หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลลัพธ์และการวิเคราะห์

การวิเคราะห์อิทธิพลของส่วนประกอบในอาคารที่มีผลต่อความสุขสบายเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัยภายในเริ่มต้นจากการพิจารณาถึงภาวะสบายที่ได้รับจากบ้านกรณีพื้นฐานที่ไม่มีกันสาด ฉนวนและช่องเปิดใดๆ ค่าดัชนีความสุขสบายที่ได้จากบ้านในลักษณะดังกล่าวถูกใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อให้ทราบถึงภาวะความสบายที่เปลี่ยนแปลงไปอันเกิดจากส่วนประกอบของบ้านแต่ละส่วนซึ่งเพิ่มเติมเข้าไปให้แก่บ้านในกรณีพื้นฐาน งานวิจัยนี้จะวิเคราะห์ความสุขสบายเชิงความร้อนโดยกำหนดให้ 1.ผู้อยู่อาศัยในบ้านจำลองทำกิจกรรมเบาๆ เช่นการนั่งพักผ่อนหรือยืนอยู่เฉยๆ 2.สวมเสื้อยืดและกางเกงขาสั้นซึ่งสอดคล้องกับการแต่งกายของคนกรุงเทพฯ เมื่อพักผ่อนอยู่กับบ้าน และ 3.ผู้อยู่อาศัยหันหน้าไปทางทิศตะวันออก ดังนั้นอัตราการเผาผลาญพลังงาน (M) งานที่ทำ (W) และความเป็นฉนวนของเสื้อผ้าที่สวมใส่ (I_{cl}) จึงมีค่าเท่ากับ 1.0 met 0 W / m^2 และ 0.36 clo ตามลำดับ

ส่วนประกอบต่างๆ ของบ้านซึ่งใช้ศึกษาถึงภาวะสบายที่เกิดขึ้น ได้แก่ กันสาด ช่องเปิด อุปกรณ์บังเงา ฉนวนความร้อน รวมถึงการระบายอากาศของห้องใต้หลังคา งานวิจัยนี้จะทำการปรับเปลี่ยนส่วนประกอบเหล่านี้ไปในแต่ละกรณีเพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัย จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ความสุขสบายเชิงความร้อนในบ้านจำลองที่ติดตั้งทุกอุปกรณ์เพื่อแสดงให้เห็นช่วงความสุขสบายที่ดีขึ้นอันเกิดจากการปรับปรุงรูปทรงอาคารที่พักอาศัยโดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศ นอกจากนี้การพิจารณาในขั้นตอนสุดท้ายยังแบ่งออกเป็นสองช่วงเวลาอันได้แก่ช่วงเวลาตั้งแต่ 8:00น. ถึง 16:00น. และช่วงเวลาตั้งแต่ 18:00น. ถึง 7:00น. ซึ่งสอดคล้องกับเวลาทำการของอาคารสำนักงานทั่วไปและเวลาที่ผู้อยู่อาศัยพักผ่อนอยู่กับบ้าน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้วิศวกร สถาปนิก รวมถึงผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถเห็นถึงภาวะสบายที่เกิดขึ้นในบ้านซึ่งนำมาใช้เป็นอาคารสำนักงานหรือใช้เป็นที่อยู่อาศัยรวมทั้งเป็นแนวทางในการปรับปรุงภาวะความสบายของอาคารที่พักอาศัยให้เหมาะสมต่อวัตถุประสงค์ในการใช้งานได้ แบบจำลองของบ้านในกรณีต่างๆ ที่ทำการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้แสดงอยู่ในตาราง 4.1

จากตาราง 4.1 พบว่าการพิจารณาภาวะสบายที่เกิดขึ้นเริ่มต้นจากบ้านจำลองในกรณีพื้นฐานซึ่งวางตัวอยู่ในทิศขวางตะวันเป็นอันดับแรกและพิจารณาบ้านจำลองหลังเดียวกันนี้ให้อยู่ในทิศตามตะวันเป็นลำดับต่อมา การพิจารณาเช่นนี้ทำให้เห็นถึงทิศทางการวางอาคารที่เอื้ออำนวยต่อการอยู่อาศัย ขั้นตอนถัดมาจะศึกษาอิทธิพลของกันสาดในทิศทางต่างๆ ที่มีต่อความสุข

ตาราง 4.1 บ้านจำลองในแต่ละกรณีที่ทำการวิเคราะห์

ชื่อ	กรณี	ทิศทาง		กันสาด																ช่องเปิด								อุปกรณ์บังเงา		จนานความร้อน								ระบายอากาศ		เวลาทำการ		
		ตาม	ขวาง	ตะวันขอก				ใต้				ตะวันตก				เหนือ				1 ตารางเมตร				2 25 ตารางเมตร				แผง	ครีบ	ฝ้าเพดาน				ผนัง				บนหลังคา		8:00 ถึง	18:00 ถึง	24
		ตะวัน	ตะวัน	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%	ต ข	ใต้	ต ต	เหนือ	ต ข	ใต้	ต ต	เหนือ	กันเลด	กันเลด	0 5 นิ้ว	1 นิ้ว	2 นิ้ว	3 นิ้ว	0 5 นิ้ว	1 นิ้ว	2 นิ้ว	3 นิ้ว	10 ACH	30 ACH	16:00	7:00	ชั่วโมง
พื้นฐาน	1		✓																																						✓
	2	✓																																							✓
กันสาด	1		✓	✓																																					✓
	2		✓		✓																																					✓
	3		✓			✓																																			✓
	4		✓				✓																																			✓
	5		✓					✓																																		✓
	6		✓						✓																																	✓
	7		✓							✓																																	✓
	8		✓								✓																																✓
	9		✓									✓																																✓
	10		✓										✓																															✓
	11		✓											✓																															✓
	12		✓												✓																															✓
	13		✓													✓																															✓
	14		✓														✓																															✓
	15		✓															✓																															✓
	16		✓																✓																															✓
	17	✓		✓																																													✓
	18	✓			✓																																													✓
	19	✓				✓																																												✓
	20	✓					✓																																												✓
	21	✓						✓																																											✓
	22	✓							✓																																											✓
	23	✓								✓																																										✓
	24	✓									✓																																										✓
	25	✓										✓																																									✓
	26	✓											✓																																								✓
	27	✓												✓																																								✓
	28	✓													✓																																							✓
	29	✓														✓																																						✓
	30	✓															✓																																						✓
	31	✓																✓																																					✓
	32	✓																	✓																																					✓
ทิศทาง	1		✓																	✓																																		✓
	2		✓																		✓																																		✓
	3		✓																			✓																																	✓
	4		✓																				✓																																	✓

ตาราง 4.1 (ต่อ) บ้านจำลองในแต่ละกรณีที่ทำการวิเคราะห์

ชื่อ	กรณี	ทิศทาง		กันสาด																ช่องเปิด												อุปกรณ์บังเงา		จนวนความร้อน								ระบายอากาศ		เวลาทำการ		
		ตาม	ขวาง	ตะวันออก				ใต้				ตะวันตก				เหนือ				1 ตารางเมตร				2.25 ตารางเมตร				แผง	ครีบ	ฝ้าเพดาน				ผนัง				บนหลังคา		8:00 ถึง	18:00 ถึง	24
		ตะวัน	ตะวัน	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%	ด ข	ใส	ด ด	เหนือ	ด ข	ใส	ด ด	เหนือ	กันเฉด	กันเฉด	0.5 นิ้ว	1 นิ้ว	2 นิ้ว	3 นิ้ว	0.5 นิ้ว	1 นิ้ว	2 นิ้ว	3 นิ้ว	10 ACH	30 ACH	16:00	7:00	ชั่วโมง
ช่องเปิด	5		✓																	✓	✓																						✓
	6		✓																	✓		✓																						✓
	7		✓																	✓			✓																						✓
	8		✓																		✓	✓																						✓
	9		✓																		✓		✓																						✓
	10		✓																			✓	✓																						✓
	11		✓																	✓	✓	✓	✓																						✓
	12		✓																					✓																						✓
	13		✓																						✓																						✓
	14		✓																							✓																						✓
	15		✓																								✓																						✓
	16		✓																					✓	✓																						✓
	17		✓																					✓		✓																						✓
	18		✓																					✓			✓																						✓
	19		✓																						✓	✓																						✓
	20		✓																						✓		✓																						✓
	21		✓																							✓	✓																						✓
	22		✓																					✓	✓	✓	✓																						✓
ชุปกรณ์บังเงา	1		✓																	✓	✓	✓	✓						✓																			✓
	2		✓																	✓	✓	✓	✓						✓																			✓
	3		✓																	✓	✓	✓	✓						✓	✓																			✓
	4		✓																					✓	✓	✓	✓		✓																			✓
	5		✓																					✓	✓	✓	✓		✓	✓																			✓
	6		✓																					✓	✓	✓	✓		✓	✓																			✓
จนวน	1		✓																											✓																			✓
	2		✓																												✓																		✓
	3		✓																													✓																	✓
	4		✓																														✓																✓
	5		✓																															✓															✓
การระบายอากาศ	1		✓																																				✓										✓
	2		✓																																					✓										✓
ประกอบ	1		✓			✓		✓						✓		✓				✓	✓	✓	✓						✓	✓				✓															
	2		✓			✓		✓						✓		✓				✓	✓	✓	✓						✓	✓				✓															
	3	✓		✓						✓		✓						✓		✓	✓	✓	✓						✓	✓				✓															
	4	✓		✓						✓		✓						✓		✓	✓	✓	✓						✓	✓				✓															

สบายเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัยโดยทำการปรับเปลี่ยนความยาวของกันสาดที่ยื่นออกจากจั่วหลังคาให้มีค่าตั้งแต่ 25% 50% 75% และ 100% ตามลำดับ ความยาวของกันสาดที่ 100% หมายถึงความยาวกันสาดซึ่งมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้อันมีค่าเท่ากับระยะตั้งแต่จุดปลายของจั่วหลังคาจนถึงพื้นดินในทิศทางเดียวกันกับมุมของหน้าจั่ว ดังนั้นความยาวของกันสาดที่ 25% 50% และ 75% หมายถึงความยาวตั้งแต่จุดปลายของจั่วหลังคาจนถึงระยะที่ 25% 50% และ 75% ของความยาวกันสาดที่มากที่สุดนั่นเอง นอกจากการจะปรับเปลี่ยนความยาวของกันสาดในค่าต่างๆ ตามที่แสดงไว้กับผนังทั้งสี่ด้านของบ้านจำลองแล้วยังทำการปรับทิศทางของอาคารให้อยู่ในทิศตามตะวันและขวางตะวันอีกด้วยเพื่อให้เห็นภาพว่าควรติดตั้งกันสาดความยาวประมาณเท่าไร ในทิศทางใดระหว่างทิศตามตะวันและขวางตะวันจึงเหมาะสมต่อการปรับปรุงความสุขสบายเชิงความร้อนในบ้านจำลองที่ไม่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

หลังจากเสร็จสิ้นการวิเคราะห์ถึงอิทธิพลของกันสาดที่มีต่อภาวะสบายที่เกิดขึ้นแล้ว ขั้นตอนต่อมาก็คือการศึกษาผลกระทบของช่องเปิดที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัยโดยเริ่มจากการพิจารณาอิทธิพลของช่องเปิดทีละทิศทาง จากนั้นจึงศึกษาอิทธิพลของช่องเปิดทีละคู่โดยมีเงื่อนไขว่าช่องเปิดทั้งสองช่องนั้นต้องอยู่ในทิศทางที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์เช่นนี้ทำให้ทราบได้ว่าช่องเปิดช่องใดหรือช่องเปิดคู่ใดควรได้รับการติดตั้งเพื่อเพิ่มความสุขสบายและควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งช่องเปิดในทิศทางใดที่ไม่เป็นผลดีต่อค่าความสุขสบายเชิงความร้อน นอกจากนี้เพื่อให้ผลการวิจัยครอบคลุมถึงกรณีต่างๆมากขึ้นงานวิจัยนี้จะศึกษาถึงกรณีที่ช่องเปิดถูกติดตั้งทั้งสี่ทิศทางและทำการศึกษาทุกกรณีซ้ำอีกครั้งเพื่อให้ทราบว่าการติดตั้งช่องเปิดหรือการขยายช่องเปิดให้ใหญ่ขึ้นจาก 1 m^2 มาเป็น 2.25 m^2 มีประโยชน์ต่อความสุขสบายเชิงความร้อนมากน้อยเพียงไร

สำหรับการศึกษาถึงอิทธิพลของอุปกรณ์บังเงานั้นงานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลของแผงกันแดดและครีบกันแดดที่มีผลต่อภาวะสบายโดยการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดเข้ากับบ้านจำลองหลังเดิมที่ถูกเจาะช่องเปิดขนาด 1 m^2 และ 2.25 m^2 บนกำแพงทั้งสี่ด้านซึ่งเคยใช้วิเคราะห์ความสุขสบายเชิงความร้อนไปแล้ว การศึกษาอิทธิพลของส่วนประกอบของบ้านในลำดับถัดมาก็คือการศึกษาถึงอิทธิพลของฉนวนบนฝ้าเพดาน ในขั้นตอนนี้จะทำการติดตั้งฉนวนใยแก้วความหนาตั้งแต่ 0.5″ 1.0″ 2.0″ และ 3.0″ บนฝ้าเพดานเพื่อให้ทราบถึงความสุขสบายเชิงความร้อนที่เปลี่ยนแปลงไปว่าเป็นไปในทิศทางใดและผลที่ได้รับมีการเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงไร รวมทั้งแสดงให้เห็นว่าการติดตั้งฉนวนความร้อนมากจนถึงระดับหนึ่งนั้นมีประโยชน์ต่อภาวะสบายเชิงความร้อนหรือไม่

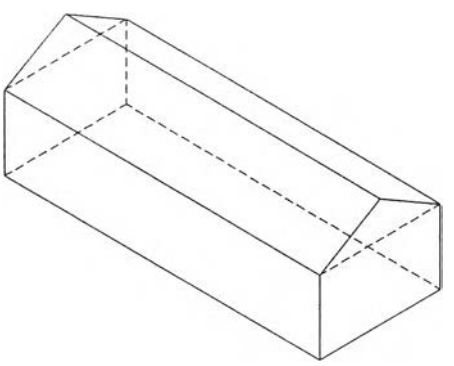
จากนั้นงานวิจัยจะศึกษาอิทธิพลของการระบายอากาศในช่องใต้หลังคาที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัยโดยทำการระบายอากาศออกด้วยอัตรา 10 ACH และ 30 ACH ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ทำให้เห็นถึงคุณประโยชน์ของการติดตั้งระบบระบายความร้อนในบ้านจำลองว่ามีความคุ้มค่ากับการลงทุนเพียงใด

เมื่อศึกษาอิทธิพลของส่วนประกอบต่างๆ ของบ้านจำลองเสร็จสิ้นแล้ว ในขั้นตอนสุดท้ายจะวิเคราะห์บ้านจำลองที่ได้รับการติดตั้งทุกอุปกรณ์ ได้แก่ กันสาด ช่องเปิด อุปกรณ์บังเงา รวมถึงฉนวนกันความร้อน แต่ไม่ติดตั้งระบบระบายอากาศที่ห้องใต้หลังคาเนื่องจากต้องการให้บ้านจำลองที่นำมาวิเคราะห์เกิดการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติเท่านั้น บ้านจำลองหลังนี้ถูกจัดวางทั้งในทิศทางตามตะวันและขวางตะวันเพื่อให้เห็นถึงภาวะสบายที่เกิดขึ้นจากการนำบ้านจำลองนี้ไปใช้งานในสถานที่ซึ่งแตกต่างกัน นอกจากนี้ในตาราง 4.1 ยังพบว่าการพิจารณาบ้านจำลองในกรณีสุดท้ายยังแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นสองช่วงเวลาที่สอดคล้องกับเวลาทำการของอาคารสำนักงานและเวลาที่พักผ่อนอยู่กับบ้าน ดังนั้นผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนสุดท้ายจะทำให้ทราบถึงความสุขสบายเชิงความร้อนที่ได้รับอันเกิดจากการนำบ้านจำลองไปใช้ประโยชน์

4.1 ความสุขสบายเชิงความร้อนของบ้านกรณีพื้นฐาน

บ้านกรณีพื้นฐานที่ใช้เป็นกรณีอ้างอิงก็คือบ้านในรูปแบบที่เรียบง่ายที่สุดซึ่งไม่มีทั้งกันสาด ช่องเปิด รวมถึงฉนวนบนฝ้าเพดาน ในที่นี้จะนำบ้านทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากซึ่งมีขนาด 5 m x 13 m x 3 m วางตัวอยู่ในทิศขวางตะวันและมีจั่วหลังคาทำมุม 30 $^{\circ}$ มาเป็นกรณีอ้างอิง กำแพงที่เป็นโครงสร้างประกอบด้วยอิฐมอญหนา 3″ โดยฉาบปูนหนา 0.5″ ทั้งสองด้าน ฝ้าเพดานทำด้วยแผ่นยิปซัมหนา 9 mm ส่วนพื้นทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 6″ สำหรับหลังคานั้นจะมุงด้วยกระเบื้องคอนกรีต นอกจากนั้นบ้านจำลองดังกล่าวถูกกำหนดให้ตั้งอยู่ในภูมิประเทศเปิดโล่งซึ่งล้อมรอบไปด้วยทุ่งหญ้าสีเขียว การคำนวณจะนำข้อมูลอากาศจริงรายชั่วโมงในปี พ.ศ. 2536 ซึ่งได้รับจากกรมอุตุนิยมวิทยา (2544) มาใช้เพื่อให้สอดคล้องกับภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร

สาเหตุที่งานวิจัยนี้เลือกบ้านจำลองที่มีหลังคาเป็นหน้าจั่ว 30 $^{\circ}$ เป็นกรณีพื้นฐานนั้นเนื่องจากงานวิจัยของสมบูรณ์ (2543) พบว่าหลังคาทรงหน้าจั่วและหลังคาทรงปั้นหยาได้รับปริมาณความร้อนที่เข้าสู่โซนควบคุมที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังพบอีกว่าปริมาณความร้อนที่ผ่านหลังคา ณ ระดับมุมเอียงต่างๆ นั้นมีความแตกต่างกันไม่มากจึงทำให้งานวิจัยครั้งนี้นำบ้านจำลองซึ่งมีรูปทรงและโครงสร้างตามที่กล่าวไว้มาเป็นกรณีอ้างอิงโดยไม่พิจารณาถึงระบบหลังคาในรูปแบบอื่น รูปร่างของบ้านจำลองในกรณีพื้นฐานได้นำเสนอไว้ในรูป 4.1 ส่วนค่าดัชนีความสุขสบายในรอบหนึ่งปีเป็นรายเดือนหรือรายชั่วโมงที่คำนวณได้อยู่ในรูป 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ



รูป 4.1 บ้านจำลองกรณีพื้นฐานในทิศทางใดๆ

จากรูป 4.2 พบว่าค่า PMV อยู่ในช่วง 2 ถึง ∞ เป็นส่วนมากและมีค่าอยู่ในช่วง −∞ ถึง −2 เป็นส่วนน้อย การที่ค่า PMV มีค่าติดลบได้นั้นเกิดจากการคำนวณในที่นี้พิจารณาช่วงเวลาตลอดทั้ง 24 ชั่วโมงจึงทำให้ค่า PMV ของฤดูหนาวโดยเฉพาะช่วงเวลาตั้งแต่ 3:00 น. ถึง 7:00 น. นั้นมีค่าต่ำกว่า −2 เป็นบางครั้งดังจะเห็นได้จากรูป 4.3 นอกจากนี้ในรูป 4.2 ยังพบอีกว่าเดือนที่ผู้อยู่อาศัยรู้สึกร้อนที่สุดนั้นอยู่ในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน สำหรับค่า SET* ในแต่ละเดือนนั้นพบว่ามากกว่าครึ่งของข้อมูลอยู่นอกช่วง 20 °C ถึง 26 °C ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิสุขสบายที่ถูกกำหนดโดย ASHRAE (1992/1995) แต่ก็มีข้อมูลในบางช่วงเวลาที่มีค่าตรงตามมาตรฐานดังกล่าวโดยเฉพาะช่วงตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการกำหนดค่าอุณหภูมิออกแบบในฤดูหนาวตามที่กำหนดไว้ในอุณหภูมิออกแบบสำหรับกรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ หาดใหญ่ และ อุบลราชธานี (ตุลย์ มณีวัฒนา และ อัครา กิจการเจริญสิน, 2544) ยิ่งไปกว่านั้นจากค่า PMV และ SET* ในรูป 4.2 ยังพบอีกว่าช่วงเวลาที่คนรู้สึกร้อนมากที่สุดในรอบปีอยู่ระหว่าง เดือนเมษายน ถึง เดือนมิถุนายน ซึ่งไม่ตรงกับช่วงเวลาซึ่งร้อนที่สุดที่ใช้ในการกำหนดค่าอุณหภูมิออกแบบ อันได้แก่ช่วงเวลาตั้งแต่ วันที่ 1 มีนาคม จนถึงวันที่ 31 พฤษภาคม ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าช่วงเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิสูงที่สุดนั้นไม่จำเป็นต้องทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกร้อนที่สุด เพราะฉะนั้นการทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัยต้องพิจารณาจากดัชนีความสุขสบายเป็นหลัก

รูป 4.3 เป็นค่าดัชนีความสขสบายรายชั่วโมงของบ้านกรณีพื้นฐานโดยพบว่าผู้คนโดยเฉลี่ยรู้สึกร้อนเกือบ 24 ชั่วโมงแต่มีช่วงเวลาสั้นๆ ที่ผู้คนรู้สึกสุขสบายอันได้แก่ช่วงเวลาตั้งแต่ 3:00 น. ถึง 5:00 น. ค่า "Coincident PPD" ที่แสดงไว้หมายถึงค่า PPD ที่สอดคล้องกับค่า PMV ที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆ จึงทำให้ค่า Coincident PPD นี้ทำหน้าที่เสมือนกับตัวแปรความหมายของค่า PMV ว่าที่เปอร์เซ็นต์ต่างๆ ของค่า PMV นี้มีจำนวนผู้ไม่สุขบายเชิงความร้อนอยู่กี่เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ตามรูป 4.3 ยังพบว่าความไม่สุขสบายอันเกิดจากอุณหภูมิการแผ่รังสีที่ไม่สมมาตรในแนวระดับไม่มีผลกระทบต่อความสุขสบายเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัย และพบว่าค่าอุณหภูมิดังกล่าวของทุกข้อมูลในทางทิศทางระหว่างด้านซ้ายกับด้านขวา และด้านหน้ากับด้านหลังของผู้อยู่อาศัยล้วนต่ำกว่า 5 °C (ในที่นี้พิจารณาว่าผู้อยู่อาศัยหันหน้าไปทางทิศตะวันออก) ซึ่งต่ำกว่าค่า 10 °C ดังที่กำหนดไว้ใน ASHRAE (1992/1995) มาก ในทางกลับกันค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีที่ไม่สมมาตรตามแนวตั้งฉากจะเป็นสาเหตุหลักของความไม่สุขสบายที่เกิดขึ้นโดยพบว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตั้งแต่ช่วงเวลา 11:00 น. ถึง 15:00 น. มีค่าเกินกว่า 10 °C ทั้งๆ ที่มาตรฐานกำหนดไว้ว่าค่า

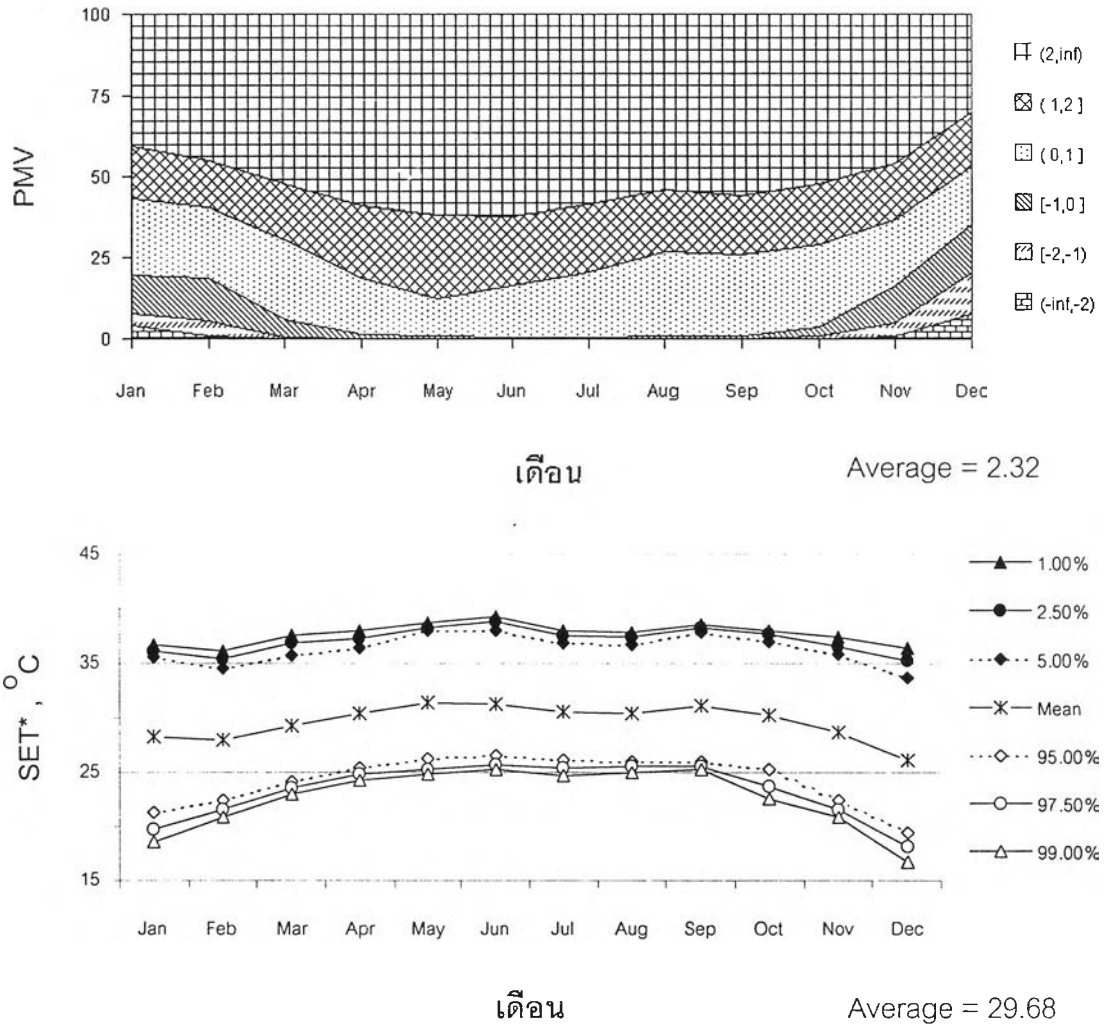
อุณหภูมิดังกล่าวไม่ควรเกิน 5 ^{o}C ดังนั้นการลดความไม่สบายที่เกิดขึ้นภายในบ้านจำลองควรเป็นไปในทิศทางที่ทำให้ค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยที่ไม่สมมาตรในแนวตั้งฉากมีค่าลดลง

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่า PMV รายชั่วโมงในรูป 4.3 โดยละเอียดพบว่าค่า PMV ส่วนใหญ่มีค่าเกิน 3 ทั้งๆ ที่หน่วยวัดความรู้สึกของ PMV มีค่าไม่เกิน $\pm$3 ดังนั้นการทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัยจำเป็นต้องพิจารณาจากค่า DISC และ TSENS ซึ่งมีหน่วยวัดความรู้สึกที่กว้างและละเอียดกว่าค่า PMV โดยพบว่าช่วงเวลาที่ PMV มีค่าประมาณ 7 นั้นตรงกับค่า DISC และ TSENS ประมาณ 4.5 และ 3.5 ตามลำดับ เพราะฉะนั้นจึงสามารถทำนายความรู้สึกเชิงความร้อนของบุคคลโดยเฉลี่ยได้ว่าอยู่ในช่วงร้อนถึงร้อนมากโดยที่บางส่วนเกือบจะทนสภาพแวดล้อมภายในบ้านจำลองไม่ได้แต่ก็มีบางส่วนที่ทนไม่ได้อีกต่อไป

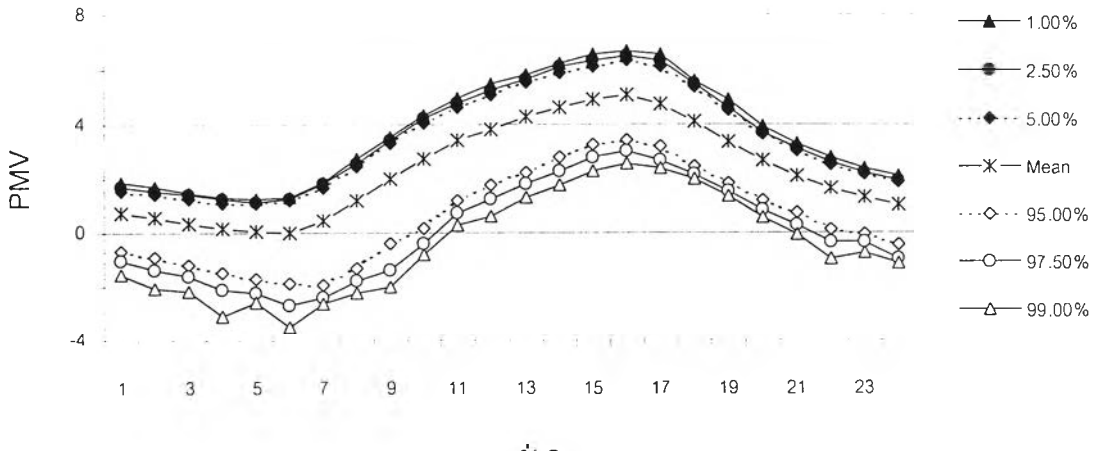
สำหรับการวิเคราะห์บ้านจำลองแบบพื้นฐานในกรณีที่สองนั้นทำได้โดยหมุนบ้านจำลองเดิมซึ่งอยู่ในแนวขวางตะวันมาอยู่ในทิศตามตะวัน ค่าเฉลี่ยของดัชนีความสุขสบายตลอด 24 ชั่วโมงในช่วงระยะเวลา 1 ปีที่ได้จากบ้านจำลองทั้งสองกรณีแสดงอยู่ในตาราง 4.2 โดยพบว่าค่า PMV ของการหันบ้านไปยังทิศตามตะวันมีค่าลดลงจาก 2.32 เป็น 1.95 และทำให้ค่า SET* ลดลง 1.36 ^{o}C หรือคิดเป็น 15.9% และ 4.58% ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจำนวนผู้คนมากกว่าครึ่งหนึ่งยังรู้สึกไม่สบายโดยสังเกตได้จากค่า PPD ที่คำนวณจากข้อมูลรายชั่วโมงเฉลี่ยในรอบ 1 ปียังมีค่าสูงถึง 58.46 สำหรับอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยที่ไม่สมมาตรนั้นพบว่าความไม่สมมาตรของอุณหภูมิระหว่างด้านซ้ายและด้านขวาของผู้อยู่อาศัยในบ้านจำลองกรณีตามตะวันจะมีค่าลดลงเล็กน้อยแต่ความไม่สมมาตรระหว่างด้านหน้าและด้านหลังกลับมีค่าเพิ่มขึ้น สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากพื้นที่กำแพงทางด้านตะวันออกและตะวันตกของบ้านจำลองกรณีดังกล่าวมีค่าลดลงส่วนพื้นที่กำแพงทางด้านเหนือและใต้มีค่ามากขึ้น ในส่วนของค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยที่ไม่สมมาตรตามแนวตั้งฉากนั้นพบว่าการปรับทิศทางของบ้านจำลองโดยไม่เปลี่ยนโครงสร้างรวมถึงรูปทรงของระบบหลังคาสามารถทำให้ค่าอุณหภูมิที่ไม่สมมาตรมีค่าลดลงจาก 4.7^{o}C เป็น 4.3 ^{o}C หรือลดลงเท่ากับ 8.29 %

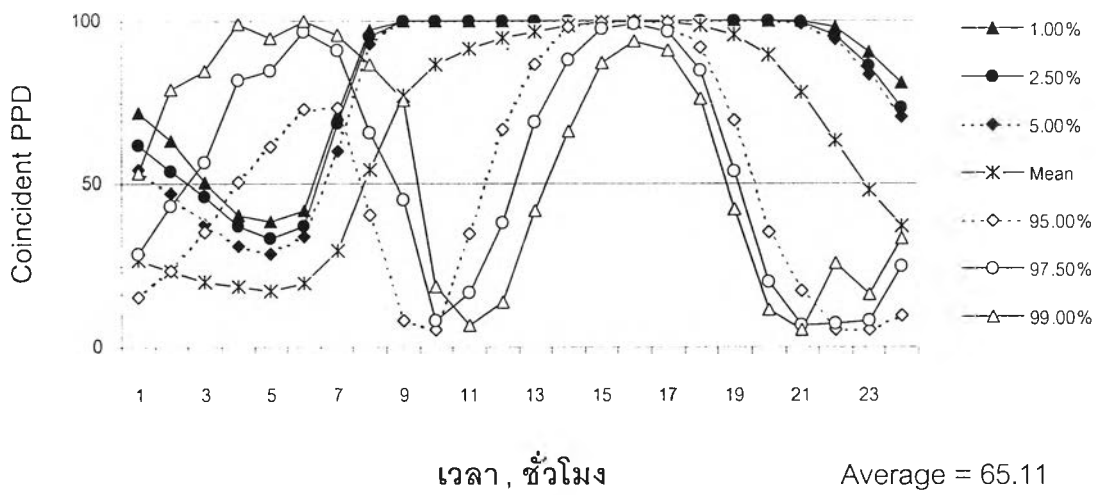
ตาราง 4.2 ดัชนีความสุขสบายเฉลี่ยของบ้านจำลองในกรณีพื้นฐานระหว่างกรณี 1 และ กรณี 2

	PMV	PPD	T_O	ET*	SET*	DISC	TSENS	T_{mrt}	R/L	F/B	U/D
กรณี 1	2.32	65.11	32.00	32.47	29.68	1.65	1.37	31.97	0.16	1.13	4.70
กรณี 2	1.95	58.46	31.30	31.90	28.32	1.39	1.15	31.38	0.15	1.16	4.31

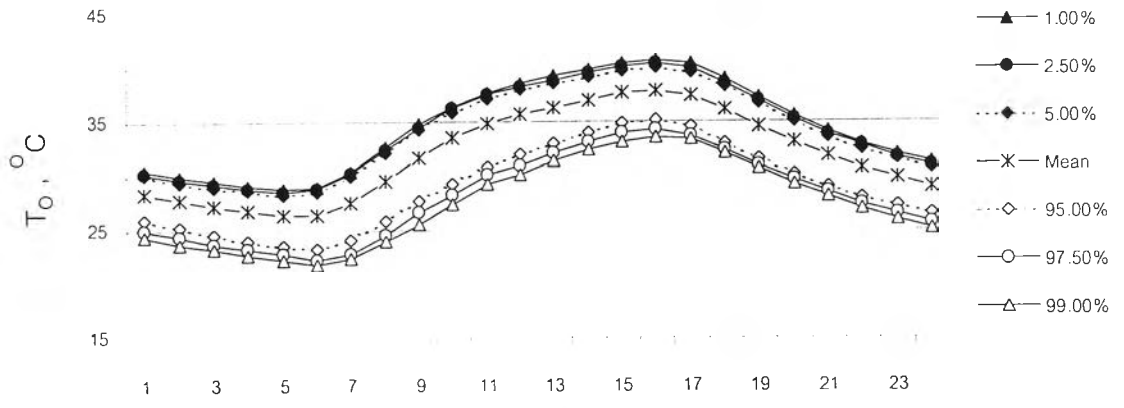


รูป 4.2 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายเดือนของบ้านจำลองกรณีพื้นฐาน

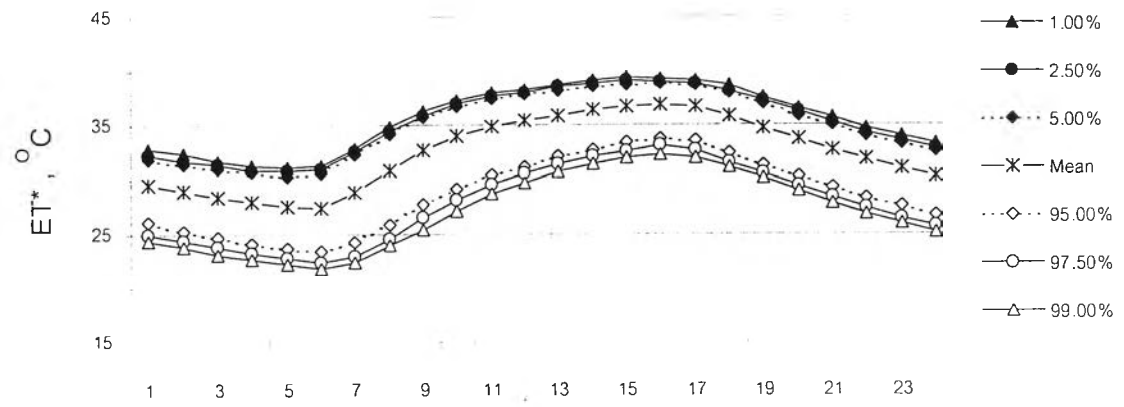




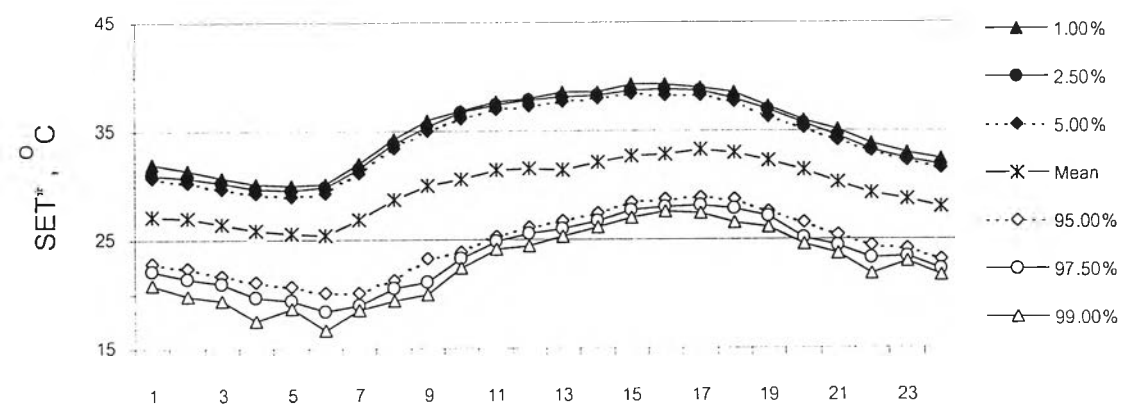
รูป 4.3 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงของบ้านจำลองกรณีพื้นฐาน



เวลา , ชั่วโมง Average = 32.00

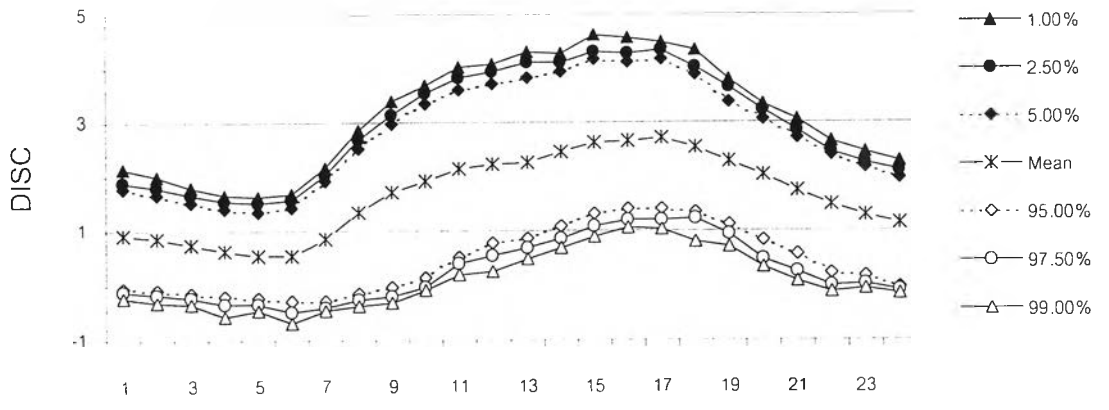


เวลา , ชั่วโมง Average = 32.47

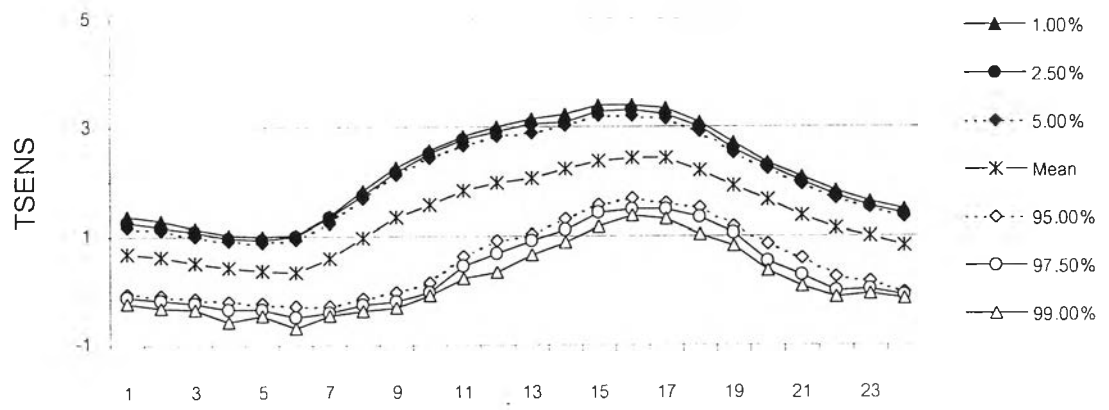


เวลา , ชั่วโมง Average = 29.68

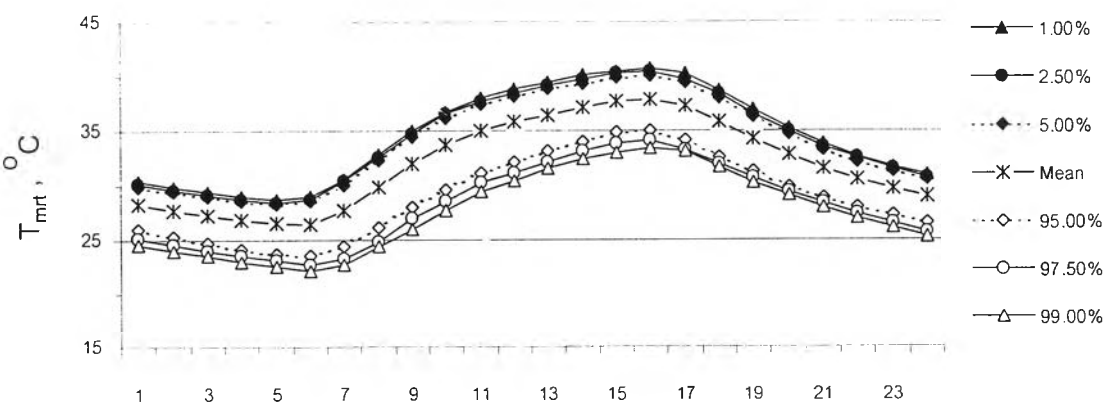
รูป 4.3 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงของบ้านจำลองกรณีพื้นฐาน



เวลา , ชั่วโมง Average = 1.65



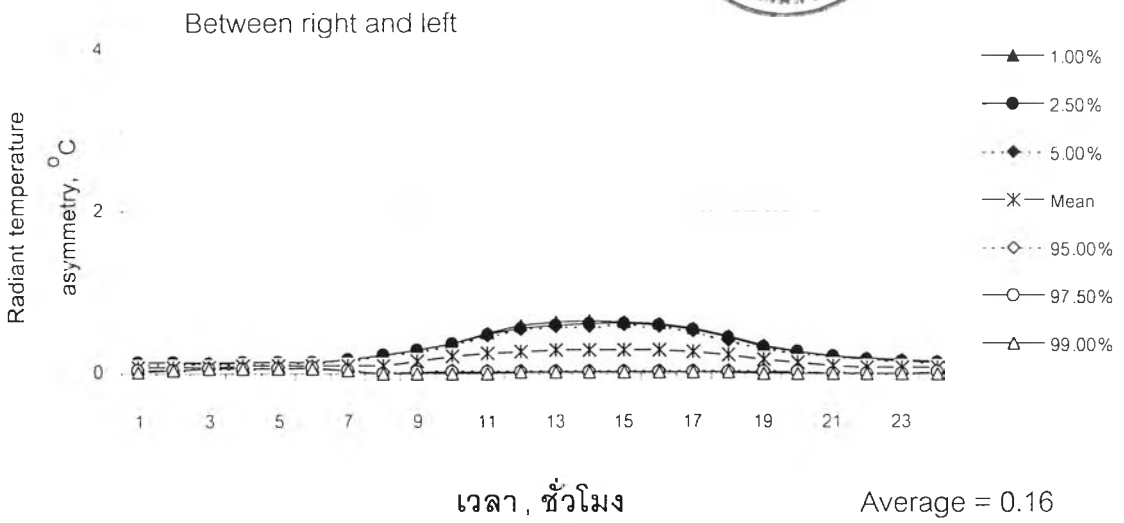
เวลา , ชั่วโมง Average = 1.37



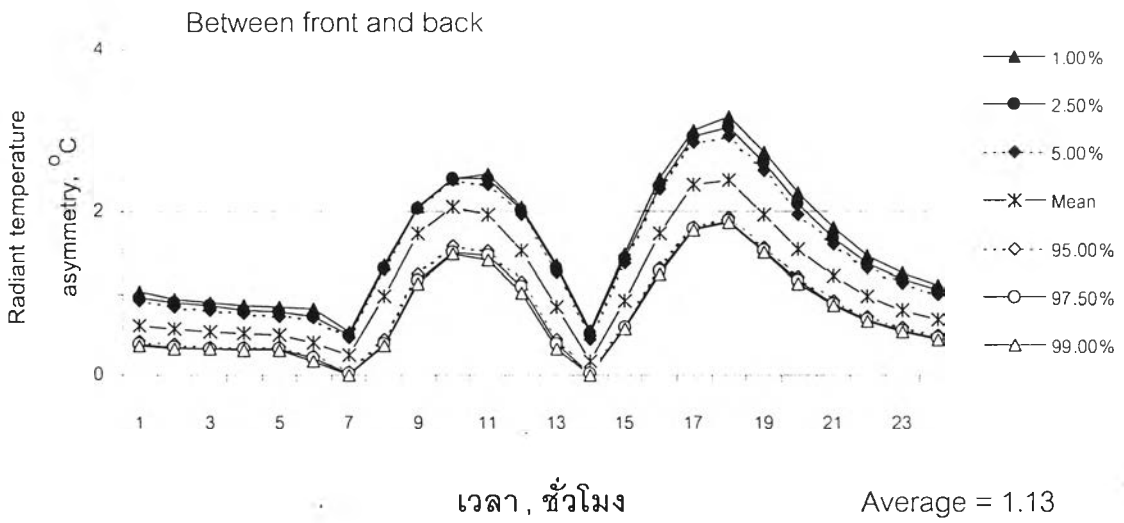
เวลา , ชั่วโมง Average = 31.97

รูป 4.3 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงของบ้านจำลองกรณีพื้นฐาน

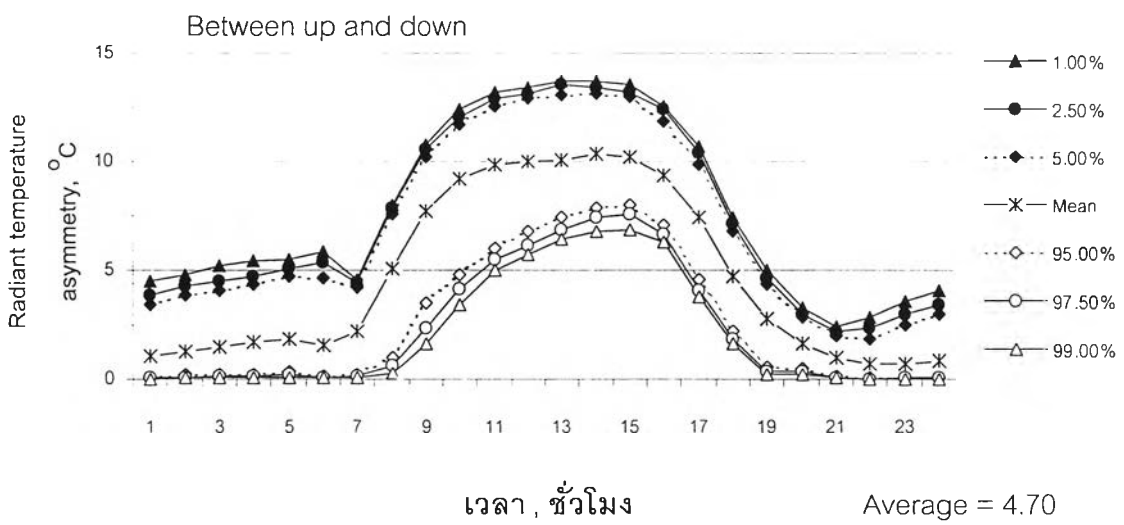
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



เวลา , ชั่วโมง Average = 0.16



เวลา , ชั่วโมง Average = 1.13



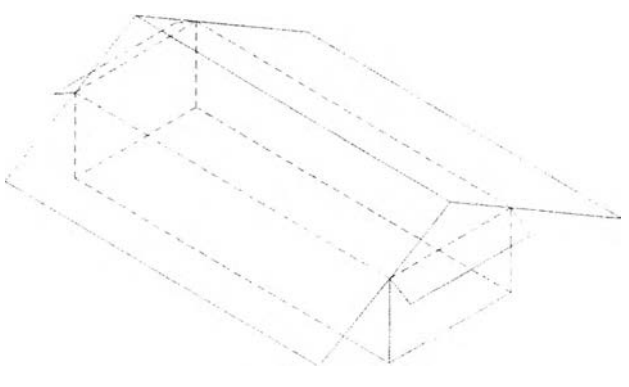
เวลา , ชั่วโมง Average = 4.70

รูป 4.3 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงของบ้านจำลองกรณีพื้นฐาน

4.2 อิทธิพลของกันสาดที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อน

การศึกษาถึงอิทธิพลของกันสาดที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อนในงานวิจัยนี้สามารถศึกษาได้โดยเพิ่มความยาวของจั่วหลังคาของบ้านกรณีพื้นฐานหรือติดตั้งกันสาดเข้าไปในด้านหน้าของจั่วแล้วพิจารณาถึงดัชนีความสุขสบายที่เปลี่ยนแปลงไป ความยาวกันสาดที่ติดตั้งเข้าไปในแต่ละด้านของกำแพงจะแปรเปลี่ยนไปในแต่ละกรณีตั้งแต่ความยาวที่ระดับ 25% 50% 75% จนถึง 100% ของความยาวกันสาดที่มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ซึ่งได้แก่ระยะตั้งแต่ขอบปลายหลังคาจนถึงพื้นดินในทิศทางของจั่วหลังคา แต่จากการที่เคยกล่าวไว้ในหัวข้อ 4.1 ว่าบ้านจำลองในกรณีพื้นฐานนั้นมีขนาดกว้าง 5 m ยาว 13 m สูง 3 m โดยหลังคาเป็นหน้าจั่วทำมุม 30 ^{o} กับแนวระดับดังนั้นความยาวกันสาดที่ 25% 50% 75% และ 100% ก็คือ 1.5 m 3 m 4.5 m และ 6 m ตามลำดับ รูปทรงของบ้านจำลองที่ทำการติดตั้งกันสาดเข้าไปทั้งสี่ทิศได้นำเสนอไว้ในรูป 5.4

จากรูป 4.4 จะพบว่าบ้านจำลองที่ใช้ศึกษาถึงอิทธิพลของกันสาดก็คือบ้านจำลองในกรณีพื้นฐานที่ได้รับการติดตั้งกันสาดเข้าไปจึงทำให้บ้านจำลองที่ทำการศึกษาในขั้นตอนนี้ยังไม่มีช่องเปิดบนกำแพง อย่างไรก็ตามในการศึกษาอิทธิพลของกันสาดไม่ได้พิจารณากันสาดพร้อมกันทั้งสี่ด้านตามที่แสดงไว้ในรูป 4.4 หากแต่พิจารณากันสาดบนกำแพงทีละด้านโดยถือว่ากำแพงอีกสามด้านที่เหลือไม่มีกันสาด จากนั้นจึงค่อยๆ เพิ่มความยาวกันสาดไปในแต่ละกรณีแล้วจึงกลับไปพิจารณากันสาดในทิศทางอื่นที่เหลือจนครบทุกด้าน การติดตั้งกันสาดในกรณีต่างๆ ที่ทำการศึกษารวมถึงรายละเอียดอื่นๆ สามารถดูได้จากตาราง 4.1



รูป 4.4 บ้านจำลองที่ติดตั้งกันสาดทั้งสี่ด้าน

ค่าดัชนีความสุขสบายที่เกิดขึ้นจากกันสาดในกรณีต่างๆ นั้นได้แสดงไว้ในตาราง 4.3ส่วนรายละเอียดของแต่ละดัชนีซึ่งทำการคำนวณเป็นรายเดือนหรือรายชั่วโมงนั้นจะนำเสนอเฉพาะกรณีที่กันสาดมีความยาว 100% โดยบ้านจำลองอยู่ในทิศขวางตะวัน เนื่องจากผลการคำนวณในตาราง 4.3 แสดงให้เห็นว่าผู้อยู่อาศัยมีความสุขสบายเชิงความร้อนดีขึ้นเมื่อกันสาดมีความยาวมากขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่าการเพิ่มความยาวกันสาดจาก 75% เป็น 100% มีผลต่อความสุขสบายเชิงความร้อนเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะกำแพงด้านใต้และด้านเหนือทั้งในกรณีตามตะวันและขวางตะวันจะไม่ได้รับประโยชน์ใดๆ จากการเพิ่มความยาวในช่วงดังกล่าวเลย ค่าดัชนีความสุขสบายของกรณีที่กล่าวถึงนี้แสดงอยู่ในรูป 4.5 ถึง 4.12

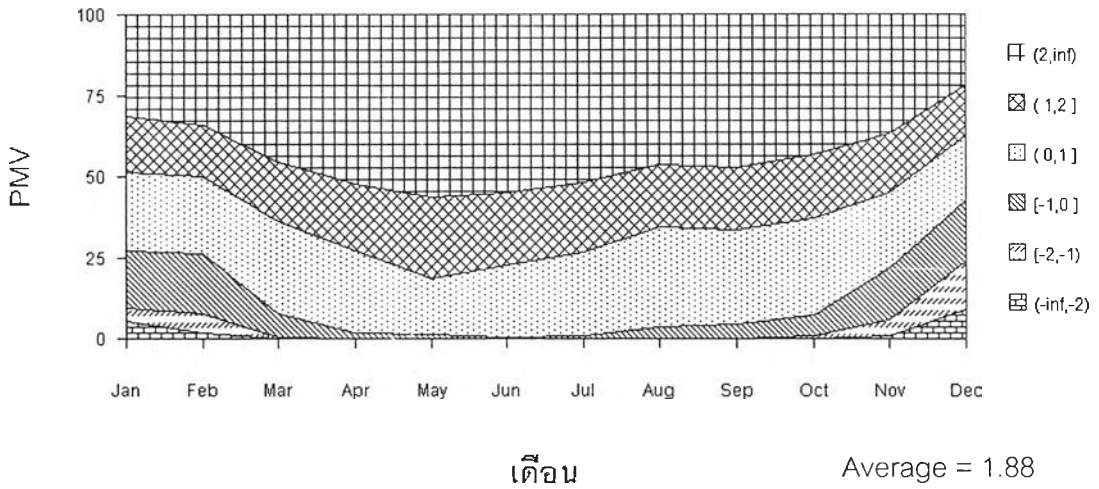
เมื่อพิจารณาผลการคำนวณตามตาราง 4.3 และรูป 4.5 ถึง 4.12 พบว่าค่าความสุขสบายที่ได้รับจากการติดตั้งกันสาดในทิศตะวันตกและตะวันออกนั้นมีค่าใกล้เคียงกันโดยที่ค่าเฉลี่ยของ PMV และ SET* อยู่ที่ค่าประมาณ 1.9 และ 28.1 ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบว่ากันสาดทางทิศตะวันออกกับทิศตะวันตกมีอิทธิพลต่อความสุขสบายเชิงความร้อนในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยกันสาดด้านตะวันออกมีส่วนในการเพิ่มความสุขสบายเชิงความร้อนในช่วงเวลาตั้งแต่ 7:00 น. ถึง 13:00 น. ดังจะเห็นได้จากผลการคำนวณเป็นรายชั่วโมงของค่า PMV T_O ET* SET* DISC และ TSENS ว่ามีค่าน้อยกว่าทางด้านตะวันตก ส่วนกันสาดทางด้านตะวันตกนั้นมีอิทธิพลต่อค่าดัชนีความสุขสบายตั้งแต่เวลา 16:00 น. ถึง 5:00 น. โดยสังเกตได้จากค่าดัชนีแต่ละตัวของทางทิศตะวันตกที่น้อยกว่าด้านตะวันออก อย่างไรก็ตามการติดตั้งกันสาดไม่ว่าจะเป็นในด้านตะวันออกหรือด้านตะวันตกก็ตามล้วนทำให้ค่า PMV และ SET* ในระยะเวลาเกือบ 24 ชั่วโมงดีกว่าบ้านในกรณีพื้นฐาน ประเด็นที่น่าสนใจของกันสาดที่มีผลต่อความสุขสบายเชิงความร้อนนั้นอยู่ที่ผลการคำนวณเป็นรายชั่วโมงของอุณหภูมิการแผ่รังสีที่ไม่สมมาตรในแต่ละทิศทางซึ่งพบว่าความแตกต่างที่มากที่สุดระหว่างอุณหภูมิด้านหน้าและอุณหภูมิด้านหลังของผู้อาศัยเมื่อติดตั้งกันสาดเฉพาะด้านตะวันตกจะมีค่าประมาณ 2.5 ^{o}C ในช่วงเวลา 10:00 น. ถึง 11:00 น. แต่ถ้าติดตั้งกันสาดเฉพาะด้านตะวันออกจะทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิในทิศทางดังกล่าวมีค่าประมาณ 3.5 ^{o}C ในช่วงเวลาตั้งแต่ 17:00 น. ถึง 18:00 น. ลักษณะเช่นนี้แสดงให้เห็นว่าดวงอาทิตย์มีผลต่อกำแพงด้านตะวันตกมากกว่าด้านตะวันออกจึงส่งผลให้การติดตั้งกันสาดเฉพาะด้านตะวันตกช่วยลดความไม่สมมาตรของอุณหภูมิการแผ่รังสีระหว่างด้านหน้าและด้านหลังของผู้อยู่อาศัยได้มากกว่าการติดกันสาดเฉพาะทิศตะวันออกถึงแม้ว่าค่าเฉลี่ยของดัชนีความสุขสบายแต่ละตัวจะมีค่าใกล้เคียงกัน

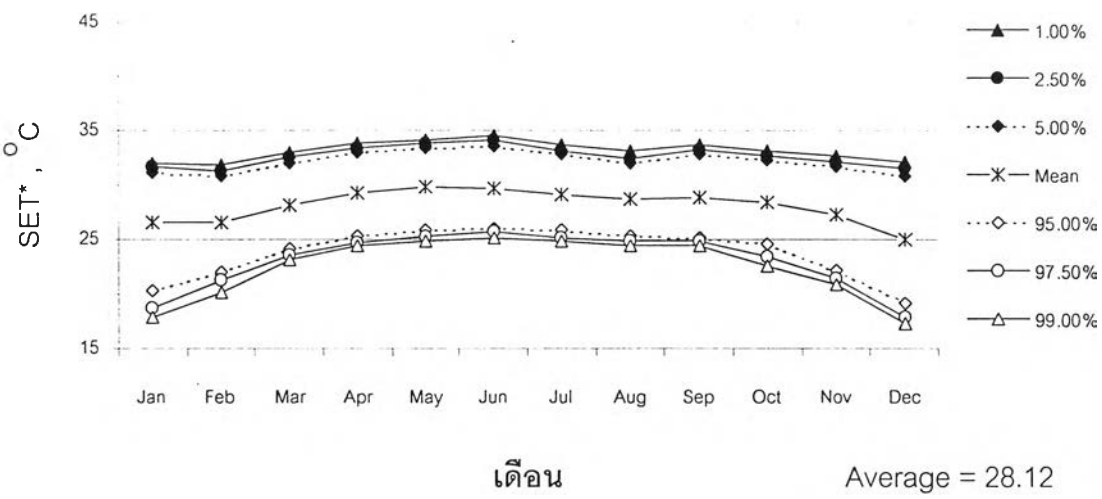
อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยที่ไม่สมมาตรในแนวตั้งฉากแล้วจะเห็นถึงอิทธิพลของกันสาดในแนวทางที่ต่างออกไปโดยพบว่าการติดตั้งกันสาดทางทิศตะวันออกทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิการแผ่รังสีในแนวตั้งฉากน้อยกว่าการติดตั้งกันสาดทางทิศตะวันตกโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเวลาตั้งแต่ 7:00 น. ถึง 13:00 น. สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากกันสาดทางตะวันออกช่วยป้องกันกำแพงจากดวงอาทิตย์จึงทำให้ความร้อนที่สะสมในช่วงเช้ามีปริมาณที่น้อยกว่า ถึงแม้ว่าในช่วงเวลาบ่ายนั้นความไม่สมมาตรของอุณหภูมิในกรณีติดตั้งกันสาดทางตะวันออกจะมากกว่ากรณีติดตั้งกันสาดทางตะวันตกแต่เมื่อดวงอาทิตย์ลับขอบฟ้าไปแล้วความไม่สมมาตรของอุณหภูมิการแผ่รังสีในแนวตั้งฉากของการติดกันสาดด้านตะวันออกก็ยังคงมีค่าน้อยกว่าดังจะเห็นได้จากผลการคำนวณที่แสดงไว้ในช่วงเวลาตั้งแต่ 21:00 น. ถึง 5:00 น. แต่การที่ความไม่สมมาตรของอุณหภูมิการแผ่รังสีตามแนวตั้งฉากในช่วงเวลาค่ำในกรณีติดตั้งกันสาดทางทิศตะวันออกมีค่าต่ำกว่านั้นเกิดจากสาเหตุที่ต่างออกไป ดังที่เคยอภิปรายแล้วว่าค่าดัชนีความสุขสบายของกรณีติดตั้งกันสาดทางทิศตะวันตกมีค่าต่ำกว่ากรณีติดตั้งทางทิศตะวันออก ดังนั้นแนวเน้มของอุณหภูมิอากาศรวมถึงอุณหภูมิพื้นผิวต่างๆ จึงเป็นไปในทิศทางที่ต่ำกว่า เพราะฉะนั้นความไม่สมมาตรของอุณหภูมิการแผ่รังสีตามแนวตั้งฉากในกรณีติดตั้งกันสาดทางทิศตะวันออกซึ่งมีค่าต่ำกว่าอีกกรณีจึงมีสาเหตุจากอุณหภูมิการแผ่รังสีของพื้นมีค่าสูงขึ้นมิใช่เกิดจากอุณหภูมิการแผ่รังสีบนฝ้าเพดานมีค่าลดลง

สำหรับความสุขสบายเชิงความร้อนที่ดีขึ้นจากการติดตั้งกันสาดทางทิศใต้และทิศเหนือนั้นพบว่ากันสาดทางทิศใต้มีส่วนในการปรับปรุงภาวะสบายของบ้านจำลองตั้งแต่เดือนกันยายนถึงเดือนมีนาคมโดยสังเกตได้จากค่า PMV และ SET* ที่ดีกว่ากรณีติดตั้งกันสาดทางด้านเหนือ แต่ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคมนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม นอกจากนี้ถ้าพิจารณาตาราง 4.3 โดยละเอียดจะเห็นได้ว่าการติดตั้งกันสาดทางทิศใต้ทำให้ดัชนีความสุขสบายมีค่าดีกว่าการติดตั้งกันสาดทางทิศเหนือเสมอไม่ว่าบ้านจำลองจะวางตัวอยู่ในทิศตามตะวันหรือขวางตะวันก็ตาม ส่วนผลการวิเคราะห์ความสุขสบายเชิงความร้อนของบ้านจำลองในกรณีที่เหลือนั้นแสดงอยู่ในรูป 4.13

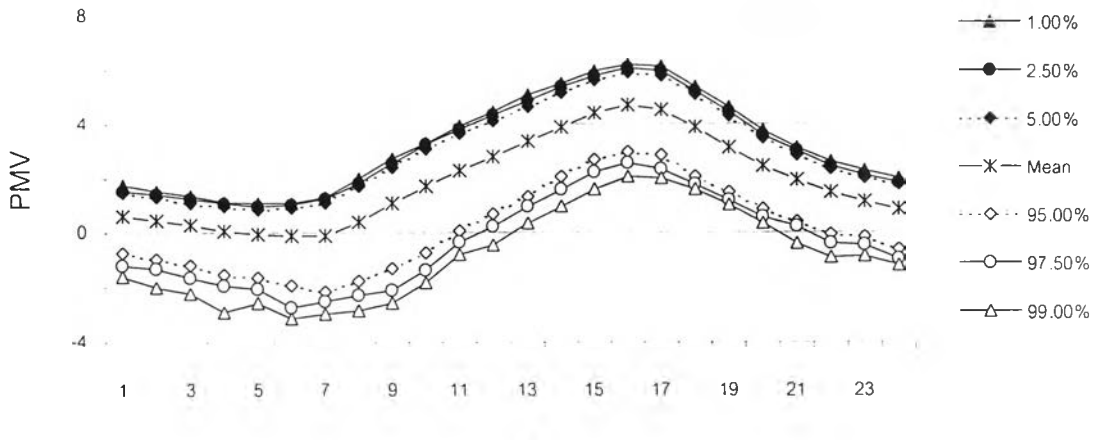
รูป 4.13 ทำการเปรียบเทียบค่าดัชนีความสุขสบายตั้งแต่กรณี 1 ถึง กรณี 32 โดยพบว่ากันสาดทางด้านเหนือมีผลต่อความสุขสบายเชิงความร้อนน้อยที่สุด นอกจากนี้ความสุขสบายที่ได้รับจากการติดตั้งกันสาดยาว 25% และ 100% ในทิศทางดังกล่าวมีค่าที่ไม่แตกต่างกัน สำหรับกรณีติดตั้งกันสาดทางทิศใต้พบว่ามีลักษณะเช่นเดียวกับกรณีติดตั้งกันสาดทางทิศเหนือแต่มีอิทธิพลต่อภาวะสบายมากกว่า การติดตั้งกันสาดทางทิศตะวันออกและตะวันตกพบว่ามีอิทธิ

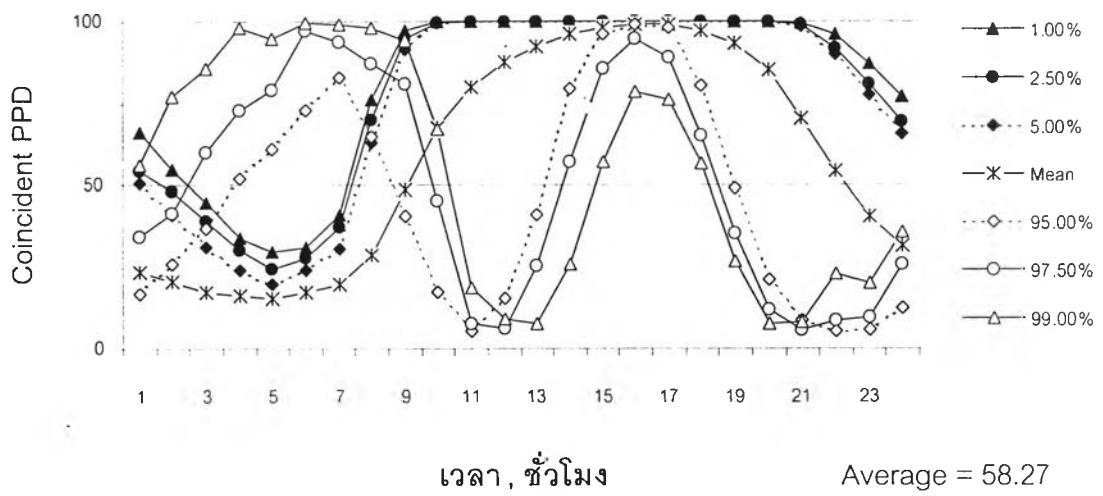
พลต่อความสุขสบายเท่าๆ กันและมากกว่ากรณีติดตั้งในสองทิศทางที่ผ่านมา นอกจากนี้เมื่อเพิ่มความยาวของกันสาดในแต่ละกรณียังทำให้ค่าดัชนีความสุขสบายมีค่าที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตามการเพิ่มความยาวกันสาดจาก 75% เป็น 100% มีผลต่อความสุขสบายในบ้านจำลองไม่มากนัก อิทธิพลของกันสาดที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อนแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนเมื่อบ้านจำลองวางตัวอยู่ในทิศตามตะวันโดยที่ความยาวของกันสาดในแต่ละกรณียังเป็นเช่นเดิม ทั้งนี้การติดตั้งกันสาดความยาว 100% ในทิศตะวันออกโดยอาคารวางตัวอยู่ในทิศตามตะวันอาจทำให้ค่า PMV มีค่าลดลงจาก 2.32 เป็น 1.88 และ SET* มีค่าลดลง 1.56 ^{o}C หรือลดลงถึง 25.1 % และ 2.8% เมื่อเทียบกับบ้านกรณีพื้นฐานซึ่งวางตัวอยู่ในทิศทางเดียวกัน สำหรับการติดตั้งกันสาดทางทิศตะวันตกทำให้ PMV มีค่าลดลงจาก 2.32 เป็น 1.90 และ SET* มีค่าลดลง 1.57 ^{o}C หรือลดลงจากกรณีพื้นฐาน 23.6 % และ 2.9% ตามลำดับ



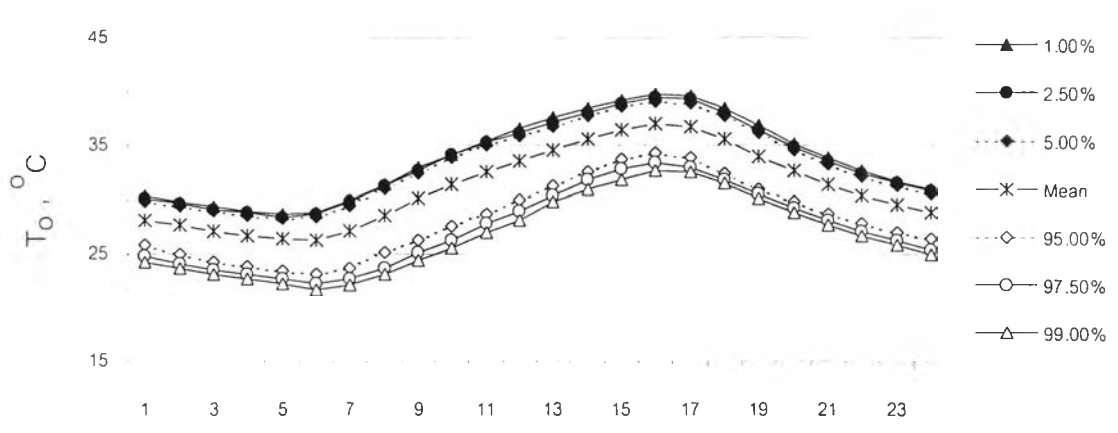


รูป 4.5 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายเดือนในกรณีติดกันสาดทางทิศตะวันออกยาว 100%

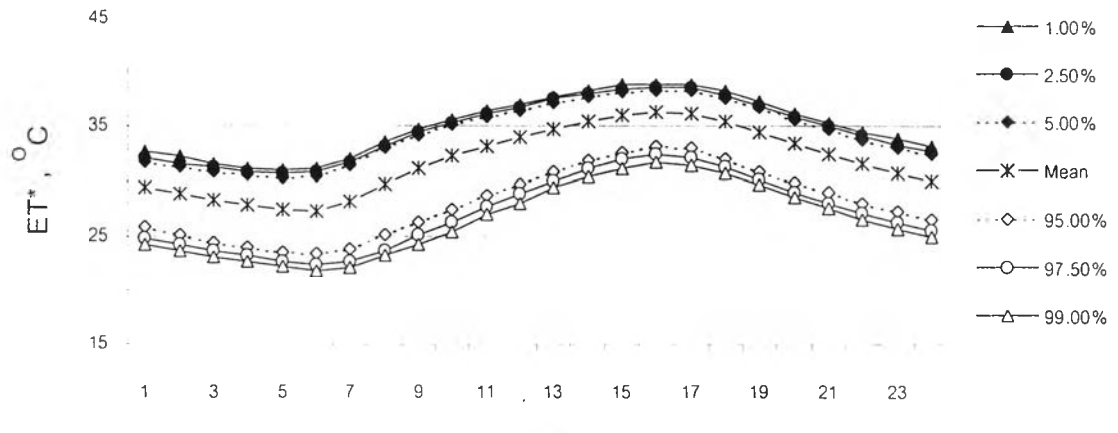




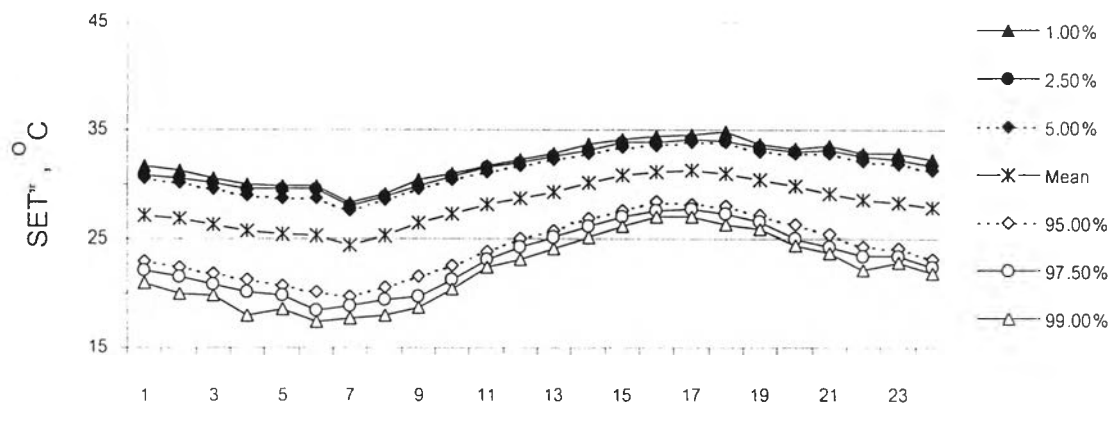
รูป 4.6 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศตะวันออกยาว 100%



เวลา , ชั่วโมง Average = 31.20

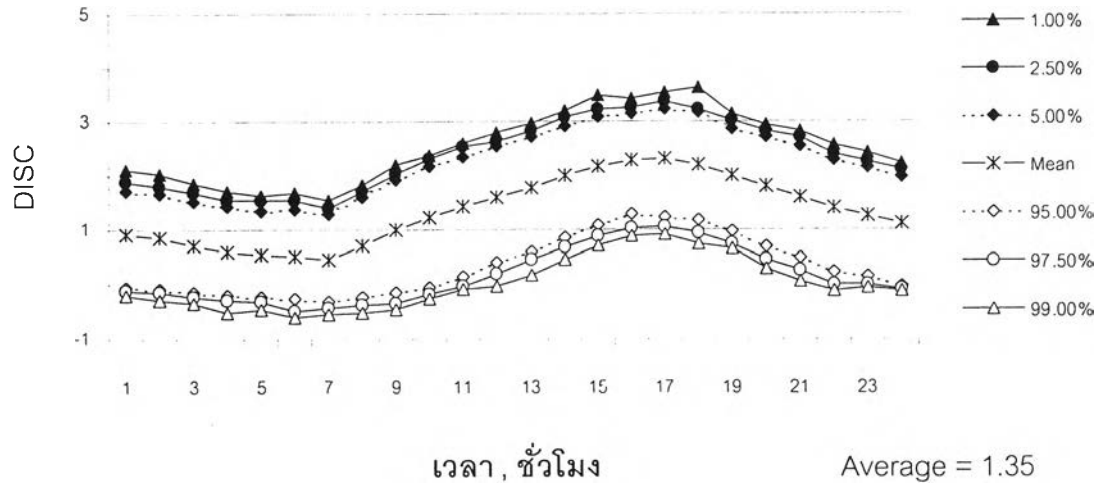


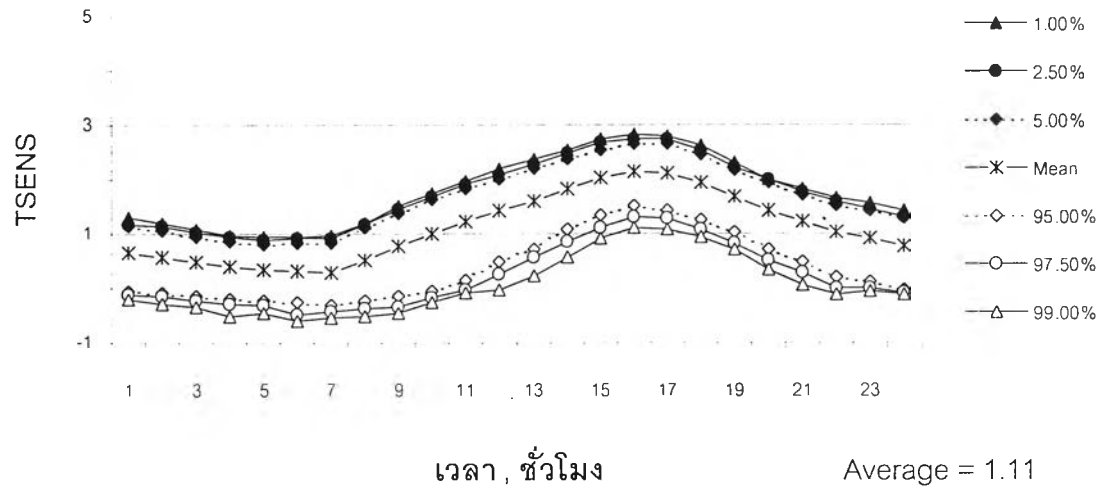
เวลา , ชั่วโมง Average = 31.83

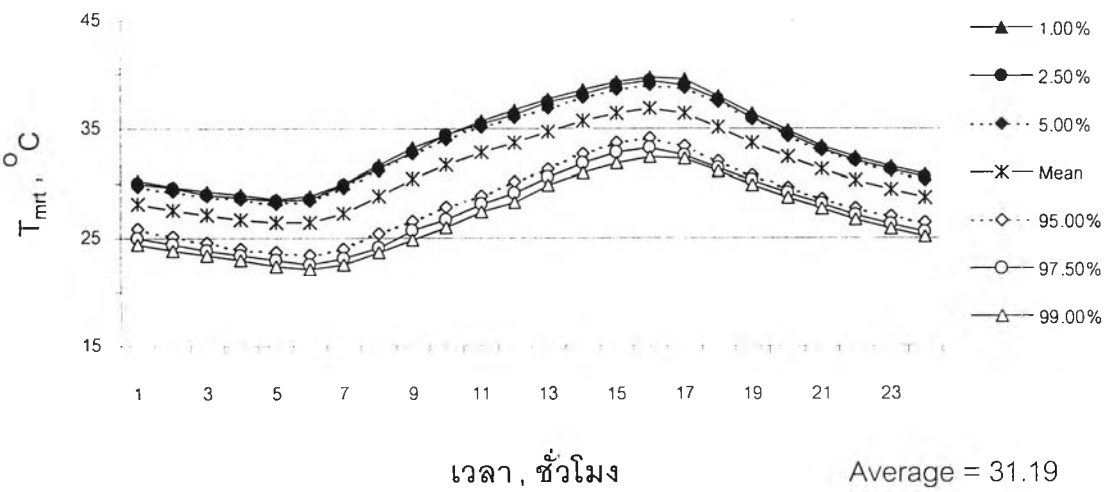


เวลา , ชั่วโมง Average = 28.12

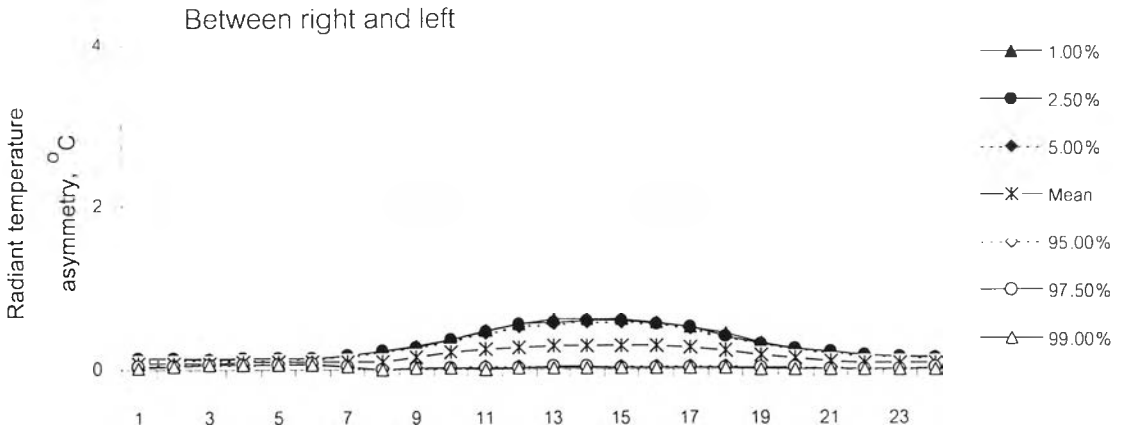
รูป 4.6 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศตะวันออกยาว 100%



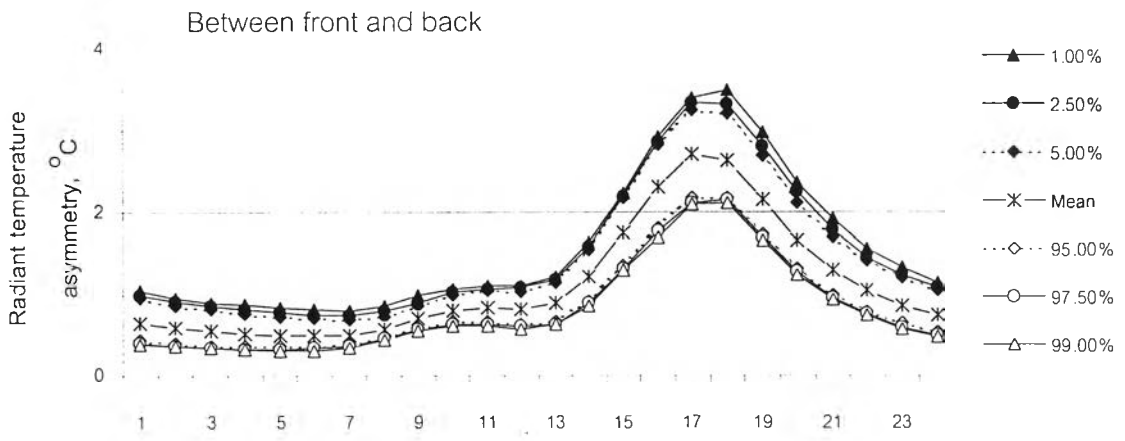




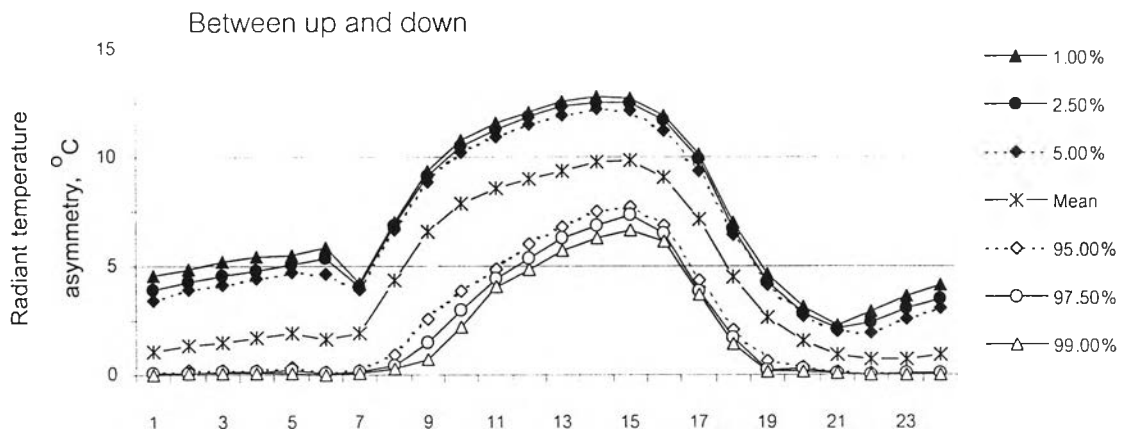
รูป 4.6 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศตะวันออกยาว 100%



เวลา , ชั่วโมง Average = 0.16

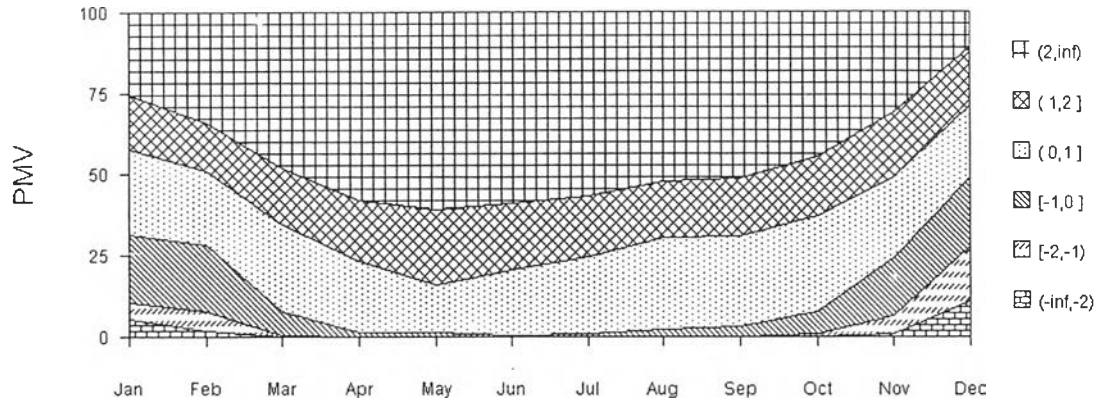


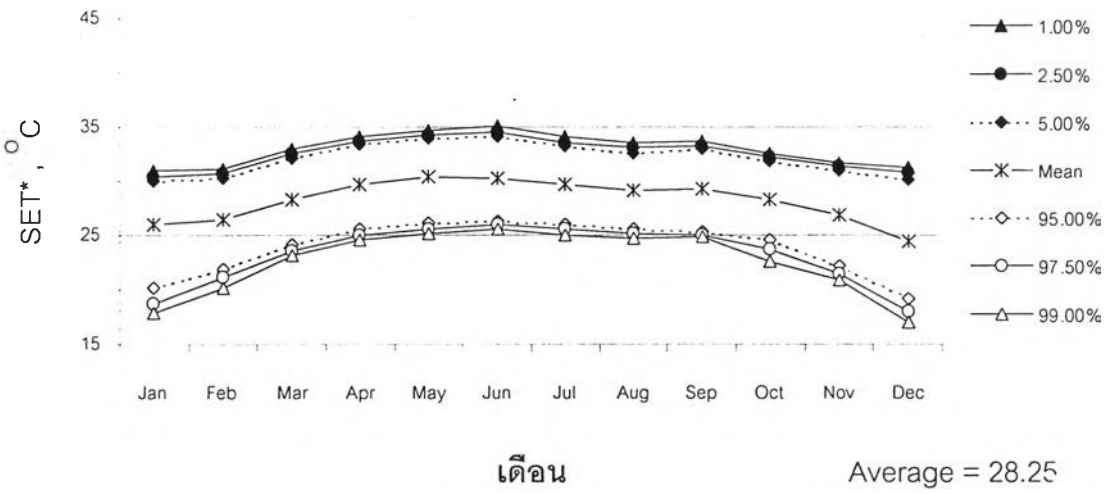
เวลา , ชั่วโมง Average = 1.12



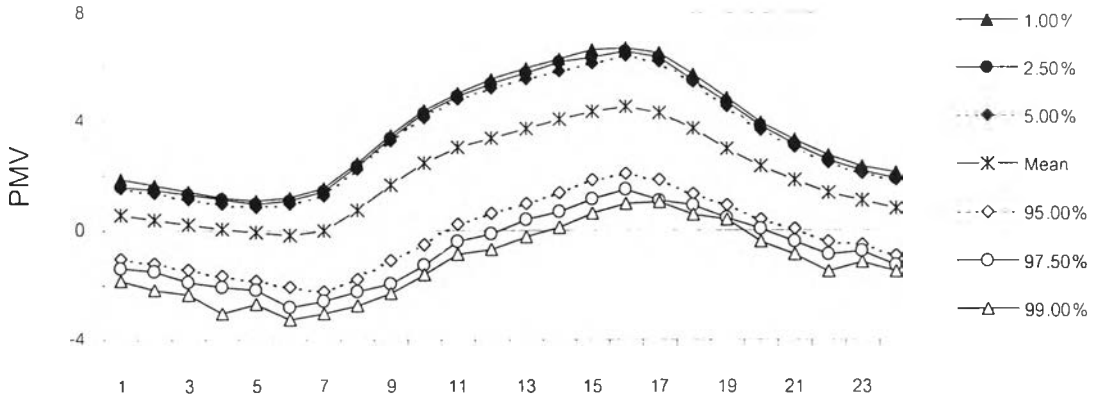
เวลา , ชั่วโมง Average = 4.36

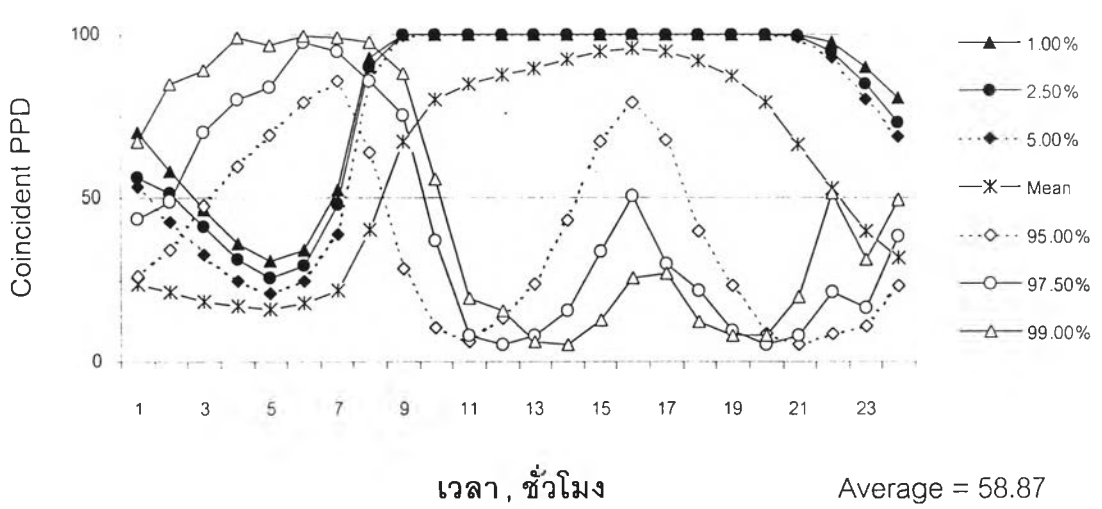
รูป 4.6 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศตะวันออกยาว 100%



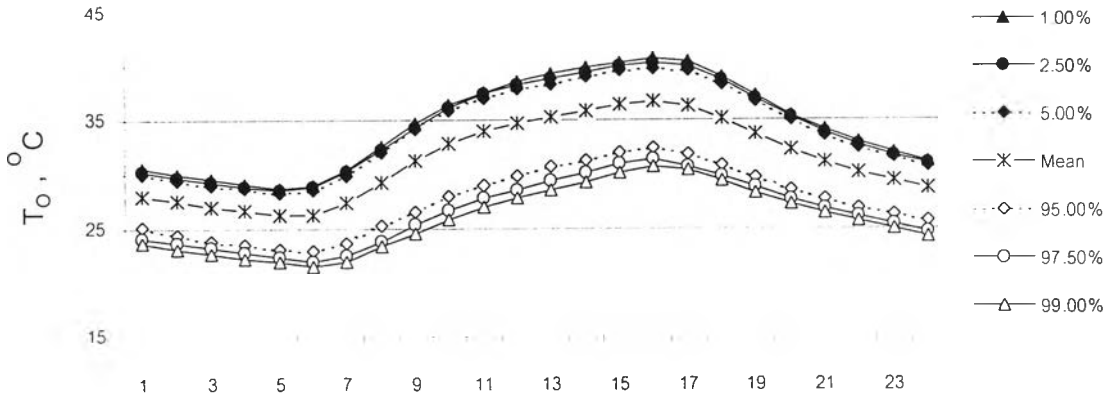


รูป 4.7 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายเดือนในกรณีติดกันสาดทางทิศใต้ยาว 100%



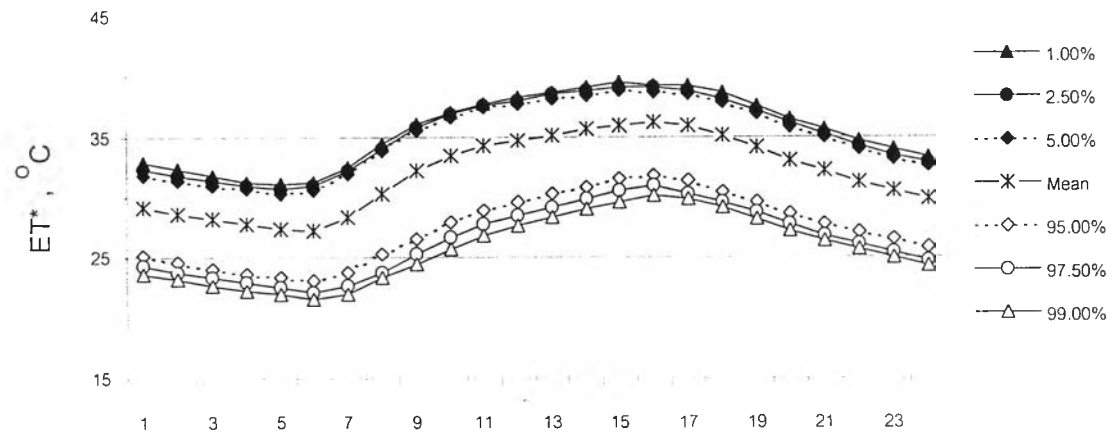


รูป 4.8 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศใต้ยาว 100%



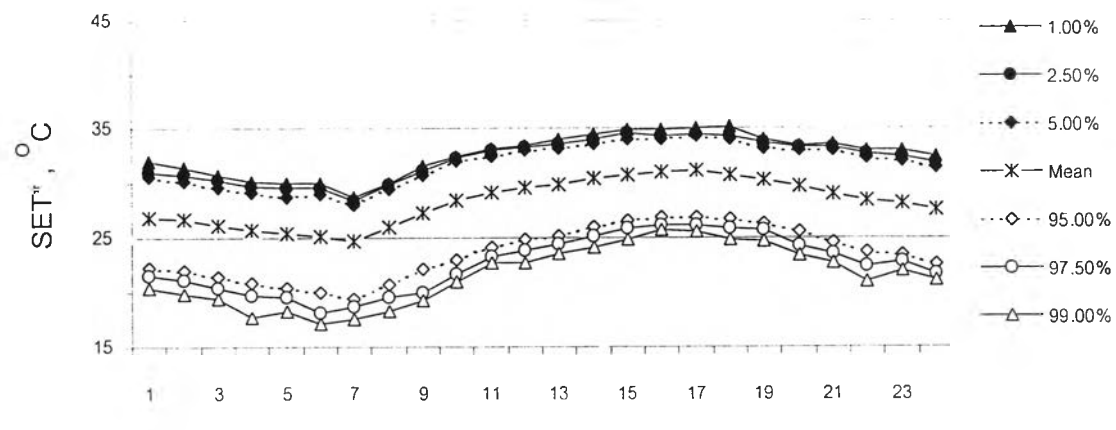
เวลา , ชั่วโมง

Average = 31.35



Average = 31.94

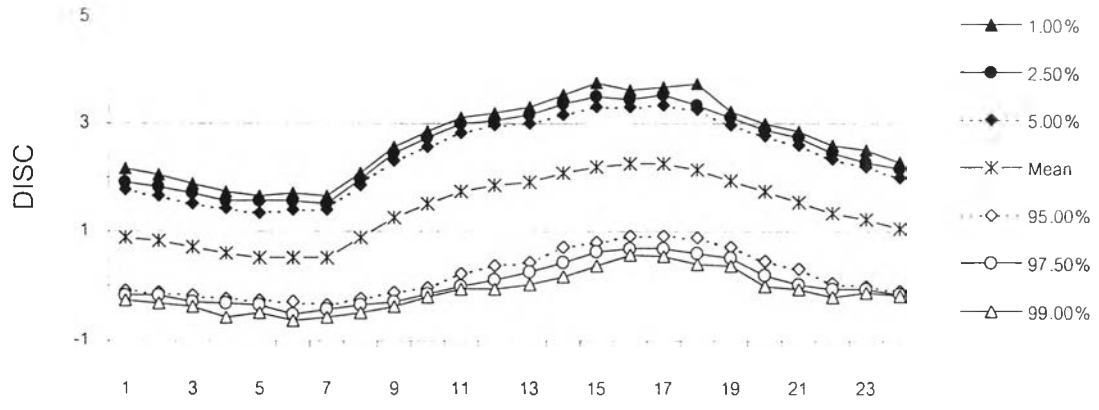
เวลา , ชั่วโมง



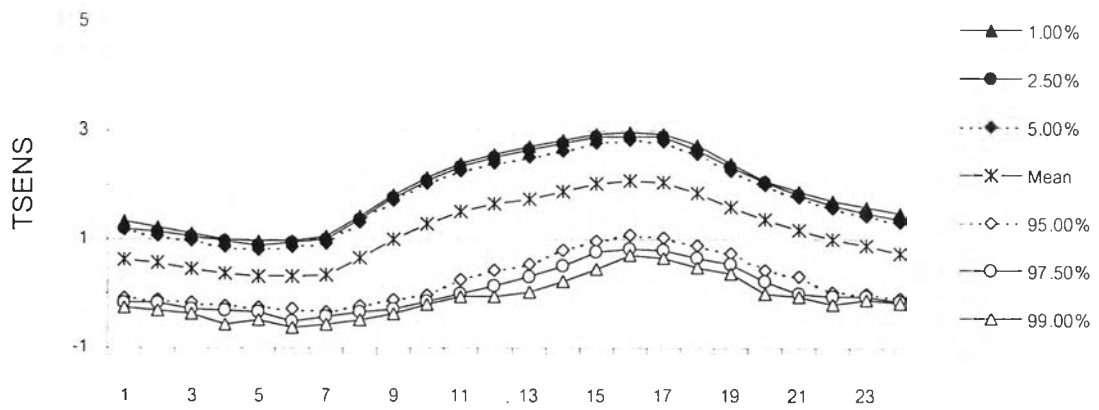
เวลา , ชั่วโมง

Average = 28.25

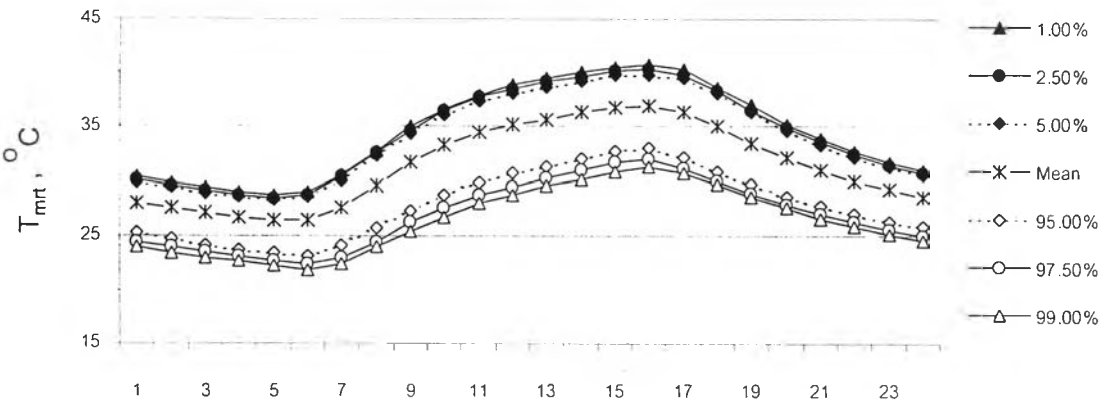
รูป 4.8 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศใต้ยาว 100%



เวลา , ชั่วโมง Average = 1.40

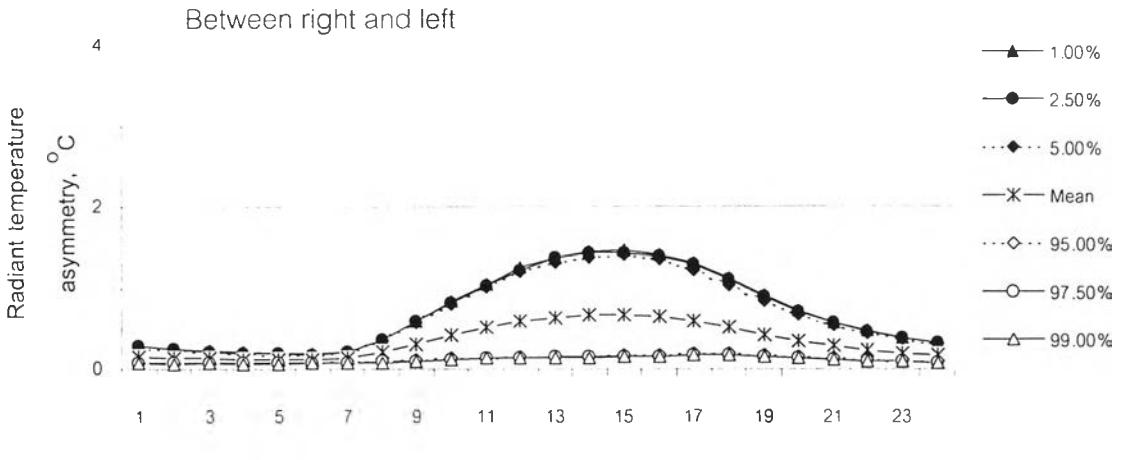


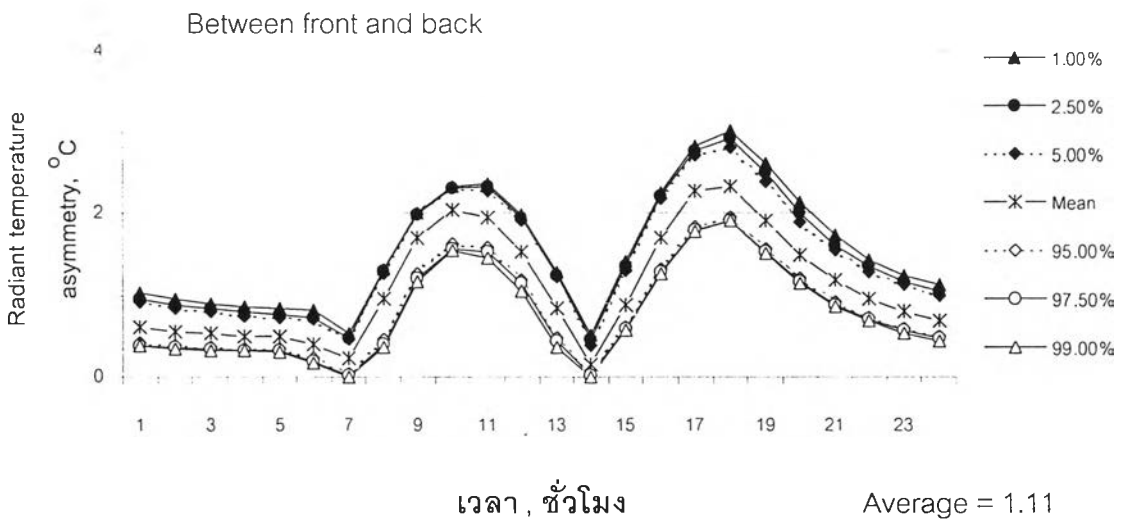
เวลา , ชั่วโมง Average = 1.15

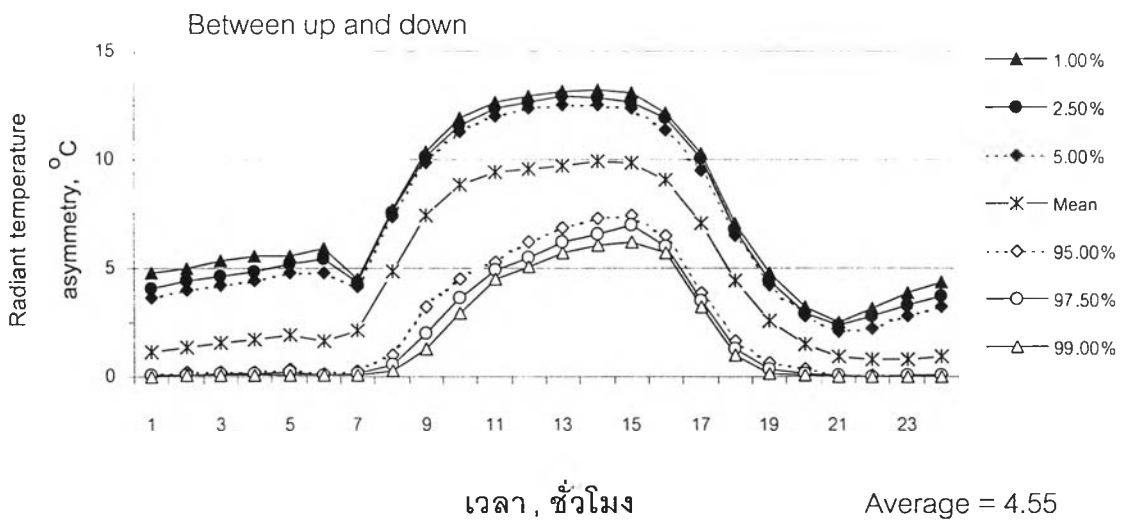


เวลา , ชั่วโมง Average = 31.46

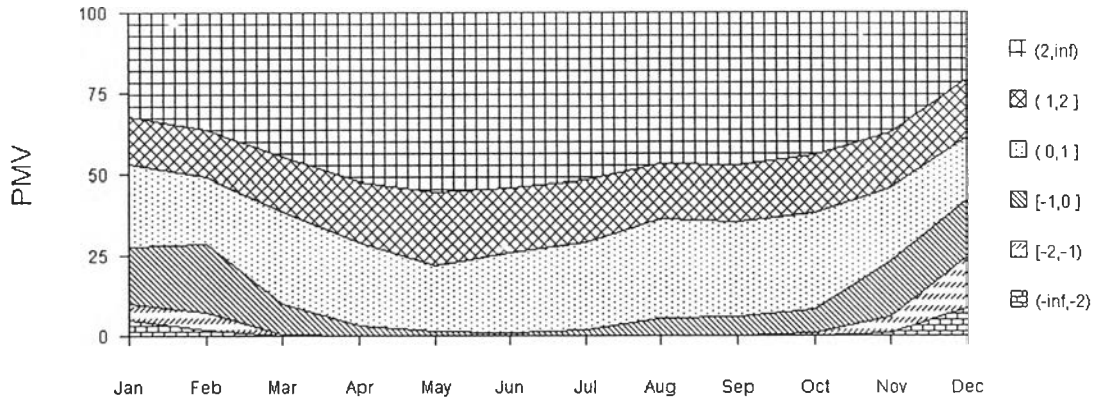
รูป 4.8 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศใต้ยาว 100%

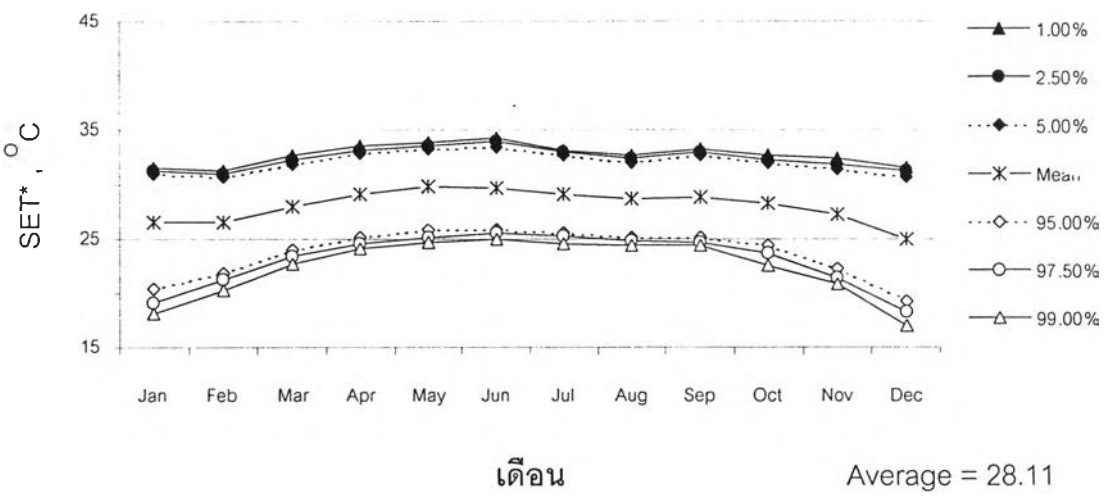




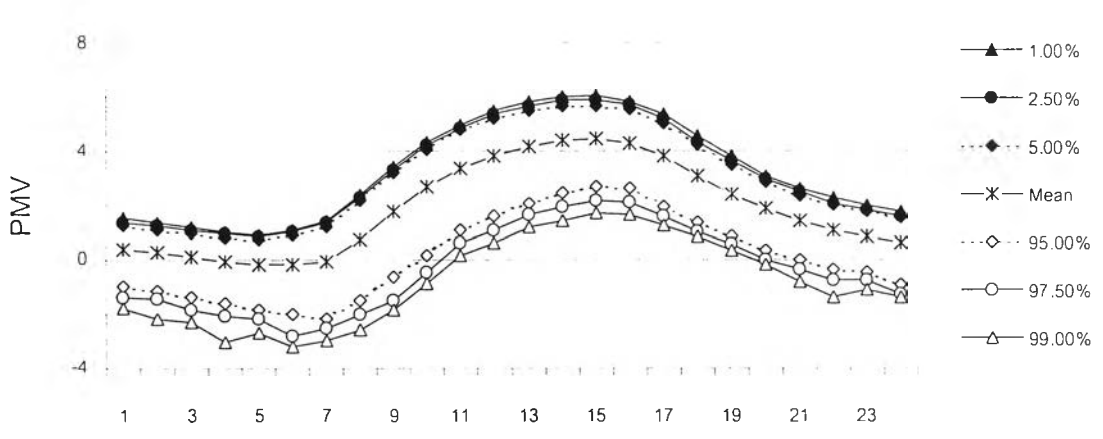


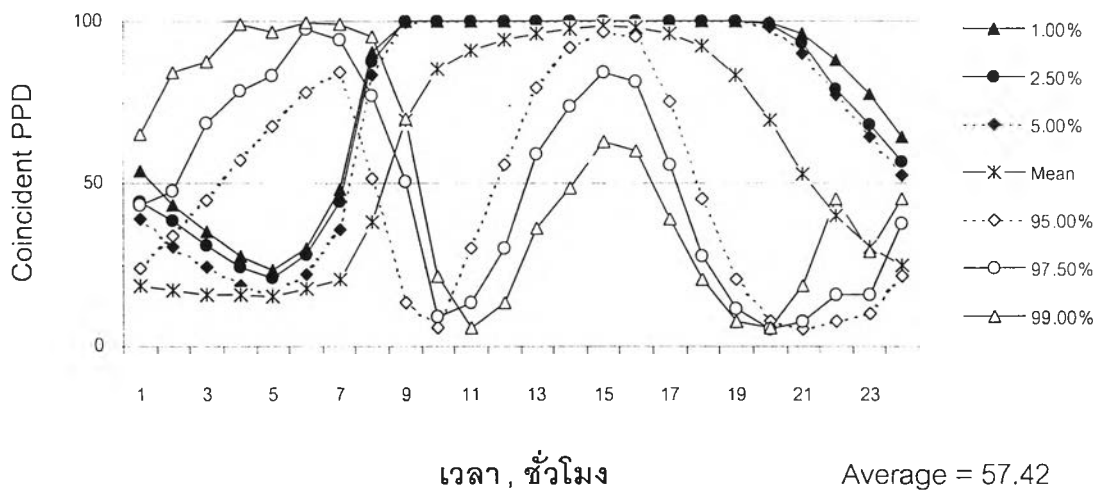
รูป 4.8 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศใต้ยาว 100%



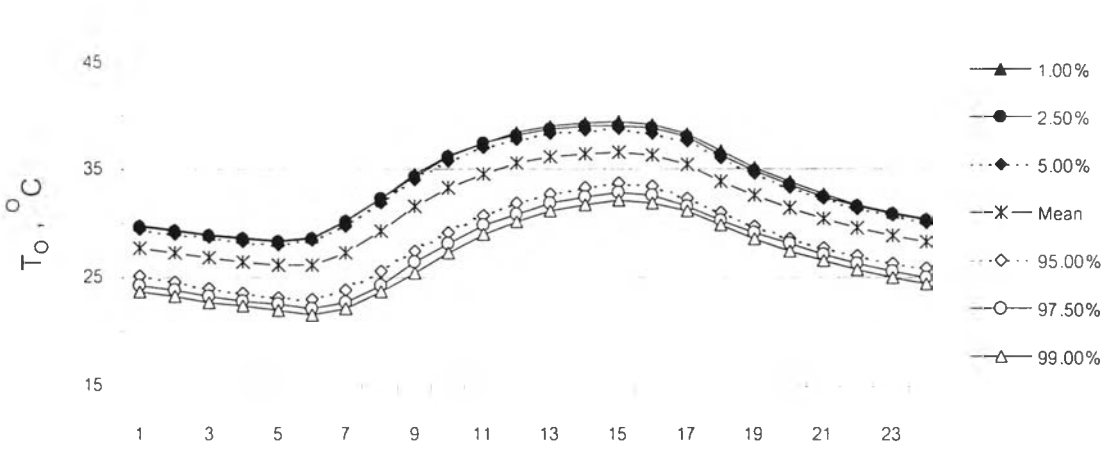


รูป 4.9 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายเดือนในกรณีติดกันสาดทางทิศตะวันตกยาว 100%

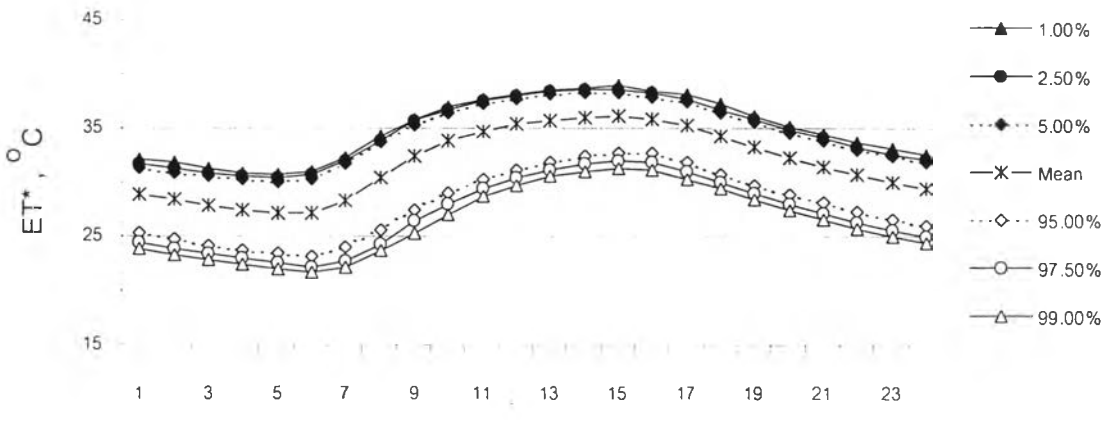




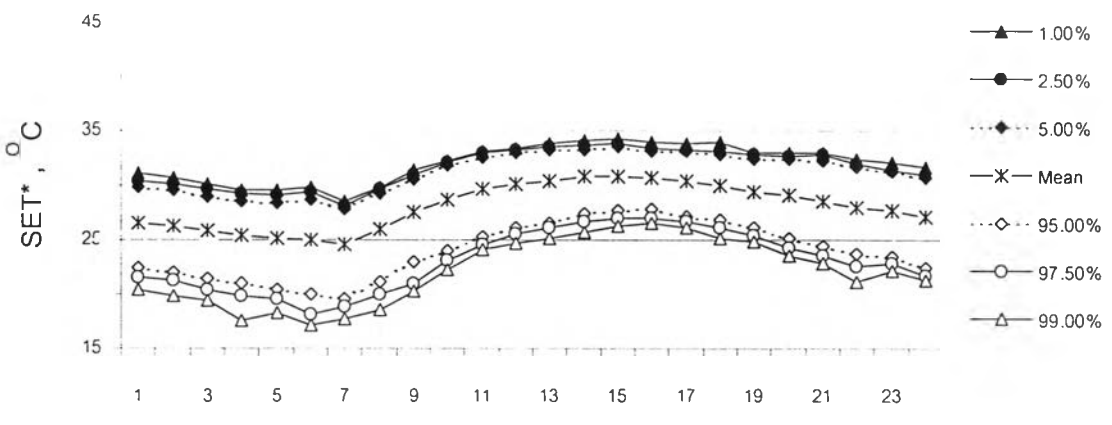
รูป 4.10 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศตะวันตกยาว 100%



เวลา , ชั่วโมง Average = 31.17

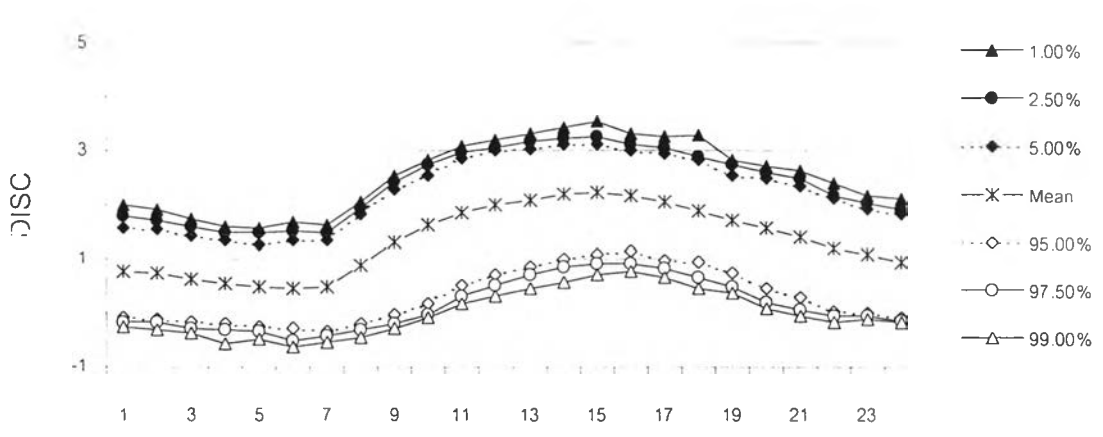


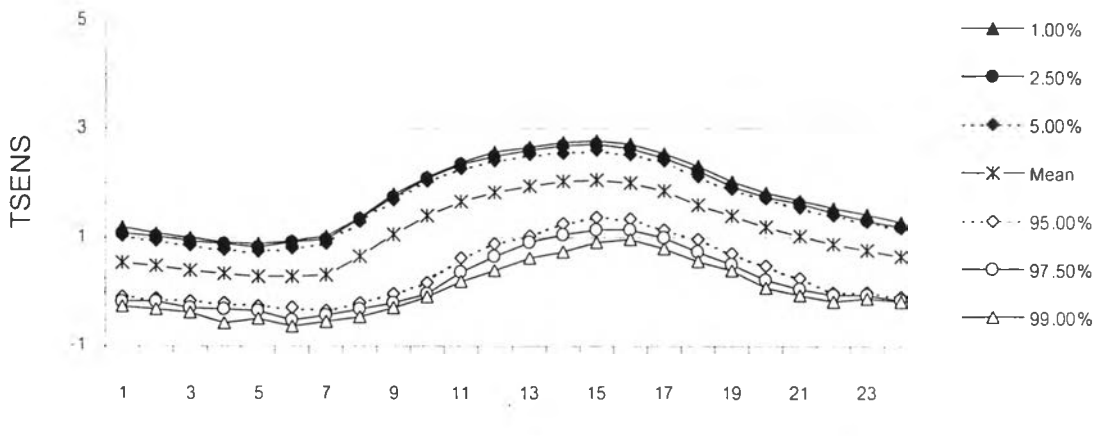
เวลา , ชั่วโมง Average = 31.78

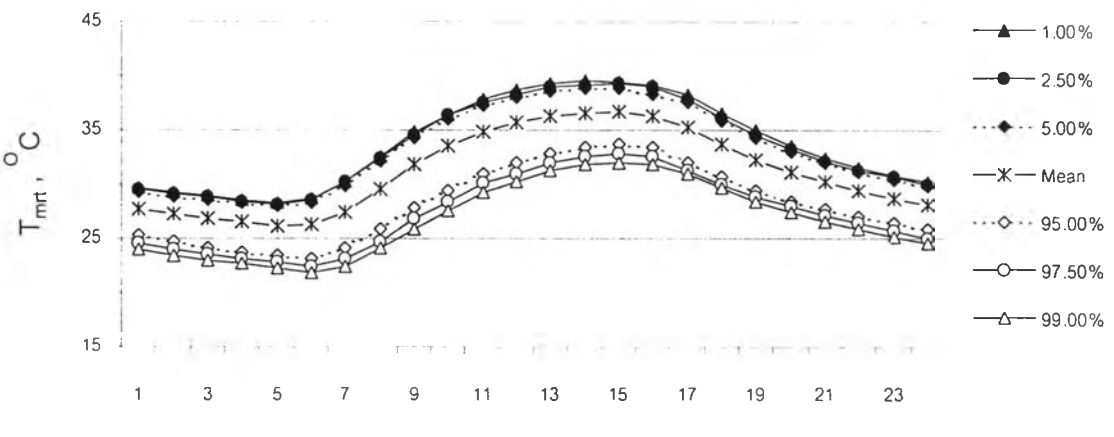


เวลา , ชั่วโมง Average = 28.11

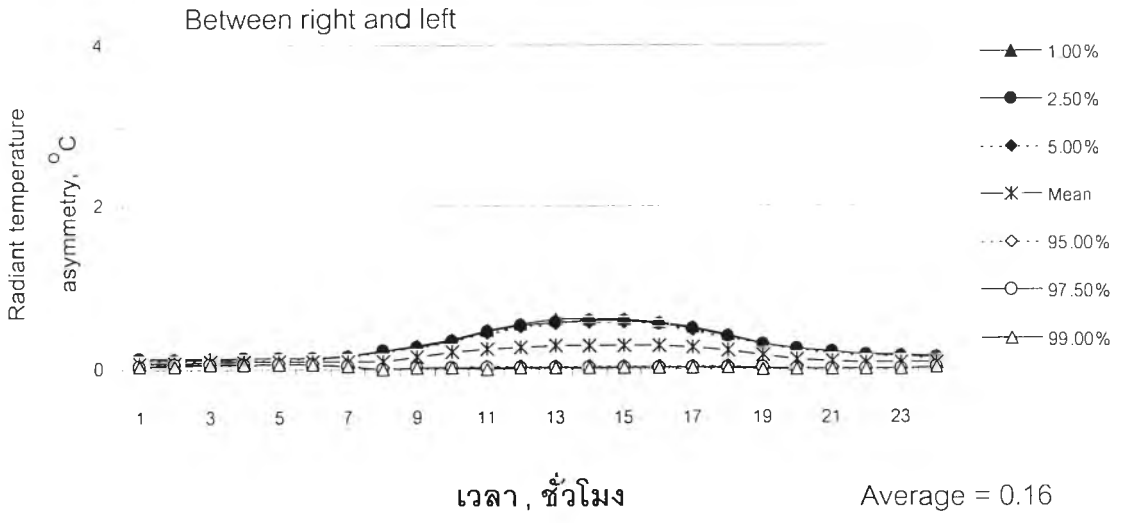
รูป 4.10 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศตะวันตกยาว 100%



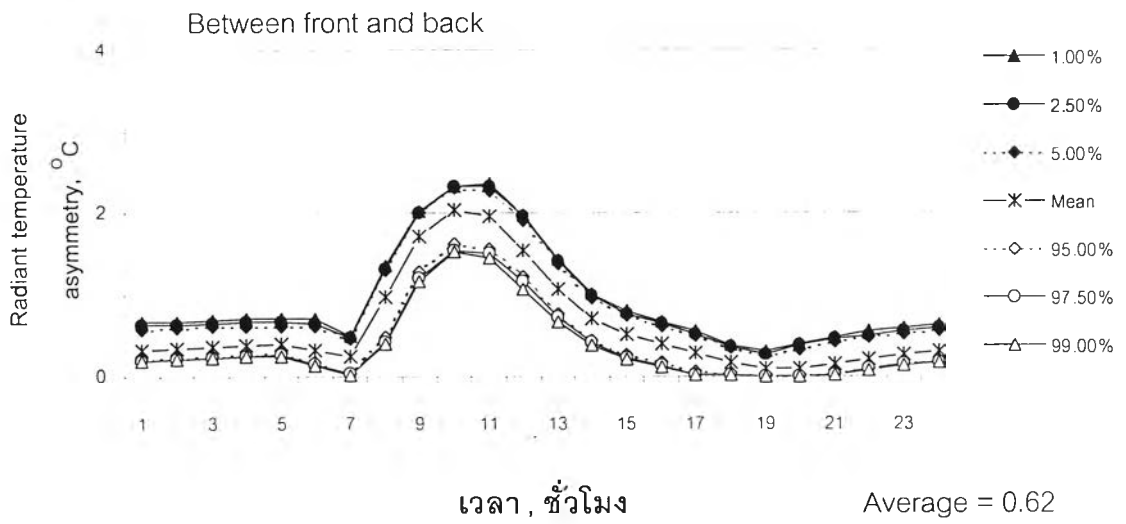




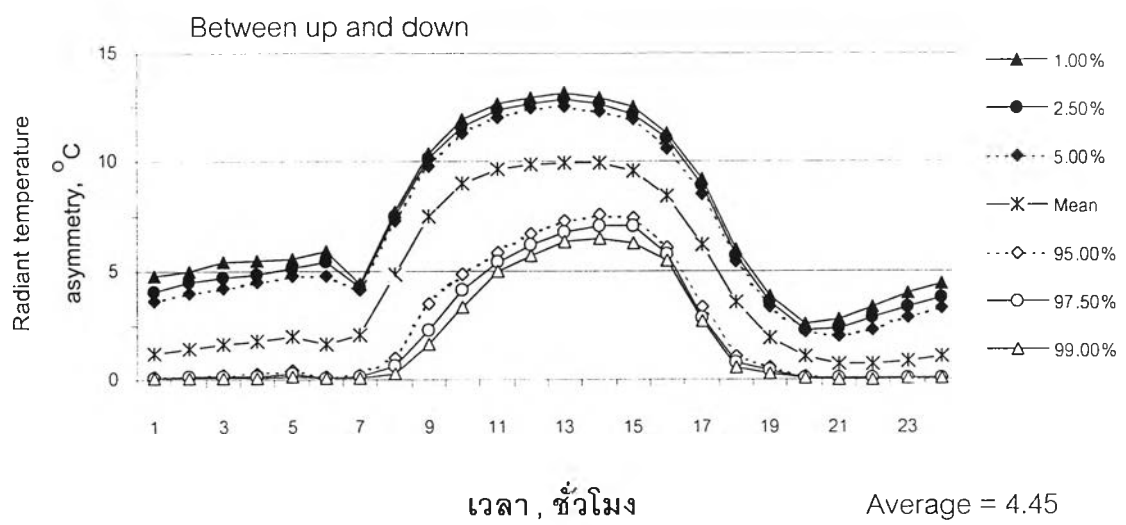
รูป 4.10 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศตะวันตกยาว 100%



เวลา , ชั่วโมง Average = 0.16

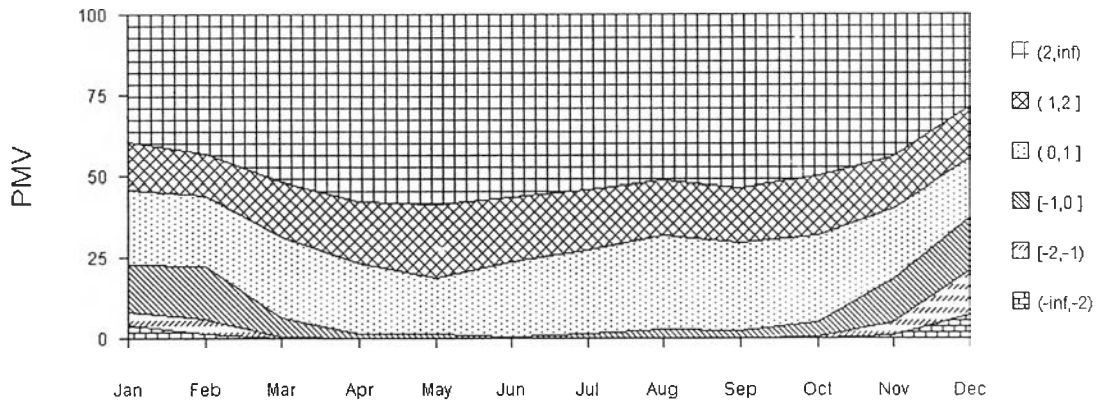


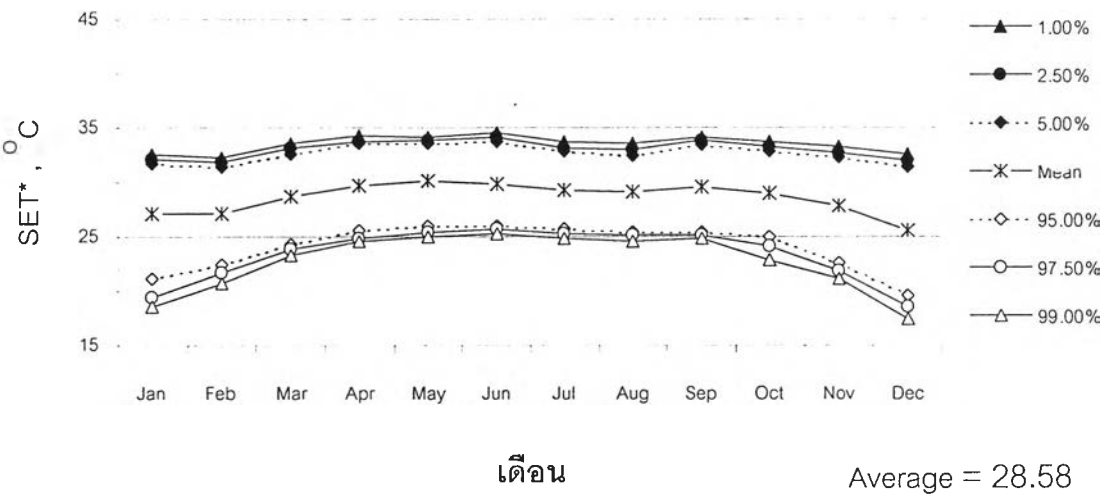
เวลา , ชั่วโมง Average = 0.62



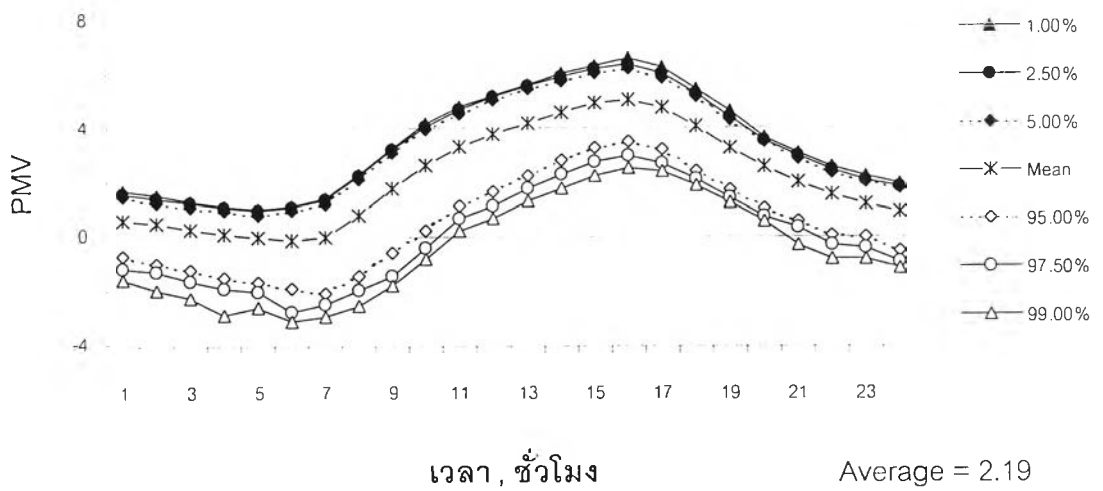
เวลา , ชั่วโมง Average = 4.45

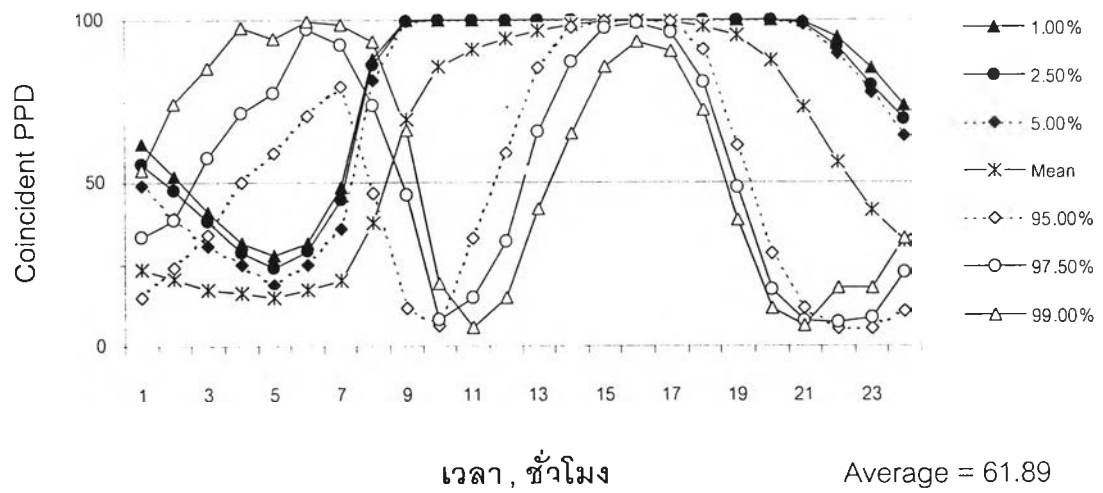
รูป 4.10 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศตะวันตกยาว 100%



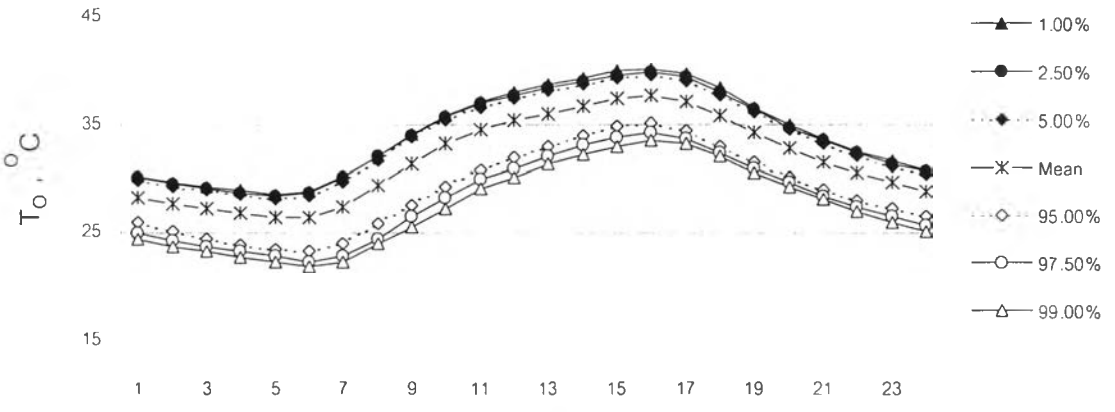


รูป 4.11 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายเดือนในกรณีติดกันสาดทางทิศเหนือยาว 100%

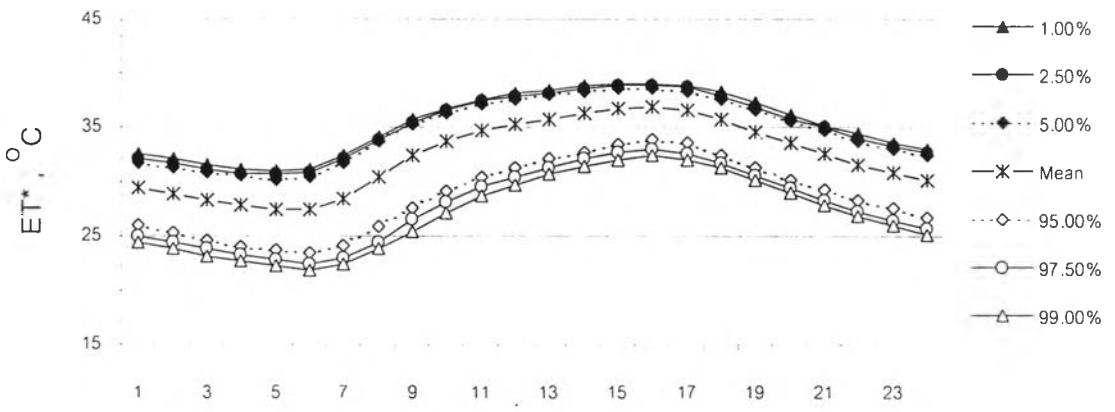




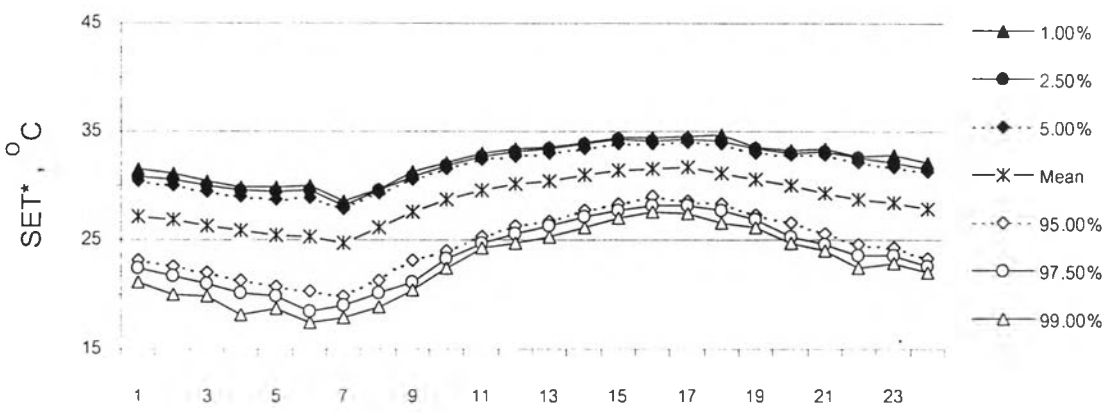
รูป 4.12 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศเหนือยาว 100%



เวลา , ชั่วโมง Average = 31.80

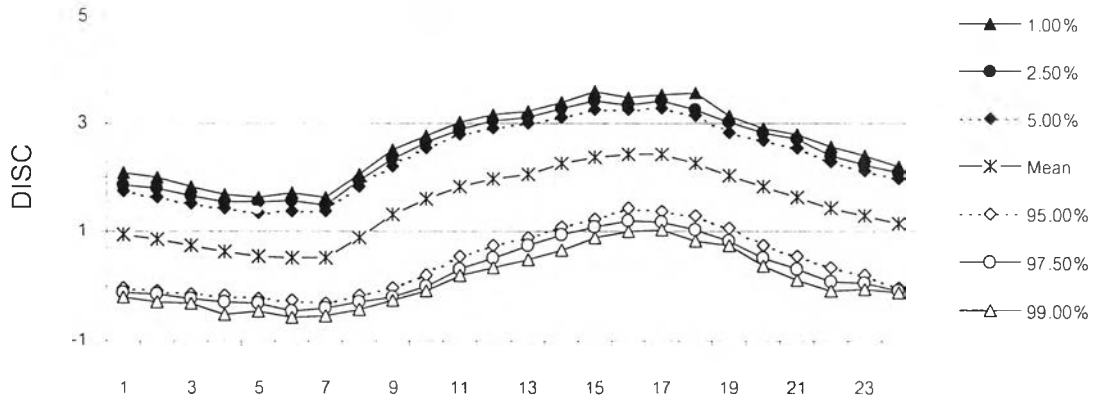


เวลา , ชั่วโมง Average = 32.31

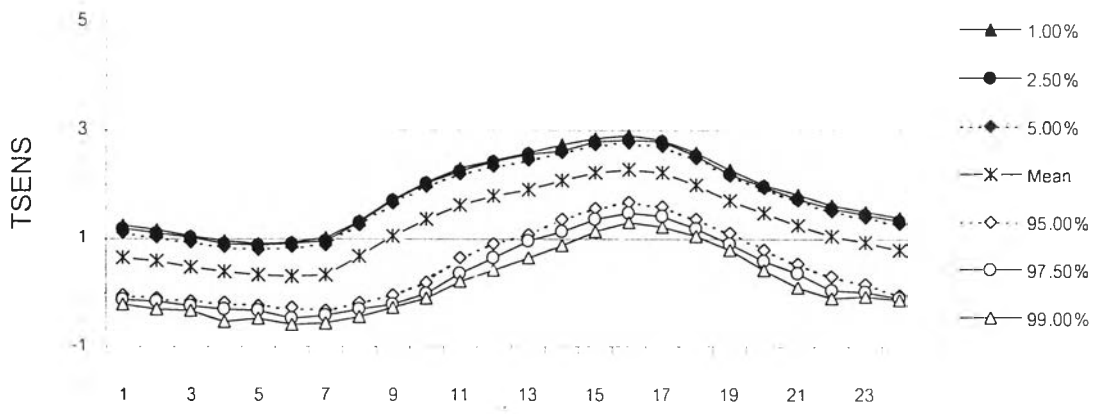


เวลา , ชั่วโมง Average = 28.58

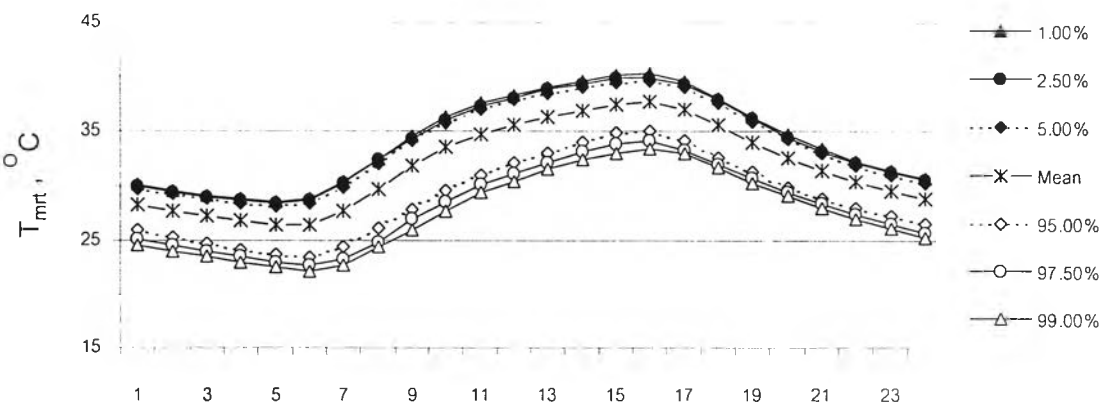
รูป 4.12 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศเหนือยาว 100%



เวลา , ชั่วโมง Average = 1.48

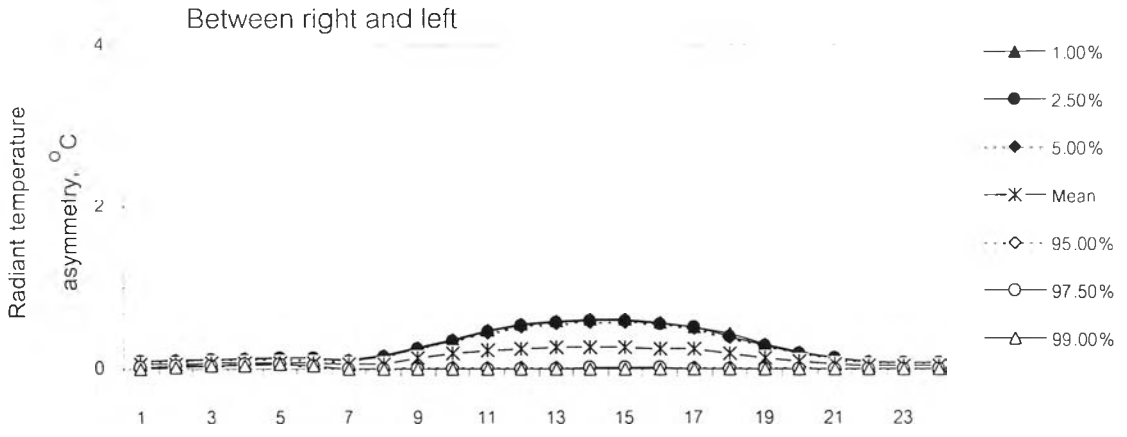


เวลา , ชั่วโมง Average = 1.24

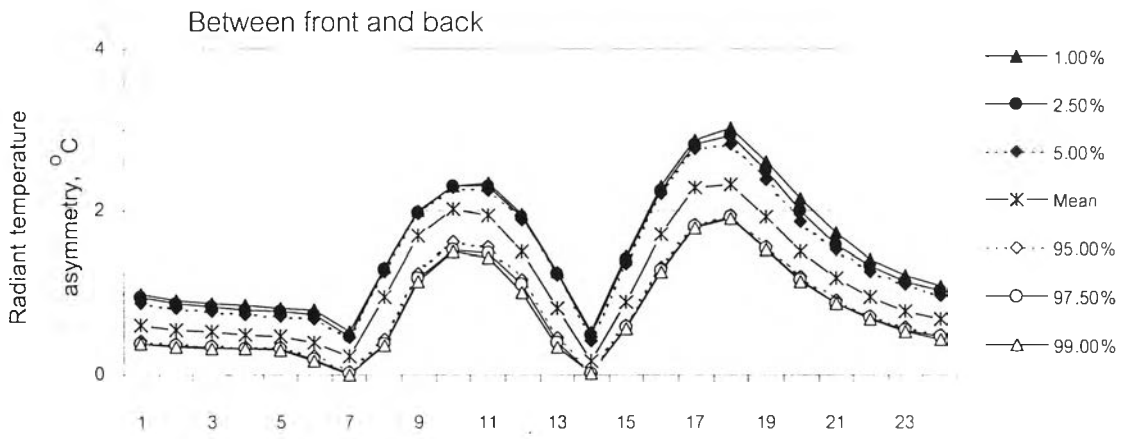


เวลา , ชั่วโมง Average = 31.82

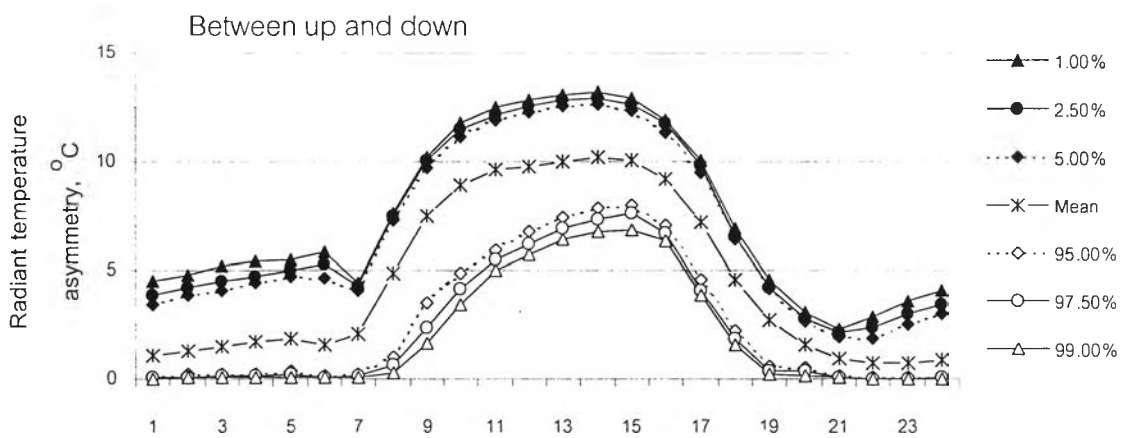
รูป 4.12 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศเหนือยาว 100%



เวลา , ชั่วโมง Average = 0.13



เวลา , ชั่วโมง Average = 1.11

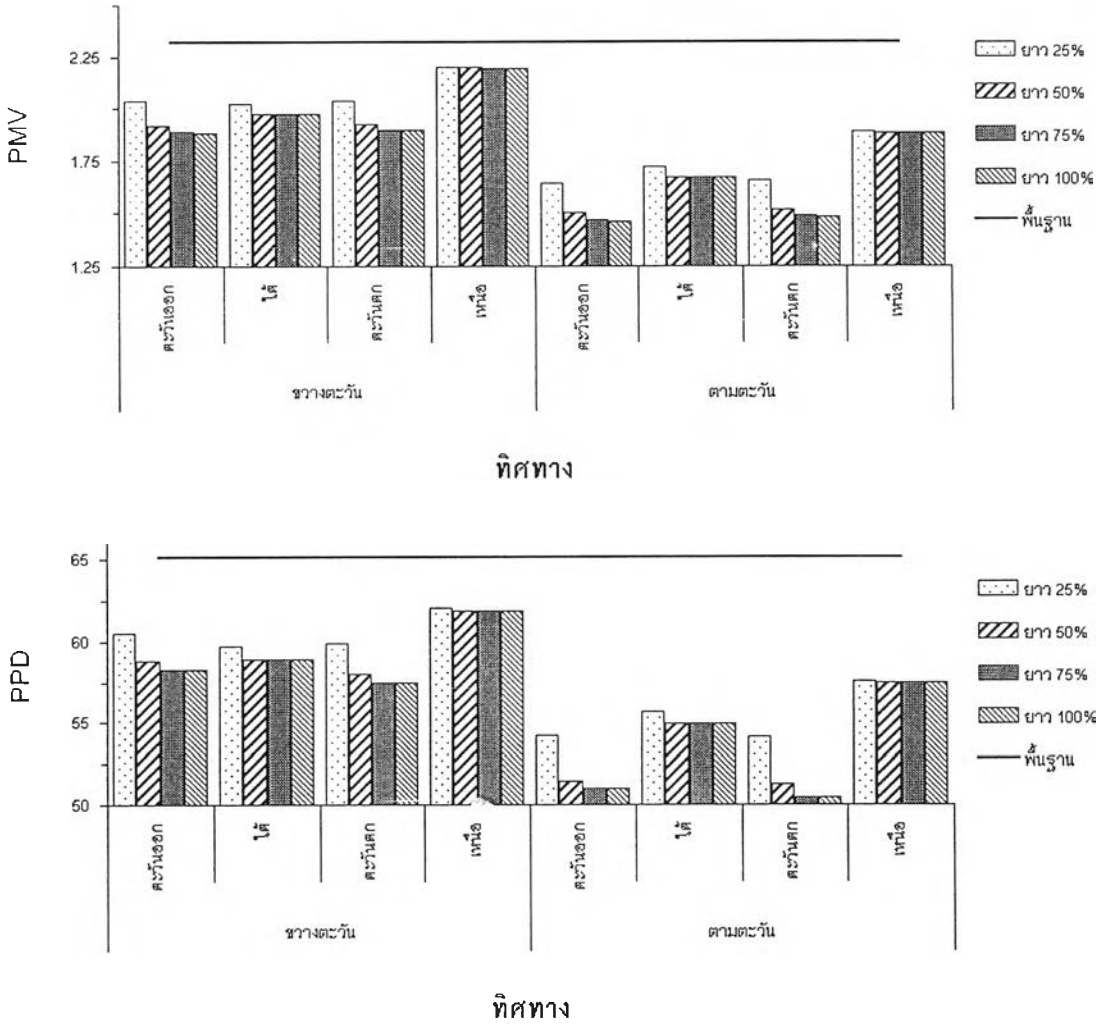


เวลา , ชั่วโมง Average = 4.61

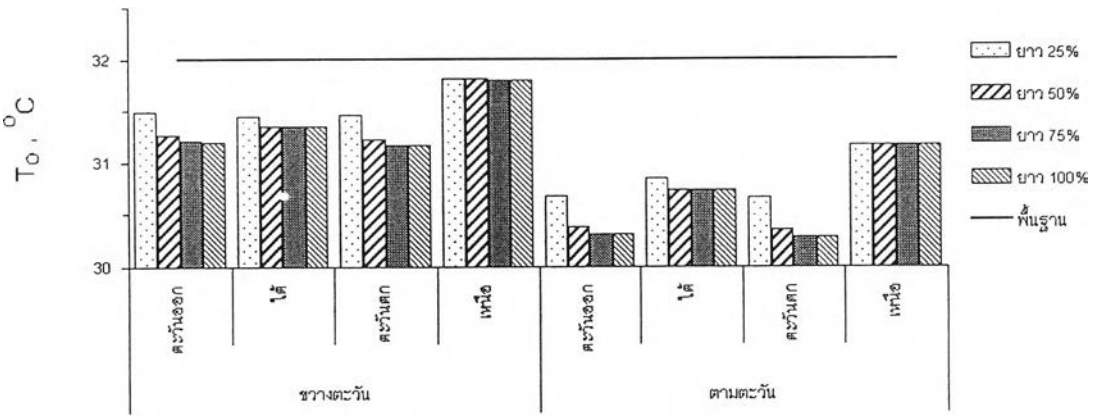
รูป 4.12 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดกันสาดทางทิศเหนือยาว 100%

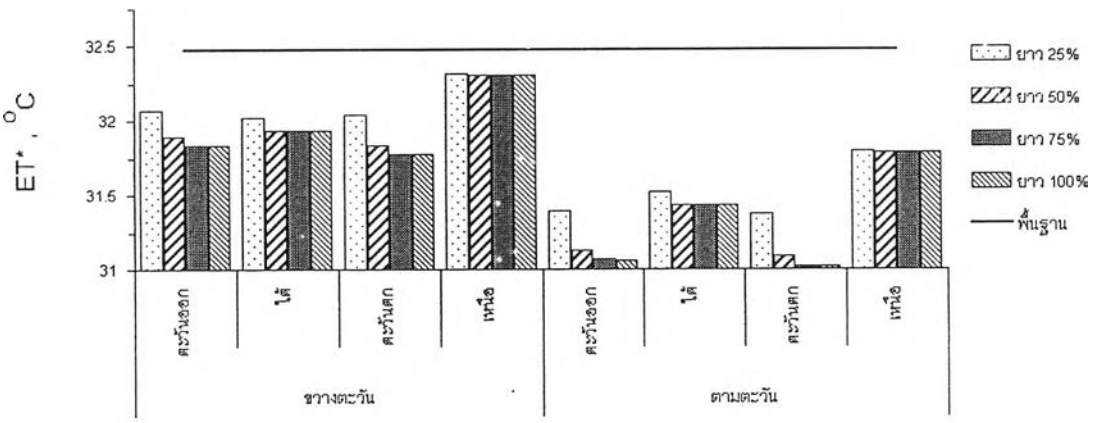
ตาราง 4.3 ดัชนีความสุขสบายเฉลี่ยของบ้านจำลองในกรณีติดตั้งกันสาดตั้งแต่กรณี 1 ถึงกรณี 32

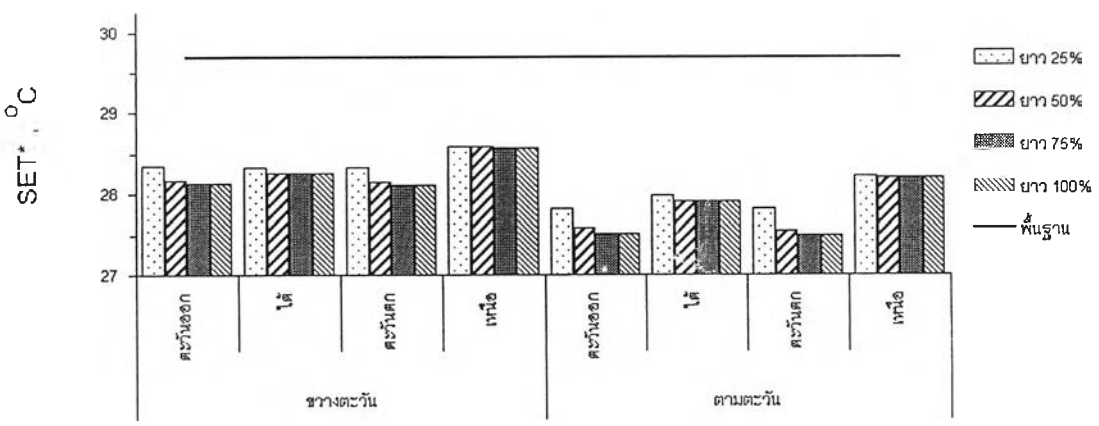
	PMV	PPD	T_O	ET*	SET*	DISC	TSENS	T_{mrt}	R/L	F/B	U/D
กรณี 1	2.03	60.47	31.49	32.08	28.35	1.42	1.18	31.48	0.16	0.94	4.47
กรณี 2	1.92	58.82	31.27	31.89	28.18	1.37	1.13	31.25	0.16	1.05	4.39
กรณี 3	1.89	58.31	31.20	31.84	28.13	1.35	1.12	31.19	0.16	1.11	4.37
กรณี 4	1.88	58.27	31.20	31.83	28.12	1.35	1.11	31.19	0.16	1.12	4.36
กรณี 5	2.02	59.67	31.45	32.02	28.33	1.41	1.17	31.54	0.30	1.11	4.57
กรณี 6	1.97	58.89	31.35	31.94	28.26	1.40	1.15	31.46	0.34	1.11	4.55
กรณี 7	1.97	58.87	31.35	31.94	28.25	1.40	1.15	31.46	0.35	1.11	4.55
กรณี 8	1.97	58.87	31.35	31.94	28.25	1.40	1.15	31.46	0.35	1.11	4.55
กรณี 9	2.04	59.85	31.47	32.04	28.34	1.41	1.17	31.48	0.16	0.79	4.51
กรณี 10	1.92	57.98	31.23	31.83	28.16	1.36	1.13	31.25	0.16	0.65	4.46
กรณี 11	1.90	57.44	31.17	31.78	28.11	1.35	1.11	31.20	0.16	0.62	4.45
กรณี 12	1.90	57.42	31.17	31.78	28.11	1.35	1.11	31.19	0.16	0.62	4.45
กรณี 13	2.20	62.00	31.82	32.32	28.59	1.48	1.24	31.83	0.13	1.11	4.61
กรณี 14	2.20	61.90	31.81	32.31	28.58	1.48	1.24	31.82	0.13	1.11	4.61
กรณี 15	2.19	61.89	31.80	32.31	28.58	1.48	1.24	31.82	0.13	1.11	4.61
กรณี 16	2.19	61.89	31.80	32.31	28.58	1.48	1.24	31.82	0.13	1.11	4.61
กรณี 17	1.64	54.19	30.67	31.39	27.83	1.26	1.02	30.61	0.15	1.63	3.94
กรณี 18	1.50	51.48	30.38	31.13	27.58	1.19	0.96	30.27	0.15	2.19	3.79
กรณี 19	1.47	50.99	30.31	31.06	27.52	1.17	0.95	30.19	0.15	2.32	3.75
กรณี 20	1.46	50.95	30.31	31.06	27.52	1.17	0.94	30.19	0.15	2.33	3.75
กรณี 21	1.72	55.66	30.84	31.52	27.98	1.30	1.06	31.01	0.12	1.16	4.25
กรณี 22	1.67	54.96	30.74	31.44	27.91	1.28	1.04	30.93	0.14	1.16	4.24
กรณี 23	1.67	54.94	30.73	31.43	27.90	1.28	1.04	30.93	0.14	1.16	4.24
กรณี 24	1.67	54.94	30.73	31.43	27.90	1.28	1.04	30.93	0.14	1.16	4.24
กรณี 25	1.66	54.14	30.66	31.37	27.82	1.25	1.02	30.63	0.15	1.06	4.05
กรณี 26	1.52	51.23	30.36	31.09	27.56	1.18	0.96	30.28	0.15	1.53	3.97
กรณี 27	1.49	50.45	30.29	31.02	27.49	1.17	0.95	30.20	0.15	1.65	3.97
กรณี 28	1.49	50.43	30.28	31.02	27.49	1.16	0.95	30.20	0.15	1.65	3.97
กรณี 29	1.89	57.58	31.17	31.79	28.22	1.36	1.12	31.28	0.12	1.16	4.29
กรณี 30	1.88	57.46	31.16	31.78	28.21	1.36	1.12	31.27	0.12	1.16	4.28
กรณี 31	1.88	57.45	31.16	31.78	28.21	1.36	1.12	31.27	0.12	1.16	4.28
กรณี 32	1.88	57.45	31.16	31.78	28.21	1.36	1.12	31.27	0.12	1.16	4.28



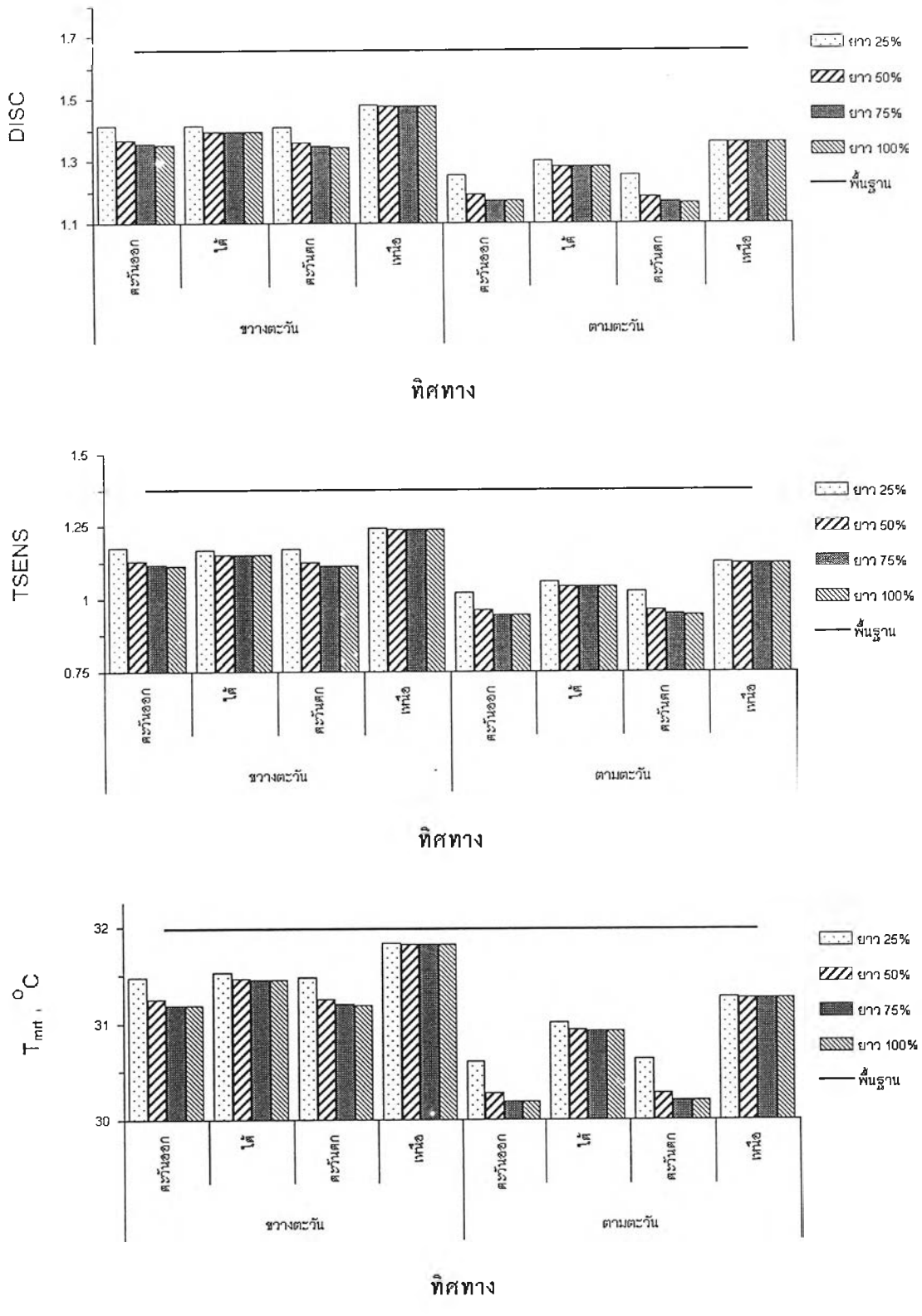
รูป 4.13 ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดกันสาดในกรณีต่างๆ



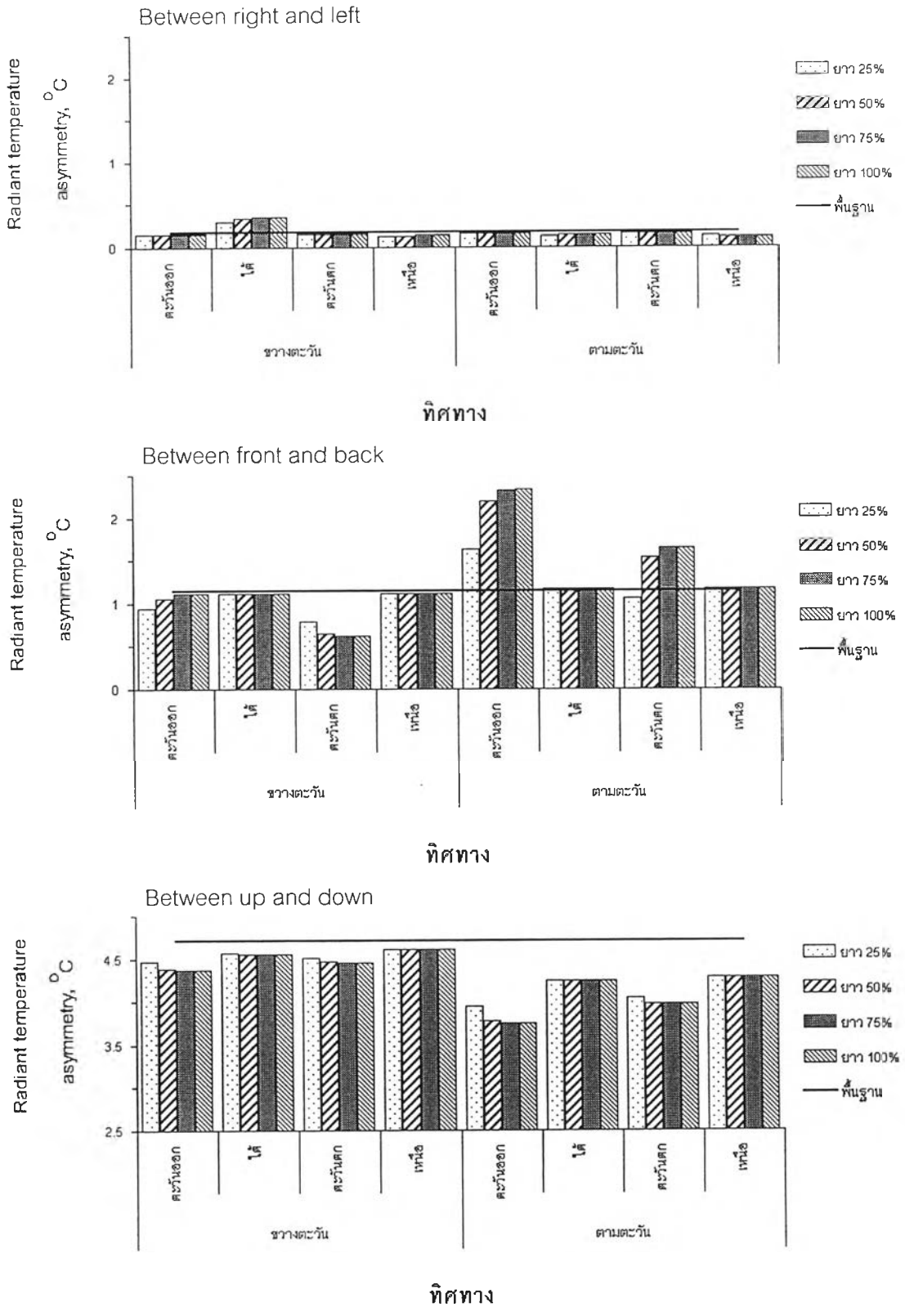




รูป 4.13 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดกันสาดในกรณีต่างๆ



รูป 4.13 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดกันสาดในกรณีต่างๆ

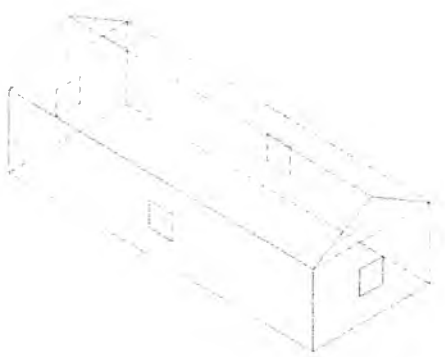


รูป 4.13 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดกันสาดในกรณีต่างๆ

4.3 อิทธิพลของช่องเปิดที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อน

การศึกษาอิทธิพลของช่องเปิดที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัย ในขั้นตอนนี้ทำได้โดยติดตั้งช่องเปิดขนาด 1 m^2 เข้าไปที่กำแพงของบ้านกรณีพื้นฐาน ช่องเปิดดังกล่าวถูกติดตั้งเข้าไปที่กำแพงของบ้านจำลองทีละด้านเพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลที่มีต่อภาวะสบายในแต่ละทิศทาง หลังจากเสร็จสิ้นการวิเคราะห์ถึงอิทธิพลของช่องเปิดในแต่ละทิศทางแล้วขั้นตอนต่อไปจะศึกษาถึงอิทธิพลของช่องเปิดทีละคู่ซึ่งติดตั้งอยู่คนละกำแพง จากนั้นจึงศึกษาถึงกรณีที่เจาะช่องเปิดบริเวณกำแพงทั้งสี่ด้านและพิจารณาทุกกรณีซ้ำอีกครั้งแต่ขยายช่องเปิดให้ใหญ่ขึ้นเป็น 2.25 m^2 รายละเอียดของกรณีต่างๆ แสดงอยู่ในตาราง 4.1

รูป 4.14 นำเสนอถึงบ้านจำลองซึ่งได้รับการเจาะช่องเปิดบนกำแพงทั้งสี่ด้านซึ่งเป็นหนึ่งในกรณีที่ศึกษา อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ถึงอิทธิพลของช่องเปิดในงานวิจัยนี้จำกัดอยู่ในกรณีที่บ้านจำลองอยู่ในทิศทางขวางตะวันเท่านั้นเนื่องจากการศึกษาในหัวข้อที่ผ่านมาพบว่าบ้านจาลองซึ่งวางตัวขวางตะวันมีค่าดัชนีความสุขสบายที่ด้อยกว่าบ้านจำลองกรณีตามตะวัน ส่วนวัตถุประสงค์ที่ทำการวิเคราะห์อิทธิพลของช่องเปิดในทุกกรณีซ้ำอีกครั้งด้วยช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ก็คือการศึกษาอิทธิพลของช่องเปิดที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อช่องเปิดมีขนาดใหญ่ขึ้นโดยทำการปรับขนาดช่องเปิดจาก 1 m x 1 m มาเป็น 1.5 m x 1.5 m อิทธิพลของช่องเปิดที่วิเคราะห์ได้จากการคำนวณทั้ง 22 กรณีแสดงอยู่ในตาราง 4.4 สำหรับรายละเอียดของค่าดัชนีเป็นรายเดือนหรือรายชั่วโมงจะแสดงเฉพาะกรณีที่ช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ตั้งอยู่ทางทิศใต้ ทิศเหนือ-ใต้ และบนกำแพงทั้งสี่ด้านเท่านั้นเนื่องจากตาราง 4.4 แสดงให้เห็นอย่างคร่าวๆ ว่าทิศทางของช่องเปิดมีอิทธิพลต่อความสุขสบายเชิงความร้อนไม่มากนักเมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีที่มีต่อจำนวนช่องเปิดหรือขนาดของช่องเปิด รายละเอียดของค่าดัชนีเป็นรายชั่วโมงหรือรายเดือนแสดงไว้ในรูป 4.15 ถึง 4.20



รูป 4.14 บ้านจำลองที่เจาะช่องเปิดทั้งสี่ด้าน

จากตาราง 4.4 จะพบว่าค่าเฉลี่ยของ PMV และ SET* ในกรณีที่ติดตั้งช่องเปิดทางทิศเหนือ-ใต้หรือติดตั้งช่องเปิดทั้งสี่ทิศทางมีค่าต่ำกว่ากรณีติดตั้งช่องเปิดทางทิศใต้ แต่ค่า PPD เฉลี่ยของทั้งสามกรณีกลับมีค่าต่างกันไม่มากนัก เพื่อให้เข้าใจถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น รูป 4.16 4.18 และ 4.20 ซึ่งแสดงรายละเอียดของค่าดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงจะถูกนำมาประกอบการพิจารณาโดยพบว่าค่าดัชนีในช่วงเวลาบ่ายของทั้งสามกรณีมีความแตกต่างกันไม่มากและอยู่ในช่วงที่ไม่ก่อให้เกิดความสบายทั้งสิ้นสังเกตได้จากค่า PMV DISC และ TSENS แต่เมื่อถึงช่วงตั้งแต่เวลา 1:00 น. ถึง 7:00 น. แล้วค่าดัชนีของกรณีติดตั้งช่องเปิดในแนวเหนือใต้และกรณีที่ติดตั้งช่องเปิดในสี่ทิศทางจะกระจายตัวไปอยู่ในช่วงที่รู้สึกเย็นมากกว่า จนในบางครั้งอาจทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกหนาวเกินไป ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ PPD โดยเฉลี่ยของทั้งสามกรณีมีค่าไม่แตกต่างกันนัก อย่างไรก็ตามการติดตั้งช่องเปิดมากกว่าหนึ่งช่องมีส่วนช่วยปรับปรุงสภาพอากาศภายในบ้านจำลองให้ใกล้เคียงกับภาวะสบายได้ดีกว่าการติดตั้งช่องเปิดเพียงด้านเดียวดังที่แสดงไว้ในส่วนของผลการคำนวณตั้งแต่รูป 4.15 ถึง 4.20

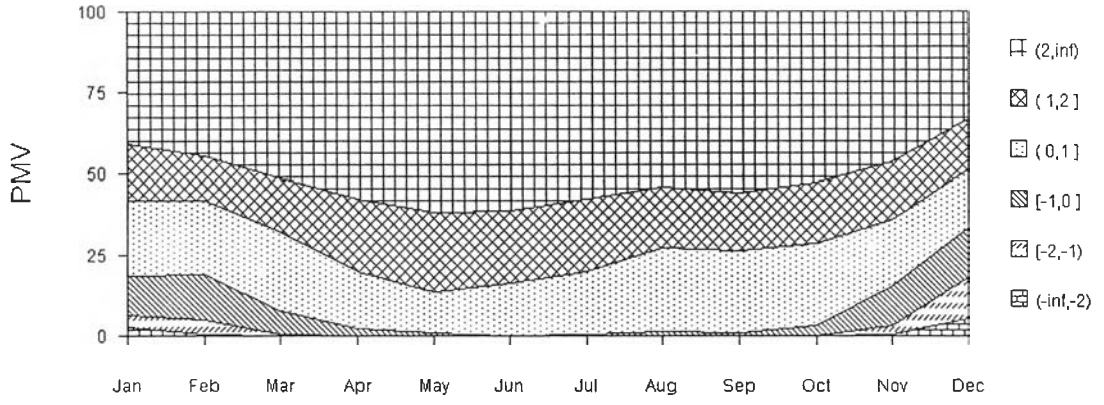
เมื่อพิจารณาถึงความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัยระหว่างกรณีติดตั้งช่องเปิดในแนวเหนือใต้กับกรณีติดตั้งทั้งสี่ทิศทางนั้นพบว่าไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้เนื่องมาจากค่าดัชนีความสุขสบายของทั้งสองกรณีอยู่ในช่วงความรู้สึกเดียวกัน หากแต่ว่ากรณีติดตั้งช่องเปิดเฉพาะแนวเหนือใต้มีค่าดัชนีที่ดีกว่าในบางเวลาดังจะเห็นได้จากค่า PMV PPD DISC และ TSENS ในช่วงเวลา 14:00 น. ถึง 17:00 น. สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยที่ไม่สมมาตรระหว่างทางด้านหน้าและด้านหลังของผู้อยู่อาศัยซึ่งถูกกำหนดให้หันหน้าไปทางทิศตะวันออกนั้นมีค่าสูงสุด กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือช่วงเวลาระหว่าง 14:00 น. ถึง 17:00 น. นั้นดวงอาทิตย์ได้เคลื่อนตัวมาอยู่ในทิศตะวันตกจึงทำให้การเจาะช่องเปิดบนกำแพงเป็นสาเหตุให้แสงแดดเข้ามาสู่โซนควบคุมมากขึ้นจนนำไปสู่ภาวะสบายเชิงความร้อนที่ด้อยลง

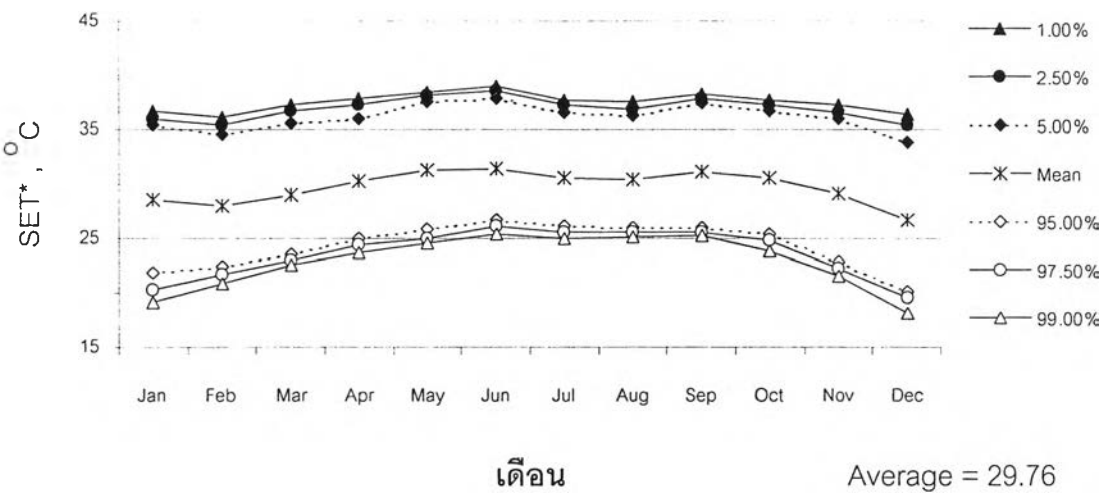
สิ่งที่กล่าวมานี้ไม่ได้หมายความว่าการเจาะช่องเปิดทางทิศตะวันตกทำให้ภาวะสบายในบ้านจำลองด้อยลงเพราะผลการคำนวณในรูป 4.21 ซึ่งแสดงถึงดัชนีความสบายเชิงความร้อนที่วิเคราะห์ได้จากบ้านจำลองทั้ง 22 กรณีนั้นพบว่าทิศทางของการเจาะช่องเปิดไม่ได้เป็นตัวแปรสำคัญต่อค่าดัชนีความสุขสบาย หากแต่ขึ้นอยู่กับพื้นที่หรือจำนวนช่องเปิดมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากตลอดเวลาที่ดวงอาทิตย์ยังไม่ลับขอบฟ้าจะมีรังสีกระจายจากดวงอาทิตย์เข้าสู่ทุกช่องเปิดเสมอโดยที่การแผ่รังสีความร้อนแบบตรงของดวงอาทิตย์มีอิทธิพลต่อช่องเปิดแต่ละด้านเพียงไม่กี่ชั่วโมงเท่านั้น นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ตามรูป 4.21 ยังแสดงว่าค่าดัชนีความสุขสบายไม่ได้แปรผันเชิงเส้นกับอัตราส่วนของพื้นที่ช่องเปิดที่เพิ่มขึ้นซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนช่องเปิดจากขนาด

1 m x 1m มาเป็นขนาด 1.5 m x 1.5 m ได้ทำให้ค่า PMV และ SET* ของกรณีติดตั้งช่องเปิดในแนวเหนือ-ใต้เปลี่ยนแปลงจาก 1.72 เป็น 1.63 โดย SET* มีค่าลดลงเพียง 0.15 ^{o}C หรือคิดเป็น 4.1% และ 0.4% ตามลำดับ ยิ่งไปกว่านั้นรูป 4.21 ยังแสดงให้เห็นอีกว่าการเจาะช่องเปิดเพียงหนึ่งช่องไม่ได้ทำให้บ้านจำลองมีภาวะสบายที่ดีขึ้นเลยแต่กลับทำให้ความสุขสบายที่ได้รับลดลงไปจากเดิม กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือการระบายอากาศด้านเดียว (single side ventilation) ไม่สามารถทำให้บ้านจำลองมีความสุขสบายเชิงความร้อนที่ดีขึ้นได้ หากแต่จะให้ผลไปในทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นการปรับปรุงความสุขสบายเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัยภายในต้องอาศัยการระบายอากาศแบบพัดผ่าน (cross ventilation) โดยสังเกตได้จากค่าดัชนีความสุขสบายที่ดีขึ้นตามดังรูป 4.21

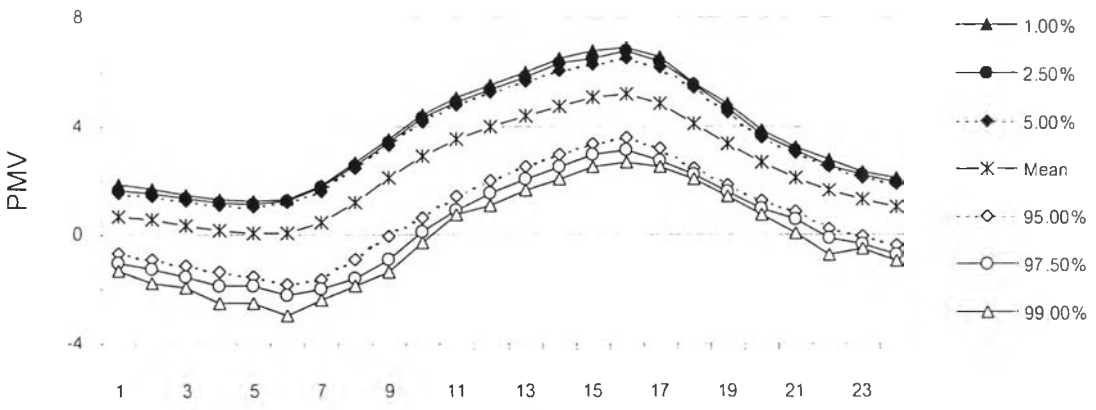
ตาราง 4.4 ดัชนีความสุขสบายเฉลี่ยของบ้านจำลองในกรณีติดตั้งช่องเปิดตั้งแต่กรณี 1 ถึงกรณี 22

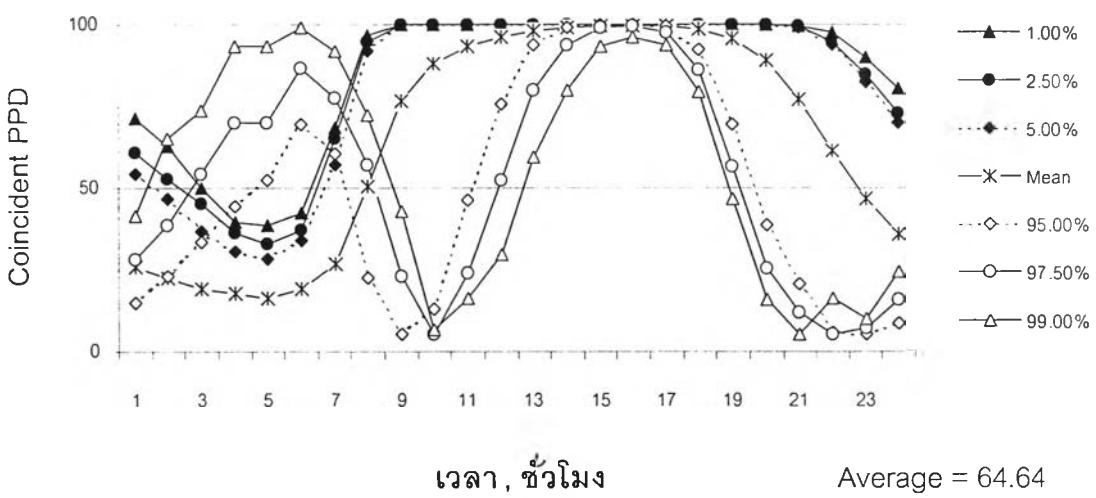
	PMV	PPD	T_O	ET*	SET*	DISC	TSENS	T_{mrt}	R/L	F/B	U/D
กรณี 1	2.33	65.07	32.02	32.50	30.08	1.78	1.41	32 03	0.16	1.14	4.72
กรณี 2	2.33	64.30	31.98	32.45	29.66	1.67	1.35	31.99	0.16	1.12	4.66
กรณี 3	2.33	64.88	32.01	32.49	30.05	1.77	1.40	32.02	0.16	1.14	4.71
กรณี 4	2.30	64.87	31.97	32.46	29.87	1.74	1.38	31.99	0.16	1.13	4.72
กรณี 5	1.73	58.52	30.96	31.62	28.79	1.45	1.13	31.47	0.16	1.12	4.54
กรณี 6	1.73	58.56	30.96	31.63	28.80	1.45	1.14	31.48	0.16	1.12	4.54
กรณี 7	1.72	58.44	30.94	31.61	28.78	1.45	1.13	31.45	0.16	1.12	4.56
กรณี 8	1.73	58.46	30.95	31.62	28.79	1.45	1.13	31.47	0.16	1.12	4.54
กรณี 9	1.72	58.34	30.93	31.60	28.77	1.45	1.13	31.44	0.16	1.12	4.57
กรณี 10	1.72	58.38	30.94	31.61	28.78	1.45	1.13	31.45	0.16	1.12	4.56
กรณี 11	1.76	58.95	31.03	31.68	28.86	1.47	1.15	31.57	0.16	1.11	4.51
กรณี 12	2.37	65.51	32.10	32.56	30.21	1.81	1.43	32.12	0.16	1.14	4.68
กรณี 13	2.36	64.64	32.05	32.50	29.76	1.70	1.37	32.07	0.16	1.12	4.63
กรณี 14	2.37	65.11	32.09	32.54	30.15	1.80	1.42	32.10	0.16	1.14	4.68
กรณี 15	2.32	65.08	32.02	32.50	29.96	1.76	1.40	32.04	0.16	1.13	4.73
กรณี 16	1.66	57.38	30.85	31.52	28.67	1.42	1.11	31.49	0.15	1.11	4.44
กรณี 17	1.66	57.49	30.87	31.53	28.68	1.43	1.11	31.51	0.15	1.11	4.42
กรณี 18	1.64	57.22	30.82	31.50	28.65	1.42	1.10	31.45	0.15	1.11	4.49
กรณี 19	1.65	57.26	30.85	31.51	28.66	1.42	1.11	31.49	0.15	1.11	4.43
กรณี 20	1.63	57.00	30.80	31.48	28.62	1.41	1.10	31.42	0.15	1.11	4.49
กรณี 21	1.64	57.11	30.82	31.49	28.64	1.42	1.10	31.45	0.15	1.11	4.48
กรณี 22	1.73	58.28	31.01	31.64	28.80	1.46	1.14	31.71	0.15	1.11	4.36



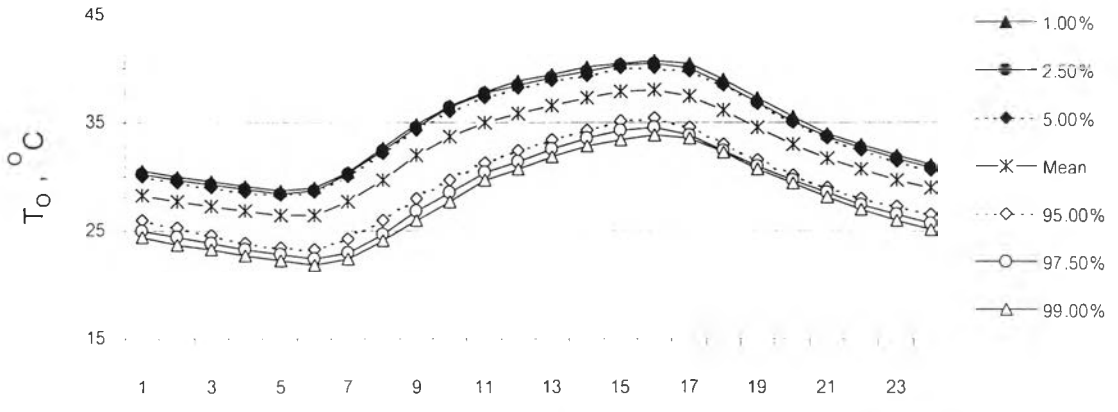


รูป 4.15 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายเดือนในกรณีเจาะช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ทางทิศใต้

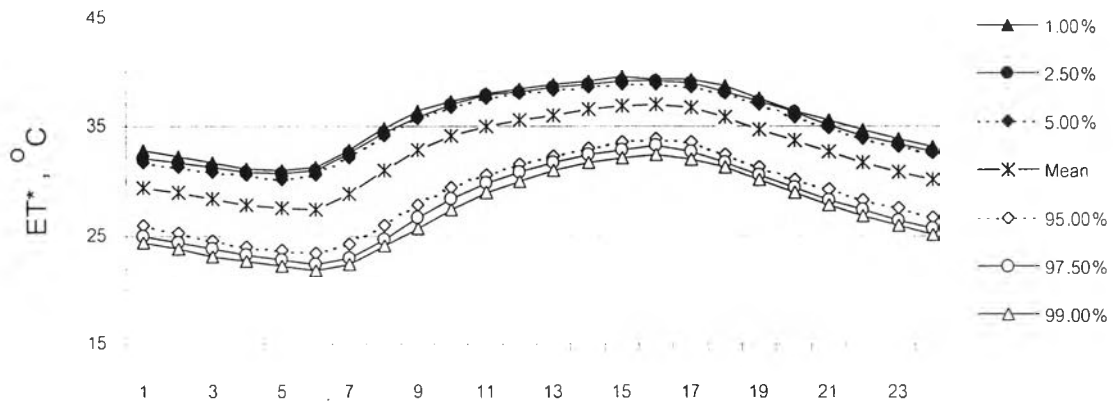




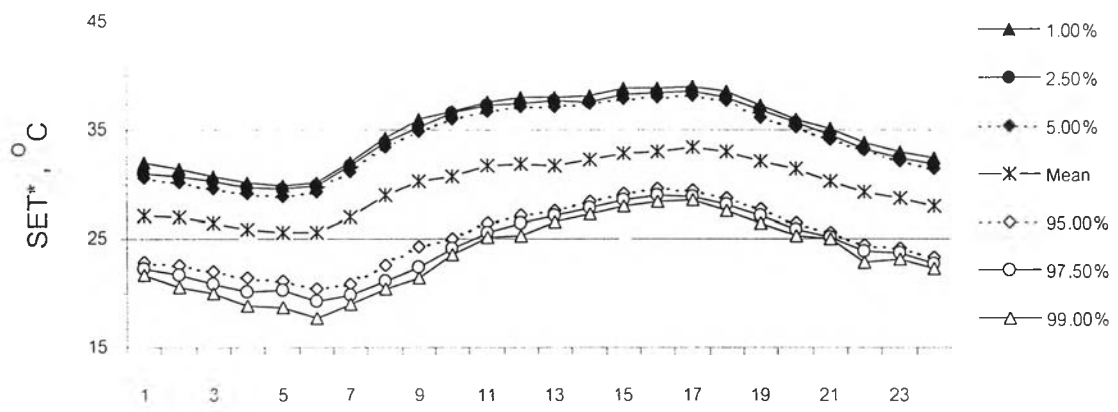
รูป 4.16 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีเจาะช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ทางทิศใต้



เวลา , ชั่วโมง Average = 32.05

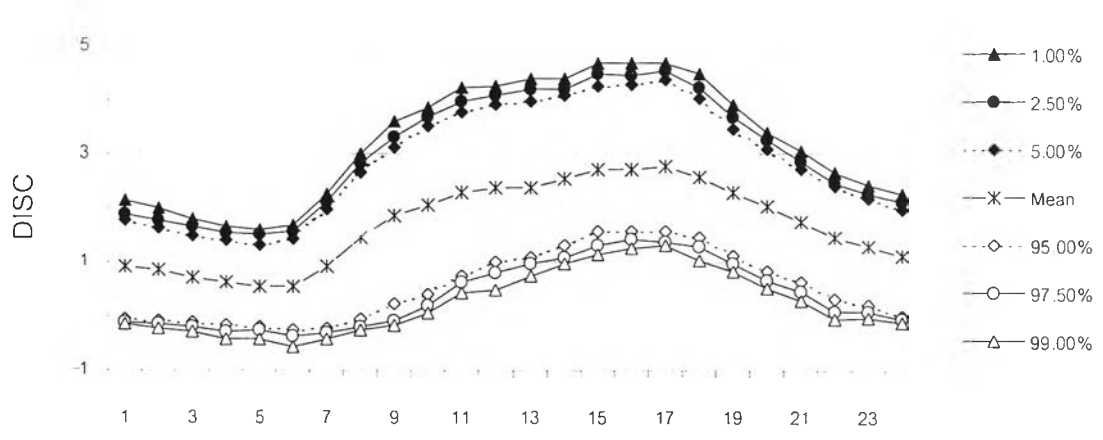


เวลา , ชั่วโมง Average = 32.50

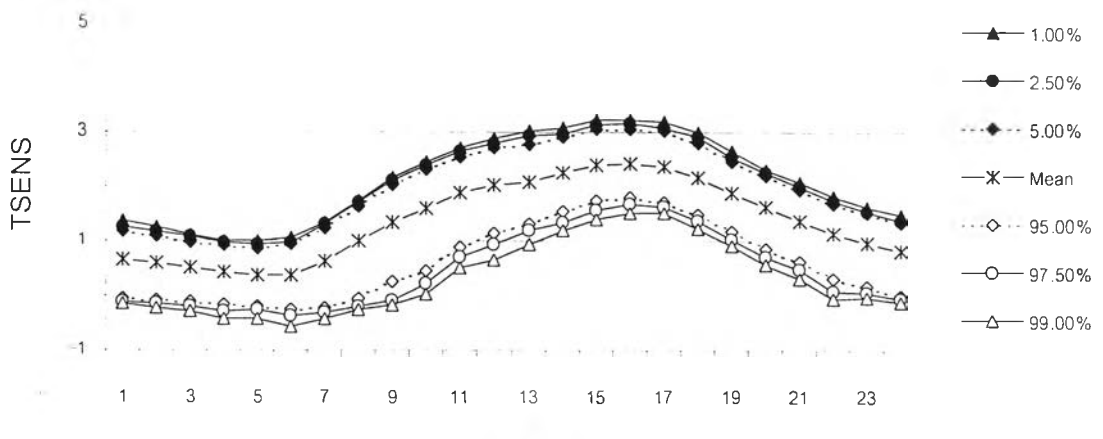


เวลา , ชั่วโมง Average = 29.76

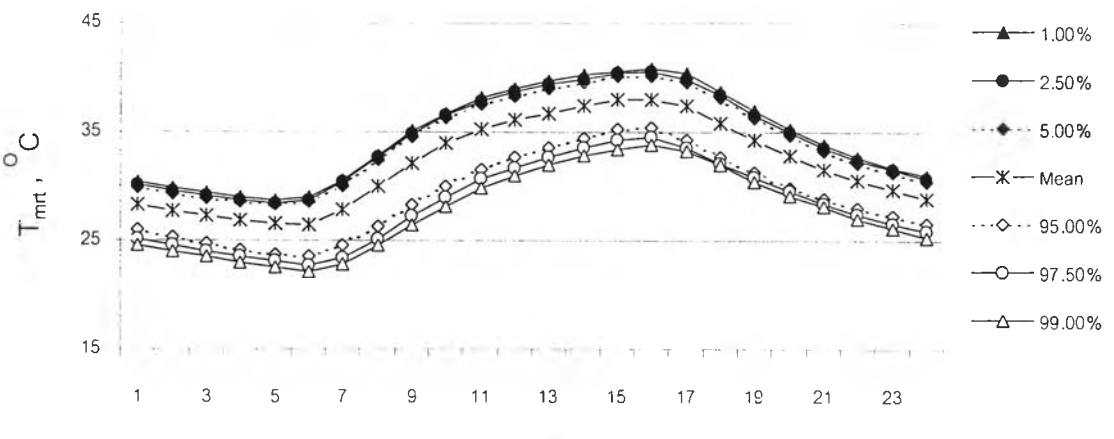
รูป 4.16 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีเจาะช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ทางทิศใต้



เวลา , ชั่วโมง Average = 1.70

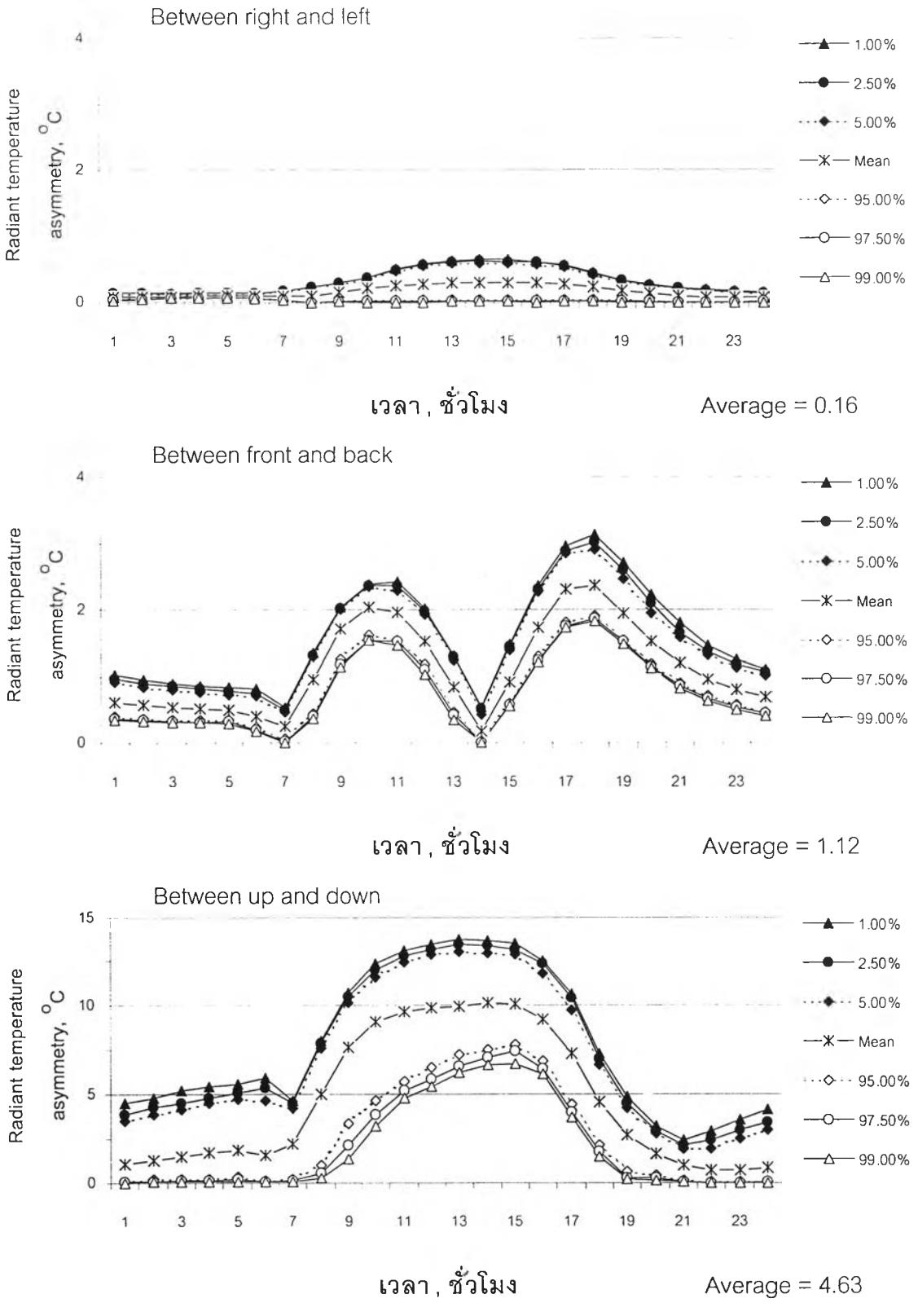


เวลา , ชั่วโมง Average = 1.37

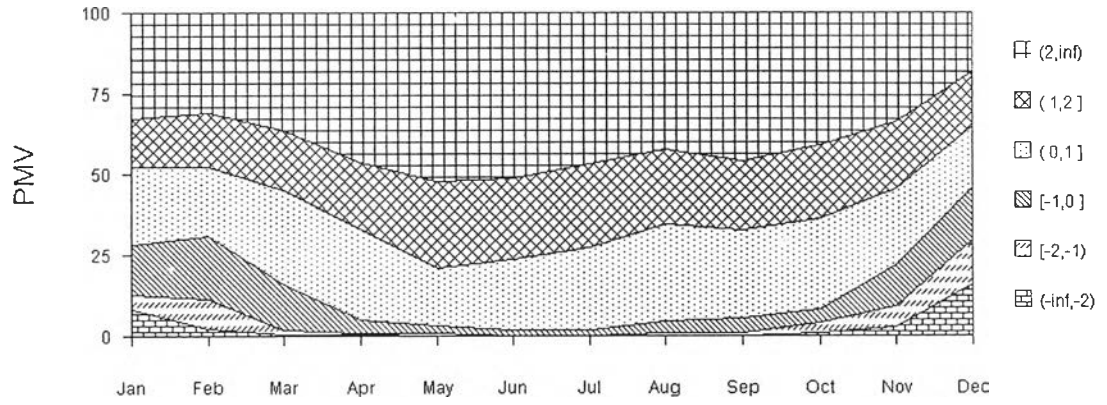


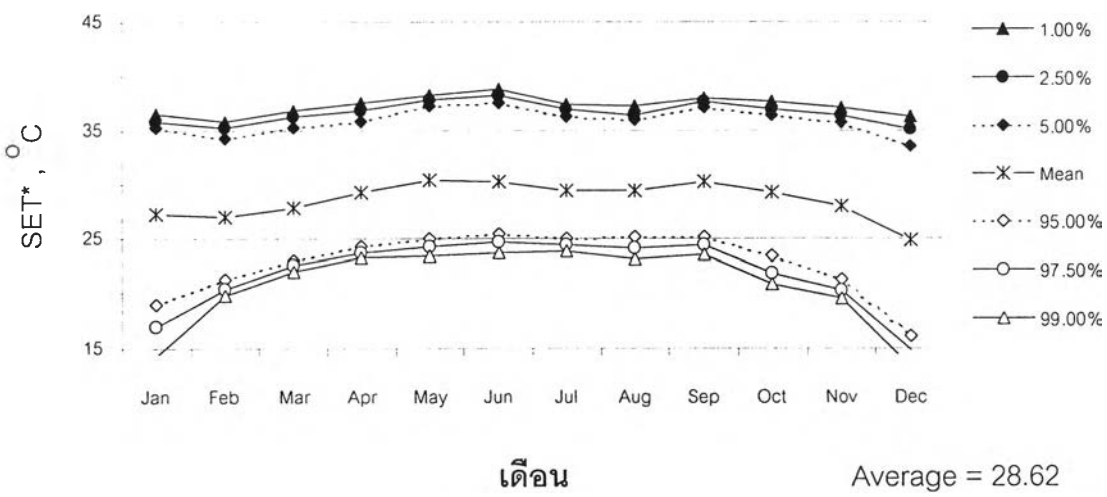
เวลา , ชั่วโมง Average = 32.07

รูป 4.16 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีเจาะช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ทางทิศใต้

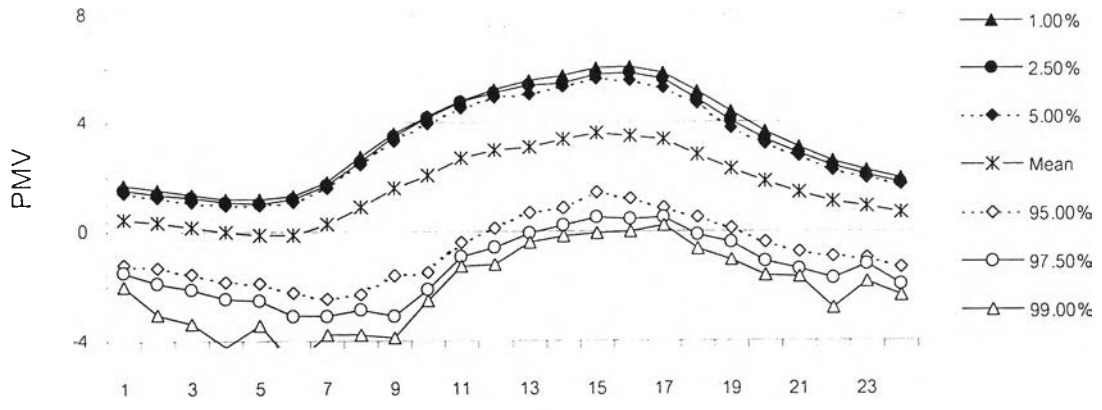


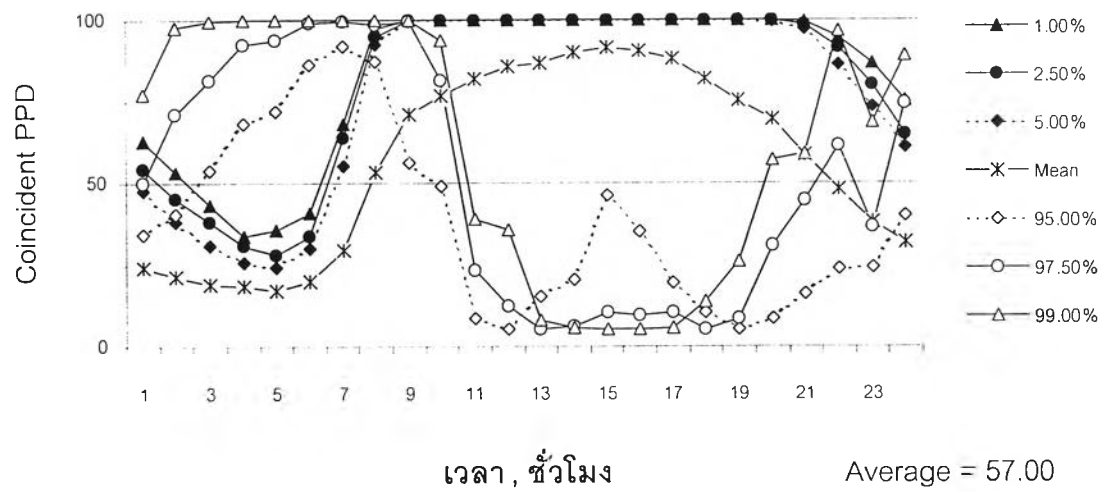
รูป 4.16 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีเจาะช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ทางทิศใต้



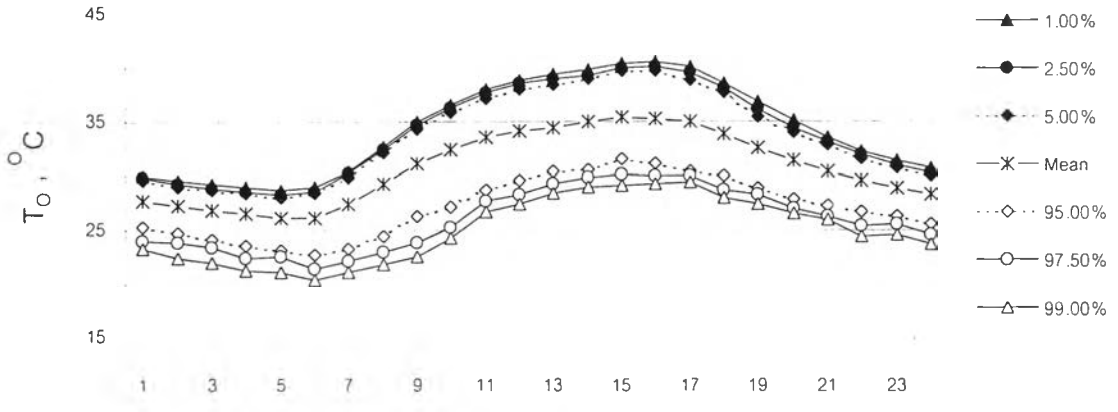


รูป 4.17 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายเดือนในกรณีเจาะช่องเปิด
ขนาด 2.25 m^2 ทางทิศใต้และทิศเหนือ

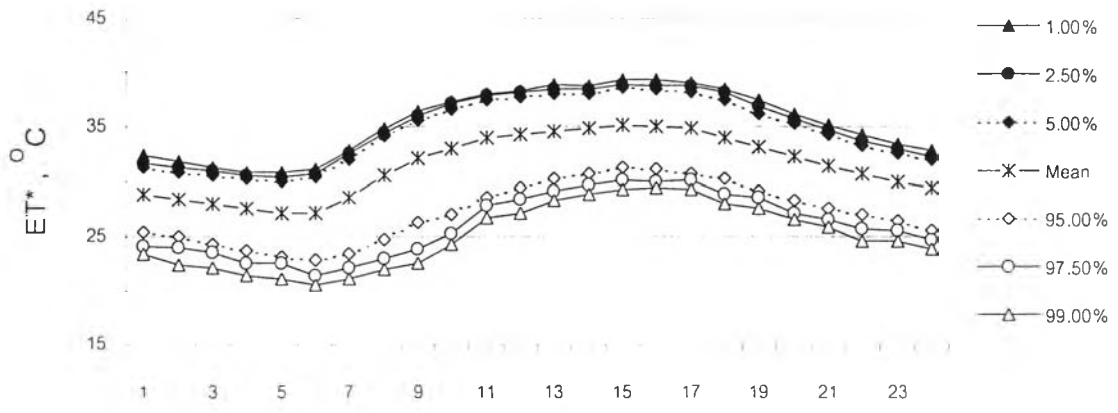




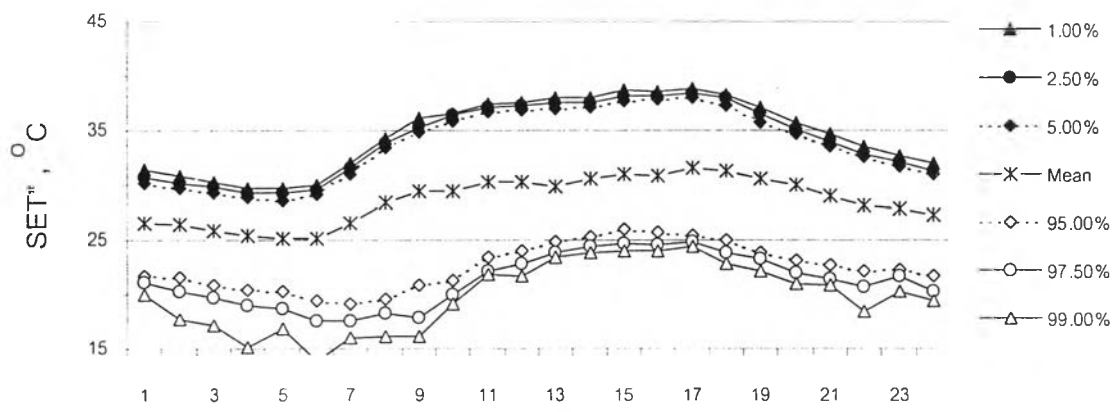
รูป 4.18 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีเจาะช่องเปิด
ขนาด 2.25 m^2 ทางทิศใต้และทิศเหนือ



เวลา , ชั่วโมง Average = 30.80

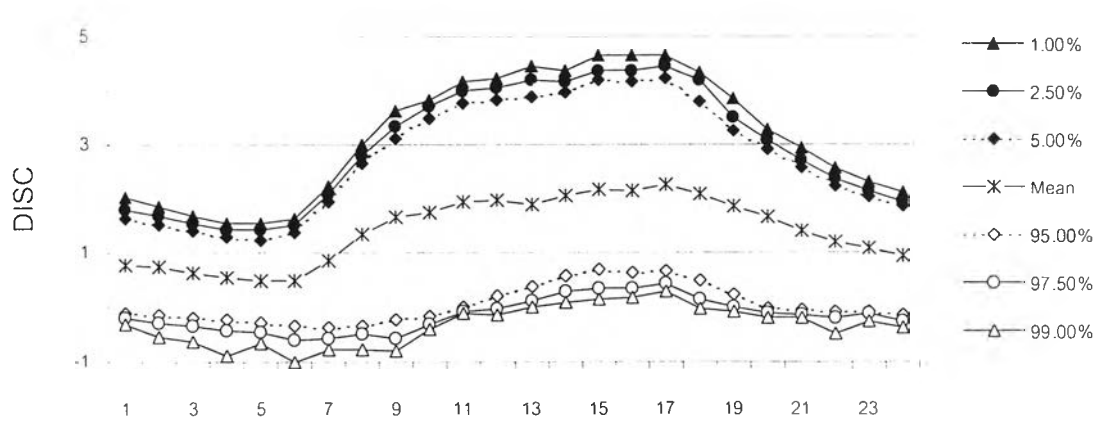


เวลา , ชั่วโมง Average = 31.48

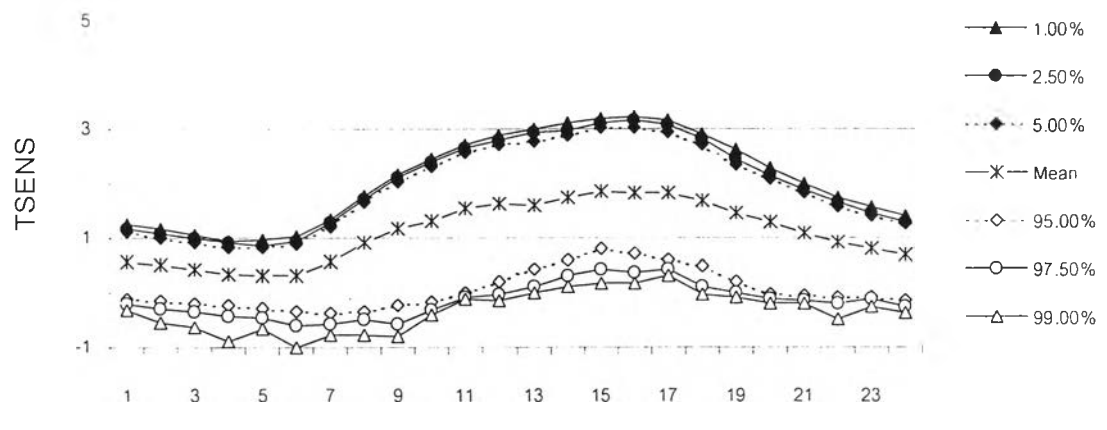


เวลา , ชั่วโมง Average = 28.62

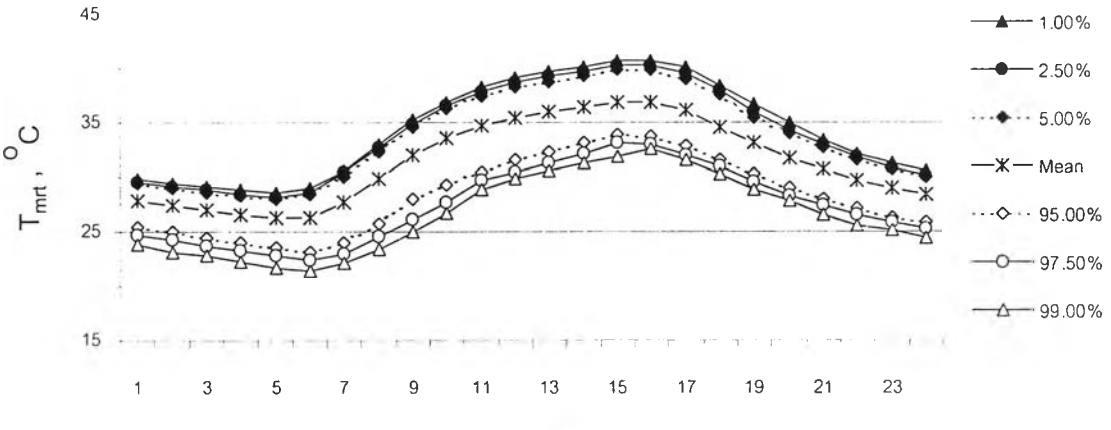
รูป 4.18 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีเจาะช่องเปิด
ขนาด 2.25 m^2 ทางทิศใต้และทิศเหนือ



เวลา , ชั่วโมง Average = 1.41

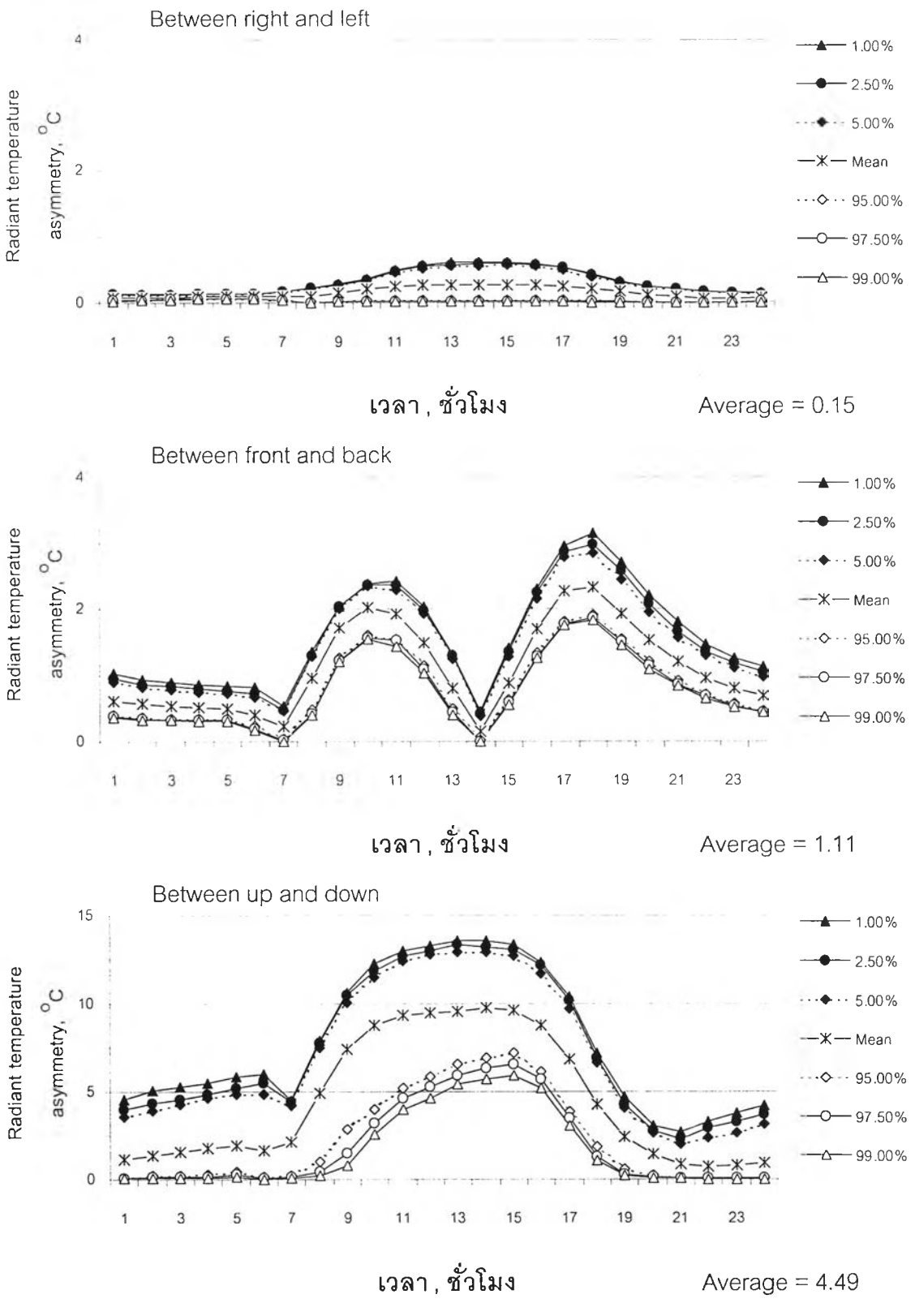


เวลา , ชั่วโมง Average = 1.10

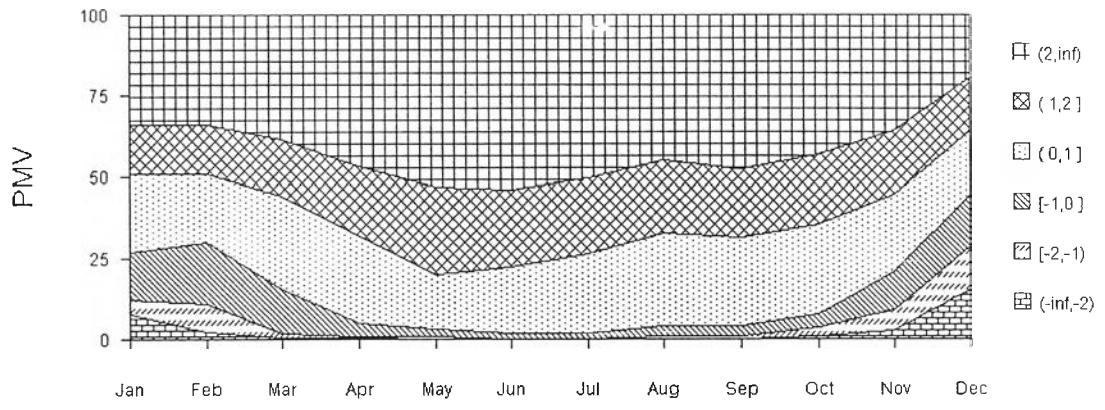


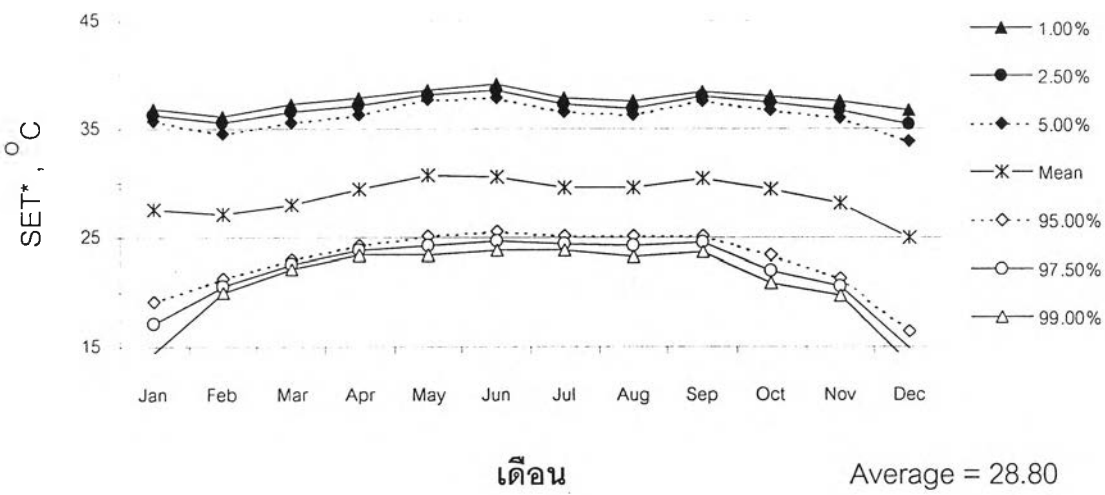
เวลา , ชั่วโมง Average = 31.42

รูป 4.18 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีเจาะช่องเปิด
ขนาด 2.25 m^2 ทางทิศใต้และทิศเหนือ

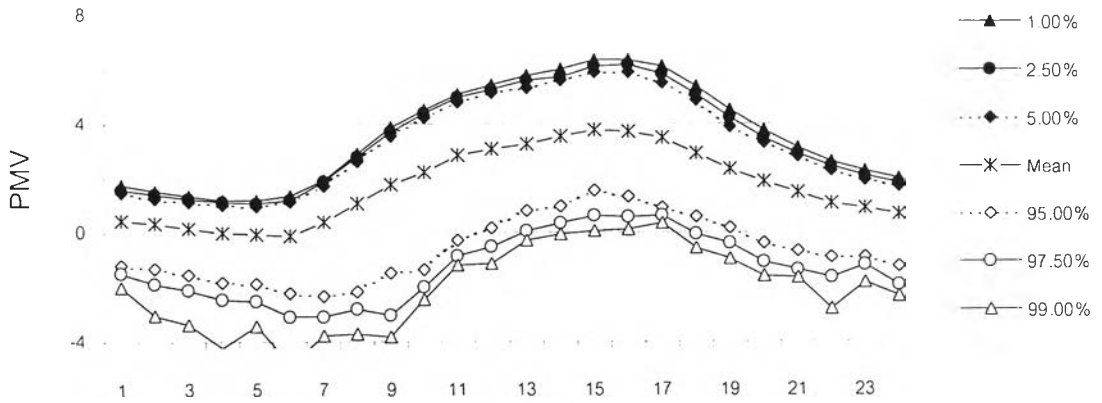


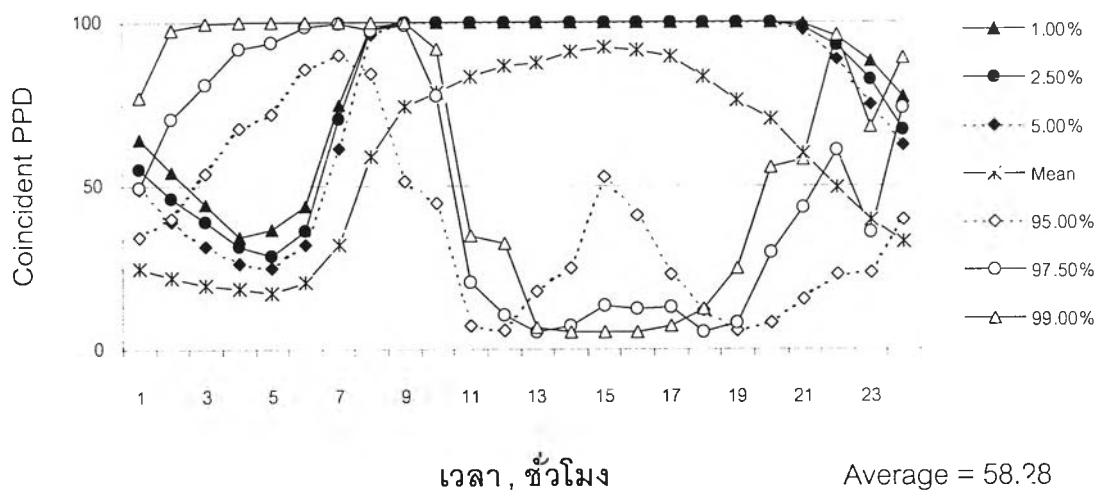
รูป 4.18 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีเจาะช่องเปิด ขนาด 2.25 m^2 ทางทิศใต้และทิศเหนือ



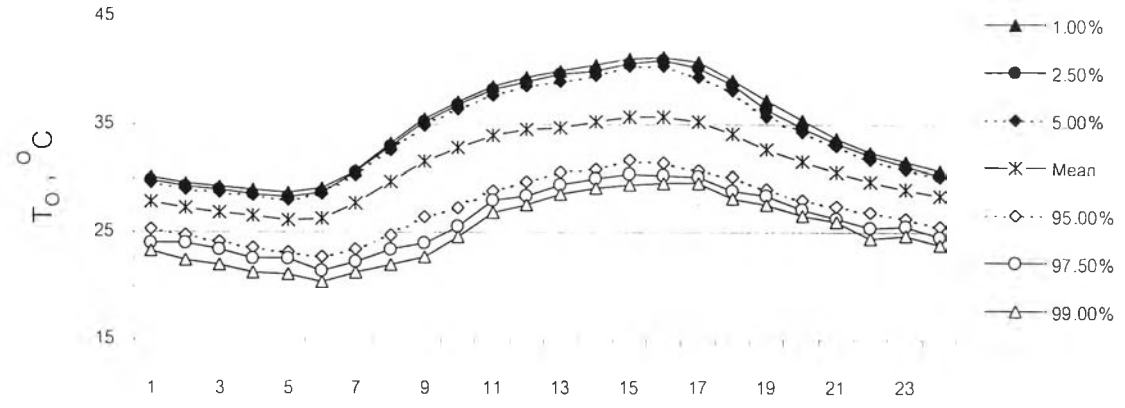


รูป 4.19 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายเดือนในกรณีเจาะช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ทั้งสี่ทิศทาง

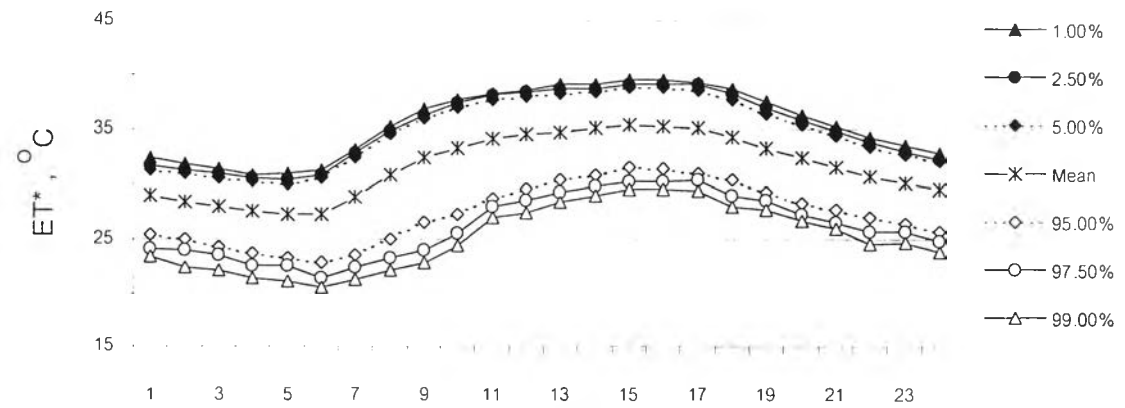




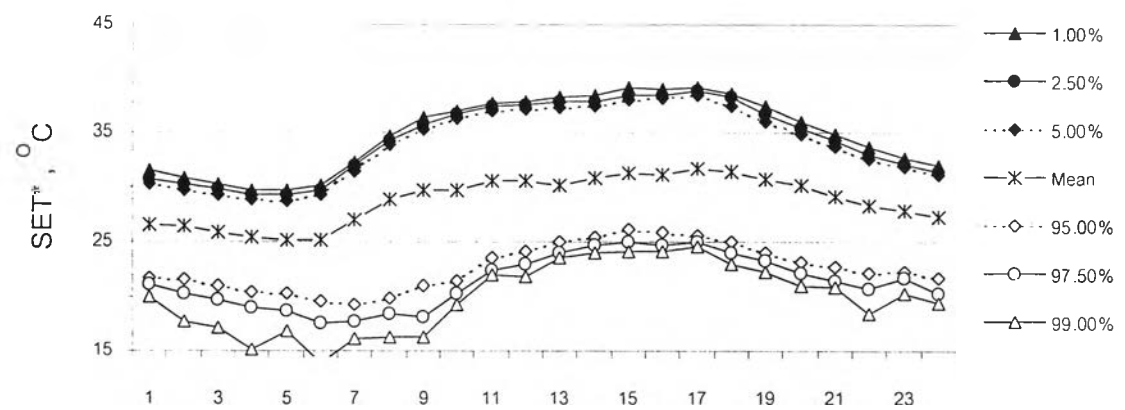
รูป 4.20 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีเจาะช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ทั้งสี่ทิศทาง



เวลา , ชั่วโมง Average = 31.01

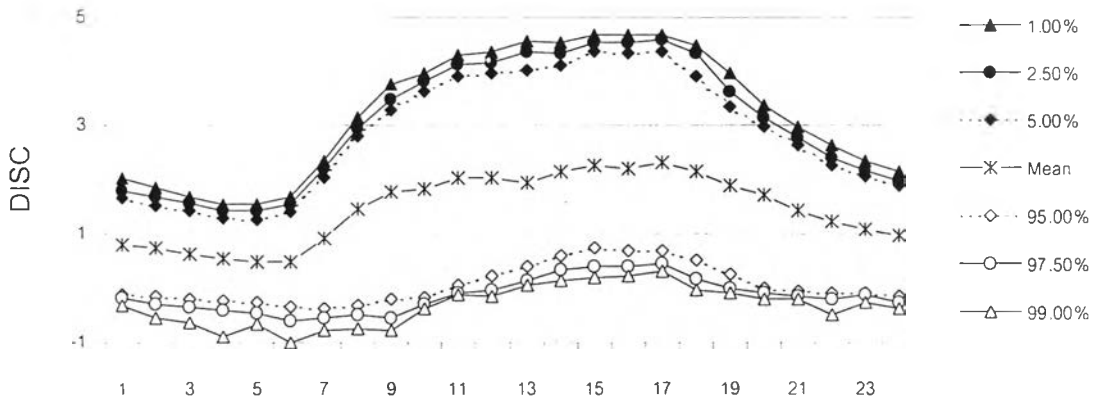


เวลา , ชั่วโมง Average = 31.64

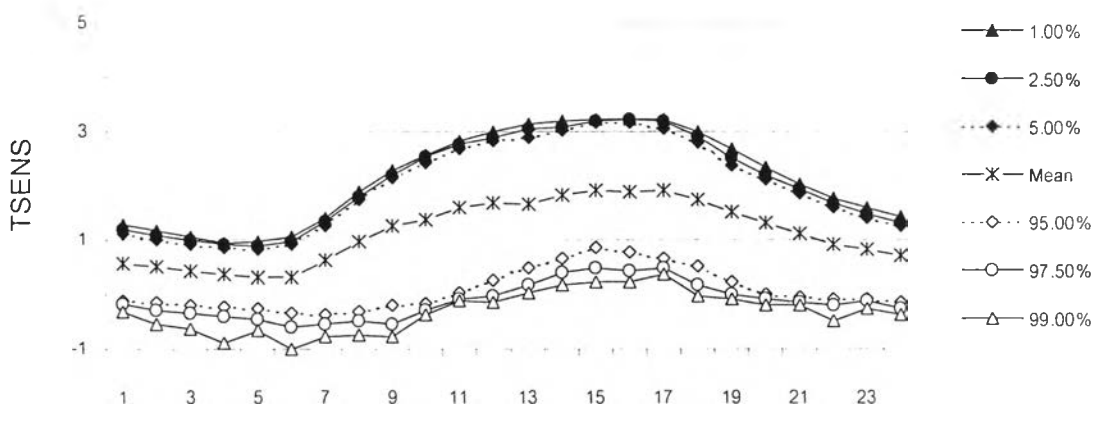


เวลา , ชั่วโมง Average = 28.80

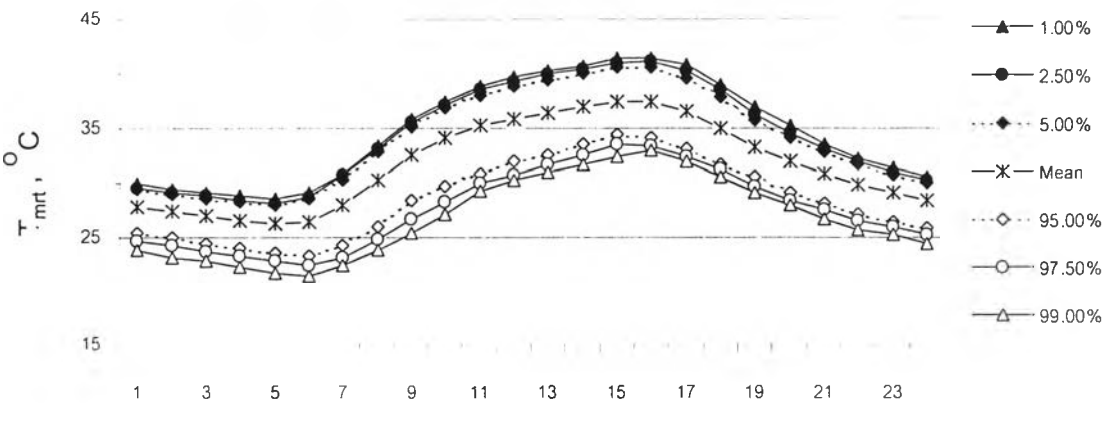
รูป 4.20 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีเจาะช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ทั้งสี่ทิศทาง



เวลา , ชั่วโมง Average = 1.46

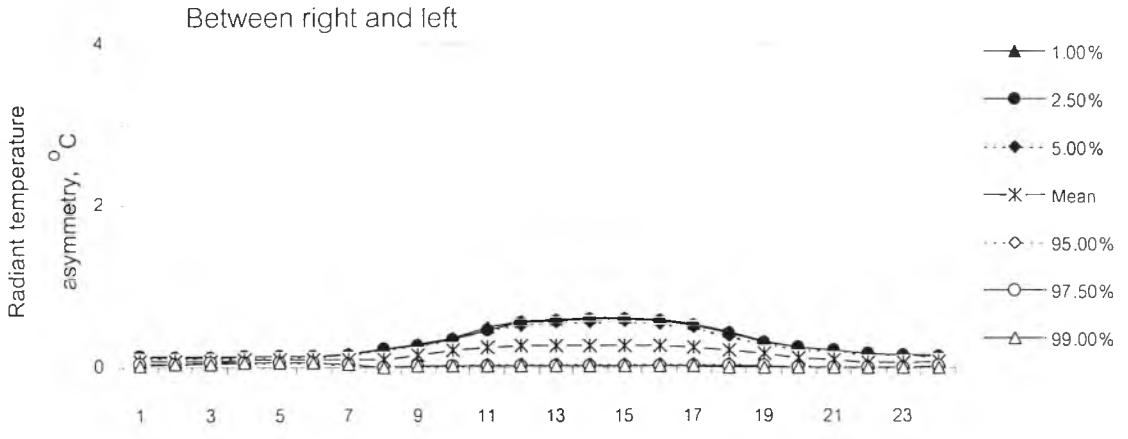


เวลา , ชั่วโมง Average = 1.14

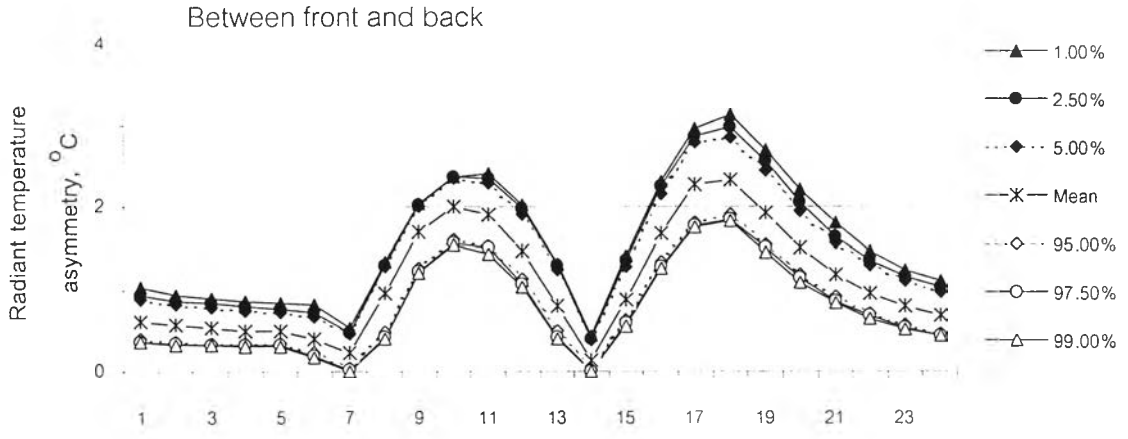


เวลา , ชั่วโมง Average = 31.71

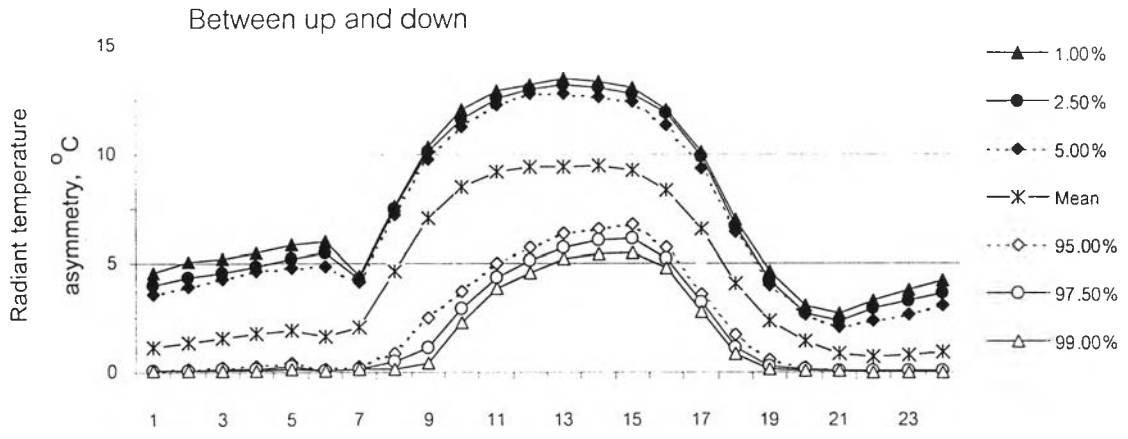
รูป 4.20 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีเจาะช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ทั้งสี่ทิศทาง



เวลา , ชั่วโมง Average = 0.15

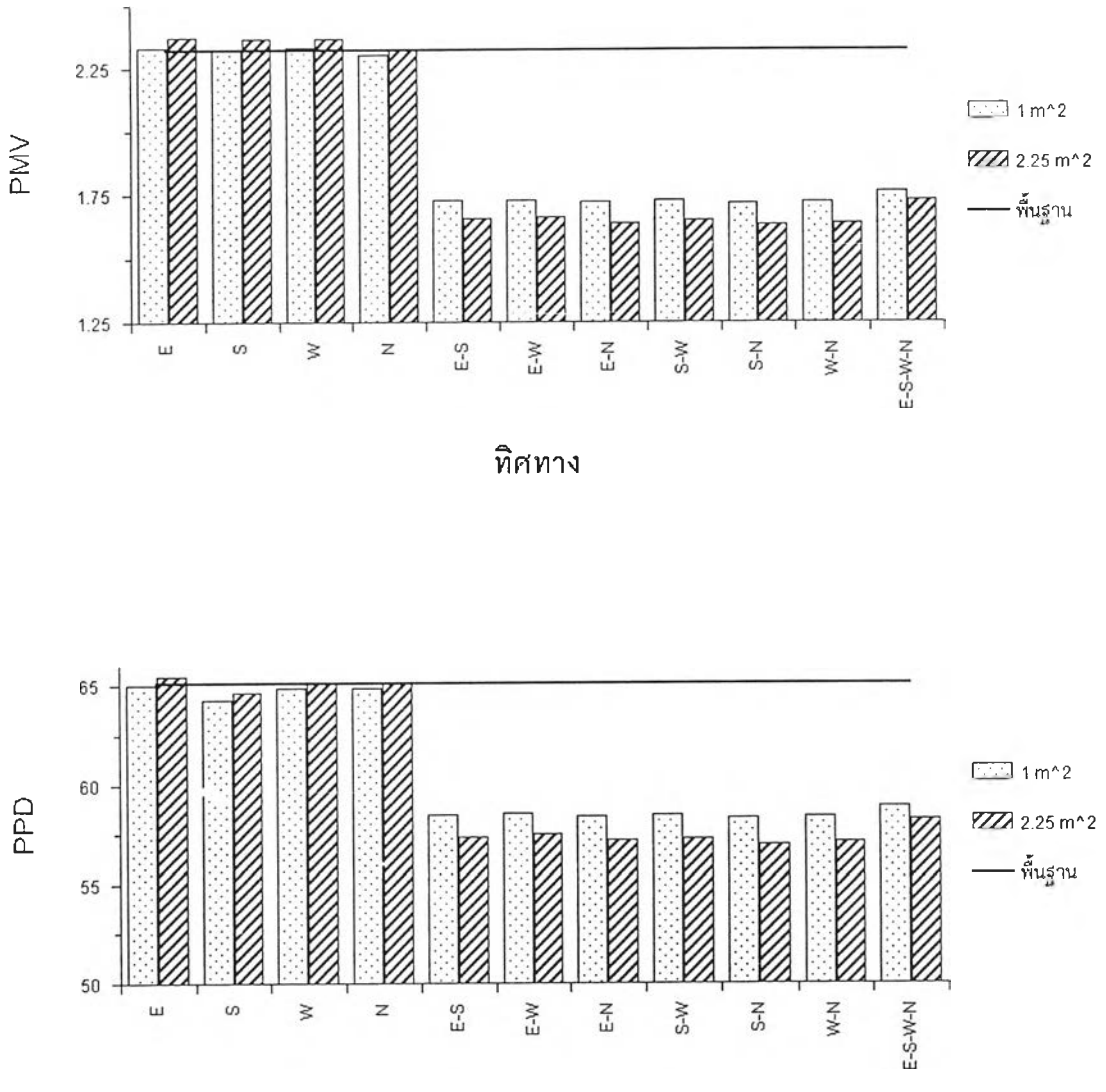


เวลา , ชั่วโมง Average = 1.11

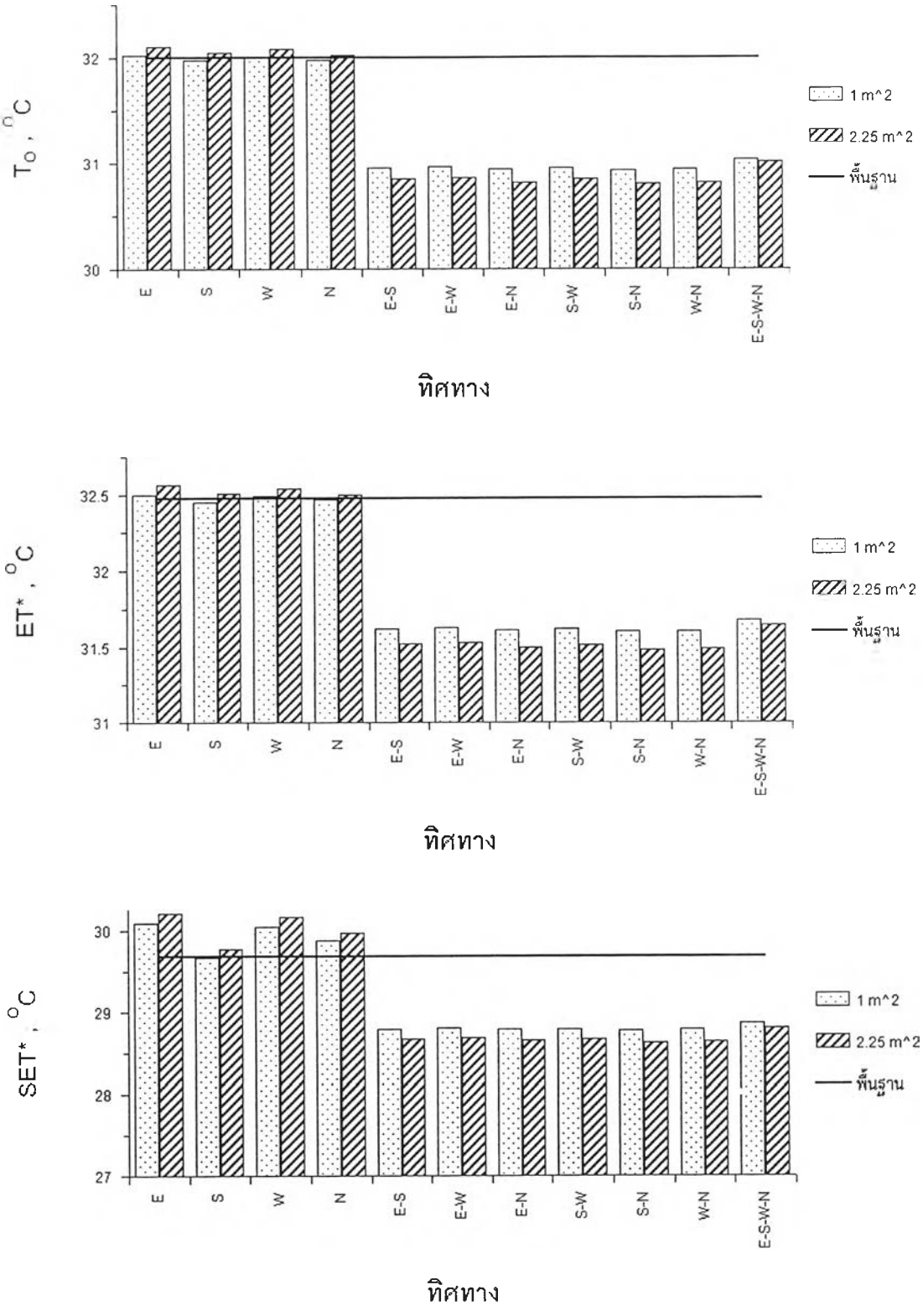


เวลา , ชั่วโมง Average = 4.36

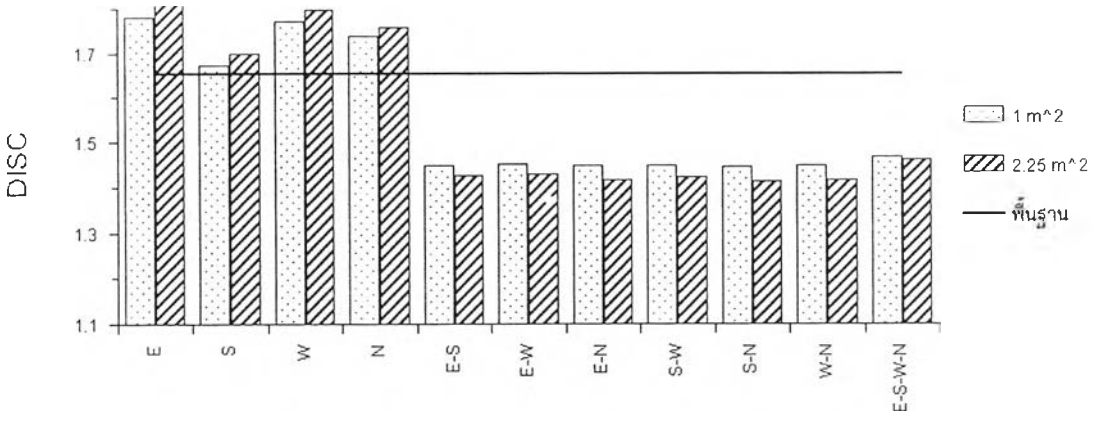
รูป 4.20 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีเจาะช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ทั้งสี่ทิศทาง

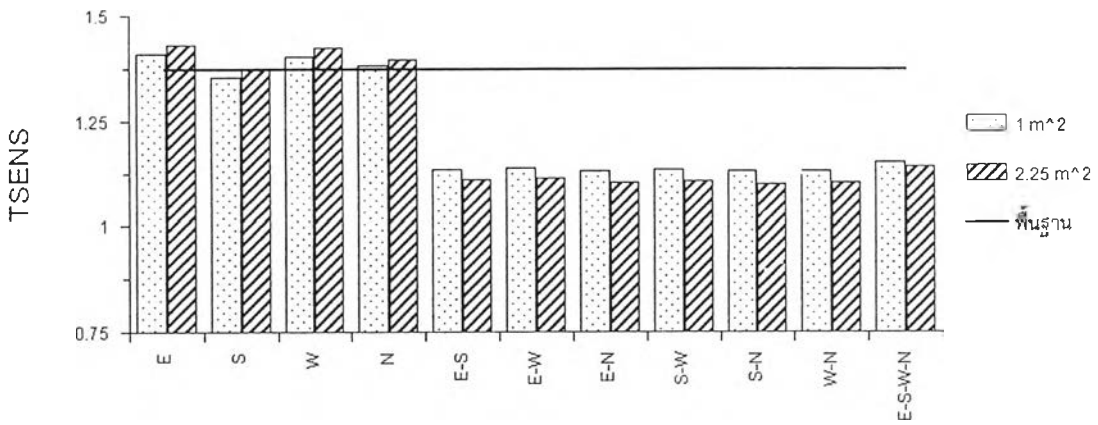


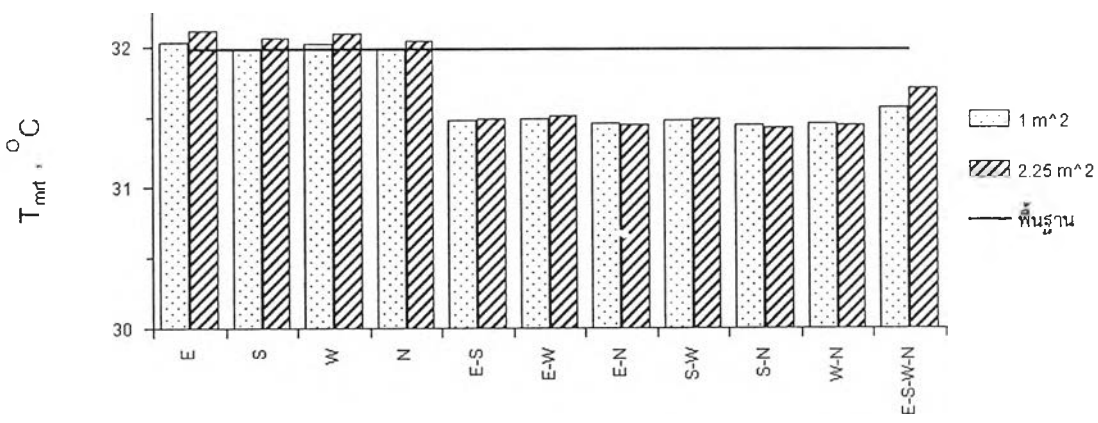
รูป 4.21 ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการเจาะช่องเปิดในกรณีต่างๆ



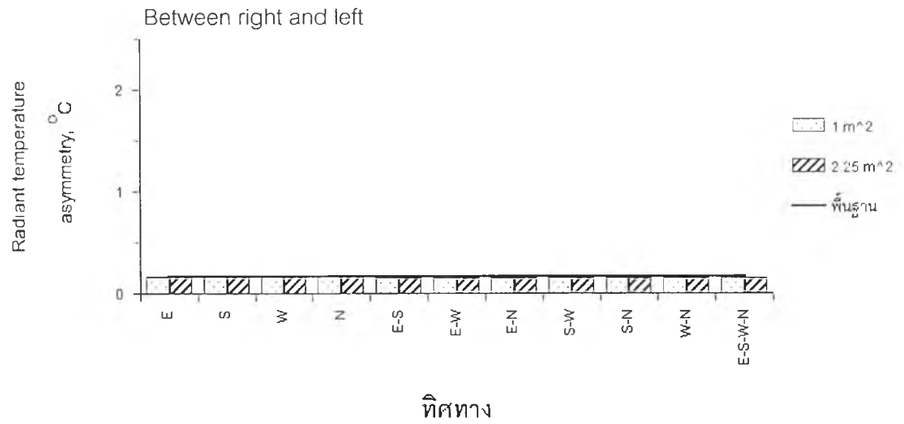
รูป 4.21 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการเจาะช่องเปิดในกรณีต่างๆ

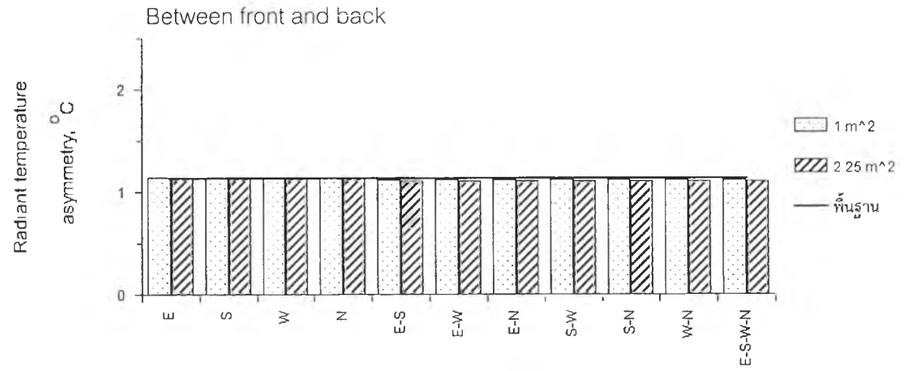


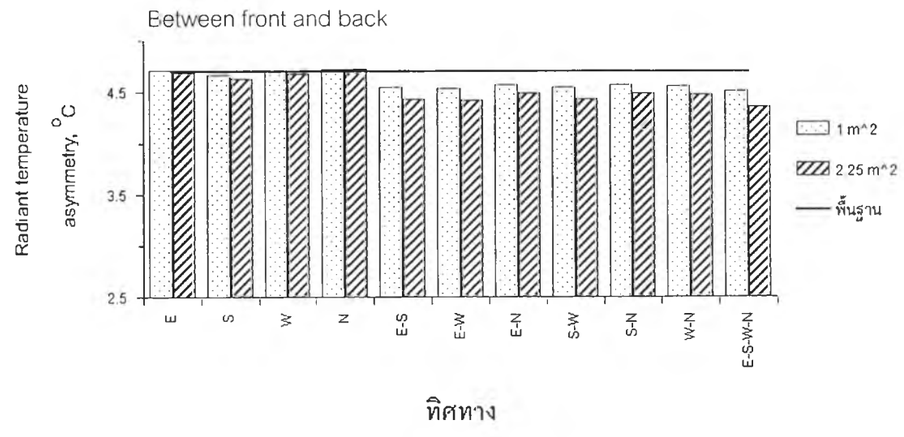




รูป 4.21 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการเจาะช่องเปิดในกรณีต่างๆ



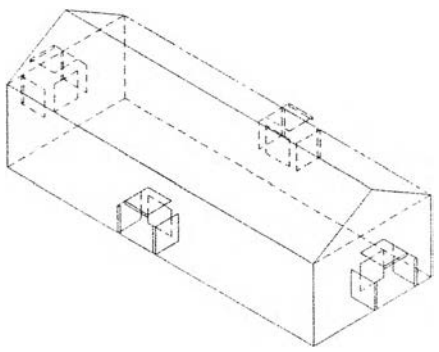




รูป 4.21 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการเจาะช่องเปิดในกรณีต่างๆ

4.4 อิทธิพลของอุปกรณ์บังเงาที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อน

ในหัวข้อนี้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของอุปกรณ์บังเงาที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัย อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ถึงภาวะความสบายที่เปลี่ยนแปลงไปได้แก่แผงกันแดด (overhang) และครีบกันแดด (side fin) ความยาว 1 m ซึ่งติดตั้งเข้าไปในบ้านจำลองที่ได้รับการติดตั้งช่องเปิดขนาด 1 m^2 หรือ 2.25 m^2 บนกำแพงทั้งสี่ด้านดังที่เคยนำเสนอไว้ในหัวข้อ 4.3 ค่าดัชนีความสุขสบายที่เปลี่ยนแปลงไปจากผลการวิเคราะห์ของกรณีติดตั้งช่องเปิดทั้งสี่ทิศทางทำให้ทราบถึงอิทธิพลของอุปกรณ์แต่ละชนิดที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อน จากนั้นจึงทำการศึกษากรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์ทั้งสองชนิดบนแต่ละช่องเปิดดังที่แสดงไว้ในรูป 4.22



รูป 4.22 บ้านจำลองที่ติดตั้งอุปกรณ์บังเงา

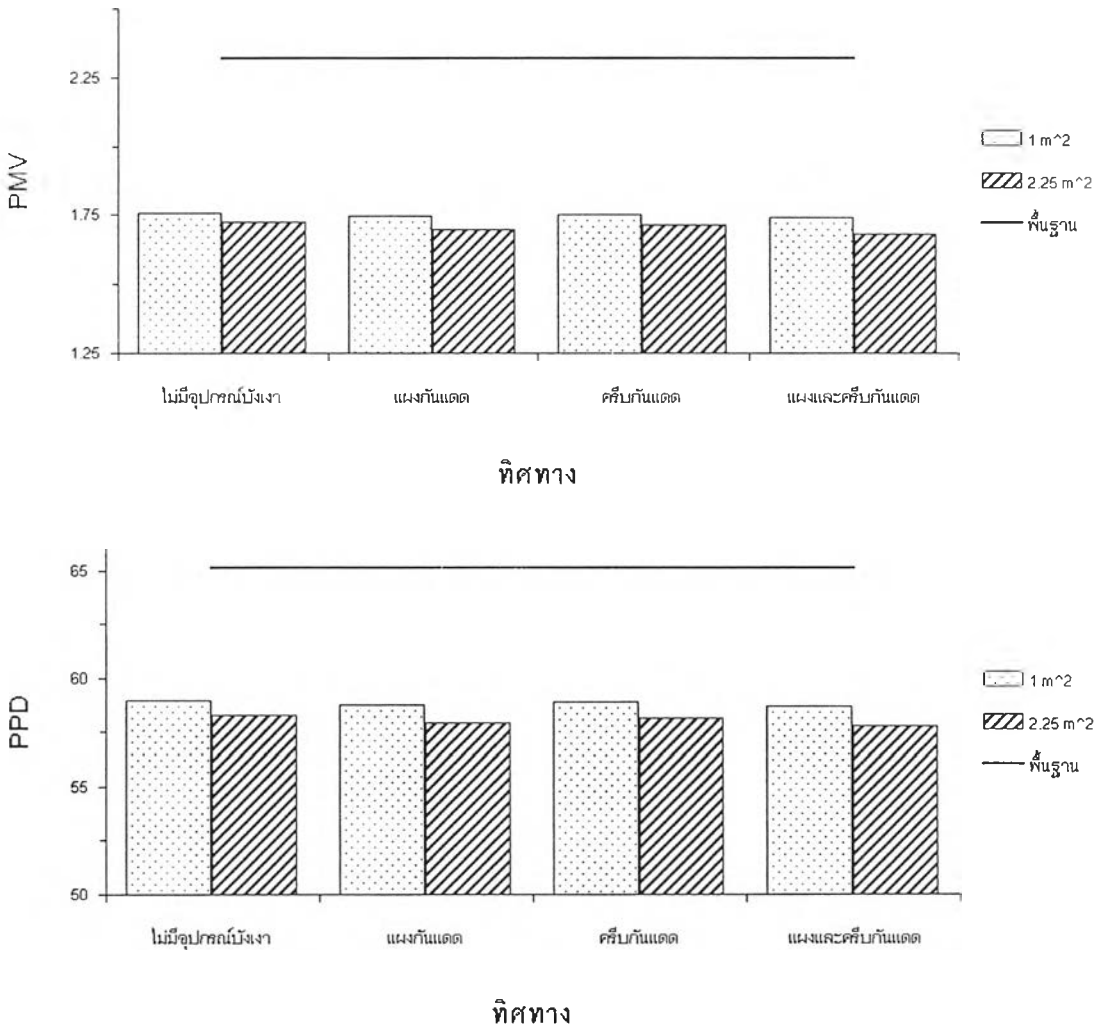
ตาราง 4.5 นำเสนอถึงค่าเฉลี่ยของทุกดัชนีซึ่งคำนวณจากข้อมูลรายชั่วโมงตลอดระยะเวลา 1 ปี ส่วนรูป 4.23 นำเสนอถึงผลการคำนวณเชิงเปรียบเทียบของทุกกรณีที่วิเคราะห์ นอกจากนี้ยังแสดงผลการคำนวณของกรณีที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์บังเงาใดๆ บนช่องเปิดแต่ละด้านเพื่อให้เห็นถึงความสุขสบายที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจนขึ้น จากผลการวิเคราะห์พบว่าการติดตั้งอุปกรณ์บังเงาบนช่องเปิดแต่ละแห่งนั้นมีผลต่อความสุขสบายเชิงความร้อนเพียงเล็กน้อยโดยการติดตั้งทั้งแผงกันแดดและครีบกันแดดซึ่งยื่นออกจากกำแพง 1 m บนช่องเปิดขนาด 1 m^2 ทั้งสี่ด้านสามารถทำให้ค่า PMV ลดลงจากกรณีไม่ได้ติดตั้งซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.76 มาเป็น 1.74 และลดลงจาก 1.73 มาเป็น 1.69 สำหรับกรณีที่เจาะช่องเปิดขนาด 2.25 m^2 ในสี่ทิศทาง หรือกล่าวได้ว่าค่า PMV ของกรณีติดตั้งอุปกรณ์บังเงาทั้งสองชนิดบนช่องเปิด 1 m^2 และ 2.25 m^2 สามารถทำให้ค่า PMV ลดลงเพียง 1.1% และ 2.3% ซึ่งมีความหมายโดยนัยว่าอุปกรณ์บังเงามีอิทธิพลต่อความสบายมากขึ้นเมื่อช่องเปิดมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่ในความเป็นจริงค่าความสุขสบายที่ได้รับอาจมีการเปลี่ยนแปลงมากไปกว่านี้เนื่องจากในงานวิจัยนี้จะพิจารณาว่าอุปกรณ์บังแดดสามารถป้องกันสามารถป้องกันได้เฉพาะการแผ่รังสีความร้อนแบบตรงจากดวงอาทิตย์ซึ่งในความเป็นจริงอุปกรณ์บังเงา

สามารถป้องกันการแผ่รังสีแบบกระจายได้เล็กน้อย สาเหตุอีกประการซึ่งอาจทำให้ค่าดัชนีความสบายในกรณีติดตั้งอุปกรณ์บังเงาเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าที่ควรก็คือในงานวิจัยนี้จะพิจารณาว่าอุปกรณ์บังเงาสามารถป้องกันรังสีความร้อนให้แก่ช่องเปิดเท่านั้นโดยละเลยผลของอุปกรณ์บังเงาแต่ละชนิดที่มีต่อผิวของกำแพงด้านนอกซึ่งต่างจากกันสาดที่สามารถบังเงาให้ทั้งช่องเปิดและกำแพง อย่างไรก็ตามรูป 4.22 แสดงให้เห็นว่าขนาดของช่องเปิดและอุปกรณ์บังเงาเมื่อเทียบกับกำแพงแล้วมีขนาดที่ไม่ใหญ่มาก จึงทำให้สามารถละเลยผลของอุปกรณ์ที่มีต่อการป้องกันการแผ่รังสีแบบกระจายรวมถึงผลกระทบที่มีต่อกำแพงด้านนอกได้

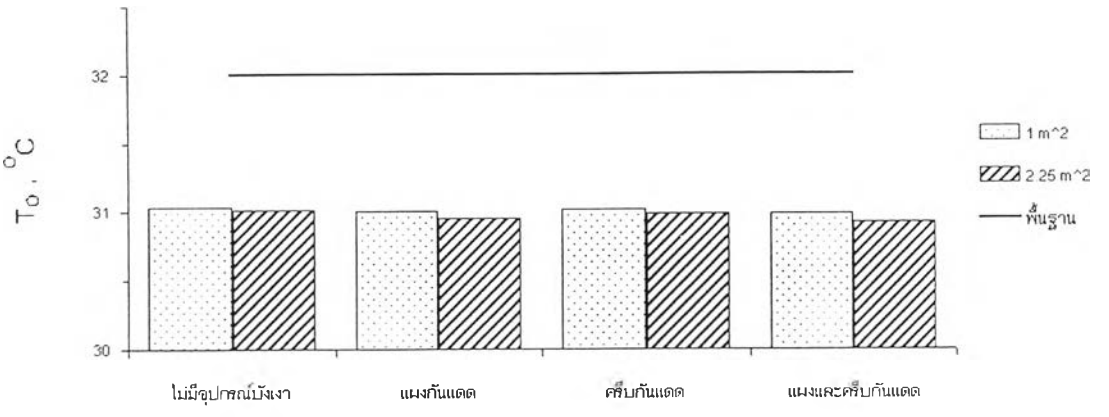
สำหรับอิทธิพลของแผงกันแดดและครีบกันแดดที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อนนั้น ตาราง 4.5 และ รูป 4.23 แสดงให้เห็นว่าแผงกันแดดมีผลต่อภาวะสบายในบ้านจำลองมากกว่า นอกนั้นยังพบว่าการติดตั้งทั้งแผงกันแดดและครีบกันแดดไม่ได้ทำให้ความสุขสบายเชิงความร้อนที่ได้รับแตกต่างไปจากการติดเฉพาะแผงกันแดดหรือครีบกันแดดอย่างใดอย่างหนึ่งเท่าไรนัก ทั้งนี้เนื่องจากโซนควบคุมจะได้รับการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์แบบกระจายอยู่ตลอดเวลาที่มีแสงแดดซึ่งอุปกรณ์บังเงาแต่ละชนิดไม่สามารถป้องกันได้ แต่สิ่งที่กล่าวมานี้มิได้หมายความว่าอุปกรณ์บังเงาจะไม่มีประโยชน์ใดๆ เลยเพราะว่างานวิจัยนี้จะพิจารณาอยู่ในขอบเขตของความสุขสบายเชิงความร้อนเท่านั้นโดยไม่พิจารณาถึงประโยชน์ทางด้านการส่องสว่างหรือประโยชน์ในด้านการป้องกันน้ำฝนที่สาดเข้ามาซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตของงานวิจัยครั้งนี้

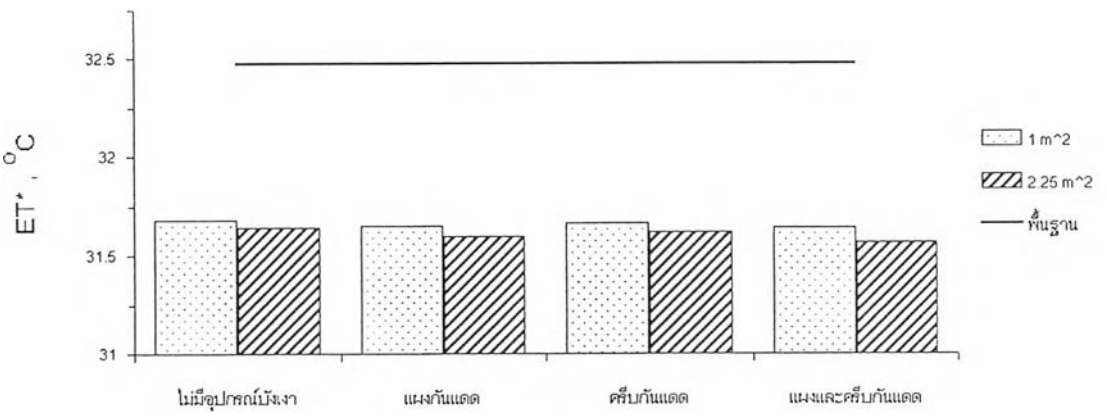
ตาราง 4.5 ดัชนีความสุขสบายเฉลี่ยของบ้านจำลองที่ติดตั้งอุปกรณ์บังเงาตั้งแต่กรณี 1 ถึงกรณี 6

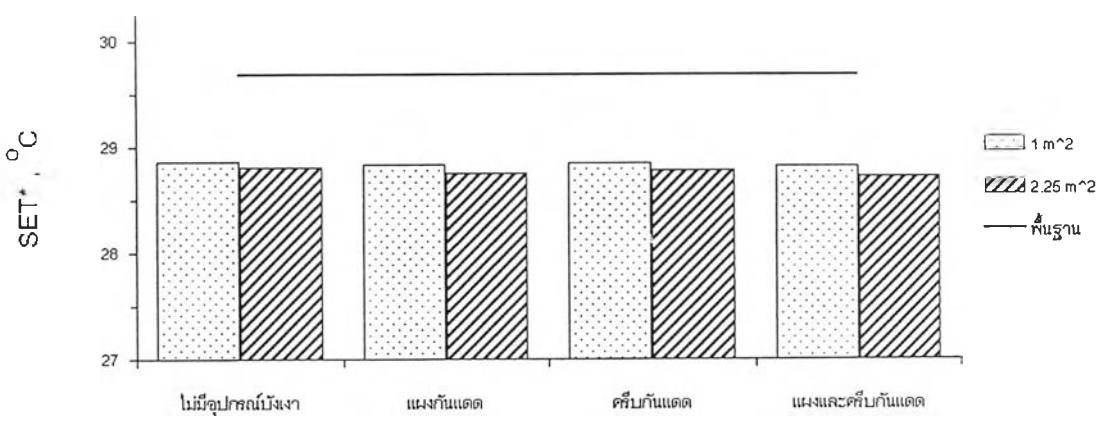
	PMV	PPD	T_o	ET*	SET*	DISC	TSENS	T_{mrt}	R/L	F/B	U/D
กรณี 1	1.75	58.77	31.00	31.65	28.83	1.46	1.14	31.53	0.16	1.11	4.56
กรณี 2	1.75	58.87	31.02	31.67	28.84	1.47	1.15	31.55	0.16	1.11	4.53
กรณี 3	1.74	58.68	30.99	31.64	28.82	1.46	1.14	31.51	0.16	1.11	4.57
กรณี 4	1.70	57.95	30.95	31.60	28.75	1.45	1.13	31.62	0.15	1.11	4.46
กรณี 5	1.71	58.11	30.98	31.62	28.78	1.45	1.14	31.67	0.15	1.11	4.40
กรณี 6	1.69	57.78	30.92	31.57	28.73	1.44	1.12	31.58	0.15	1.11	4.50



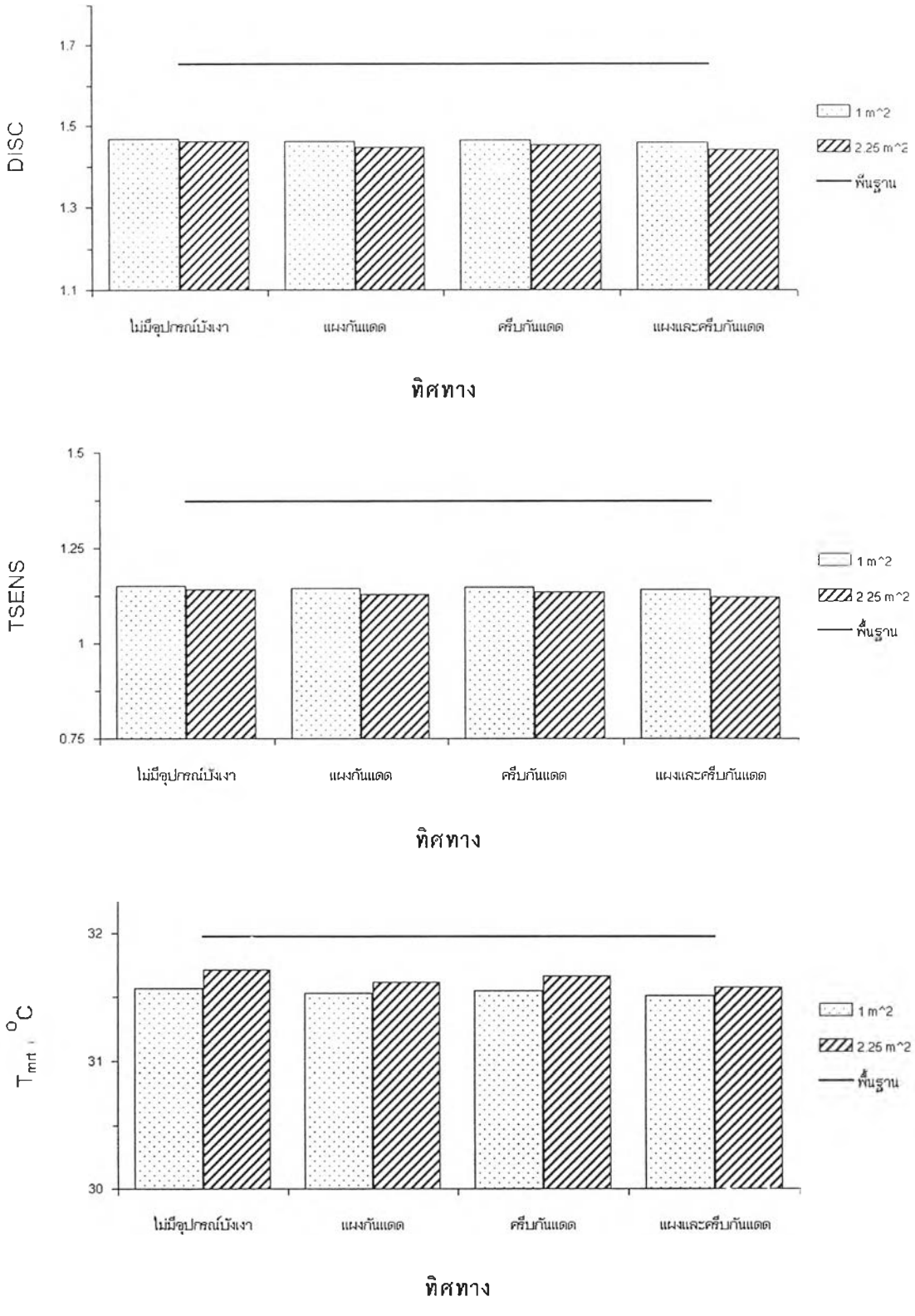
รูป 4.23 ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดอุปกรณ์บังเงาในกรณีต่างๆ



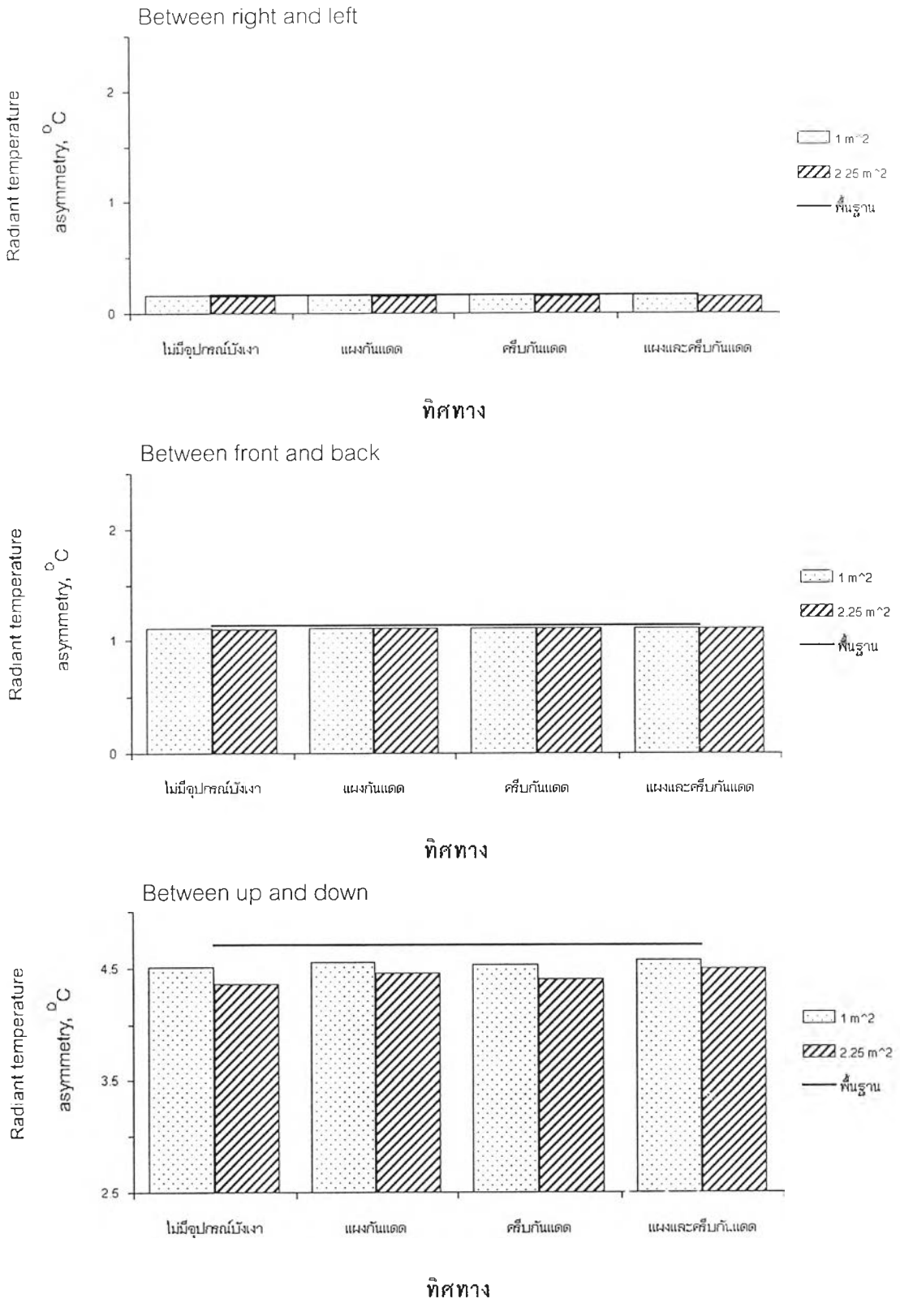




รูป 4.23 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดอุปกรณ์บังเงาในกรณีต่างๆ



รูป 4.23 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดอุปกรณ์บังเงาในกรณีต่างๆ



รูป 4.23 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดอุปกรณ์บังเงาในกรณีต่างๆ

4.5 อิทธิพลของฉนวนความร้อนที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อน

การศึกษาในขั้นตอนนี้จะวิเคราะห์ถึงอิทธิพลของฉนวนที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อนโดยติดตั้งฉนวนใยแก้วบนฝ้าเพดานใต้หลังคาของบ้านจำลองกรณีพื้นฐานด้วยความหนาของฉนวนที่ระดับต่างๆ สาเหตุที่งานวิจัยครั้งนี้พิจารณาเฉพาะฉนวนใยแก้วนั้นเนื่องจากผลการวิจัยของ สมบูรณ์ (2543) พบว่าฉนวนชนิดต่างๆ ที่มีความหนาเท่ากันจะมีปริมาณความร้อนสัมพัทธ์ใกล้เคียงกัน จึงทำให้งานวิจัยครั้งนี้นำฉนวนใยแก้วซึ่งเป็นฉนวนความร้อนที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมาใช้ในการศึกษาถึงอิทธิพลที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัยโดยไม่พิจารณาถึงอิทธิพลของฉนวนชนิดอื่นๆ การวิเคราะห์ความสุขสบายที่เกิดขึ้นในบ้านจำลองเริ่มจากการติดตั้งฉนวนใยแก้วความหนา 0.5″ จากนั้นจึงศึกษาถึงค่าดัชนีความสุขสบายที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเพิ่มความหนาเป็น 1″ 2″ และ 3″ ตามลำดับ ในขั้นตอนสุดท้ายจะพิจารณากรณีที่ติดตั้งฉนวนหนา 3″ บนฝ้าเพดานและกำแพงห้องทุกด้านยกเว้นบริเวณพื้นเพื่อแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการติดตั้งฉนวนที่กำแพงด้านในของอาคาร ผลการวิเคราะห์ความสุขสบายซึ่งได้รับจากการติดตั้งฉนวนกันความร้อนในกรณีต่างๆ นั้นแสดงอยู่ในตาราง 4.6 ส่วนรายละเอียดของค่าดัชนีเป็นรายเดือนหรือรายชั่วโมงจะนำเสนอเฉพาะกรณีที่ติดตั้งฉนวนความหนา 3″ บนฝ้าเพดานกับกรณีที่ติดตั้งฉนวนขนาดเดียวกันที่ฝ้าเพดานและกำแพงเพื่อให้เห็นถึงภาพรวมของความสุขสบายที่เปลี่ยนแปลงไป รายละเอียดของการคำนวณแสดงอยู่ในรูป 4.24 ถึง 4.27

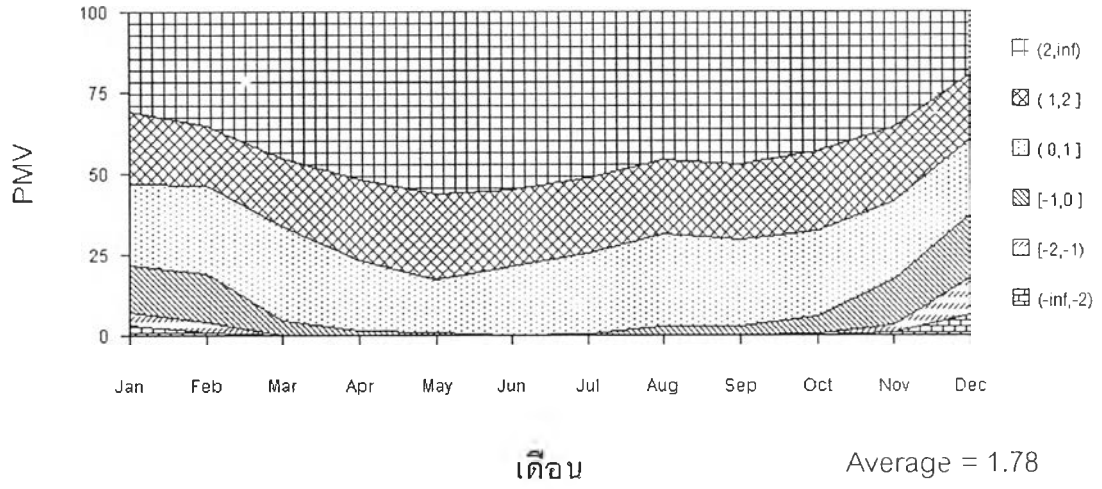
จากรูป 4.24 และ 4.27 ซึ่งแสดงรายละเอียดของค่าดัชนีความสุขสบายในกรณีติดตั้งฉนวนหนา 3″ ที่ฝ้าเพดานพบว่ามีความสุขสบายที่ดีขึ้นจากบ้านจำลองกรณีพื้นฐานมากดังจะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยของ PMV และ SET* ที่ลดลงมาอยู่ที่ 1.78 และ 28.09 ^{o}C หรือลดลงถึง 23.2 % และ 5.4% ตามลำดับ ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อพิจารณาถึงค่า SET* ที่ระดับ 1.0% ในแต่ละเดือนพบว่ามีค่าลดลงประมาณ 5 ^{o}C และกระจายตัวอยู่ในช่วงที่แคบกว่ามาก เมื่อพิจารณาถึงค่า PMV จะเห็นได้ว่าค่าสูงสุดของ PMV ที่ระดับ 1.0% ซึ่งอยู่ ณ เวลา 17:00 น. ได้มีค่าลดลงประมาณ 1 หน่วยเมื่อเทียบกับกรณีพื้นฐานและเวลาที่ค่า PMV สูงสุดยังถูกหน่วงให้ช้าลงถึง 1 ชั่วโมง นอกจากนี้ถ้าพิจารณาค่า PMV ที่ระดับ 99.0% ในรูป 4.25 แล้วจะพบว่ามีค่าต่ำสุดอยู่ที่ประมาณ –3 เท่านั้นเมื่อเทียบกับค่า –4 ของกรณีพื้นฐาน การที่ช่วงสูงสุดต่ำสุดของค่า PMV มีค่าลดลงรวมถึงเวลาที่ผู้อยู่อาศัยรู้สึกร้อนที่สุดซึ่งถูกหน่วงให้ช้าลงแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนของฉนวนได้เป็นอย่างดี ประสิทธิภาพของฉนวนความร้อนสามารถสังเกตได้อย่างชัดเจนเมื่อพิจารณาถึงอุณหภูมิการแผ่รังสีที่ไม่สมมาตรในแนวตั้งฉากโดยพบว่าค่าอุณหภูมิเฉลี่ยที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 5.5 ^{o}C หรือลดลงจากกรณีพื้นฐานมากกว่า 5.0 ^{o}C ดังนั้นความ

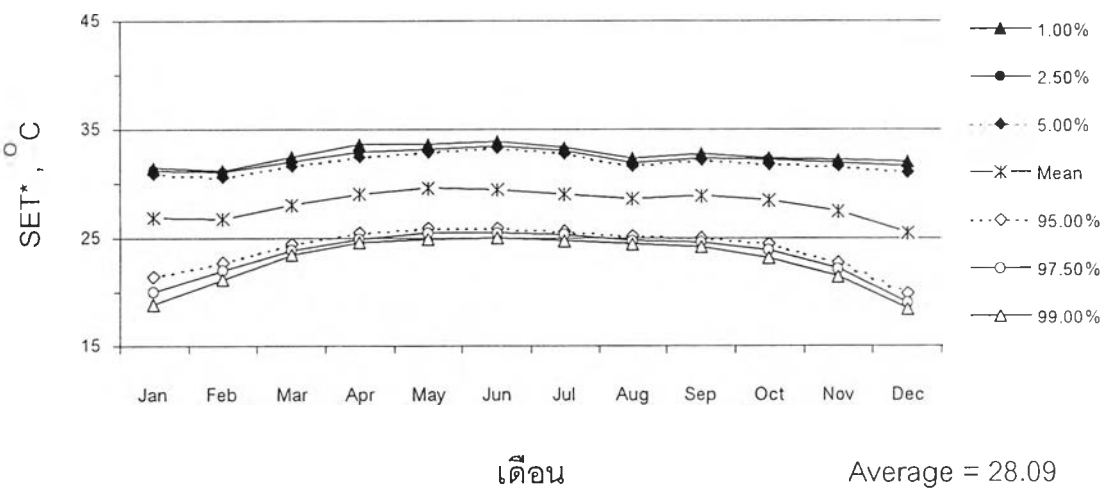
ไม่สุขสบายเชิงความร้อนอันเกิดจากความไม่สมมาตรของอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยในแนวตั้งฉาก ซึ่งเคยกล่าวไว้ในหัวข้อ 4.1 สามารถบรรเทาได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยการติดตั้งฉนวนบนฝ้าเพดานจนอยู่ในระดับที่เกือบยอมรับได้ตามมาตรฐานของ ASHRAE (1992/1995)

เมื่อติดตั้งฉนวนความร้อนขนาด 3″ เพิ่มเติมเข้าไปที่กำแพงทั้งสี่ด้านพบว่าผู้อยู่อาศัยจะไม่รู้สึกร้อนจัดหรือหนาวจัด สังเกตได้จากรูป 4.26 ซึ่งแสดงถึงจำนวนข้อมูลของค่า PMV ที่อยู่ในช่วงต่างๆ ของหน่วยวัดความรู้สึกในแต่ละเดือนและรูป 4.27 ที่นำเสนอผลการคำนวณค่า PMV เป็นรายชั่วโมง นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงค่า SET* จะพบว่าค่า SET* มีความสม่ำเสมอตลอดทั้งวันและเกือบคงที่ตลอดทั้งปีโดยมีค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนอยู่ในช่วง 25-26 ^{o}C ซึ่งเป็นช่วงที่ก่อให้เกิดความสุขสบายตามมาตรฐานของ ASHRAE (1992/1995) สำหรับอุณหภูมิการแผ่รังสีที่ไม่สมมาตรในทิศทางต่างๆ นั้นพบว่าการติดตั้งฉนวนที่กำแพงทั้งสี่ด้านเกือบทำให้ความไม่สมมาตรของอุณหภูมิการแผ่รังสีในแนวระดับหมดไป ส่วนความไม่สมมาตรของอุณหภูมิการแผ่รังสีในแนวตั้งฉากได้ลดลงต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ จึงกล่าวได้ว่าการติดตั้งฉนวนความร้อนที่ฝ้าเพดานและกำแพงทั้งสี่ด้านสามารถทำให้ผู้อยู่อาศัยมีความสุขสบายเชิงความร้อนโดยมีค่า PPD เฉลี่ยต่ำกว่า 20% อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่ได้เสนอว่าการติดตั้งฉนวนที่ฝ้าเพดานและกำแพงโดยไม่เจาะช่องเปิดหรือกันสาดนั้นเพียงพอ/เหมาะสมต่อการทำให้ผู้อยู่อาศัยมีความสุขสบายเชิงความร้อน ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยไม่ได้พิจารณาถึงคุณภาพอากาศ ปริมาณการส่องสว่างและระดับความเข้มของเสียง ผลการคำนวณในรูป 4.26 และ 4.27 มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอถึงแนวโน้มของความสุขสบายที่เปลี่ยนแปลงไปอันเกิดจากการติดตั้งฉนวนความร้อนเพิ่มเติมที่กำแพงทั้งสี่ด้านเท่านั้น สำหรับค่าดัชนีความสุขสบายของการติดตั้งฉนวนความร้อนในกรณีอื่นนอกเหนือจากที่นำเสนอไว้ในรูป 4.24 ถึง 4.27 ได้แสดงไว้ในรูป 4.28

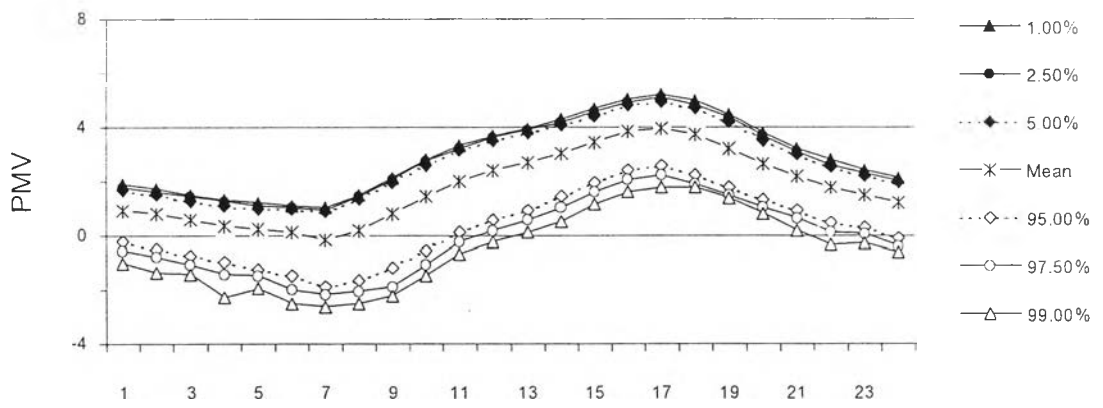
รูป 4.28 แสดงผลการคำนวณเชิงเปรียบเทียบของการติดตั้งฉนวนความร้อนโดยเปรียบเทียบระหว่างกรณี 1 ถึงกรณี 5 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าดัชนีความสุขสบายมีแนวโน้มที่ดีขึ้นในอัตราที่ลดลง กล่าวคือการเพิ่มความหนาของฉนวนมีส่วนช่วยให้ความสุขสบายของห้องดีขึ้น แต่เมื่อเพิ่มความหนาของฉนวนจนถึงระดับหนึ่งนั้นพบว่าค่าดัชนีความสุขสบายเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ดังที่แสดงไว้ในตาราง 4.6 ว่าการเพิ่มความหนาของฉนวนจาก 2″ เป็น 3″ ทำให้ค่า PMV ลดลงจาก 1.81 มาเป็น 1.78 โดยที่ SET* ลดลง 0.04 ^{o}C หรือคิดเป็น 1.6% และ 0.1% ตามลำดับ จึงเห็นได้ว่าการเพิ่มความหนาของฉนวนความร้อนจนถึงระดับหนึ่งนั้นไม่ได้ช่วยทำให้ได้รับประโยชน์เท่าที่ควร การกล่าวเช่นนี้ไม่ได้หมายความว่าการเพิ่มความหนาของฉนวนไม่เกิดประโยชน์ แต่ควรพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ของการใช้งานเป็นสำคัญ ด้วยเหตุนี้การวิเคราะห์ความ

สุขสบายเชิงความร้อนของบ้านจำลองในกรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ อันได้แก่กันสาด ช่องเปิด อุปกรณ์บังเงา และฉนวนความร้อนนั้นจึงเลือกฉนวนความร้อนขนาด 2″ มาติดตั้ง

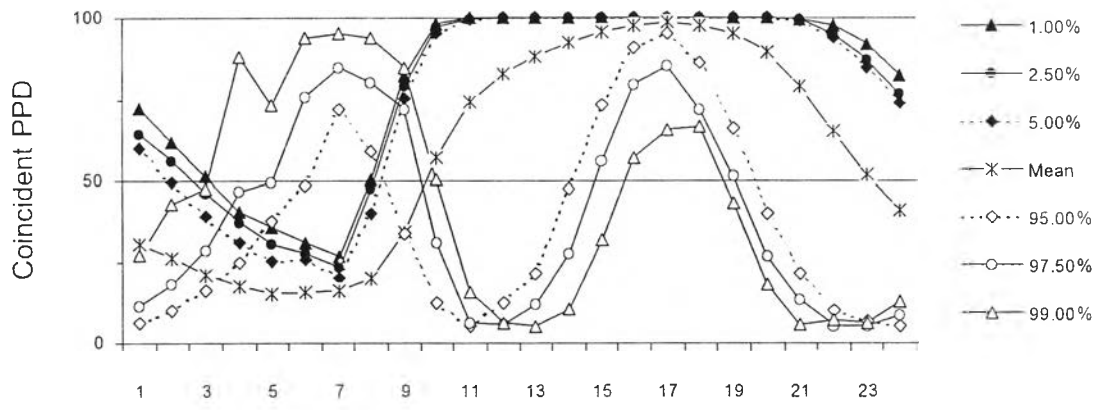




รูป 4.24 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายเดือนในกรณีติดฉนวนใยแก้วหนา 3″ บนฝ้าเพดาน

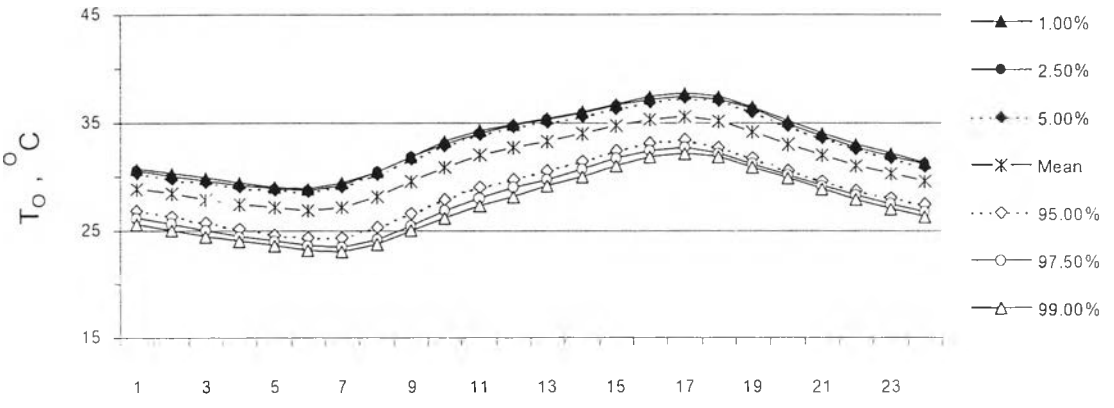


เวลา , ชั่วโมง Average = 1.78

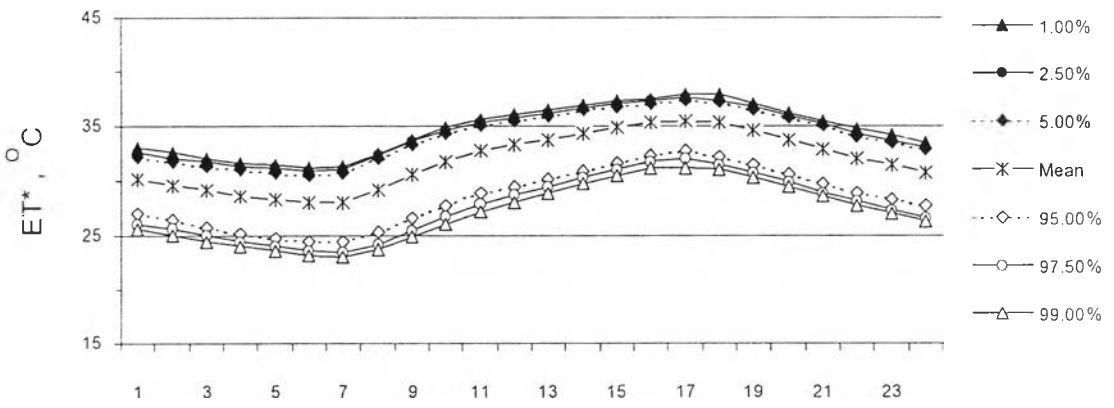


เวลา , ชั่วโมง Average = 58.42

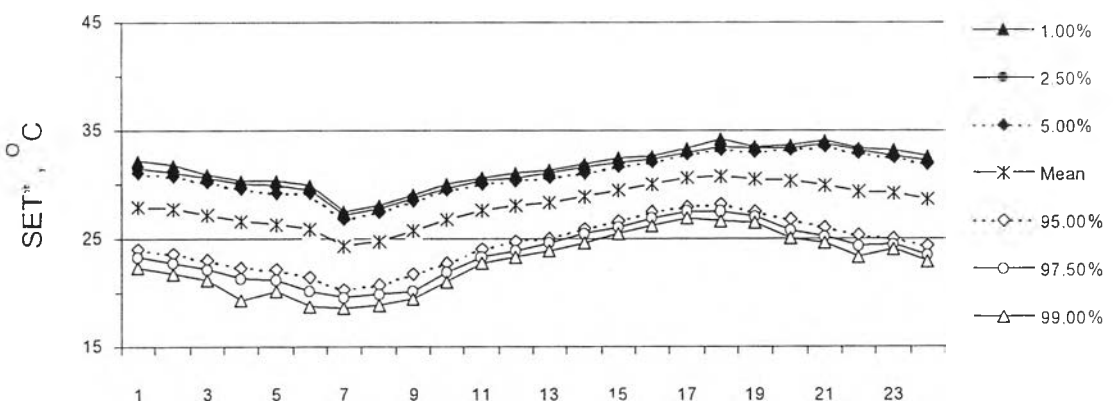
รูป 4.25 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดฉนวนใยแก้วหนา 3″ บนฝ้าเพดาน



เวลา , ชั่วโมง Average = 31.04

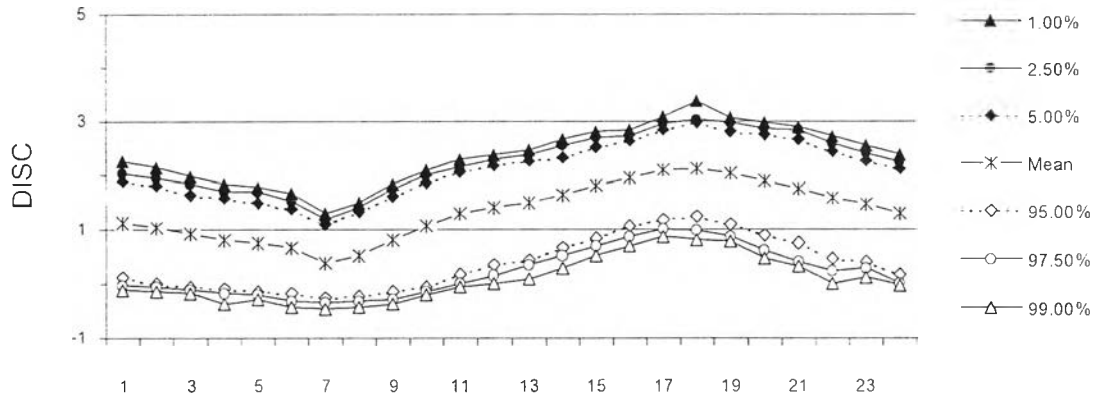


เวลา , ชั่วโมง Average = 31.79

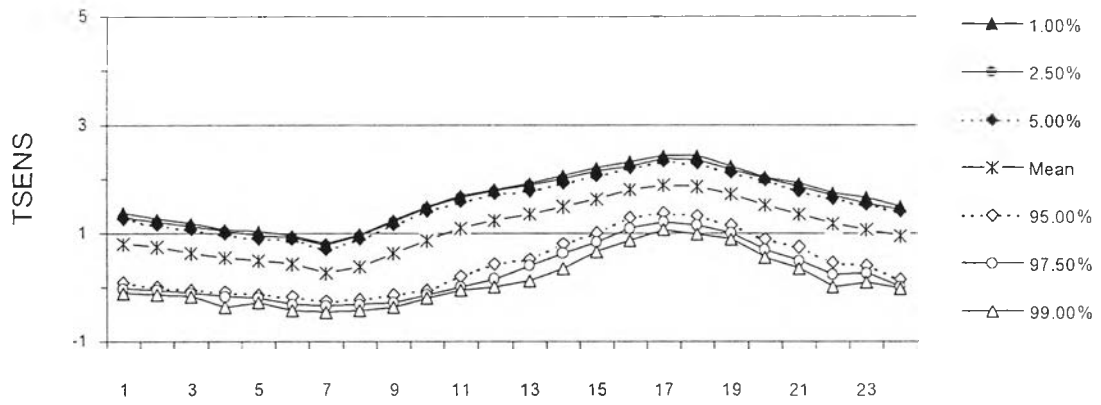


เวลา , ชั่วโมง Average = 28.09

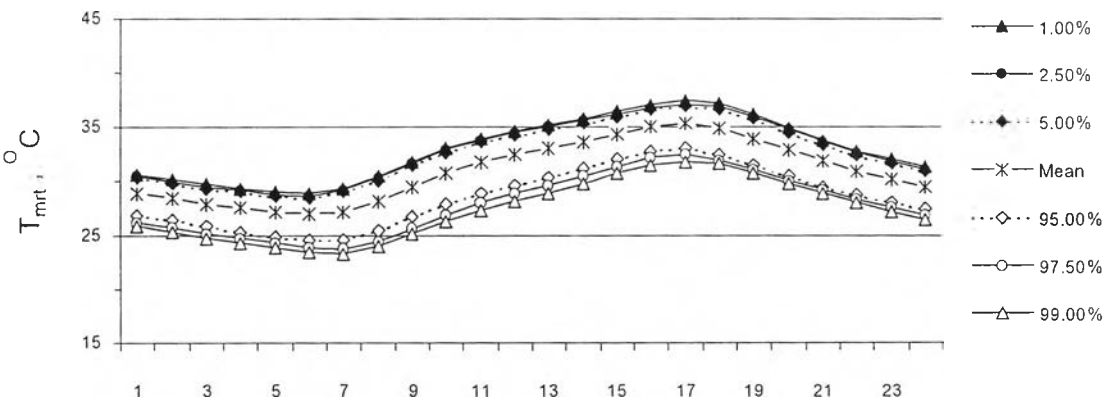
รูป 4.25 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดฉนวนใยแก้วหนา 3″ บนฝ้าเพดาน



เวลา , ชั่วโมง Average = 1.32

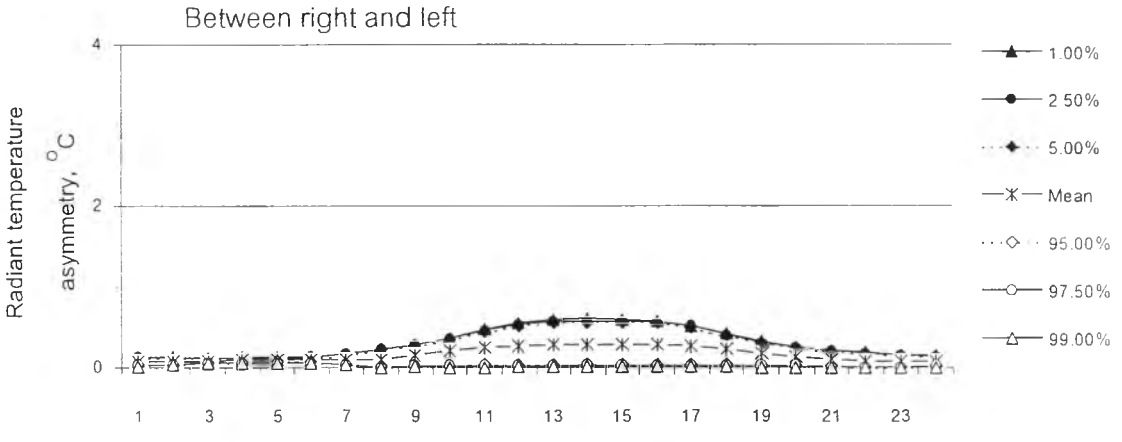


เวลา , ชั่วโมง Average = 1.08

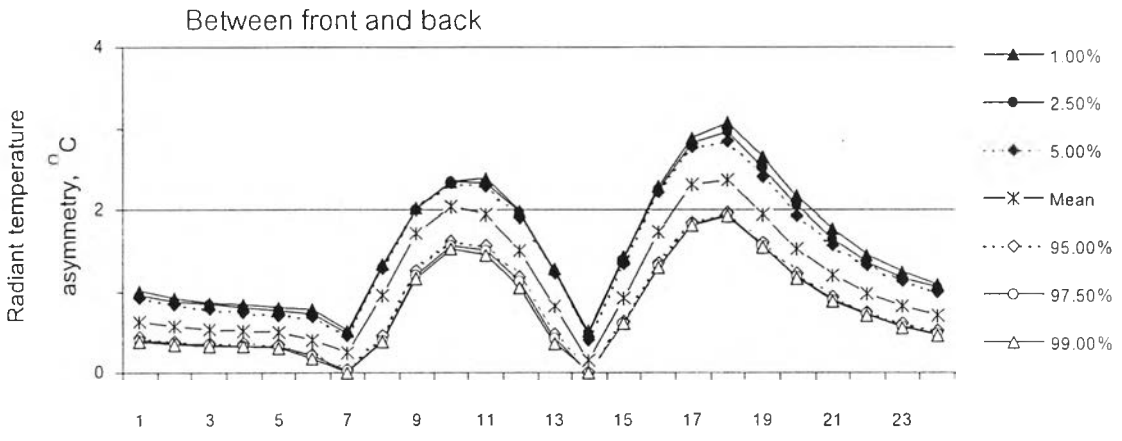


เวลา , ชั่วโมง Average = 30.90

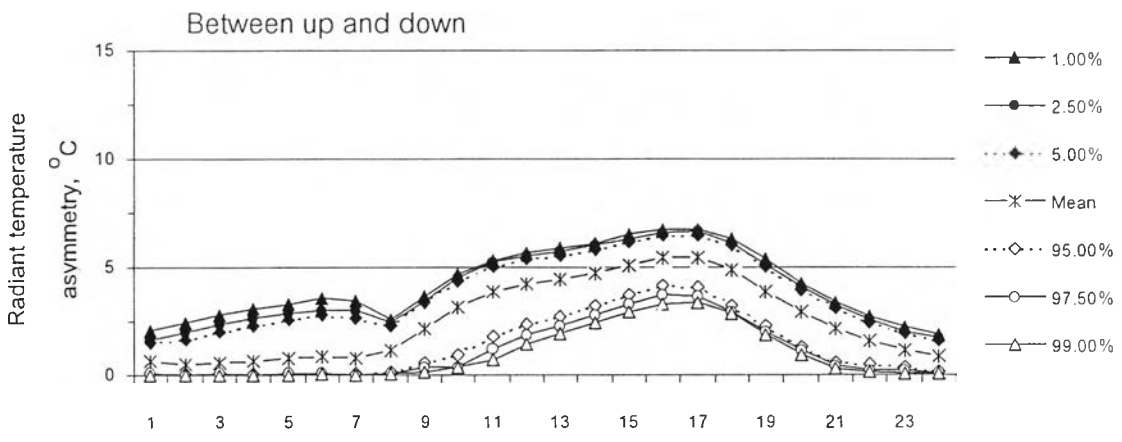
รูป 4.25 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดฉนวนใยแก้วหนา 3″ บนฝ้าเพดาน



เวลา , ชั่วโมง Average = 0.16

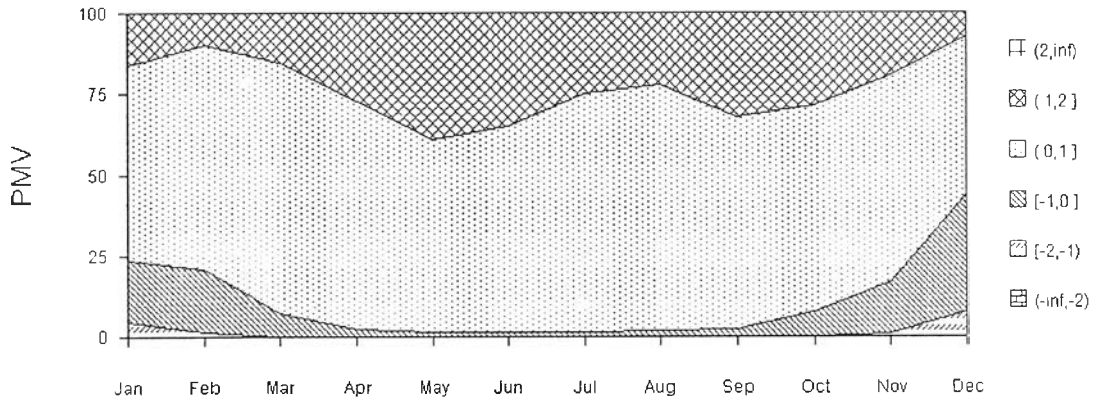


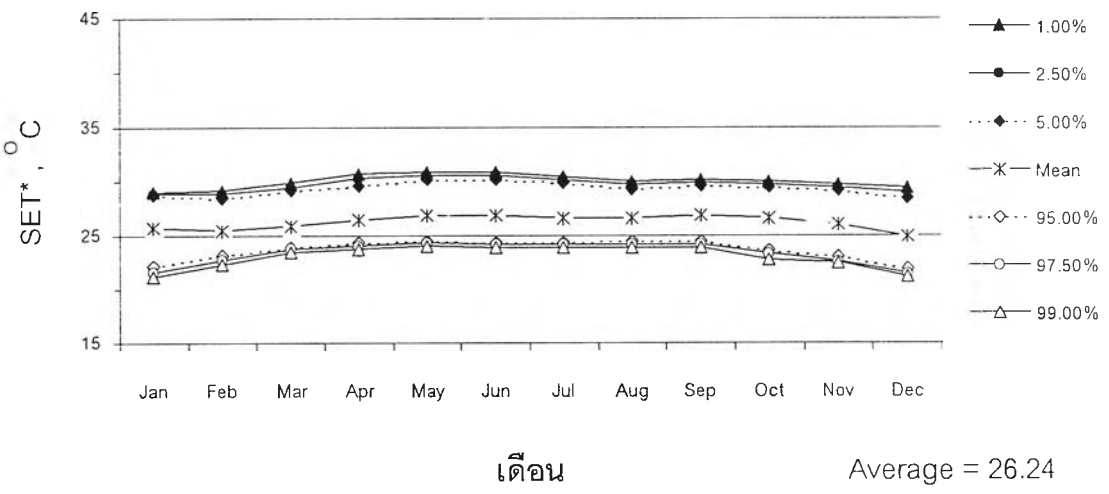
เวลา , ชั่วโมง Average = 1.12



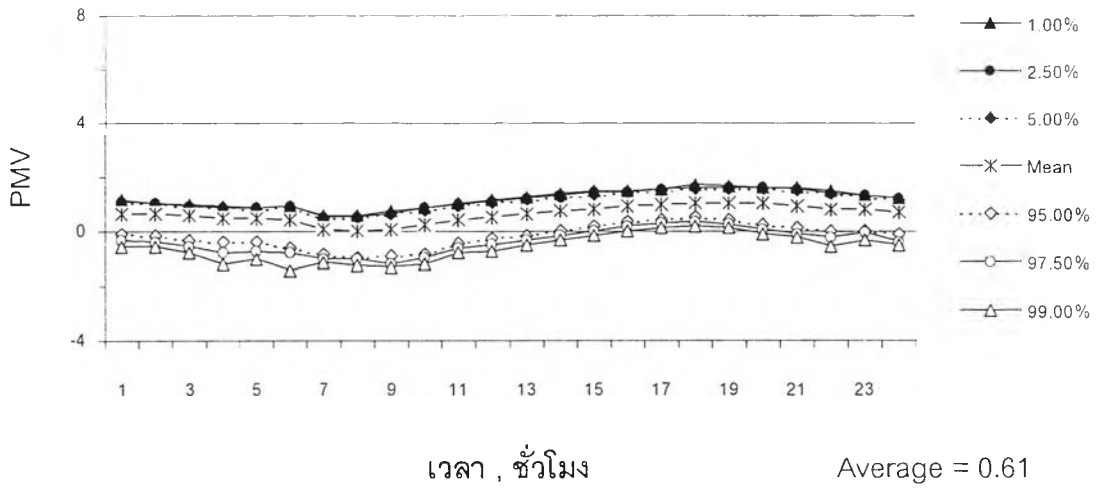
เวลา , ชั่วโมง Average = 2.56

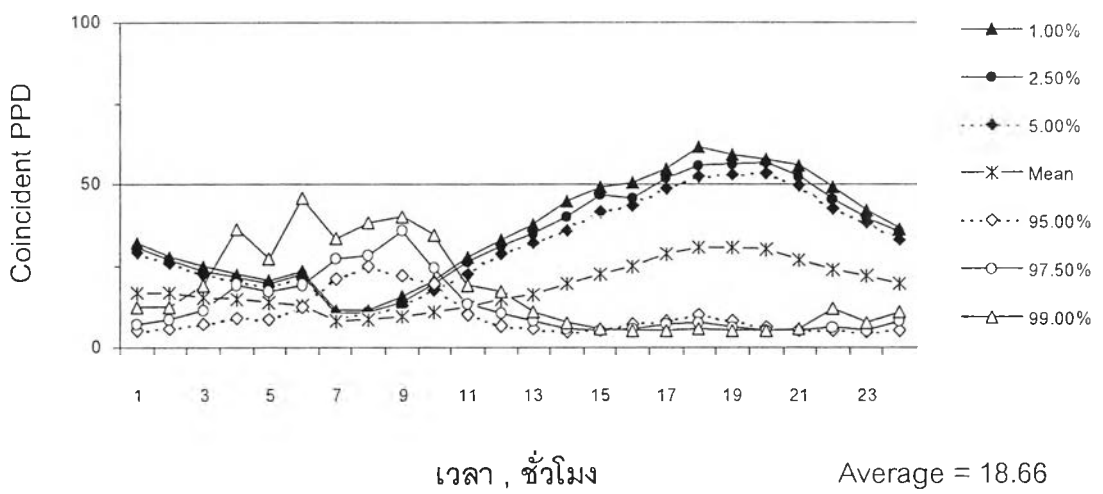
รูป 4.25 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดฉนวนใยแก้วหนา 3″ บนฝ้าเพดาน



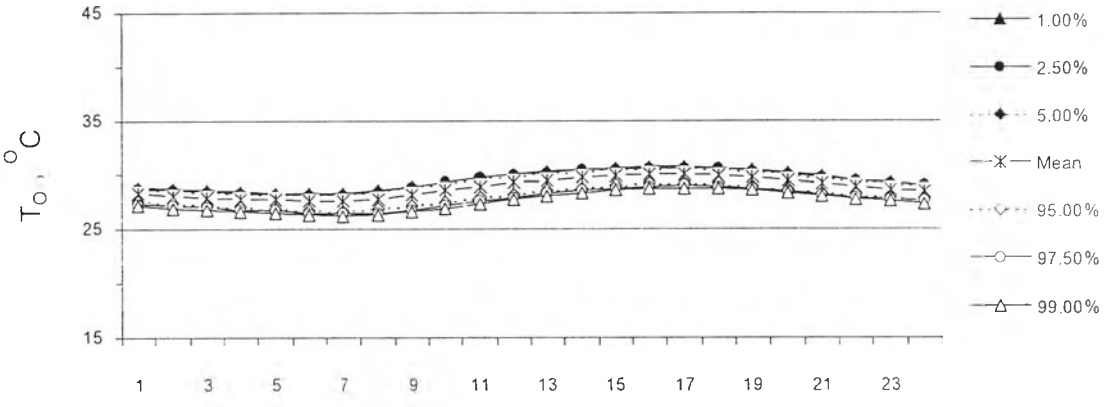


รูป 4.26 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายเดือนในกรณีติดฉนวนใยแก้วหนา 3″ ที่ฝ้าเพดานและกำแพง

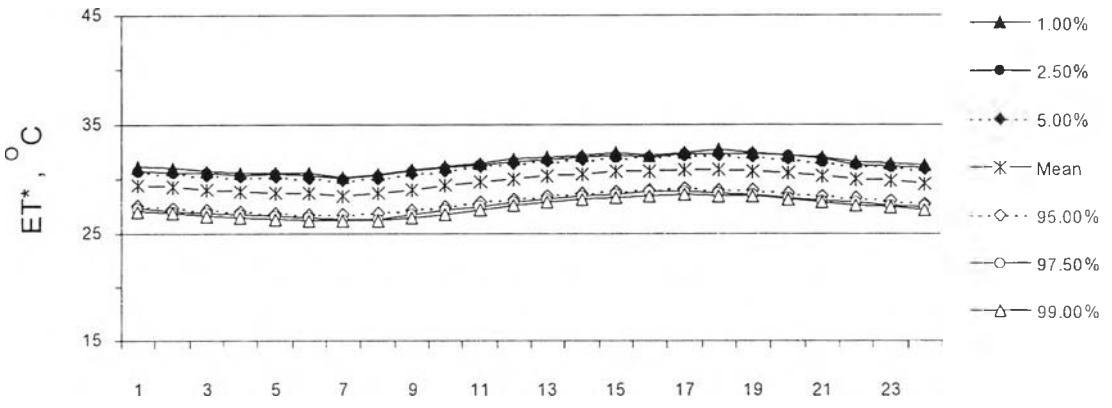




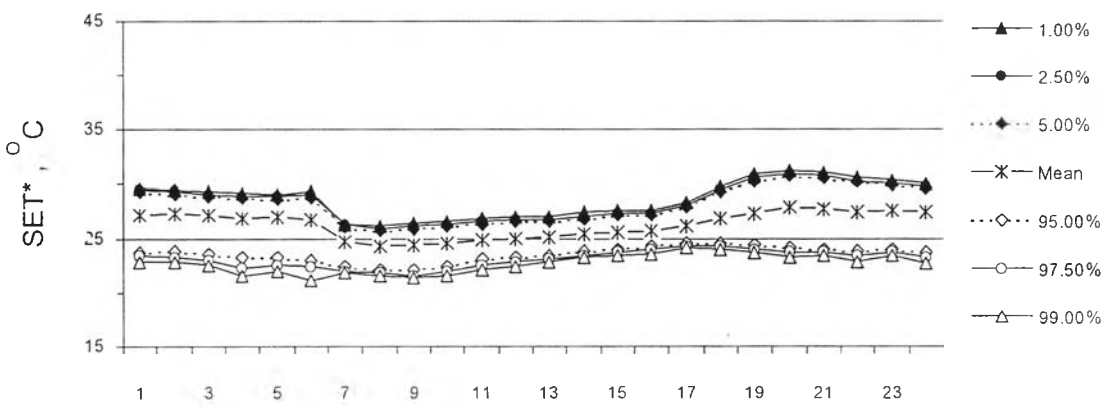
รูป 4.27 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณี
ติดฉนวนใยแก้วหนา 3″ ที่ฝ้าเพดานและกำแพง



เวลา , ชั่วโมง Average = 28.76

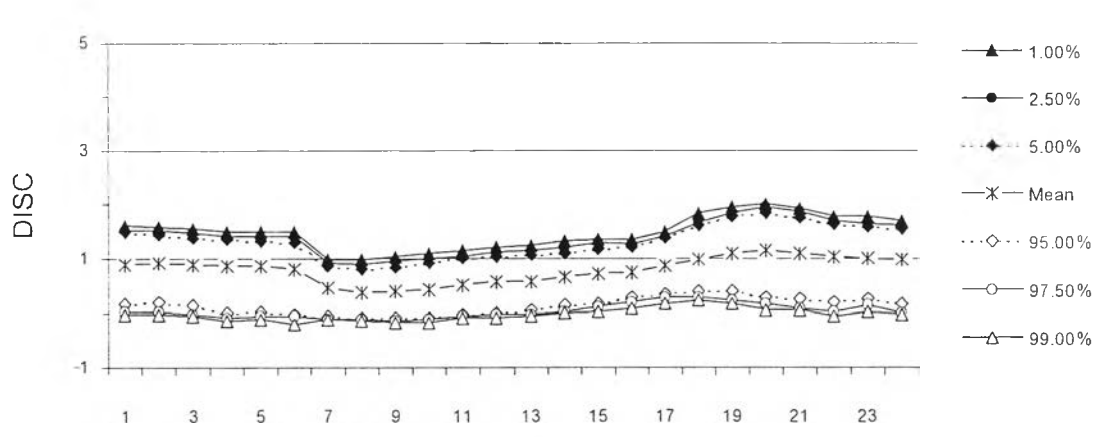


เวลา , ชั่วโมง Average = 29.76

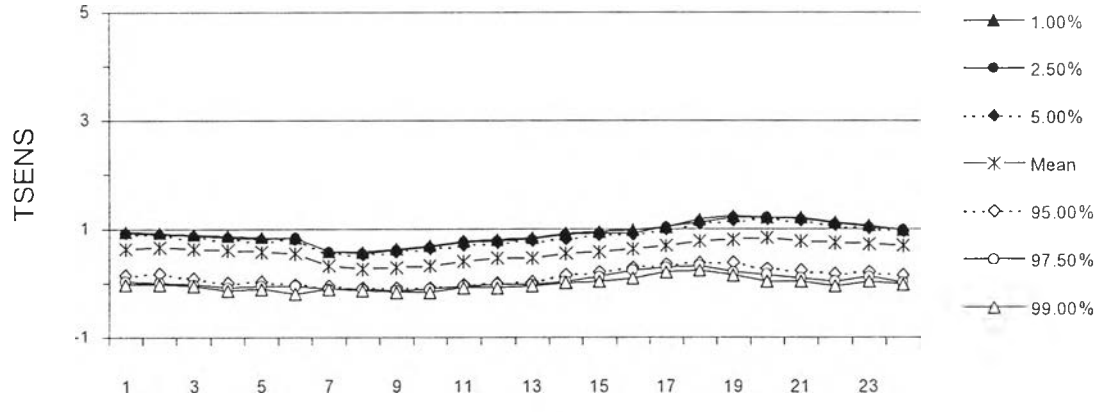


เวลา , ชั่วโมง Average = 26.24

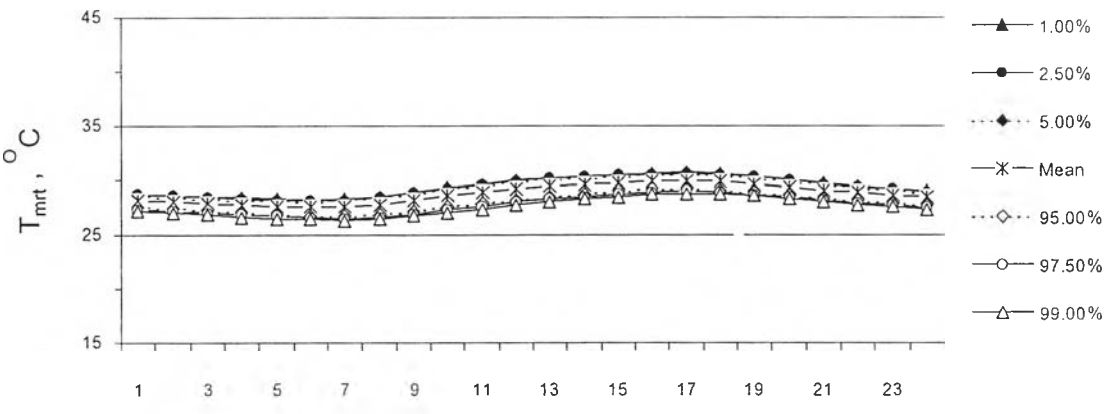
รูป 4.27 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณี
ติดฉนวนใยแก้วหนา 3″ ที่ฝ้าเพดานและกำแพง



เวลา , ชั่วโมง Average = 0.78

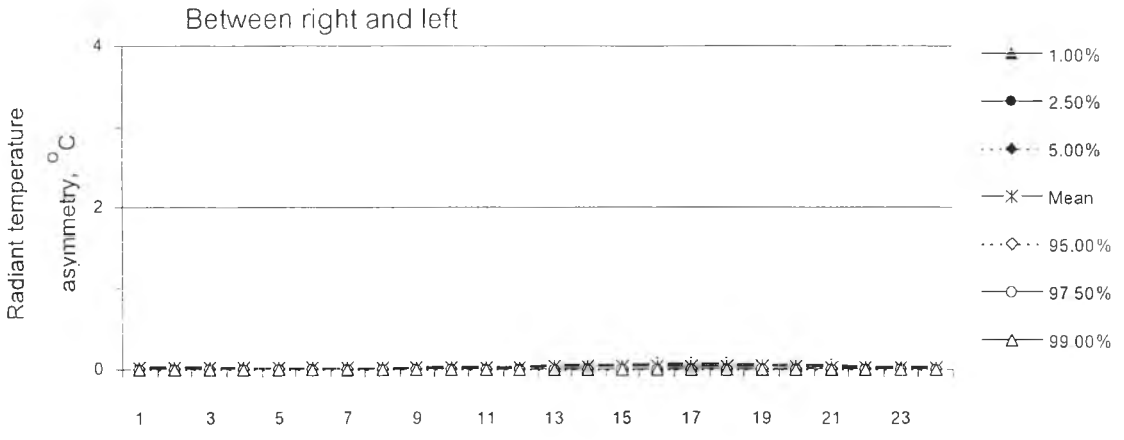


เวลา , ชั่วโมง Average = 0.58

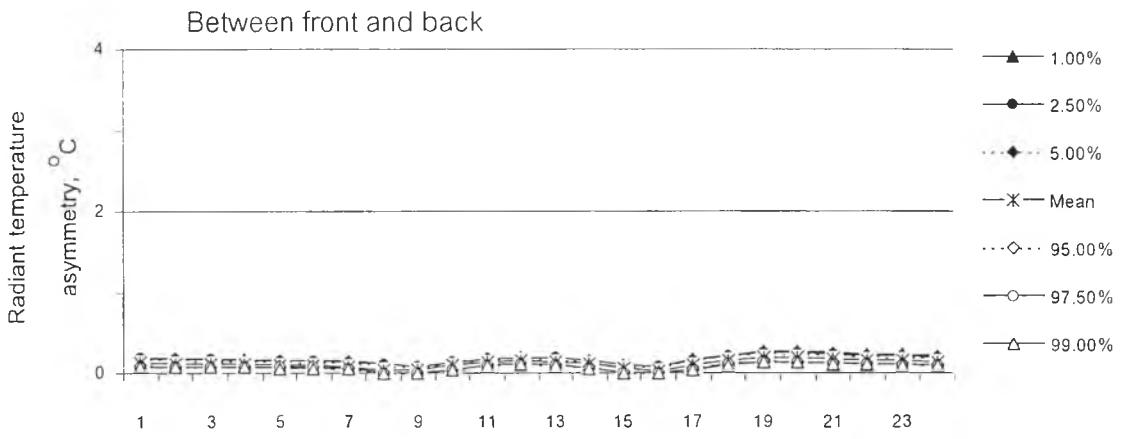


เวลา , ชั่วโมง Average = 28.72

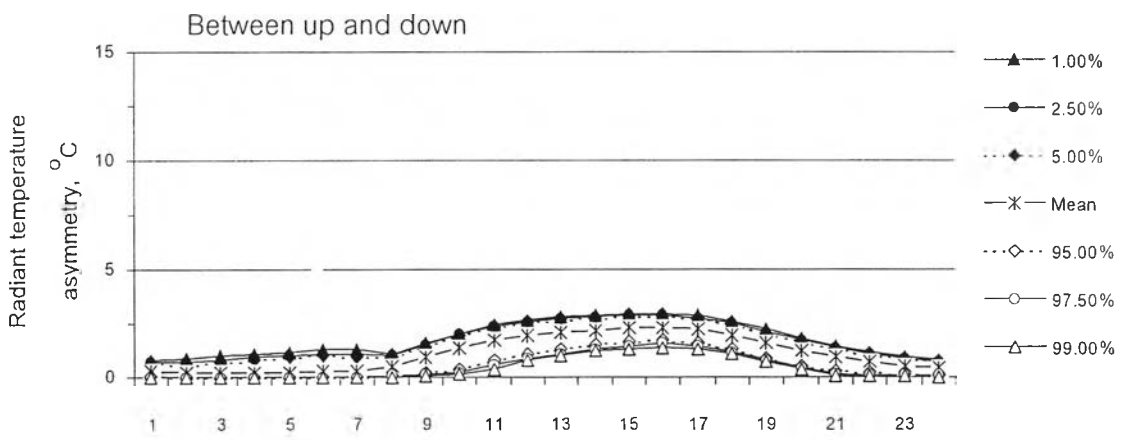
รูป 4.27 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณี
ติดฉนวนใยแก้วหนา 3″ ที่ฝ้าเพดานและกำแพง



เวลา , ชั่วโมง Average = 0.02



เวลา , ชั่วโมง Average = 0.12

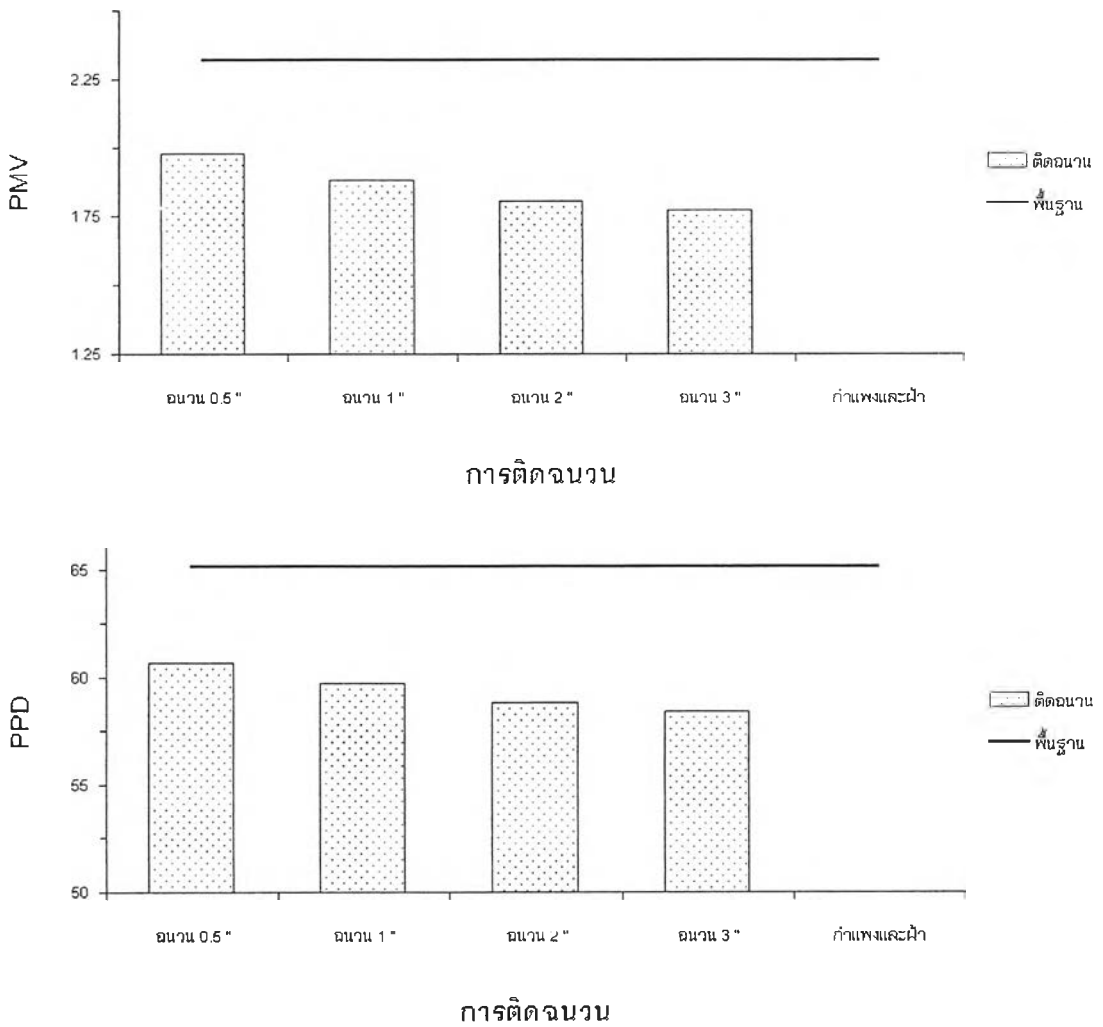


เวลา , ชั่วโมง Average = 1.10

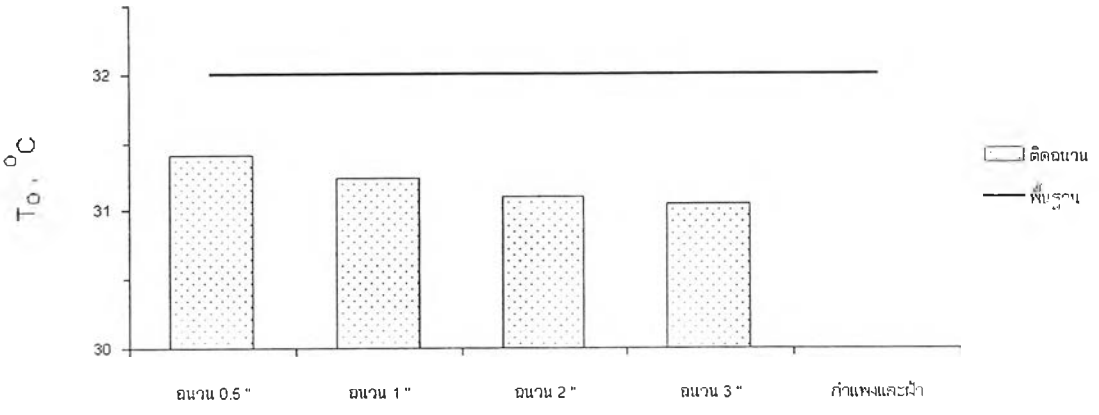
รูป 4.27 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณี
ติดฉนวนใยแก้วหนา 3″ ที่ฝ้าเพดานและกำแพง

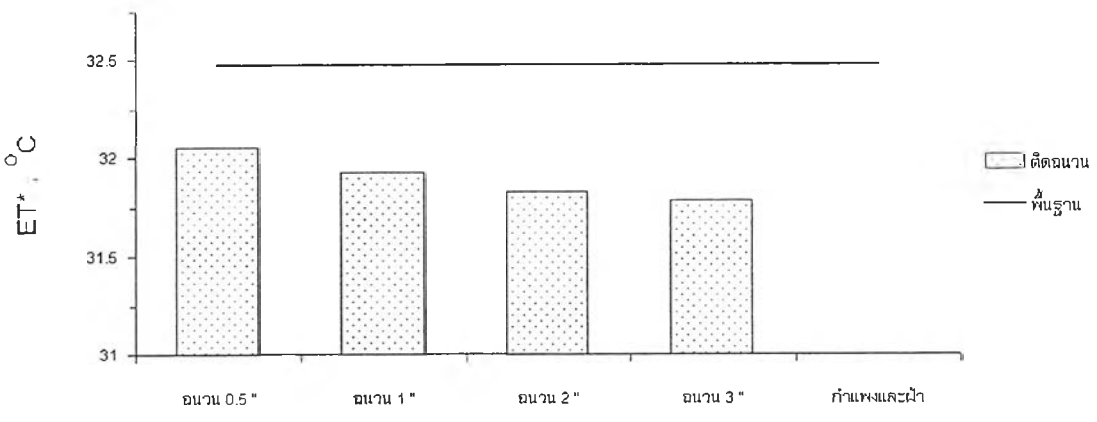
ตาราง 4.6 ดัชนีความสุขสบายเฉลี่ยของบ้านจำลองที่ติดตั้งฉนวนความร้อนตั้งแต่กรณี1 ถึงกรณี 5

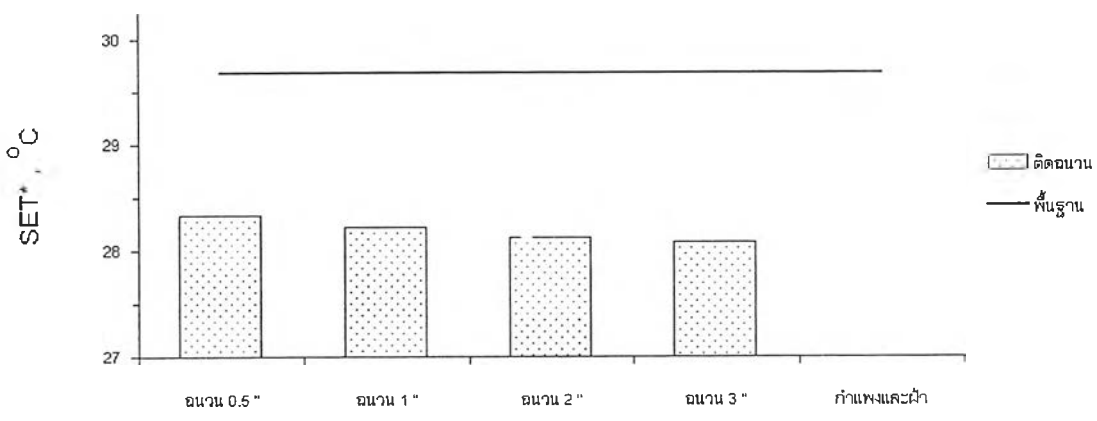
	PMV	PPD	T_o	ET*	SET*	DISC	TSENS	T_{mrt}	R/L	F/B	U/D
กรณี1	1.98	60.64	31.41	32.05	28.34	1.40	1.15	31.33	0.16	1.12	3.40
กรณี2	1.88	59.71	31.23	31.93	28.22	1.36	1.12	31.13	0.16	1.12	3.01
กรณี3	1.81	58.83	31.10	31.83	28.13	1.33	1.09	30.97	0.16	1.12	2.69
กรณี4	1.78	58.42	31.04	31.79	28.09	1.32	1.08	30.90	0.16	1.12	2.56
กรณี5	0.61	18.66	28.76	29.76	26.24	0.78	0.58	28.72	0.02	0.12	1.10



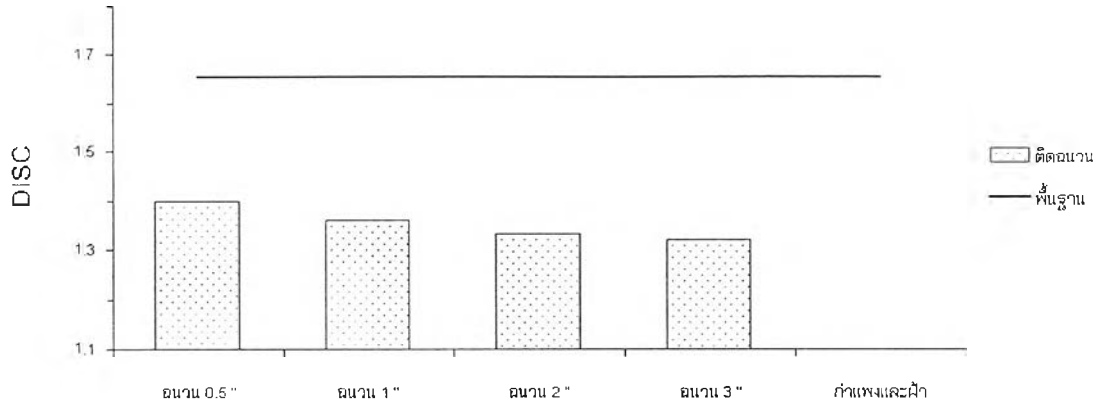
รูป 4.28 ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดฉนวนใยแก้วในกรณีต่างๆ

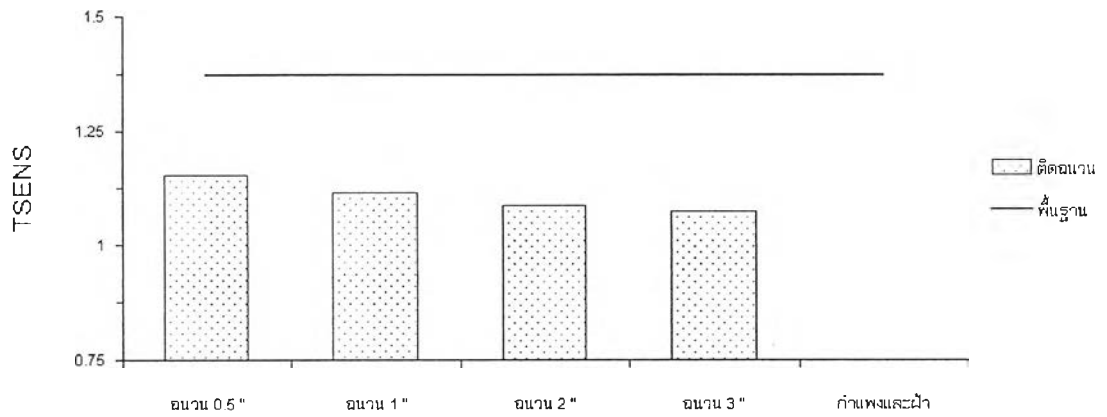


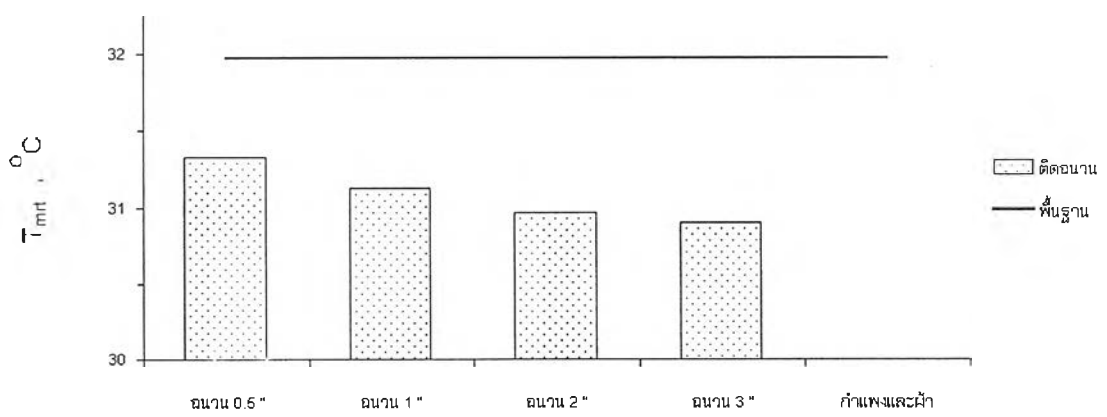




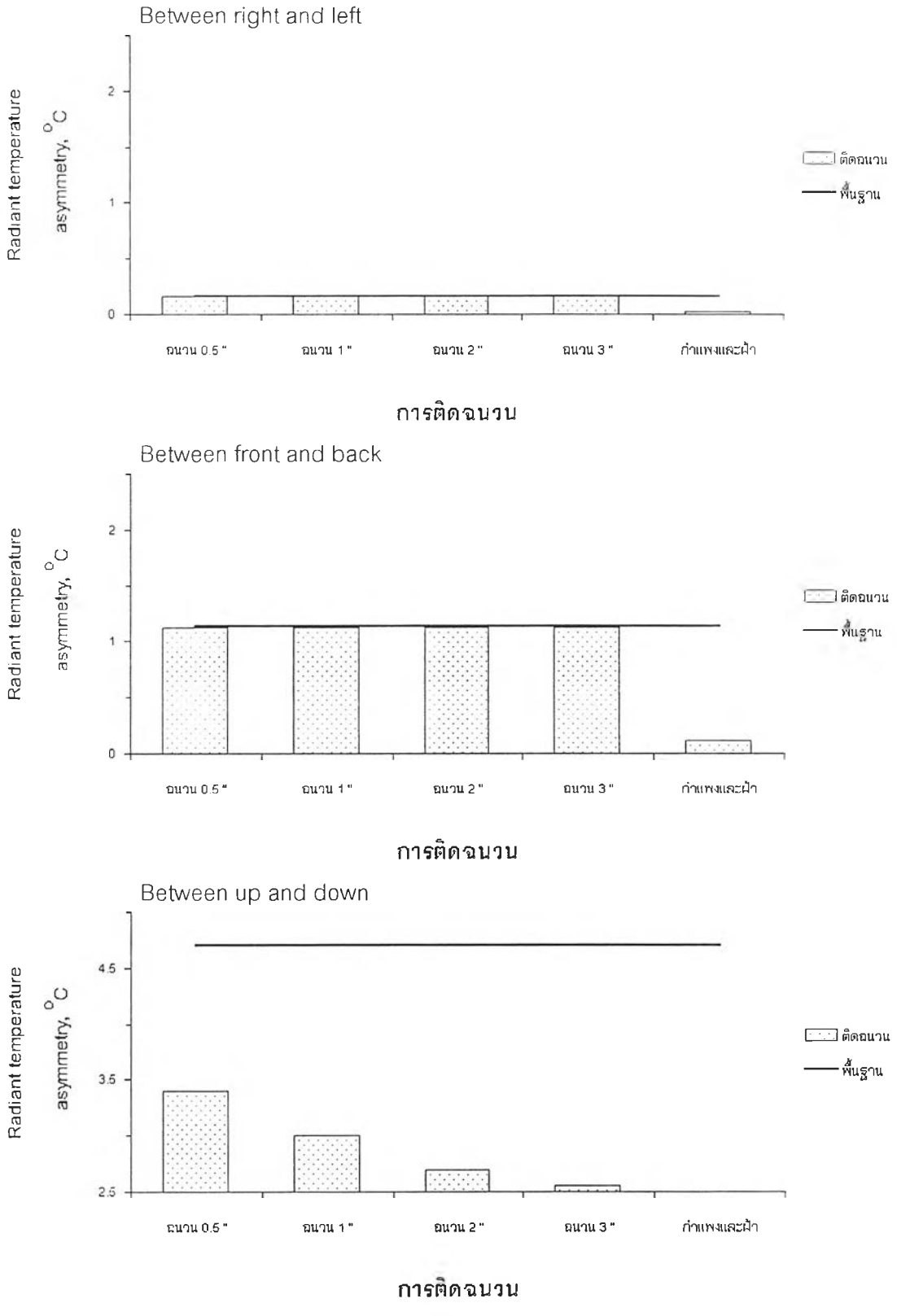
รูป 4.28 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดฉนวนใยแก้วในกรณีต่างๆ







รูป 4.28 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดฉนวนใยแก้วในกรณีต่างๆ



รูป 4.28 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดฉนวนใยแก้วในกรณีต่างๆ

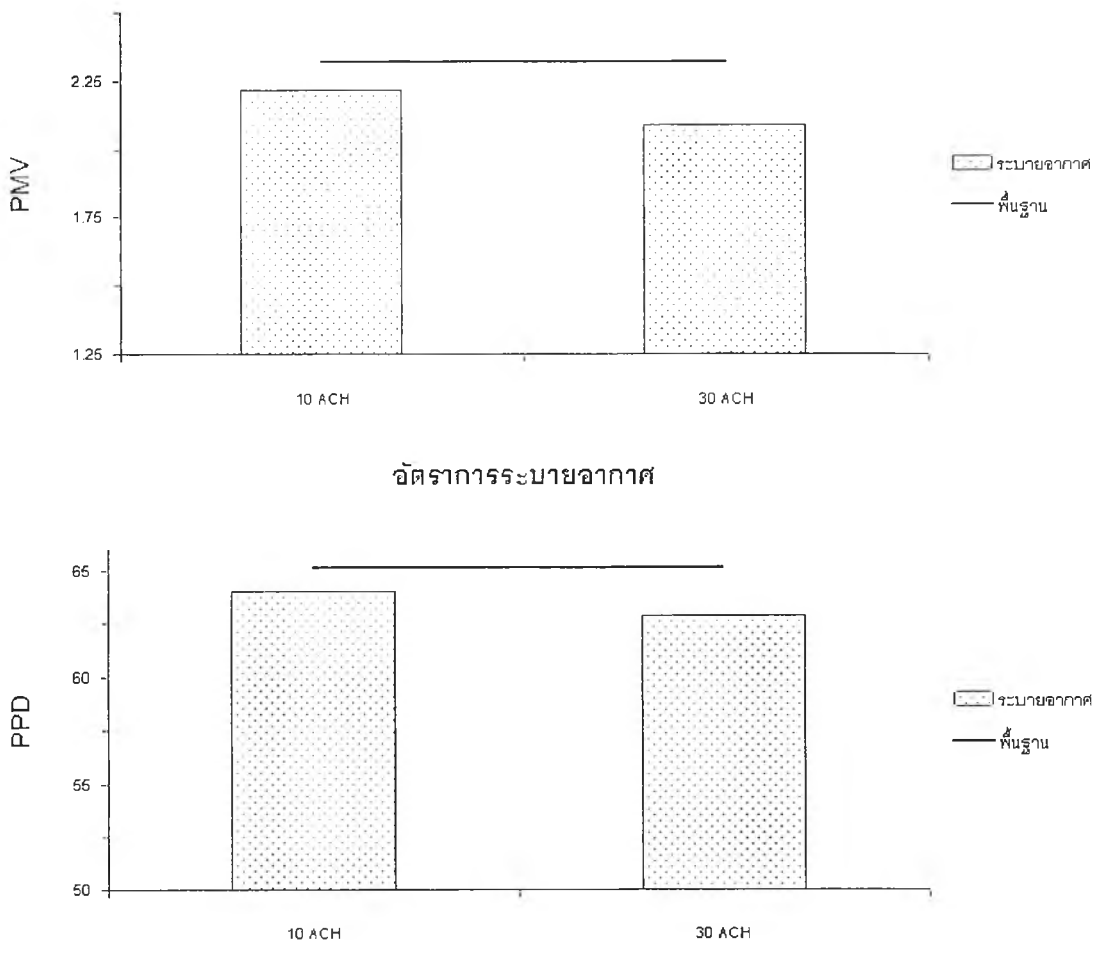
4.6 อิทธิพลของการระบายอากาศบนห้องใต้หลังคาที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อน

เพื่อแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของระบบระบายอากาศบนห้องใต้หลังคาที่มีต่อความสบายเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัย บ้านจำลองในกรณีพื้นฐานซึ่งอยู่ในทิศขวางตะวันถูกนำมาติดตั้งระบบระบายอากาศในห้องใต้หลังคาและวิเคราะห์ถึงความสุขสบายเชิงความร้อนที่เปลี่ยนแปลงไปเทียบกับค่าที่ได้รับจากบ้านจำลองกรณีพื้นฐาน หลังคาถูกนำมาใช้ในการระบายอากาศออกด้วยอัตรา 10 ACH และ 30 ACH เพื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศที่มีต่อภาวะสบายของห้องที่อยู่ด้านล่าง สำหรับความสุขสบายเชิงความร้อนที่ดีขึ้นอันเกิดจากการติดตั้งระบบระบายอากาศในส่วนที่พักอาศัยโดยตรงนั้นจะไม่นำมาพิจารณาเนื่องจากอยู่นอกเหนือขอบเขตของการวิจัย ค่าดัชนีความสบายที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงอยู่ในตาราง 4.7 และ รูป 4.29

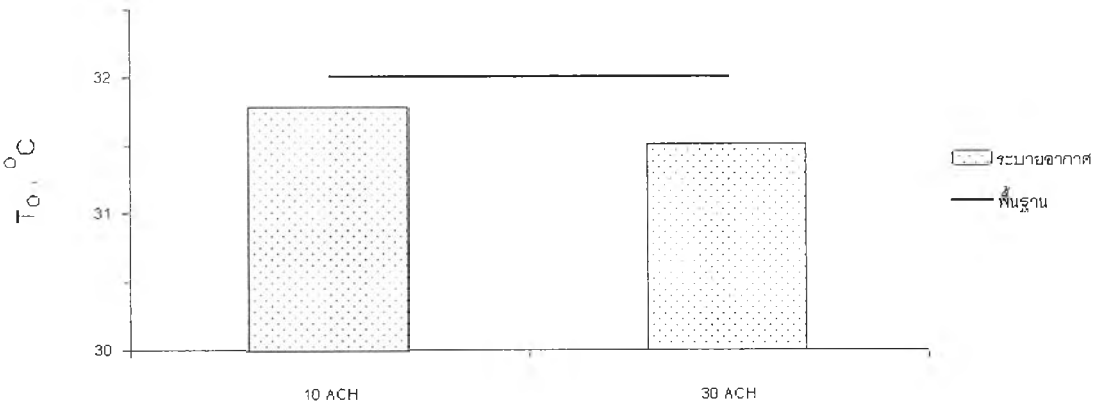
ผลการคำนวณในตาราง 4.7 และ รูป 4.29 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของความสุขสบายในบ้านจำลองที่ดีขึ้นอันเกิดจากการเพิ่มอัตราการระบายอากาศจาก 10 ACH เป็น 30 ACH นอกจากนี้ยังพบว่าการระบายอากาศบนห้องใต้หลังคามีผลต่อความสุขสบายของห้องที่อยู่ด้านล่างในระดับหนึ่งโดยการระบายอากาศออกด้วยอัตรา 30 ACH ทำให้ค่า PMV ลดลงจากบ้านกรณีพื้นฐานเหลือ 2.09 โดยที่ SET* มีค่าลดลง 0.4 ^{o}C หรือคิดเป็น 10% และ 1.3% ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ไม่มากนักเมื่อเทียบกับค่าดัชนี PMV ที่ลดลงอันเกิดจากการหันบ้านจำลองไปในทิศตามตะวัน สาเหตุที่ค่าดัชนีความสบายมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากเท่าที่ควรนั้นเนื่องมาจากระบบระบายอากาศที่ติดตั้งเข้าไปนั้นไม่ได้ส่งผลโดยตรงกับห้องที่อยู่ด้านล่างแต่จะส่งผลต่อห้องใต้หลังคาซึ่งถือว่าเป็นคนละโซนความร้อน อย่างไรก็ตามจากรูป 4.27 จะเห็นถึงประโยชน์ของการติดตั้งระบบระบายอากาศ ณ ตำแหน่งดังกล่าวโดยแสดงถึงค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีที่ไม่สมมาตรในแนวตั้งฉากลดลงจากบ้านกรณีพื้นฐานถึง 15.9% แต่ยังไม่มากเท่ากับกรณีติดตั้งฉนวนความร้อนหนา 0.5″ บนฝ้าเพดานซึ่งทำให้อุณหภูมิดังกล่าวลดลงถึง 27.6%

ตาราง 4.7 ดัชนีความสุขสบายเฉลี่ยของบ้านจำลองในกรณีติดตั้งระบบระบายอากาศ บนห้องใต้หลังคาระหว่างกรณี 1 และ กรณี 2

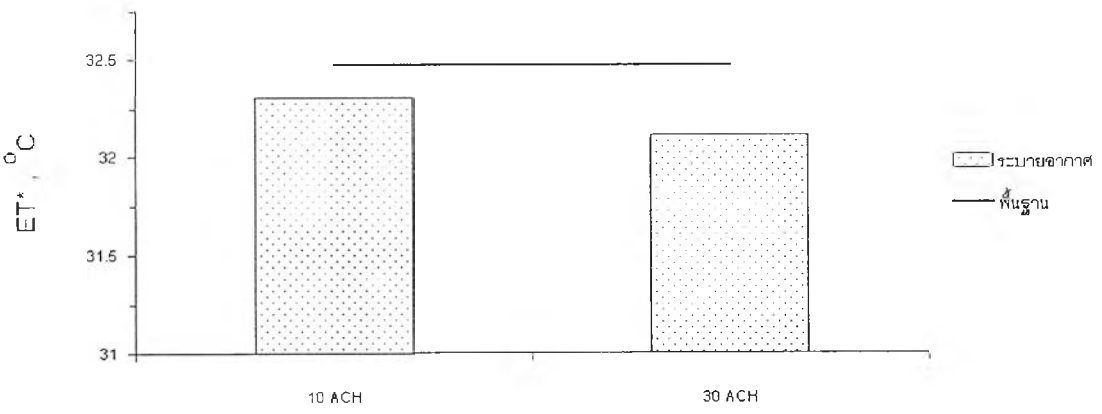
	PMV	PPD	T_o	ET*	SET*	DISC	TSENS	T_{mrt}	R/L	F/B	U/D
กรณี1	2.22	64.03	31.78	32.31	29.50	1.60	1.33	31.74	0.16	1.14	4.44
กรณี2	2.09	62.87	31.51	32.11	29.28	1.54	1.27	31.44	0.16	1.14	3.95



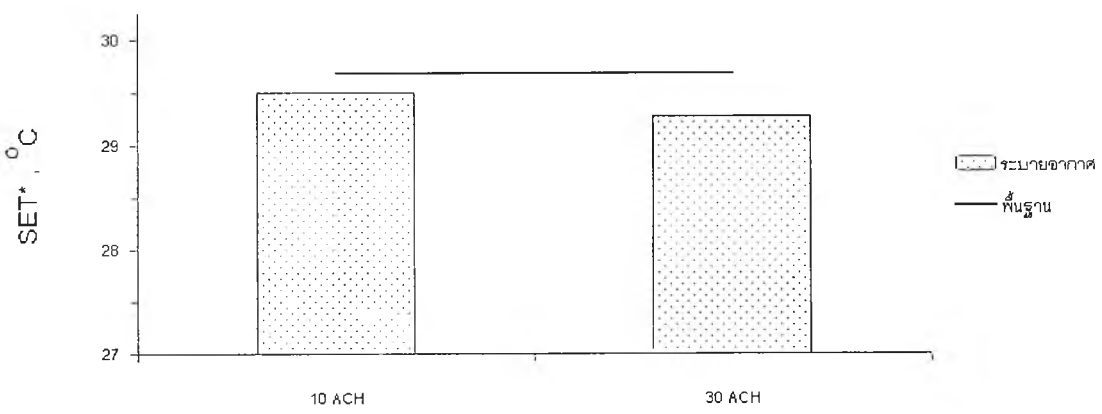
รูป 4.29 ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดตั้งระบบระบายอากาศในห้องใต้หลังคา



อัตราการระบายอากาศ

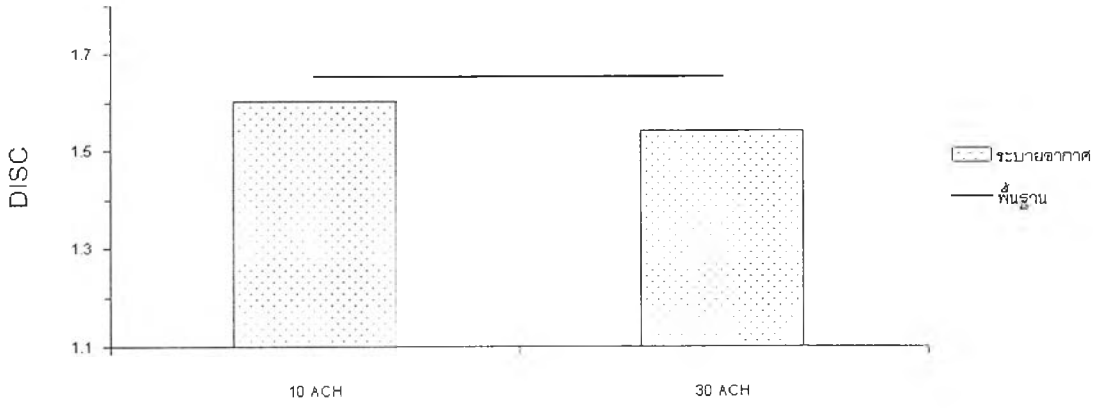


อัตราการระบายอากาศ

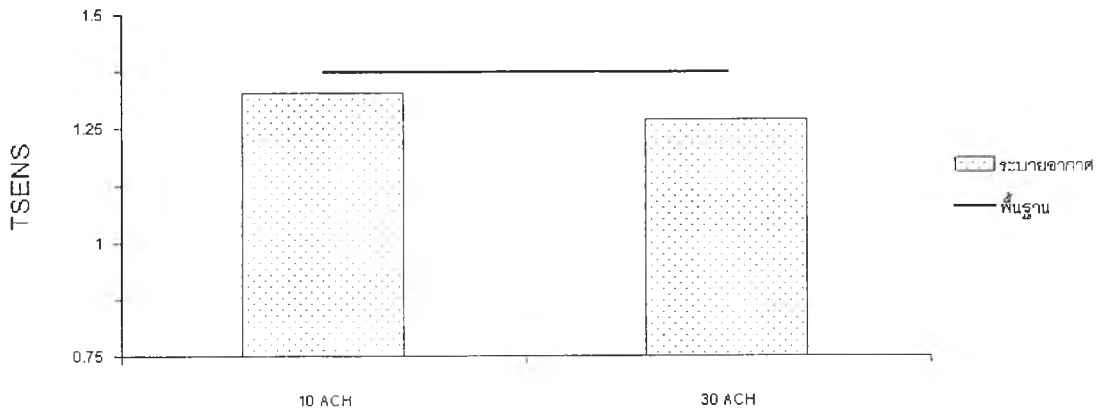


อัตราการระบายอากาศ

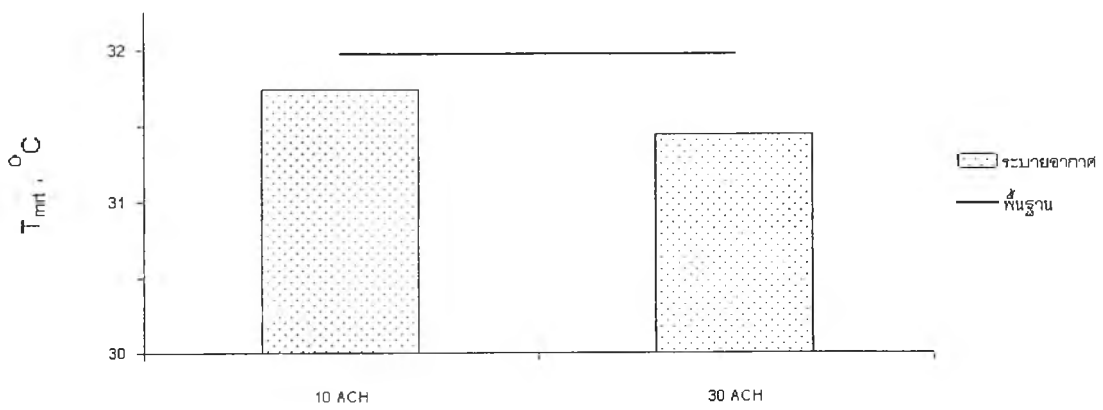
รูป 4.29 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดตั้งระบบระบายอากาศในห้องใต้หลังคา



อัตราการระบายอากาศ

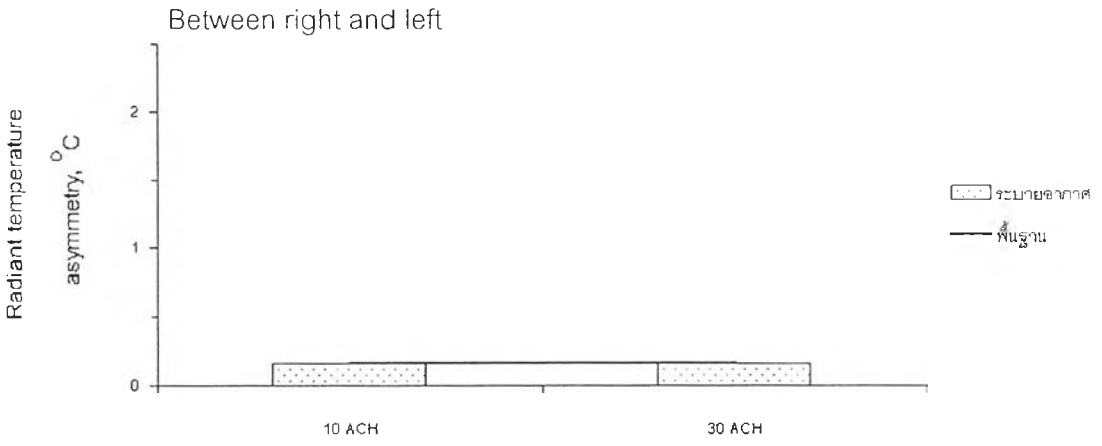


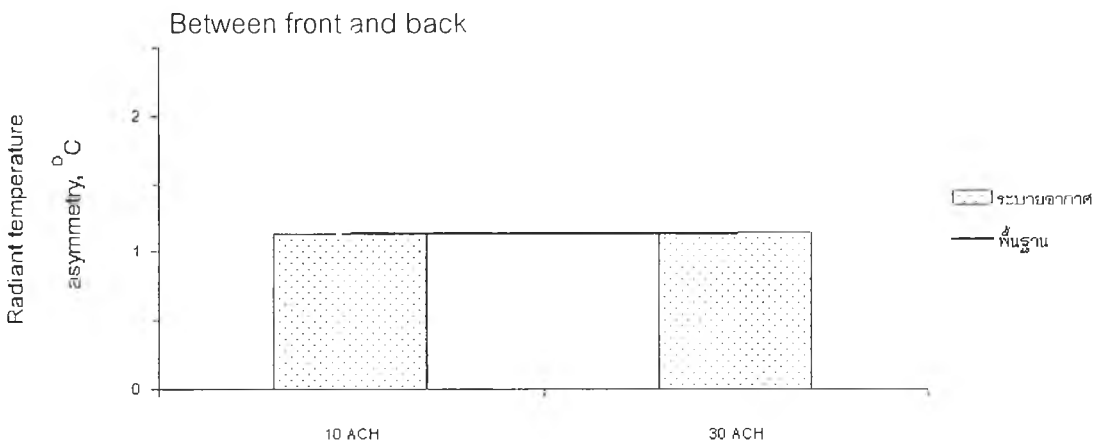
อัตราการระบายอากาศ

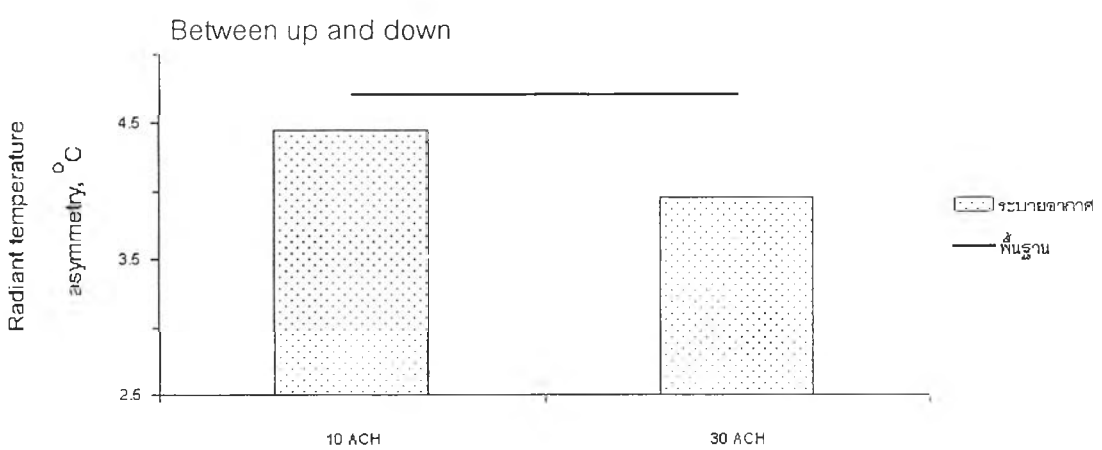


อัตราการระบายอากาศ

รูป 4.29 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดตั้งระบบระบายอากาศในห้องใต้หลังคา



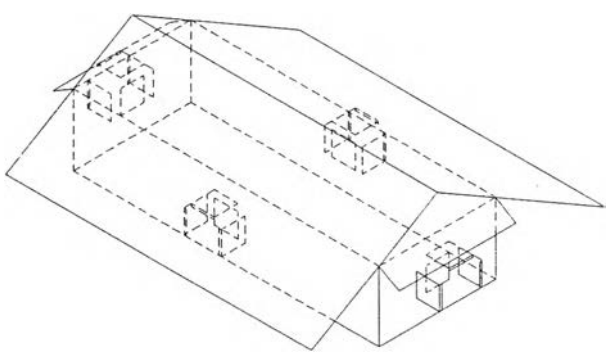




รูป 4.29 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายที่ได้จากการติดตั้งระบบระบายอากาศในห้องใต้หลังคา

4.7 ความสุขสบายเชิงความร้อนของบ้านจำลองในกรณีติดตั้งครบทุกอุปกรณ์

ขั้นตอนสุดท้ายในการศึกษาความสุขสบายเชิงความร้อนในงานวิจัยนี้จะวิเคราะห์ถึงภาวะสบายที่เกิดขึ้นกับบ้านจำลองซึ่งได้รับการติดตั้งทุกอุปกรณ์ซึ่งเคยศึกษาถึงอิทธิพลที่มีต่อความสุขสบายเชิงความร้อนมาแล้วอันได้แก่กันสาด ช่องเปิด อุปกรณ์บังเงา และฉนวนความร้อน แต่ในขั้นตอนนี้จะไม่ติดตั้งระบบระบายอากาศบนช่องหลังคาเนื่องจากต้องการให้การระบายอากาศที่เกิดขึ้นในบ้านจำลองเป็นการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติเท่านั้น เพื่อให้เห็นภาพรวมของภาวะสบายซึ่งเกิดจากการนำบ้านจำลองไปใช้ในทางปฏิบัติมากขึ้น การพิจารณาความสุขสบายจึงแบ่งออกเป็นสองช่วงเวลาได้แก่ช่วงเวลาตั้งแต่ 8:00 น. ถึง 16:00 น. และช่วงเวลาตั้งแต่ 18:00 น. ถึง 7:00 น. ซึ่งสอดคล้องกับการนำบ้านจำลองมาใช้เป็นอาคารสำนักงานและเป็นที่พักอาศัยตามลำดับ จากวัตถุประสงค์ของการใช้งานที่แตกต่างกันจึงทำให้ในการวิเคราะห์มีความจำเป็นต้องปรับพฤติกรรมของผู้ใช้งานให้สอดคล้องกับกิจกรรมในบ้านจำลองทั้งสองกรณีด้วย โดยระบุว่าผู้นำบ้านจำลองมาใช้เพื่อเป็นอาคารสำนักงานต้องแต่งกายตามสมัยนิยม นั่นคือแต่งกายด้วยเสื้อเชิ้ต กางเกงขายาว ถุงเท้าและสวมรองเท้าหุ้มส้นจึงทำให้ค่า I_{cl} เปลี่ยนจาก 0.36 clo มาเป็น 0.5 clo ส่วนกรณีที่นำบ้านจำลองมาใช้เพื่อการพักอาศัยจะพิจารณาพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยในแนวทางเดียวกันกับที่เคยพิจารณาซึ่งระบุว่าผู้อยู่อาศัยแต่งกายตามสบายด้วยเสื้อยืด กางเกงขาสั้นอันมีค่า I_{cl} เท่ากับ 0.36 clo นอกจากนี้เพื่อให้การพิจารณาครอบคลุมถึงตำแหน่งที่ตั้งของบ้านจำลองซึ่งแตกต่างกัน ทิศทางอาคารจึงได้รับการพิจารณาด้วยไม่ว่าจะเป็นกรณีที่วางตัวขวางตะวันหรือตามตะวัน รูปทรงของบ้านจำลองที่ศึกษาในขั้นตอนนี้แสดงอยู่ในรูป 4.30



รูป 4.30 รูปทรงของบ้านจำลองในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์

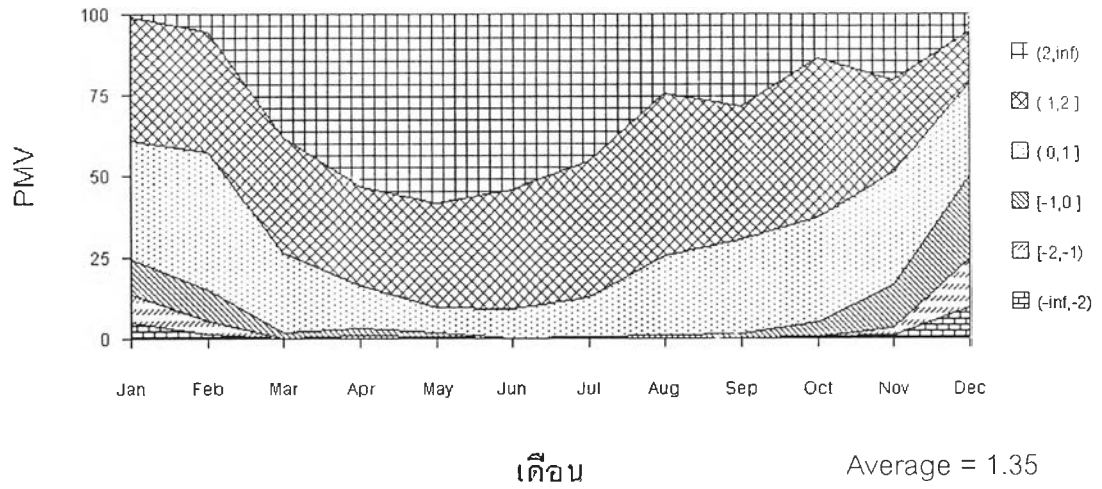
ตามที่เคยกล่าวได้ในหัวข้อ 4.1 ว่าบ้านจำลองตั้งอยู่ในภูมิประเทศเปิดโล่งซึ่งล้อมรอบด้วยทุ่งหญ้าสีเขียว บ้านจำลองในกรณีที่ติดตั้งทุกอุปกรณ์ซึ่งทำการศึกษาอยู่ในหัวข้อนี้จึงอยู่ในภูมิประเทศแบบเดียวกัน กันสาดที่ติดตั้งในบ้านจำลองมีอยู่สองรูปแบบโดยแบ่งออกตามความยาวกันสาดคือ 75% และ 25% ในทิศทางของจั่วหลังคา กันสาดความยาว 75% ซึ่งเคยกล่าวไว้ในหัวข้อ 4.2 ว่ามีความยาวเท่ากับ 4.5 m ถูกนำมาติดตั้งเข้ากับกำแพงด้านยาวของบ้านจำลองเสมือนหนึ่งว่าจั่วหลังคาได้ยืนออกมาเพื่อเป็นร่มเงาให้แก่กำแพง ส่วนกันสาดในอีกรูปแบบที่เหลือนั้นได้รับการติดตั้งที่กำแพงด้านกว้างโดยอยู่ในลักษณะที่ยื่นออกมาจากกำแพงโดยตรงด้วยความยาว 1.5 m ช่องเปิดขนาด 1 m x 1 m ถูกเจาะที่ตำแหน่งกึ่งกลางของกำแพงทุกด้านพร้อมกับติดตั้งแผงกันแดดและครีบกันแดดเพื่อป้องกันการแผ่รังสีความร้อนแบบตรงจากดวงอาทิตย์ ฝ้าเพดานในห้องใต้หลังคาได้รับการบุด้วยฉนวนใยแก้วความหนา 2″ เพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากระบบหลังคาเข้าสู่โซนควบคุมและช่วยลดความไม่สมมาตรของอุณหภูมิการแผ่รังสีในแนวตั้งฉาก ค่าเฉลี่ยของดัชนีแต่ละตัวซึ่งคำนวณได้ในแต่ละกรณีแสดงอยู่ในตาราง 4.8 ส่วนรายละเอียดของค่าดัชนีเป็นรายเดือนหรือรายชั่วโมงนั้นในที่นี้นำเสนอเฉพาะบ้านจำลองกรณีวางตัวตามตะวันเท่านั้นเพื่อแสดงประสิทธิภาพของบ้านจำลองได้อย่างเต็มที่ดังรูป 4.31 ถึง 4.34 สำหรับรายละเอียดของผลการคำนวณเชิงเปรียบเทียบที่ได้จากการคำนวณทั้งสี่กรณีสามารถพิจารณาได้จากรูป 4.35

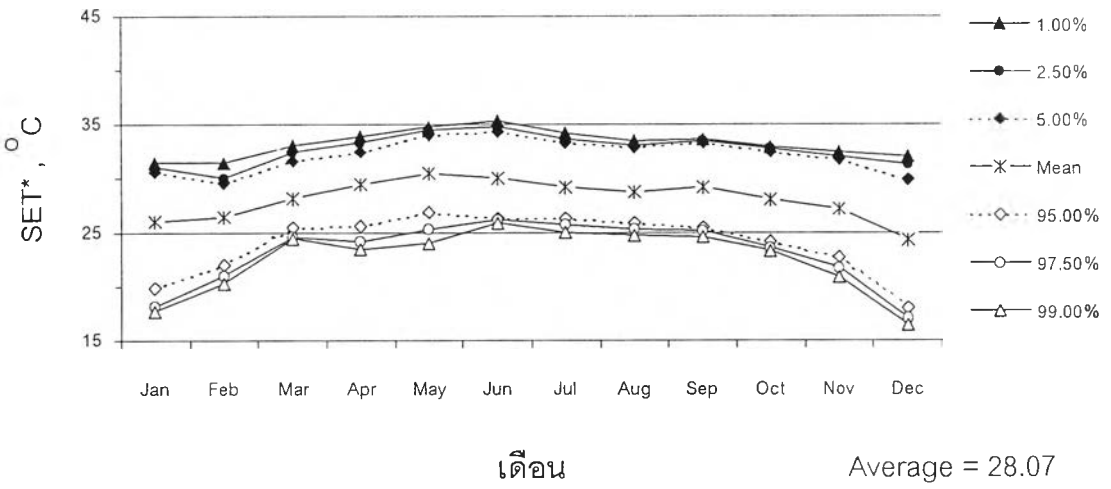
จากรูป 4.31 ถ้าพิจารณาถึงผลการคำนวณของกรณีที่บ้านถูกนำมาใช้งานในช่วงเวลา 8:00 น. ถึง 16:00 น. พบว่าระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์นั้นผู้อยู่อาศัยมีความรู้สึกอบอุ่นเป็นส่วนมากและรู้สึกร้อนเป็นส่วนน้อย แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงเวลาระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคมแล้วผู้คนจะรู้สึกร้อนมากขึ้นโดยสังเกตได้จากจำนวนข้อมูลของค่า PMV ประมาณ 50% อยู่ในช่วงที่มากกว่า 2 อย่างไรก็ตามรูป 4.31 แสดงถึงภาพรวมของภาวะสบายที่เกิดขึ้นในบ้านจำลองว่าดีขึ้นจากบ้านจำลองกรณีพื้นฐานอย่างมากทั้งๆ ที่มีการใช้งานเฉพาะเวลากลางวัน นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าบ้านจำลองที่ทำการศึกษาสามารถใช้งานในฤดูหนาวได้เป็นอย่างดีแต่สำหรับฤดูร้อนแล้วบ้านจำลองอาจไม่เหมาะสมต่อการใช้งานเนื่องจากผู้คนมีความรู้สึกร้อนเป็นส่วนใหญ่และอาจจำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อให้เกิดความสบายขึ้น ช่วงเวลาที่อาจต้องใช้เครื่องปรับอากาศสามารถดูได้จากค่า PMV ในรูป 4.32 ซึ่งมีค่าที่ตำแหน่ง 1.0% สูงกว่า 2 นั่นคือช่วงตั้งแต่เวลา 10:00 น. เป็นต้นไป แต่จากค่า PMV เฉลี่ยทำให้ทราบว่าผู้คนไม่ได้รู้สึกร้อนเสมอไปและอาจไม่จำเป็นต้องอาศัยเครื่องปรับอากาศก็ได้เนื่องจากค่าเฉลี่ยของ PMV อยู่ที่ประมาณ 2 เท่านั้นและยังมีข้อมูลของ PMV อีกจำนวนหนึ่งซึ่งแสดงว่าผู้คนก็อาจรู้สึกสบายได้ใน

บางครั้ง แต่เมื่อพิจารณาถึงอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยที่ไม่สมมาตรในแนวตั้งฉากพบว่ามีค่าสูงกว่า 10 ^{o}C โดยเฉพาะช่วงเวลาบ่ายซึ่งเป็นระดับที่เกินกว่ามาตรฐานระบุไว้มาก สาเหตุที่ทำให้ค่าอุณหภูมิดังกล่าวมีค่าสูงขนาดนี้ทั้งๆ ที่ทำการติดตั้งฉนวนความร้อนบนฝ้าเพดานแล้วก็คือบ้านจำลองที่ใช้ศึกษาไม่มีมาตรการใดๆ ที่ช่วยป้องกันความร้อนเข้าสู่ระบบหลังคาเลย นอกจากนี้อุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งเข้าไปล้วนแต่ป้องกันความร้อนเข้าสู่บริเวณที่ใช้งาน เพราะฉะนั้นจึงเป็นการเพิ่มความไม่สมมาตรของอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยในแนวตั้งฉากโดยปริยาย กล่าวโดยสรุปก็คือการใช้บ้านจำลองซึ่งติดตั้งครบทุกอุปกรณ์มาใช้เป็นอาคารสำนักงานสามารถทำให้ผู้อยู่อาศัยมีความสุขสบายเชิงความร้อนได้ในระดับหนึ่งโดยค่า PMV ลดลงจากกรณีพื้นฐานเหลือเพียง 1.35 และทำให้ SET* มีค่าลดลง 1.61 ^{o}C หรือคิดเป็น 41.8% และ 5.4% ตามลำดับ นอกจากนี้ควรหามาตรการอื่นที่ทำให้ความไม่สมมาตรของอุณหภูมิการแผ่รังสีในแนวตั้งฉากมีค่าลดลงซึ่งอาจช่วยปรับปรุงภาวะสบายของบ้านจำลองให้ดีขึ้นอีกได้

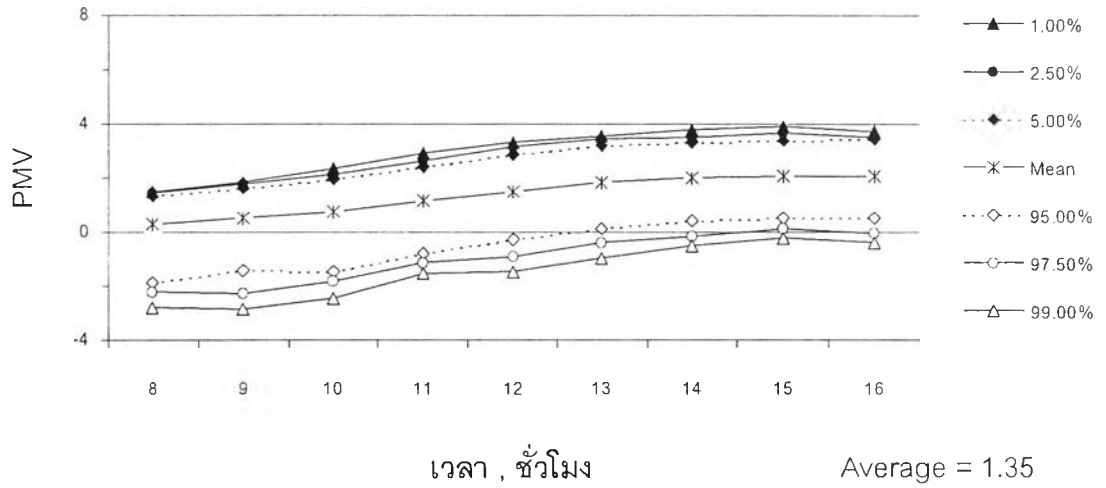
สำหรับกรณีการนำบ้านจำลองดังกล่าวมาใช้เพื่อการอยู่อาศัยในเวลากลางคืนดังที่แสดงในรูป 4.33 พบว่าผู้อยู่อาศัยรู้สึกอบอุ่นและสบายอยู่ตลอดเวลาโดยรู้สึกร้อนบ้างในเดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายนและอาจหนาวเป็นบางครั้งระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ดังสังเกตได้จากค่า PMV ในแต่ละเดือน ส่วนค่า SET* เฉลี่ยเป็นรายเดือนนั้นพบว่ากระจายตัวอยู่ในช่วง 23 ^{o}C ถึง 28 ^{o}C ซึ่งเกินกว่ามาตรฐาน ASHRAE (1992/1995) เพียงเล็กน้อย จึงเห็นได้ว่าภาพรวมของภาวะสบายในบ้านจำลองที่ทำการศึกษาเหมาะสมต่อการพักอาศัยในเวลากลางคืน เมื่อทราบถึงภาพรวมของความสบายที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนแล้วขั้นตอนต่อไปจะพิจารณาถึงรายละเอียดของค่าดัชนีในแต่ละชั่วโมงจากรูป 4.34 โดยพบว่าช่วงเวลาที่ผู้อยู่อาศัยอาจรู้สึกร้อนจะอยู่ในช่วงแคบๆ ตั้งแต่เวลา 18:00 น. ถึง 20:00 น. ดังเห็นได้จากค่า PMV ที่ตำแหน่ง 1.0% ในทางกลับกันช่วงเวลาตั้งแต่ 4:00 น. ถึง 7:00 น. อาจพบว่าผู้อยู่อาศัยรู้สึกหนาวบ้างเป็นบางครั้ง เนื่องจากค่า PMV เฉลี่ยมีค่าประมาณ 0 และอยู่ใกล้เคียงกับค่าที่ 1.0% มากกว่าค่าที่ 99.0% เพราะฉะนั้นจึงหมายความว่าในเวลาส่วนใหญ่แล้วผู้คนรู้สึกสบายมากกว่ารู้สึกหนาวนั่นเอง ส่วนค่าดัชนีอื่นๆ อันได้แก่ DISC และ TSENS จะแสดงถึงความรู้สึกเชิงความร้อนของผู้อยู่อาศัยในทิศทางเดียวกับค่า PMV หากพิจารณาค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีที่ไม่สมมาตรในแนวตั้งฉากซึ่งเคยเป็นปัญหาสำหรับกรณีใช้งานในช่วงเวลา 8:00 น. ถึง 16:00 น. นั้นจะพบว่าปริมาณดังกล่าวอาจทำให้ผู้อยู่อาศัยไม่สุขสบายได้บ้างในช่วง 18:00 น. ถึง 19:00 น. และ 6:00 น. ถึง 7:00 น. เท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงสามารถสรุปได้ว่าบ้านจำลองซึ่งติดตั้งครบทุกอุปกรณ์สามารถทำให้ผู้อยู่อาศัยมีความสุขสบายเชิงความร้อนได้ถ้าหากบ้านจำลองนั้นมีการใช้งานเฉพาะเวลากลางคืน

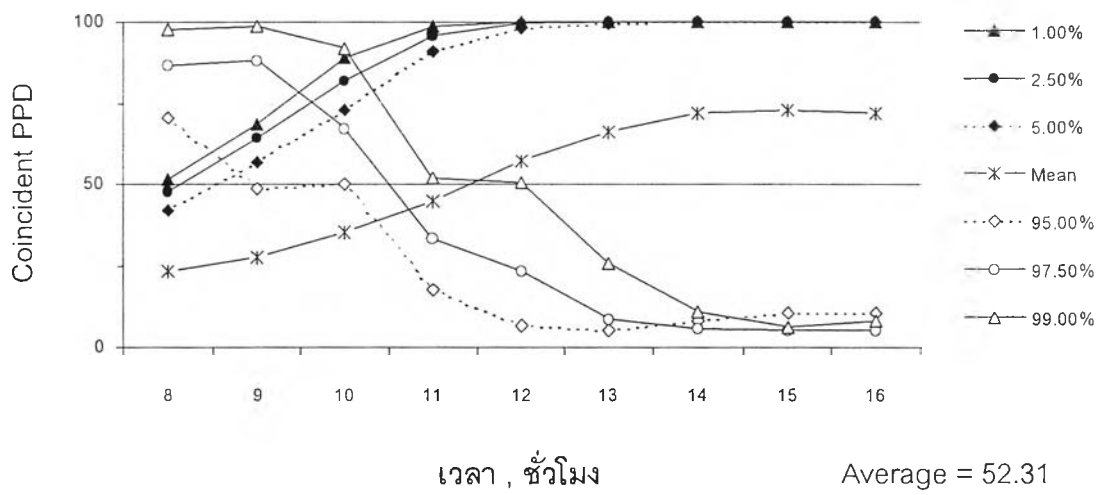
ในส่วนผลการวิเคราะห์ดัชนีความสุขสบายของกรณีอื่นที่เหลือได้แสดงผลเชิงเปรียบเทียบไว้ดังรูป 4.35 โดยพบว่าหากบ้านจำลองกรณีติดตั้งครบทุกอุปกรณ์วางตัวอยู่ในทิศขวางตะวันแล้วความสุขสบายที่เกิดขึ้นจะลดลงอย่างมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งความสุขสบายที่ได้รับจากการใช้บ้านจำลองเพื่อการอยู่อาศัยในเวลากลางคืนดังจะเห็นได้จากค่า PPD ที่ต่างกันถึง 11.1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 42.6% ของค่า PPD ในบ้านจำลองกรณีตามตะวัน อย่างไรก็ตามหากบ้านจำลองได้มีการใช้งานระหว่างช่วงเวลา 8:00 น. ถึง 16:00 น. แล้วความแตกต่างของดัชนีความสุขสบายมีค่าไม่มากเหมือนกรณีที่ใช้งานเฉพาะเวลากลางคืนโดยค่า PPD จะต่างกันเพียง 6.7 หรือคิดเป็น 18% ของค่า PPD ที่ได้จากบ้านจำลองกรณีตามตะวัน ถึงแม้ว่าการหันบ้านจำลองที่ติดตั้งครบทุกอุปกรณ์ไปในทิศทางขวางตะวันจะทำให้ความรู้สึกเชิงความร้อนที่มีต่อบ้านด้อยลง แต่ค่า PMV สำหรับการใช้งานช่วงเวลากลางวันยังมีค่าเพียง 1.59 โดยที่ SET* มีค่าลดลง 1.1 ^{o}C หรือมีค่าลดลงจากบ้านกรณีพื้นฐานถึง 31.5% และ 3.7% ซึ่งถือว่าสูงมากเนื่องจากค่า PMV และ SET* ของกรณีพื้นฐานที่แสดงไว้เป็นค่าที่พิจารณาตลอดทั้ง 24 ชั่วโมงนั่นเอง ดังนั้นการที่ค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยที่ไม่สมมาตรในแนวตั้งฉากซึ่งแสดงไว้ในรูป 4.36 สูงกว่าค่าที่ได้จากบ้านจำลองกรณีพื้นฐานก็ไม่ใช่สิ่งที่น่ากังวลเกินไปเนื่องจากในที่นี้พิจารณาการใช้งานเฉพาะช่วงเวลากลางวัน ดังนั้นหากพิจารณาผลการคำนวณ ณ เวลาเดียวกันแล้วจะพบว่าความไม่สมมาตรของอุณหภูมิการแผ่รังสีในบ้านจำลองที่ติดตั้งครบทุกอุปกรณ์จะมีค่าน้อยกว่าบ้านจำลองกรณีพื้นฐานอย่างเห็นได้ชัด



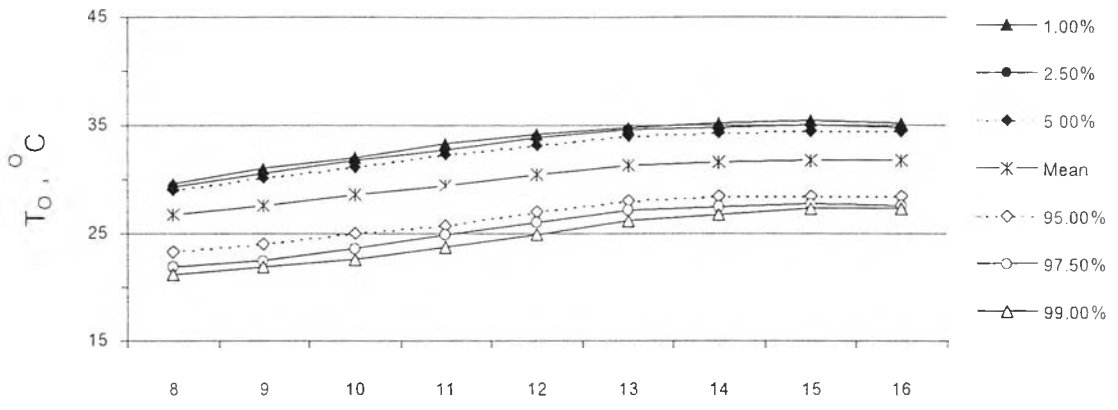


รูป 4.31 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายเดือนในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์
โดยงานในช่วงเวลา 8:00 น. ถึง 16:00 น.

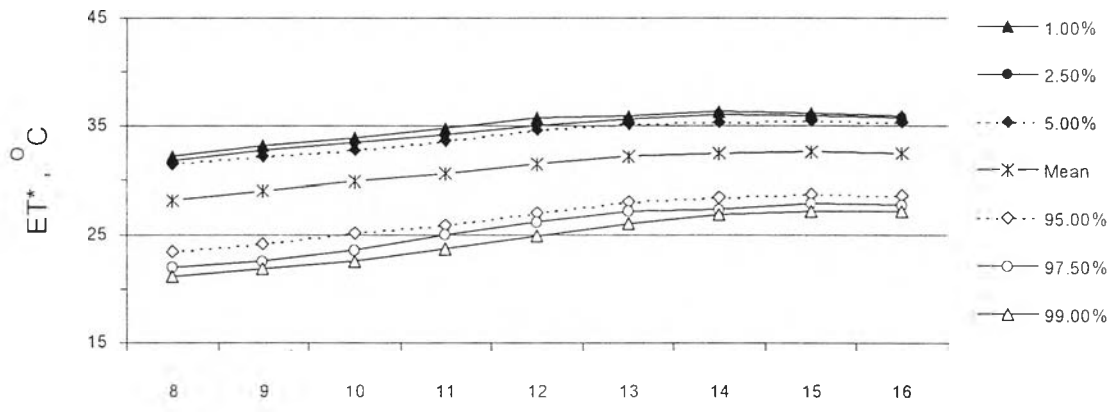




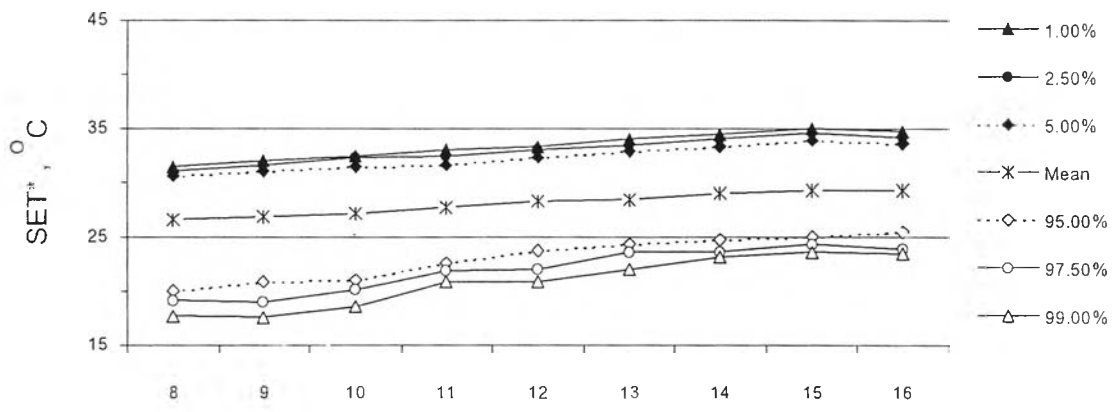
รูป 4.32 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์
โดยงานในช่วงเวลา 8:00 น. ถึง 16:00 น.



เวลา , ชั่วโมง Average = 29.88

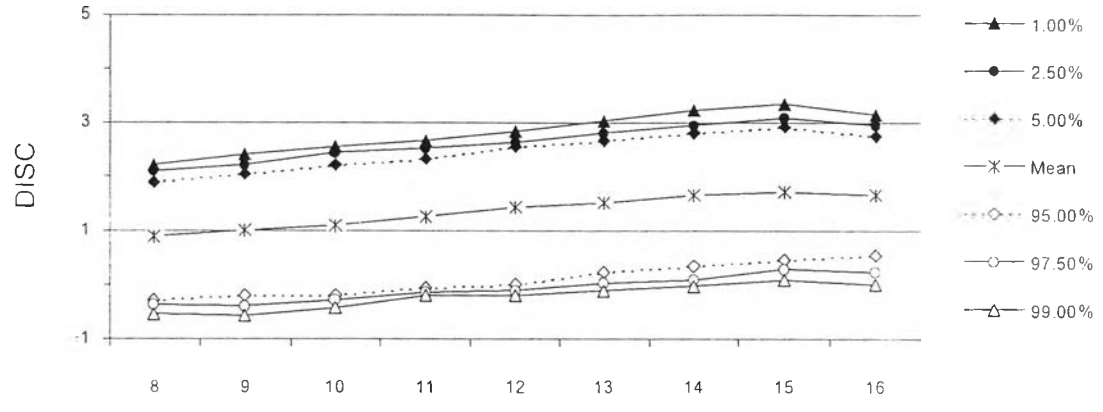


เวลา , ชั่วโมง Average = 30.94

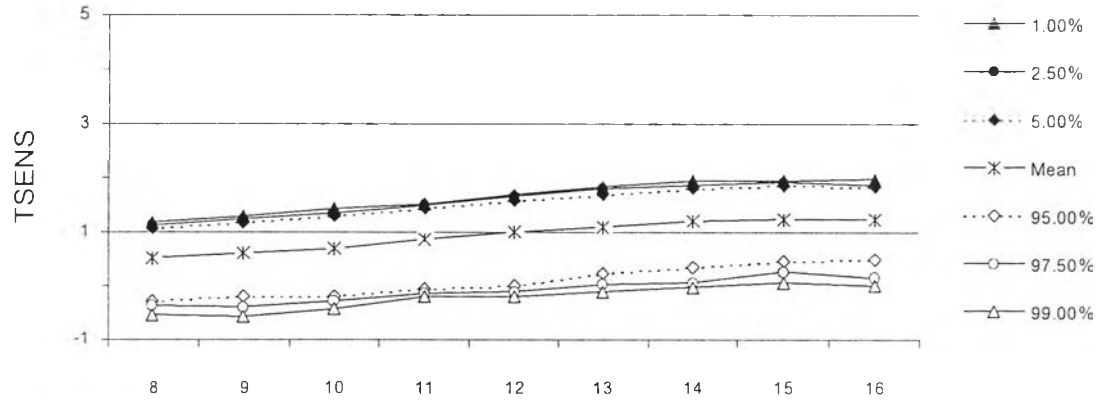


เวลา , ชั่วโมง Average = 28.07

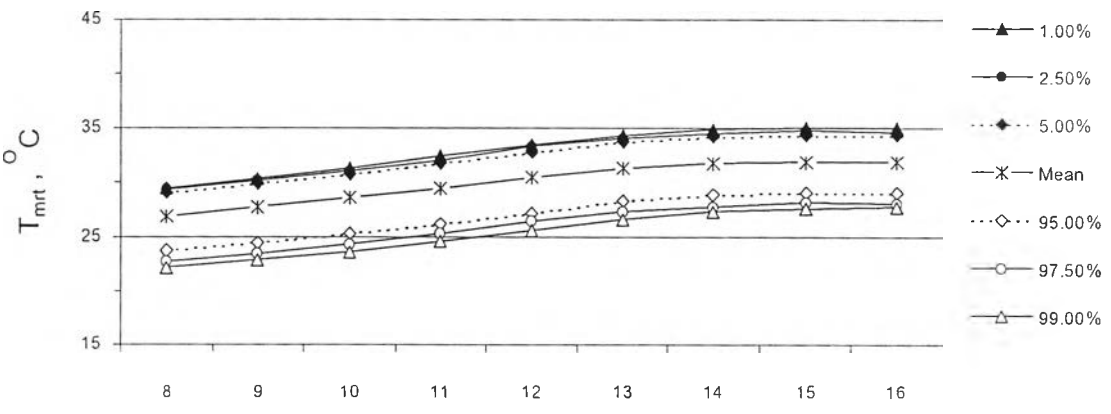
รูป 4.32 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์
โดยงานในช่วงเวลา 8:00 น. ถึง 16:00 น.



เวลา , ชั่วโมง Average = 1.36

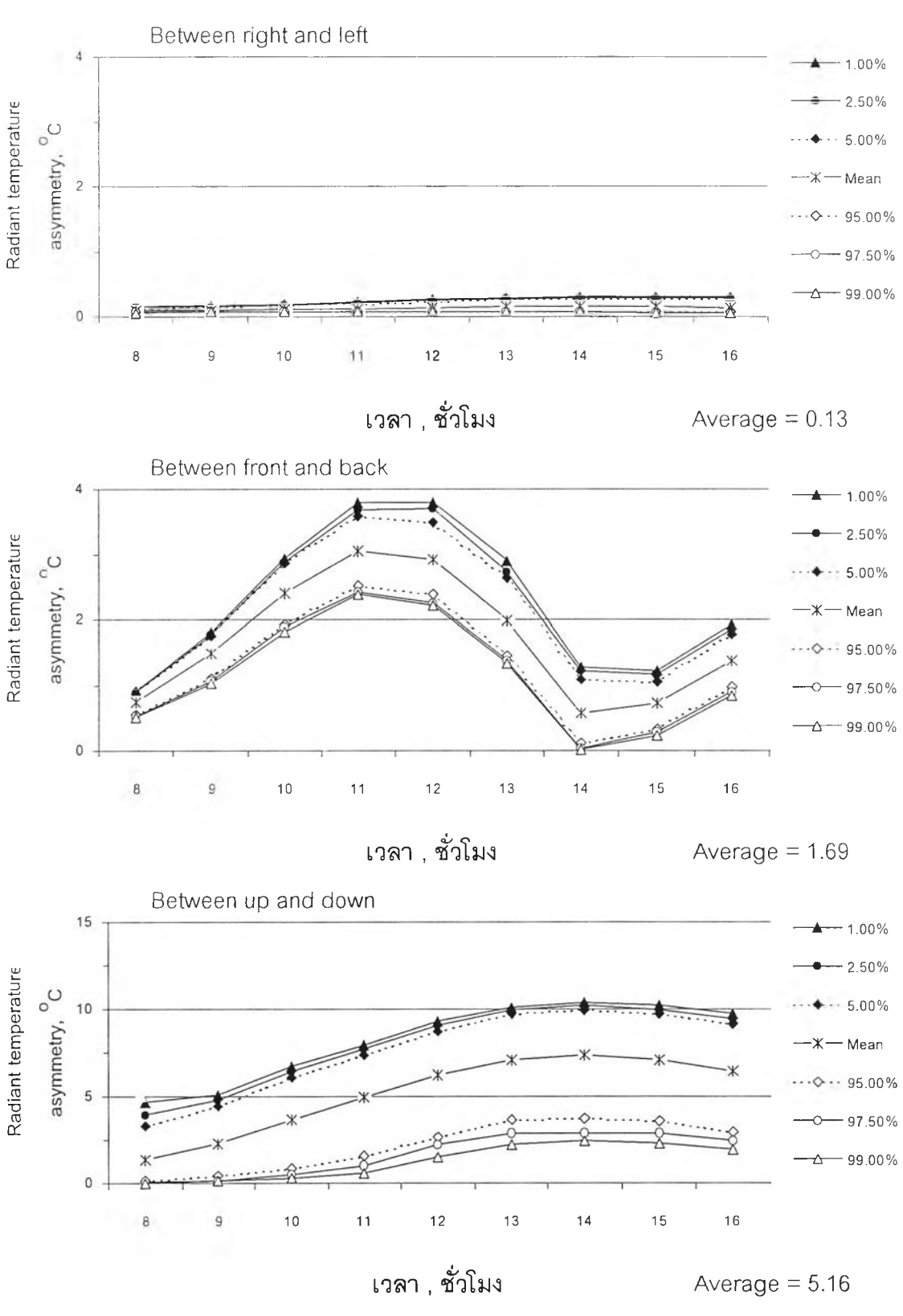


เวลา , ชั่วโมง Average = 0.93

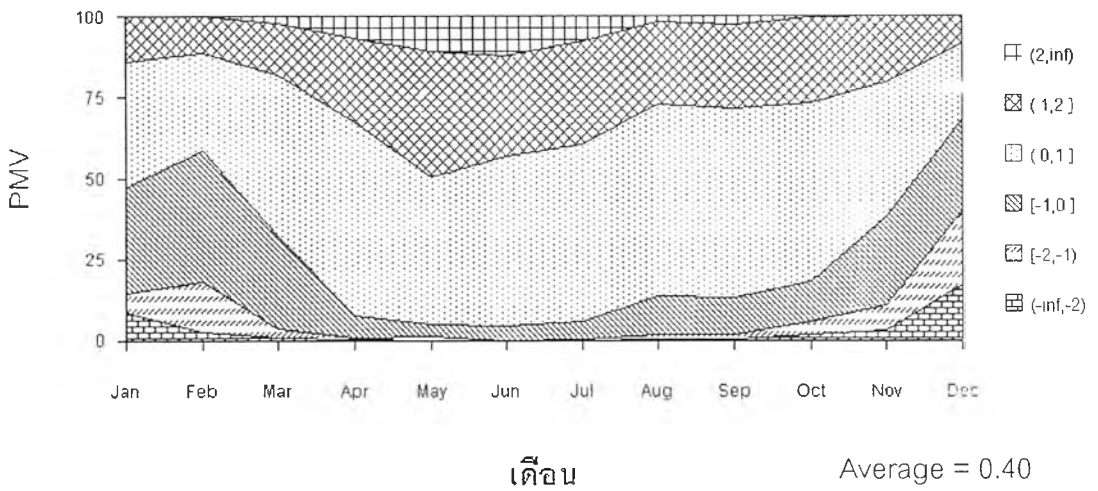


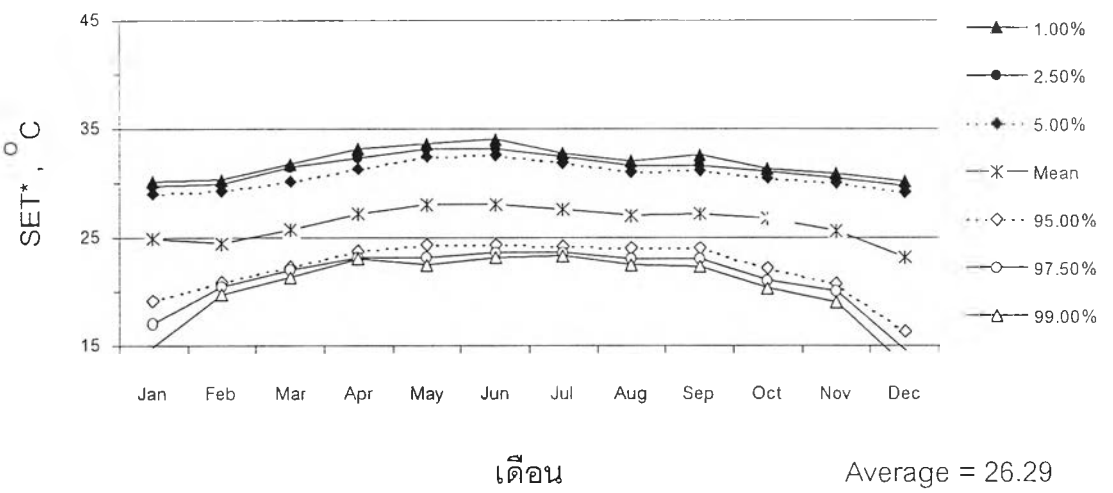
เวลา , ชั่วโมง Average = 29.95

รูป 4.32 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์
โดยงานในช่วงเวลา 8:00 น. ถึง 16:00 น.

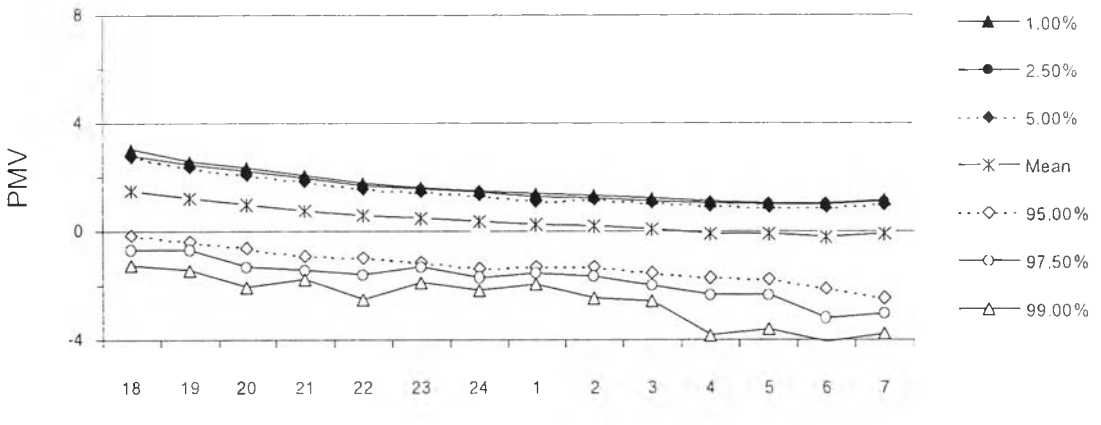


รูป 4.32 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์ โดยงานในช่วงเวลา 8:00 น. ถึง 16:00 น.

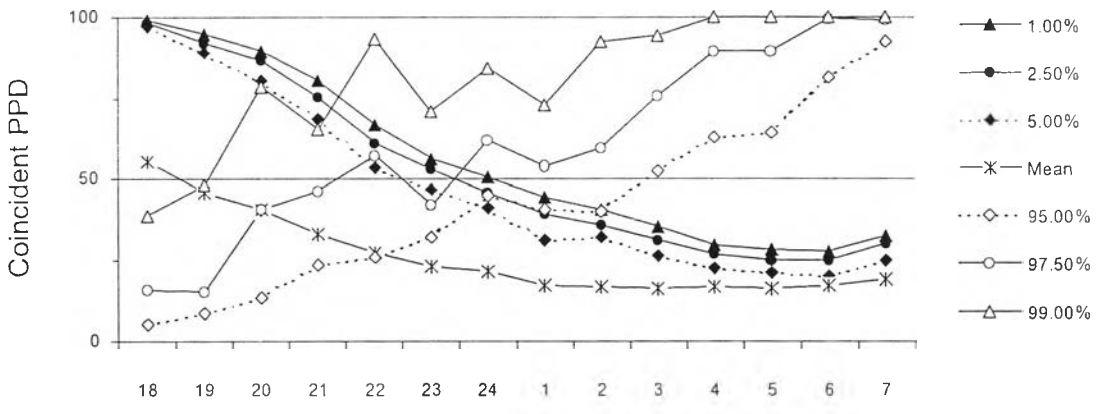




รูป 4.33 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายเดือนในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์
โดยใช้งานในช่วงเวลา 18:00 น. ถึง 7:00 น.

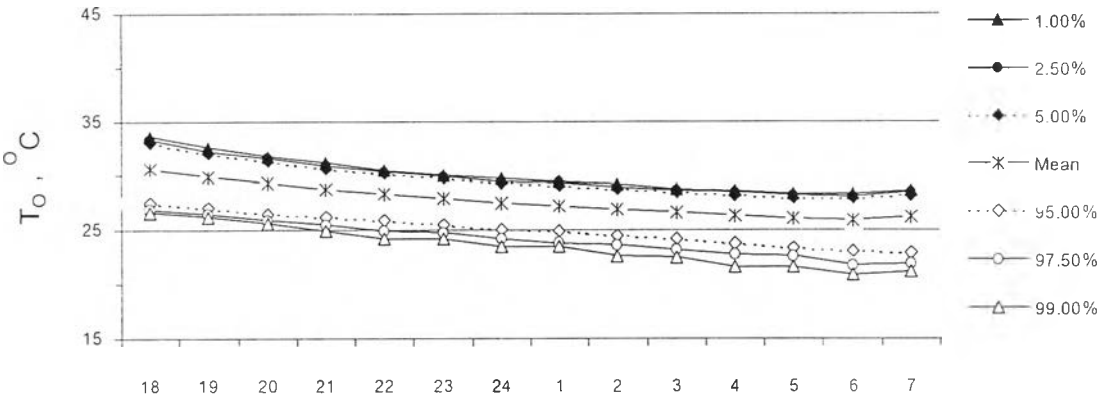


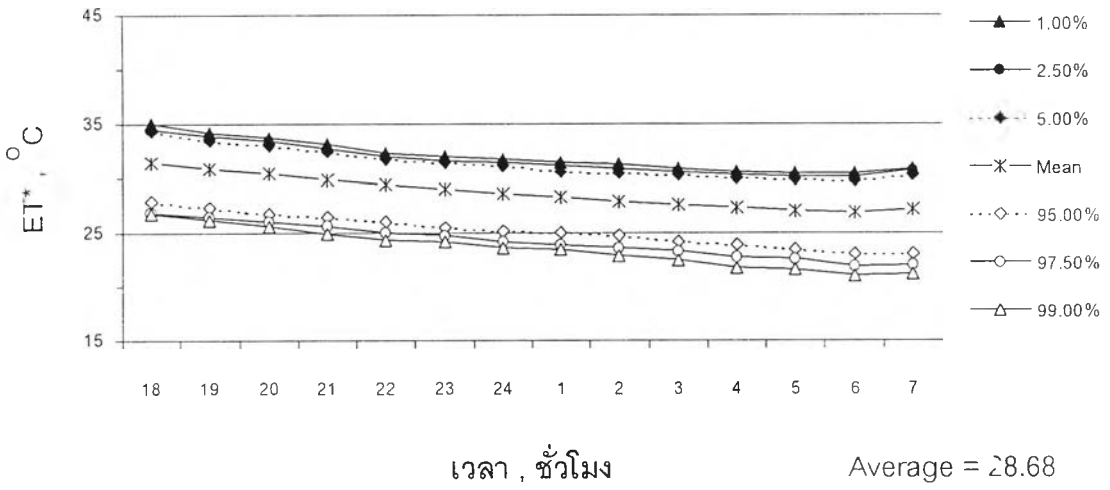
เวลา , ชั่วโมง Average = 0.40

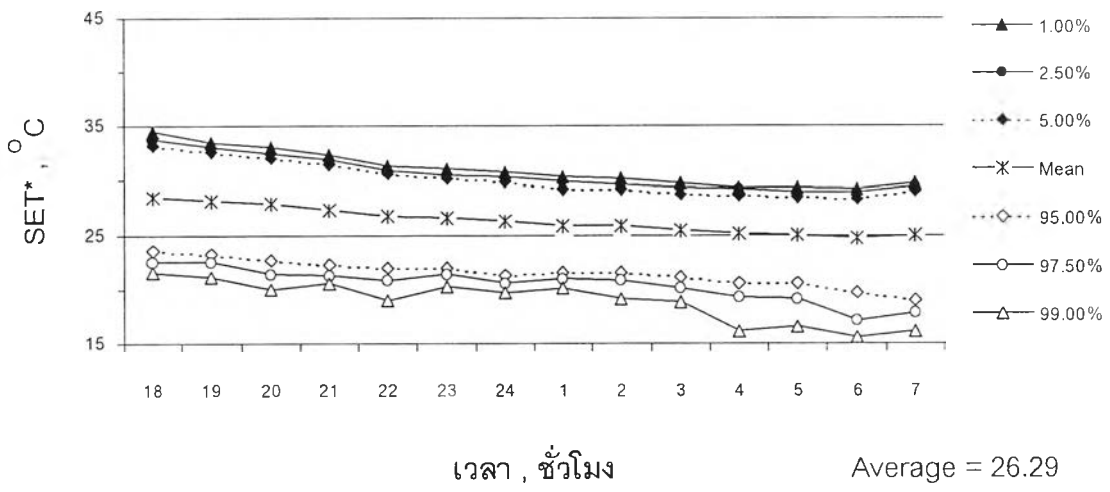


เวลา , ชั่วโมง Average = 26.06

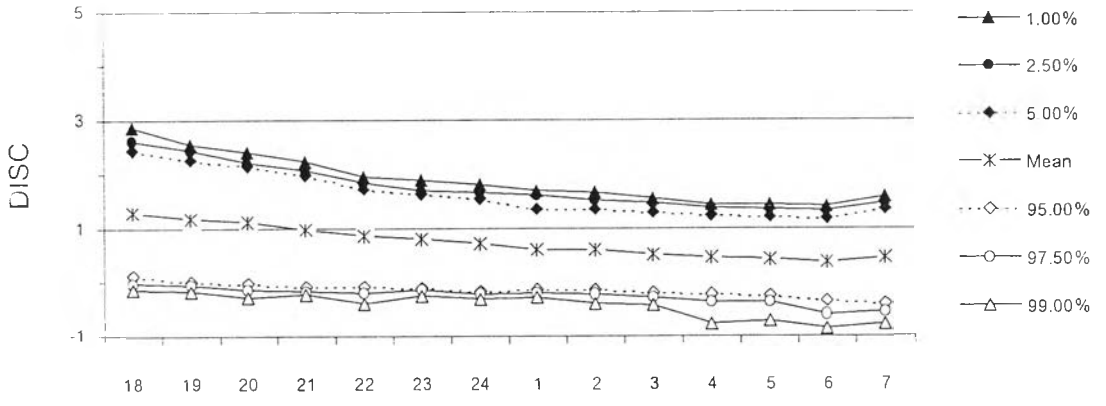
รูป 4.34 ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์
โดยใช้งานในช่วงเวลา 18:00 น. ถึง 7:00 น.



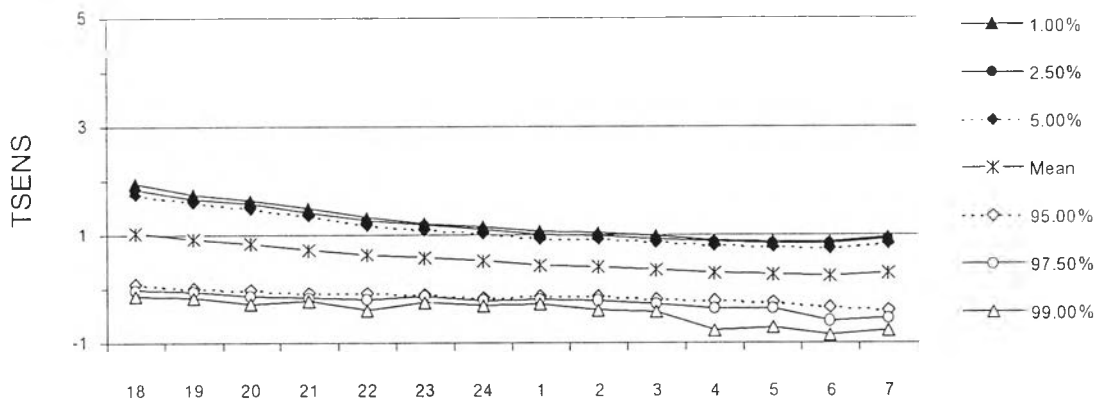




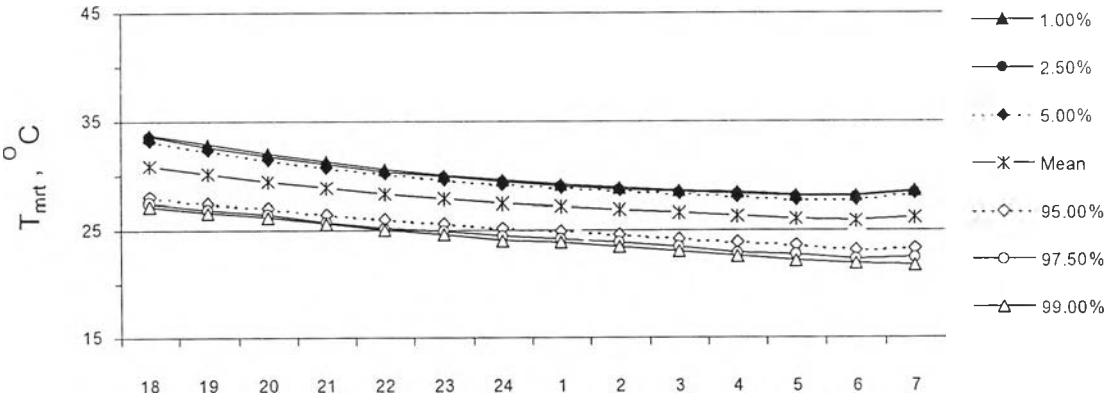
รูป 4.34 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์
โดยใช้งานในช่วงเวลา 18:00 น. ถึง 7:00 น.



เวลา , ชั่วโมง Average = 0.74

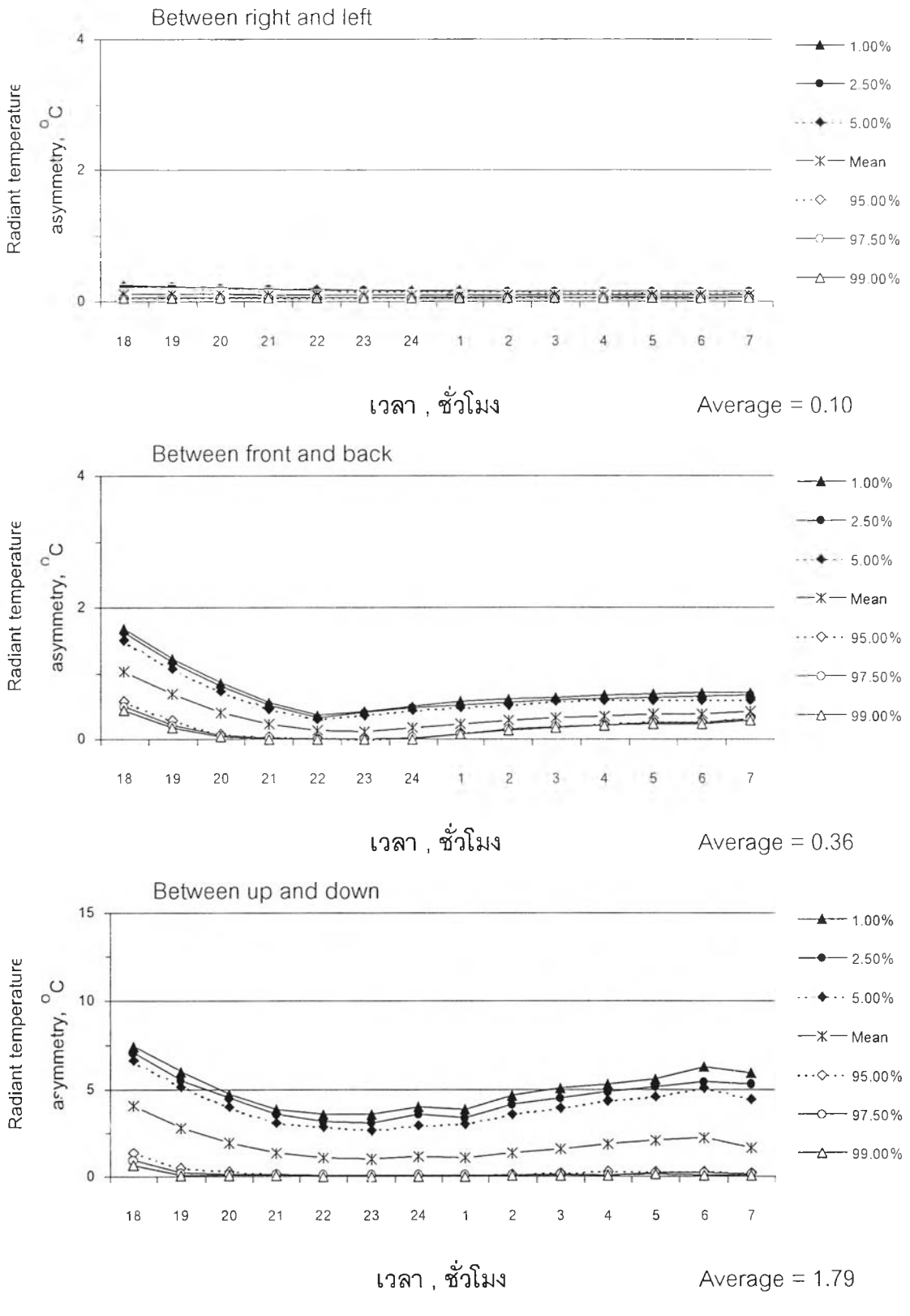


เวลา , ชั่วโมง Average = 0.53



เวลา , ชั่วโมง Average = 27.71

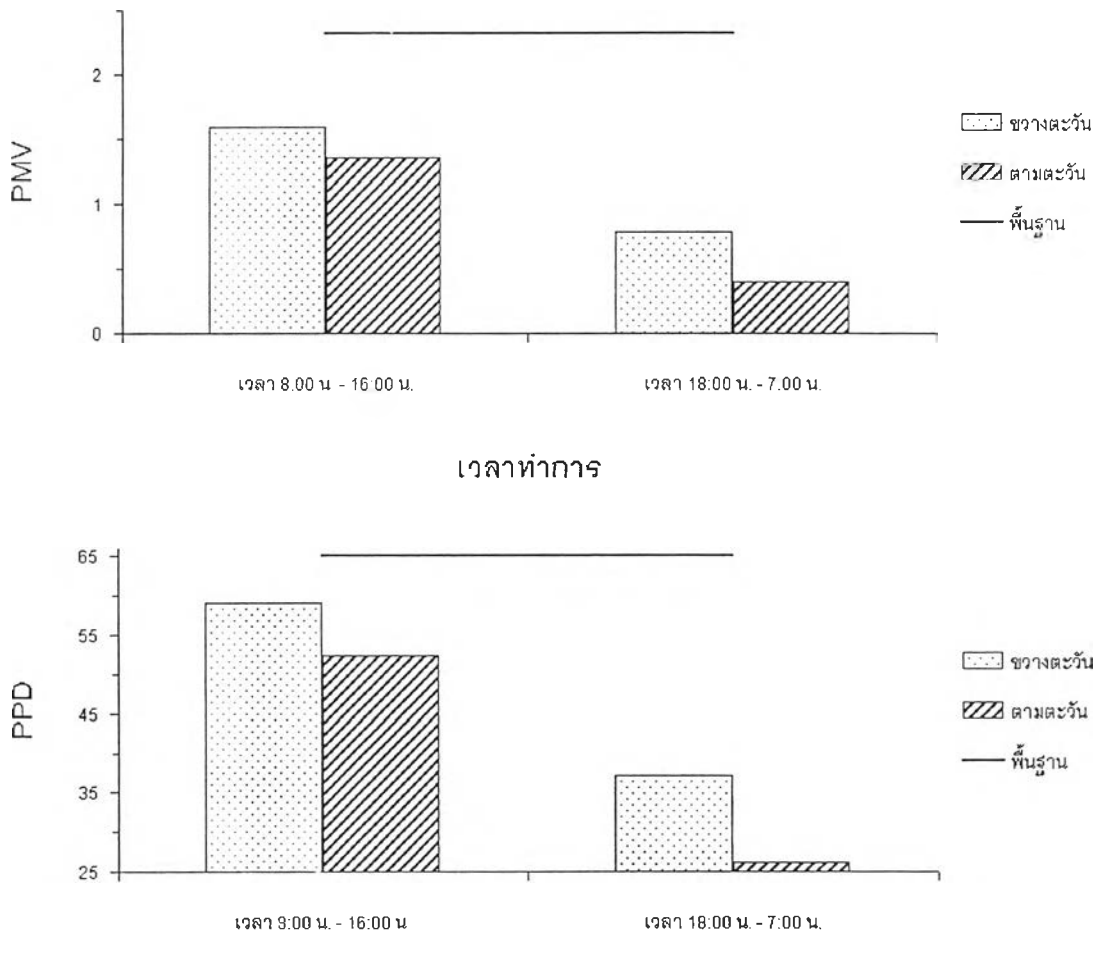
รูป 4.34 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์
โดยใช้งานในช่วงเวลา 18:00 น. ถึง 7:00 น.



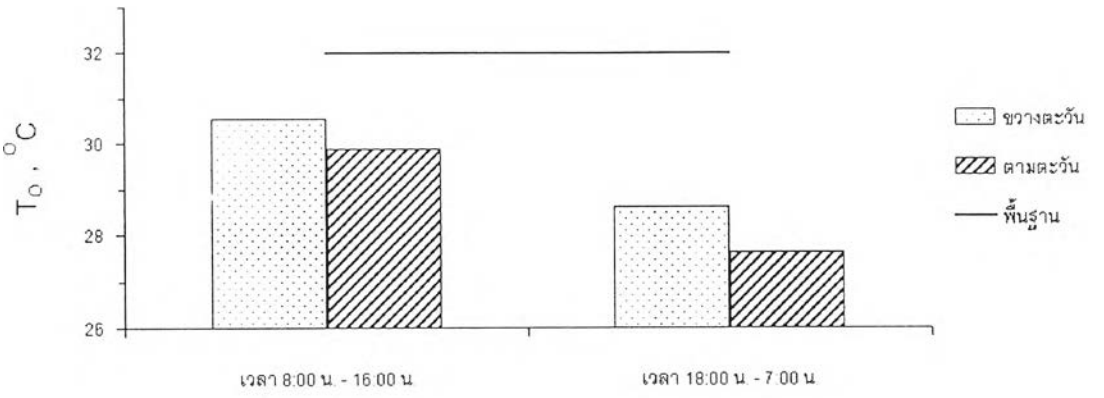
รูป 4.34 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายเป็นรายชั่วโมงในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์ โดยใช้งานในช่วงเวลา 18:00 น. ถึง 7:00 น.

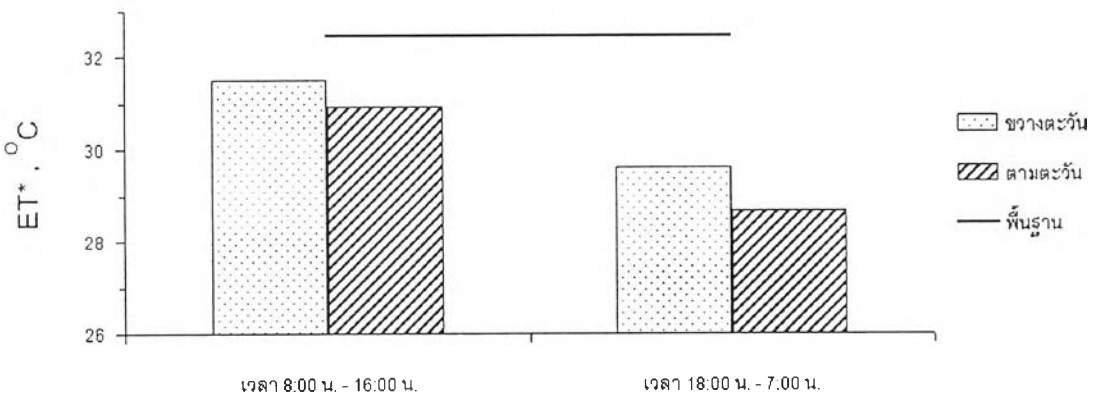
ตาราง 4.8 ดัชนีความสุขสบายเฉลี่ยของบ้านจำลองที่ติดตั้งทุกอุปกรณ์ตั้งแต่กรณี 1 ถึง กรณี 4

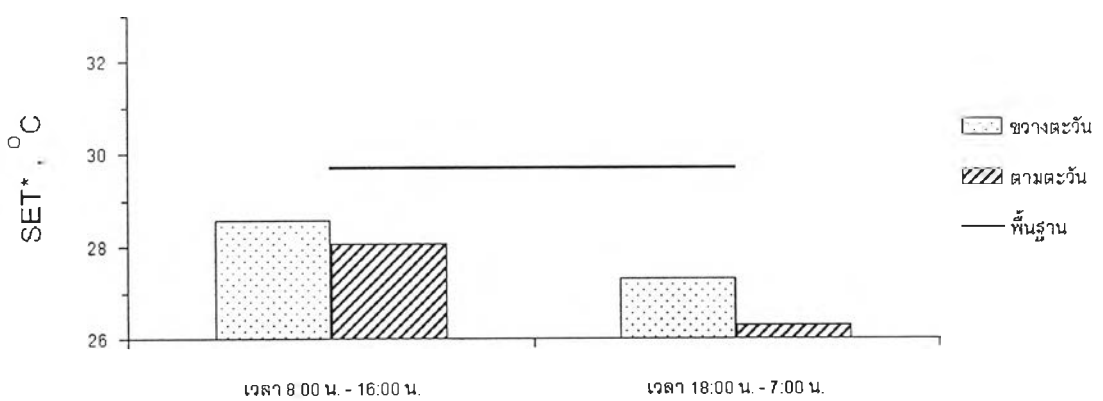
	PMV	PPD	T_o	ET*	SET*	DISC	TSENS	T_{mrt}	R/L	F/B	U/D
กรณี1	1.59	59.04	30.55	31.50	28.58	1.51	1.05	31.04	0.45	1.09	5.95
กรณี2	0.79	37.19	28.60	29.62	27.32	0.99	0.74	28.82	0.17	1.03	2.35
กรณี3	1.35	52.31	29.88	30.94	28.07	1.36	0.93	29.95	0.13	1.69	5.16
กรณี4	0.40	26.06	27.62	28.68	26.29	0.74	0.53	27.71	0.10	0.36	1.79



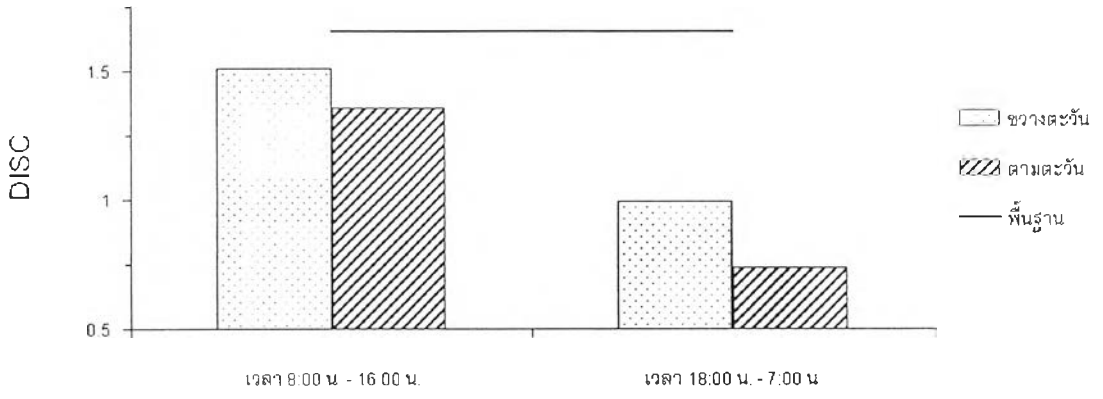
รูป 4.35 ดัชนีความสุขสบายในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์

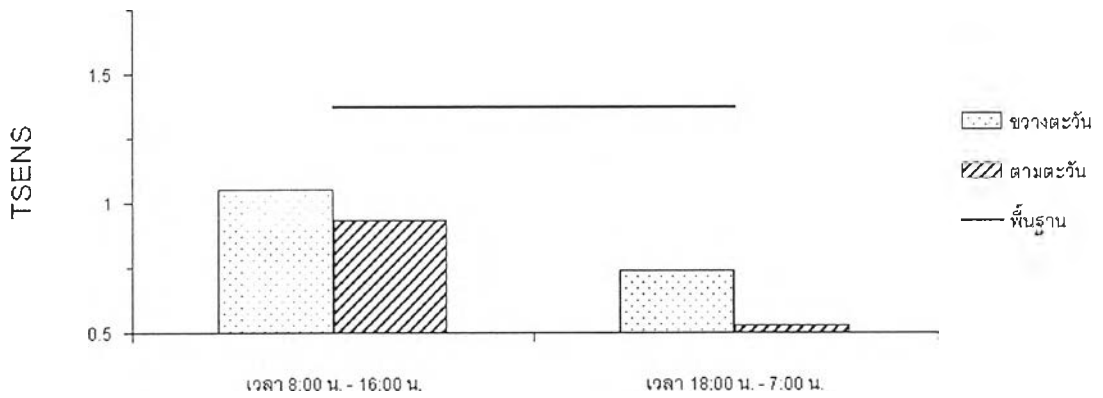


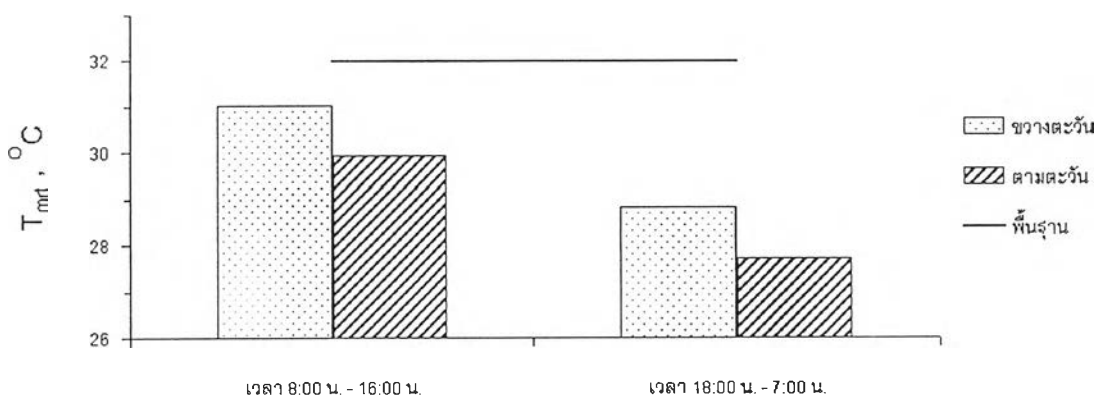




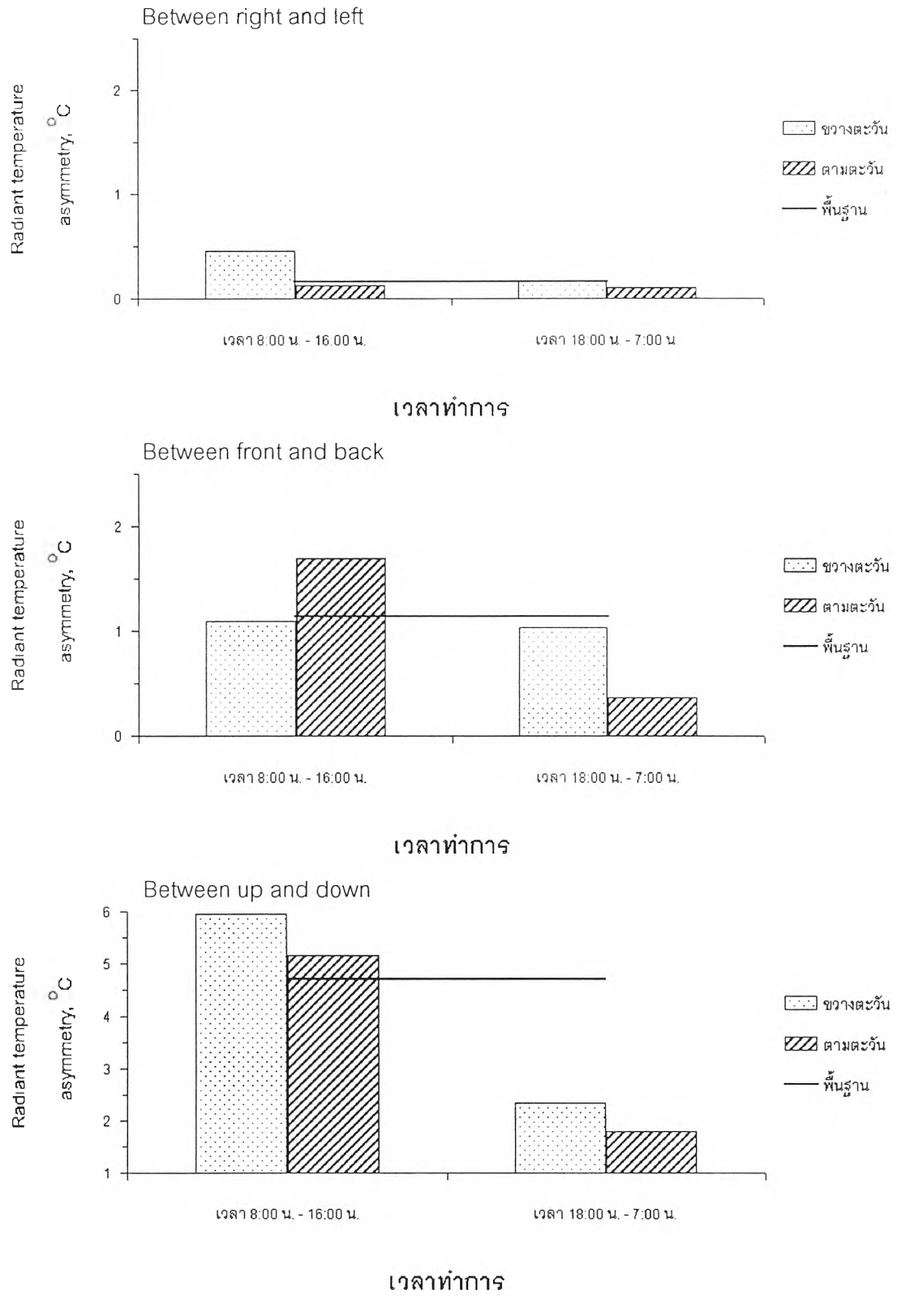
รูป 4.35 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์







รูป 4.35 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์



รูป 4.35 (ต่อ) ดัชนีความสุขสบายในกรณีติดตั้งทุกอุปกรณ์