รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

มนตรี พิรุณเกษตร. การถ่ายเทความร้อน. กรุงเทพมหานคร : วิทยพัฒน์,2542.

อัครเดช สินธุภัค. การทำความเย็น.. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2538.

ภาษาอังกฤษ

ASHRAE. ASHRAE handbook – HVAC systems and equipment 1992. Chapter 19 Atlanta :American Society of Heating ,Refrigeration and Air-Conditioning Engineers,Inc,1992.

Durward S. ,benham Jr. and Frank Wiersma.Design criteria of evaporative cooling.ASAE Paper No.74-4527, American Society of Argricultural (1974) : 1-19.

M.B. Timmons , G.R. Baughman and C.R.Parkhurst. Use of evaporative cooling to reduce poultry heat stress. ASAE Paper No.81-4558 . American Society of Argricultural (1981) : 1-20.

McClellan C.H. Estimated temperature performance for evaporative cooling systems in five locations in the united state .ASHRAE Journal (1988) :1071-1090.

Simmons J.D. and Lott B.D. Evaporative cooling performance resulting from changes in water temperature. Applied Engineering in Agriculture 12(1996) : 497-500.

Watt J.R. Evaporative Air Conditioning Handbook. 2nd ed. UK:Chapman and Hall,1986 .

Wilbert F. Stoecker. Design of Thermal System. 3rd ed. Malaysia. Mcgraw-Hill ,1989.

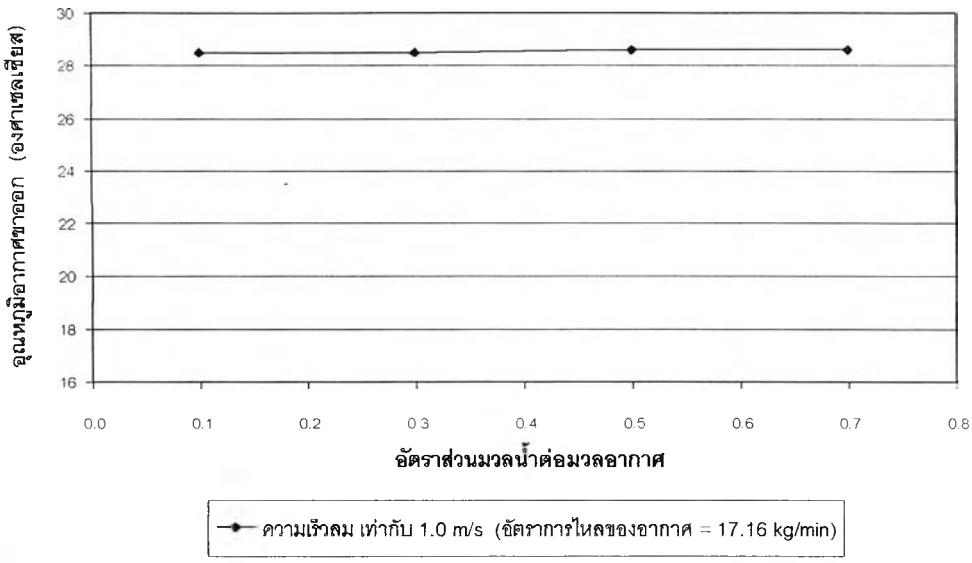
Wilbert F. Stoecker. Principles for Air Conditioning Practice. New York :Industrial Press INC ,1967.

Zahra Giabaklou and John A. Ballinger A passive evaporative cooling system by natural ventilation .Building and Environment 31(1996) : 503-507.

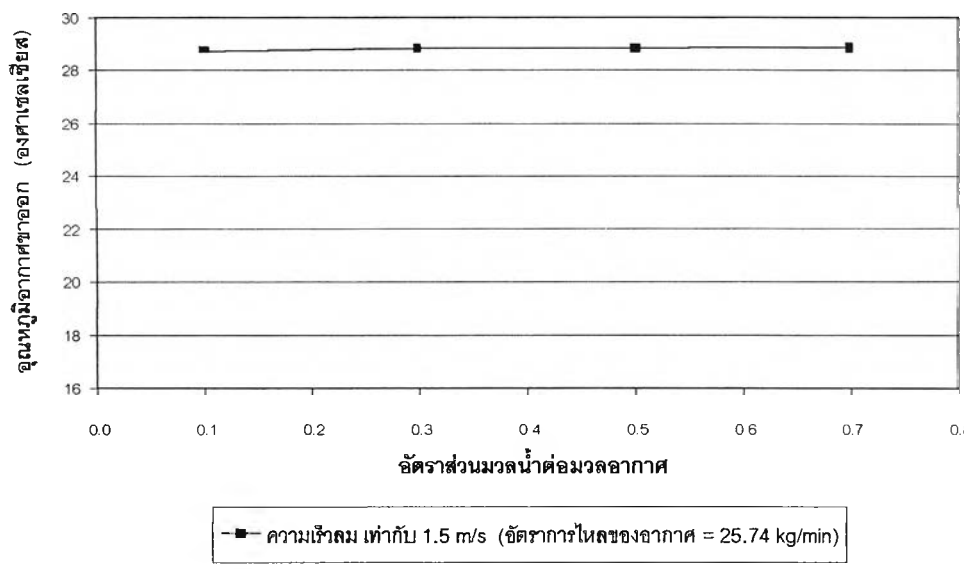
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

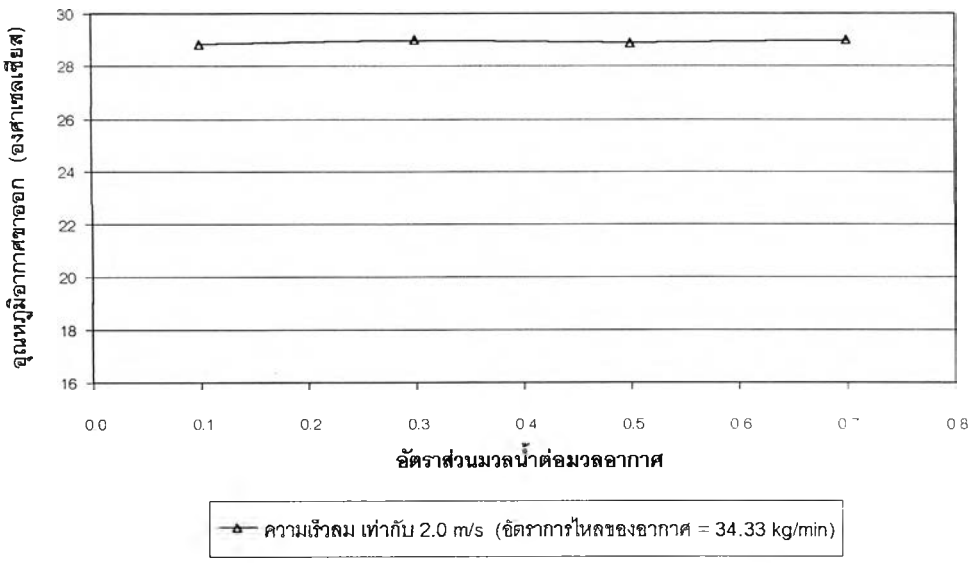
กราฟและตารางแสดงผลการทดลอง



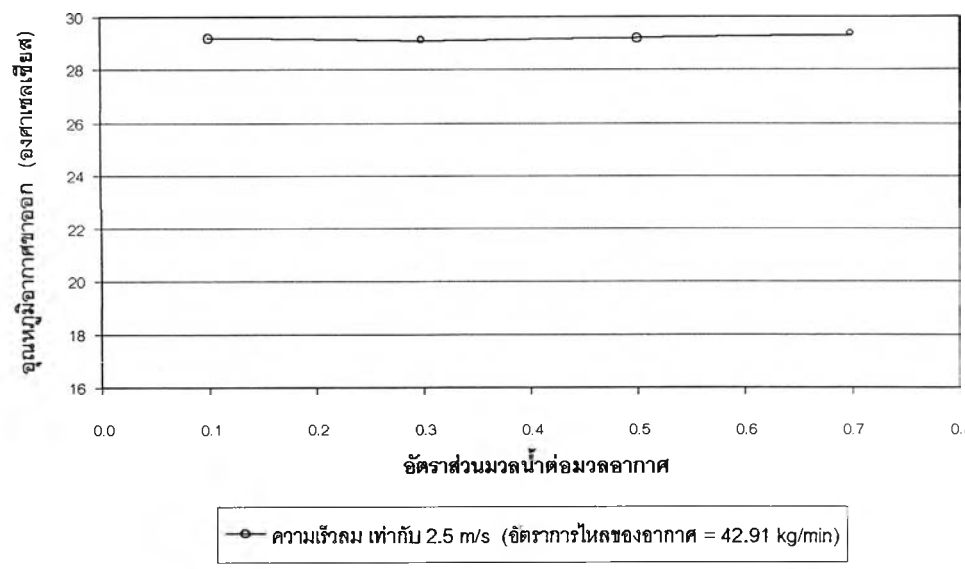
รูปที่ ก.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีความเร็วลมเท่ากับ 1.0 m/s (อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min) สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



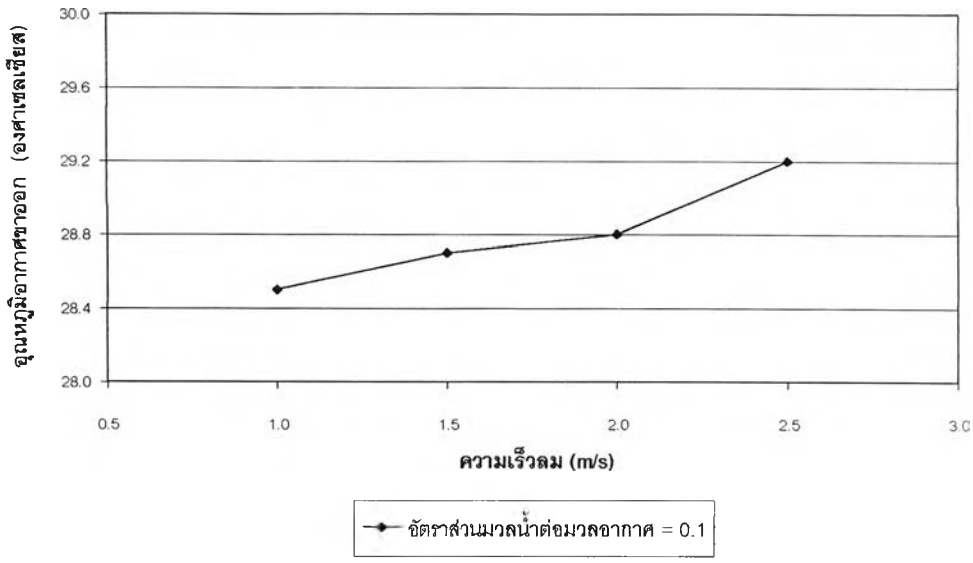
รูปที่ ก.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีความเร็วลมเท่ากับ 1.5 m/s (อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min) สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



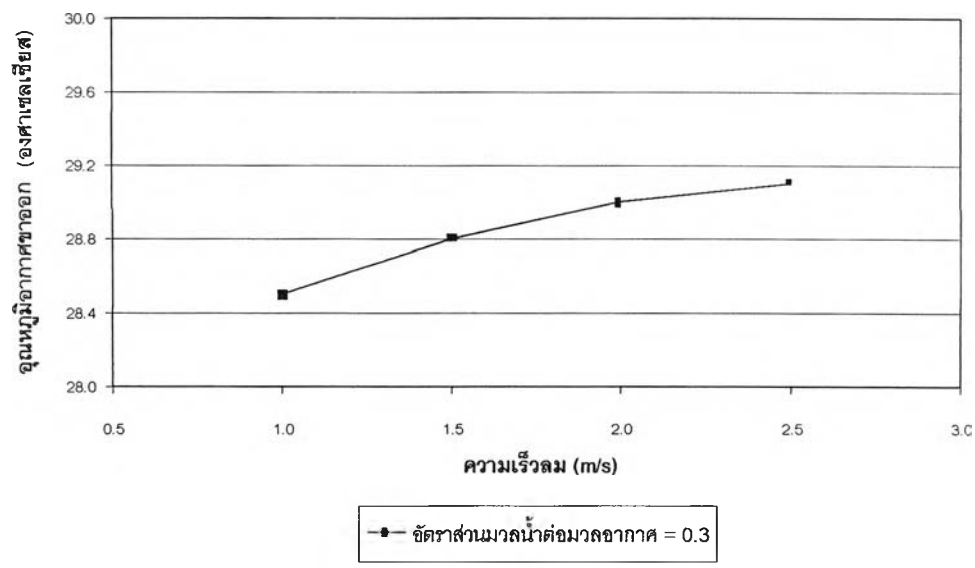
รูปที่ ก.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีความเร็วลม เท่ากับ 2.0 m/s (อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min) สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



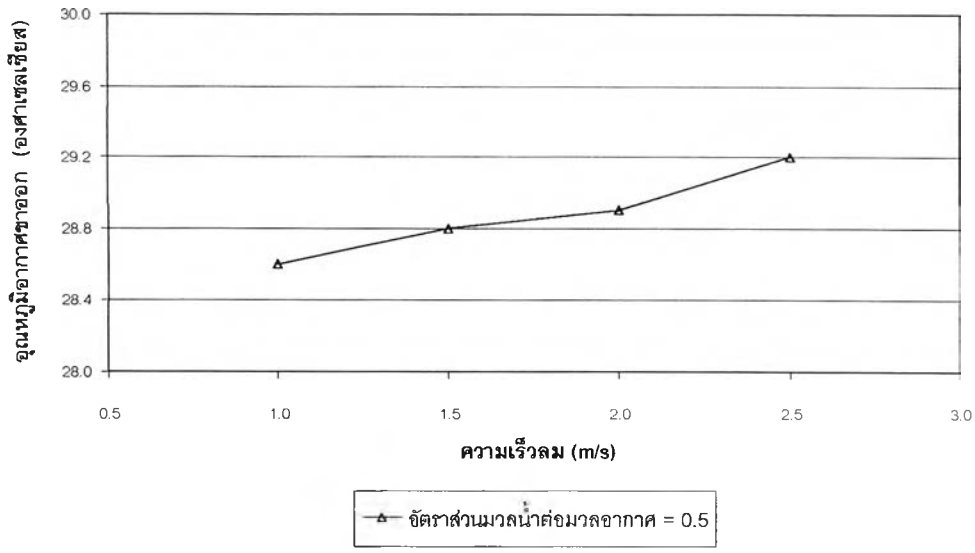
รูปที่ ก.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีความเร็วลม เท่ากับ 2.5 m/s (อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min) สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



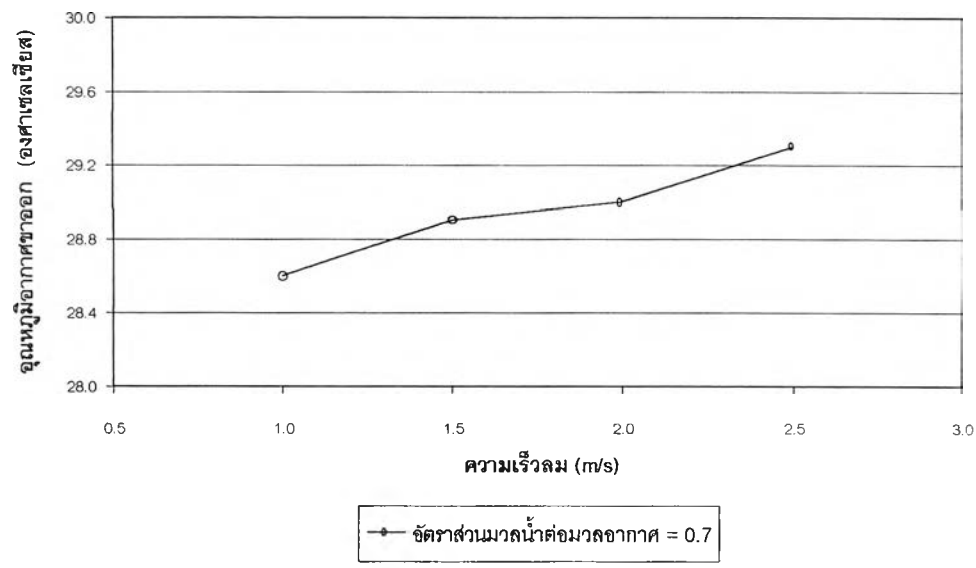
รูปที่ ก.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



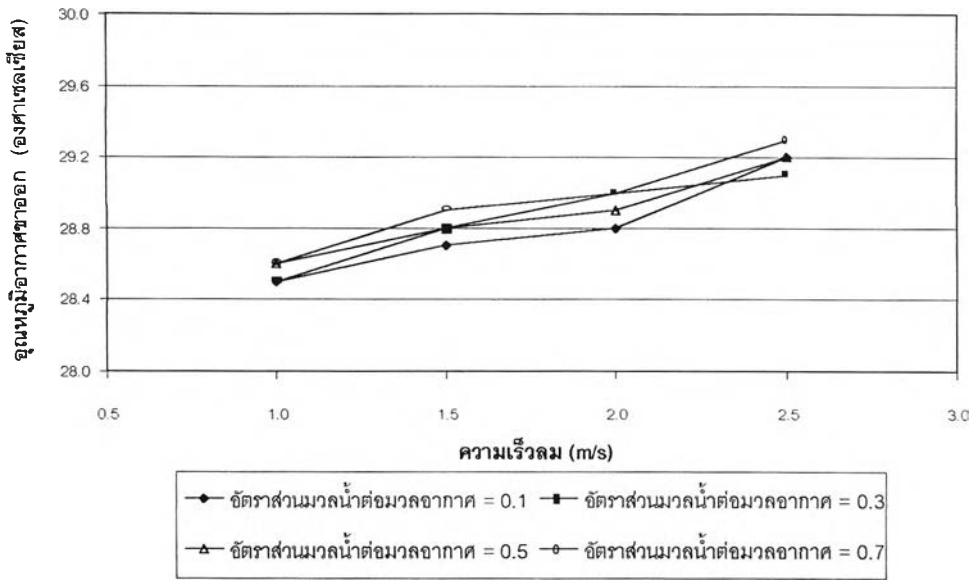
รูปที่ ก.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



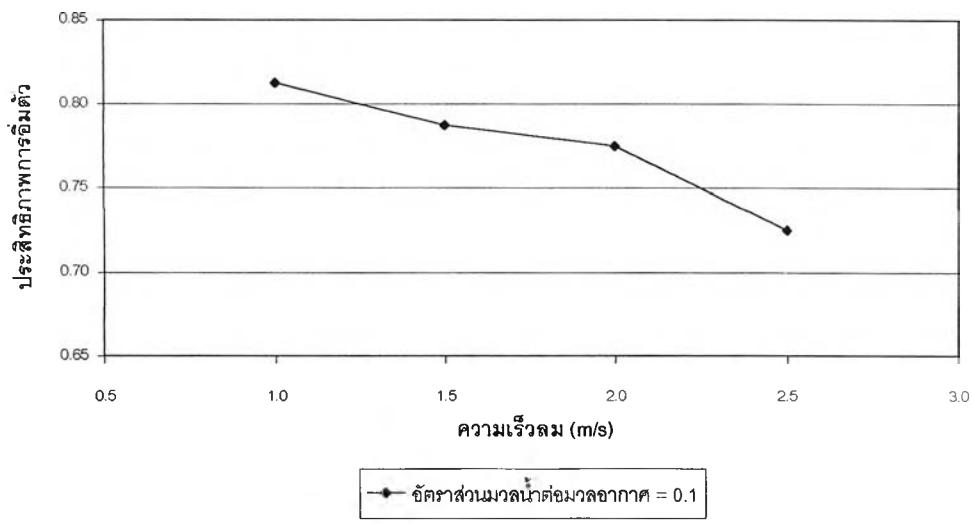
รูปที่ ก.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



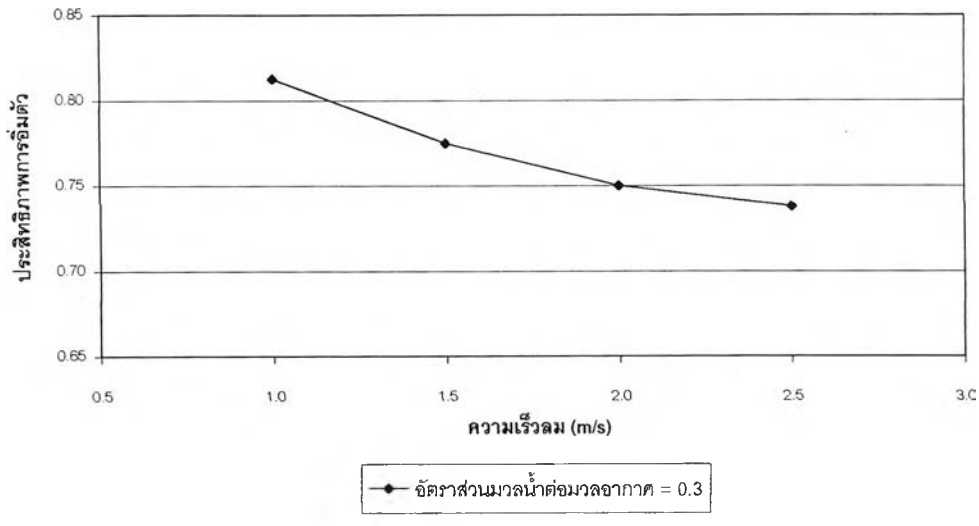
รูปที่ ก.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



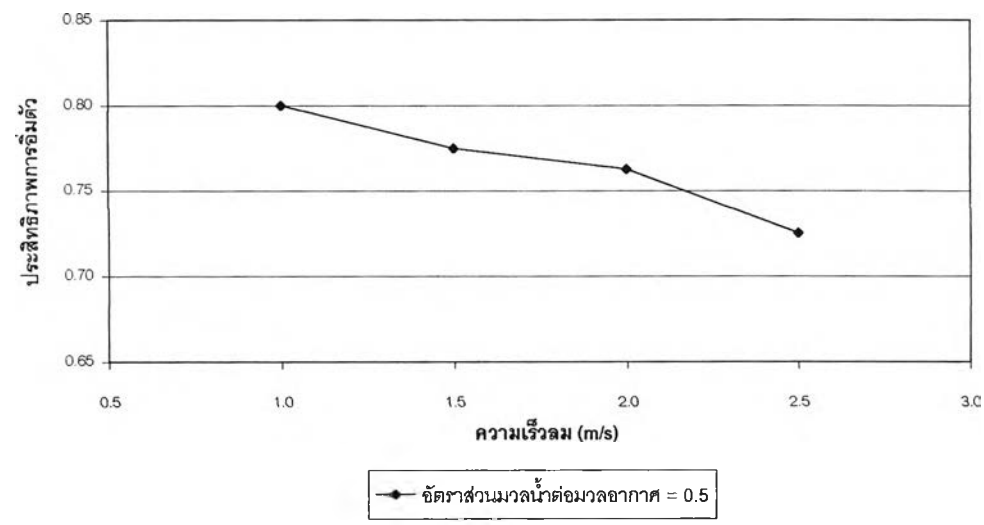
รูปที่ ก.9 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



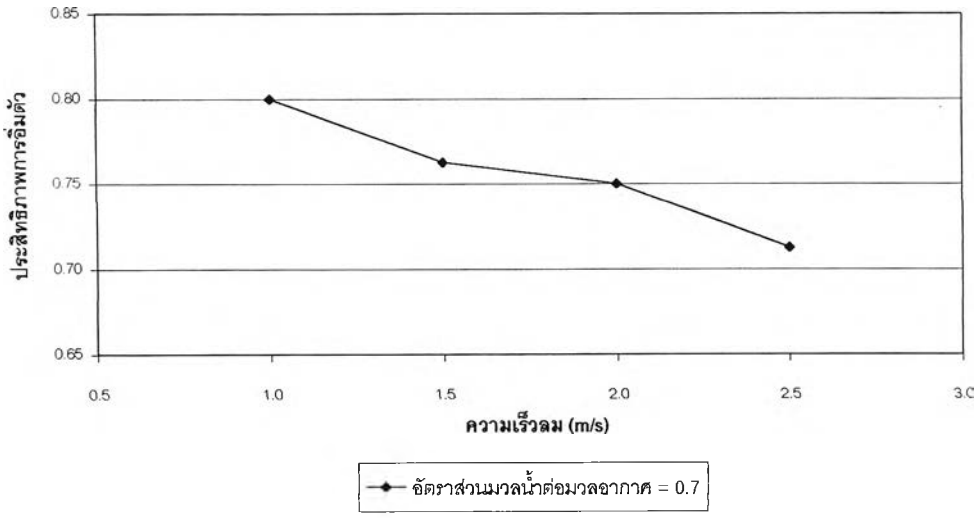
รูปที่ ก.10 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการอิ่มตัวและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



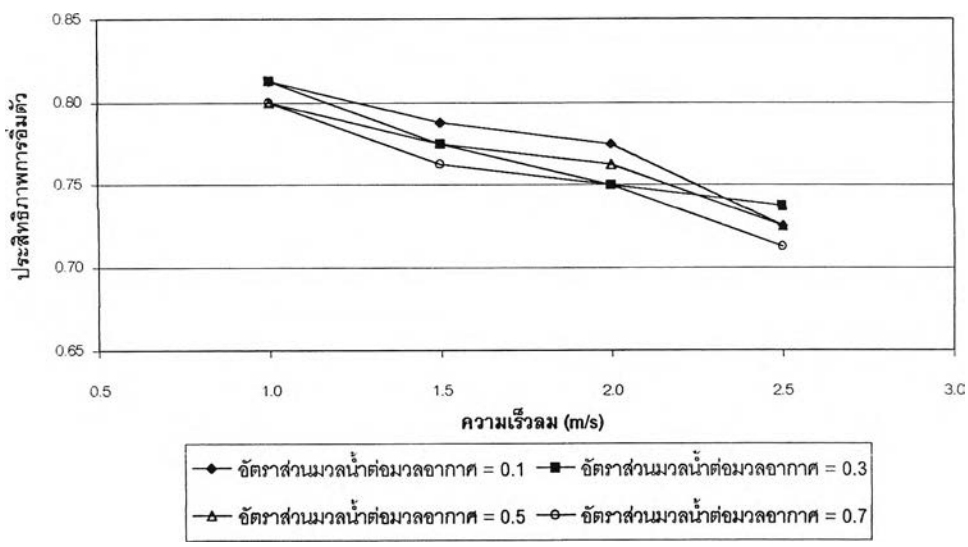
รูปที่ ก.11 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการอิ่มตัวและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



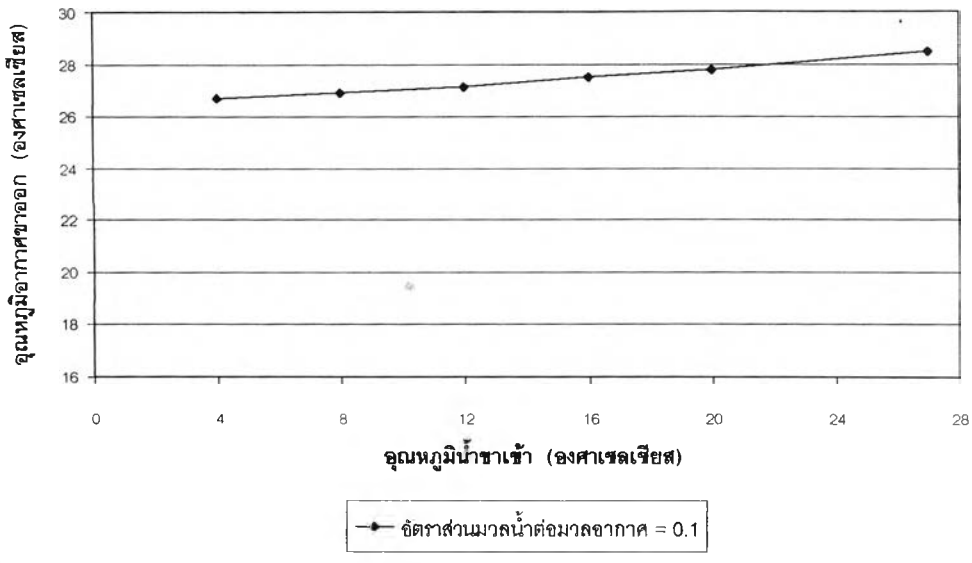
รูปที่ ก.12 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการอิ่มตัวและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



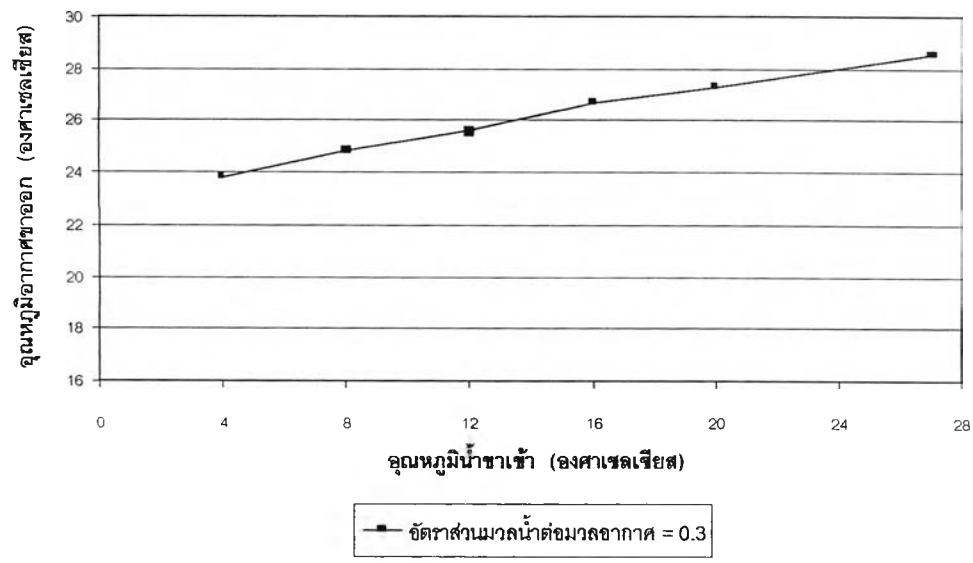
รูปที่ ก.13 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการอิ่มตัวและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



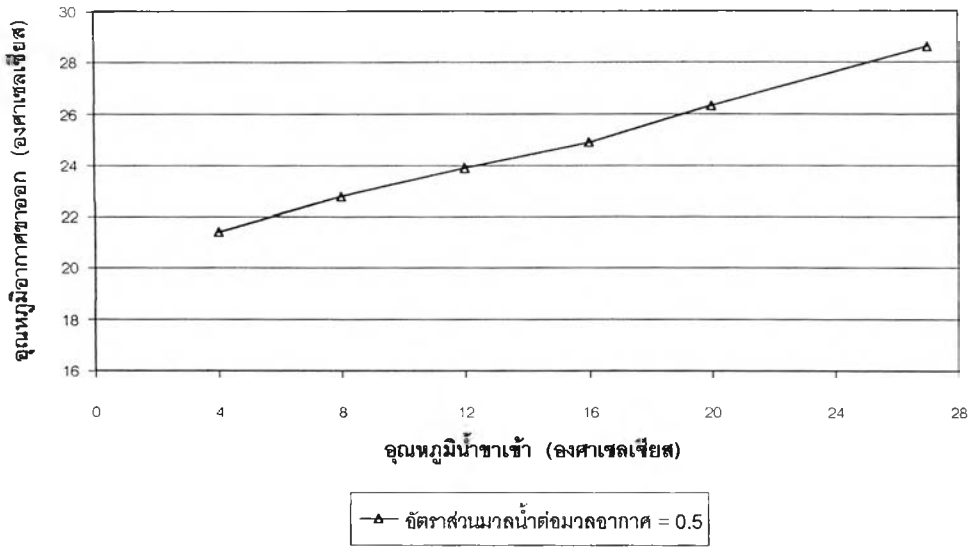
รูปที่ ก.14 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการอิ่มตัวและความเร็วลม ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ) โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



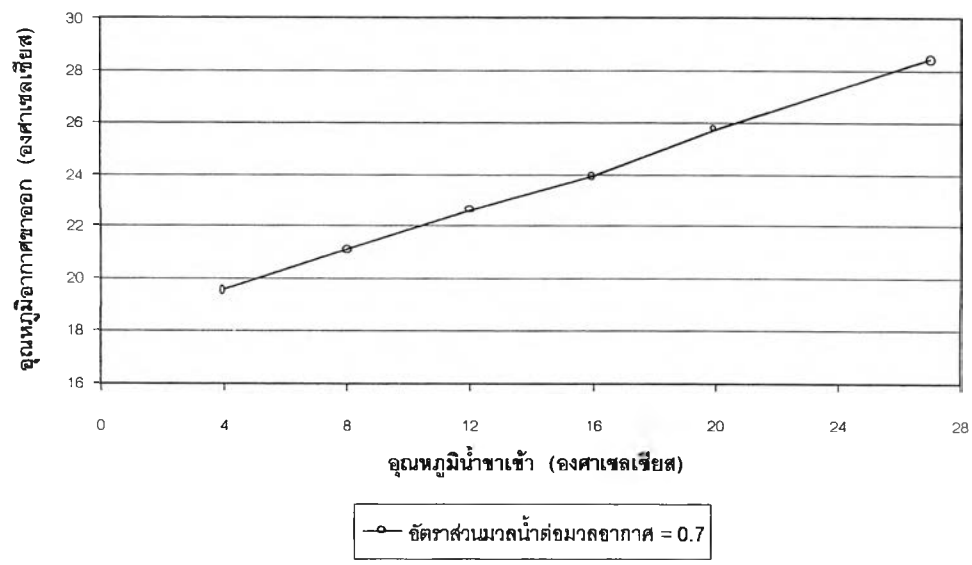
รูปที่ ก.15 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



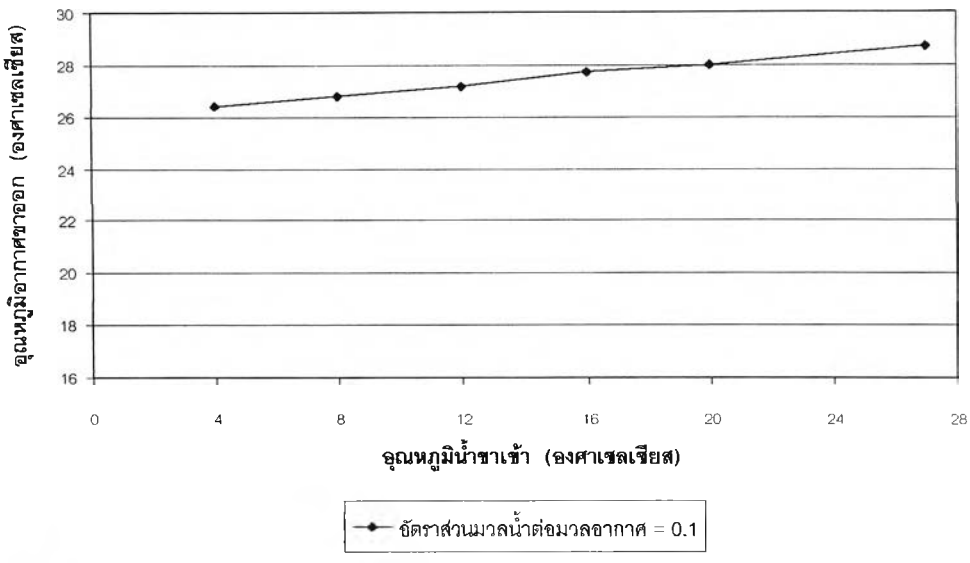
รูปที่ ก.16 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



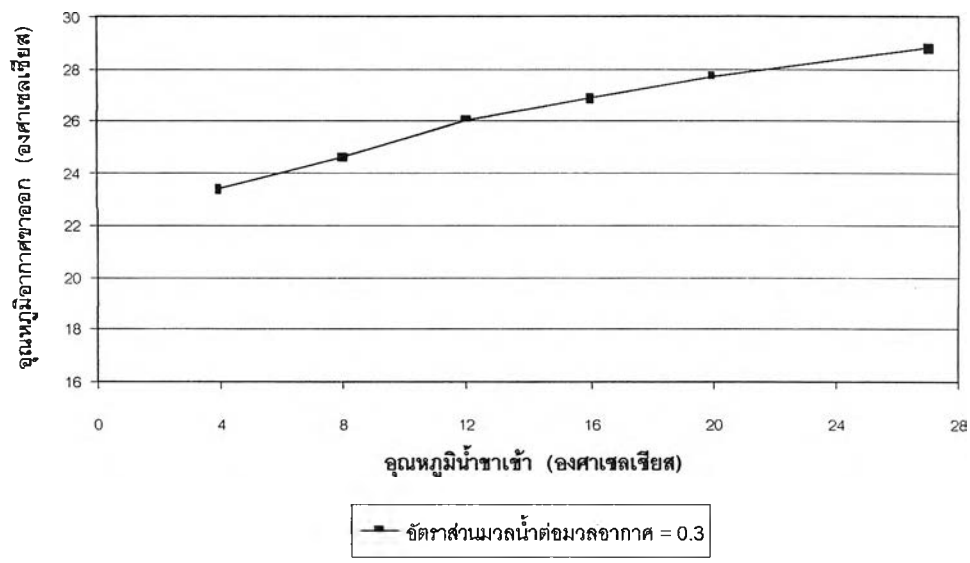
รูปที่ ก.17 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



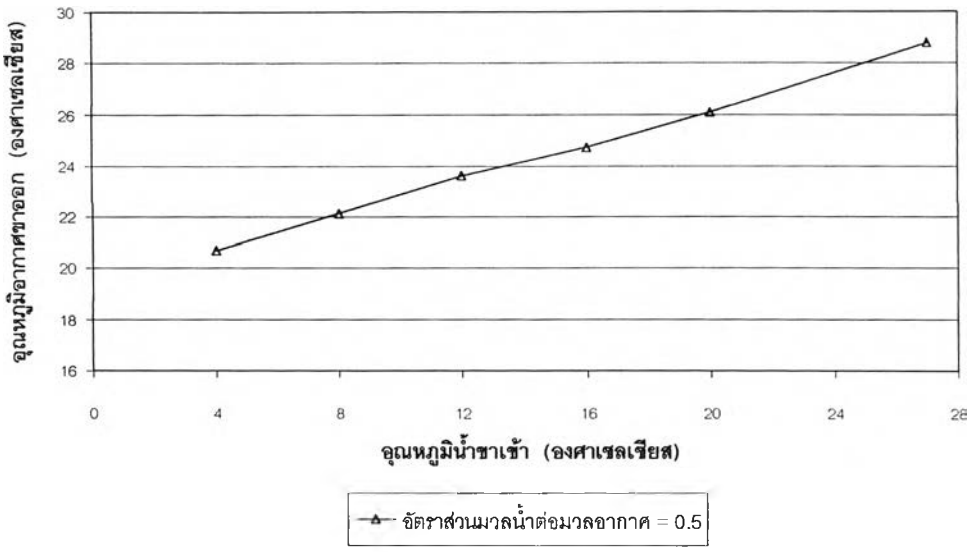
รูปที่ ก.18 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



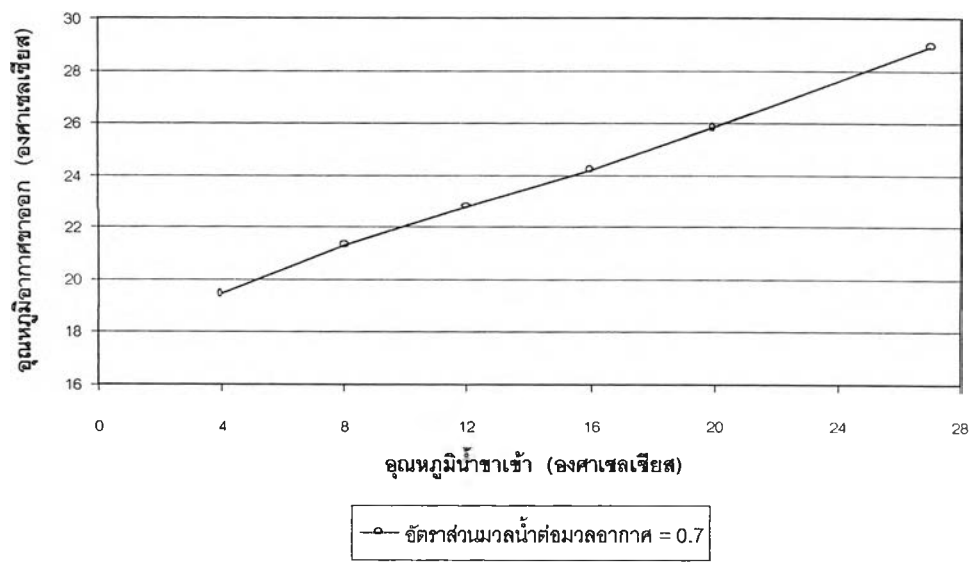
รูปที่ ก.19 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



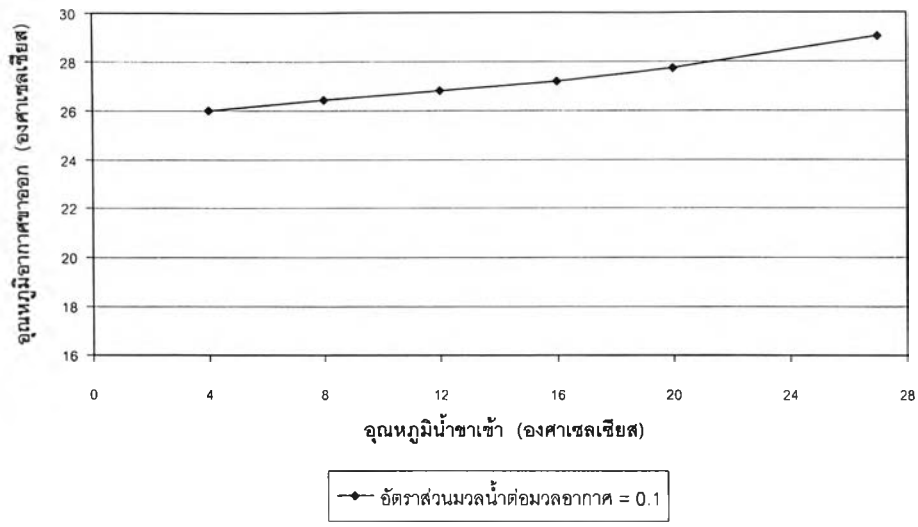
รูปที่ ก.20 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



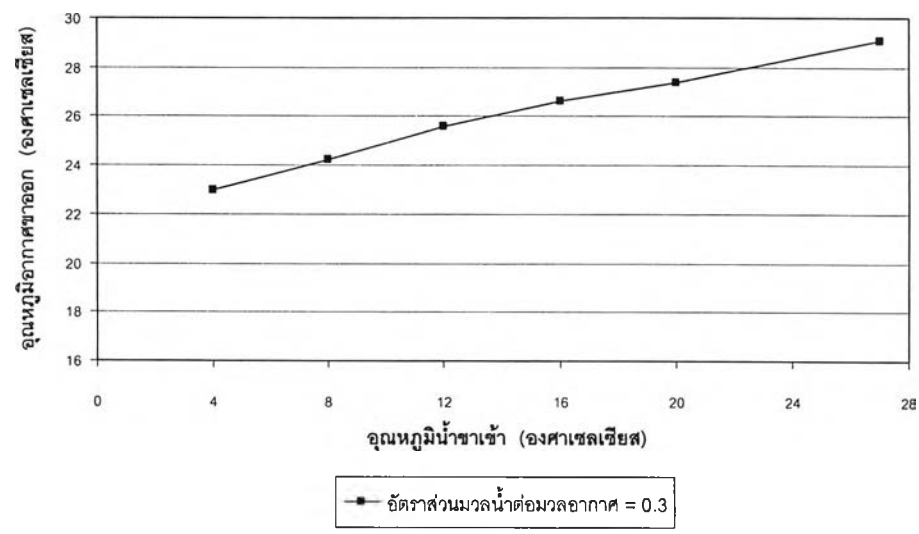
รูปที่ ก.21 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



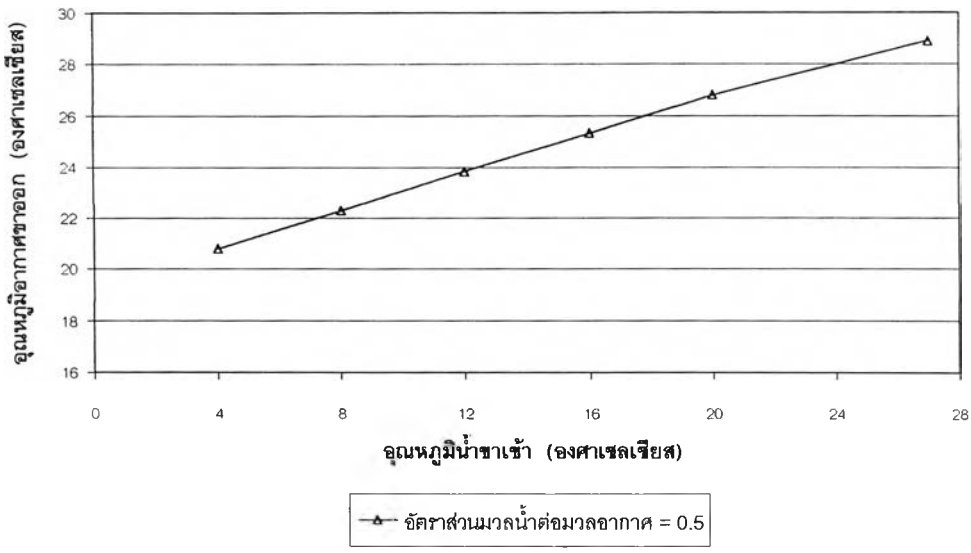
รูปที่ ก.22 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



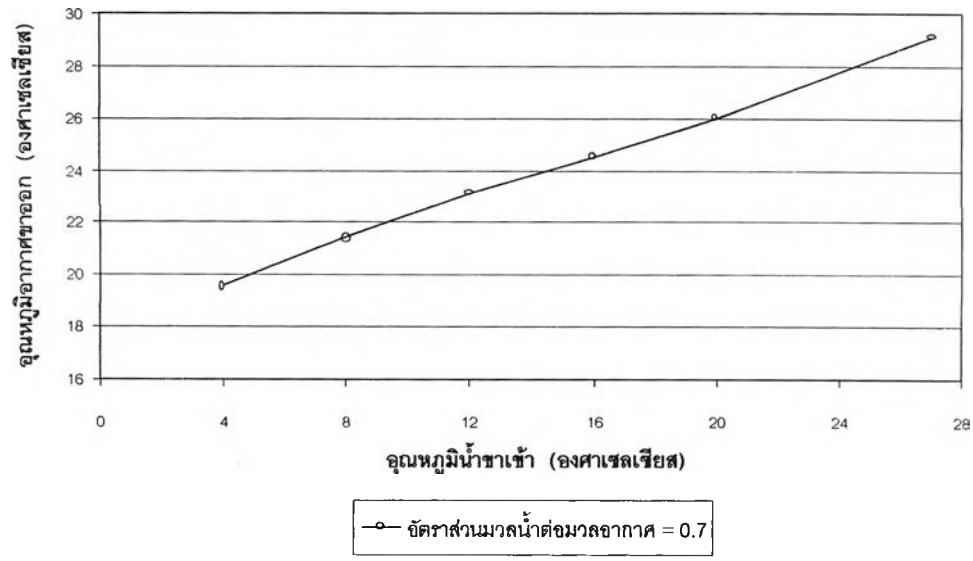
รูปที่ ก.23 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 ℃ 54%rh



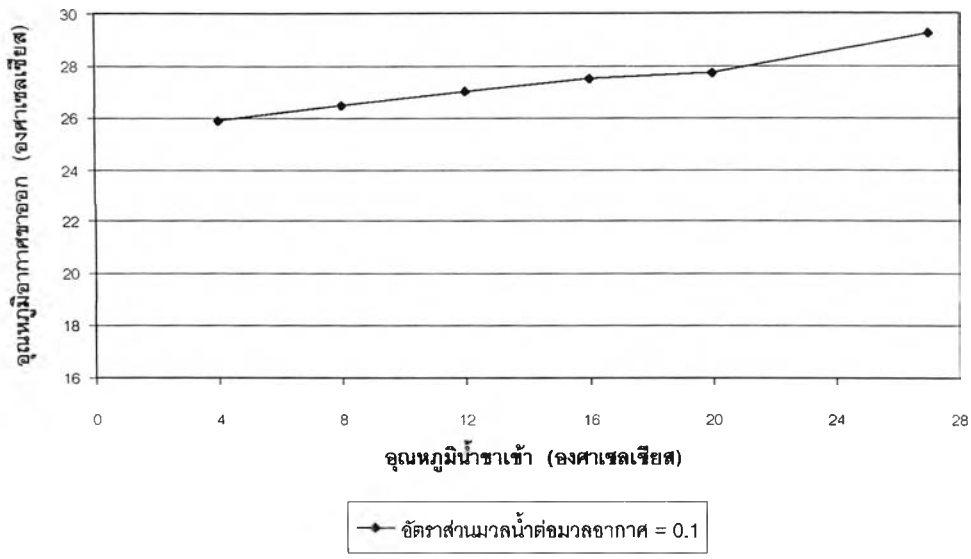
รูปที่ ก.24 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 ℃ 54%rh



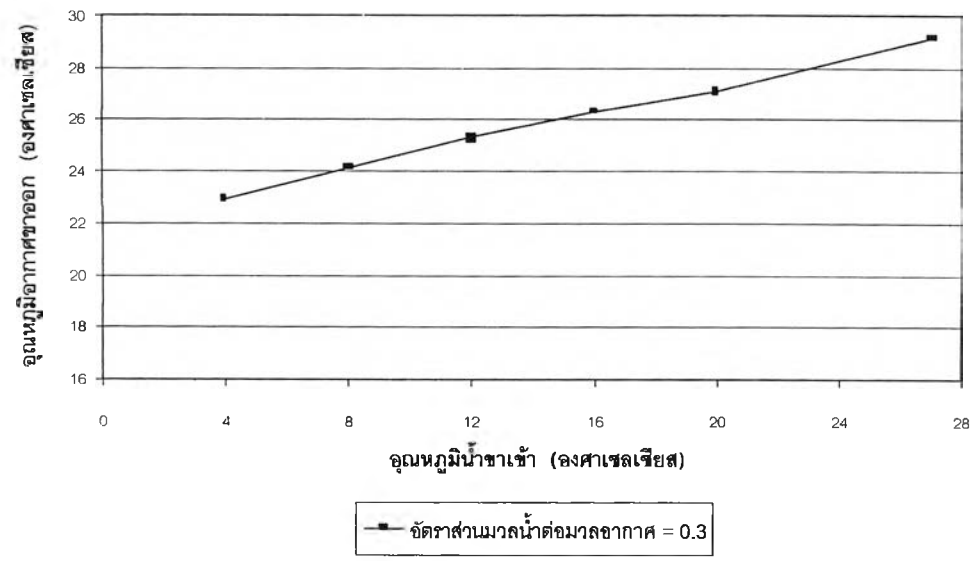
รูปที่ ก.25 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



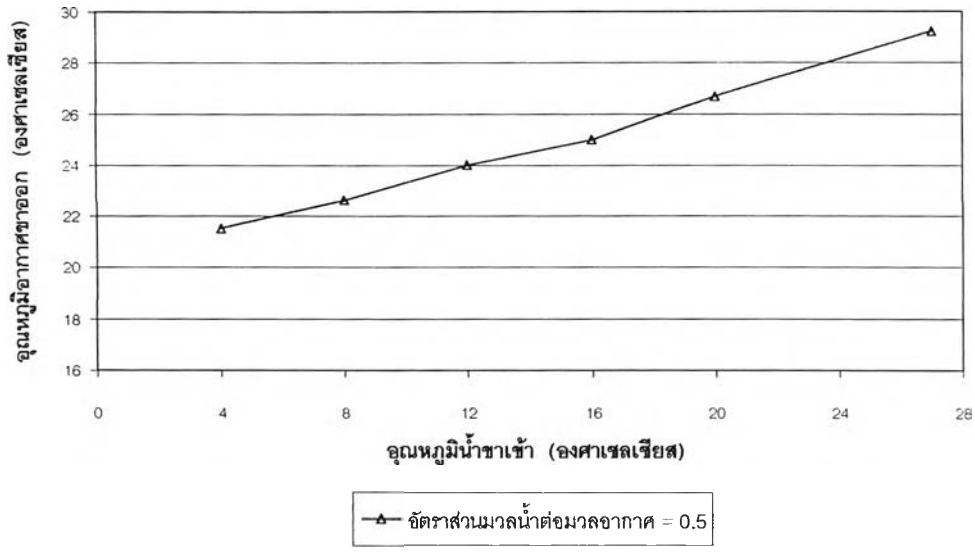
รูปที่ ก.26 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



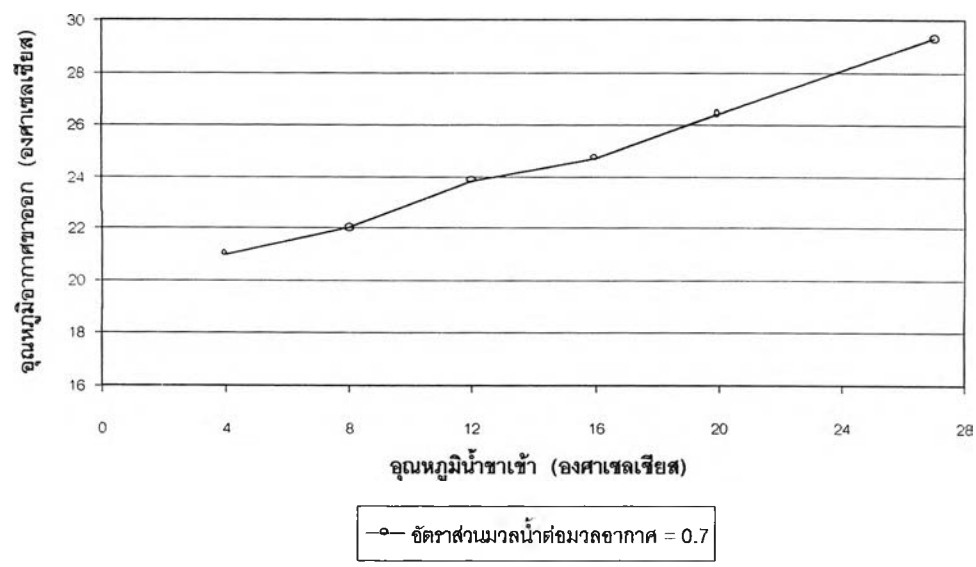
รูปที่ ก.27 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



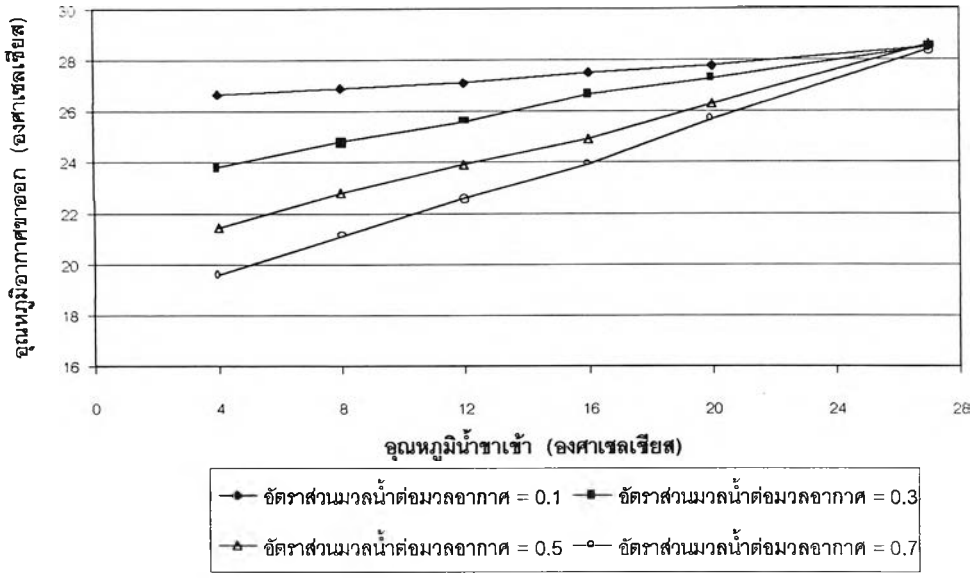
รูปที่ ก.28 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



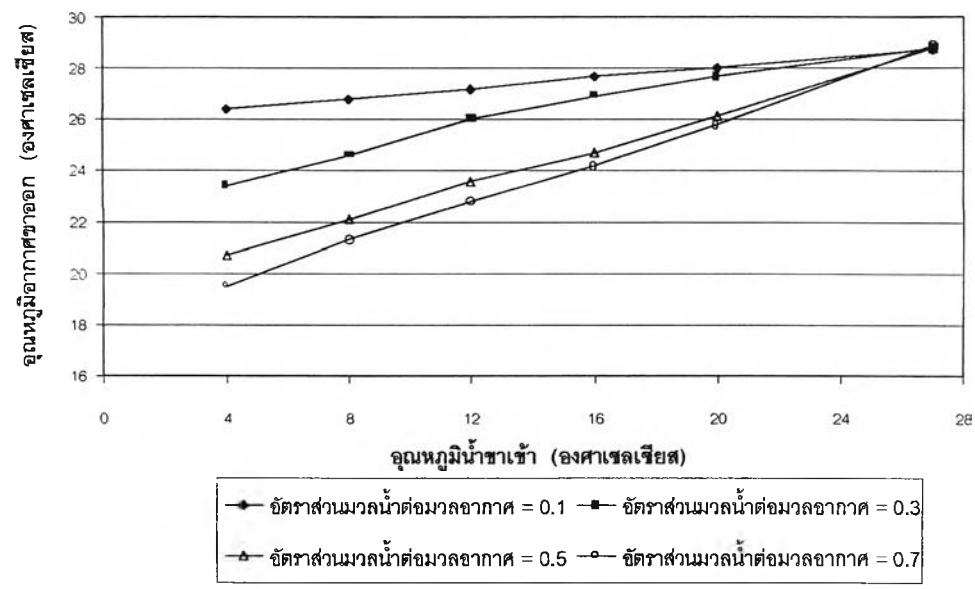
รูปที่ ก.29 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



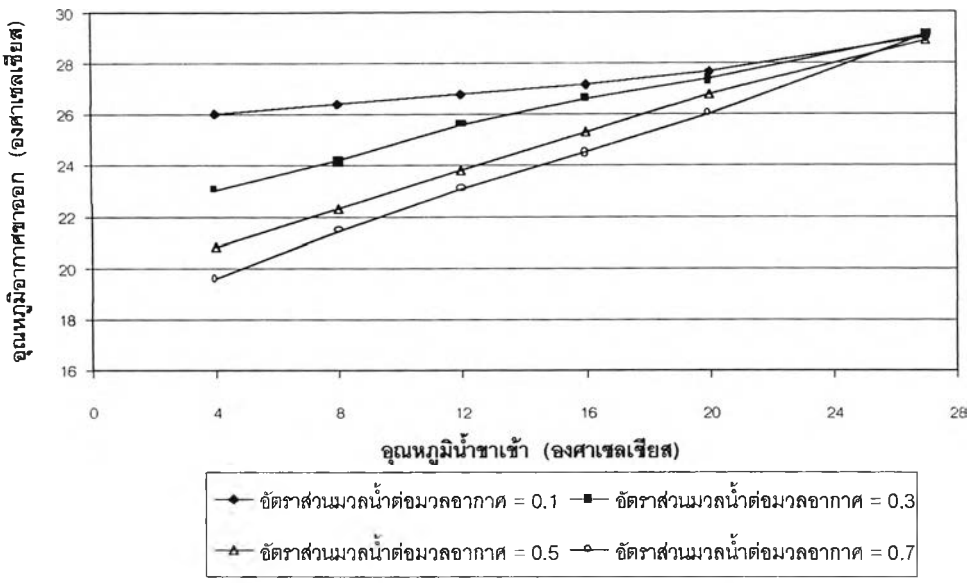
รูปที่ ก.30 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



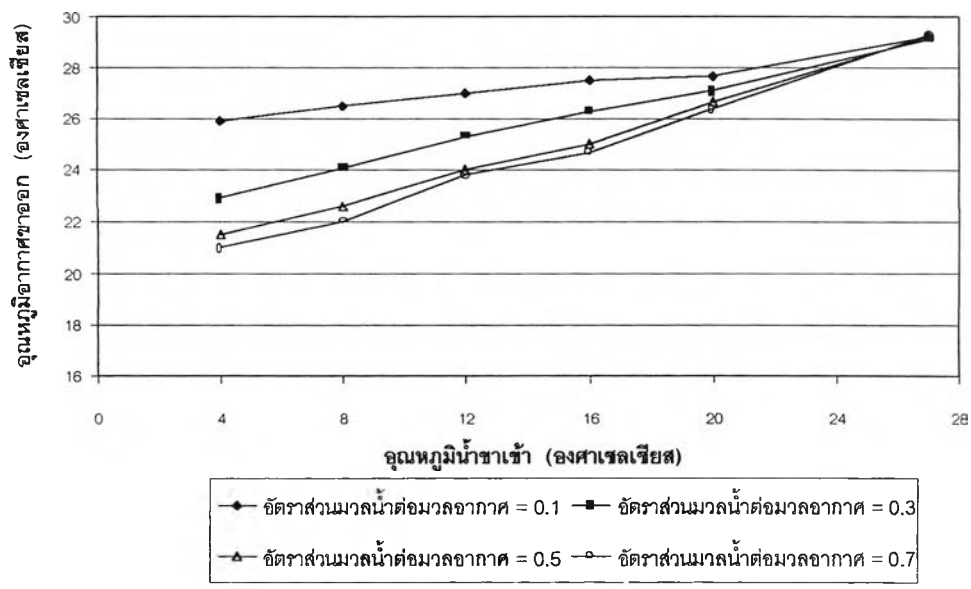
รูปที่ ก.31 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



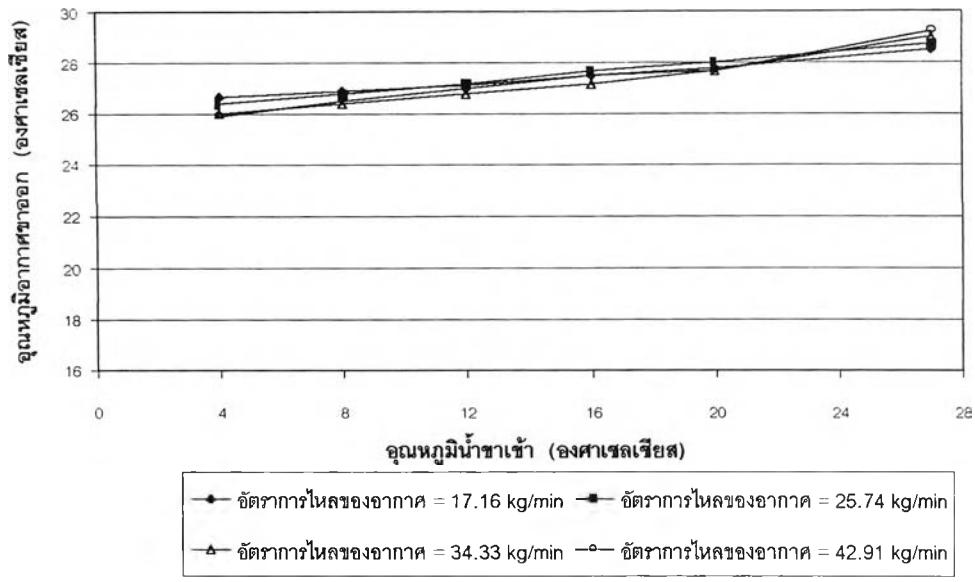
รูปที่ ก.32 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



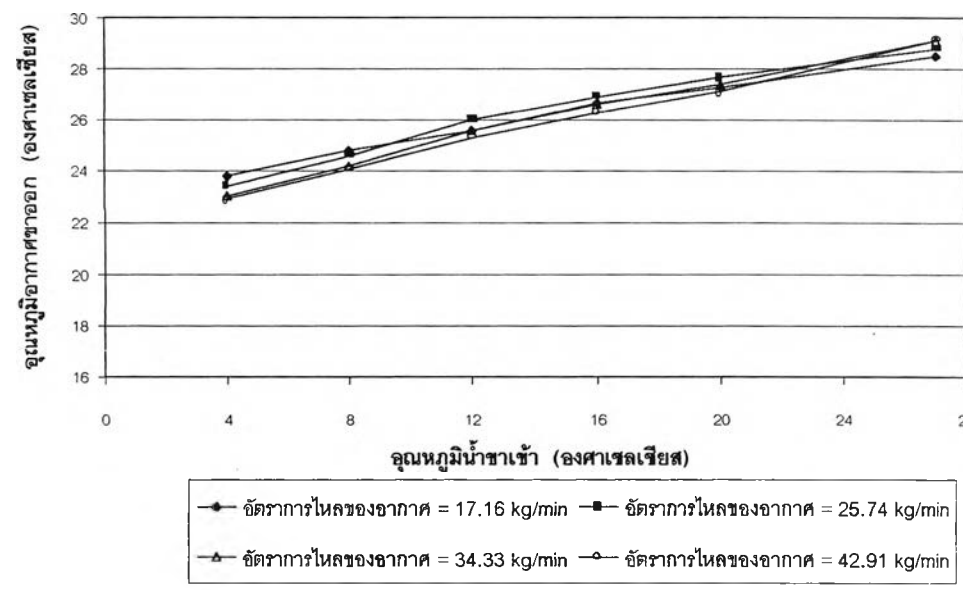
รูปที่ ก.33 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



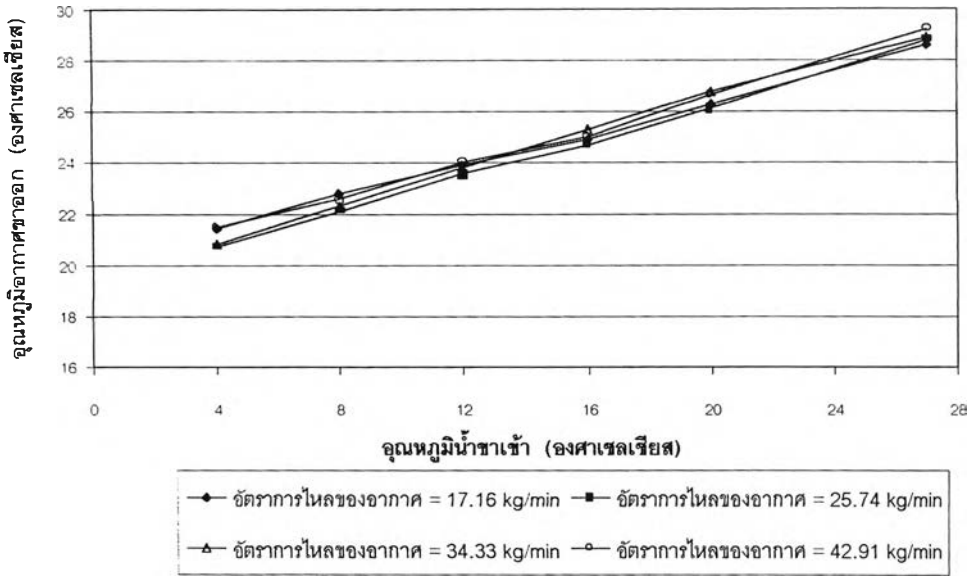
รูปที่ ก.34 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



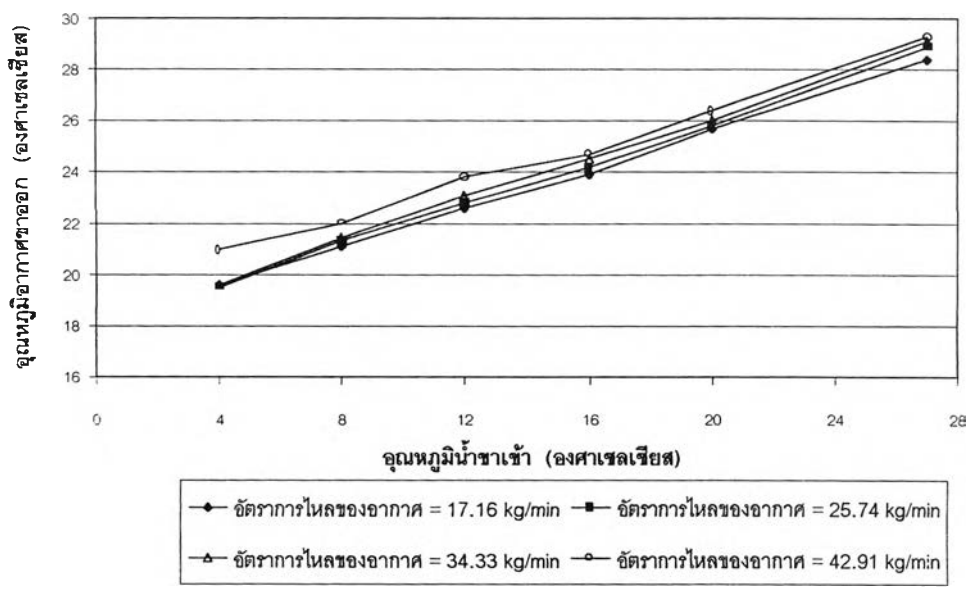
รูปที่ ก.35 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศเท่ากับ 17.16 ,25.74 ,34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



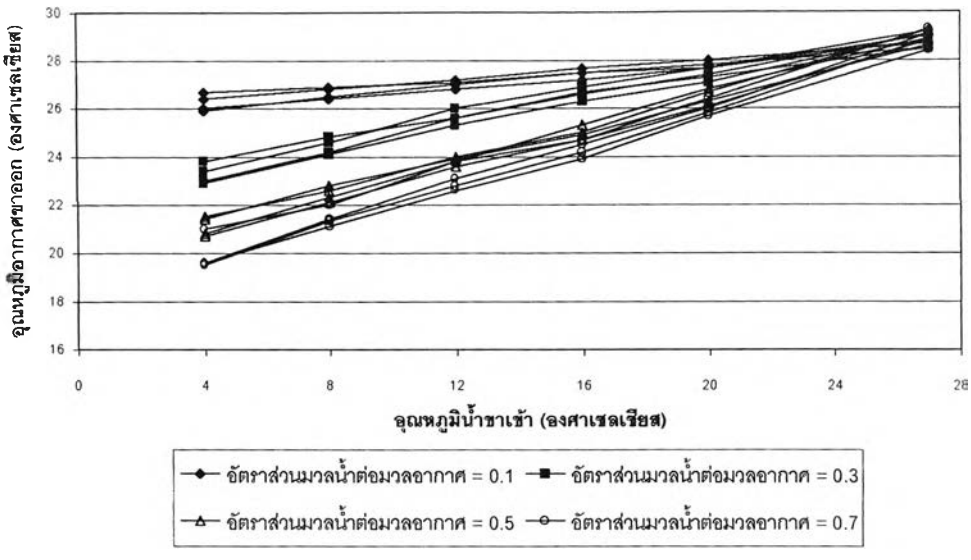
รูปที่ ก.36 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 โดยมีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศเท่ากับ 17.16 ,25.74 ,34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



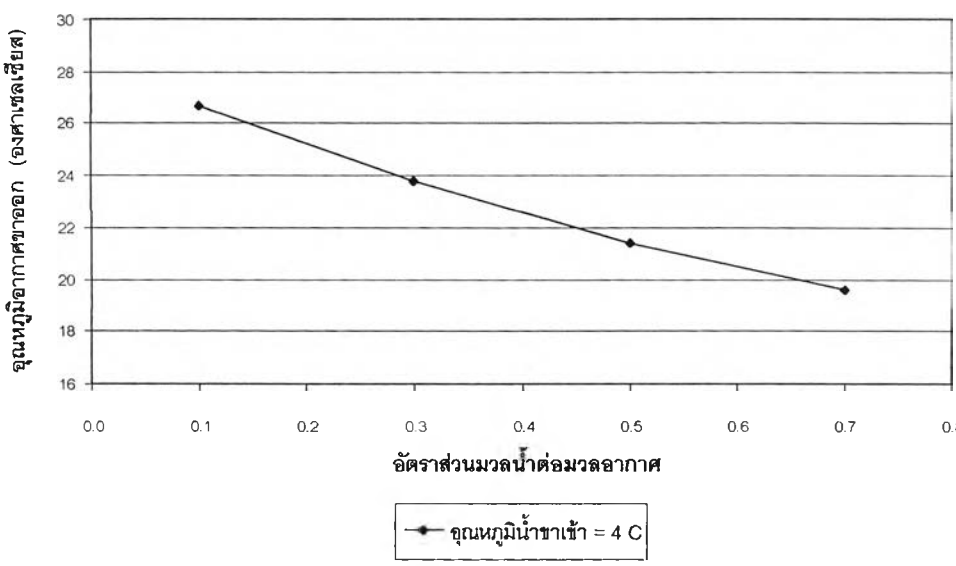
รูปที่ ก.37 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 โดยมีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศเท่ากับ 17.16 ,25.74 ,34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



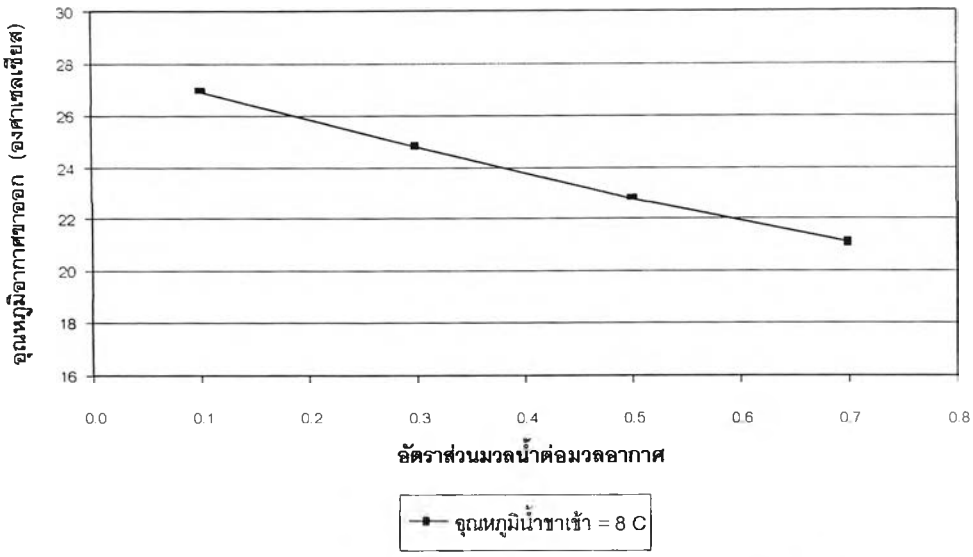
รูปที่ ก.38 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 โดยมีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศเท่ากับ 17.16 ,25.74 ,34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



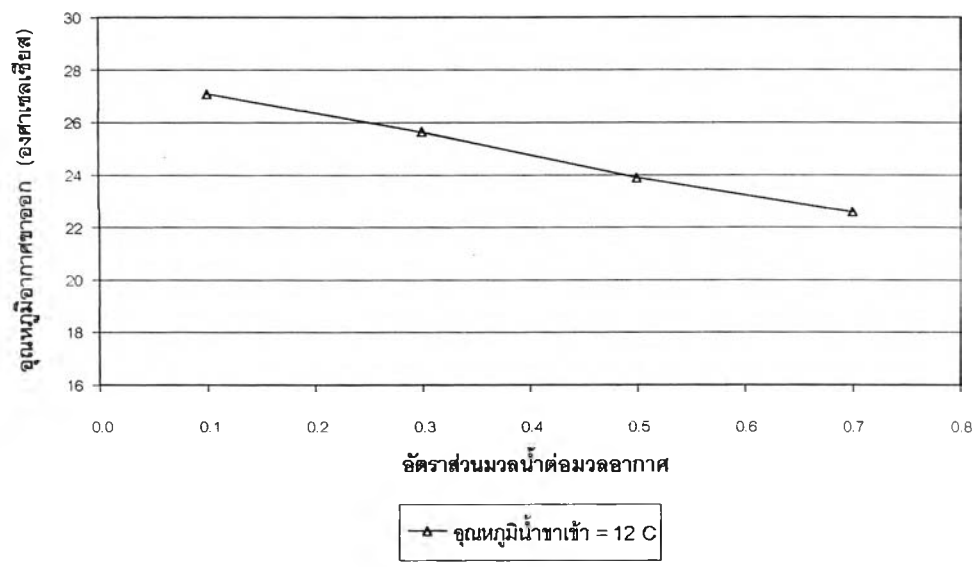
รูปที่ ก.39 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอุณหภูมิน้ำขาเข้า ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 โดยมีอัตราการไหลเท่ากับ 17.16 ,25.74 ,34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



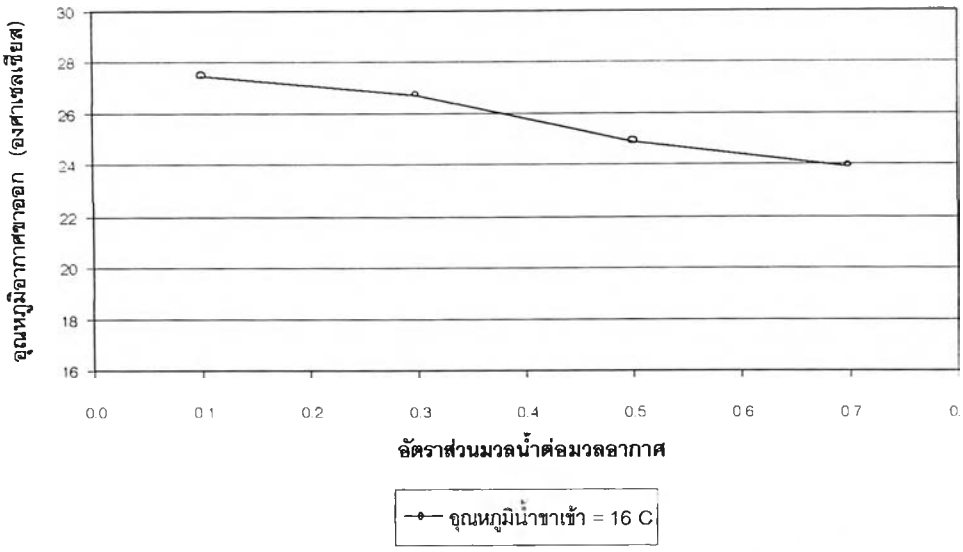
รูปที่ ก.40 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4°C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



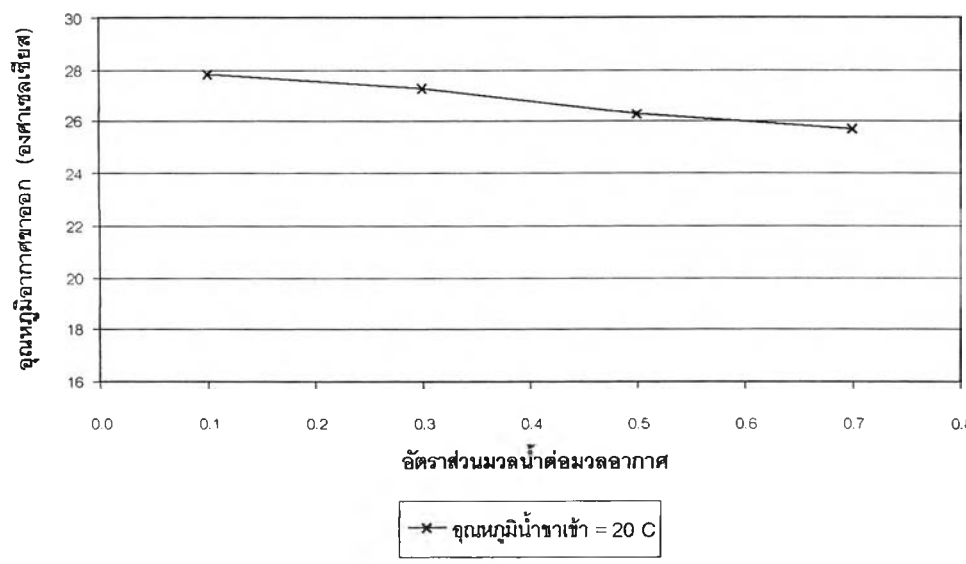
รูปที่ ก.41 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 8°C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



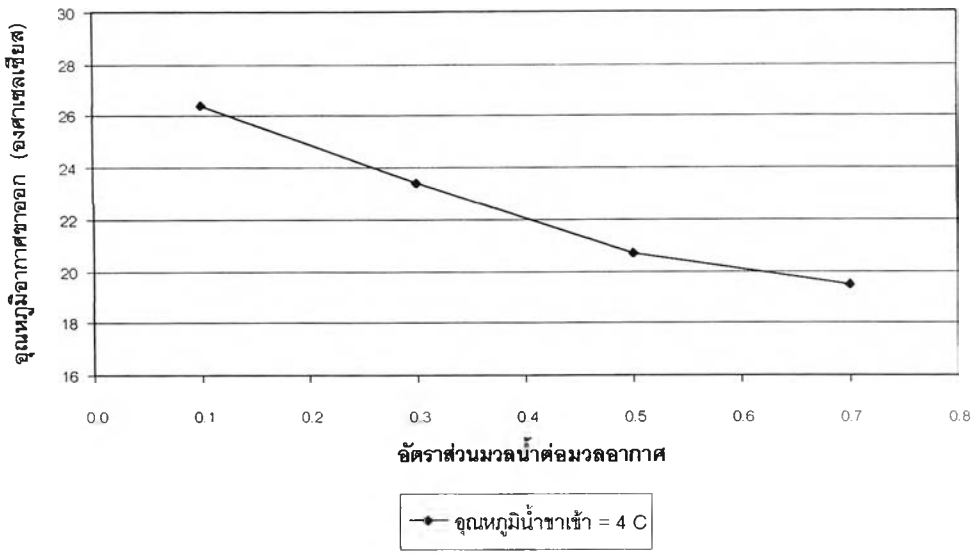
รูปที่ ก.42 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 12°C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



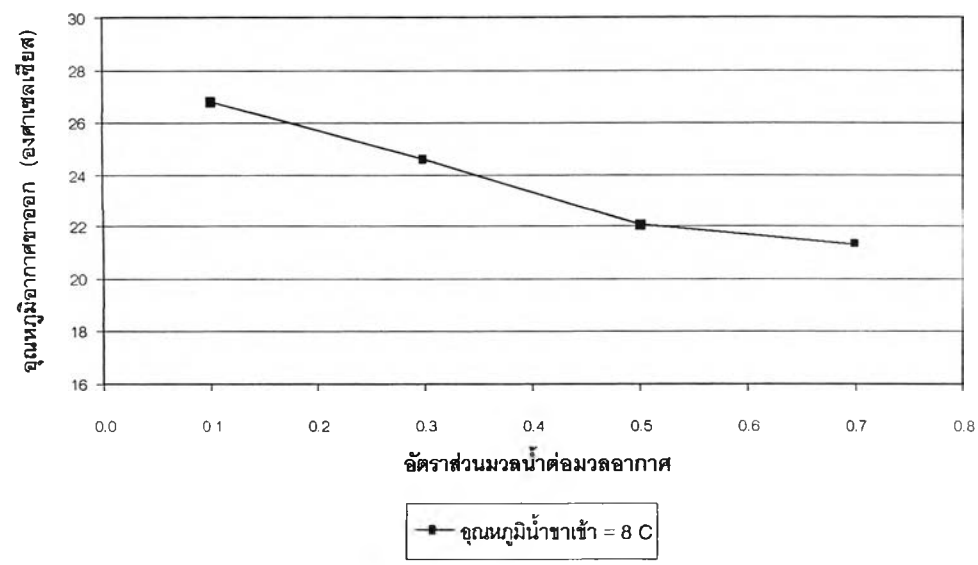
รูปที่ ก.43 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 16 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



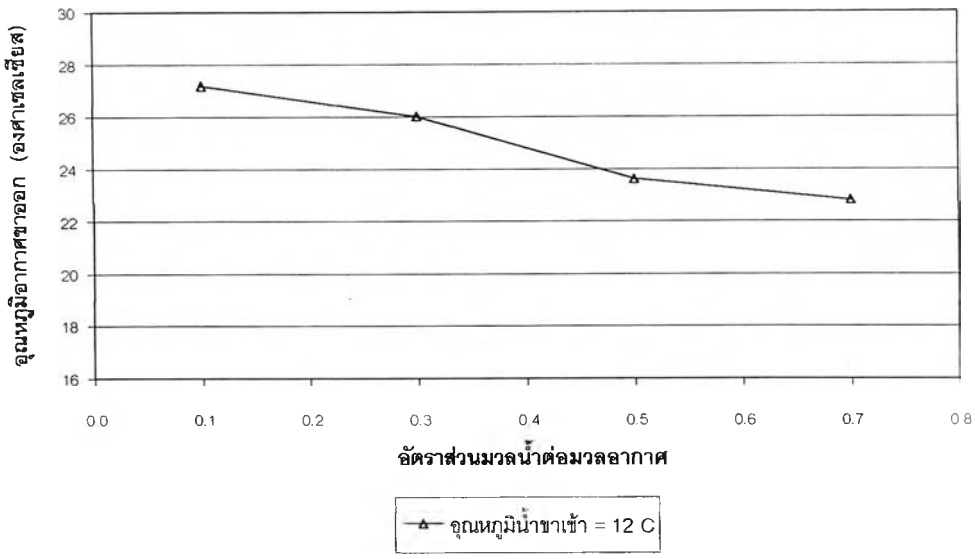
รูปที่ ก.44 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 20 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



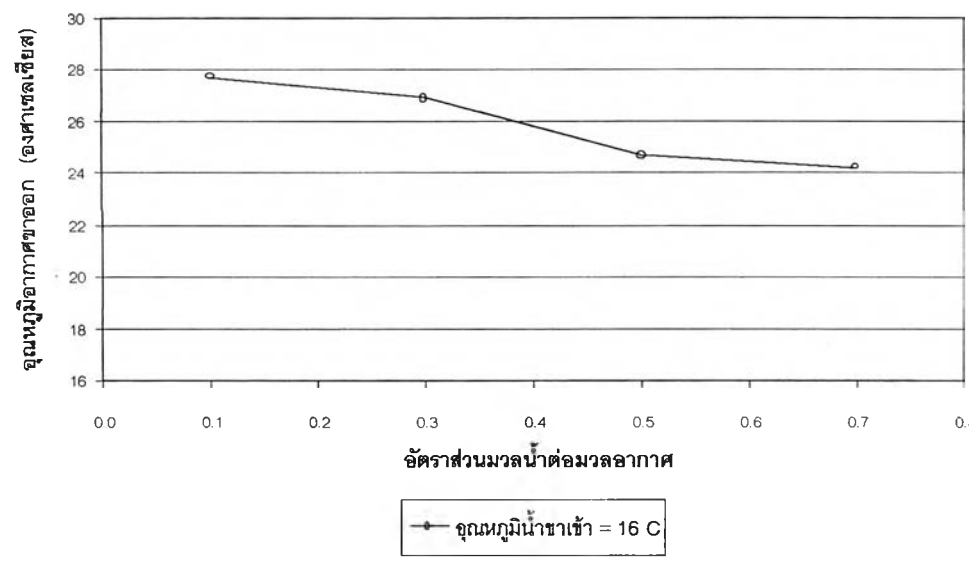
รูปที่ ก.45 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



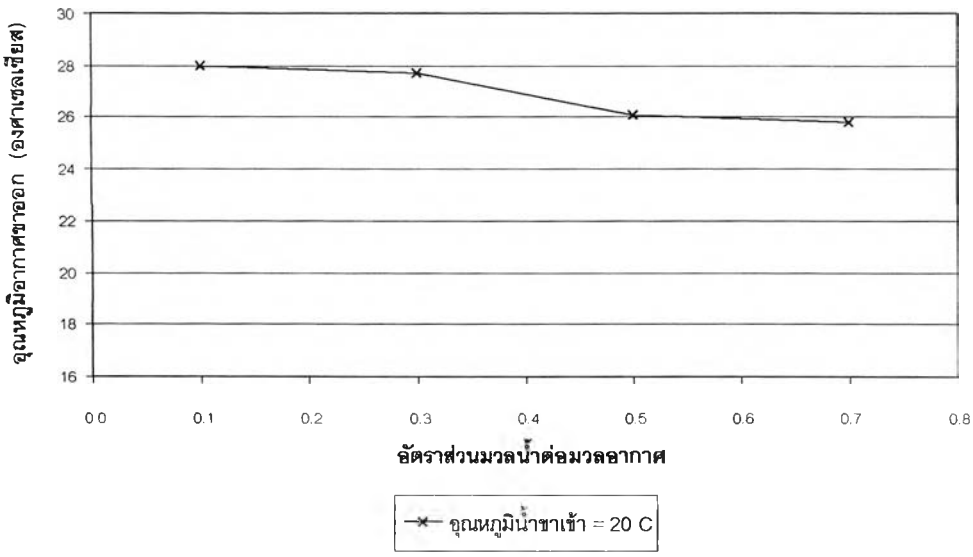
รูปที่ ก.46 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 8 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



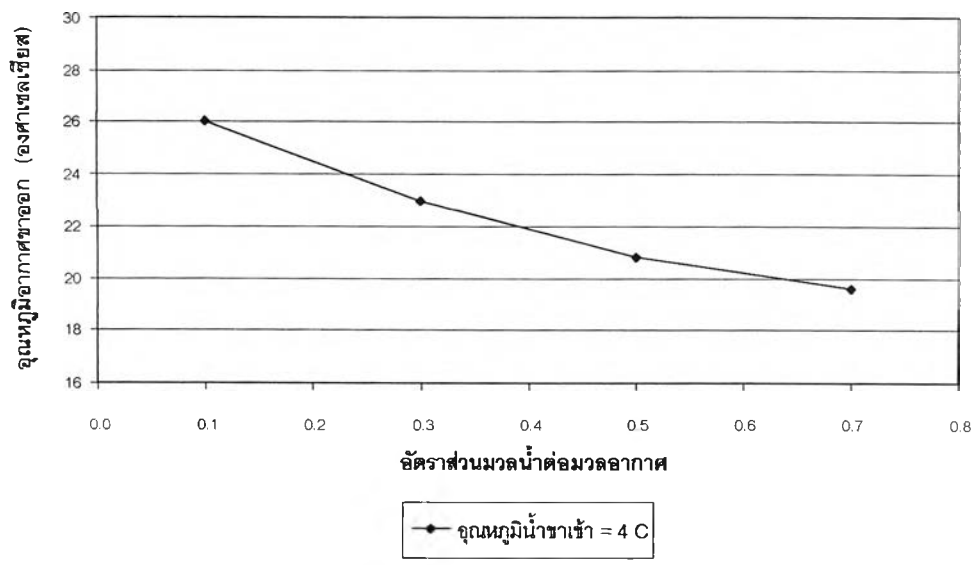
รูปที่ ก.47 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 12°C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



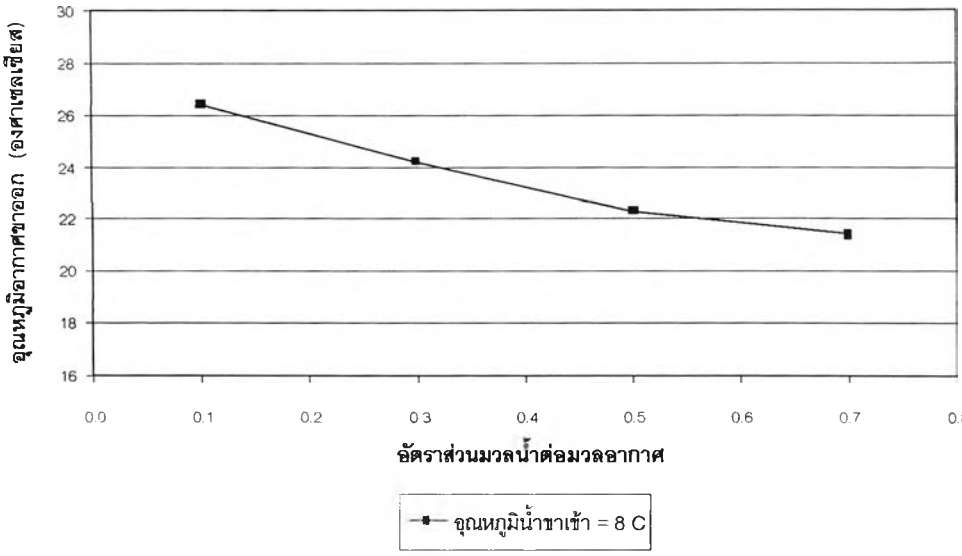
รูปที่ ก.48 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 16°C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



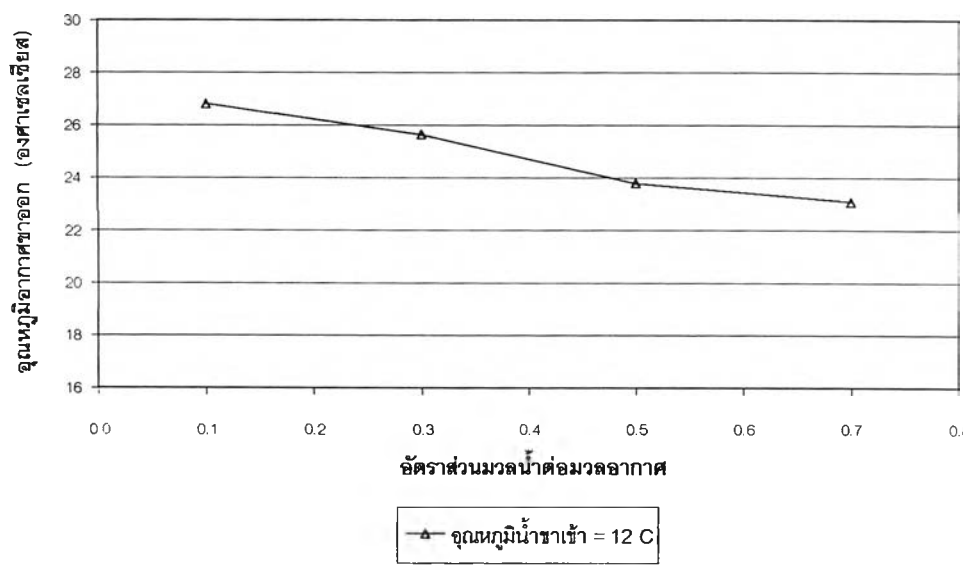
รูปที่ ก.49 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 20 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



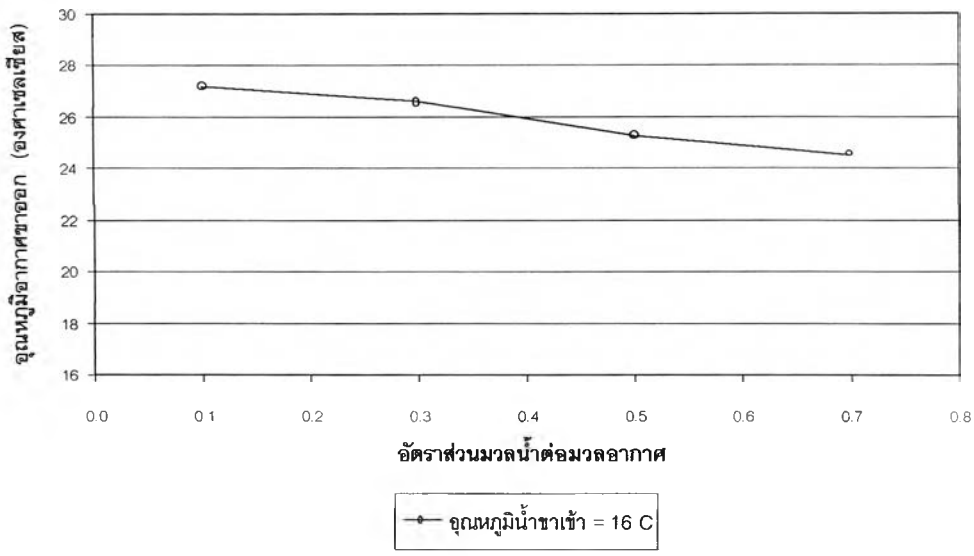
รูปที่ ก.50 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



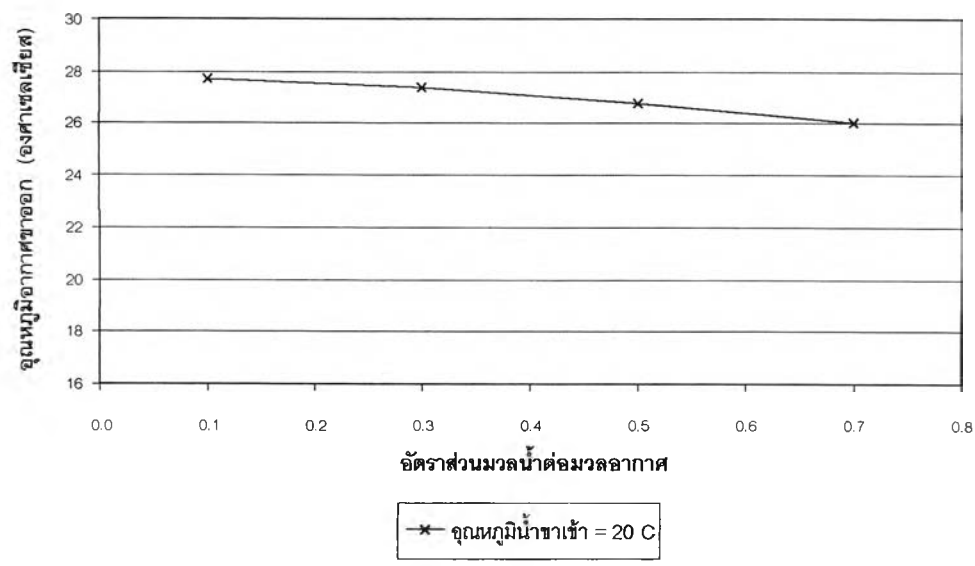
รูปที่ ก.51 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 8 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



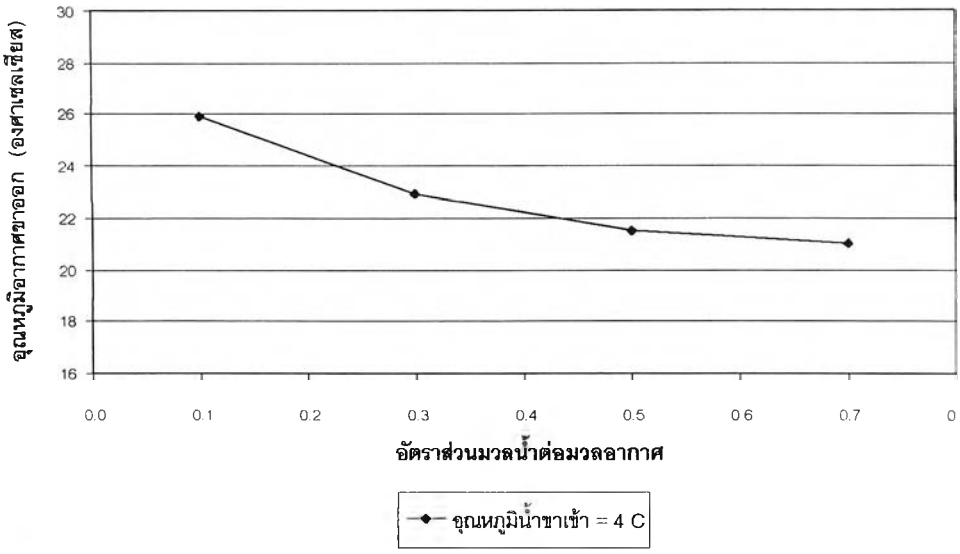
รูปที่ ก.52 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 12 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



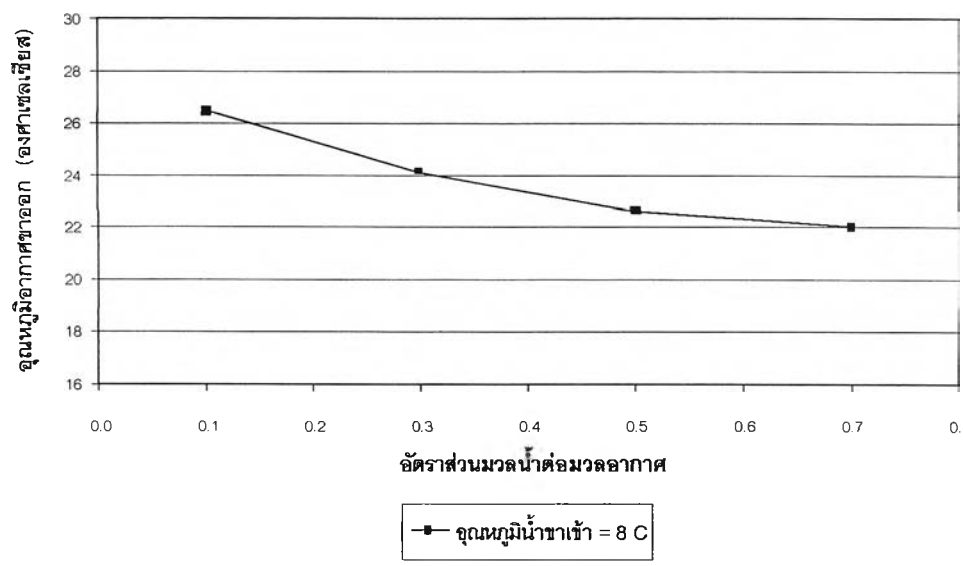
รูปที่ ก.53 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 16 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



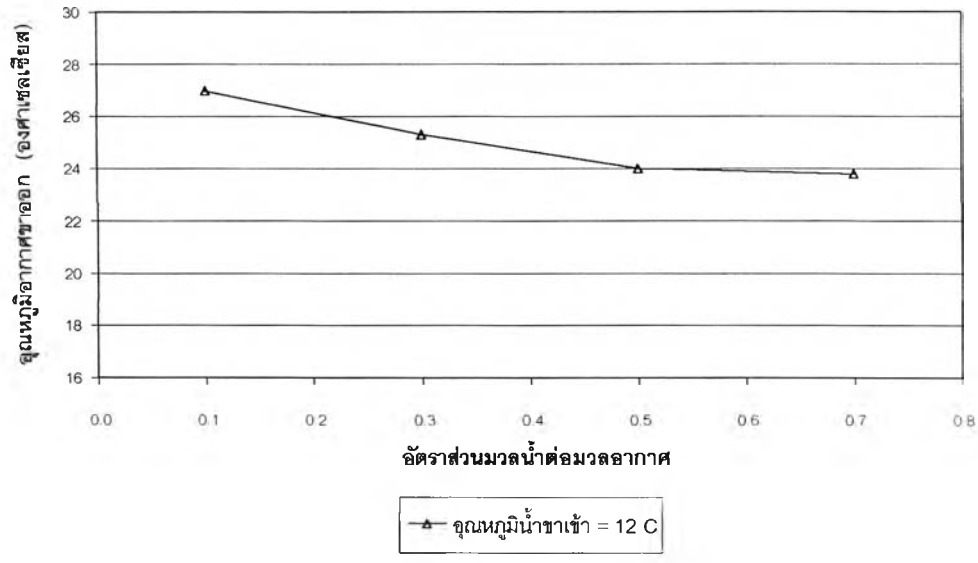
รูปที่ ก.54 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 20 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



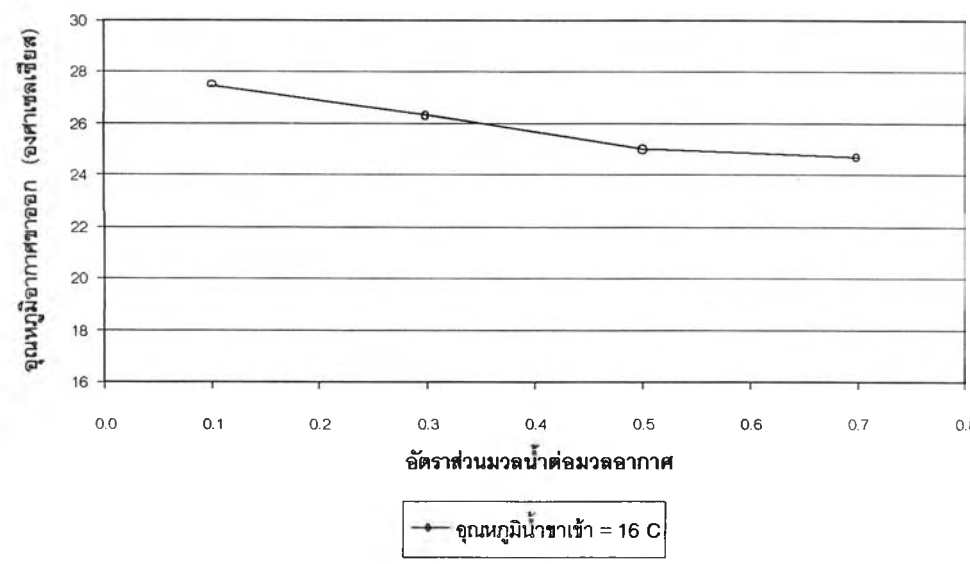
รูปที่ ก.55 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



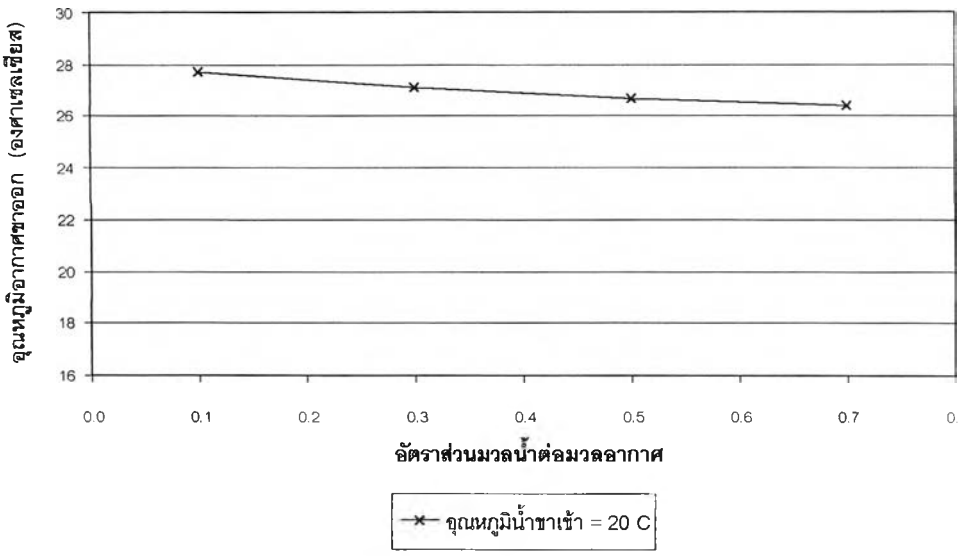
รูปที่ ก.56 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 8 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



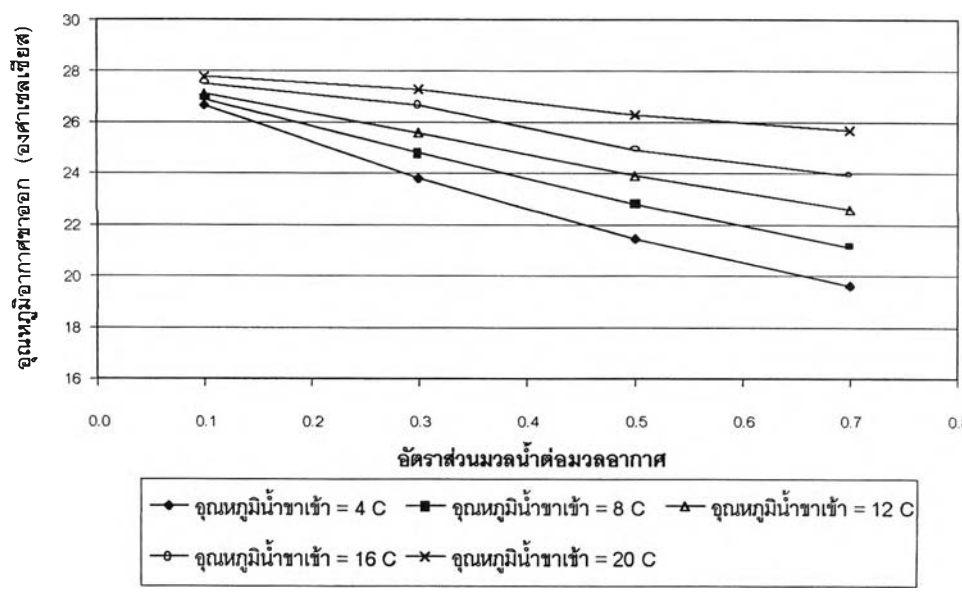
รูปที่ ก.57 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 12°C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



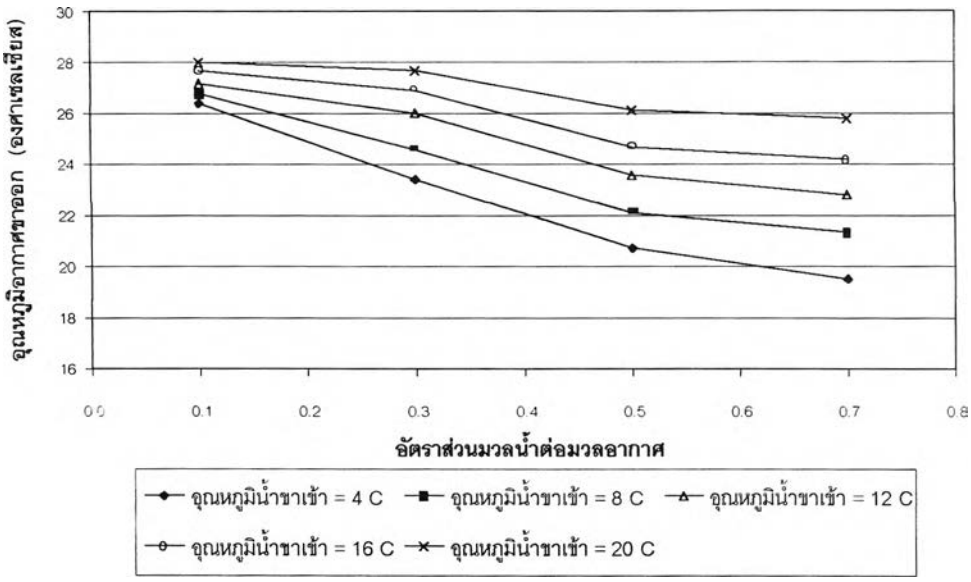
รูปที่ ก.58 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 16°C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



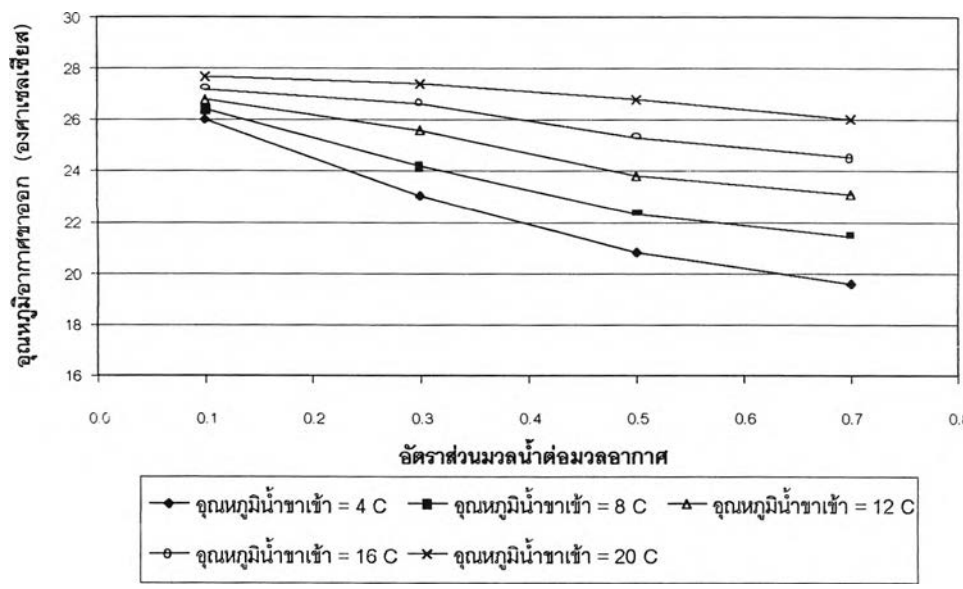
รูปที่ ก.59 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 20°C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



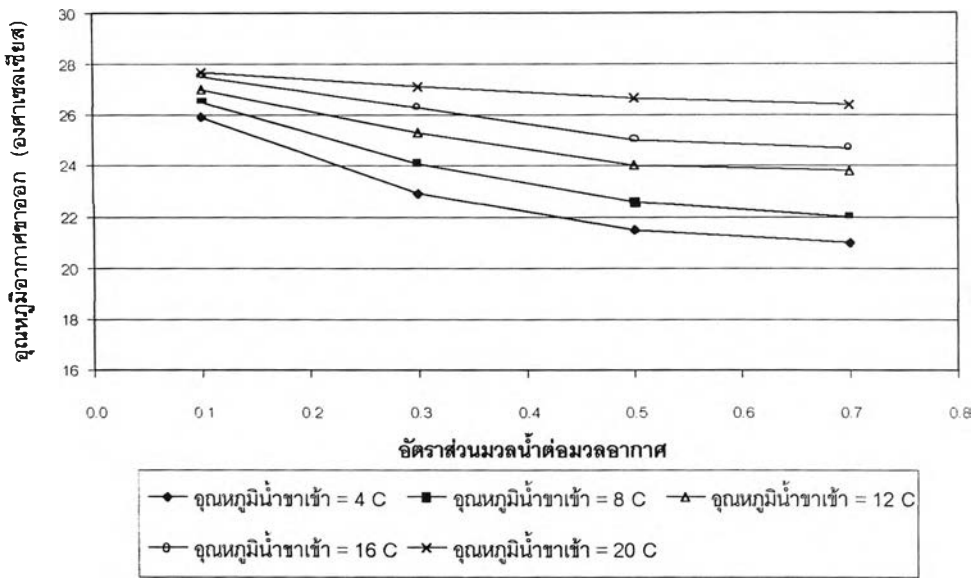
รูปที่ ก.60 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 และ 20°C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



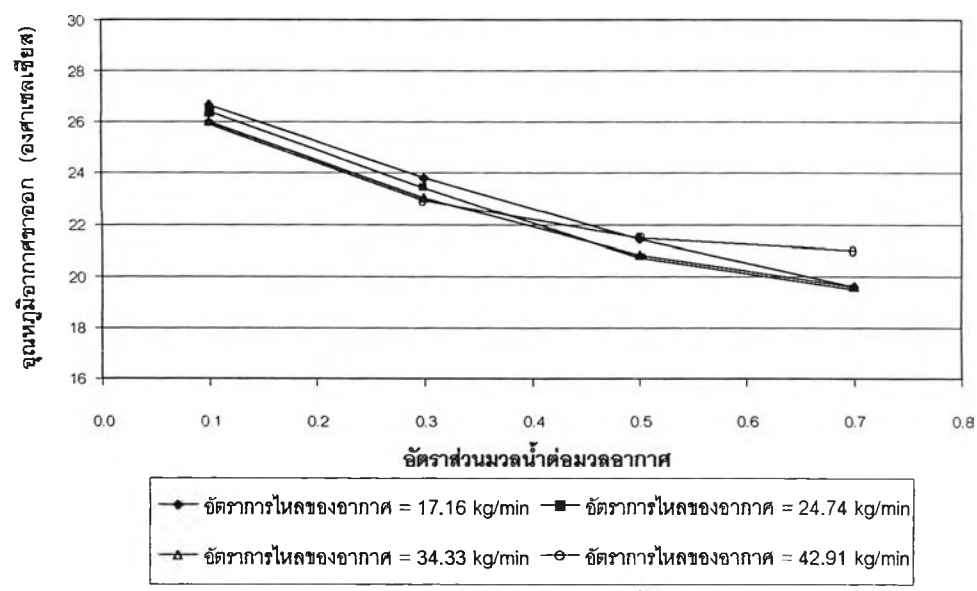
รูปที่ ก.61 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 และ 20 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



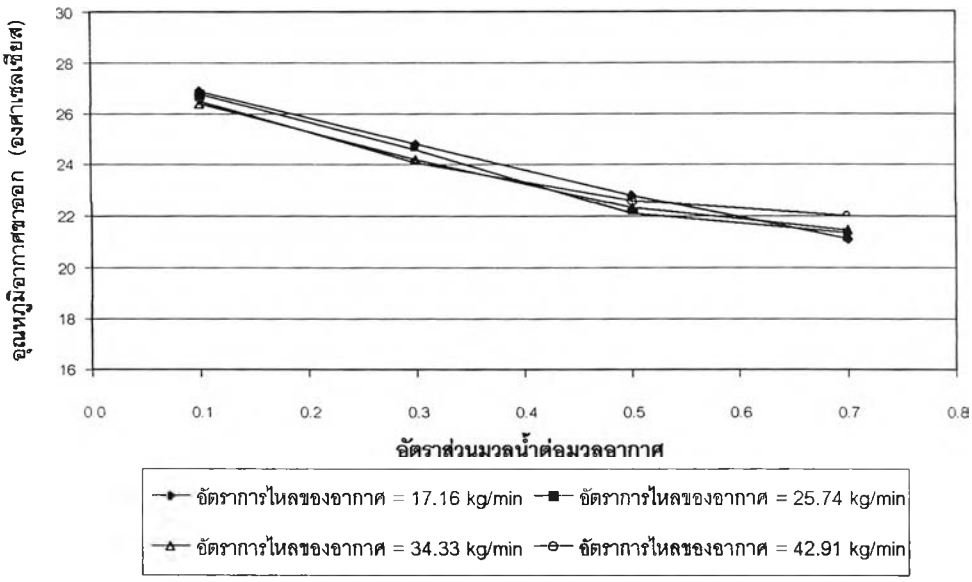
รูปที่ ก.62 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 และ 20 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



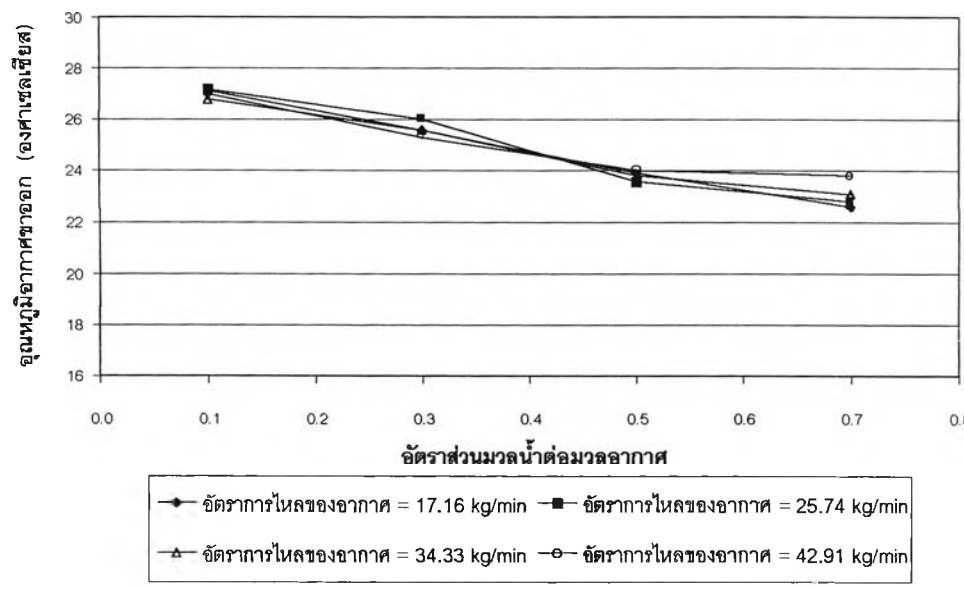
รูปที่ ก.63 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 และ 20 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



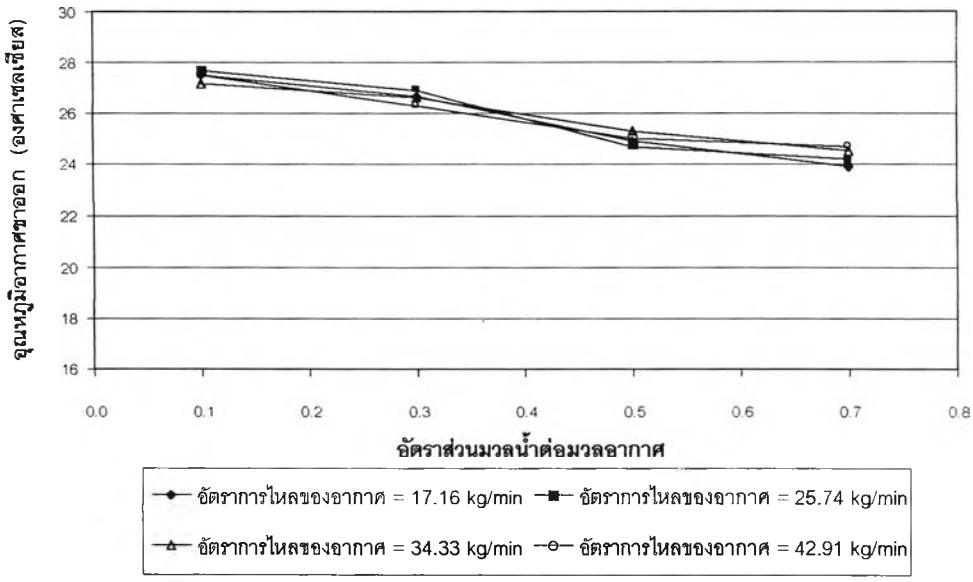
รูปที่ ก.64 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 °C โดยมีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 ,25.74 ,34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



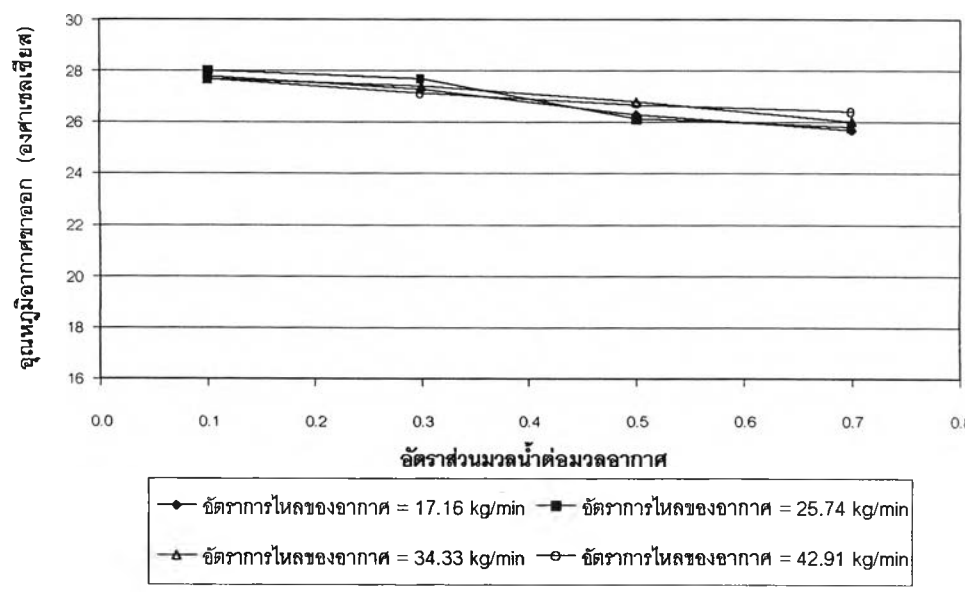
รูปที่ ก.65 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 8 °C โดยมีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 ,25.74 ,34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



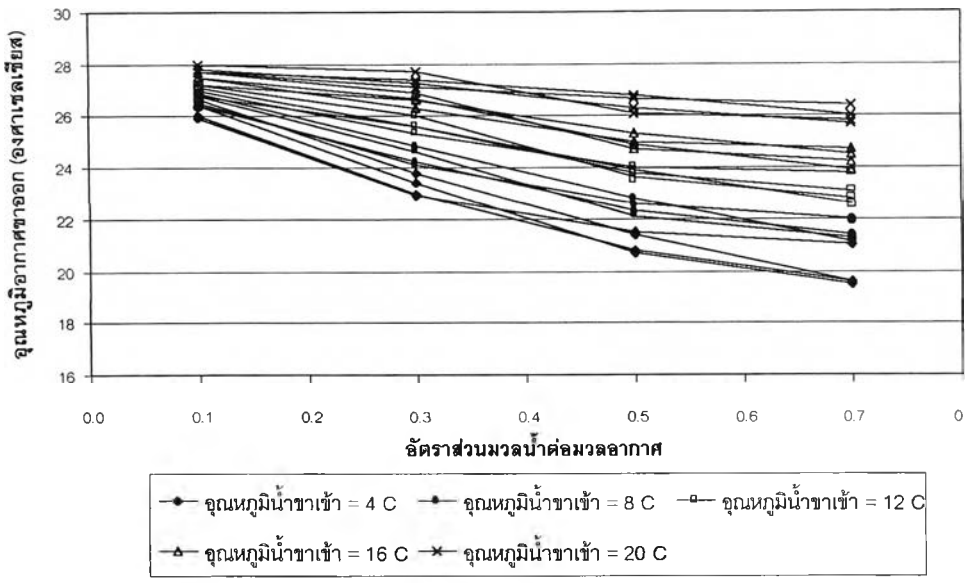
รูปที่ ก.66 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 12 °C โดยมีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 ,25.74 ,34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



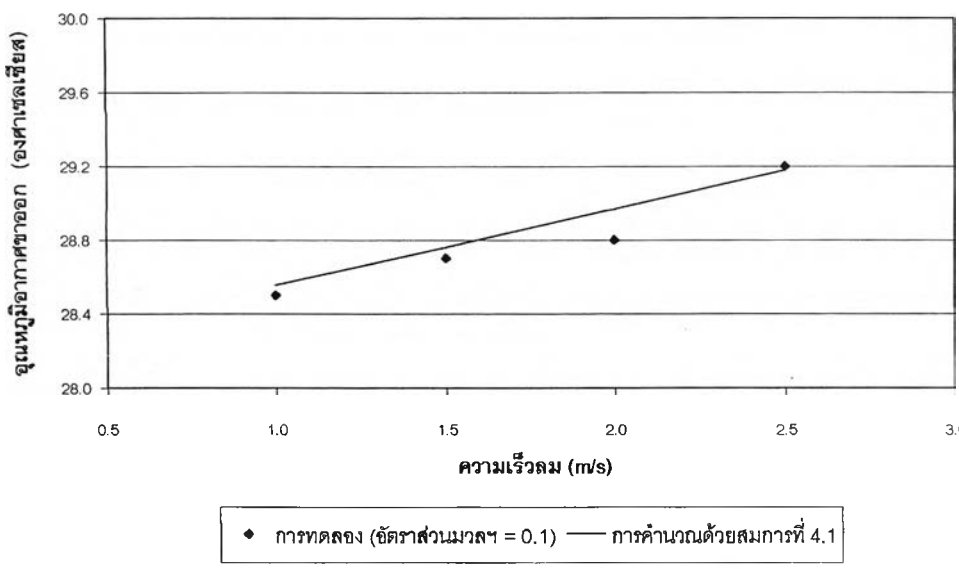
รูปที่ ก.67 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 16 °C โดยมีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 ,25.74 ,34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



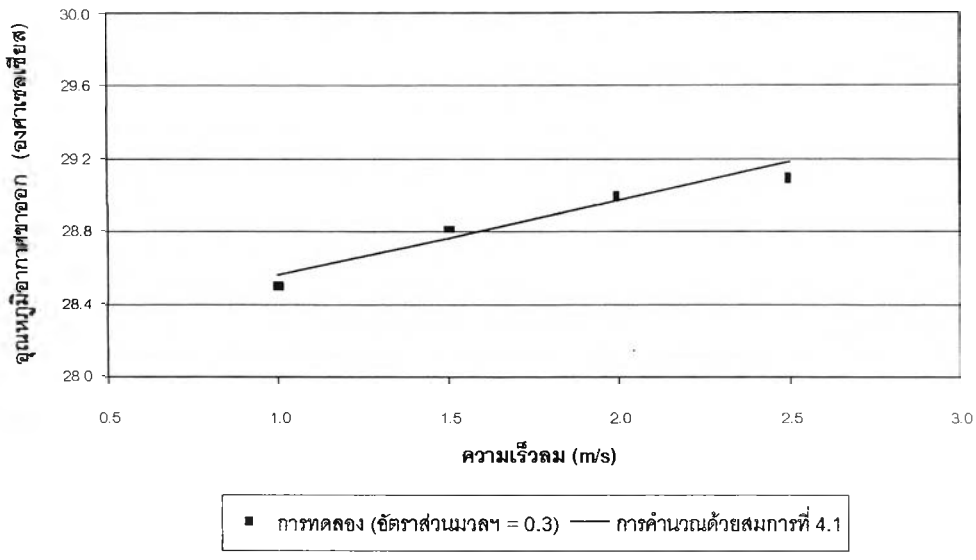
รูปที่ ก.68 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 20 °C โดยมีอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 ,25.74 ,34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



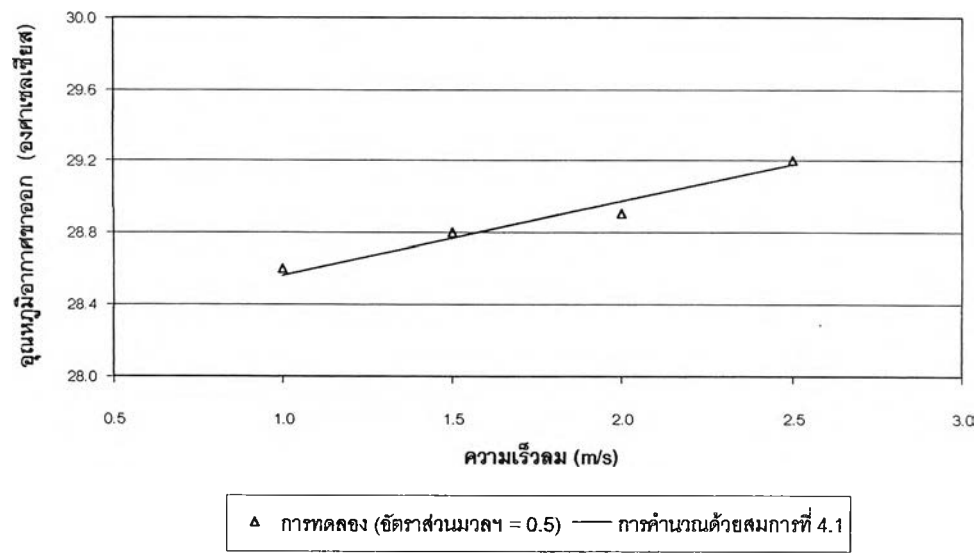
รูปที่ ก.69 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิอากาศขาออกและอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ ในกรณีที่ใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 และ 20 °C โดยมีอัตราการไหลของอากาศ เท่ากับ 17.16 , 25.74 , 34.33 และ 42.91 kg/min สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



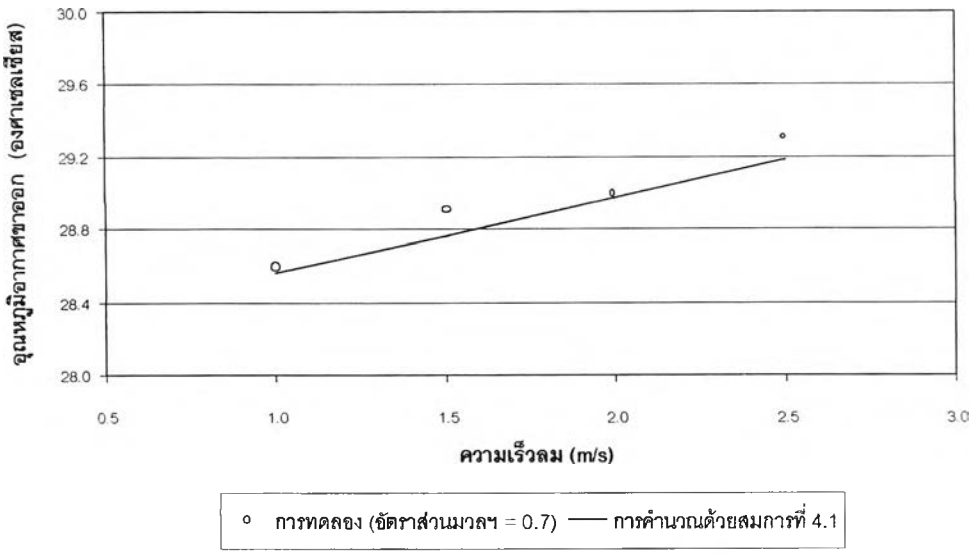
รูปที่ ก.70 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.1 เปรียบเทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



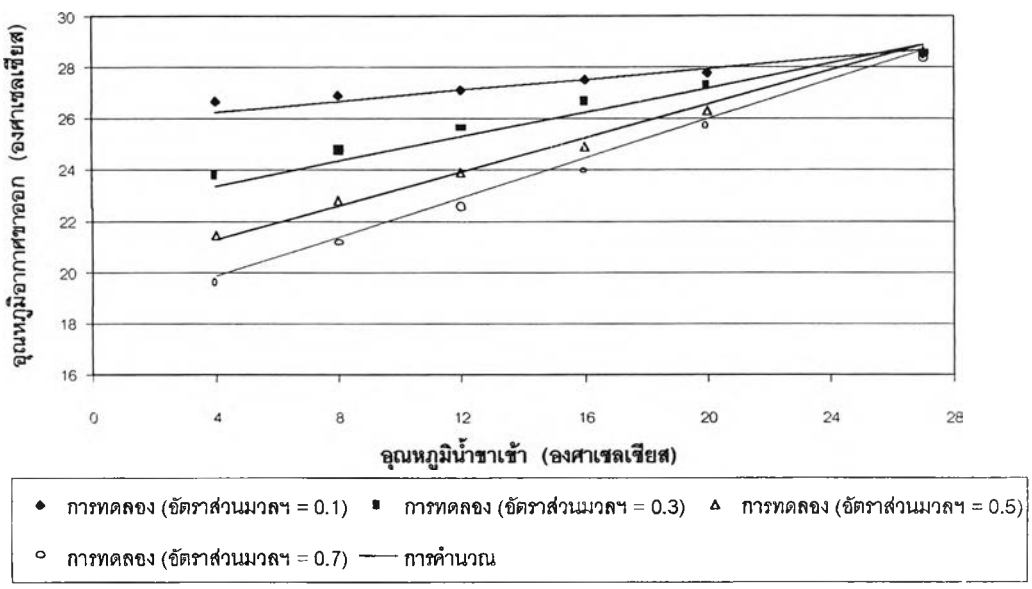
รูปที่ ก.71 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.1 เปรียบเทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



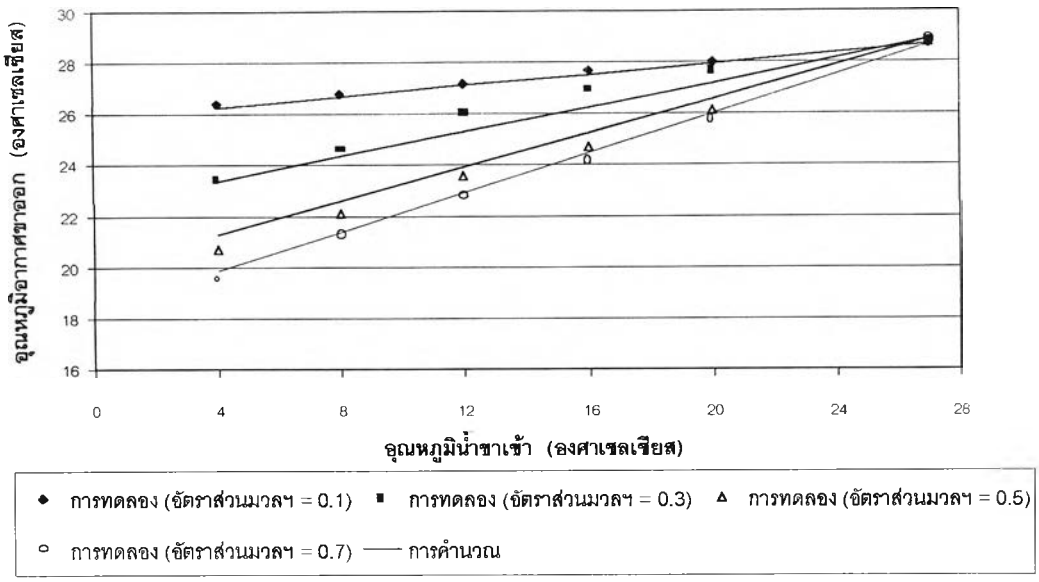
รูปที่ ก.72 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.1 เปรียบเทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



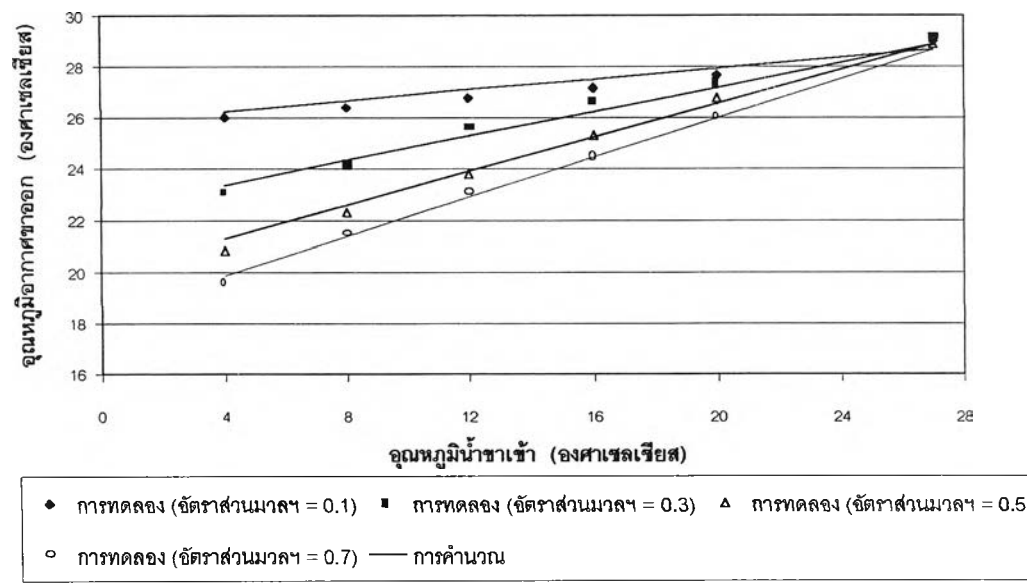
รูปที่ ก.73 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.1 เปรียบเทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



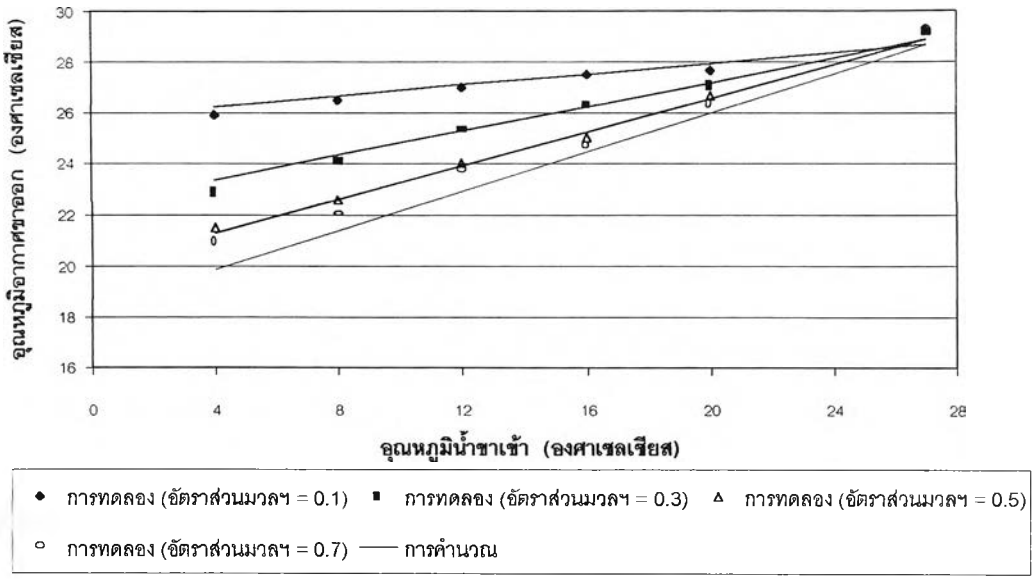
รูปที่ ก.74 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เปรียบเทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



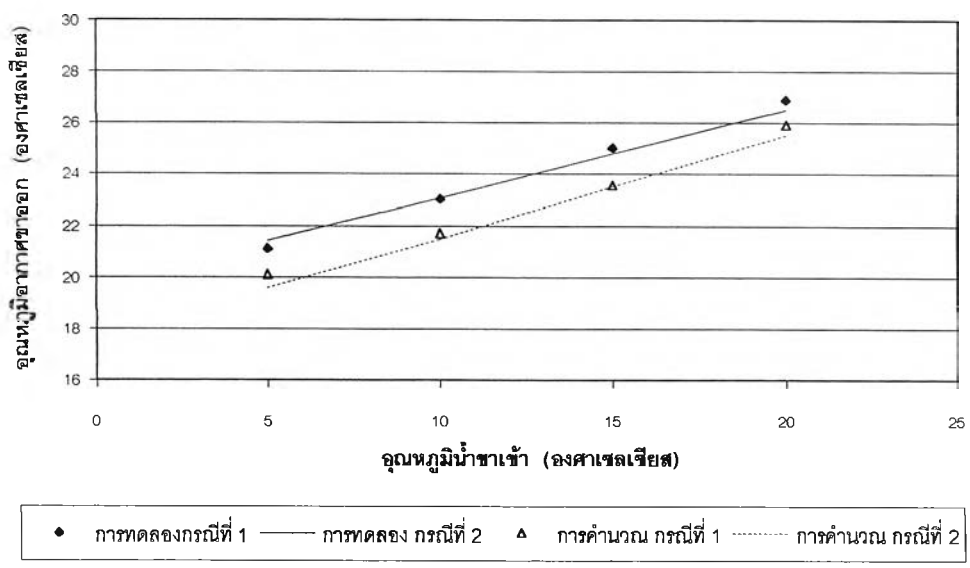
รูปที่ ก.75 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เปรียบเทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



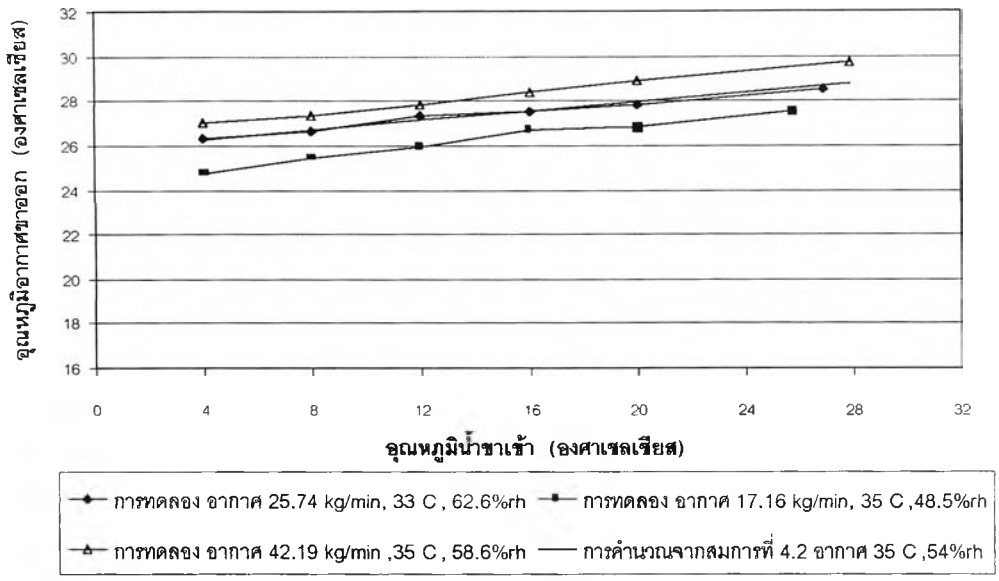
รูปที่ ก.76 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เปรียบเทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



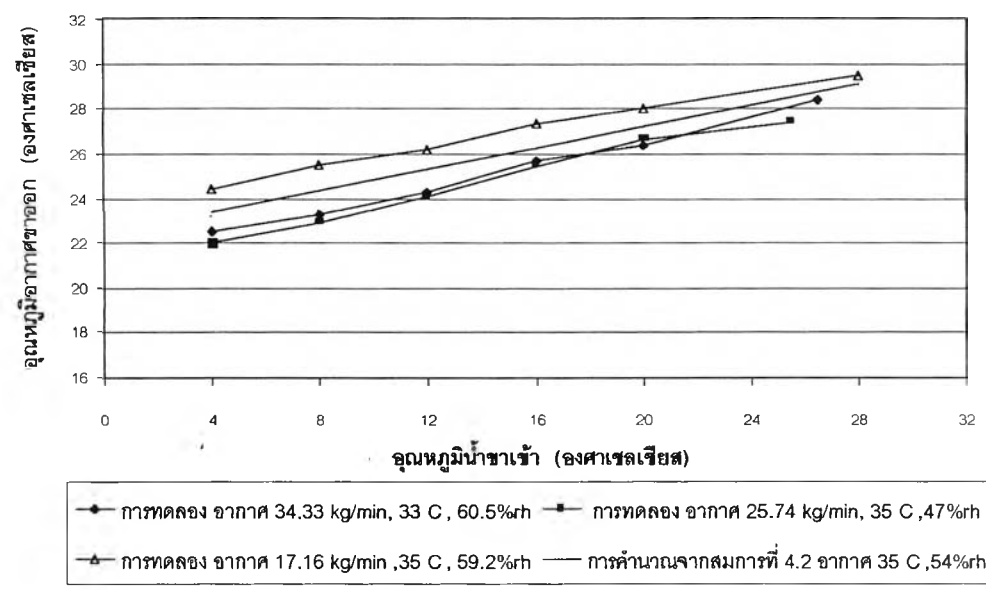
รูปที่ ก.77 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เปรียบเทียบกับผลการทดลองในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



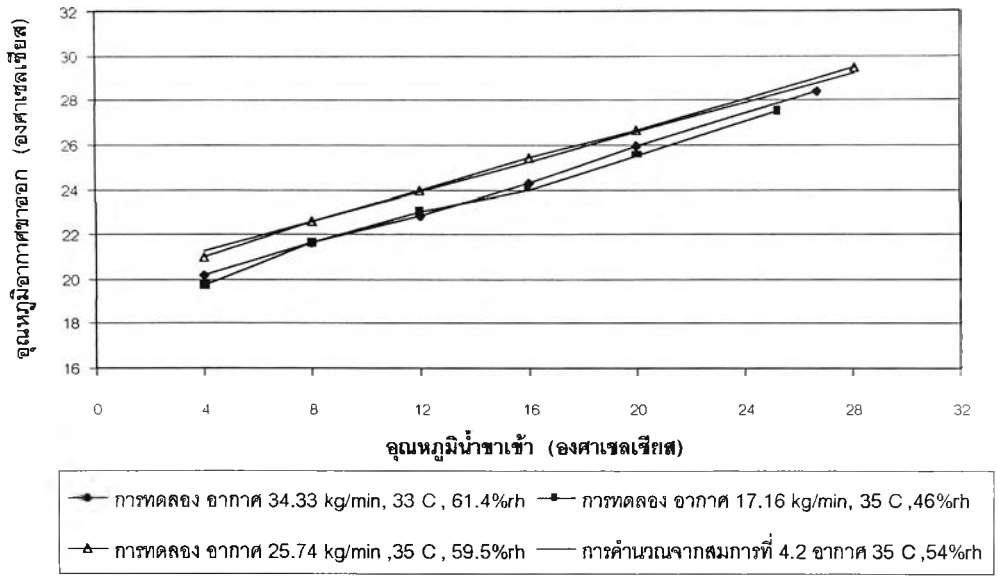
รูปที่ ก.78 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เปรียบเทียบกับผลการทดลองในกรณีทดลองเพิ่มเติมของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง แบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติก



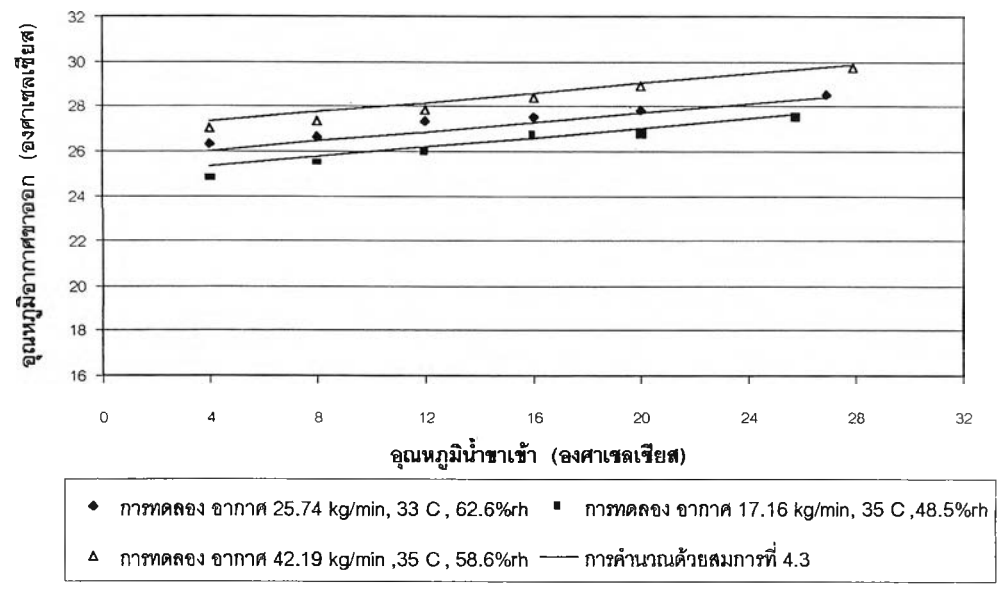
รูปที่ ก.79 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศขาออกจากการคำนวณด้วยสมการที่ 4.2 กับผลการทดลองเพิ่มเติมที่ใช้สภาวะอากาศขาเข้าต่างๆกัน โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1



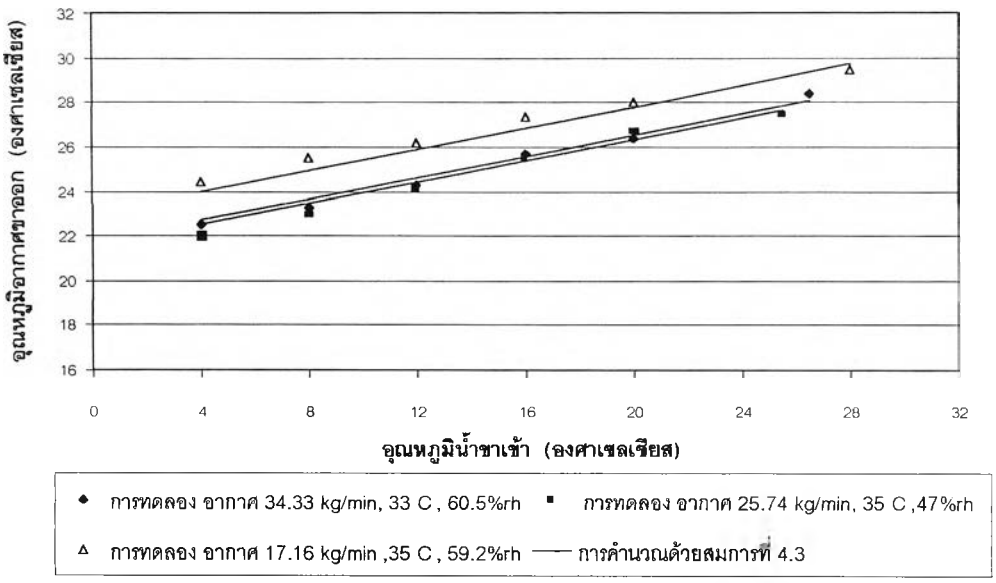
รูปที่ ก.80 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศขาออกจากการคำนวณด้วยสมการที่ 4.2 กับผลการทดลองเพิ่มเติมที่ใช้สภาวะอากาศขาเข้าต่างๆกัน โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3



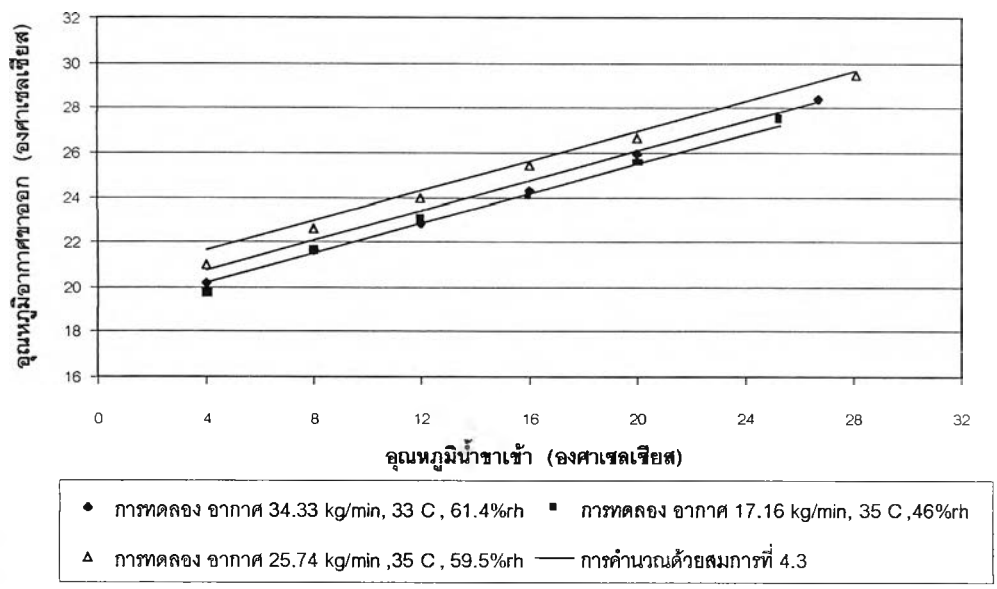
รูปที่ ก.81 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศขาออกจากการคำนวณด้วยสมการที่ 4.2 กับผลการทดลองเพิ่มเติมที่ใช้สภาวะอากาศขาเข้าต่างๆกัน โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5



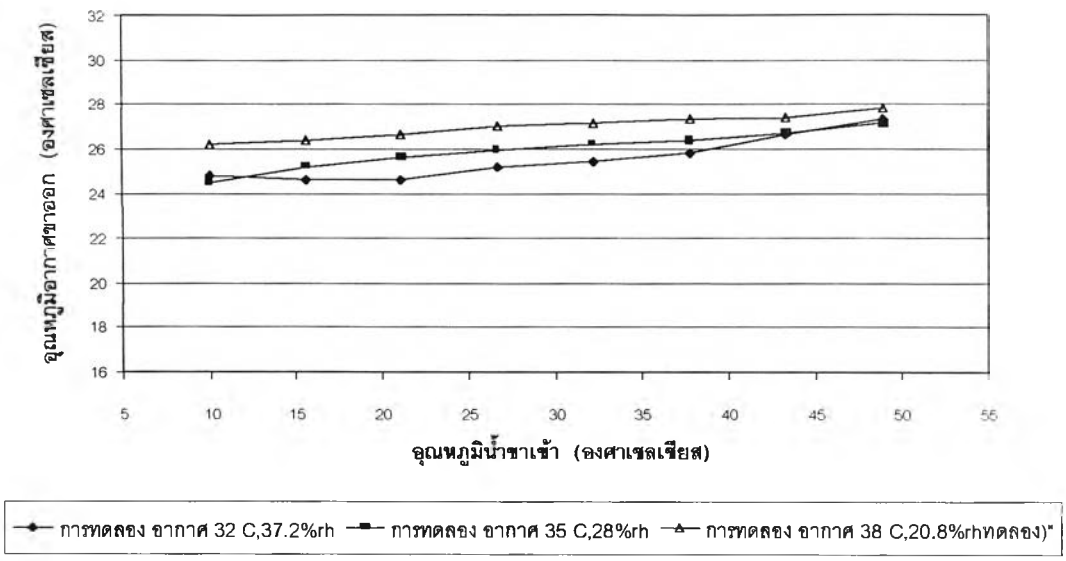
รูปที่ ก.82 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เปรียบเทียบกับผลการทดลองเพิ่มเติมที่ใช้สภาวะอากาศขาเข้าต่างๆกัน โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1



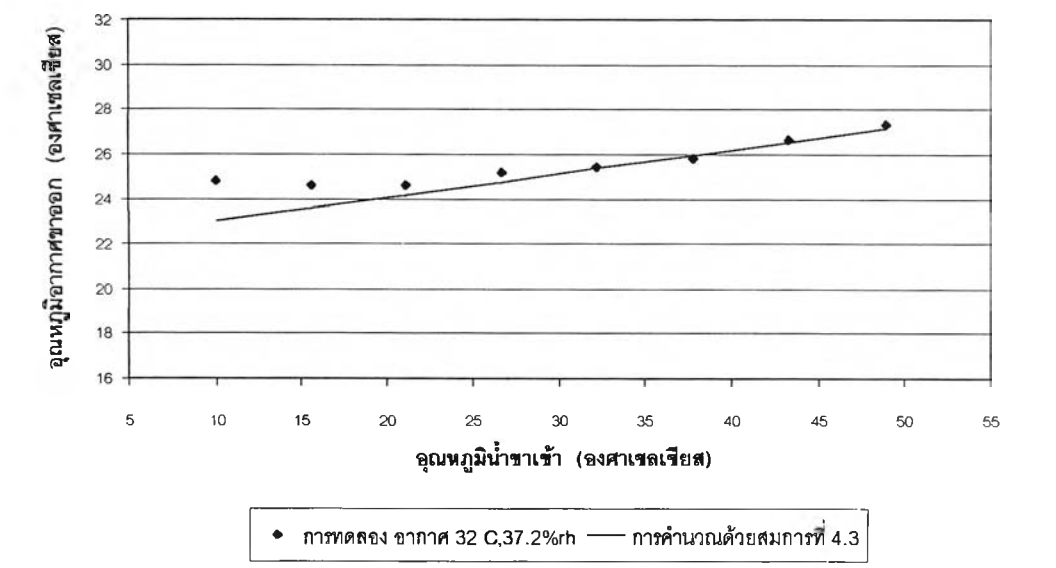
รูปที่ ก.83 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เปรียบเทียบกับผลการทดลองเพิ่มเติมที่ใช้สภาวะอากาศขาเข้าต่างๆกัน โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศเท่ากับ 0.3



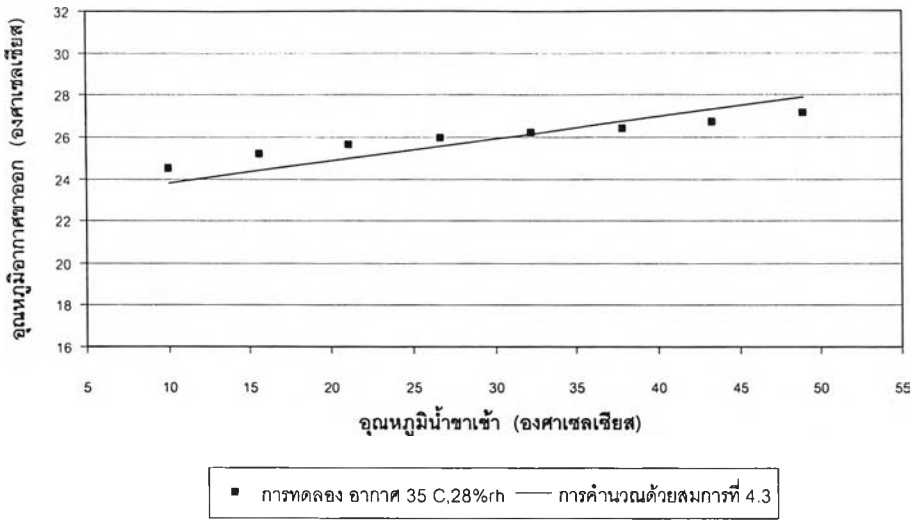
รูปที่ ก.84 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เปรียบเทียบกับผลการทดลองเพิ่มเติมที่ใช้สภาวะอากาศขาเข้าต่างๆกัน โดยมีอัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศเท่ากับ 0.5



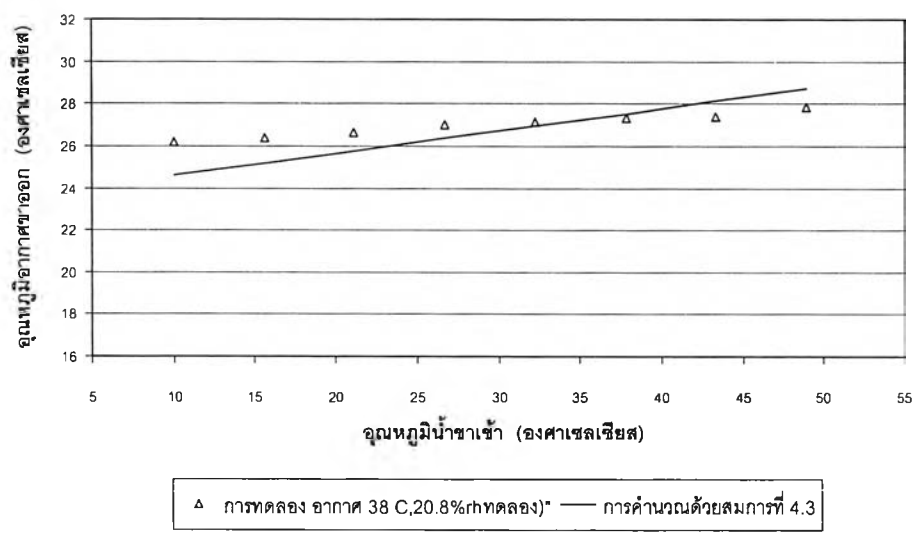
รูปที่ ก.85 อุณหภูมิอากาศขาออกจากการทดลองในงานวิจัยของ J.D. Simmon และ B.D.Lott ซึ่งใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศขาเข้าคงที่ 21 °C และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 32 , 35 และ 38 °C



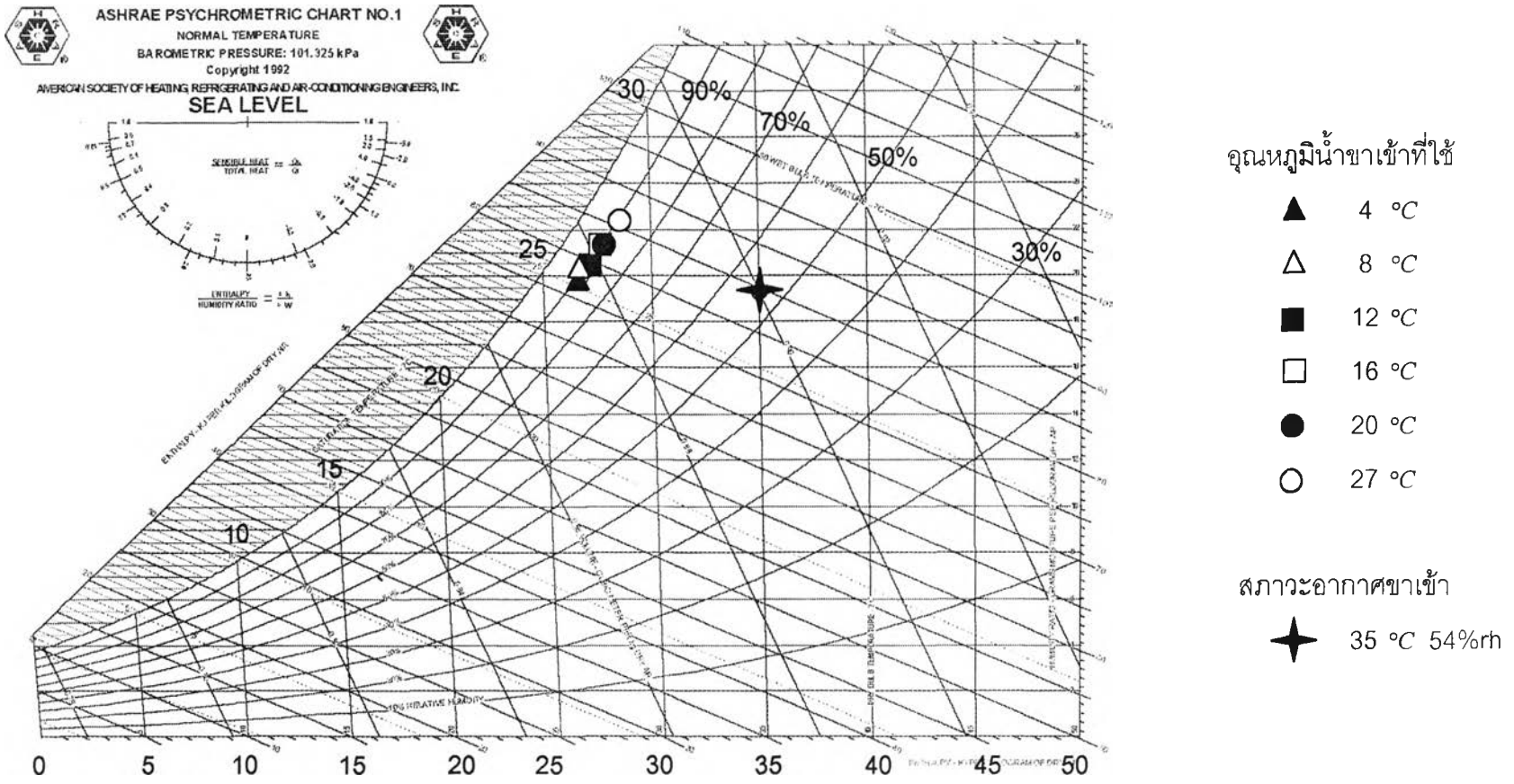
รูปที่ ก.86 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เปรียบเทียบกับผลการทดลองในงานวิจัยของ J.D. Simmon และ B.D.Lott ซึ่งใช้อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศขาเข้า 21 °C และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 32 °C



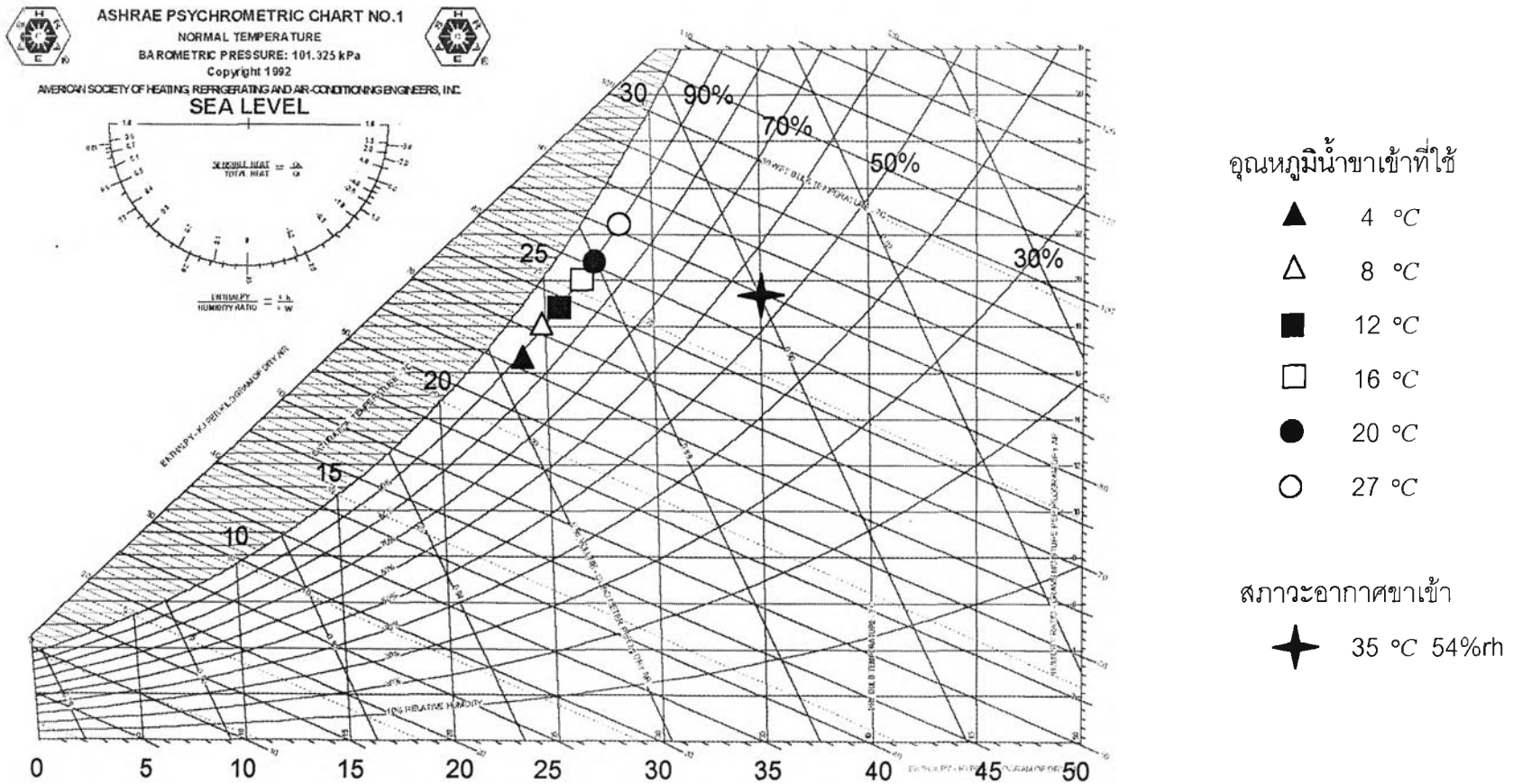
รูปที่ ก.87 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เปรียบเทียบกับผลการทดลองในงานวิจัยของ J.D. Simmon และ B.D.Lott ซึ่งใช้อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศขาเข้า 21 ℃ และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35 ℃



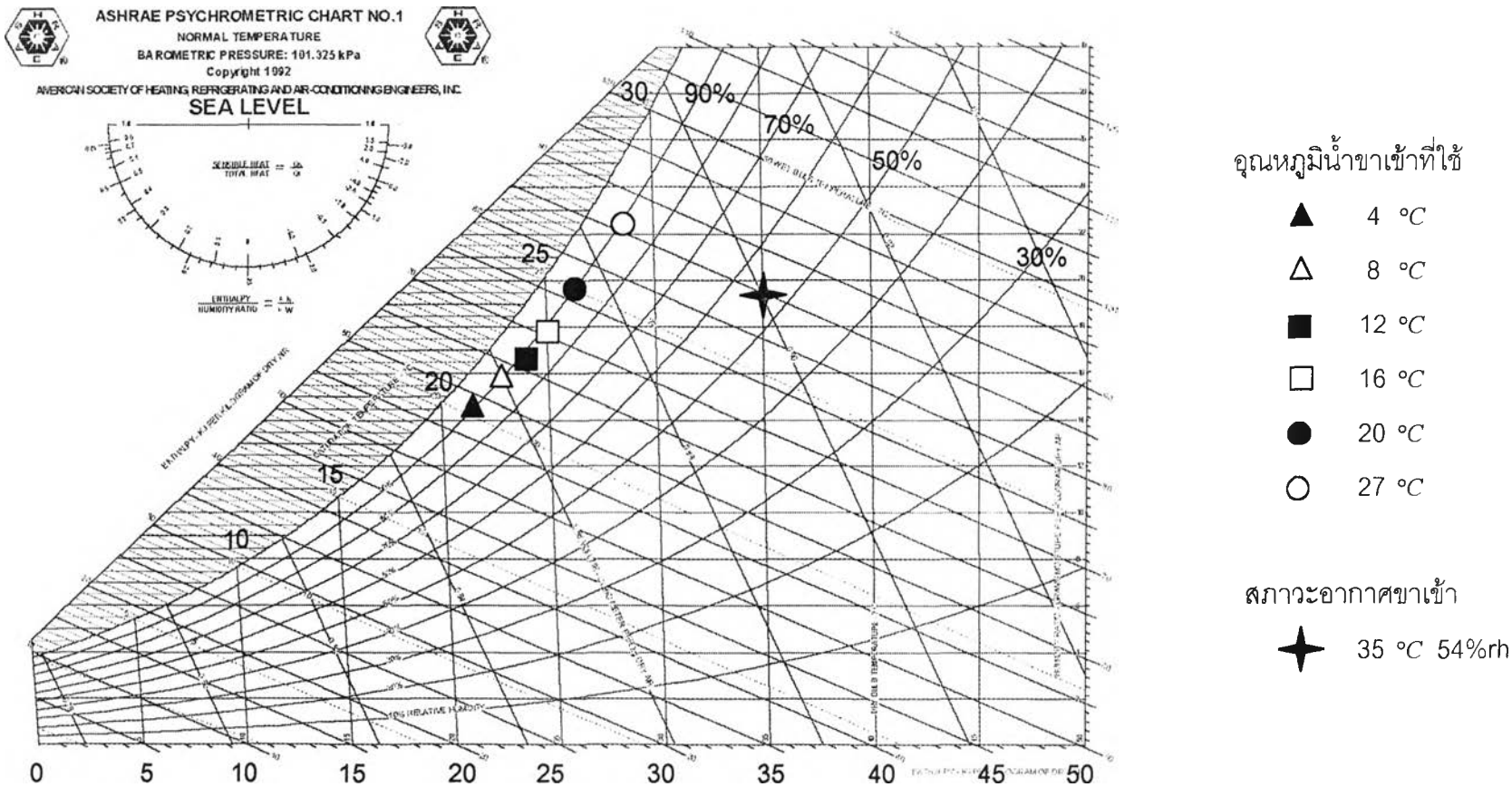
รูปที่ ก.88 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เปรียบเทียบกับผลการทดลองในงานวิจัยของ J.D. Simmon และ B.D.Lott ซึ่งใช้อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศขาเข้า 21 ℃ และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 38 ℃



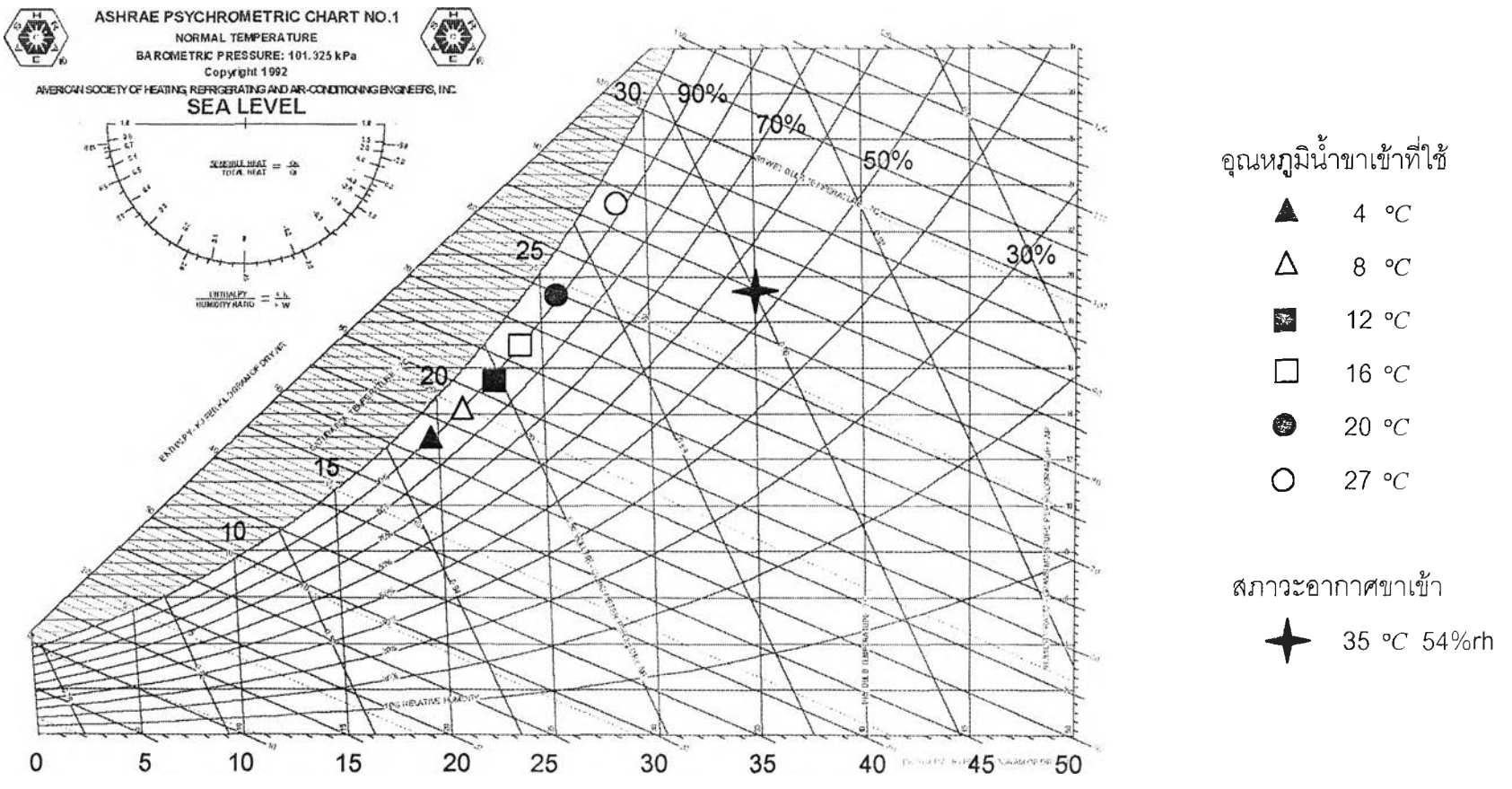
รูปที่ ก.89 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



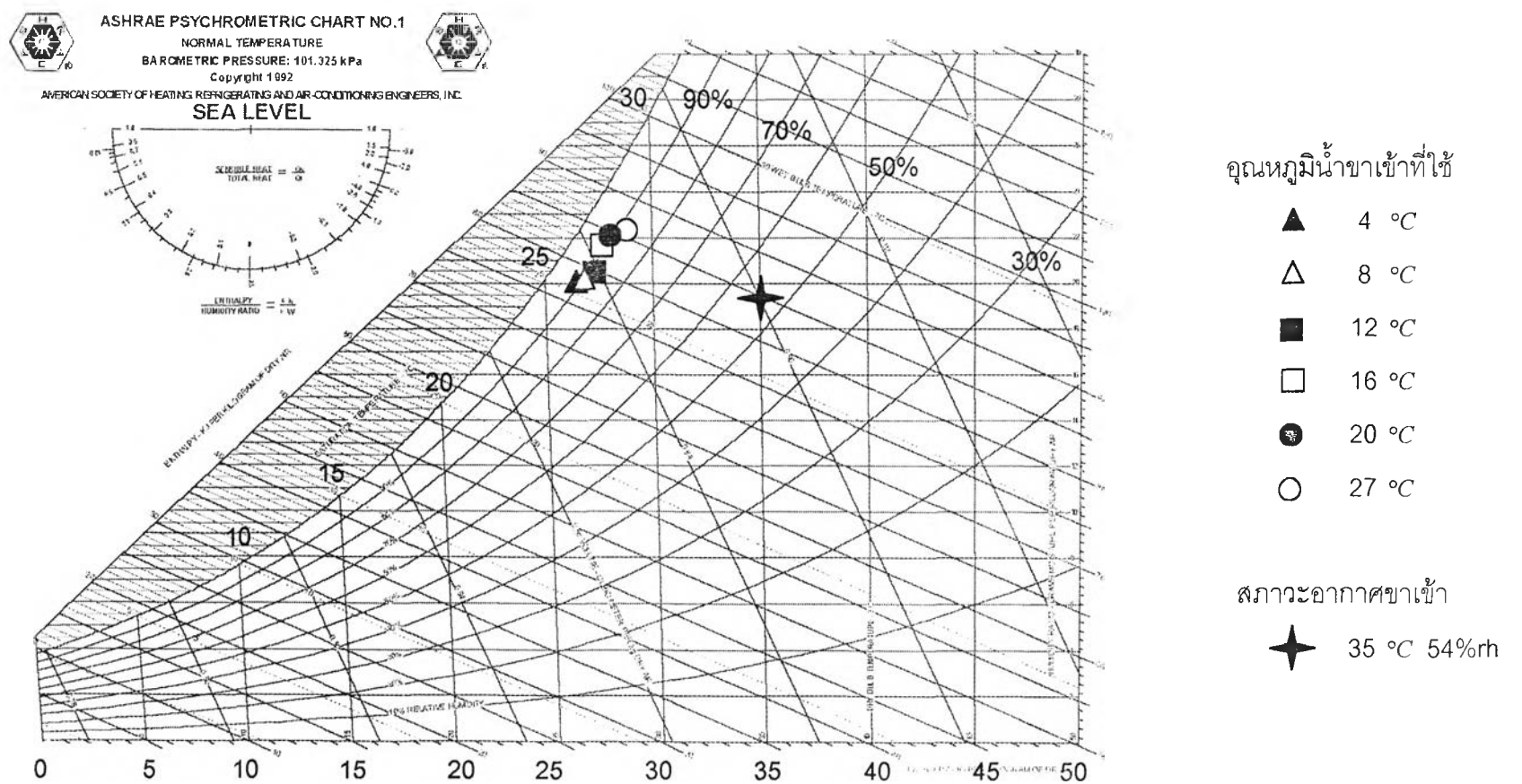
รูปที่ ก.90 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



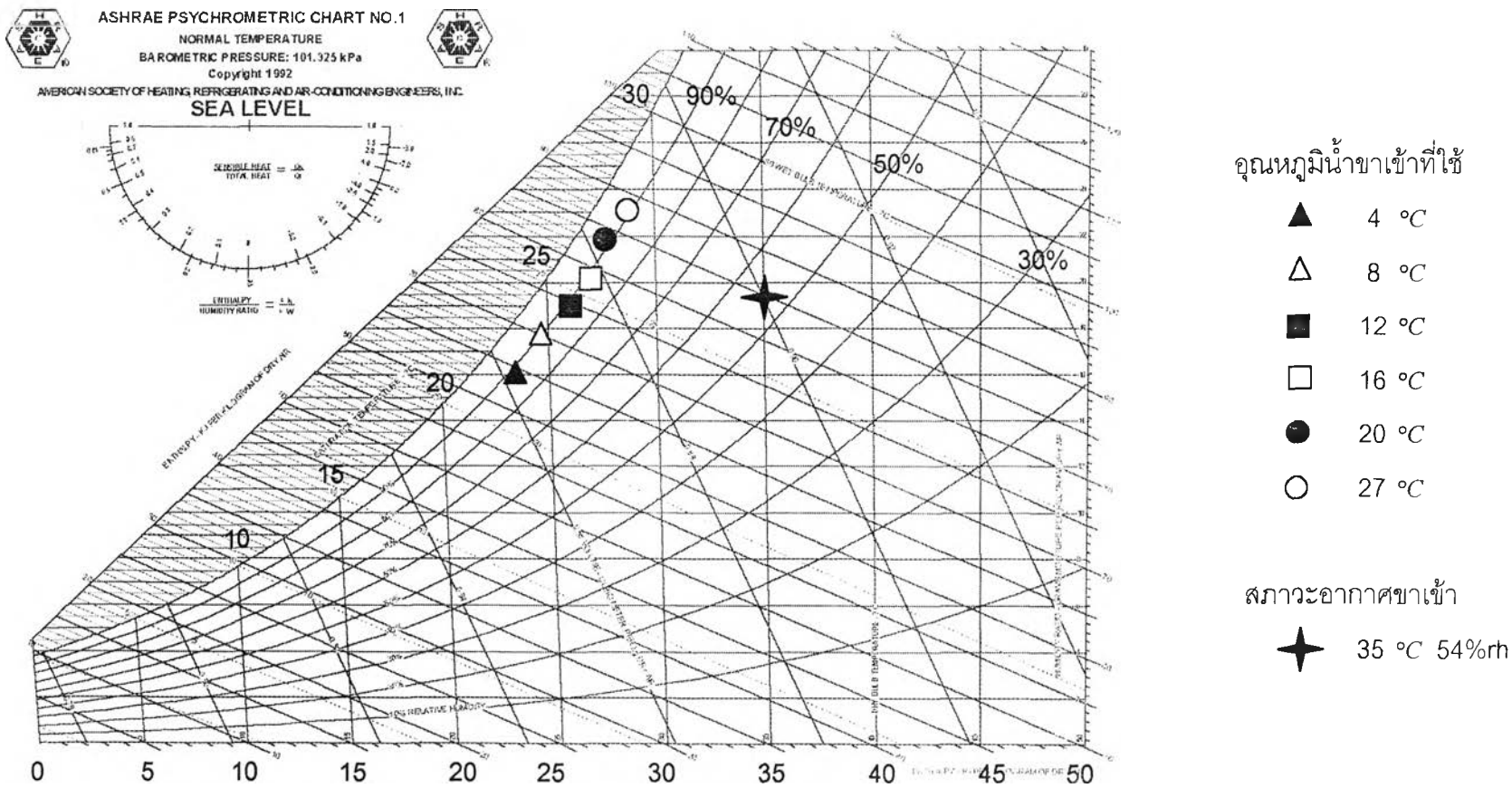
รูปที่ ก.91 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



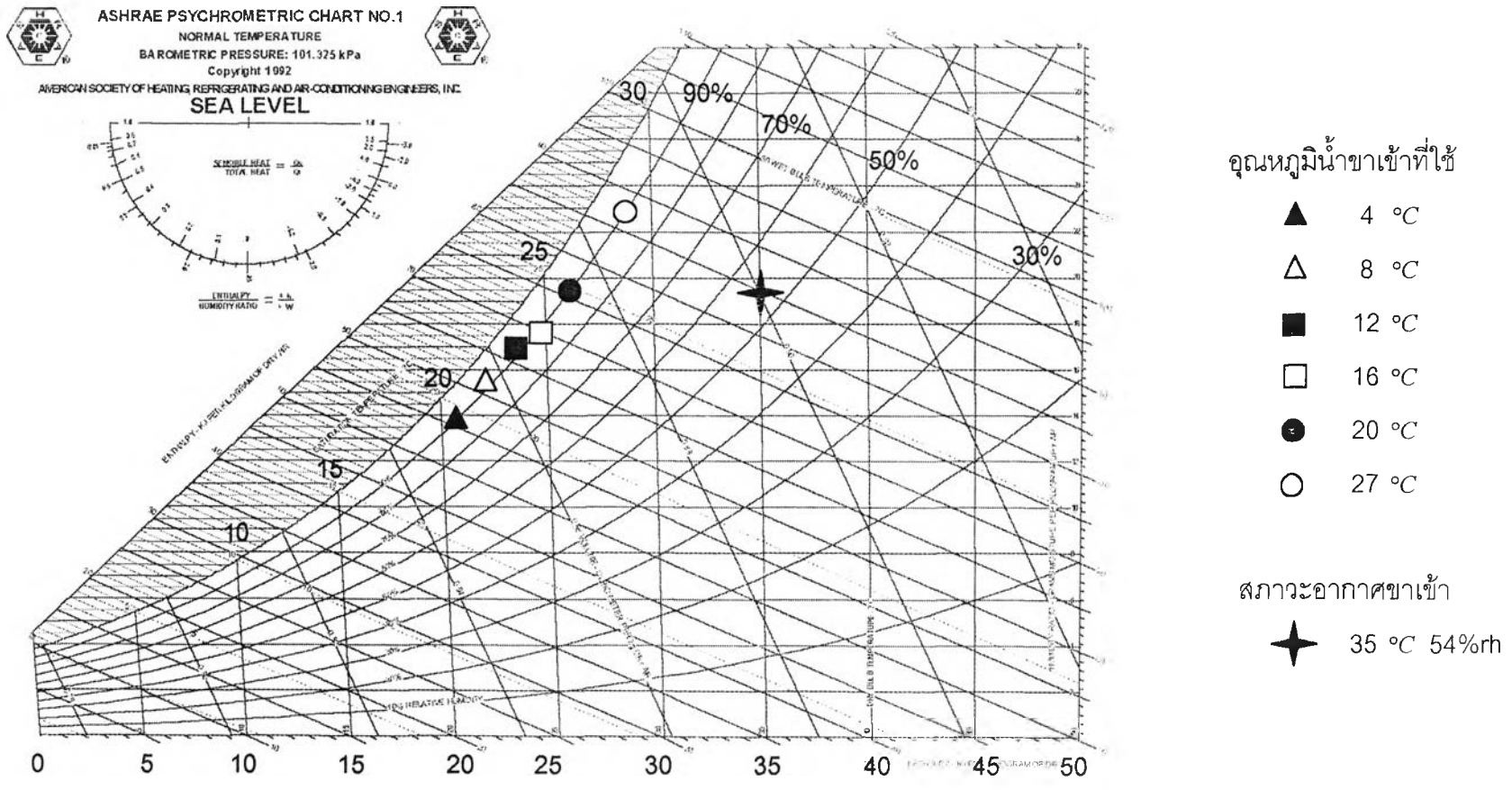
รูปที่ ก.92 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



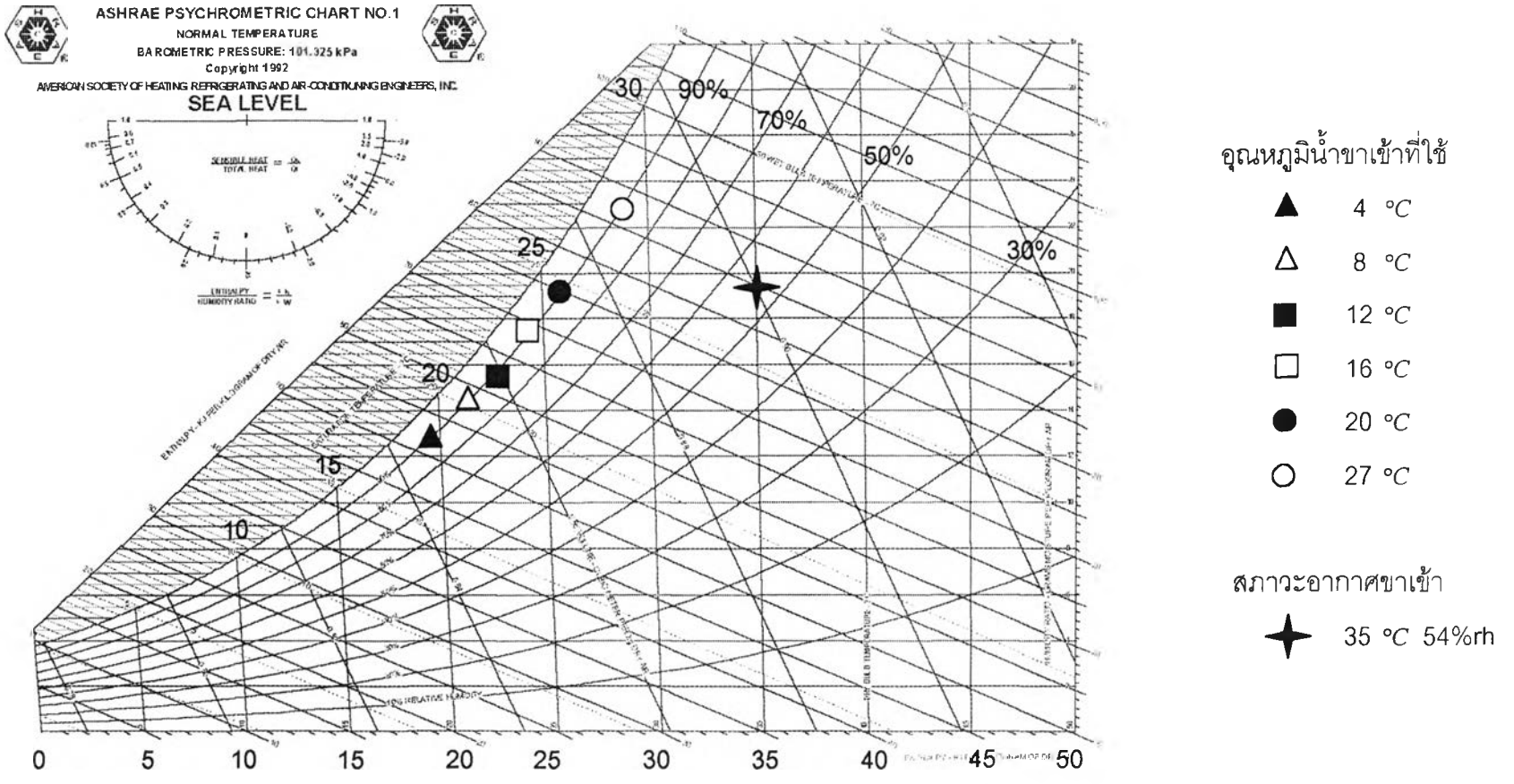
รูปที่ ก.93 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



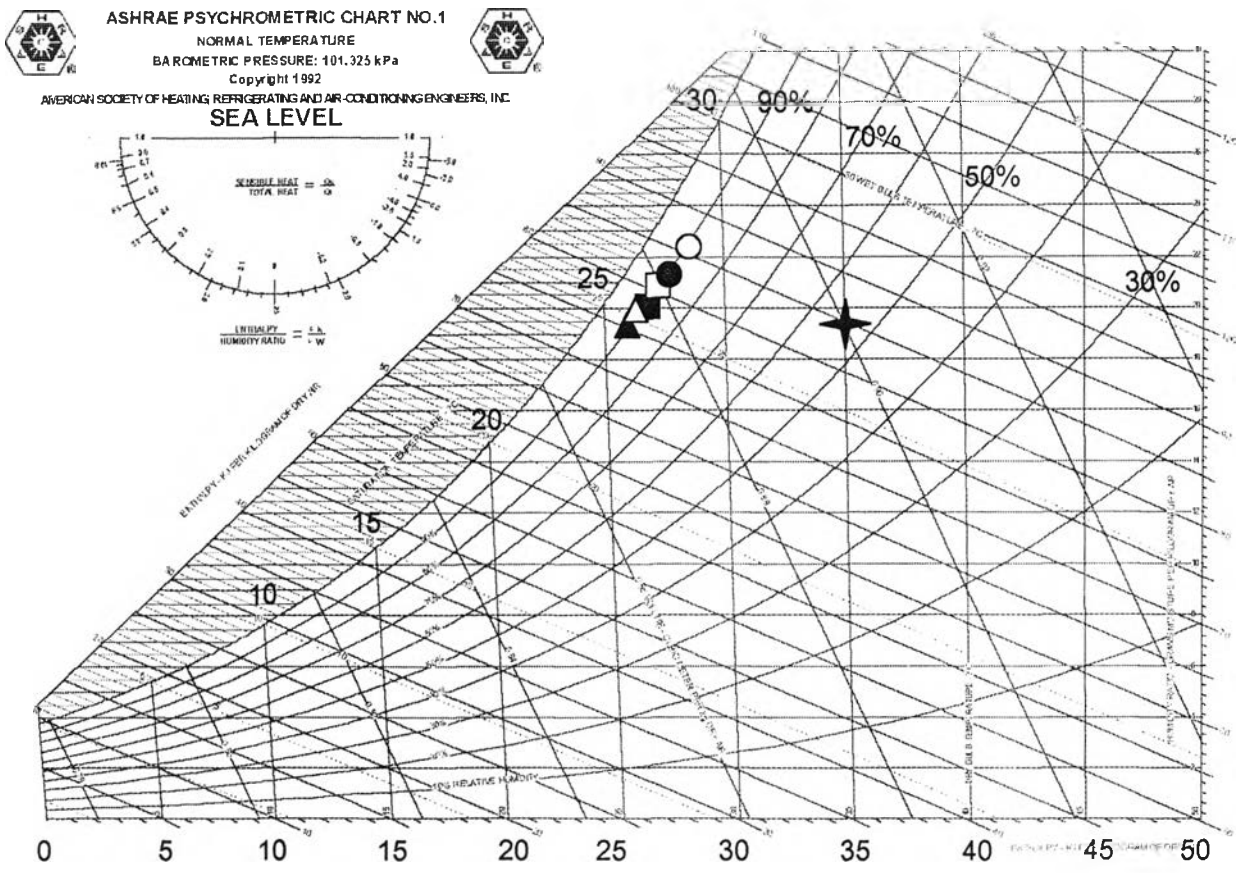
รูปที่ ก.94 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



รูปที่ ก.95 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



รูปที่ ก.96 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



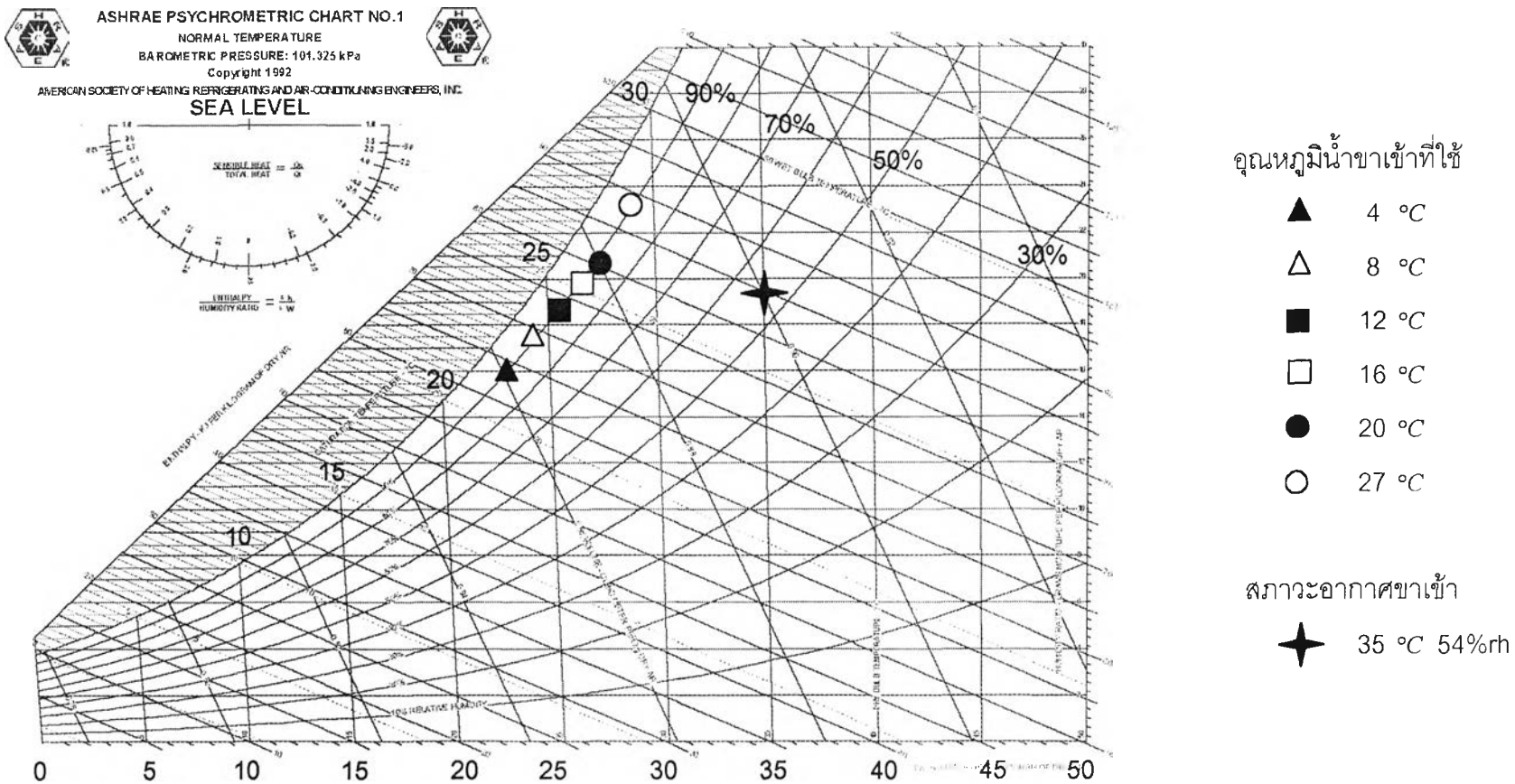
อุณหภูมิน้ำขาเข้าที่ใช้

- ▲ 4 °C
- △ 8 °C
- ■ 12 °C
- □ 16 °C
- ● 20 °C
- ○ 27 °C

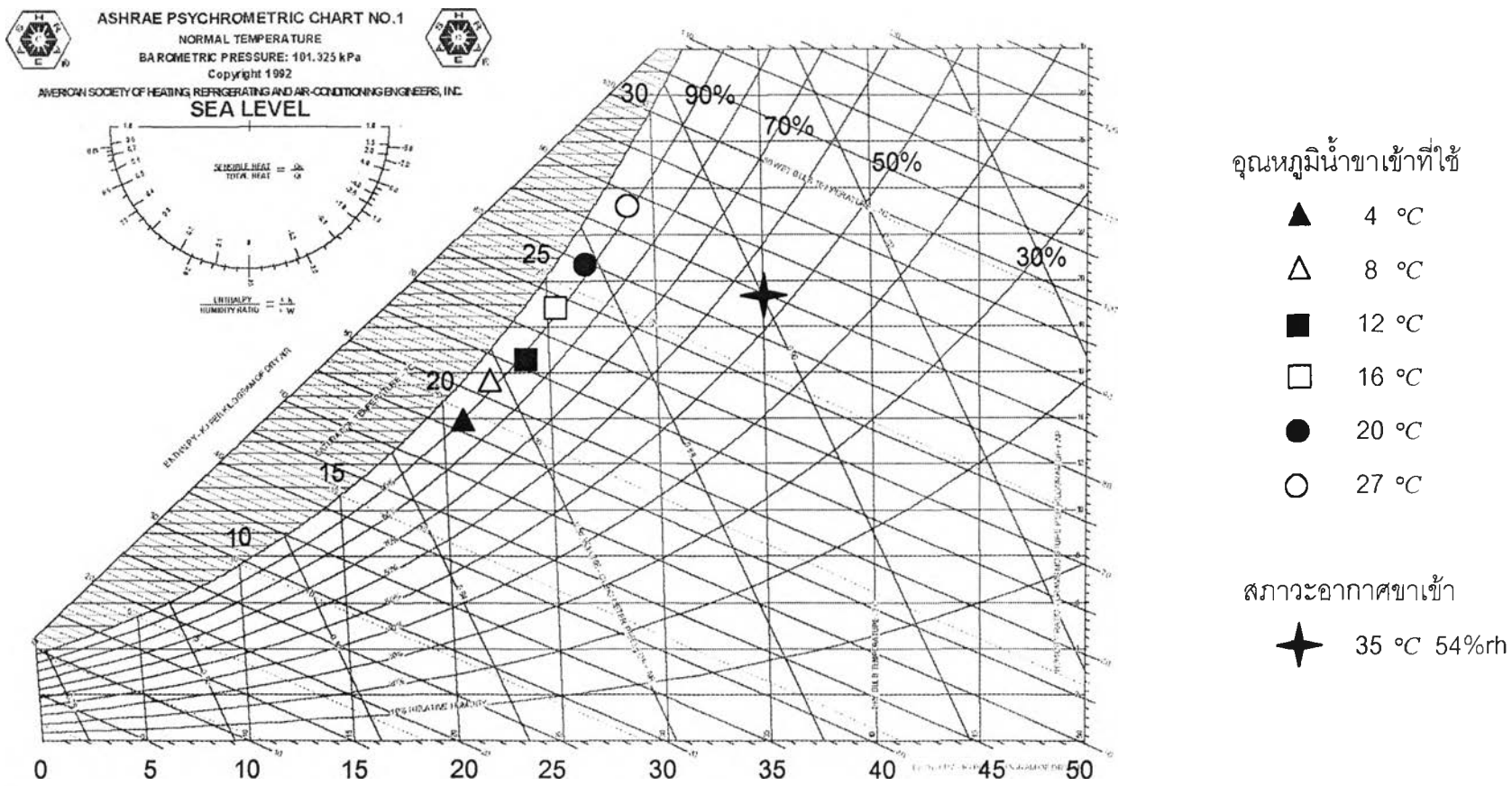
สภาวะอากาศขาเข้า

- ✦ 35 °C 54%rh

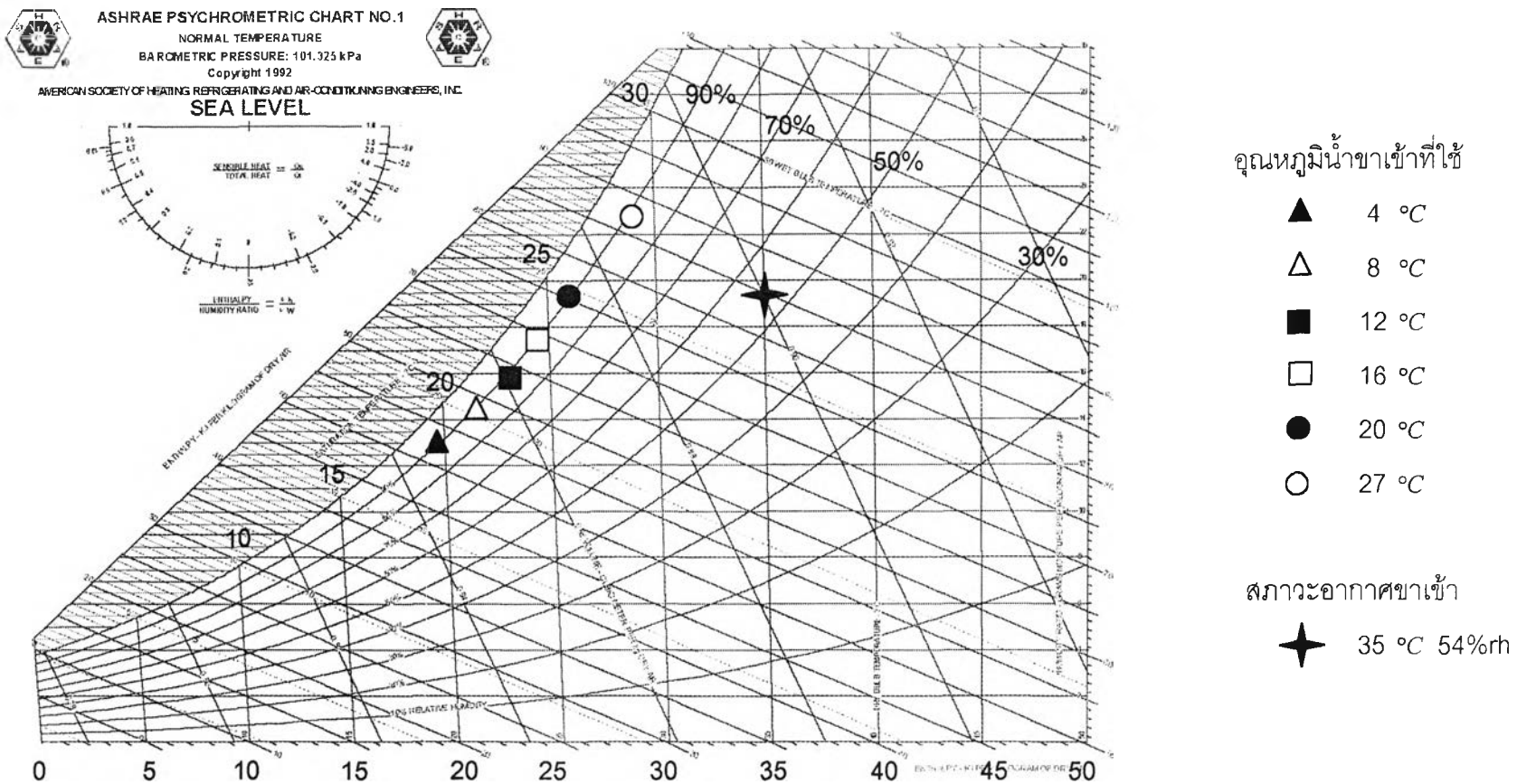
รูปที่ ก.97 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



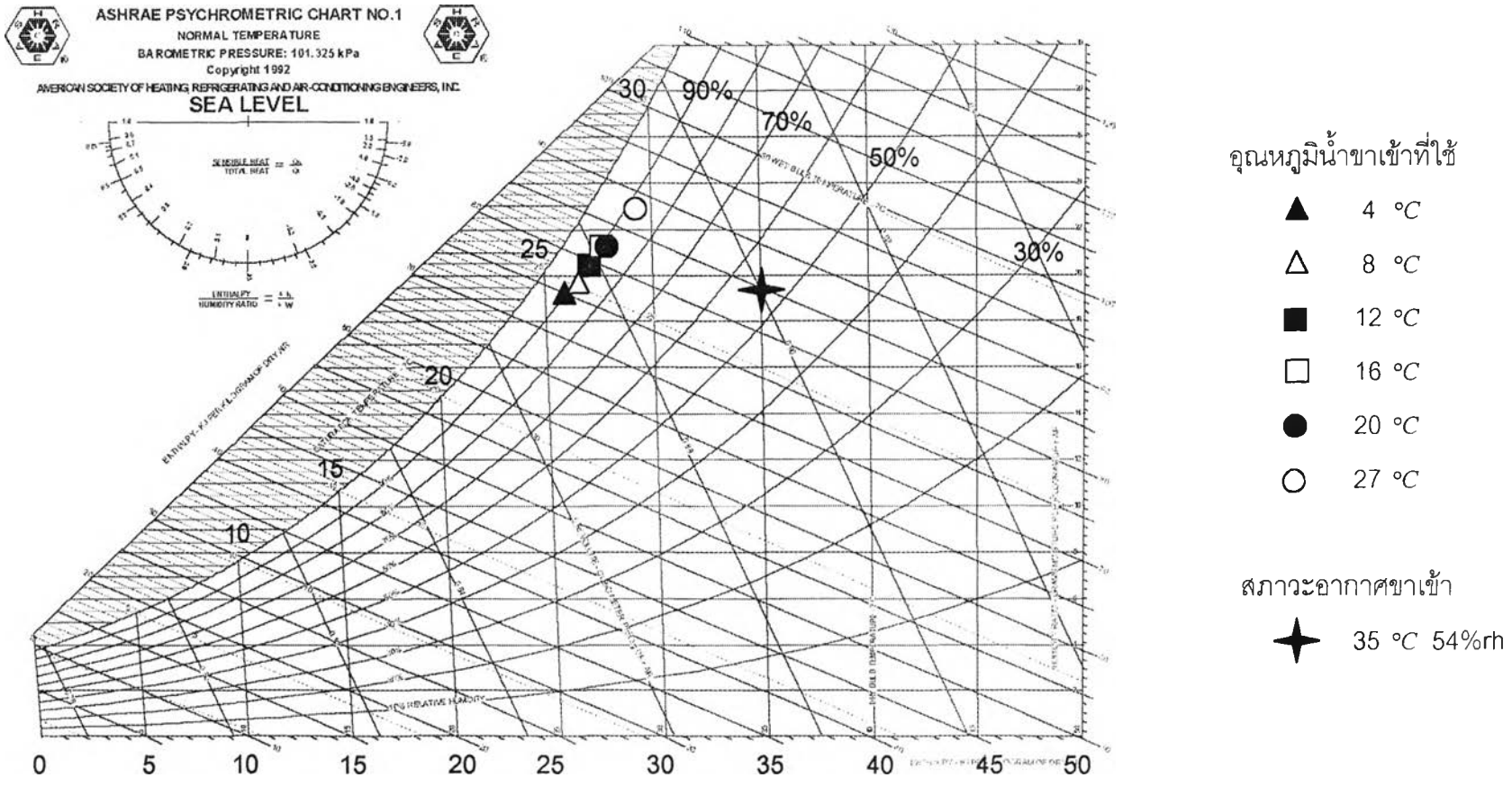
รูปที่ ก.98 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



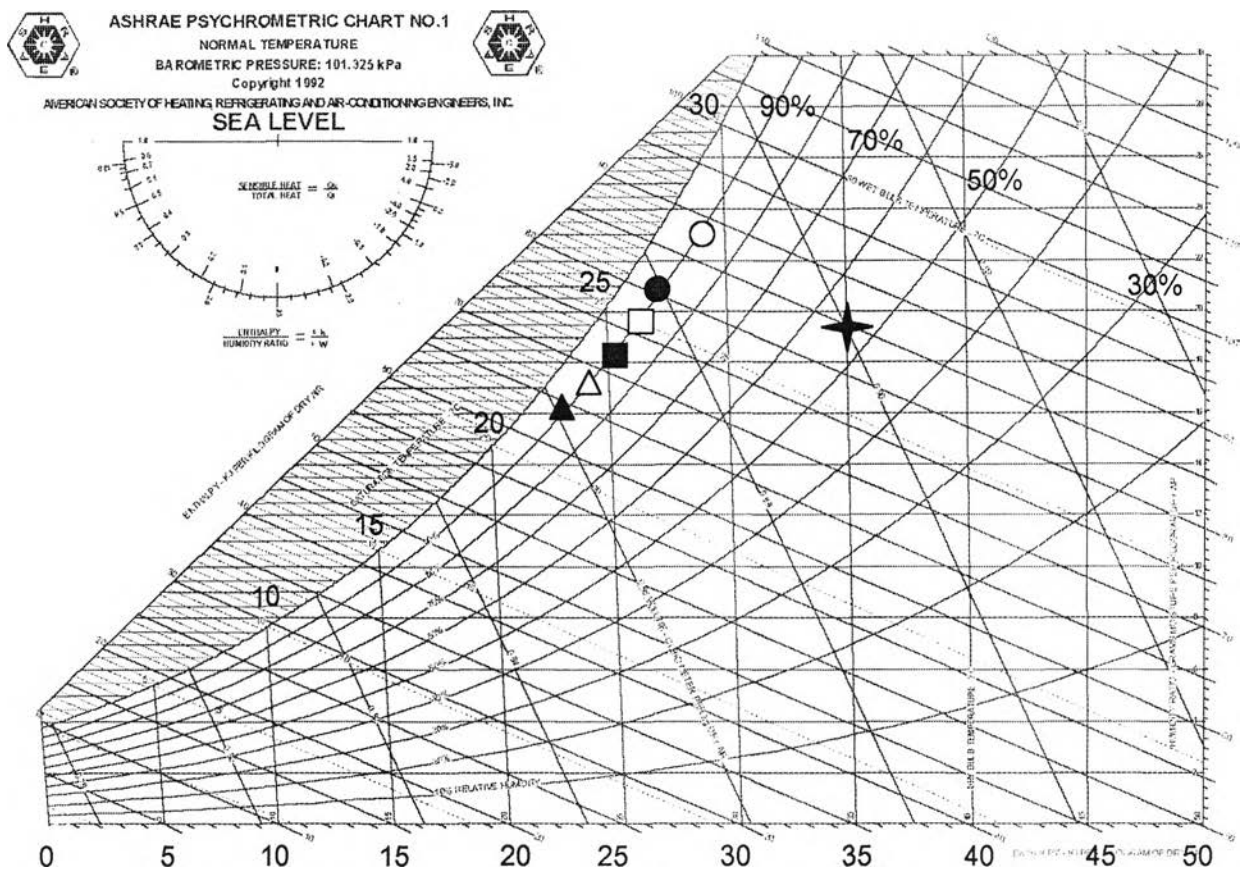
รูปที่ ก.99 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



รูปที่ ก.100 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



รูปที่ ก.101 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



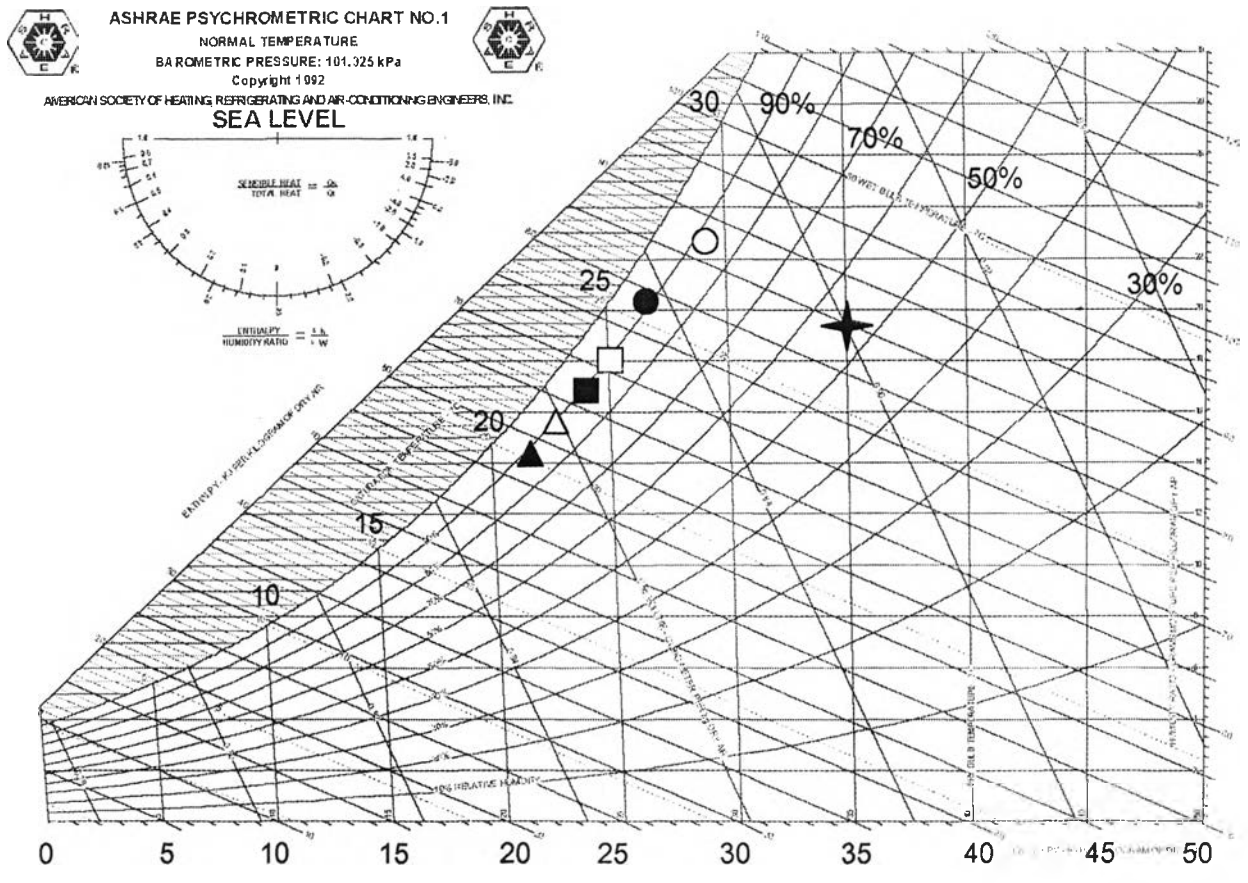
อุณหภูมิน้ำขาเข้าที่ใช้

- ▲ 4 °C
- △ 8 °C
- ■ 12 °C
- □ 16 °C
- ● 20 °C
- ○ 27 °C

สภาวะอากาศขาเข้า

- ✦ 35 °C 54%rh

รูปที่ ก.102 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



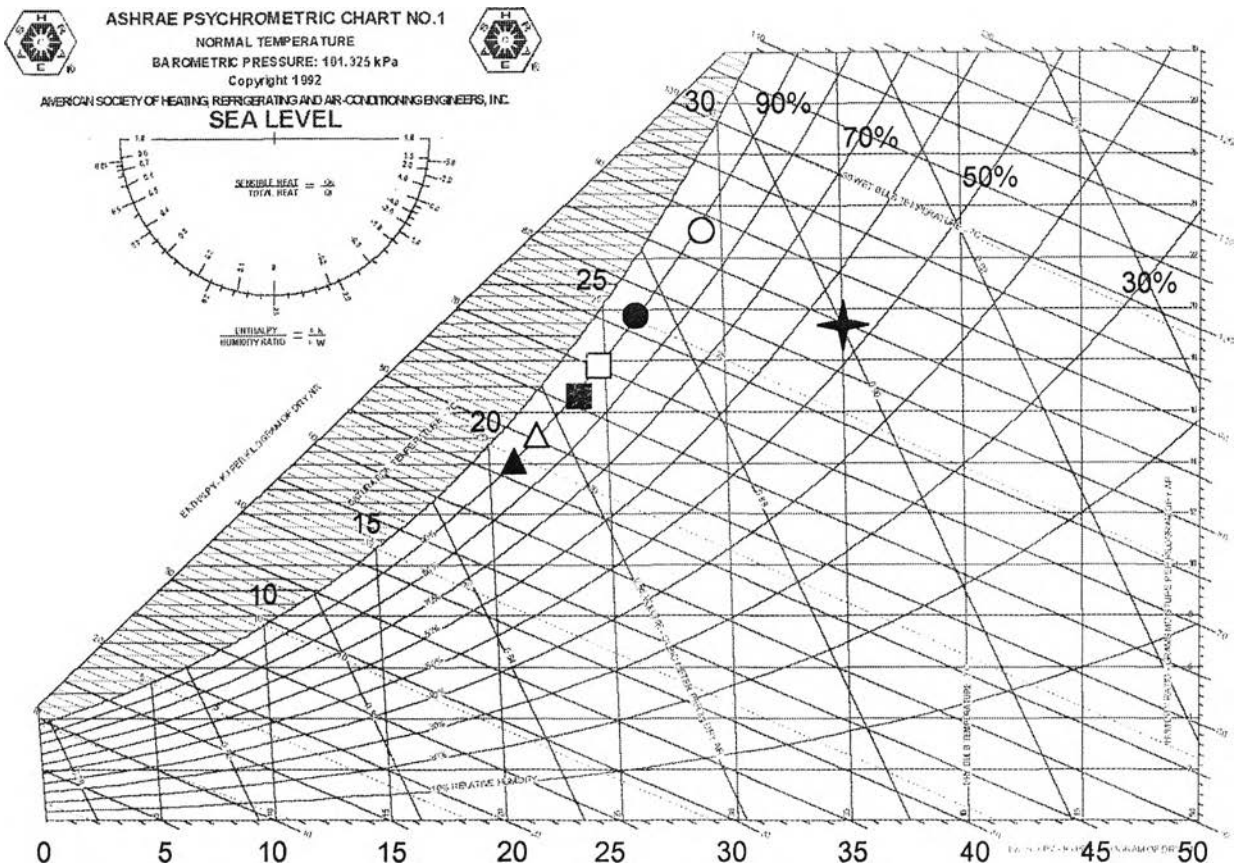
อุณหภูมิน้ำขาเข้าที่ใช้

- ▲ 4 °C
- △ 8 °C
- ■ 12 °C
- □ 16 °C
- ● 20 °C
- ○ 27 °C

สภาวะอากาศขาเข้า

- ✦ 35 °C 54%rh

รูปที่ ก.103 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh



อุณหภูมิน้ำขาเข้าที่ใช้

- ▲ 4 °C
- △ 8 °C
- ■ 12 °C
- □ 16 °C
- ● 20 °C
- ○ 27 °C

สภาวะอากาศขาเข้า

- ✦ 35 °C 54%rh

รูปที่ ก.104 กระบวนการบน Psychrometric Chart เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.7 โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 , 8 , 12 , 16 , 20 และ 27 °C สภาวะอากาศขาเข้า 35 °C 54%rh

ตารางที่ ก.1 ผลการทดลอง เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 °C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh

อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ (kg/min)	อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ	สภาวะอากาศขาออก		อุณหภูมิน้ำ	
		อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%rh)	ขาเข้า (°C)	ขาออก (°C)
1.72	0.1	26.7	89.7	4.0	26.8
1.72	0.1	26.9	89.7	8.0	27.0
1.72	0.1	27.1	89.6	12.0	26.9
1.72	0.1	27.5	91.1	16.0	27.1
1.72	0.1	27.8	89.6	20.0	27.3
1.72	0.1	28.5	90.1	27.0	27.3
5.15	0.3	23.8	88.5	4.0	23.1
5.15	0.3	24.8	91.1	8.0	24.4
5.15	0.3	25.6	90.1	12.0	25.5
5.15	0.3	26.7	89.5	16.0	26.4
5.15	0.3	27.3	89.8	20.0	27.3
5.15	0.3	28.5	90.2	27.0	27.2
8.58	0.5	21.4	90.3	4.0	21.3
8.58	0.5	22.8	89.6	8.0	22.4
8.58	0.5	23.9	88.3	12.0	24.0
8.58	0.5	24.9	89.0	16.0	24.7
8.58	0.5	26.3	90.0	20.0	26.1
8.58	0.5	28.6	89.5	27.0	27.0
12.01	0.7	19.6	89.3	4.0	18.8
12.01	0.7	21.1	89.4	8.0	20.8
12.01	0.7	22.6	88.9	12.0	22.5
12.01	0.7	23.9	90.1	16.0	23.5
12.01	0.7	25.7	91.2	20.0	25.3
12.01	0.7	28.6	91.5	27.0	27.1

ตารางที่ ก.2 ผลการทดลอง เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 °C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh

อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ (kg/min)	อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ	สภาวะอากาศขาออก		อุณหภูมิน้ำ	
		อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%rh)	ขาเข้า (°C)	ขาออก (°C)
2.57	0.1	26.4	90.8	4.0	25.9
2.57	0.1	26.8	89.2	8.0	26.6
2.57	0.1	27.2	88.5	12.0	26.9
2.57	0.1	27.7	91.6	16.0	27.1
2.57	0.1	28.0	91.0	20.0	27.2
2.57	0.1	28.7	88.2	27.0	26.9
7.72	0.3	23.4	88.2	4.0	23.5
7.72	0.3	24.6	90.1	8.0	24.4
7.72	0.3	26.0	89.2	12.0	25.5
7.72	0.3	26.9	88.5	16.0	26.5
7.72	0.3	27.7	92.0	20.0	27.1
7.72	0.3	28.8	91.1	27.0	27.2
12.87	0.5	20.7	89.5	4.0	20.3
12.87	0.5	22.1	91.4	8.0	21.7
12.87	0.5	23.6	91.8	12.0	23.2
12.87	0.5	24.7	88.8	16.0	24.8
12.87	0.5	26.1	90.1	20.0	26.2
12.87	0.5	28.8	90.2	27.0	27.1
18.02	0.7	19.5	88.7	4.0	18.0
18.02	0.7	21.3	90.6	8.0	19.9
18.02	0.7	22.8	87.9	12.0	21.4
18.02	0.7	24.2	91.1	16.0	23.5
18.02	0.7	25.8	90.4	20.0	25.3
18.02	0.7	28.9	89.5	27.0	27.1

ตารางที่ ก.3 ผลการทดลอง เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 °C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh

อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ (kg/min)	อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ	สภาวะอากาศขาออก		อุณหภูมิน้ำ	
		อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%rh)	ขาเข้า (°C)	ขาออก (°C)
3.44	0.1	26.0	90.0	4.0	25.8
3.44	0.1	26.4	90.7	8.0	26.3
3.44	0.1	26.8	89.2	12.0	26.7
3.44	0.1	27.2	90.1	16.0	27.0
3.44	0.1	27.7	89.3	20.0	27.3
3.44	0.1	28.8	89.6	27.0	27.3
10.30	0.3	23.0	89.4	4.0	23.2
10.30	0.3	24.2	91.0	8.0	24.2
10.30	0.3	25.6	89.0	12.0	25.4
10.30	0.3	26.6	89.6	16.0	26.5
10.30	0.3	27.4	88.7	20.0	27.2
10.30	0.3	29.0	90.5	27.0	27.0
17.16	0.5	20.8	89.0	4.0	20.4
17.16	0.5	22.3	91.2	8.0	22.0
17.16	0.5	23.8	88.7	12.0	23.5
17.16	0.5	25.3	91.8	16.0	24.7
17.16	0.5	26.8	92.0	20.0	26.4
17.16	0.5	28.9	91.1	27.0	26.9
24.02	0.7	19.6	90.0	4.0	17.2
24.02	0.7	21.4	89.3	8.0	19.8
24.02	0.7	23.1	87.9	12.0	21.5
24.02	0.7	24.5	88.9	16.0	23.5
24.02	0.7	26.0	90.3	20.0	24.6
24.02	0.7	29.0	88.6	27.0	27.1

ตารางที่ ก.4 ผลการทดลอง เมื่ออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 °C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh

อัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ (kg/min)	อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ	สภาวะอากาศขาออก		อุณหภูมิน้ำ	
		อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%rh)	ขาเข้า (°C)	ขาออก (°C)
4.29	0.1	25.9	90.0	4.0	25.3
4.29	0.1	26.5	89.2	8.0	25.8
4.29	0.1	27.0	89.7	12.0	26.6
4.29	0.1	27.5	90.3	16.0	26.9
4.29	0.1	27.7	89.4	20.0	27.2
4.29	0.1	29.2	88.7	27.0	27.3
12.87	0.3	22.9	91.1	4.0	22.7
12.87	0.3	24.1	90.0	8.0	23.9
12.87	0.3	25.3	89.2	12.0	25.1
12.87	0.3	26.3	90.4	16.0	26.2
12.87	0.3	27.1	90.9	20.0	27.1
12.87	0.3	29.1	89.0	27.0	27.2
21.45	0.5	21.5	87.8	4.0	19.9
21.45	0.5	22.6	89.2	8.0	21.2
21.45	0.5	24.0	88.5	12.0	22.8
21.45	0.5	25.0	90.1	16.0	24.0
21.45	0.5	26.7	91.2	20.0	25.9
21.45	0.5	29.2	87.5	27.0	27.3
30.04	0.7	21.0	88.8	4.0	28.7
30.04	0.7	22.0	89.5	8.0	19.8
30.04	0.7	23.8	89.0	12.0	21.9
30.04	0.7	24.7	90.3	16.0	23.3
30.04	0.7	26.4	90.1	20.0	24.7
30.04	0.7	29.3	88.7	27.0	27.2

ตารางที่ ก.5 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.1 เทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 °C ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh และอุณหภูมิน้ำขาเข้า 27 °C (อุณหภูมิน้ำปกติ)

กรณีการทดลอง			อุณหภูมิอากาศขาออก(°C)		ความ
อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ (kg/min)	ความเร็วลม (m/s)	อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ	การทดลอง	การคำนวณ	คลาดเคลื่อน (m/s)
17.16	1.0	0.1	28.5	28.6	0.1
		0.3	28.5	28.6	0.1
		0.5	28.6	28.6	0.0
		0.7	28.6	28.6	0.0
25.74	1.5	0.1	28.7	28.8	0.1
		0.3	28.8	28.8	0.0
		0.5	28.8	28.8	0.0
		0.7	28.9	28.8	-0.1
34.33	2.0	0.1	28.8	29.0	0.2
		0.3	29.0	29.0	0.0
		0.5	28.9	29.0	0.1
		0.7	29.0	29.0	0.0
42.91	2.5	0.1	29.2	29.2	0.0
		0.3	29.1	29.2	0.1
		0.5	29.2	29.2	0.0
		0.7	29.3	29.2	-0.1

ตารางที่ ก.6 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 °C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh

กรณีการทดลอง		อุณหภูมิอากาศขาออก (°C)		ความคลาดเคลื่อน (°C)
อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ	อุณหภูมิน้ำขาเข้า (°C)	การทดลอง	การคำนวณ	
0.1	4	26.7	26.3	-0.4
	8	26.9	26.7	-0.2
	12	27.1	27.1	0.0
	16	27.5	27.5	0.0
	20	27.8	27.9	0.1
	27	28.5	28.7	0.2
0.3	4	23.8	23.4	-0.4
	8	24.8	24.3	-0.5
	12	25.6	25.3	-0.3
	16	26.7	26.2	-0.5
	20	27.3	27.2	-0.1
	27	28.5	28.9	0.4
0.5	4	21.4	21.2	-0.2
	8	22.8	22.6	-0.2
	12	23.9	23.9	0.0
	16	24.9	25.2	0.3
	20	26.3	26.6	0.3
	27	28.6	28.9	0.2
0.7	4	19.6	19.9	0.3
	8	21.1	21.4	0.3
	12	22.6	22.9	0.3
	16	23.9	24.5	0.6
	20	25.7	26.0	0.3
	27	28.4	28.7	0.3

ตารางที่ ก.7 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 $^{\circ}C$ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh

กรณีการทดลอง		อุณหภูมิอากาศขาออก ($^{\circ}C$)		ความคลาดเคลื่อน ($^{\circ}C$)
อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ	อุณหภูมิน้ำขาเข้า ($^{\circ}C$)	การทดลอง	การคำนวณ	
0.1	4	26.4	26.3	-0.1
	8	26.8	26.7	-0.1
	12	27.2	27.1	-0.1
	16	27.7	27.5	-0.2
	20	28.0	27.9	-0.1
	27	28.7	28.7	0.0
0.3	4	23.4	23.4	0.0
	8	24.6	24.3	-0.3
	12	26.0	25.3	-0.7
	16	26.9	26.2	-0.7
	20	27.7	27.2	-0.5
	27	28.8	28.9	0.1
0.5	4	20.7	21.2	0.5
	8	22.1	22.6	0.5
	12	23.6	23.9	0.3
	16	24.7	25.2	0.5
	20	26.1	26.6	0.5
	27	28.8	28.9	0.1
0.7	4	19.5	19.9	0.4
	8	21.3	21.4	0.1
	12	22.8	22.9	0.1
	16	24.2	24.5	0.3
	20	25.8	26.0	0.2
	27	28.9	28.7	-0.2

ตารางที่ ก.8 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 °C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh

กรณีการทดลอง		อุณหภูมิอากาศขาออก (°C)		ความคลาดเคลื่อน (°C)
อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ	อุณหภูมิน้ำขาเข้า (°C)	การทดลอง	การคำนวณ	
0.1	4	26.0	26.3	0.3
	8	26.4	26.7	0.3
	12	26.8	27.1	0.3
	16	27.2	27.5	0.3
	20	27.7	27.9	0.2
	27	29.0	28.7	-0.3
0.3	4	23.0	23.4	0.4
	8	24.2	24.3	0.1
	12	25.6	25.3	-0.3
	16	26.6	26.2	-0.4
	20	27.4	27.2	-0.2
	27	29.1	28.9	-0.2
0.5	4	20.8	21.2	0.4
	8	22.3	22.6	0.3
	12	23.8	23.9	0.1
	16	25.3	25.2	-0.1
	20	26.8	26.6	-0.2
	27	28.9	28.9	0.0
0.7	4	19.6	19.9	0.3
	8	21.4	21.4	0.0
	12	23.1	22.9	-0.2
	16	24.5	24.5	0.0
	20	26.0	26.0	0.0
	27	29.1	28.7	-0.4

ตารางที่ ก.9 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.2 เทียบกับผลการทดลอง ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 42.91 kg/min โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 °C และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เท่ากับ 54%rh

กรณีการทดลอง		อุณหภูมิอากาศขาออก (°C)		ความคลาดเคลื่อน (°C)
อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ	อุณหภูมิน้ำขาเข้า (°C)	การทดลอง	การคำนวณ	
0.1	4	25.9	26.3	0.4
	8	26.5	26.7	0.2
	12	27.0	27.1	0.1
	16	27.5	27.5	0.0
	20	27.7	27.9	0.2
	27	29.2	28.7	-0.5
0.3	4	22.9	23.4	0.5
	8	24.1	24.3	0.2
	12	25.3	25.3	0.0
	16	26.3	26.2	-0.1
	20	27.1	27.2	0.1
	27	29.1	28.9	-0.2
0.5	4	21.5	21.2	-0.3
	8	22.6	22.6	0.0
	12	24.0	23.9	-0.1
	16	25.0	25.2	0.2
	20	26.7	26.6	-0.1
	27	29.2	28.9	-0.4
0.7	4	21.0	19.9	-1.1
	8	22.0	21.4	-0.6
	12	23.8	22.9	-0.9
	16	24.7	24.5	-0.2
	20	26.4	26.0	-0.4
	27	29.3	28.7	-0.6

ตารางที่ ก.10 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เทียบกับผลการทดลองเพิ่มเติม ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีสภาวะอากาศขาเข้าต่างกัน

อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ (kg/min)	อุณหภูมิอากาศขาเข้า (^{0}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%rh)	อุณหภูมิน้ำขาเข้า (^{0}C)	อุณหภูมิอากาศขาออก (^{0}C)		ความคลาดเคลื่อน (^{0}C)
				การทดลอง	คำนวณ	
17.16	35.0	48.5	4.0	24.7	25.3	0.6
			8.0	25.4	25.7	0.3
			12.0	25.9	26.2	0.3
			16.0	26.7	26.6	-0.1
			20.0	26.8	27.0	0.2
			25.8	27.5	27.6	0.1
34.33	33.0	62.6	4.0	26.3	26.0	-0.3
			8.0	26.6	26.4	-0.2
			12.0	27.3	26.8	-0.5
			16.0	27.5	27.3	-0.2
			20.0	27.8	27.7	-0.1
			26.9	28.5	28.4	-0.1
42.91	35.0	58.6	4.0	27.0	27.3	0.3
			8.0	27.3	27.7	0.4
			12.0	27.8	28.2	0.4
			16.0	28.4	28.6	0.2
			20.0	28.9	29.0	0.1
			27.9	29.7	29.8	0.1

ตารางที่ ก.11 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เทียบกับผลการทดลองเพิ่มเติม ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3 โดยมีสภาวะอากาศขาเข้าต่างกัน

อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ (kg/min)	อุณหภูมิอากาศขาเข้า (^{0}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%rh)	อุณหภูมิน้ำขาเข้า (^{0}C)	อุณหภูมิอากาศขาออก (^{0}C)		ความคลาดเคลื่อน (^{0}C)
				การทดลอง	คำนวณ	
17.16	35.0	59.2	4.0	24.4	24.0	-0.4
			8.0	25.5	24.9	-0.6
			12.0	26.2	25.9	-0.3
			16.0	27.3	26.8	-0.5
			20.0	28.0	27.8	-0.2
			28.0	29.5	29.7	0.2
25.74	35.0	47.0	4.0	22.0	22.5	0.5
			8.0	22.9	23.4	0.5
			12.0	24.1	24.4	0.3
			16.0	25.4	25.4	0.0
			20.0	26.6	26.3	-0.3
			25.5	27.4	27.6	0.2
34.33	33.0	60.5	4.0	22.5	22.7	0.2
			8.0	23.3	23.7	0.4
			12.0	24.3	24.6	0.3
			16.0	25.7	25.6	-0.1
			20.0	26.4	26.5	0.1
			26.5	28.4	28.1	-0.3

ตารางที่ ก.12 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เทียบกับผลการทดลองเพิ่มเติม ในกรณีทดลองที่ใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.5 โดยมีสภาวะอากาศขาเข้าต่างกัน

อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ (kg/min)	อุณหภูมิอากาศขาเข้า (^{0}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%rh)	อุณหภูมิน้ำขาเข้า (^{0}C)	อุณหภูมิอากาศขาออก (^{0}C)		ความคลาดเคลื่อน (^{0}C)
				การทดลอง	คำนวณ	
17.16	35.0	46.0	4.0	19.7	20.2	0.5
			8.0	21.6	21.5	-0.1
			12.0	23.0	22.8	-0.2
			16.0	24.0	24.1	0.1
			20.0	25.5	25.5	0.0
			25.3	27.5	27.2	-0.3
25.74	35.0	59.5	4.0	21.0	21.6	0.6
			8.0	22.6	23.0	0.4
			12.0	24.0	24.3	0.3
			16.0	25.4	25.6	0.2
			20.0	26.6	27.0	0.4
			28.1	29.5	29.6	0.1
34.33	33.0	61.4	4.0	20.2	20.7	0.5
			8.0	21.6	22.1	0.5
			12.0	22.8	23.4	0.6
			16.0	24.3	24.7	0.4
			20.0	25.9	26.0	0.1
			26.7	28.4	28.3	-0.1

ตารางที่ ก.13 ผลการคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกด้วยสมการที่ 4.3 เทียบกับผลการทดลองในงานวิจัยของ J.D. Simmon and B.D.Lott ซึ่งใช้อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศขาเข้า 21 °C และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 32 ,35 และ 38 °C

อุณหภูมิอากาศขาเข้า (^{0}C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%rh)	อุณหภูมิน้ำขาเข้า (^{0}C)	อุณหภูมิอากาศขาออก (^{0}C)		ความคลาดเคลื่อน (^{0}C)
			การทดลอง	การคำนวณ	
32.0	37.2	10.0	24.8	23.0	-1.8
		15.6	24.6	23.6	-1.0
		21.1	24.6	24.2	-0.4
		26.7	25.2	24.8	-0.4
		32.2	25.4	25.3	-0.1
		37.8	25.8	25.9	0.1
		43.3	26.6	26.5	-0.1
		48.9	27.3	27.1	-0.2
35.0	28.0	10.0	24.5	23.8	-0.7
		15.6	25.2	24.4	-0.8
		21.1	25.6	25.0	-0.6
		26.7	25.9	25.6	-0.3
		32.2	26.2	26.1	-0.1
		37.8	26.4	26.7	0.3
		43.3	26.7	27.3	0.6
		48.9	27.1	27.9	0.8
38.0	20.8	10.0	26.2	24.6	-1.6
		15.6	26.4	25.2	-1.2
		21.1	26.6	25.8	-0.8
		26.7	27.0	26.4	-0.6
		32.2	27.1	26.9	-0.2
		37.8	27.3	27.5	0.2
		43.3	27.4	28.1	0.7
		48.9	27.8	28.7	0.9

ภาคผนวก ข

การคำนวณ

การคำนวณประสิทธิภาพการอิ่มตัวของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรงแบบอะเดียบาติก

ประสิทธิภาพการอิ่มตัว (ε_e) สามารถคำนวณได้จากสมการ $\varepsilon_e = \frac{T_{db,in} - T_{db,out}}{T_{db,in} - T_{wb}}$

เมื่อ $T_{db,in}$ คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่เข้าอุปกรณ์ , $^{\circ}C$

$T_{db,out}$ คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่ออกจากอุปกรณ์ , $^{\circ}C$

T_{wb} คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่เข้าอุปกรณ์ , $^{\circ}C$

พิจารณาตัวอย่างของการคำนวณในกรณีทดลอง ซึ่งใช้อุณหภูมิน้ำ เท่ากับ 27 $^{\circ}C$ (อุณหภูมิน้ำปกติ) , อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min (ความเร็วลม เท่ากับ 1.0 m/s) ,อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีข้อมูลจากการทดลอง ดังนี้

อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 $^{\circ}C$

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า 54%rh

อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศขาเข้า เท่ากับ 27 $^{\circ}C$

อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาออก เท่ากับ 28.5 $^{\circ}C$

เมื่อแทนค่าลงในสมการประสิทธิภาพการอิ่มตัว จะได้ผลดังนี้

$$\varepsilon_e = \frac{35 - 28.5}{35 - 27} = 0.8125$$

การคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรงแบบอะเดียบาติก

อุณหภูมิอากาศขาออกคำนวณได้จากสมการที่ 4.1

$$T_{db.out} = T_{db.in} - \varepsilon_e (T_{db.in} - T_{wb})$$

ซึ่งจากผลการทดลองสามารถหาค่าประสิทธิภาพการอิ่มตัว (ε_e) ได้ดังนี้

$$\varepsilon_e = -0.0519(V_a) + 0.8572 \quad \text{เมื่อ } V_a \text{ คือความเร็วลม , } m/s$$

<u>พิจารณาตัวอย่างของการคำนวณในกรณีทดลอง</u> ซึ่งใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 27 $^{\circ}C$ (อุณหภูมิน้ำปกติ) , อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 34.33 kg/min (ความเร็วลม เท่ากับ 2.0 m/s) ,อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1 โดยมีข้อมูลจากการทดลอง ดังนี้

อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 $^{\circ}C$

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า 54%rh

อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศขาเข้า เท่ากับ 27 $^{\circ}C$

ซึ่งเมื่อความเร็วลมเท่ากับ 2.0 m/s จะคำนวณค่าประสิทธิภาพการอิ่มตัว ได้ดังนี้

$$\varepsilon_e = -0.0519(2) + 0.8572 = 0.7534$$

เมื่อแทนค่าลงในสมการอุณหภูมิอากาศขาออก จะได้ผลดังนี้

$$T_{db.out} = 35 - 0.7534(35 - 27) = 29\ ^{\circ}C$$

การคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกจากอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง แบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติก โดยสภาวะอากาศขาเข้ามีอุณหภูมิกระเปาะแห้งเท่ากับ 35 $^{\circ}C$ ความชื้นสัมพัทธ์ 54%rh

จากผลการทดลองในกรณีทดลองต่างๆ โดยมีอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 $^{\circ}C$ และความชื้นสัมพัทธ์ 54%rh สามารถหาอุณหภูมิอากาศขาออก ได้ดังสมการที่ 4.2

$$T_{db,out}\left(T_w,\frac{m_w}{m_a}\right)=11.344\left(\frac{m_w}{m_a}\right)^2-0.5063\left(T_w\right)\left(\frac{m_w}{m_a}\right)^2+0.8686\left(T_w\right)\left(\frac{m_w}{m_a}\right)$$
$$-21.592\left(\frac{m_w}{m_a}\right)+0.024\left(T_w\right)+27.876$$

เมื่อ T_w คือ อุณหภูมิน้ำขาเข้า , $^\circ C$

$\frac{m_w}{m_a}$ คือ อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ

<u>พิจารณาตัวอย่างของการคำนวณในกรณีทดลอง</u> ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 $^\circ C$

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า 54%rh

อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 8 $^\circ C$

อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 25.74 kg/min (ความเร็วลม เท่ากับ 1.5 m/s)

อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.3

เมื่อแทนค่าลงในสมการอุณหภูมิอากาศขาออก ได้ดังนี้

$$T_{db,out}\left(8,0.3\right) = 11.344\left(0.3\right)^2-0.5063\left(8\right)\left(0.3\right)^2+0.8686\left(8\right)\left(0.3\right)$$
$$-21.592\left(0.3\right)+0.024\left(8\right)+27.876$$

$$= 24.3\ ^\circ C$$

การคำนวณอุณหภูมิอากาศขาออกจากอุปกรณ์ทำความเย็นแบบสัมผัสและระเหยโดยตรง แบบที่ไม่เป็นอะเดียบาติก ที่สภาวะอากาศขาเข้าใด

การหาอุณหภูมิอากาศขาออกที่สภาวะอากาศขาเข้าใดๆ ($T^*_{db,out}$) จะหาได้จาก

$$T^*_{db,out}\left(T_w,\left(\frac{m_w}{m_a}\right)\right)=T_{db,out}\left(T_w,\left(\frac{m_w}{m_a}\right)\right)-Temperature\ difference$$

เมื่อ $T^{*}_{db,out}\left(T_w,\left(\frac{m_w}{m_a}\right)\right)$ คือ อุณหภูมิอากาศขาออก ที่สภาวะอากาศขาเข้าใดๆ

$T_{db,out}\left(T_w,\left(\frac{m_w}{m_a}\right)\right)$ คือ อุณหภูมิอากาศขาออก ที่ภาวะอากาศขาเข้าอุณหภูมิ 35°C ความชื้นสัมพัทธ์ 54%rh ซึ่งคำนวณได้จากสมการ 4.2

Temperature difference คือ ผลต่างของอุณหภูมิอากาศขาออกเมื่อใช้สภาวะอากาศขาเข้าใดๆ กับสภาวะอากาศขาเข้าอ้างอิง (สภาวะอากาศขาเข้า 35°C ,54%rh) โดยผลต่างดังกล่าว คำนวณได้จากสมการ

$$Temperature\ difference = T_{db,out}\left(T^{*}_{wb},\left(\frac{m_w}{m_a}\right)\right)-T^{*}_{db,out}\left(T^{*}_{db,in},T^{*}_{wb}\,\varepsilon^{*}_{e}\right)$$

เมื่อ $T_{db,out}\left(T^{*}_{wb},\left(\frac{m_w}{m_a}\right)\right)$ คือ อุณหภูมิอากาศขาออกเมื่อใช้สภาวะอากาศขาเข้าอ้างอิง (สภาวะอากาศขาเข้า 35°C ,54%rh) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4.2 โดยใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ อุณหภูมิกระเปาะเปียกของสภาวะอากาศขาเข้าใดๆ (T^{*}_{wb})

$T^{*}_{db,out}\left(T^{*}_{db,in},T^{*}_{wb}\,\varepsilon^{*}_{e}\right)$ คือ อุณหภูมิอากาศขาออกเมื่อใช้สภาวะอากาศขาเข้าใดๆ โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ อุณหภูมิกระเปาะเปียก ซึ่งเป็นกระบวนการแบบอะเดียบาติก โดยคำนวณได้จากสมการ 4.1 ซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$T^{*}_{db,out}\left(T^{*}_{db,in},T^{*}_{wb}\,\varepsilon^{*}_{e}\right)=T^{*}_{db,in}-\varepsilon^{*}_{e}(T^{*}_{db,in}-T^{*}_{wb})$$

<u>พิจารณาตัวอย่างของการคำนวณในกรณีทดลอง</u> ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศขาเข้า เท่ากับ 35 °C

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า 48.5%rh

อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศขาเข้า เท่ากับ 25.8 °C

อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 4 °C

อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ เท่ากับ 17.16 kg/min (ความเร็วลม เท่ากับ 1.0 m/s)
อัตราส่วนมวลน้ำต่อมวลอากาศ เท่ากับ 0.1

ขั้นตอนการคำนวณ

1. คำนวณอุณหภูมิอากาศขาออก ที่สภาวะอากาศอ้างอิง (สภาวะอากาศขาเข้า 35°C 54%rh) โดยมีอุณหภูมิน้ำขาเข้าเท่ากับ 4 °C ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4.2

$$T_{db,out}(4°C,0.1) = 11.344(0.1)^2 - 0.5063(4)(0.1)^2 + 0.8686(4)(0.1) - 21.592(0.1) + 0.024(4) + 27.876$$

$$= 26.3\ °C$$

2. คำนวณผลต่างของอุณหภูมิอากาศขาออก (*Temperature difference*) จาก

$$Temperature\ difference = T_{db,out}\left(T^*_{wb}, \left(\frac{m_w}{m_a}\right)\right) - T^*_{db,out}\left(T^*_{wb}, T^*_{db,in}\ \varepsilon^*_e\right)$$

2.1 คำนวณค่าอุณหภูมิอากาศขาออกที่สภาวะอากาศอ้างอิง (สภาวะอากาศขาเข้า 35°C 54%rh) โดยใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 25.8 °C ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4.2

$$T_{db,out}(25.8°C,0.1) = 11.344(0.1)^2 - 0.5063(25.8)(0.1)^2 + 0.8686(25.8)(0.1) - 21.592(0.1) + 0.024(25.8) + 27.876$$

$$= 28.6\ °C$$

2.2 คำนวณอุณหภูมิอากาศขาออก โดยใช้อุณหภูมิน้ำขาเข้า เท่ากับ 25.8°C ซึ่งเป็นกระบวนการแบบอะเดียบาติก โดยคำนวณจากสมการที่ 4.1

$$T^*_{db,out}(35°C, 25.8°C, 0.718) = 35 - 0.718(35 - 25.8)$$

$$= 27.6°C$$

2.3 คำนวณผลต่างของอุณหภูมิอากาศขาออก (*Temperature difference*)

$$\textit{Temperature difference} = 28.6 - 27.6$$

$$= 1.0\ ^{\circ}C$$

3. อุณหภูมิอากาศขาออกจะคำนวณได้จากอุณหภูมิอากาศขาออก ที่สภาวะอากาศอ้างอิง ลบด้วย ผลต่างของอุณหภูมิอากาศขาออก (*Temperature difference*)

$$T^{*}_{db,out}\left(4^{\circ}C,\ 0.1\right) = 28.6 - 1.0$$

$$= 27.6^{\circ}C$$

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายพรชัย สุวัฒน์เมฆินทร์ เกิดเมื่อวันที่ 22 ตุลาคม พ.ศ.2521 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542 และได้เข้ารับการศึกษาในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2543