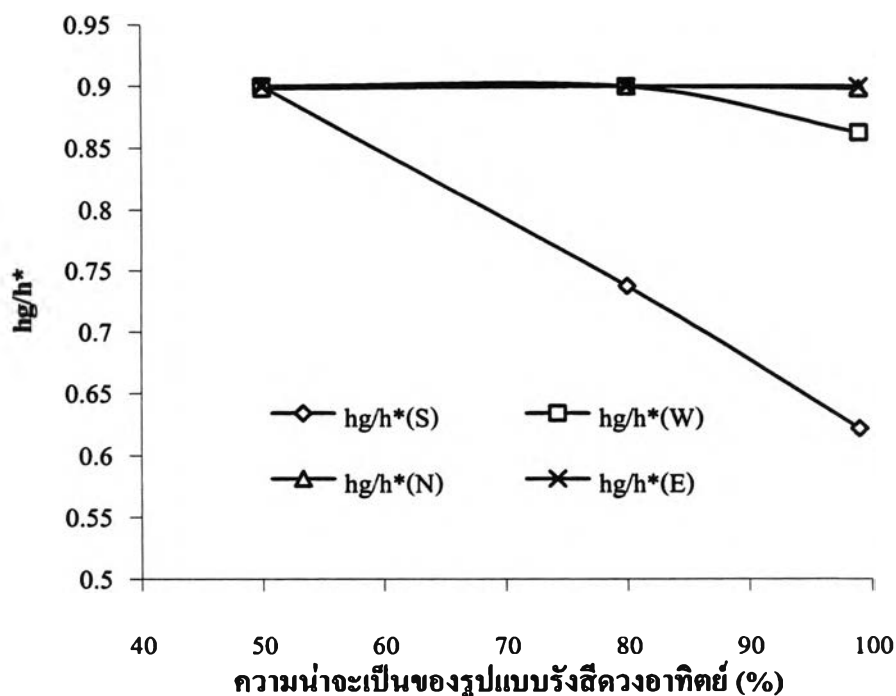


รูปที่ 5.5 สัดส่วนความยาวแนวตั้งของกระจกต่อความสูงอาคาร สำหรับอาคารขนาดเล็กด้านเท่ากัน วางตัวในทิศเฉียง สภาวะภายนอก (%SP,50%TP,50%HP)

8. สำหรับอาคารวางตัวในทิศเฉียง อัตราส่วนความยาวกระจกแนวตั้งต่อความสูงอาคารเข้าใกล้ขอบเขตสูงสุด ในช่วงความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 50% - 80% และเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์สูงกว่า 80% สัดส่วนความยาวกระจกแนวตั้งต่อความสูงอาคารจะลดลง เนื่องจากรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงความน่าจะเป็น 50% - 80% รังสีดวงอาทิตย์ยังคงมีอิทธิพลต่อภาระการทำความเย็นไม่มาก จึงทำให้อาคารยังคงต้องการรังสีดวงอาทิตย์เพื่อการส่องสว่างภายในอาคารมาก ดังนั้นความยาวแนวตั้งของกระจกมากจะทำให้การแจกแจงรังสีดวงอาทิตย์ ลึกเข้าสู่ภายในอาคารได้มาก สำหรับรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 80% อิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ที่มีต่อภาระการทำความเย็นและความจ้าภายในอาคารมากขึ้นจึงทำให้อัตราส่วนความยาวกระจกแนวตั้งต่อความ

สูงอาคารลดลง รูปที่ 5.5 แสดงอัตราส่วนความยาวกระจกแนวตั้งต่อความสูงอาคาร ในช่วงความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ต่างๆ

9. สำหรับอาคารวางตัวในทิศหลัก อัตราส่วนความยาวกระจกแนวตั้งต่อความสูงอาคารในทิศตะวันออกและเหนือมีแนวโน้มเข้าใกล้ขอบเขตสูงสุด ส่วนทิศตะวันตกมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น เนื่องจากอิทธิพลของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ที่มีต่อการเพิ่มขึ้นของภาระการทำความเย็นและความจ้าภายในอาคาร สำหรับทิศใต้สัดส่วนความยาวกระจกแนวตั้งต่อความสูงอาคารมีแนวโน้มลดลงมากเนื่องจากในทิศใต้สัดส่วนรังสีกระจายต่อรังสีตรงจากดวงอาทิตย์มีน้อย ทำให้รังสีตรงจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารทางทิศใต้มากกว่ารังสีกระจายมาก ดังนั้นการนำรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารเพื่อการส่องสว่างทางทิศใต้จะไม่เอื้ออำนวยต่อการนำรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารเพื่อการส่องสว่างเมื่อเทียบกับกระจกทิศอื่น รูปที่ 5.6 แสดงอัตราส่วนความยาวแนวตั้งของกระจกต่อความสูงอาคารที่ความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ต่างๆ



รูปที่ 5.6 อัตราส่วนความยาวแนวตั้งของกระจกต่อความสูงอาคาร สำหรับอาคารขนาดใหญ่ด้านเท่ากัน วางตัวในทิศหลัก สภาวะภายนอก (%SP,50%TP,50%HP)

10. เนื่องจากสภาวะภูมิอากาศที่พิจารณาเป็นสภาวะภูมิอากาศร้อนชื้น จากผลการออปติไมเซชันจึงพบว่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านและสัมประสิทธิ์การดูดกลืนของกระจกในย่านความยาวคลื่นมองไม่เห็นจะมีค่าต่ำ

ภาพรวมจากผลการออปติไมเซชันข้างต้น สำหรับการผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ และ ความชื้น สามารถกล่าวได้ว่าสัดส่วนของสัมประสิทธิ์การส่งผ่านและสัมประสิทธิ์การสะท้อนในย่านความยาวคลื่นมองเห็นได้ของกระจก และ มิตติกระจกในทิศต่างๆ ของอาคารที่เหมาะสมต่อขนาดและทิศการวางตัวของอาคาร จะนำไปสู่การนำรังสีดวงอาทิตย์ที่เหมาะสมเข้าสู่ภายในอาคารเพื่อการส่องสว่าง ทั้งหมดดังกล่าวจะทำให้เกิดความสอดคล้องระหว่างการเกิดภาระการทำความเย็น ภาระการส่องสว่างของอาคารที่เหมาะสม ซึ่งจะนำไปสู่การใช้พลังงานของอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

การนำรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารสามารถพิจารณาจากอัตราส่วนรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่อาคาร (Solar Penetration Ratio, SPR) ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนของพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่อาคารต่อพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบผนังอาคารทั้งหมดในทิศเดียวกันในย่านความยาวคลื่นที่พิจารณา ดังนั้นอัตราส่วนรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่อาคารสำหรับย่านความยาวคลื่นมองเห็นได้และมองไม่เห็นไม่ได้สามารถแสดงได้ตามลำดับดังนี้

$$SPR_v(DIR, \theta) = \frac{\int_{380}^{780} \tau(\lambda, \theta) A_g(DIR) Q_{sol,o}''(DIR, \theta, \lambda) d\lambda}{\int_{380}^{780} A(DIR) Q_{sol,o}''(DIR, \theta, \lambda) d\lambda} \quad 5.7$$

$$SPR_n(DIR, \theta) = \frac{\int_{780}^{2500} \tau(\lambda, \theta) A_g(DIR) Q_{sol,o}''(DIR, \theta, \lambda) d\lambda}{\int_{780}^{2500} A(DIR) Q_{sol,o}''(DIR, \theta, \lambda) d\lambda} \quad 5.8$$

ในทางสากลนิยมสำหรับการระบุคุณสมบัติของกระจกอาคาร ผู้ผลิตกระจกอาคารจะอ้างอิงคุณสมบัติกระจกที่มุมตกกระทบตั้งฉากกับระนาบกระจกแนวระดับ ($\theta = 0$) และคุณสมบัติของกระจกอาคาร โดยส่วนใหญ่จะมีแนวโน้มคงที่ในย่านความยาวคลื่นที่มองเห็นได้และมองไม่เห็น เพื่อให้การพิจารณาอยู่ในรูปง่ายในทางปฏิบัติการพิจารณาอัตราส่วนรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่าน

เข้าสู่อาคารจะอ้างอิงที่มุมตกกระทบตั้งฉากกับระนาบแนวระดับและพิจารณาคุณสมบัติเฉลี่ยของกระจกในย่านความยาวคลื่นมองเห็นได้และมองเห็นไม่ได้ดังนี้

$$SPR_v(DIR,0) = \frac{\tau_v(0)A_g(DIR)}{A(DIR)} \quad 5.9$$

$$SPR_n(DIR,0) = \frac{\tau_n(0)A_g(DIR)}{A(DIR)} \quad 5.10$$

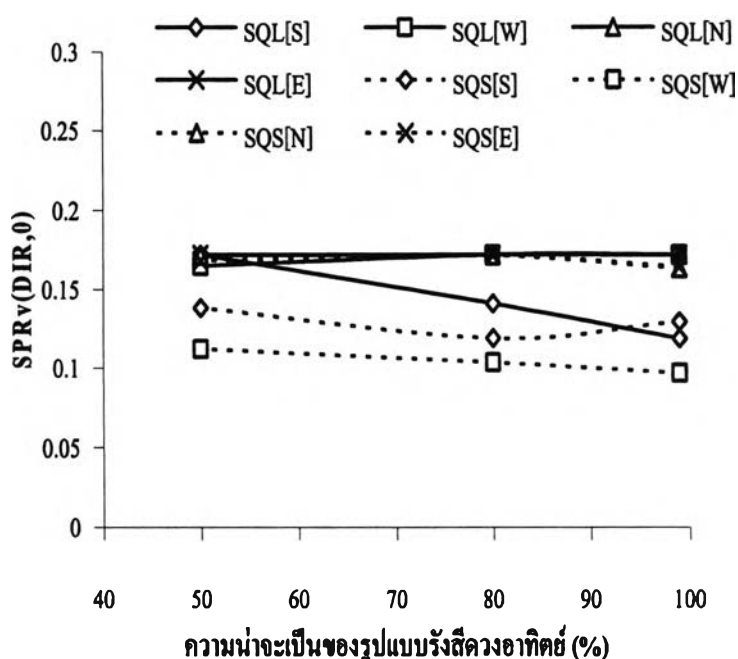
จากภาพรวมของการวิเคราะห์ผลการอพติไมเซชันข้างต้นพบว่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านในย่านความยาวคลื่นมองเห็นเข้าใกล้ศูนย์ในทุกกรณี ดังนั้นอัตราส่วนรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่อาคารในย่านความยาวคลื่นมองเห็นจะเข้าใกล้ศูนย์ ($SPR_n(DIR,0) \rightarrow 0$) ในทุกกรณี อัตราส่วนรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่อาคารในย่านความยาวคลื่นมองเห็นได้จะขึ้นอยู่กับ การวางตัวของอาคาร ขนาดอาคาร รูปร่างอาคาร และรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ พิจารณาในภาพรวมพบว่า การส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ผ่านกระจกทางทิศตะวันตกและทิศใต้จะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของภาระการทำความเย็น และ/หรือ ภาระการส่องสว่าง มากกว่าทิศเหนือและทิศตะวันออกกล่าวคือ

1. **กระจกทิศใต้** อัตราส่วนรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่อาคารในย่านความยาวคลื่นมองเห็นได้ในทิศใต้จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น เนื่องจากสัดส่วนรังสีกระจายต่อรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ในทิศใต้มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับทิศอื่น ดังนั้นจึงทำให้ทิศใต้ไม่เอื้ออำนวยต่อการนำรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารเพื่อการส่องสว่าง รวมไปถึงรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ทางทิศใต้มีอิทธิพลสูงต่อการเพิ่มขึ้นของภาระการทำความเย็น และความจ้าภายในอาคาร
2. **ทิศตะวันตก** อัตราส่วนรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่อาคารในย่านความยาวคลื่นมองเห็นได้ในทิศตะวันตกในบางกรณีค่อนข้างต่ำ เนื่องจากรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ส่งผ่านทางทิศตะวันตกอยู่ในเวลาบ่ายที่ภาระการทำความเย็นและอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับเวลาเช้าของวัน

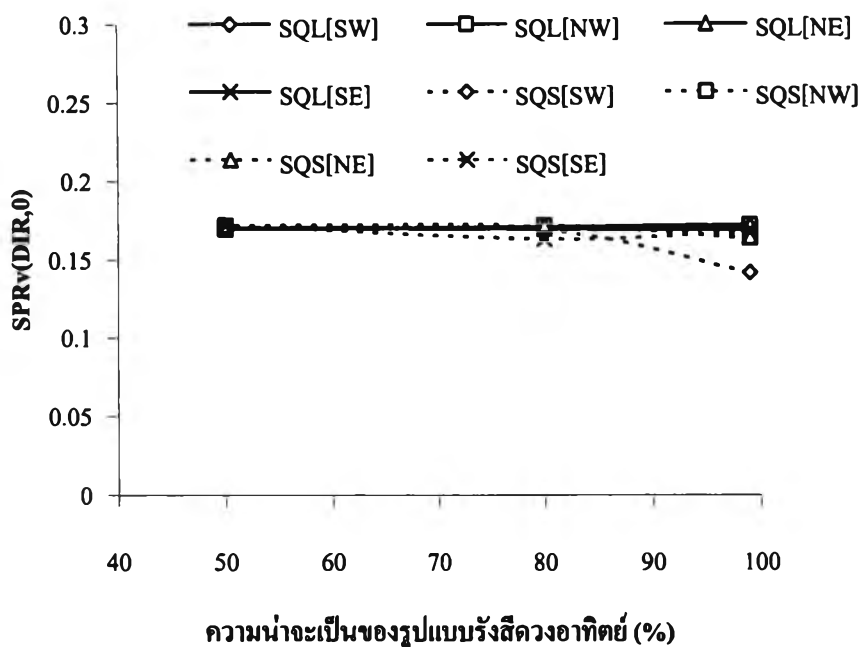
การวิเคราะห์อัตราส่วนของรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่อาคารในย่านความยาวคลื่นมองเห็นได้สำหรับการพิจารณารูปร่างและการวางตัวของอาคารอ้างอิง สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. อาคารอ้างอิงขนาดใหญ่ด้านเท่ากัน วางตัวในทิศหลัก อัตราส่วนรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่อาคารในย่านความยาวคลื่นมองเห็นได้ในทิศเหนือ ($SPR_v^*(N,0)$) ตะวันออก ($SPR_v^*(E,0)$) และ ตะวันตก ($SPR_v^*(W,0)$) มีแนวโน้มคองที่ตลอดช่วงความน่าจะเป็นของรังสีดวงอาทิตย์ที่พิจารณา อัตราส่วนรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่อาคารในย่านความยาวคลื่นมองเห็นได้ทิศใต้ ($SPR_v^*(S,0)$) มีแนวโน้มลดลงเมื่อค่าความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น เนื่องจากอาคารขนาดใหญ่มีพื้นที่ให้ความส่องสว่างมาก ดังนั้นอาคารจึงต้องการรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นที่มองเห็นได้เข้าสู่อาคารเพื่อลดภาระการส่องสว่างในทิศเหนือ ตะวันออก และ ตะวันตก ความต้องการรังสีดวงอาทิตย์ในทิศใต้จะลดลงเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ต่อผนังอาคารทางทิศใต้ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น รูปที่ 5.7 แสดง $SPR_v^*(DIR,0)$ สำหรับอาคารอ้างอิงขนาดใหญ่ด้านเท่ากัน วางตัวในทิศหลัก ภายใต้การผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์
2. อาคารอ้างอิงขนาดเล็กด้านเท่ากัน วางตัวในทิศหลัก $SPR_v^*(N,0)$ และ $SPR_v^*(E,0)$ จะมีแนวโน้มคองที่ตลอดช่วงการผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่พิจารณา และเนื่องจากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ต่อผนังอาคารทางทิศใต้และทิศตะวันตกจึงทำให้ $SPR_v^*(S,0)$ และ $SPR_v^*(W,0)$ มีแนวโน้มต่ำกว่า $SPR_v^*(N,0)$ และ $SPR_v^*(E,0)$ ตลอดช่วงการผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ รูปที่ 5.7 แสดง $SPR_v^*(DIR,0)$ สำหรับอาคารอ้างอิงขนาดเล็กด้านเท่ากัน วางตัวในทิศหลัก
3. อาคารอ้างอิงด้านเท่ากันวางตัวในทิศเฉียง อัตราส่วนรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่อาคารในย่านความยาวคลื่นมองเห็นได้มีแนวโน้มเท่ากันในทุกทิศของอาคาร ยกเว้น $SPR_v^*(SW,0)$ ของอาคารอ้างอิงขนาดเล็กมีแนวโน้มลดลงในช่วงความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 80% ถึง 99% เนื่องจากอิทธิพลร่วมของรังสีดวงอาทิตย์ต่อผนังอาคารทางทิศใต้และตะวันตก รูปที่ 5.8 แสดง $SPR_v^*(DIR,0)$ สำหรับอาคารอ้างอิงขนาดเล็กและขนาดใหญ่ด้านเท่ากัน วางตัวในทิศเฉียง
4. อาคารขนาดใหญ่ที่มีด้านยาวในทิศเหนือและใต้ วางตัวในทิศหลัก $SPR_v^*(N,0)$ และ $SPR_v^*(S,0)$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 50% ถึง 80% เนื่องจากปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงนี้ยัง

มีไม่มากจึงทำให้อาคารต้องการรังสีดวงอาทิตย์ในทิศเหนือและได้เข้าสู่อาคารเพื่อลดภาระการส่องสว่างภายใน เนื่องจากพื้นที่ผนังทิศเหนือและทิศใต้มีมากดังนั้นเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้นจาก 80% ถึง 99% จึงทำให้ $SPR_{v^*}(N,0)$ และ $SPR_{v^*}(S,0)$ มีแนวโน้มลดลง ส่วนผนังทางทิศตะวันตกและตะวันออกของอาคารมีพื้นที่น้อย ดังนั้นอิทธิพลของผนังทิศตะวันตกและตะวันตกรต่อการเพิ่มขึ้นของภาระการทำความเย็นจึงน้อยกว่าผนังทิศเหนือและทิศใต้ ดังนั้น $SPR_{v^*}(E,0)$ และ $SPR_{v^*}(W,0)$ มีค่าสูงกว่า $SPR_{v^*}(N,0)$ และ $SPR_{v^*}(S,0)$ และมีแนวโน้มคงที่ตลอดช่วงความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ รูปที่ 5.9 แสดง $SPR_{v^*}(DIR,0)$ อาคารขนาดใหญ่ที่มีด้านยาวในทิศเหนือและได้ วางตัวในทิศหลัก

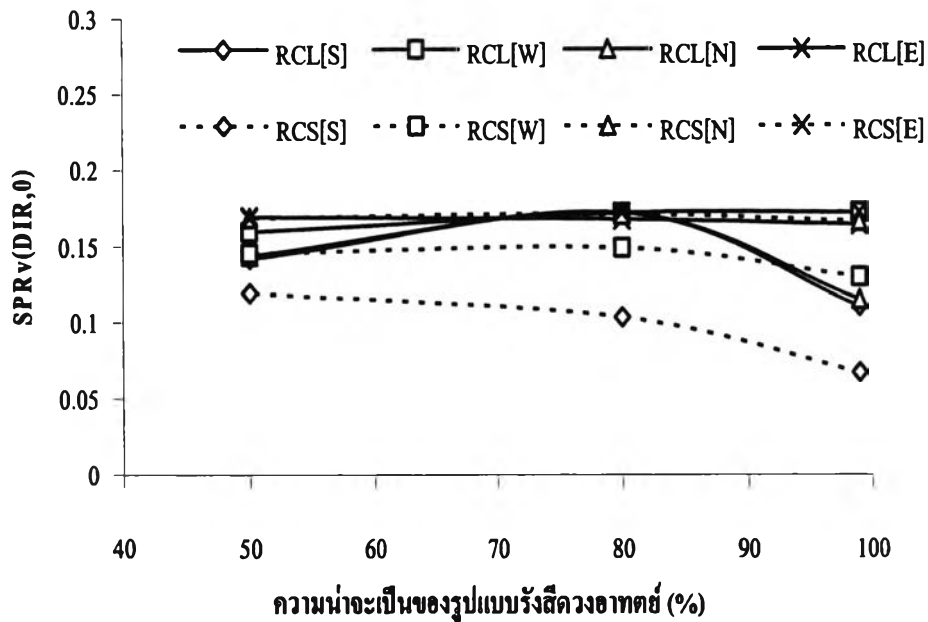


รูปที่ 5.7 แสดง $SPR_{v^*}(DIR,0)$ สำหรับอาคารข้างอิงขนาดใหญ่ ด้านเท่ากัน (SQL) และขนาดเล็ก ด้านเท่ากัน (SQS) วางตัวในทิศหลัก ภายใต้ความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์



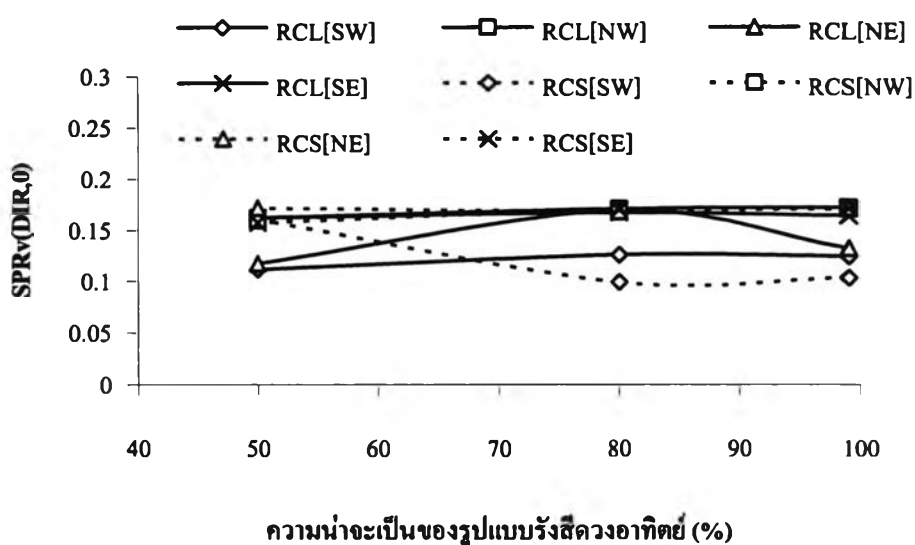
รูปที่ 5.8 แสดง $SPRv^*(DIR,0)$ สำหรับอาคารอ้างอิงขนาดเล็กด้านเท่ากัน (SQS) และขนาดใหญ่ ด้านเท่ากัน (SQL) วางตัวในทิศเฉียง ภายใต้ความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์

- อาคารขนาดเล็กที่มีด้านยาวในทิศเหนือและใต้ วางตัวในทิศหลัก เนื่องจากพื้นที่ให้ความส่องสว่างน้อย ดังนั้นภาระการทำความเย็นจึงมีอิทธิพลสำคัญต่อความต้องการพลังงานของอาคาร เนื่องจากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ที่มีต่อผนังทิศใต้และตะวันตกจึงทำให้ $SPRv^*(S,0)$ และ $SPRv^*(W,0)$ มีค่าต่ำกว่า $SPRv^*(N,0)$ และ $SPRv^*(E,0)$ และมีแนวโน้มลดลงเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น รูปที่ 5.9 แสดง $SPRv^*(DIR,0)$ อาคารขนาดเล็กด้านไม่เท่าและขนาดใหญ่ด้านไม่เท่าที่มีด้านยาวในทิศเหนือและใต้ วางตัวในทิศหลัก



รูปที่ 5.9 แสดง $SPRv^*(DIR,0)$ อาคารขนาดเล็กด้านไม่เท่า(RCS) และอาคารขนาดใหญ่ด้านไม่เท่า(RCL) ซึ่งมีด้านยาวในทิศเหนือและได้วางตัวในทิศหลัก การผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์

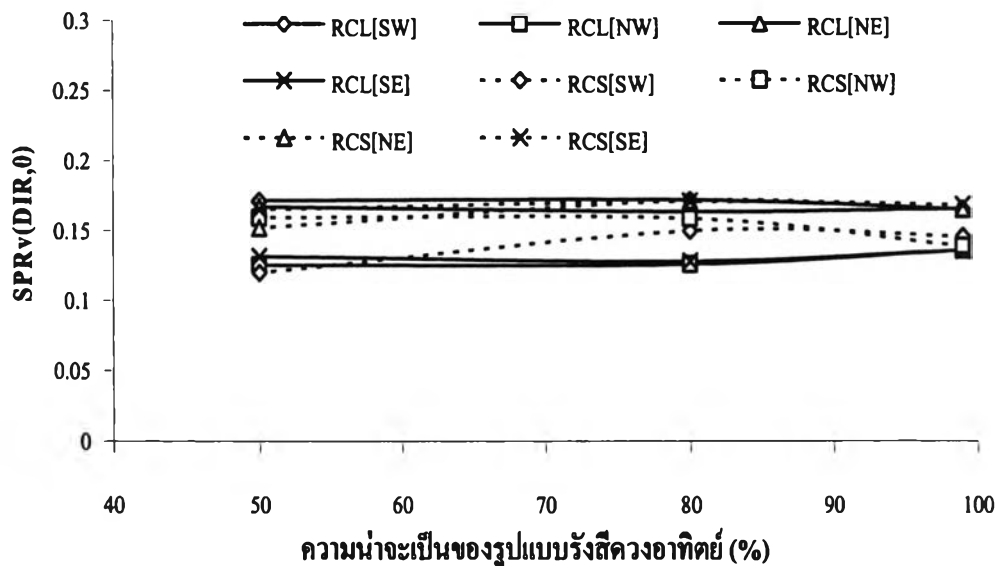
6. อาคารขนาดใหญ่ที่มีด้านยาวในทิศตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ วางตัวในทิศเฉียง เนื่องจากอิทธิพลร่วมต่อภาระการทำความเย็นของอาคารและความจ้าภายในอาคารสำหรับกระจกทางทิศใต้และกระจกทางทิศตะวันตกจึงทำให้ $SPRv^*(SW,0)$ มีแนวโน้มต่ำตลอดในทุกรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่พิจารณา ในขณะที่ $SPRv^*(NE,0)$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสำหรับรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ความน่าจะเป็น 50% ถึง 80% เพื่อลดภาระการส่องสว่างและมีแนวโน้มลดลงสำหรับความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 80% ถึง 99% เพื่อลดภาระการทำความเย็น เนื่องจากอาคารมีพื้นที่มากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วน $SPRv^*(NW,0)$ และ $SPRv^*(SE,0)$ มีแนวโน้มคงที่และค่าสูงกว่า $SPRv^*(SW,0)$ และ $SPRv^*(NE,0)$ ตลอดการผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่พิจารณา รูปที่ 5.10 แสดง $SPRv^*(DIR,0)$ อาคารขนาดใหญ่ด้านไม่เท่า(RCL)และอาคารขนาดเล็กด้านไม่เท่า (RCS) ซึ่งมีด้านยาวในทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ วางตัวในทิศเฉียง



รูปที่ 5.10 แสดง $SPRv^*(DIR,0)$ อาคารขนาดใหญ่ด้านไม่เท่า (RCL) และอาคารขนาดเล็กด้านไม่เท่า (RCS) มีด้านยาวในทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ วางตัวในทิศเฉียง ภายใต้การผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์

- อาคารขนาดเล็กที่มีด้านยาวในทิศตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ วางตัวในทิศเฉียง เนื่องจากอิทธิพลร่วมต่อภาระการทำความเย็นของอาคารและความจ้ำภายในอาคารสำหรับกระบอกทางทิศใต้และกระบอกทางทิศตะวันตกจึงทำให้ $SPRv^*(SW,0)$ มีแนวโน้มลดลงเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ $SPRv^*(SE,0)$ $SPRv^*(NW,0)$ และ $SPRv^*(NE,0)$ มีแนวโน้มคงที่และสูงกว่า $SPRv^*(SW,0)$ ตลอดช่วงการผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่พิจารณา
- อาคารขนาดใหญ่ด้านยาวในทิศตะวันออกและตะวันตก วางตัวในทิศหลัก $SPRv^*(S,0)$ มีแนวโน้มลดลง เมื่อรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ความน่าจะเป็นเพิ่มขึ้นจาก 50% เป็น 80% เนื่องจากอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ต่อภาระการทำความเย็นของกระบอกในทิศใต้ ในขณะที่ $SPRv^*(N,0)$ และ $SPRv^*(W,0)$ มีแนวโน้มลดลง ตลอดช่วงการผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่พิจารณา เนื่องจากอาคารมีด้านยาวทางทิศตะวันออกและตะวันตกทำให้อิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านกระบอกทิศตะวันออกและตะวันตกต่อภาระการทำความเย็นมีมาก ในขณะเดียวกัน $SPRv^*(S,0)$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้นจาก 80% เป็น 99% เพื่อชดเชยการส่องสว่างจากธรรมชาติในทิศเหนือและทิศตะวันตก รูปที่ 5.11

แนวโน้มที่และต่ำกว่าในด้านสั้นของอาคาร แนวโน้ม SPR_{v^*} ในทิศต่างๆ ดังกล่าวแสดงในรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 แสดง $SPR_{v^*}(DIR,0)$ อาคารขนาดใหญ่ด้านไม่เท่า(RCL) และอาคารขนาดเล็กด้านไม่เท่า (RCS) มีด้านยาวในทิศตะวันตกเฉียงเหนือและตะวันออกเฉียงใต้วางตัวในทิศเฉียง ภายใต้การผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์

- อาคารขนาดเล็ก ด้านยาวในทิศตะวันตกเฉียงเหนือและตะวันออกเฉียงใต้ วางตัวในทิศเฉียง $SPR_{v^*}(NW,0)$ มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เนื่องจากอาคารมีด้านยาวในทิศตะวันตกเฉียงเหนือและตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้อิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านกระจกทิศตะวันตกเฉียงเหนือและตะวันออกเฉียงใต้ต่อภาระการทำความเย็นมีมากทำให้ $SPR_{v^*}(NW,0)$ มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น ขณะที่ $SPR_{v^*}(SW,0)$ มีค่าต่ำสุดเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 50% และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร เนื่องจากการส่องสว่างจากธรรมชาติลดลงในทิศตะวันตกเฉียงเหนือเมื่อความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น แนวโน้ม SPR_{v^*} ในทิศต่างๆ ดังกล่าวแสดงในรูปที่ 5.12

จากผลการอพติไมเซชันและการวิเคราะห์ข้างต้นสำหรับอัตราส่วนรังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านเข้าสู่อาคารที่เหมาะสมทำให้สามารถสรุปได้ดังนี้

1. SPR_v^* สูงสุดของผนังทึบต่างๆ ในทุกกรณีมีค่าประมาณ 0.17 เนื่องจากทำให้เกิดความจำสูงสุดที่ยอมรับได้สำหรับกระจกแต่ละด้าน
2. อิทธิพลการผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่มีต่อพลังงานที่อาคารใช้น้อยที่สุด เนื่องจากความยาวด้านของอาคารมีผลให้ SPR_v^* ในทิศด้านยาวของอาคารจะผันแปรตามความน่าจะเป็นของรังสีดวงอาทิตย์ สามารถพิจารณาได้จากรูปที่ 5.9 และ รูปที่ 5.11 สำหรับอาคารวางตัวในทิศหลัก และ รูปที่ 5.10 และ รูปที่ 5.12 สำหรับอาคารวางตัวในทิศเฉียง
3. อิทธิพลการผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่มีต่อการใช้พลังงานน้อยที่สุดของอาคาร เนื่องจากทิศการวางตัวของอาคารจะทำให้ SPR_v^* ในทิศใต้และตะวันตกมีแนวโน้มต่ำกว่าทิศเหนือและตะวันออกสำหรับอาคารวางตัวในทิศหลัก และ SPR_v^* ในทิศตะวันตกเฉียงใต้จะมีแนวโน้มต่ำกว่า 3 ทิศที่เหลือ สำหรับอาคารวางตัวในทิศเฉียง สามารถพิจารณาได้จาก รูปที่ 5.7 รูปที่ 5.9 และ รูปที่ 5.11 สำหรับอาคารวางตัวในทิศหลัก และ รูปที่ 5.8 รูปที่ 5.10 และ รูปที่ 5.12 สำหรับอาคารวางตัวในทิศเฉียง
4. อิทธิพลการผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่มีต่อการใช้พลังงานน้อยที่สุดของอาคาร SPR_v^* จะเปลี่ยนแปลงตามความน่าจะเป็นของรังสีดวงอาทิตย์ตามข้อที่ 2 และ ข้อที่ 3 ข้างต้นอย่างชัดเจน สำหรับอาคารวางตัวในทิศหลัก สำหรับอาคารวางตัวในทิศเฉียง SPR_v^* จะเปลี่ยนแปลงในช่วงไม่กว้างนัก

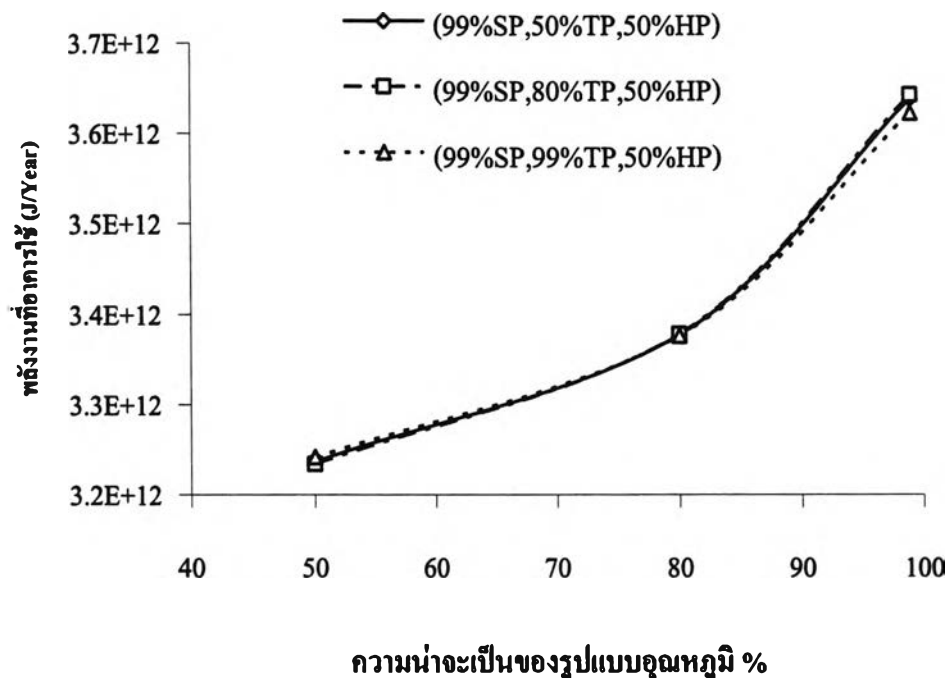
5.3 แนวโน้มของการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงาน

การสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานจากการผันแปรของปัจจัยควบคุมไม่ได้ ปัจจัยควบคุมได้ และปัจจัยคงที่ ดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังนี้

1. รูปแบบความชื้นจำเพาะสำหรับการพิจารณาพลังงานที่อาคารใช้ต่ำสุดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่อาคารใช้ต่ำสุดน้อยมาก ในช่วงความน่าจะเป็นของรูปแบบความชื้นจำเพาะที่พิจารณา แม้ว่าจะทำให้พลังงานที่อาคารใช้เปลี่ยนแปลงไปเมื่อรูปแบบความชื้นจำเพาะเปลี่ยนไปก็ตามในช่วงความน่าจะเป็น

เป็นของความชื้นจำเพาะที่พิจารณาเนื่องจากในช่วงความน่าจะเป็น 50% ถึง 99% ของรูปแบบความชื้นจำเพาะมีความแตกต่างกันน้อยมาก

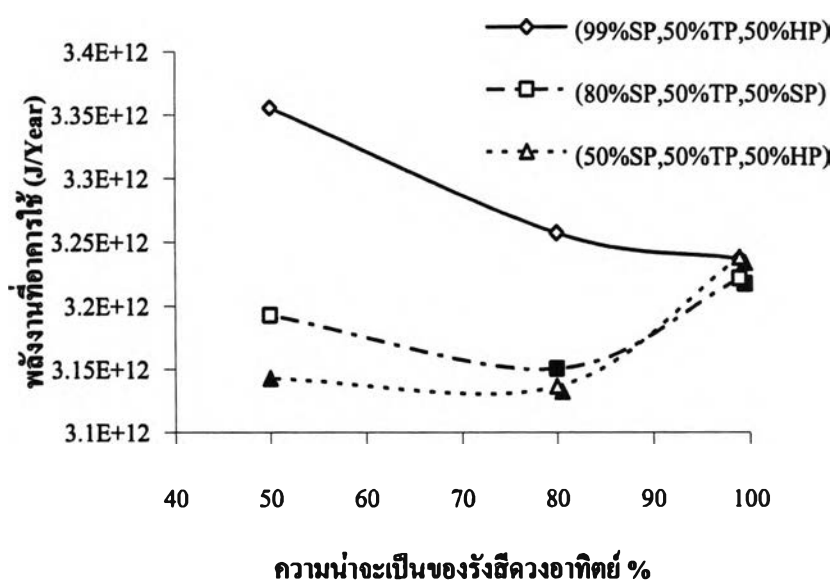
- รูปแบบอุณหภูมิต่อการพิจารณาพลังงานที่อาคารใช้ต่ำสุดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่อาคารใช้ต่ำสุดน้อยมาก ในช่วงความน่าจะเป็นของรูปแบบอุณหภูมิต่อการพิจารณา แม้ว่าจะทำให้พลังงานที่อาคารใช้เปลี่ยนแปลงไปเมื่อรูปแบบอุณหภูมิต่อการพิจารณาเปลี่ยนไปก็ตาม เพราะว่าปัจจัยควบคุมได้ทั้งหมดที่พิจารณาไม่ส่งผลโดยตรงต่อพลังงานที่อาคารใช้เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร



จุดสีดำ แทน พลังงานที่อาคารใช้น้อยที่สุดภายใต้เซตปัจจัยควบคุมไม่ได้ (%SP,%TP,%HP)

รูปที่ 5.13 แสดงการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบอุณหภูมิต่อการพิจารณาที่มีความน่าจะเป็น 50% 80% และ 99% ที่มีต่อพลังงานที่อาคารใช้ สำหรับอาคารอ้างอิงขนาดเล็ก ด้านเท่ากัน วางตัวในทิศหลัก ภายใต้รูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ ความน่าจะเป็น 99% และรูปแบบความชื้นจำเพาะความน่าจะเป็น 50%

3. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์มีอิทธิพลสูงต่อการเปลี่ยนแปลงการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงาน เนื่องจากปัจจัยควบคุมได้ทั้งหมดที่พิจารณาส่งผลกระทบต่อพลังงานที่อาคารใช้ภายใต้อิทธิพลของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ ผลการศึกษาวิจัยพบว่ารูปแบบของเส้นแนวโน้มการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานภายใต้การผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับขนาดของอาคารเป็นหลัก การวางตัวของอาคารมีผลทำให้รูปแบบของเส้นแนวโน้มการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานเปลี่ยนแปลงไม่มาก จากการพิจารณารูปแบบของเส้นแนวโน้มการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานจำแนกตามขนาดของอาคารอ้างอิงได้เป็น 3 รูปแบบคือ



จุดที่ปรากฏเงา แทน สภาวะความจ้าภายในอาคารเกินเขตความสบาย

จุดสีดำ แทน พลังงานที่อาคารใช้ต่ำสุดภายใต้กระบวนการอพติไมเซชันสำหรับรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่ความน่าจะเป็นต่างๆ

รูปที่ 5.14 แนวโน้มของพลังงานที่อาคารใช้ภายใต้การผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ อาคารขนาดเล็ก ด้านเท่ากัน วางตัวในทิศหลัก

อาคารขนาดเล็ก การสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานของอาคารขนาดเล็กสำหรับความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 50% และ 80% มีแนวโน้มคงที่เมื่อการผันแปรของความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์อยู่ในช่วง 50% ถึง 80%

และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อการผันแปรของความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์อยู่ในช่วง 80% ถึง 100% สำหรับการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงาน สำหรับความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 99% จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อการผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ความน่าจะเป็นลดลง สามารถสรุปได้ดังสมการต่อไปนี้

$$OPL(50\%SP,80\%SP) \approx 0 \quad 5.11$$

$$OPL(50\%SP,99\%SP) > 0 \quad 5.12$$

$$OPL(80\%SP,50\%SP) \approx 0 \quad 5.13$$

$$OPL(80\%SP,99\%SP) > 0 \quad 5.14$$

$$OPL(99\%SP,50\%SP) > 0 \quad 5.15$$

$$OPL(99\%SP,80\%SP) > 0 \quad 5.16$$

อาคารขนาดกลาง การสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานของอาคาร จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อรังสีดวงอาทิตย์ผันแปรไปสู่รูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่ความน่าจะเป็นต่ำลง และจะมีแนวโน้มคงที่เมื่อรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ผันแปรไปสู่รูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่ความน่าจะเป็นเพิ่มขึ้นภายใต้การพิจารณาพลังงานที่ใช้ต่ำสุดที่รูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ความน่าจะเป็น 80% สำหรับการพิจารณาพลังงานที่อาคารใช้ต่ำสุดที่รูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 50% การสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานจะมีแนวโน้มลดลงสำหรับรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ผันแปรในช่วงความน่าจะเป็น 50% ถึง 80% และจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหรือคงที่เมื่อรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ผันแปรในช่วงความน่าจะเป็น 80% ถึง 99% สำหรับการพิจารณาพลังงานที่อาคารใช้ต่ำสุดที่ความน่าจะเป็น 50% การสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานสำหรับอาคารขนาดกลางสามารถพิจารณาได้จากเส้นแนวโน้มพลังงานที่อาคารใช้แสดงในรูปที่ 5.15

$$OPL(50\%SP,80\%SP) < 0 \quad 5.17$$

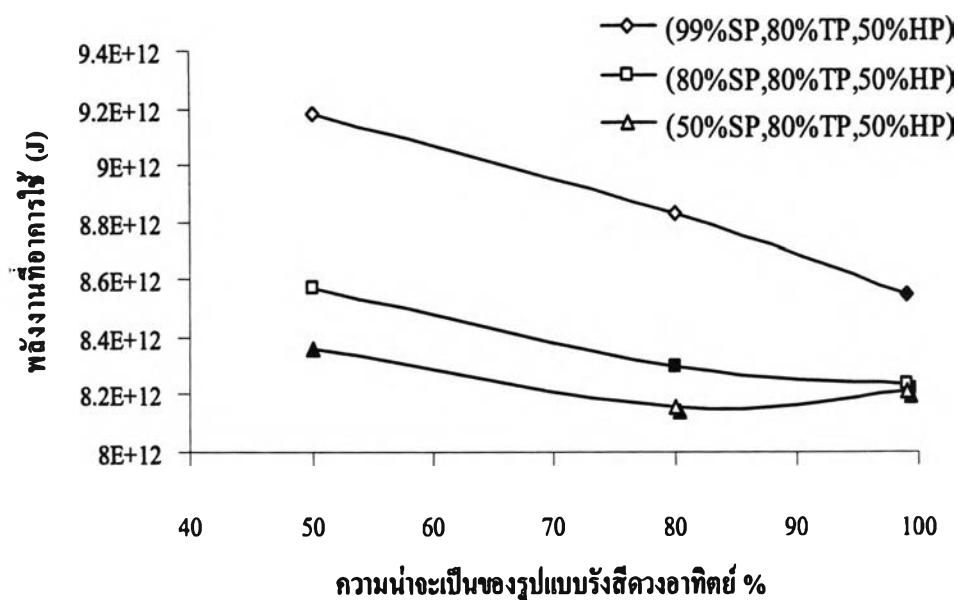
$$OPL(50\%SP,99\%SP) \leq 0 \quad 5.18$$

$$OPL(80\%SP,50\%SP) > 0 \quad 5.19$$

$$OPL(80\%SP,99\%SP) \approx 0 \quad 5.20$$

$$OPL(99\%SP,50\%SP) > 0 \quad 5.21$$

$$OPL(99\%SP,80\%SP) > 0 \quad 5.22$$



จุดที่ปรากฏแทน สถานะความจ้ำภายในอาคารเกินเขตความสบาย
จุดสีดำ แทน พลังงานที่อาคารใช้ต่ำสุดภายใต้กระบวนการอพติไมเซชันสำหรับ
รูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่ความน่าจะเป็นต่างๆ

รูปที่ 5.15 แนวโน้มของพลังงานที่อาคารใช้ภายใต้การผันแปร
ของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ อาคารขนาดกลาง ด้านเท่ากัน วางตัวในทิศหลัก

อาคารขนาดใหญ่ เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ผันแปรไปสู่รูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่ค่าความ
น่าจะเป็นสูงขึ้นการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานจะลดลง ในขณะที่
รูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ผันแปรไปสู่รูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่ค่าความน่าจะเป็นต่ำลง
การสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานจะต่ำลง สำหรับการพิจารณาพลังงานที่
อาคารใช้ต่ำสุด ในทุกรูปแบบความน่าจะเป็นของรังสีดวงอาทิตย์ การสูญเสียโอกาส
ของการประหยัดพลังงานสำหรับอาคารขนาดใหญ่ สามารถพิจารณาได้จากเส้นแนว
โน้มพลังงานที่อาคารใช้แสดงในรูปที่ 5.16

$$OPL(50\%SP,80\%SP) < 0 \quad 5.23$$

$$OPL(50\%SP,99\%SP) < 0 \quad 5.24$$

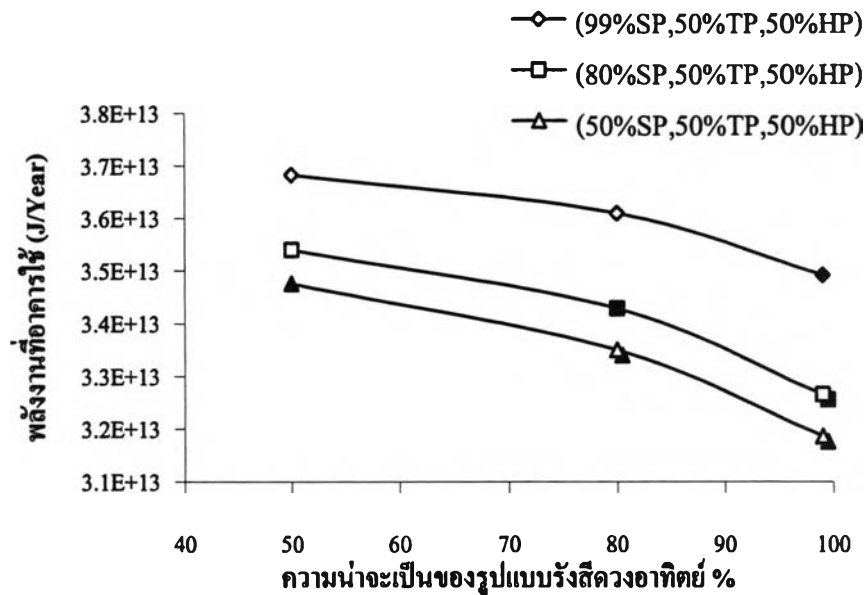
$$OPL(80\%SP,50\%SP) > 0 \quad 5.25$$

$$OPL(80\%SP,99\%SP) < 0 \quad 5.26$$

$$OPL(99\%SP,50\%SP) > 0 \quad 5.27$$

$$OPL(99\%SP,80\%SP) > 0$$

5.28



จุดที่ปรากฏเงา แทน สถานะความจ้ำภายในอาคารเกินเขตความสบาย

จุดสีดำ แทน พลังงานที่อาคารใช้ต่ำสุดภายใต้กระบวนการอพติไมเซชันสำหรับรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่ความน่าจะเป็นต่างๆ

รูปที่ 5.16 แนวโน้มของพลังงานที่อาคารใช้ภายใต้การผันแปรของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ อาคารขนาดใหญ่ ด้านเท่านั้น วางตัวในทิศหลัก

5.4 สรุปผลการวิเคราะห์การสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงาน

จากแนวโน้มของการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงาน ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า

1. แนวโน้มของการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานจากอิทธิพลการผันแปรของรูปแบบอุณหภูมิและความชื้นจำเพาะเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ตลอดช่วงรูปแบบอุณหภูมิและความชื้นจำเพาะในรูปความน่าจะเป็นที่พิจารณา
2. แนวโน้มของการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานจากอิทธิพลของการผันแปรของรังสีดวงอาทิตย์พบว่าการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานของความ

น่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 50% ต่ำกว่าที่ความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 80% ไม่มาก และมีค่าน้อยกว่าการสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานที่ความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 99% มาก ในทุกกรณีของขนาดและทิศการวางตัวของอาคาร

3. การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานภายใต้ปัจจัยควบคุมได้ที่พิจารณา โดยอาศัยความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 50% มีผลทำให้เกิดความจ้าสูงภายในอาคาร สำหรับที่ความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 80% จะทำให้เกิดความจ้าภายในอาคารเล็กน้อย และที่ความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ 99% จะไม่เกิดความจ้าเลย ตลอดช่วงความน่าจะเป็นของรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ที่พิจารณา
4. ปัจจัยควบคุมได้ที่เหมาะสมจะต้องทำให้พลังงานที่ใช้สุทธิของอาคารอยู่ในระดับต่ำ ตลอดช่วงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบรังสีดวงอาทิตย์ รูปแบบอุณหภูมิ และรูปแบบความชื้นจำเพาะ

จากทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าการพิจารณานโยบายประหยัดพลังงานของอาคารจะต้องพิจารณาจาก 3 องค์ประกอบสำคัญคือ พลังงานที่ใช้สุทธิที่อาคารใช้ การสูญเสียโอกาสของการประหยัดพลังงานเนื่องจากการผันแปรของปัจจัยควบคุมไม่ได้ และความสบายของผู้อาศัยภายในอาคาร