บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายใน และอุณหภูมิอากาศ

6.1.2 การวิเคราะห์อุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในหลังคา และอุณหภูมิอากาศ

6.1.3 การวิเคราะห์อุณหภูมิจุดน้ำค้าง และอุณหภูมิผิวผนังภายใน

6.1.4 การวิเคราะห์อุณหภูมิจุดน้ำค้าง และอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านใน

6.1.5 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นสะสมในผนัง

6.1.1 การวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายใน และอุณหภูมิอากาศ

อุณหภูมิผิวผนังภายในค่อนข้างจะคงที่ เนื่องจากอิทธิพลของมวลสารและการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนังของพระอุโบสถซึ่งเป็นผนังก่ออิฐหนาประมาณ 90 เซนติเมตร ในช่วงเวลาเช้าอุณหภูมิอากาศทั้งภายในและภายนอกจะเริ่มสูงขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์จนมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา ณ เวลาประมาณ 13.00 น. - 15.00 น. แล้วอุณหภูมิอากาศจะลดลงในช่วงเย็นจนมีค่าต่ำที่สุด ณ เวลาประมาณ 6.00 น. ของเช้าวันรุ่งขึ้น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศเนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์นี้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวผนังภายในมากนัก โดยจะมีความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุดของอุณหภูมิผิวผนังภายในตลอดทั้งวันประมาณ 1 องศาเซลเซียส

ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวผนังภายในกับอุณหภูมิอากาศทั้งภายในและภายนอก จะมากที่สุดในช่วงเวลาบ่าย ณ เวลาประมาณ 13.00 น.- 15.00 น. โดยอุณหภูมิผิวผนังภายในจะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกประมาณ 5-7 องศาเซลเซียส และต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส

ทิศทางของผนังไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวผนังภายใน จากการวิเคราะห์อุณหภูมิผิวผนังภายในที่บันทึกในช่วงเดือนธันวาคม และมกราคม ด้านทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ณ เวลาเดียวกันที่ระดับความสูง 3 เมตรเท่ากันนั้น พบว่าไม่มีความแตกต่างของ

อุณหภูมิผิวผนังภายในที่ทำการบันทึก ณ ทิศต่าง ๆ ดังกล่าว เนื่องจากอิทธิพลของมวลสารและการหน่วงเหนี่ยวความร้อน

ระดับความสูงของของผนังภายในอาคารที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มที่ทำให้อุณหภูมิผิวผนังภายในสูงขึ้น เนื่องจากอากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะลอยตัวขึ้นสู่ด้านบน ทำให้ผิวผนังภายในด้านบนมีแนวโน้มที่จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นด้วย

อุณหภูมิผิวผนังภายในจะสูงขึ้นในช่วงเดือนที่มีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูง ตามเดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม ตามลำดับ และพบว่าในช่วงเดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศมาก อุณหภูมิผิวผนังภายในจะมีค่าสูงสุดและต่ำสุดที่แตกต่างกันมาก

6.1.2 การวิเคราะห์อุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านใน และอุณหภูมิอากาศ

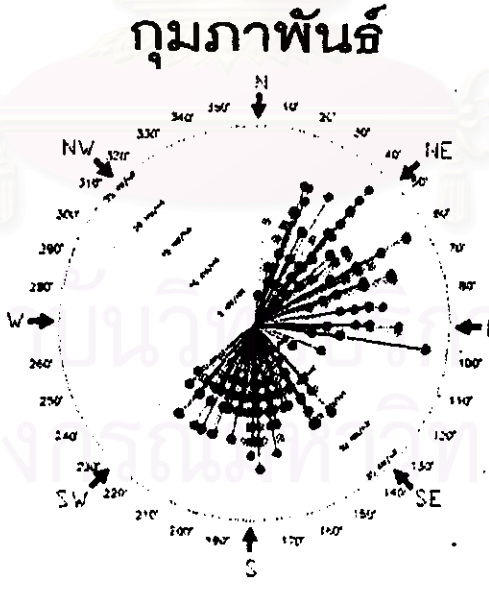
อุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในมีการเปลี่ยนแปลงมาก ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในจะมากกว่าอุณหภูมิผิวผนังภายในมาก ทั้งนี้เนื่องจากกระเบื้องมุงหลังคาเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูง และมีมวลสารในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนน้อยกว่าผนังพระอุโบสถมาก ในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในจะสูงมากถึง 45-48 องศาเซลเซียส เนื่องจากอิทธิพลการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และในช่วงเวลากลางคืนกระเบื้องมุงหลังคาจะสูญเสียความร้อนให้กับท้องฟ้าทำให้อุณหภูมิผิวของกระเบื้องมุงหลังคาลดลงมาก จนต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศทั้งภายในและภายนอกด้วย เนื่องจากมีมวลสารในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนน้อย โดยที่อุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในจะลงต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศทั้งภายนอกและภายในประมาณ 2 –3 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 24.00 – 8.00

6.1.3 การวิเคราะห์อุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศ และอุณหภูมิผิวผนังภายใน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศทั้งภายในและภายนอกจะต่ำกว่าอุณหภูมิผิวผนังภายใน โดยที่อุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศจะแตกต่างกับอุณหภูมิผิวผนังภายในน้อยที่สุดในตอนเช้าเวลา 8.00 น. - 12.00 น. ทั้งนี้เนื่องมาจากอุณหภูมิอากาศทั้งภายในและภายนอกจะต่ำสุดในช่วงเวลา 6.00 น. – 8.00 น. แล้วจึงสูงขึ้นเนื่องจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ในขณะที่อุณหภูมิผิวผนังภายในค่อนข้างจะคงที่และมีค่าต่ำสุดในช่วงเวลา 8.00 น.-9.00 น. ผนังพระอุโบสถมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวผนังด้านในน้อยมากดังที่กล่าวไว้ในข้อ 6.1 เมื่ออุณหภูมิอากาศ

สูงขึ้นในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศจะสูงที่สุดในช่วงเวลาเช้า จึงทำให้อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศเข้าใกล้อุณหภูมิผิวผนังภายในมากที่สุดในช่วงเวลาเช้า

อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในช่วงเดือนที่อากาศมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงมีแนวโน้มที่จะเข้าใกล้อุณหภูมิผิวผนังภายในมากขึ้นด้วย ซึ่งหมายถึงโอกาสที่จะเกิดการควบแน่นที่ผิวผนังภายในสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์จนถึงต้นเดือนมีนาคมเป็นช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศมากเนื่องจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงลมมรสุม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาดังกล่าวนั้น ผิวผนังภายในผนังซึ่งมีค่าอุณหภูมิผิวภายในค่อนข้างจะคงที่และเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพของอากาศในช่วงเวลาต่าง ๆ ตามที่กล่าวไว้ในข้อ 6.1 หากยังอยู่ในช่วงเวลาที่ทำให้อุณหภูมิผิวผนังภายในในขณะนั้นยังต่ำอยู่ และต่อเนื่องมาจนถึงวันที่อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศสูงขึ้นเนื่องมาจากอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงทำให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นนั้น จะทำให้ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศและอุณหภูมิผิวผนังภายในน้อยลงอีก (โดยปกติอุณหภูมิผิวผนังจะสูงกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ) หรืออาจจะทำให้อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศสูงกว่าอุณหภูมิผิวผนังภายในได้ ซึ่งหมายถึงโอกาสที่จะเกิดการควบแน่นที่ผิวผนังภายในสูงขึ้นเช่นกัน



ภาพที่ 6.1 ทิศทางของลมฤดูร้อนและฤดูหนาวในช่วงเดือนกุมภาพันธ์

ที่มา: สุนทร บุญญาธิการ, รศ.ดร., บ้านประหยัดพลังงาน, (พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542), หน้า54

6.1.4 การวิเคราะห์อุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศ และอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านใน

อุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศภายในห้องพระอุโบสถและอากาศในช่องหลังคาจะสูงกว่าอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในในช่วงเวลากลางคืน ทั้งนี้เนื่องมาจากอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาที่ลดต่ำลงอย่างมาก ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องพระอุโบสถและภายในช่องหลังคาจะสูงกว่าอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลากลางคืนจะสูงขึ้นเนื่องจากอากาศมีอุณหภูมิต่ำ เป็นผลให้อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศทั้งภายในห้องพระอุโบสถและภายในช่องหลังคาสูงกว่าอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านใน จึงทำให้เกิดการควบแน่นได้

6.1.5 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นสะสมในผนัง

ผลจากการวิเคราะห์ระดับความชื้นสะสมในผนังพบว่าผนังพระอุโบสถมีความชื้นสะสมสูงมากในบริเวณส่วนล่างของผนังที่ใกล้กับดิน และบริเวณส่วนบนใกล้กับหลังคา สาเหตุของการเกิดความชื้นและการสะสมความชื้นของผนังก่ออิฐซึ่งเป็นวัสดุที่มีรูพรุนดูดซับความชื้นได้ดีนั้น มาได้จาก ดินและน้ำใต้ดิน การผ่านเข้ามาของน้ำฝน และการเกิดการควบแน่น

6.2 สรุปโอกาสการเกิดการควบแน่น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของอุณหภูมิผิวและอุณหภูมิและอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศสามารถสรุปได้ว่า โอกาสการเกิดการควบแน่นในอาคารพระอุโบสถมีดังต่อไปนี้

6.2.1 การเกิดการควบแน่น ที่ผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในจากอากาศในช่องหลังคา

6.2.2 การเกิดการควบแน่น ที่ผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในจากอากาศภายใน ในกรณีที่ไม่มีฝ้าเพดาน

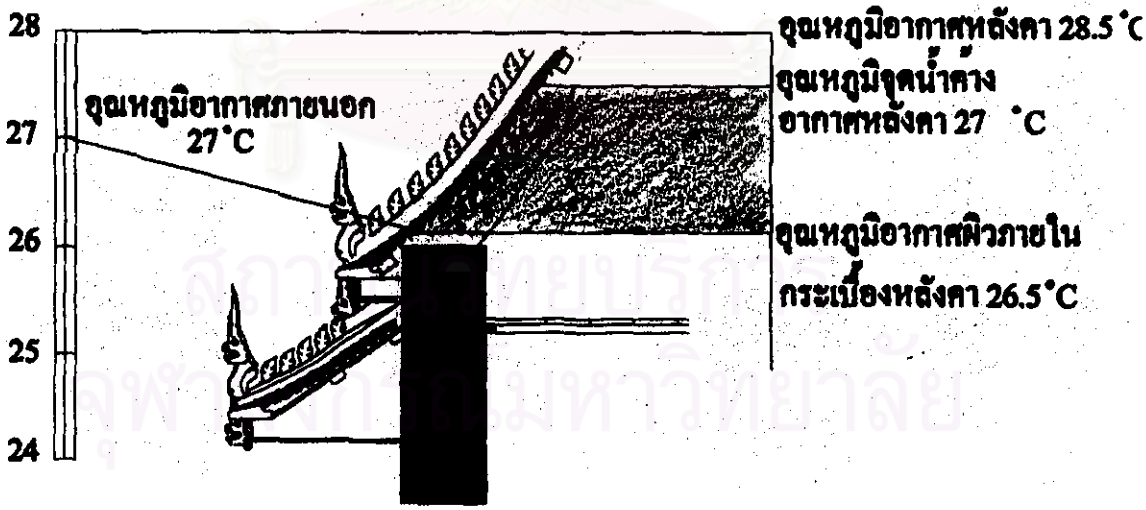
6.2.3 การเกิดการควบแน่น ที่ผิวผนังภายใน จากการรั่วไหลของอากาศภายนอก

6.2.4 การเกิดการควบแน่นผิวผนังภายในอาคารจากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของอากาศภายในที่มีผลจากความร้อนและความชื้นที่เพิ่มขึ้นจากผู้ใช้อาคาร

6.2.1 การเกิดการควบแน่นที่ผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในจากอากาศภายในช่องหลังคา

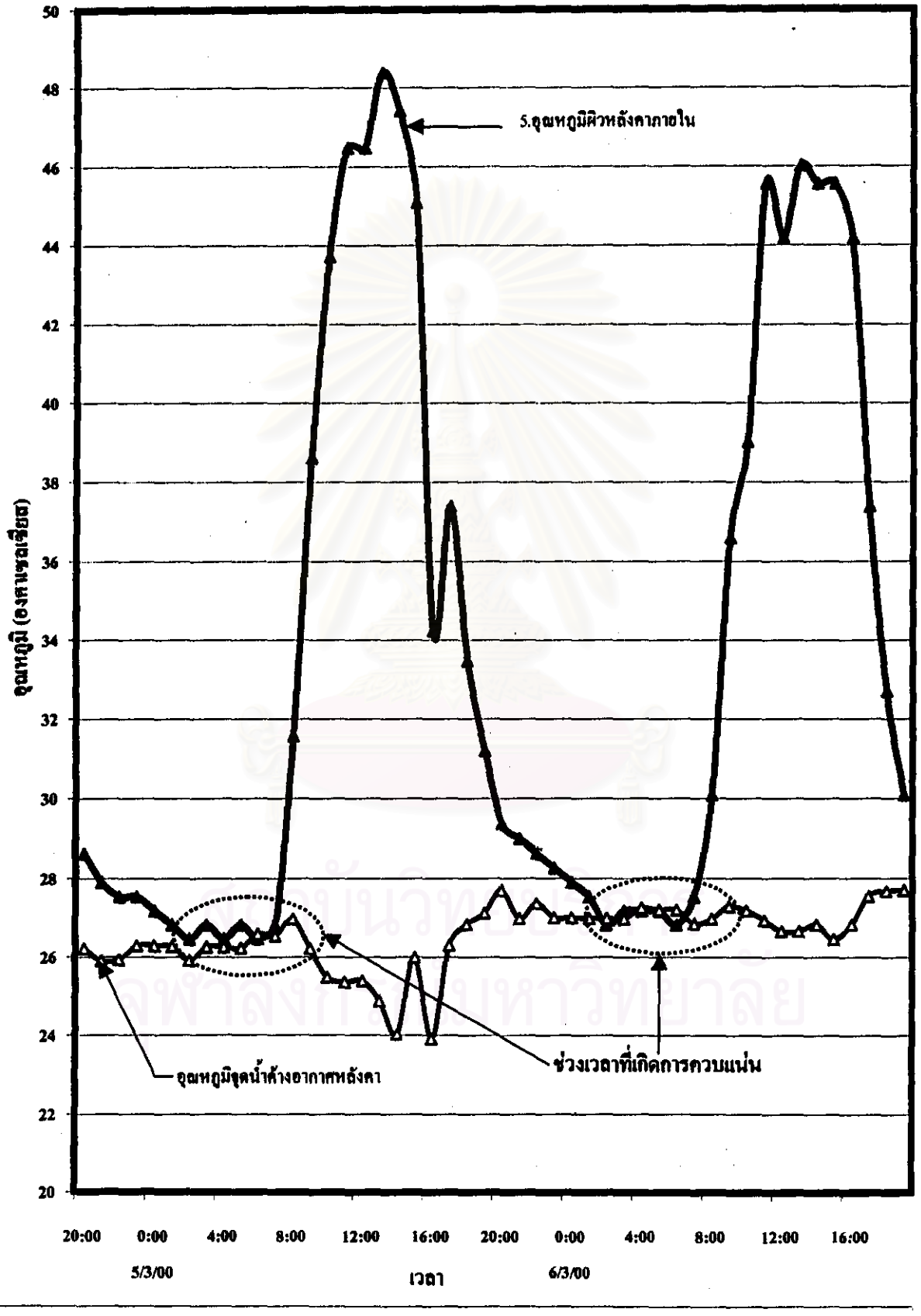
จากผลการวิจัยพบว่าอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก เนื่องจากกระเบื้องหลังคาเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูง จึงเกิดการรับและสูญเสียความร้อนมาก พบว่าในช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในอาคารจะมีค่าสูงถึง 45-50 องศาเซลเซียสในช่วงเวลา 12.00 น. เนื่องจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และจะค่อยลดลงจนต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกตั้งแต่ช่วงเวลา 20.00 น. เนื่องจากไม่มีอิทธิพลจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ จึงเกิดการสูญเสียความร้อนให้กับท้องฟ้าจนทำให้อุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในมีค่าต่ำสุดในตอนเช้าเวลาประมาณ 2.00-6.00น

ในวันที่ 4-7 มีนาคม ช่วงเวลา 2.00 น. อุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในอยู่ที่ประมาณ 26.5 องศาเซลเซียส ซึ่งจะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในช่องหลังคาพระอุโบสถประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส เป็นผลให้อุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศในช่องหลังคาและอากาศภายในห้องพระอุโบสถมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านใน จึงทำให้เกิดการควบแน่นที่ผิวด้านในของกระเบื้องหลังคา ซึ่งจะมีผลให้ผนังช่วงต่อกับหลังคาได้รับความชื้นจากการควบแน่นที่ผิวด้านในของกระเบื้องได้

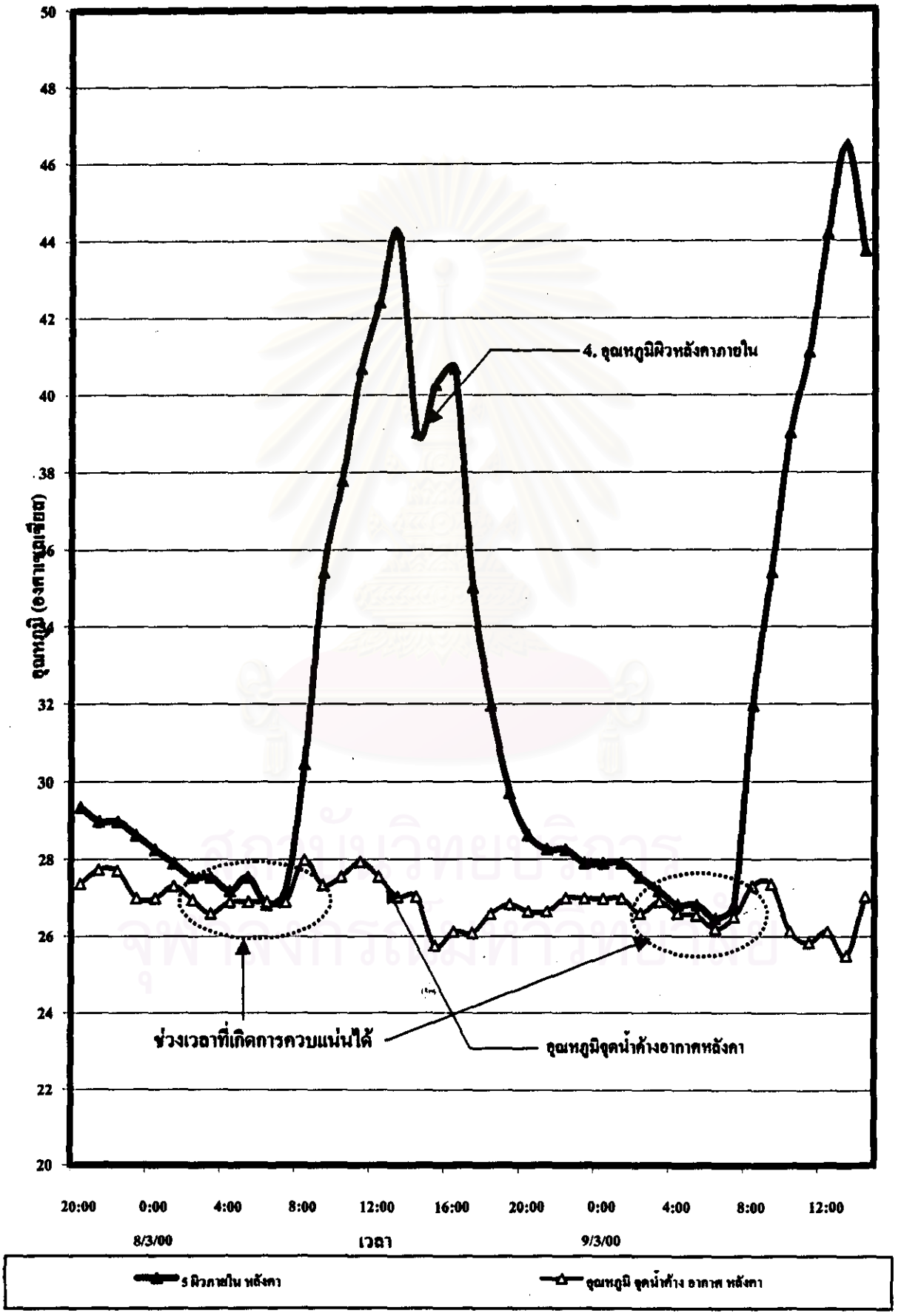


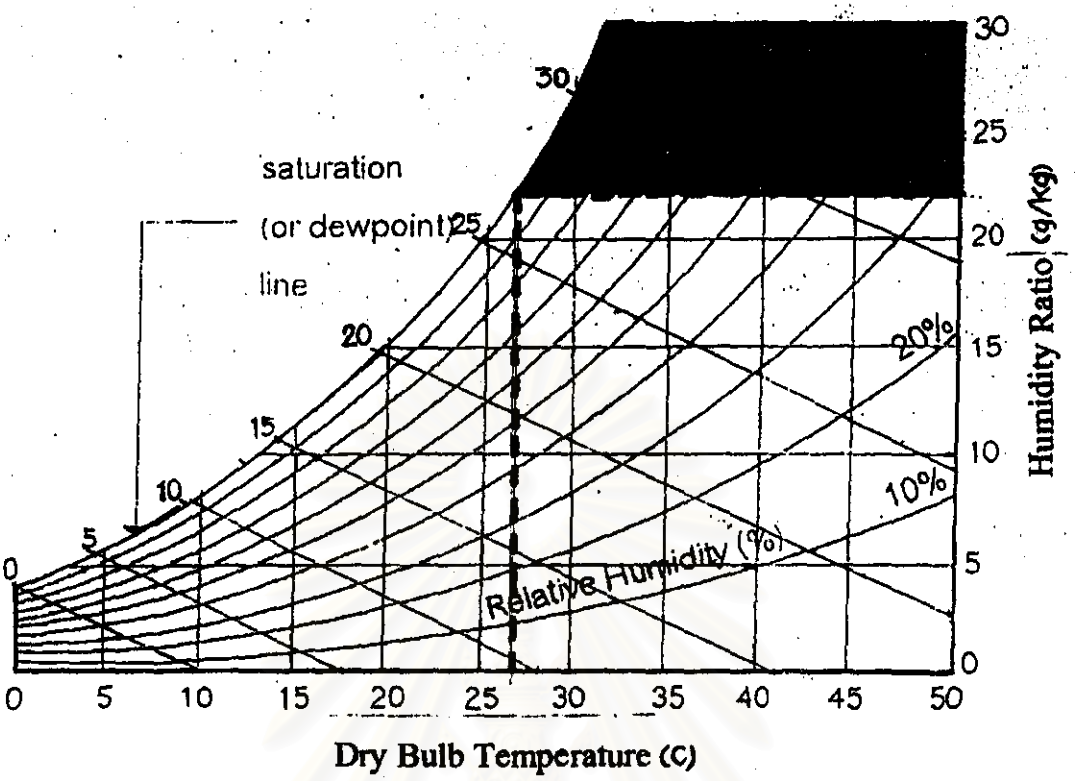
ภาพที่ 6.2 แสดงการเกิดการควบแน่นที่ผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในจากอากาศในช่องหลังคา

แผนภูมิที่ 6.1 เปรียบเทียบอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศในช่องหลังคา
และผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านใน ณ วันที่ 4-7 มีนาคม 2543



แผนภูมิที่ 6.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหลังคา และอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศ ณ วันที่ 7-9 มีนาคม 2543



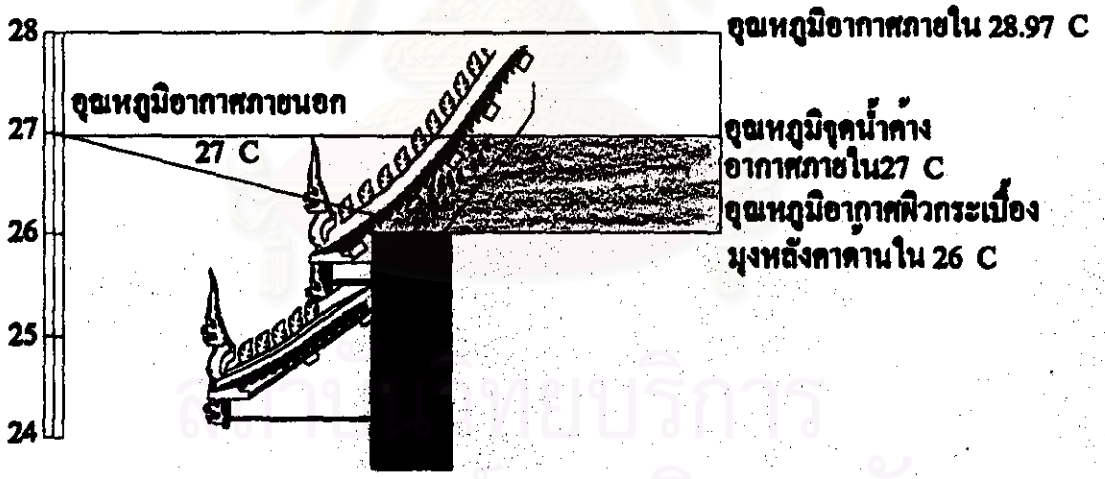


ภาพที่ 6.3 แสดงอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในและอากาศภายในช่องหลังคา ในช่วงเวลาที่เกิดการควบแน่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

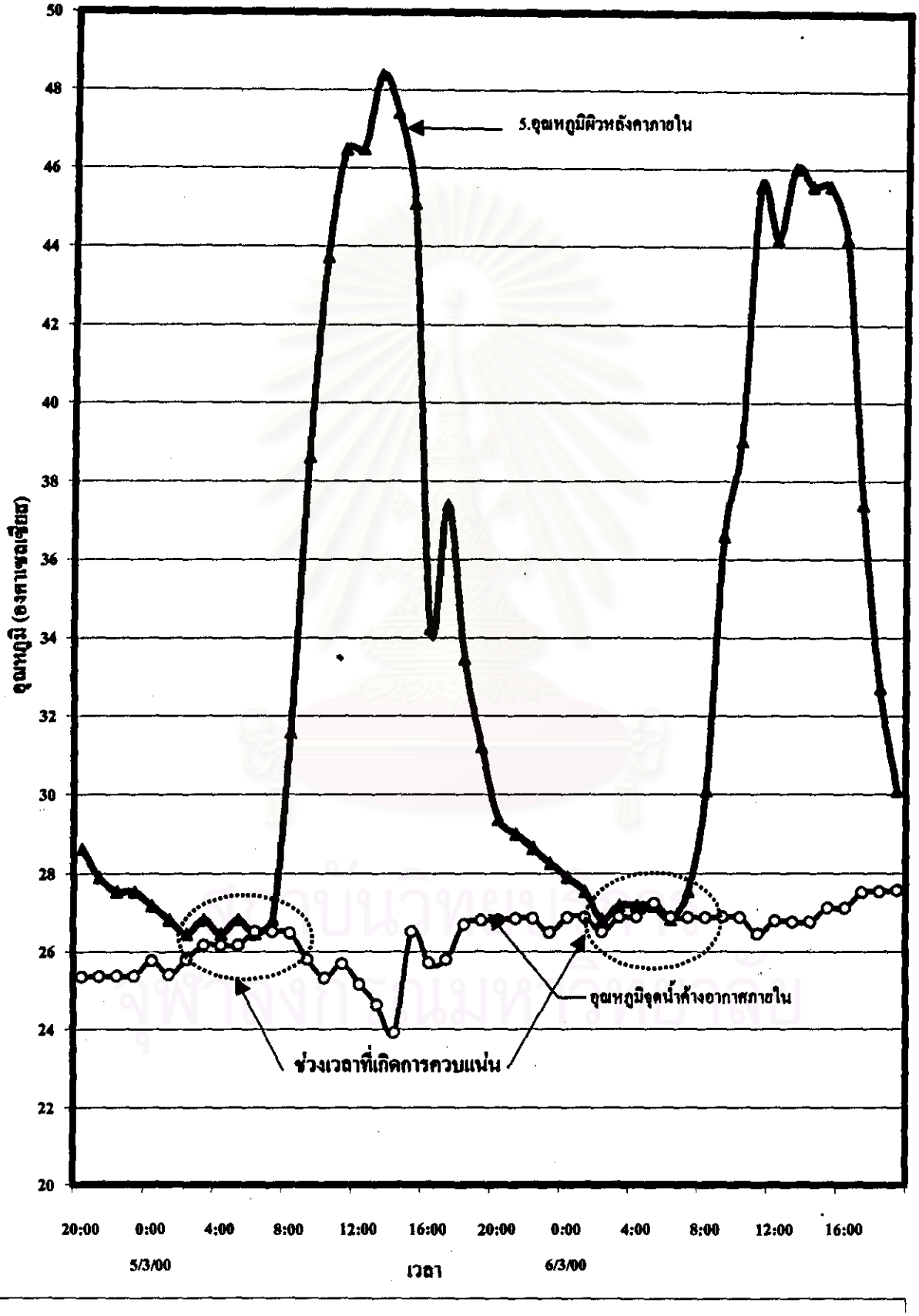
6.2.2 การเกิดการควบแน่นที่ผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านใน กรณีที่อาคารไม่มีฝ้าเพดาน

กรณีที่อาคารไม่มีฝ้าเพดาน การควบแน่นเป็นหยดน้ำอาจเกิดขึ้นได้ที่ผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในจากอากาศภายในอาคาร จากการวิจัยพบว่า ในวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2543 อุณหภูมิอากาศภายใน จะมีค่าสูงสุดในช่วงกลางวันเวลา 15.00-17.00 น 32 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิอากาศในช่องหลังคาจะมีอุณหภูมิสูงถึง 38 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 11.00 น.- 13.00 น. และจะลดลงโดยที่อุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในจะต่ำสุดเมื่อเวลา 2.00-7.00 ที่ 26.5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลา 2.00 น. อุณหภูมิอากาศภายในช่องหลังคาจะอยู่ที่ 27.9 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศภายในอยู่ที่ 29 องศาเซลเซียส โดยที่ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเวลา 2.00 น. – 7.00 น. ของอากาศอยู่ที่ 85-90 เปอร์เซ็นต์ อากาศภายในห้องพระอุโบสถจะมีอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่สูงกว่าอากาศภายในช่องหลังคา 0.5 องศาเซลเซียส ดังนั้นอาคารในลักษณะเดียวกันนี้หากไม่มีฝ้าเพดานก็จะเกิดการควบแน่นได้ง่ายขึ้น เนื่องจากอิทธิพลของมุม Cosine ที่ท้องฟ้ากระทำกับผนังมากกว่าหลังคา และอิทธิพลของมวลสารและการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนังมีมากกว่ากระเบื้องมุงหลังคา ทำให้ระดับอุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าอุณหภูมิในช่องหลังคา

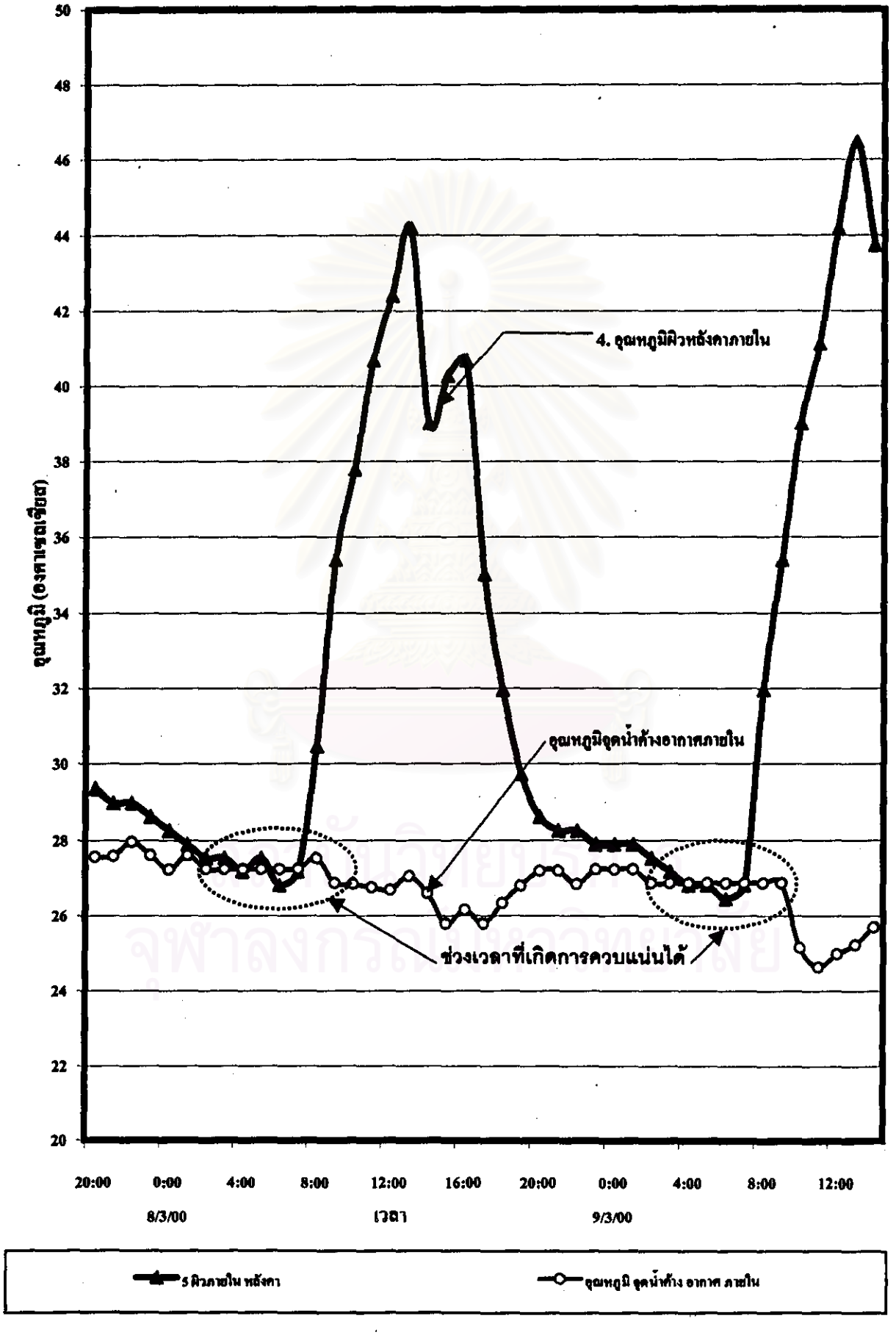


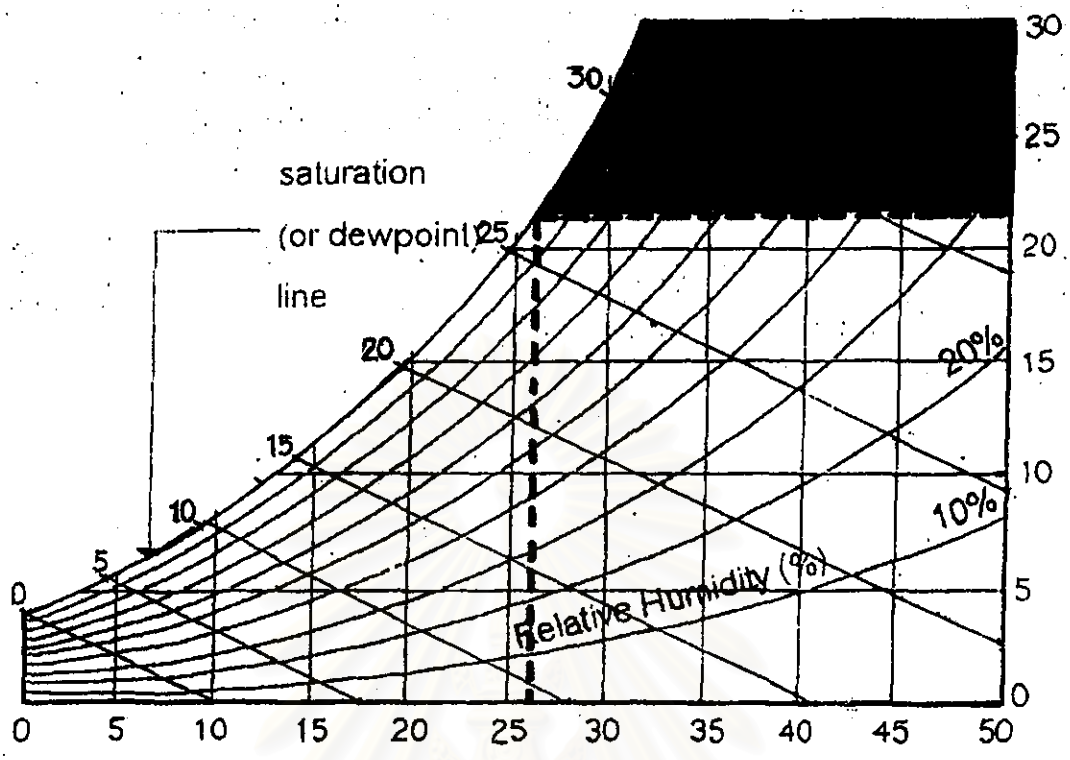
ภาพที่ 6.4 แสดงการเกิดการควบแน่นที่ผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านใน ในกรณีที่อาคารไม่มีฝ้าเพดาน

แผนภูมิที่ 6.3 เปรียบเทียบอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศภายใน
อุณหภูมิกระเบื้องมุงหลังคาในณ วันที่ 4-7 มีนาคม 2543



แผนภูมิที่ 6.4 เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวหนังคา และอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศภายใน
ณ วันที่ 7-9 มีนาคม 2543





ภาพที่ 6.5 แสดงอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคา และอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร ในช่วงเวลาที่เกิดการควบแน่นได้

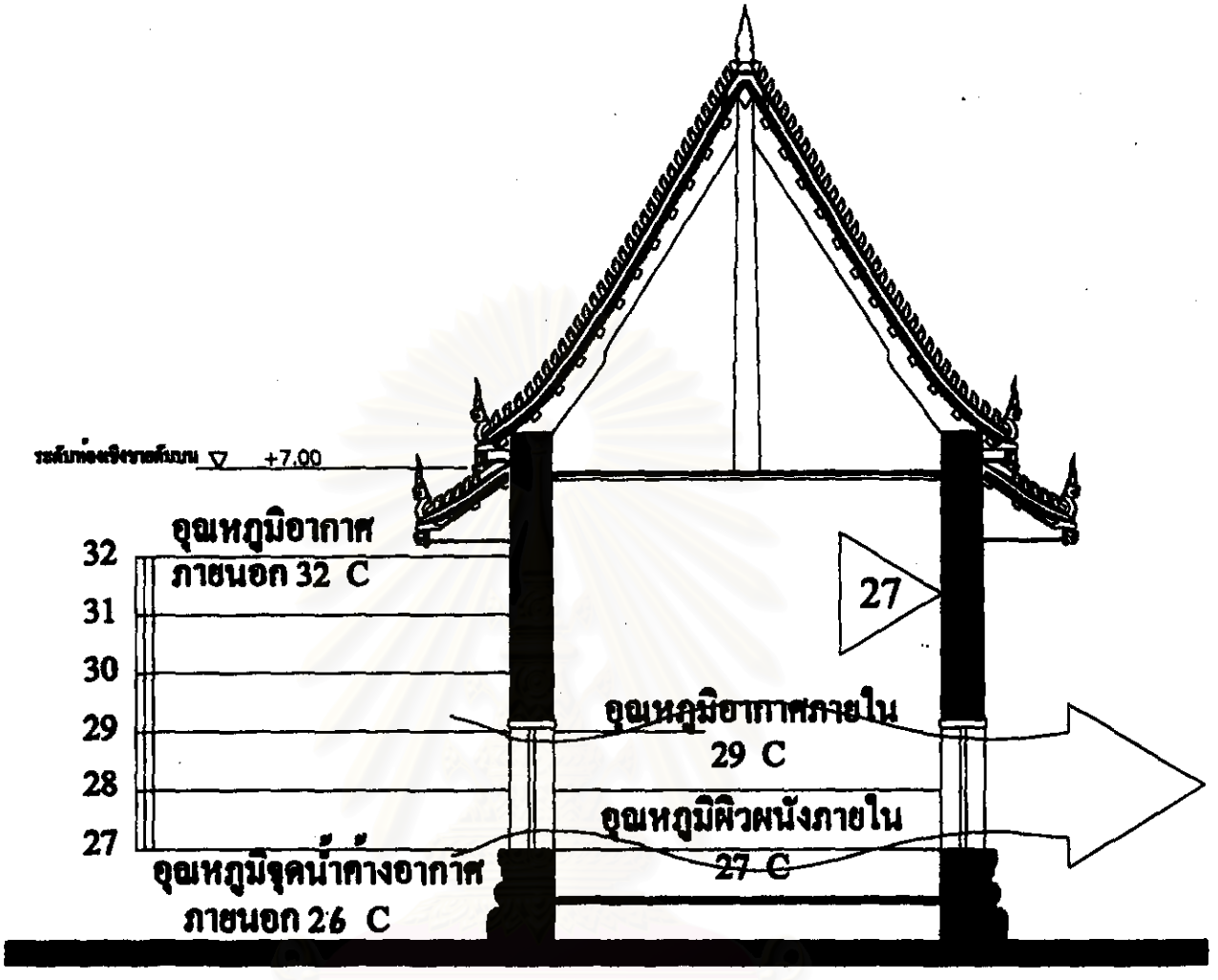
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.2.3 โอกาสการเกิดการควบแน่นที่ผิวผนังภายในอาคารจากการรั่วไหลของอากาศภายนอก

จากการศึกษา (สุนทร บุญญาธิการ, 2540) ถึงแนวโน้มในการเกิดการควบแน่นในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย พบว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง หมายความว่า โอกาสที่จะเกิดการควบแน่นของหยดน้ำในผนังอาคารก็จะสูงตามไปด้วย จากการวิเคราะห์ข้อมูลจริงของสภาพภูมิอากาศในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2538 พบว่าการควบแน่นของหยดน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส มีจำนวนชั่วโมงถึง 27.65 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิสูงกว่า 27 องศาเซลเซียสมีถึง 18.68 เปอร์เซ็นต์ และที่สูงกว่า 28 องศาเซลเซียส มี 0.11 เปอร์เซ็นต์หรือประมาณ 9 ชั่วโมงต่อปี หากอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศภายนอกที่สูงรั่วไหลเข้าไปในอาคารซึ่งมีอุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำ เนื่องจากอิทธิพลของการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนังจะทำให้เกิดการควบแน่นที่ผนังด้านในได้

ผลจากการวิจัยพบว่าอุณหภูมิผิวผนังภายในค่อนข้างจะคงที่ ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกจะสูงขึ้นในช่วงเวลากลางวันเวลา 11.00 น. - 14.00 น. ทำให้อุณหภูมิจุดน้ำค้างสูงซึ่งจะเข้าใกล้กับอุณหภูมิผิวผนังภายใน เช่นใน วันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2543 อุณหภูมิผิวผนังภายในอยู่ที่ประมาณ 26.5 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศภายนอกอยู่ที่ประมาณ 26 องศาเซลเซียส และในวันที่ 4 มีนาคม พ.ศ. 2543 อุณหภูมิผิวผนังภายในอยู่ที่ 27 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิจุดน้ำค้างขึ้นไปสูง 28 องศาเซลเซียส หากมีการรั่วไหลของอากาศภายนอกเข้าไปสัมผัสพื้นผิวผนังภายในหรือพื้นผิวใด ๆ ก็ตามก็จะทำให้เกิดการควบแน่นได้

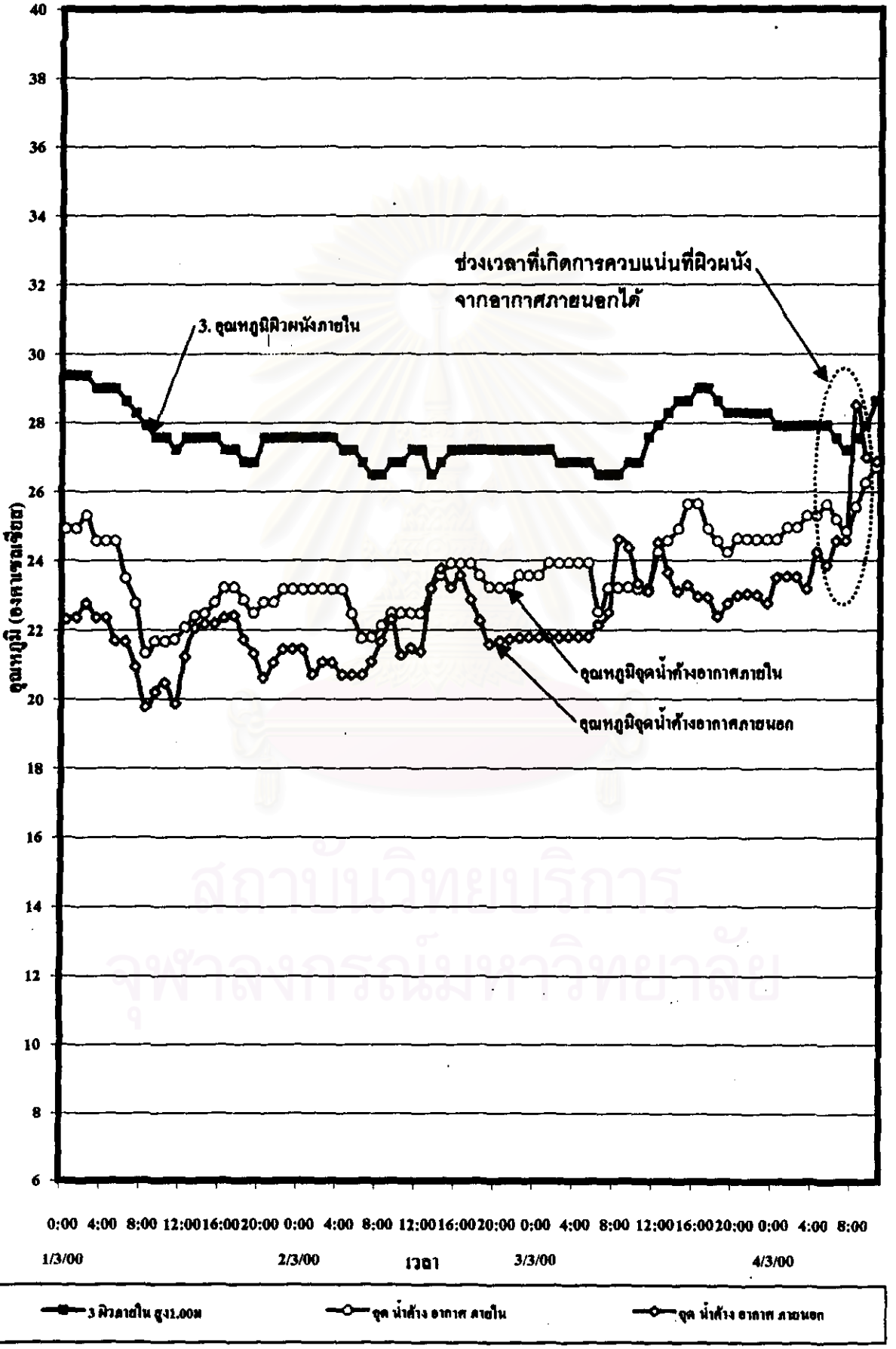
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



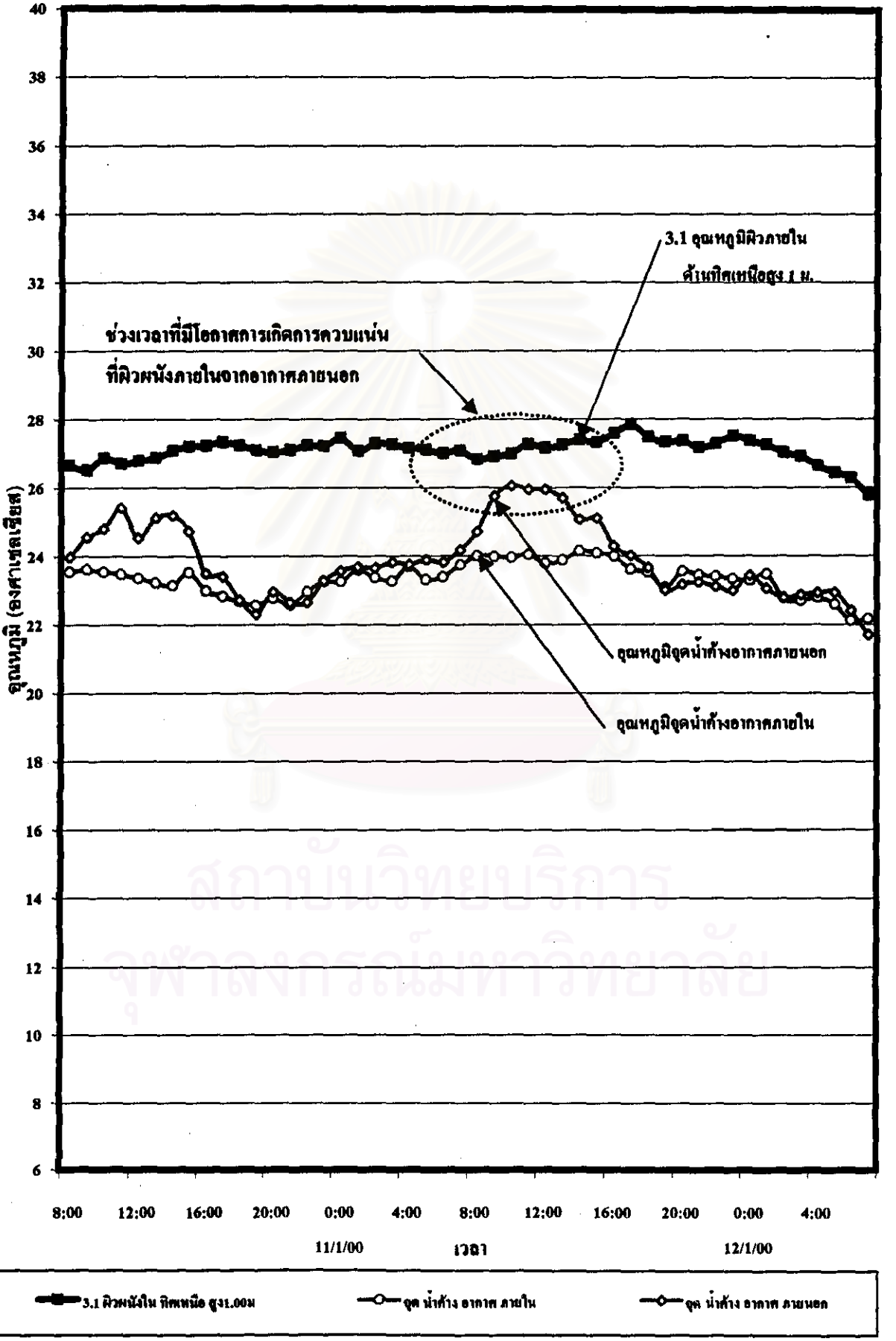
ภาพที่ 6.6 แสดงอุณหภูมิผิวผนังภายใน อุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศภายนอก ในวันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2543

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภูมิที่ 6.5 เปรียบเทียบอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศ และอุณหภูมิผิวผนังภายใน
ด้านทิศเหนือที่ระดับความสูง 1 เมตร ณ วันที่ 1 - 4 มีนาคม 2543



แผนภูมิที่ 6.6 เปรียบเทียบอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศและ อุณหภูมิผิวผนังภายใน
ด้านทิศเหนือที่ระดับความสูง 1 เมตร ณ วันที่ 10-12 มกราคม 2543

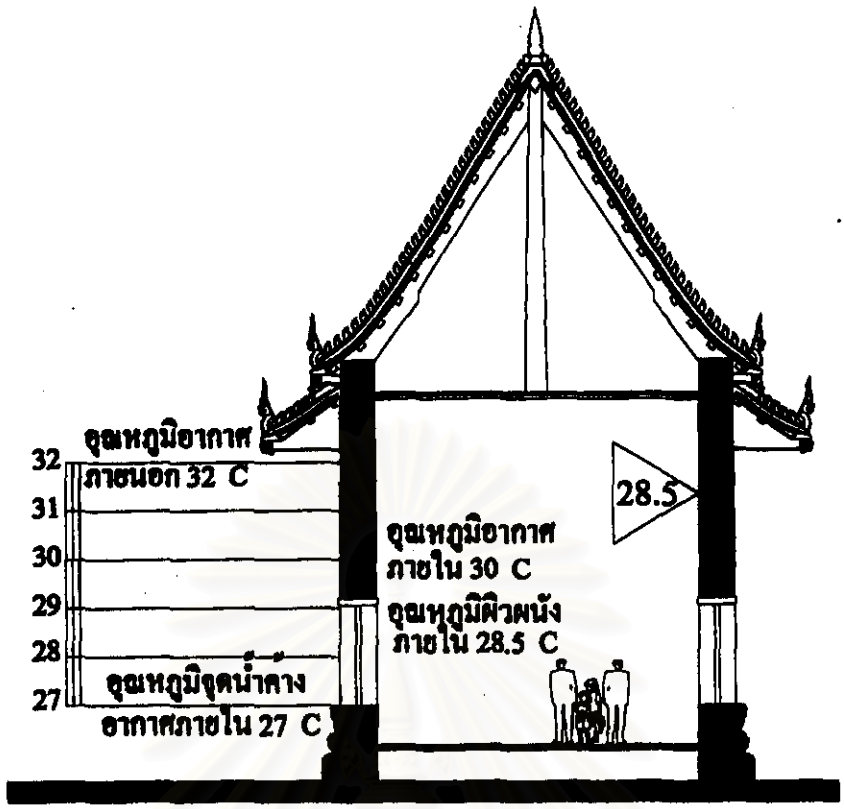


6.2.4 การเกิดการควบแน่นที่ผิวผนังภายในจากอากาศภายในอาคาร

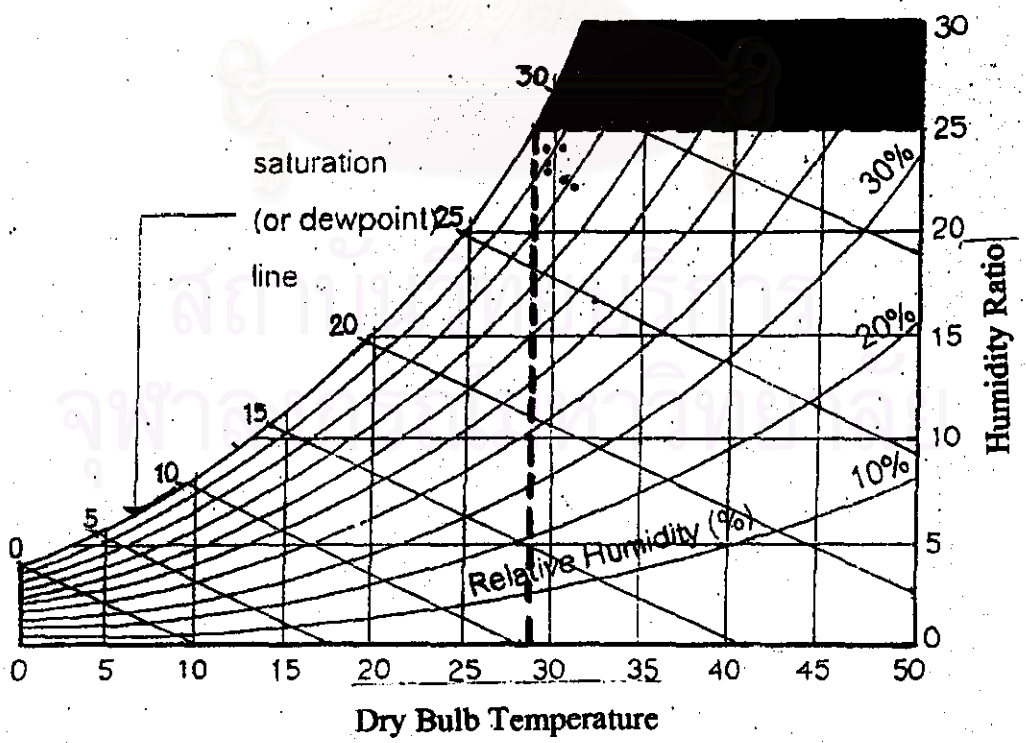
อุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่ค่อนข้างคงที่ มีค่าต่างกับอุณหภูมิอากาศภายในโดยจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิผิวผนังเกือบตลอดวัน ช่วงที่อุณหภูมิอากาศต่างกับอุณหภูมิผิวมากที่สุดคือช่วงเวลา 14.00 น. ต่างกัน 2 องศาเซลเซียส แต่ในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูลค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จึงไม่พบการควบแน่นที่ผิวผนังภายใน โดยวันที่อุณหภูมิผิวผนังภายในและอุณหภูมิจุดควบแน่นอากาศภายในเข้าใกล้กันมากที่สุดต่างกันเพียง 0.5 องศาเซลเซียส คือวันที่ 11 มกราคม และ 1 องศาเซลเซียสในวันที่ 5 มีนาคม แต่พบว่าค่าของอุณหภูมิจุดควบแน่นอากาศภายในและอุณหภูมิผิวภายในมีค่าเข้าใกล้กันมากขึ้นในช่วงที่มีอากาศร้อนและความชื้นสัมพัทธ์สูงเช่นเดือนมีนาคม จึงน่าจะพบการเกิดการควบแน่นในช่วงที่มีอากาศร้อนและชื้นมาก และจากการศึกษาสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย (สุนทร บุญญาธิการ, 2540) มีชั่วโมงที่มีอุณหภูมิจุดควบแน่นสูงกว่า 28 องศาเซลเซียส 0.11 เปอร์เซ็นต์ปี จึงน่าจะมีช่วงเวลาที่เกิดการควบแน่นที่ผิวผนังภายในได้

และในกรณีที่มีผู้ใช้อาคารจำนวนมากจะทำให้เกิดความร้อนแฝงจากการระเหยของน้ำจากตัวคนได้และจะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ทำให้อุณหภูมิจุดควบแน่นจะสูงขึ้นตามไปด้วย หากในวันที่อุณหภูมิผิวผนังภายในต่ำ และเข้าใกล้อุณหภูมิจุดควบแน่นอากาศภายในอาคารมีการใช้อาคารโดยผู้คนจำนวนมากอุณหภูมิจุดควบแน่นภายในอาคารอาจจะสูงขึ้นมากกว่าอุณหภูมิผิวผนังภายในได้ และเกิดการควบแน่นที่ผิวผนังภายในได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

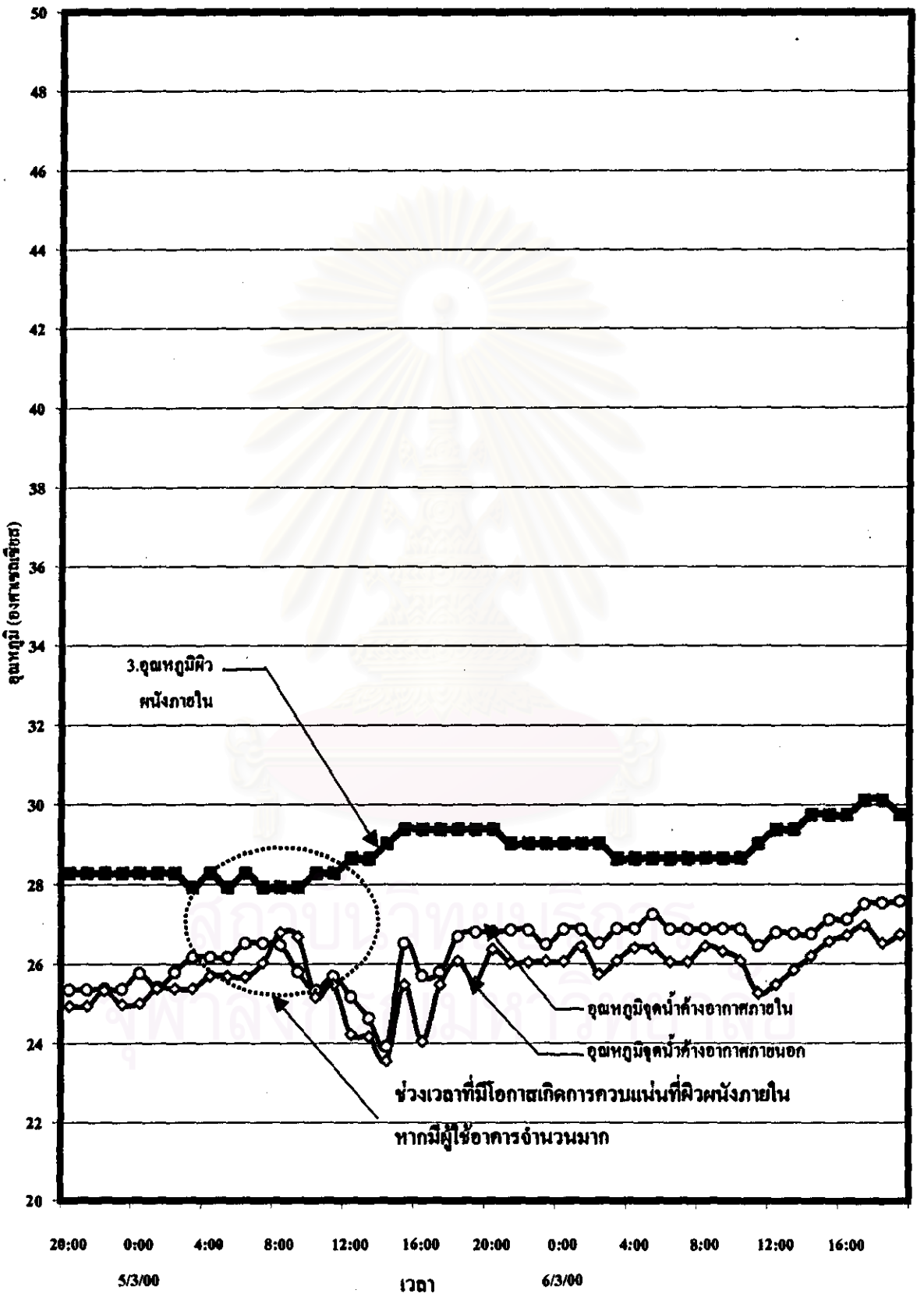


ภาพที่ 6.7 แสดงอุณหภูมิผิวผนังภายใน อุณหภูมิอากาศภายในและอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศภายใน ที่ทำให้การควบแน่นได้



ภาพที่ 6.8 แสดงอุณหภูมิผิวผนังภายใน อุณหภูมิอากาศภายในและอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศภายใน ที่ทำให้การควบแน่นได้

แผนภูมิที่ 6.7 เปรียบเทียบอุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศ และอุณหภูมิผิวผนังภายใน ที่ระดับความสูง 1 เมตร ณ วันที่ 4-7 มีนาคม 2543



6.3 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.3.1 บทสรุป

ผลการวิจัยสามารถสรุปเรื่องโอกาสการเกิดการควบแน่นและการสะสมของของชื้นที่ผนังอาคารได้ดังต่อไปนี้

- การเกิดการควบแน่น ที่ผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในจากอากาศในช่องหลังคา
- การเกิดการควบแน่น ที่ผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในจากอากาศภายใน ในกรณีที่ไม่มีฝ้าเพดาน
- การเกิดการควบแน่น ที่ผิวผนังภายใน จากการรั่วไหลของอากาศภายนอก
- การเกิดการควบแน่นผิวผนังภายในอาคารจากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของอากาศภายในที่มีผลจากความร้อนและความชื้นที่เพิ่มขึ้นจากผู้ใช้อาคาร

  - พฤติกรรมการเกิดการควบแน่น
  - ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการควบแน่น
  - แหล่งที่มาของความชื้นที่สะสมในผนัง
  - แนวทางการควบคุมการเกิดการควบแน่นในโบราณสถาน

พฤติกรรมของการเกิดควบแน่น

อากาศมีความสามารถในการรับปริมาณไอน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในปริมาณต่างกัน โดยที่อากาศที่มีอุณหภูมิสูงจะสามารถรับปริมาณไอน้ำได้สูงกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ และเมื่ออากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกระทบพื้นผิวที่เย็นจะทำให้ความสามารถในการรับไอน้ำมีน้อยลง ทำให้เกิดการควบแน่นบนพื้นผิวที่เย็นได้

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการควบแน่น

การควบแน่นจะเกิดขึ้นบนพื้นผิวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มีผลต่อการควบแน่นในโบราณสถานดังนี้

- อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ
- อุณหภูมิผิวของวัสดุต่าง ๆ ภายในอาคาร
- การเปลี่ยนแปลงและค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิผิวในแต่ละวัน

- มวลสารและการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนังอาคาร
- ค่าการนำความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ภายในอาคาร
- จำนวนผู้ใช้อาคาร

ผลจากการวิจัยนี้อาจกล่าวได้ว่าการเกิดการควบแน่นในโบราณสถานมีโอกาสเกิดได้ดังนี้

- ที่ผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านใน ในช่วงเวลา 2.00 น. - 7.00 น. โดยการควบแน่นสามารถเกิดได้ทั้งจากอากาศภายในช่องหลังคา และอากาศภายในอาคารหากเป็นอาคารไม่มีฝ้าเพดาน
- ที่ผิวผนังภายในอาคารในช่วงเวลา 10.00 น. -14.00 น. หากเป็นช่วงที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง เช่น ช่วงฤดูฝน หรือ ช่วงที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่นในเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนมีนาคม รวมทั้งในเวลาที่มีผู้ใช้อาคารจำนวนมากอาจจะทำให้เกิดการควบแน่นได้

แหล่งที่มาของการสะสมความชื้นในผนังอาคาร

ผลจากการวิจัยทำให้ทราบว่าการเกิดความชื้นที่มีผลต่อความเสียหายในโบราณสถานในประเทศไทยนั้น ซึ่งในอดีตเข้าใจกันว่าความชื้นที่มาจากดินและการผ่านเข้ามาของฝนเท่านั้นเป็นสาเหตุที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดการสะสมความชื้นในอาคาร และทำให้เกิดความเสียหายต่องานสถาปัตยกรรมและจิตรกรรมฝาผนัง ซึ่งในความเป็นจริงการเกิดและสะสมความชื้นในอาคารนั้นสามารถเกิดได้จากการควบแน่นเป็นสาเหตุที่สำคัญอีกสาเหตุหนึ่ง โดยจะเห็นได้ว่ามีการสะสมความชื้นในปริมาณที่สูงที่บริเวณผนังด้านล่างของพระอุโบสถใกล้เคียงกับบริเวณด้านบนของผนังใกล้หลังคา ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งจากการผ่านเข้ามาของฝนและการควบแน่นด้วย จึงควรมีการป้องกันความชื้นที่เกิดจากควบแน่นจากไอน้ำในอากาศด้วย

แนวทางของการควบคุมการเกิดการควบแน่นภายในอาคาร

- การควบคุมการเกิดการควบแน่นที่ผิวด้านในของหลังคา

การควบแน่นเกิดขึ้นได้เพราะอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคารและอุณหภูมิอากาศภายในช่องหลังคา เนื่องจากวัสดุมุงหลังคาเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนสูง และมีมวลสารในการกักเก็บความร้อนน้อย ทำให้อุณหภูมิของผิวกระเบื้องมุงหลังคา

ด้านในลดลงต่ำอย่างมากในช่วงเวลากลางคืน ดังนั้นวัสดุที่ใช้มุงหลังคาควรเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนที่ต่ำ และมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้ จะทำให้อุณหภูมิจุดน้ำค้างอากาศภายในช่องหลังคาในช่วงเวลากลางคืนต่ำกว่าอุณหภูมิผิวกระเบื้องมุงหลังคาด้านในได้

- การควบคุมการเกิดการควบแน่นที่ผิวผนังด้านใน

การควบแน่นที่ผนังด้านในอาจจะเกิดขึ้นในช่วงเวลา 10.00 น. -14.00 น. เพราะอุณหภูมิผิวผนังด้านในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกมาก หากเป็นช่วงที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงอาจจะทำให้เกิดการควบแน่นได้ ทั้งนี้อุณหภูมิผิวผนังภายในที่ต่ำเนื่องมาจากอิทธิพลของการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนังซึ่งทำให้ผิวผนังด้านในเย็น และอากาศภายในอยู่ใกล้สภาวะน่าสบายอยู่แล้ว การควบคุมระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร อาจจะทำได้โดยการใช้เครื่องกลในการรีดความชื้น (Dehumidifier)ให้ต่ำ แต่ไม่ต้องลดอุณหภูมิอากาศภายในให้ต่ำลง

6.3.2 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยที่มีระยะเวลาอันสั้นและการเก็บข้อมูลส่วนใหญ่เป็นการเก็บข้อมูลในช่วงฤดูหนาวที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่ต่ำ และไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ต่อเนื่อง เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องเครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย ซึ่งผลของการวิจัยควรได้มีการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการการเกิดการควบแน่นนั้นไม่ได้เกิดขึ้นเวลาใดเวลาหนึ่งที่แน่นอน จึงควรมีการเก็บบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี และช่วงที่ทำการบันทึกข้อมูลเป็นช่วงฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำมากกว่าปกติจึงควรบันทึกข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวที่มีอุณหภูมิสูงกว่า และควรใช้อาคารตัวอย่างเปรียบเทียบกันหลายอาคารเพื่อให้เห็นตัวแปรอื่น ๆ จากรูปแบบอาคารที่ต่างกันออกไปเพื่อดูว่าลักษณะโบราณสถานที่ต่างกันจะมีผลต่อการควบแน่นที่ต่างกันอย่างไรบ้าง จากที่กล่าวมาควรได้มีการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ศึกษาโอกาสการเกิดการควบแน่นของมุมหลังคาที่แตกต่างกัน
2. ศึกษาโอกาสการเกิดการควบแน่นของวัสดุมุงหลังคาที่แตกต่างกัน
3. ศึกษาโอกาสการเกิดการควบแน่นของผนังที่มีความหนาแตกต่างกัน
4. ศึกษาโอกาสการเกิดการควบแน่นของรูปแบบอาคารที่แตกต่างกัน
5. ศึกษาโอกาสการเกิดการควบแน่นของผนังที่มีรอยแตก รอยร้าวและรอยรั่ว