

เอกสารอ้างอิง



1. Yoshiki H., Dr. Osamu T., "An analysis of Simultaneous Heat water Vapour Exchanger through a total Heat Exchanger of Paper Plate fin type" Mitsubishi Electric Co., Tokyo, Japan, November, 1982.
2. Tanaka, O., "An analysis of Simultaneous heat and Water vapour exchanger through a flat paper plate crossflow total heat exchanger," International Journal of Heat and Mass Transfer, 27(12), 2259-2266, 1984.
3. Takahashi, K., K. Nakajima, H. Kasukawa and O. Tanaka "Vapour permeability of porous fiber materials" Kagaku Kagaku Ronbunshu, 3(5), Japan, 1977.
4. Bowlen K.L., "Energy Recovery from exhaust air", ASHARE Journal, 2621, 167 - 182, 1974.
5. Jakob, Max, Heat transfer, Mc Graw-Hill., New York, 1967.
6. Mason, J.L., Heat Transfer in Cross Flow, "Proceedings of Second US National Congress" Applied Mechanics, ASME, New York, N.Y., 801-803, 1955
7. "STANDARD Test Method for WATER VAPOUR TRANSMISSION IN SHEET FORM" ASTM E96-66, 1972.
8. "Paper and board-Determination of air resistance (Gurley)" ISO 3687-1976.
9. Chapman, Alan J., Heat transfer, Mac-millan, New York, 3rd ed., 1974
10. Welty, J.R., C.E. Wicks, and R.E. Wilson, Fundamental of Momentum, Heat and Mass Transfer, John Wiley and sons, Inc., New York, 3rd ed., 1984.
11. Kays, W.M., and A.L. London, Compact Heat Exchangers, Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1964.

12. Gardener, K.A., Efficiency of extended Surface, Trans. of ASME , 67(8), 621-631, 1945.
13. Eckert , E.R.G., and Drake, R.M., Heat and Mass Transfer, Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1959.
14. Bird, R.B., Stewart, W.E. and Lightfoot E.N., Transport Phenomena, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1960.
15. McAdams, W.H., Heat Transmission , pp.252-307, Mc Graw-Hill Book Co., New York, 3 rd ed., 1954.
16. Perry, J.H., Chemical Engineerings' Handbook, Mc Graw-Hill Book Co., New York, 4 th ed., 1963.
17. Boynton, W.P., and W.H. Brattan, "Interdiffusion of Gases and Vapors, " International Critical Tables p.62
18. Geankoplis, C.J., Mass Transport Phenomena, Holt , Rinehart and Winston, Inc., New York, 1972.
19. Rohsenow, W.M. , Handbook of heat transfer , Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1973.
20. Rohsenow, W.M., Handbook of heat transfer application, Mc Graw-Hill., New York, 1985.
21. Charunyakorn, P., "Forced Convection in Triangular Ducts," Master's Thesis Department of Mechanical Engineering, Chulalongkorn University , 1977.

ภาคผนวก ก.

ผลการทดลอง

ตารางที่ ก-1 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรวมชนิดมีแผ่นกั้น ทำจากกระดาษญี่ปุ่นและมีครีบทำจากกระดาษญี่ปุ่น ซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่ (35°C db./32°C wb.) และ สภาวะอากาศเย็นก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่ (25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	35.0/32.0	25.0/20.0	28.7/25.0	31.3/28.3
.0167	35.0/32.0	25.0/20.0	29.5/26.3	30.5/27.0
.0333	35.0/32.0	25.0/20.0	30.5/27.8	29.5/25.5
.0500	35.0/32.0	25.0/20.0	31.3/28.6	28.7/24.7

ตารางที่ ก-2 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดมีแผ่นกั้น
ทำจากกระดาษกราฟที่มีครีบทำจากกระดาษลอนเล็กซึ่ง
มีการไหลแบบลามินาร์ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยน
ความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่(35°Cdb./32°Cwb.)
และ สภาวะอากาศเย็นก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อน
มีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่(25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	35.0/32.0	25.0/20.0	29.2/25.3	30.8/28.1
.0167	35.0/32.0	25.0/20.0	30.2/26.7	29.8/26.7
.0333	35.0/32.0	25.0/20.0	31.3/28.2	28.7/25.1
.0500	35.0/32.0	25.0/20.0	31.9/29.0	28.1/24.2

ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดมีแผ่นกั้น ทำจากกระดาษบางและมีครีบทำจากกระดาษลอนเล็ก ซึ่งมี การไหลแบบลามินาร์ ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยน ความร้อนรวมมีอุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่(35°Cdb./32°Cwb.) และ สภาวะอากาศเย็นก่อนเข้า ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรวม มีอุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่ (25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	35.0/32.0	25.0/20.0	29.6/25.5	30.4/27.9
.0167	35.0/32.0	25.0/20.0	30.5/26.9	29.5/26.5
.0333	35.0/32.0	25.0/20.0	31.6/28.3	28.4/25.0
.0500	35.0/32.0	25.0/20.0	32.2/29.1	27.8/24.1

ตารางที่ ก-4 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดมีแผ่นกัน
ทำจากกระดาษกราฟที่มีครีบทำจากกระดาษลอนใหญ่ ซึ่งมี
การไหลแบบลามินาร์ ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยน
ความร้อนมีอุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่ (35°Cdb./32°Cwb.)
และ สภาวะอากาศเย็นก่อนเข้า ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมี
อุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่ (25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	35.0/32.0	25.0/20.0	30.3/26.4	29.7/27.0
.0167	35.0/32.0	25.0/20.0	31.4/27.9	28.6/25.5
.0333	35.0/32.0	25.0/20.0	32.4/29.3	27.6/23.8
.0500	35.0/32.0	25.0/20.0	32.9/29.9	27.1/23.1

ตารางที่ ก-5 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรวมชนิดมีแผ่นกั้น ทำจากกระดาษลอกลายมีครีบทำจากกระดาษลอนใหญ่ ซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่ ($35^{\circ}\text{C db.}/32^{\circ}\text{C wb.}$) และ สภาวะอากาศเย็นก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่ ($25^{\circ}\text{C db.}/20^{\circ}\text{C wb.}$)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
$\text{m}^3/\text{sec.}$	$^{\circ}\text{Cdb}/^{\circ}\text{Cwb}$	$^{\circ}\text{Cdb}/^{\circ}\text{Cwb}$	$^{\circ}\text{Cdb}/^{\circ}\text{Cwb}$	$^{\circ}\text{Cdb}/^{\circ}\text{Cwb}$
.0083	35.0/32.0	25.0/20.0	30.6/26.6	29.4/26.8
.0167	35.0/32.0	25.0/20.0	31.7/28.1	28.3/25.2
.0333	35.0/32.0	25.0/20.0	32.6/29.4	27.4/23.7
.0500	35.0/32.0	25.0/20.0	33.1/30.0	26.9/22.9

ตารางที่ ก-6 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดมีแผ่นกัน
ทำจากกระดาษญี่ปุ่นและมีครีบทำจากกระดาษญี่ปุ่น ซึ่งมี
การไหลแบบลามินาร์ ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยน
ความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่
(31°C db./27°C wb.) และ สภาวะอากาศเย็นก่อนเข้า
ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่
(25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	31.0/27.0	25.0/20.0	27.2/22.7	28.8/24.7
.0167	31.0/27.0	25.0/20.0	27.7/23.5	28.3/24.0
.0333	31.0/27.0	25.0/20.0	28.3/24.8	27.7/22.5
.0500	31.0/27.0	25.0/20.0	28.7/24.6	27.2/22.7



ตารางที่ ก-7 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดมีแผ่นกัน
ทำจากกระดาษคราฟท์และมีครีบทำจากกระดาษลอนเล็ก
ซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยน
ความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่
(31°C db./27°C wb.) และ สภาวะอากาศเย็นก่อนเข้า
ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่
(25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	31.0/27.0	25.0/20.0	27.5/23.0	28.5/24.5
.0167	31.0/27.0	25.0/20.0	28.1/23.7	27.8/23.7
.0333	31.0/27.0	25.0/20.0	28.8/24.6	27.2/22.8
.0500	31.0/27.0	25.0/20.0	29.1/25.1	26.8/22.3

ตารางที่ ก-8 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรวมชนิดมีแผ่นกั้น
ทำจากกระดาษบางและมีครีบทำจากกระดาษลอนเล็ก ซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่
(31°C db./27°C wb.) และ สภาวะอากาศเย็นก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่
(25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	31.0/27.0	25.0/20.0	27.7/23.0	28.2/24.4
.0167	31.0/27.0	25.0/20.0	28.3/23.8	27.7/23.6
.0333	31.0/27.0	25.0/20.0	28.9/24.7	27.0/22.7
.0500	31.0/27.0	25.0/20.0	29.3/25.2	26.7/22.2

ตารางที่ ก-9 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรวมชนิดมีแผ่นกั้น
ทำจากกระดาษกราฟที่มีครีบทำจากกระดาษลอนใหญ่
ซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัว
แลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่
(31°C db./27°C wb.) และ สภาวะอากาศเย็นก่อน
เข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่
(25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	31.0/27.0	25.0/20.0	28.2/23.6	27.8/24.0
.0167	31.0/27.0	25.0/20.0	28.8/24.4	27.1/23.0
.0333	31.0/27.0	25.0/20.0	29.4/25.3	26.5/22.0
.0500	31.0/27.0	25.0/20.0	29.7/25.7	26.3/21.7



ตารางที่ ก-10 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรวมชนิดมีแผ่นกั้น
ทำจากกระดาษลอกลายและมีครีบทำจากกระดาษลอนใหญ่
ซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัว
แลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่
(31°C db./27°C wb.) และ สภาวะอากาศเย็นก่อน
เข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่
(25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	31.0/27.0	25.0/20.0	28.4/23.7	27.6/23.8
.0167	31.0/27.0	25.0/20.0	29.0/24.6	27.0/22.9
.0333	31.0/27.0	25.0/20.0	29.6/25.4	26.4/22.0
.0500	31.0/27.0	25.0/20.0	29.9/25.7	26.1/21.6

ตารางที่ ก-11 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดมีแผ่นกั้น
ทำจากกระดาษญี่ปุ่นและมีครีบทำจากกระดาษญี่ปุ่น ซึ่งมีการ
ไหลแบบลามินาร์ ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยน
ความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่
(28°C db./23°C wb.) และ สภาวะอากาศเย็นก่อน
เข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่
(25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	28.0/23.0	25.0/20.0	26.1/21.1	26.9/22.0
.0167	28.0/23.0	25.0/20.0	26.3/21.4	26.6/21.6
.0333	28.0/23.0	25.0/20.0	26.6/21.8	26.3/21.3
.0500	28.0/23.0	25.0/20.0	26.9/22.0	26.1/21.2

ตารางที่ ก-12 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดมีแผ่นกัน
ทำจากกระดาษคราฟท์และมีครีบทำจากกระดาษลอนเล็ก
ซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัว
แลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่
(28°C db./23°C wb.) และ สภาวะอากาศเย็นก่อน
เข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่
(25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	28.0/23.0	25.0/20.0	26.2/21.2	26.7/21.9
.0167	28.0/23.0	25.0/20.0	26.6/21.6	26.4/21.6
.0333	28.0/23.0	25.0/20.0	26.9/21.9	26.1/21.1
.0500	28.0/23.0	25.0/20.0	27.1/22.1	25.9/21.0

ตารางที่ ก-13 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรวมชนิดมีแผ่นกั้น
ทำจากกระดาษบางและมีครีบทำจากกระดาษลอนเล็ก
ซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้า
ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่
(28°C db./23°C wb.) และ สภาวะอากาศเย็นก่อน
เข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนมีอุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่
(25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	28.0/23.0	25.0/20.0	26.4/21.2	26.6/21.8
.0167	28.0/23.0	25.0/20.0	26.6/21.6	26.3/21.5
.0333	28.0/23.0	25.0/20.0	27.0/22.0	26.0/21.1
.0500	28.0/23.0	25.0/20.0	27.2/22.2	25.8/21.0

ตารางที่ ก-14 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรวมชนิดมีแผ่นกัน
ทำจากกระดาษกราฟและมีครีบทำจากกระดาษลอนใหญ่
ซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัว
แลกเปลี่ยนความร้อนรวมมีอุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่
(28°C db./23°C wb.) และ สภาวะอากาศเย็นก่อน
เข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรวมมีอุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่
(25°C db./20°C wb.)

อัตราการไหล	T _{oa} .	T _{ra} .	T _{sa} .	T _{ea} .
m ³ /sec.	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb	°Cdb/°Cwb
.0083	28.0/23.0	25.0/20.0	26.6/21.2	26.4/21.6
.0167	28.0/23.0	25.0/20.0	26.9/21.9	26.1/21.2
.0333	28.0/23.0	25.0/20.0	27.2/22.2	25.8/20.9
.0500	28.0/23.0	25.0/20.0	27.4/22.4	25.6/20.7

ตารางที่ ก-15 ผลการทดลองของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรวมชนิดมีแผ่นกัน
ทำจากกระดาษลอกลายและมีครีบทำจากกระดาษลอนใหญ่
ซึ่งมีการไหลแบบลามินาร์ ที่สภาวะอากาศร้อนก่อนเข้าตัว
แลกเปลี่ยนความร้อนรวมมีอุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่
($28^{\circ}\text{C db.}/23^{\circ}\text{C wb.}$) และ สภาวะอากาศเย็นก่อน
เข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อนรวมมีอุณหภูมิ และ ความชื้นคงที่
($25^{\circ}\text{C db.}/20^{\circ}\text{C wb.}$)

อัตราการไหล	Toa.	Tra.	Tsa.	Tea.
$\text{m}^3/\text{sec.}$	$^{\circ}\text{Cdb}/^{\circ}\text{Cwb}$	$^{\circ}\text{Cdb}/^{\circ}\text{Cwb}$	$^{\circ}\text{Cdb}/^{\circ}\text{Cwb}$	$^{\circ}\text{Cdb}/^{\circ}\text{Cwb}$
.0083	28.0/23.0	25.0/20.0	26.7/21.5	26.3/21.6
.0167	28.0/23.0	25.0/20.0	27.0/21.9	26.0/21.2
.0333	28.0/23.0	25.0/20.0	27.3/22.3	25.7/20.8
.0500	28.0/23.0	25.0/20.0	27.4/22.4	25.6/20.7

ตารางที่ ก-16 ผลการคำนวณค่าประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิ ประสิทธิภาพเชิงความชื้น และ ประสิทธิภาพเชิงเอนทัลปี ของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดต่างๆ ดังตารางข้างล่างนี้

อัตราการไหล $m^3/sec.$	TEMPERATURE					MOISTURE					ENTHALPY				
	EFFECTIVENESS %					EFFECTIVENESS %					EFFECTIVENESS %				
	JAP	SC	ST	LC	LT	JAP	SC	ST	LC	LT	JAP	SC	ST	LC	LT
0.0083	63	58	54	47	44	64	63	62	54	53	64	62	61	53	52
0.0167	55	48	45	36	33	52	51	49	41	40	53	50	49	40	39
0.0333	45	37	34	26	24	39	37	37	27	27	40	37	36	27	26
0.0500	37	31	28	21	19	32	29	29	21	21	33	30	29	21	20

ภาคผนวก ข.

โปรแกรมคำนวณหา ประสิทธิภาพ ปริมาณความร้อน พารามิเตอร์ด้านความร้อน พารามิเตอร์ด้านความชื้น และตัวเลขของกลุ่มไรมิติ ของตัวแลกเปลี่ยนความร้อน ชนิดแผ่นมีครีบที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดด้วยกระดาษกราฟท์

```
DIM n(4),M(4),pe(4),px(4),ff(4),hh(4),pp(4),w(4),dd(4),d(4),  
DIM pd(4),pw(4),wa(4),v(4),ww(4),wd(4),u(4),F(4),h(4), p(4),  
DIM dt(4),a(4),b(4), s(4), t(4), x(4), y(4)
```

```
FOR i = 1 TO 4
```

```
  READ n(i), M(i)
```

```
  LET d(i) = n(i) + 273.15
```

```
  LET w(i) = M(i) + 273.15
```

```
  LET c1 = -5800.2206#
```

```
  LET c2 = 1.3914993#
```

```
  LET c3 = -4.860239E-02
```

```
  LET c4 = .000041764768#
```

```
  LET c5 = -.000000014452093#
```

```
  LET c6 = 6.5459673#
```

```
  LET a(i) = EXP(c1 / d(i) + c2 + c3 * d(i))
```

```
  LET b(i) = EXP(c4*d(i)^ 2 + c5 * d(i) ^ 3 + c6 * LOG(d(i)))
```

```
  LET pd(i) = a(i) * b(i)
```

```
  LET x(i) = EXP(c1 / w(i) + c2 + c3 * w(i) + c4 * w(i) ^ 2)
```

```
  LET y(i) = EXP(c5 * w(i) ^ 3 + c6 * LOG(w(i)))
```

```
  LET pw(i) = x(i) * y(i)
```

```
  LET pe(i) = INT(pd(i))
```

```
  LET px(i) = INT(pw(i))
```

```
  LET wa(i) = .62198 * pw(i) / (101325 - pw(i))
```

```
  LET s(i) = ((2501-2.381 * w(i)) * wa(i) - (d(i) - w(i)))
```

```
  LET t(i) = (2501 + 1.805 * d(i) - 4.186 * w(i))
```

```
  LET v(i) = s(i) / t(i)
```

```
  LET ww(i) = v(i)
```

```
  LET wd(i) = .62198 * pd(i) / (101325 - pd(i))
```

```
  LET u(i) = v(i) / wd(i)
```

```

LET F(i) = u(i) / (1 - (1 - u(i)) * pd(i) / 101325) * 100
LET ff(i) = INT(F(i) * 10 + .5) / 10
LET h(i) = (2501 + 1.805 * d(i)) * v(i) + n(i)
LET hh(i) = INT(h(i) * 10 + .5) / 10
LET p(i) = 101325 * v(i) / (.62198 + v(i))
LET pp(i) = INT(p(i))
LET dt(i) = -35.957 - 1.8726 * LOG(p(i)) + 1.1689 * LOG(p(i))^ 2
LET dd(i) = INT(dt(i) * 10 + .5) / 10
ข้อมูลให้ใส่ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง, กระเปาะเปียกที่วัดได้เป็น ° C ตามลำดับดังนี้
อากาศร้อนขาเข้า อากาศเย็นขาเข้า อากาศร้อนขาออก และอากาศเย็นขาออก
แล้วใส่ค่าอัตราการไหลอากาศมีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
DATA 35,32,25,20,29.2,25.3,30.8,28.1
DATA 0.0083
NEXT i
READ q
LET eff = (hh(1) - hh(3)) / (hh(1) - hh(2)) * 100
LET eft = (n(1) - n(3)) / (n(1) - n(2)) * 100
LET efm = (ww(1) - ww(3)) / (ww(1) - ww(2)) * 100
LET sh = 1.2 * 1.005 * q * (n(1) - n(3)) * 3600
LET aa = (2501 + .718 * d(1)) * ww(1)
LET bb = (2501 + .718 * d(3)) * ww(3)
LET lh = (aa - bb) * 3600 * 1.2 * q
LET th = sh + lh
LET a = 0
LET b = 10
GOSUB start
LET ka = .094
LET kpa = 9.72 * 10 ^ (-5)
LET nu = hh / 2 * DH / ka
LET sc = he / 2 * DH / kpa
LET mu = .07

```

```

LET re = 1.2 * q * 3600 * DH / mu / ac
LET pr = .7
LET gz = re * pr * DH / 11 * 1000
LET total = lat + sen
LPRINT : LPRINT "ผลการทดลอง";
LPRINT TAB(13); "SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E"
LPRINT : LPRINT TAB(17); " AIR FLOW RATE "; q; "m^3/sec."
LPRINT : LPRINT "===== ";
LPRINT ; "===== "
LPRINT : LPRINT "input data:"; TAB(24); "outside";
LPRINT TAB(34); " return ";
LPRINT TAB(45); " supply "; TAB(55); " exhaust "
LPRINT TAB(26); "air"; TAB(36); "air"; TAB(47); "air"; TAB(57); "air"
LPRINT : LPRINT "----- ";
LPRINT ; "----- "
LPRINT "dry bulb temperature(c)"; TAB(25); n(1); TAB(35);
LPRINT n(2); TAB(46); n(3); TAB(56); n(4)
LPRINT "wet bulb temperature(c)"; TAB(25); M(1); TAB(35);
LPRINT M(2); TAB(46); M(3); TAB(56); M(4)
PRINT : PRINT "sat.pressure at wet temp.(pa)"; TAB(33); pe(1);
PRINT TAB(44); pe(2); TAB(56); pe(3); TAB(68); pe(4)
PRINT : PRINT "sat.pressure at wet temp.(pa)"; TAB(33); px(1);
PRINT TAB(44); px(2); TAB(56); px(3); TAB(68); px(4)
PRINT : PRINT "absolute humidity(kg/kg dry air)"; TAB(33); ww(1);
PRINT TAB(44); ww(2); TAB(56); ww(3); TAB(68); ww(4)
PRINT : PRINT "relative humidity (%)"; TAB(33); ff(1); TAB(44);
PRINT ff(2); TAB(56); ff(3); TAB(68); ff(4)
PRINT : PRINT "partial pressure (pa)"; TAB(33); pp(1); TAB(44);
PRINT pp(2); TAB(56); pp(3); TAB(68); pp(4)
PRINT : PRINT "enthalpy(kj/kg)"; TAB(33); hh(1); TAB(44); h(2);
PRINT TAB(56); hh(3); TAB(68); hh(4)

```

```

PRINT dd(2); TAB(56); dd(3); TAB(68); dd(4)
LPRINT ; LPRINT "output data:"
LPRINT "----- ----"
LPRINT ; LPRINT " 1. EFFICIENCY"
LPRINT USING "enthalpy exchange efficiency ##.##    %"; eff
LPRINT USING "temperature heat exchange efficiency ##.##%"; eft
LPRINT USING "latent heat exchange efficiency    ##.##%"; efm
LPRINT ; LPRINT " 2. HEAT RECOVERY"
LPRINT "sensible heat recovery"; TAB(37); USING "###.## KJ/hr."; sh
LPRINT "sensible heat transfer"; TAB(37); USING "###.##KJ/hr."; sen
LPRINT "latent heat recovery"; TAB(37); USING "####.## KJ/hr."; lh
LPRINT "latent heat transfer"; TAB(37); USING "####.## KJ/hr."; lat
LPRINT "total heat recovery"; TAB(37); USING "####.## KJ/hr."; th
LPRINT "total heat transfer"; TAB(37); USING "####.## KJ/hr."; total
LPRINT ; LPRINT " 3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER"
LPRINT "overall coefficient "; TAB(37); USING "####.##"; uc;
LPRINT ; TAB(47); "KJ/m^2/hr./c"
LPRINT "thermal conductance "; TAB(37); USING "####.##"; uah;
LPRINT ; TAB(47); "KJ/hr./c"
LPRINT "film coefficient "; TAB(36); USING "####.##"; hh;
LPRINT ; TAB(47); "KJ/m^2/hr./c"
LPRINT "conductance of air side"; TAB(36); USING "####.##"; hah;
LPRINT ; TAB(47); "KJ/hr./c"
LPRINT "conductance of paper"; TAB(37); USING "####.##"; tk;
LPRINT ; TAB(47); "KJ/hr./c"
LPRINT "number of heat transfer"; TAB(37); USING " #.## "; n
LPRINT "heat transfer area"; TAB(38); USING "#.### m.^2"; ah
LPRINT ; LPRINT " 4. PARAMETER OF MASS TRANSFER"
LPRINT "overall coefficient "; TAB(38); USING "#.#####"; ucm;
LPRINT ; TAB(47); "kg/m^2/sec/mmHg."

```

```

LPRINT "overall conductance"; TAB(38); USING "#.#####"; uam;
LPRINT ; TAB(47); "kg/sec/mmHg."
LPRINT "film coefficient "; TAB(38); USING "#.#####"; he;
LPRINT ; TAB(47); "kg/m^2/sec/mmHg."
LPRINT "conductance of air side";TAB(38);USING"#.#####";ham;
LPRINT ; TAB(47); "kg/sec/mmHg."
LPRINT "conductance of paper"; TAB(38); USING "#.#####"; tkp;
LPRINT ; TAB(47); "kg/sec/mmHg."
LPRINT "number of mass transfer"; TAB(38); USING "#.## "; nn
LPRINT "plate area"; TAB(38); USING "#.### m.^2"; ap
LPRINT ; LPRINT " 5. DIMENSIONLESS GROUP"
LPRINT "Reynold number"; TAB(37); USING "### "; re
LPRINT "Nusselt number"; TAB(37); USING "##.##"; nu
LPRINT "Sherwood number"; TAB(38); USING "#.#####"; sc
LPRINT "Graetz number"; TAB(38); USING "#.###"; gz
LPRINT ; LPRINT "===== ";
LPRINT ; "===== "
END

start:
n = (a + b) / 2
LET su = 0
FOR k = 0 TO 10
LET s1 = 0
FOR i = 0 TO k
LET fa = 1
FOR j = 1 TO i
LET fa = fa * j
NEXT j
LET s1 = s1 + n ^ i / fa
NEXT i
LET t1 = 1 - EXP(-n) * s1

```

```
LET s2 = 0
FOR M = 0 TO k
LET fa = 1
FOR j = 1 TO M
LET fa = fa * j
NEXT j
LET s2 = s2 + n ^ M / fa
NEXT M
LET t2 = 1 - EXP(-n) * s2
LET su = su + (t1 * t2)
NEXT k
LET ec = su / n
IF (ec - eft / 100) < .001 THEN
a = n
ELSE
b = n
END IF
IF b - a < .001 THEN
LET ss = 0
LET bs = 5000
GOTO cal
END IF
GOTO start
END
cal:
LET hh = (ss + bs) / 2
LET tf = .115
LET t = .231
LET h = 2.4
LET w = 3
LET h1 = 300
```



```

LET l1 = 100
LET w1 = 100
LET ap = ((h1 / (h + t)) * w1 * l1) / 10 ^ 6
LET af1 = SQR((w / 2) ^ 2 + h ^ 2) * l1
LET af2 = (h1 / (h + t)) * (w1 / (w - 2 * tf)) * 2
LET AF = (af1 * af2) / 10 ^ 6
LET AT = AF + ap
LET dh1 = 4 * .5 * (w - 2 * tf) * h
LET dh2 = SQR((w / 2) ^ 2 + h ^ 2) * 2 + (w - 2 * tf)
LET DH = (dh1 / dh2) / 10 ^ 3
LET v = h * w1 * l1 * (h1 / (2 * (1 * t + h))) / 10 ^ 9
LET k = .131
LET l = SQR((w / 2) ^ 2 + h ^ 2) / 1000
LET M = SQR((2 * hh) / (k * tf / 1000))
LET F = 1 / (M * l)
LET No = 1 - (AF / (AF + ap)) * (1 - F)
LET BT = (AF * F + ap) / v
LET NF = BT * DH / 4
LET exc = NF * (h1 / (2 * (h + t))) * h * l1 / 10 ^ 6
LET axh = NF * (h1 / (2 * (h + t))) * h * l1 / 10 ^ 6
LET ac = (h1 / (2 * (h + 2 * t))) * (w - tf) * (w1 / (w + tf)) * (h - t) / 10 ^ 6
LET VV = q / ac
LET ah = AF * F + ap
LET uh = n * q * 1.2 * 1.005 / ah * 3600
LET uc = 1 / (1 / (hh * No) + t * ah / ap / k / 1000 + 1 / (hh * No))
IF uc - uh < .001 THEN
LET sen = uc * ah * (n(3) - n(2))
LET ush = uc * ah
LET tk = k * 1000 / t
LET hah = hh * ah
ss = hh

```



```
ELSE
bs = hh
END IF
IF bs - ss < .001 THEN
a2 = 0
b2 = 20
GOTO ss
END IF
GOTO cal
END
ss:
nn = (a2 + b2) / 2
LET st = 0
FOR k = 0 TO 10
LET s3 = 0
FOR i = 0 TO k
LET fa = 1
FOR j = 1 TO i
LET fa = fa * j
NEXT j
LET s3 = s3 + nn ^ i / fa
NEXT i
LET t3 = 1 - EXP(-nn) * s3
LET s4 = 0
FOR M = 0 TO k
LET fa = 1
FOR j = 1 TO M
LET fa = fa * j
NEXT j
LET s4 = s4 + nn ^ M / fa
NEXT M
```

```

LET t4 = 1 - EXP(-nn) * s4
LET st = st + (t3 * t4)
NEXT k
LET em = st / nn
IF (em - efm / 100) < .001 THEN
a2 = nn
ELSE
b2 = nn
END IF
IF b2 - a2 < .001 THEN
si = .000000001#
tt = 100
GOTO ccal
END IF
GOTO ss
END
ccal:
LET he = (si + tt) / 2
LET tf = .115
LET t = .231
LET h = 2.4
LET w = 3
LET h1 = 300
LET l1 = 100
LET w1 = 100
LET ap = ((h1 / (h + t)) * w1 * l1) / 10 ^ 6
LET af1 = SQR((w / 2) ^ 2 + h ^ 2) * l1
LET af2 = (h1 / (h + t)) * (w1 / (w - 2 * tf)) * 2
LET AF = (af1 * af2) / 10 ^ 6
LET AT = AF + ap
LET dh1 = 4 * .5 * (w - 2 * tf) * h

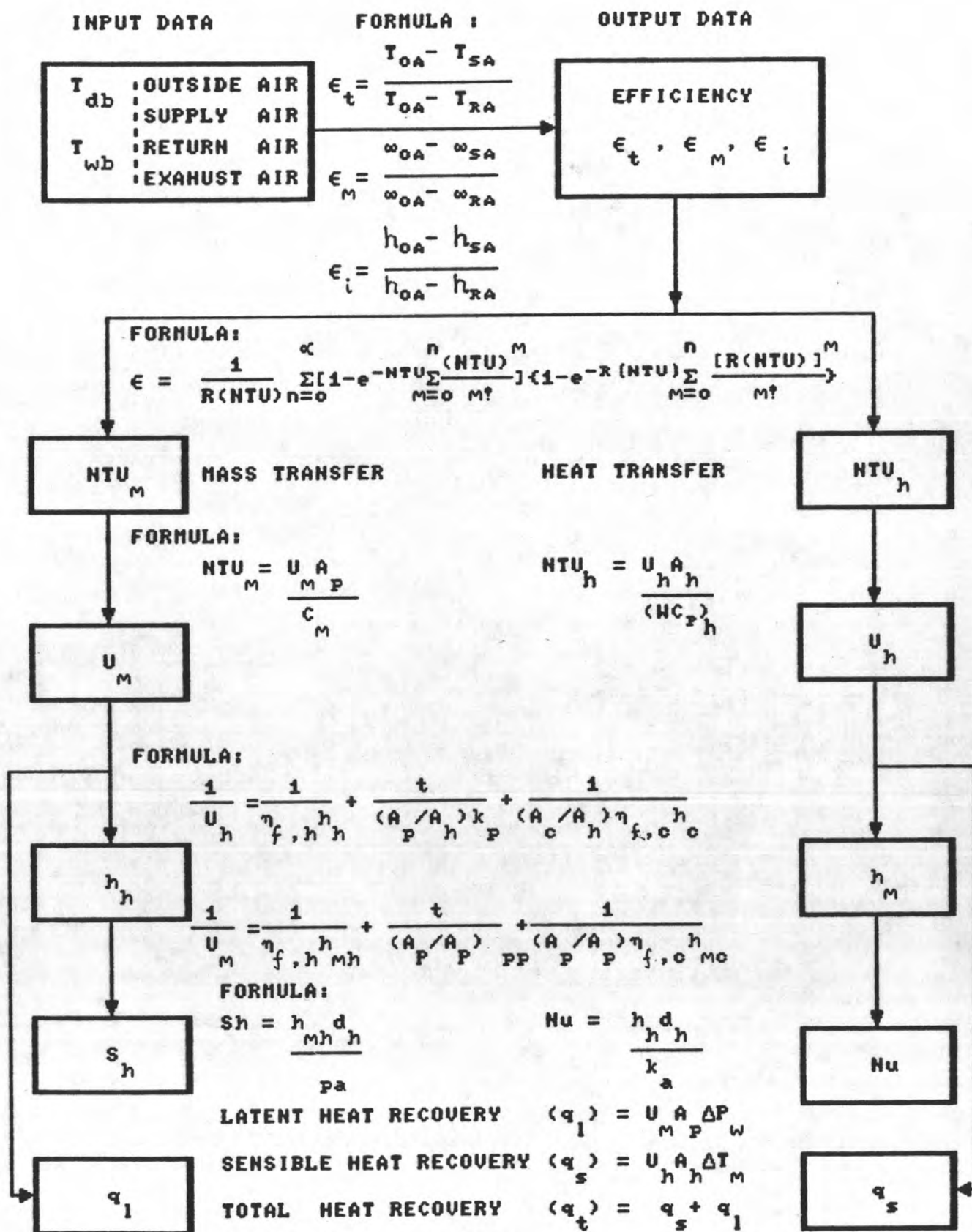
```

```

LET dh2 = SQR((w / 2) ^ 2 + h ^ 2) * 2 + (w - 2 * tf)
LET DH = (dh1 / dh2) / 10 ^ 3
LET v = h * w1 * l1 * (h1 / (2 * (1 * t + h))) / 10 ^ 9
LET kp = 6 * 10 ^ -9
LET l1 = SQR((w / 2) ^ 2 + h ^ 2) / 1000
LET mm = SQR((2 * he) / (kp * tf / 1000))
LET Fm = 1 / (mm * l1)
LET Nt = (AF * Fm + ap) / AT
LET BT = (AF * Fm + ap) / v
LET NF = BT * DH / 4
LET axc = NF * (h1 / (2 * (h + t))) * h * l1 / 10 ^ 6
LET axh = NF * (h1 / (2 * (h + t))) * h * l1 / 10 ^ 6
LET ah = AF * Fm + ap
LET cm = q * 18 / 62.3 / d(1)
LET uhm = nn * cm / ap
LET t1 = ap / he / (ap + Fm * AF)
LET ucm = 1 / (2 * t1 + t / kp / 1000)
IF ucm - uhm < .00000001# THEN
LET lat = ucm * ap * (pp(3) - pp(2)) * 750 / 10 ^ 5 * 2501 * 3600
LET uam = ucm * ap
LET tkp = kp * 1000 / t
LET ham = he * ap
si = he
ELSE
tt = he
END IF
IF tt - si < .0000001 THEN
RETURN
END IF
GOTO ccal
END

```

ผังแสดงขั้นตอนการคำนวณหาค่าต่างๆโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณที่แสดงไว้ข้างล่างนี้เป็นตัวอย่างโดยใช้ข้อมูลของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นมีครีบที่ทำจากกระดาษลอนเล็กปิดบนกระดาษคราฟท์ ที่อัตราการไหลของอากาศภายนอกก่อนเข้าตัวแลกเปลี่ยนความร้อน $0.0083 \text{ m}^3/\text{วินาที}$ และอัตราการไหลของอากาศภายในห้องปรับอากาศก่อนเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน $0.0083 \text{ m}^3/\text{วินาที}$ ข้อมูลที่วัดได้มีดังนี้

ค่าสภาพการนำความร้อนของกระดาษคราฟท์	1.31×10^{-1}	$\text{KJ/hr/m/}^\circ\text{C}$
ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านไอน้ำในกระดาษ	6×10^{-10}	kg/sec/m/mmHg
จำนวนแผ่นเรียบ	115	แผ่น
ความหนาของแผ่นกระดาษ	0.2	mm
พื้นที่แผ่นเรียบ	1.14	m^2
ความยาวของลอน	100	mm
ความสูงของตัวแลกเปลี่ยนความร้อน	300	mm
อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศภายนอกห้องก่อนเข้า (Toa)	35	$^\circ\text{Cdb}$
อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศภายนอกห้องก่อนเข้า (Toa)	32	$^\circ\text{Cwb}$
อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศภายในห้องก่อนเข้า (Tra)	25	$^\circ\text{Cdb}$
อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศภายในห้องก่อนเข้า (Tra)	20	$^\circ\text{Cwb}$
อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศภายนอกห้องตรงทางออก (Tsa)	29.2	$^\circ\text{Cdb}$
อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศภายนอกห้องตรงทางออก (Tsa)	25.9	$^\circ\text{Cwb}$
อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศภายในห้องตรงทางออก (Tea)	30.8	$^\circ\text{Cdb}$
อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศภายในห้องตรงทางออก (Tea)	27.5	$^\circ\text{Cwb}$

การคำนวณจะใช้โปรแกรมหาค่า ประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิ ประสิทธิภาพเชิงความชื้น ประสิทธิภาพเชิงเอนทัลปี ปริมาณความร้อนที่ประหยัดได้ พารามิเตอร์ด้านความร้อน พารามิเตอร์ด้านความชื้น และ กลุ่มตัวแปรไร้มิติซึ่งได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข.

ผลการคำนวณได้แสดงไว้ตั้งแต่ หน้า 96 ถึง 155 ซึ่งแยกออกเป็นผลการคำนวณของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนทั้ง 5 ชนิด ในแต่ละฤดูทั้ง 3 ฤดู ที่อัตราการไหลอากาศต่างกัน 4 ค่าดังต่อไปนี้ หน้า 96 ถึง 107 แสดงผลของลอนเล็ก+คราฟท์ หน้า 108 ถึง 119 แสดงผลของลอนเล็ก+บาง หน้า 120-131 แสดงผลของลอนใหญ่+คราฟท์ หน้า 132-143 แสดงผลของลอนใหญ่+ลอกลาย และ หน้า 144-155 แสดงผลของกระดาษญี่ปุ่น

ผลการทดสอบ SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

```

=====
input data:                outside    return    supply    exhaust
                           air        air       air       air
-----
dry bulb temperature(c)   35         25        29.2      30.8
wet bulb temperature(c)  32         20        25.3      28.1

output data:
-----

1. EFFICIENCY
enthalpy exchange efficiency      62.10    %
temperature heat exchange efficiency 58.00    %
latent heat exchange efficiency    62.73    %

2. HEAT RECOVERY
sensible heat recovery            209.00  KJ/hr.
latent heat recovery              1056.74 KJ/hr.
total heat recovery               1265.74 KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER
overall coefficient                47.24   KJ/m2/hr./c
thermal conductance               60.20   KJ/hr./c
film coefficient                   283.67  KJ/m2/hr./c
conductance of air side           361.51  KJ/hr./c
conductance of paper              567.10  KJ/hr./c
number of heat transfer           1.67
heat transfer area                1.200   m.2

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER
overall coefficient                0.000015 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance               0.000017 kg/sec/mmHg.
film coefficient                   0.000065 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side           0.000074 kg/sec/mmHg.
conductance of paper              0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer           2.17
plate area                        1.140   m.2

5. DIMENSIONLESS GROUP
Reynold number                    77
Nusselt number                    2.38
Sherwood number                   0.000530
Graetz number                     0.847
=====

```

ผลการทดสอบ SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	31	25	27.5	28.5
wet bulb temperature(c)	27	20	23	24.5

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	60.80	%
temperature heat exchange efficiency	58.33	%
latent heat exchange efficiency	61.17	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	126.12	KJ/hr.
latent heat recovery	515.11	KJ/hr.
total heat recovery	641.23	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	48.12	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	61.26	KJ/hr./c
film coefficient	289.81	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	368.93	KJ/hr./c
conductance of paper	567.10	KJ/hr./c
number of heat transfer	1.70	
heat transfer area	1.205	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000014	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000016	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000055	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000063	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	1.98	
plate area	1.140	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	77
Nusselt number	2.43
Sherwood number	0.000447
Graetz number	0.847

=====

ผลการทดสอบ SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                   air        air      air      air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c) 28         25         26.2       26.7
wet bulb temperature(c) 23         20         21.2       21.9
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency 61.79   %
temperature heat exchange efficiency 60.00   %
latent heat exchange efficiency 62.04   %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery      64.86   KJ/hr.
latent heat recovery        185.53  KJ/hr.
total heat recovery         250.39  KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient         52.91   KJ/m2/hr./c
thermal conductance        66.97   KJ/hr./c
film coefficient            323.61  KJ/m2/hr./c
conductance of air side    409.64  KJ/hr./c
conductance of paper       567.10  KJ/hr./c
number of heat transfer    1.86
heat transfer area         1.201   m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient        0.000015 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance       0.000017 kg/sec/mmHg.
film coefficient           0.000063 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side   0.000072 kg/sec/mmHg.
conductance of paper      0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer   2.08
plate area                1.140   m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number            77
Nusselt number            2.71
Sherwood number           0.000510
Graetz number             0.847
  
```

=====

ผลการทดสอบ SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                   air        air      air      air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c) 35        25        30.2      29.8
wet bulb temperature(c) 32        20        26.7      26.7
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency      50.32    %
temperature heat exchange efficiency 48.00    %
latent heat exchange efficiency    50.69    %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery            348.02   KJ/hr.
latent heat recovery              1718.62  KJ/hr.
total heat recovery               2066.64  KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient                58.91    KJ/m2/hr./c
thermal conductance               74.13    KJ/hr./c
film coefficient                   367.07   KJ/m2/hr./c
conductance of air side           461.85   KJ/hr./c
conductance of paper              567.10   KJ/hr./c
number of heat transfer            1.02
heat transfer area                 1.195    m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient                0.000016 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance               0.000018 kg/sec/mmHg.
film coefficient                   0.000079 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side           0.000090 kg/sec/mmHg.
conductance of paper              0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer            1.16
plate area                        1.140    m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                    154
Nusselt number                     3.08
Sherwood number                    0.000640
Graetz number                       1.704
  
```

=====

ผลการทดสอบ SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

```

=====
input data:                outside    return    supply    exhaust
                           air        air       air       air
-----
dry bulb temperature(c)   31         25        28.1      27.8
wet bulb temperature(c)  27         20        23.7      23.7

output data:
-----

1. EFFICIENCY
enthalpy exchange efficiency      50.93    %
temperature heat exchange efficiency 48.33    %
latent heat exchange efficiency   51.31    %

2. HEAT RECOVERY
sensible heat recovery           210.26   KJ/hr.
latent heat recovery             869.36   KJ/hr.
total heat recovery              1079.62  KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER
overall coefficient               59.88    KJ/m2/hr./c
thermal conductance              75.28    KJ/hr./c
film coefficient                  374.19   KJ/m2/hr./c
conductance of air side          470.38   KJ/hr./c
conductance of paper             567.10   KJ/hr./c
number of heat transfer          1.04
heat transfer area               1.192    m.2

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER
overall coefficient               0.000017 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance              0.000019 kg/sec/mmHg.
film coefficient                  0.000089 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side          0.000101 kg/sec/mmHg.
conductance of paper             0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer          1.20
plate area                       1.140    m.2

5. DIMENSIONLESS GROUP
Reynold number                   154
Nusselt number                   3.14
Sherwood number                   0.000720
Graetz number                     1.704
=====

```

ผลการทดลอง SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	28	25	26.5	26.4
wet bulb temperature(c)	23	20	21.5	21.5

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	52.03	%
temperature heat exchange efficiency	50.00	%
latent heat exchange efficiency	52.14	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	108.76	KJ/hr.
latent heat recovery	313.74	KJ/hr.
total heat recovery	422.49	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	65.10	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	81.47	KJ/hr./c
film coefficient	413.13	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	517.00	KJ/hr./c
conductance of paper	567.10	KJ/hr./c
number of heat transfer	1.12	
heat transfer area	1.188	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000017	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000020	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000103	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000117	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	1.24	
plate area	1.140	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	154
Nusselt number	3.47
Sherwood number	0.000835
Graetz number	1.704

=====

ผลการทดสอบ SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
dry bulb temperature(c)	35	25	31.3	28.7
wet bulb temperature(c)	32	20	28.2	25.1

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	37.10	%
temperature heat exchange efficiency	37.00	%
latent heat exchange efficiency	36.90	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	534.93	KJ/hr.
latent heat recovery	2496.03	KJ/hr.
total heat recovery	3030.96	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	71.64	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	89.21	KJ/hr./c
film coefficient	463.24	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	576.84	KJ/hr./c
conductance of paper	567.10	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.62	
heat transfer area	1.191	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000017	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000019	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000092	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000104	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.61	
plate area	1.140	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	308
Nusselt number	3.89
Sherwood number	0.000744
Graetz number	3.399

=====

ผลการทดสอบ SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                    air        air      air      air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c) 31         25         28.8      27.2
wet bulb temperature(c) 27         20         24.6      22.8
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency      37.65    %
temperature heat exchange efficiency 36.67    %
latent heat exchange efficiency    37.59    %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery            318.07  KJ/hr.
latent heat recovery              1270.62 KJ/hr.
total heat recovery               1588.69 KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient                70.45   KJ/m2/hr./c
thermal conductance               87.80   KJ/hr./c
film coefficient                   453.98  KJ/m2/hr./c
conductance of air side           565.79  KJ/hr./c
conductance of paper              567.10  KJ/hr./c
number of heat transfer            0.61
heat transfer area                 1.187   m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient                0.000018 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance               0.000020 kg/sec/mmHg.
film coefficient                   0.000105 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side           0.000120 kg/sec/mmHg.
conductance of paper              0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer            0.63
plate area                        1.140   m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                    308
Nusselt number                    3.81
Sherwood number                   0.000852
Graetz number                     3.399
  
```

```

=====
  
```

ผลการทดสอบ SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

```

=====
input data:          outside  return  supply  exhaust
                    air       air     air     air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c) 28       25       26.9    26.1
wet bulb temperature(c) 23       20       21.9    21.1
  
```

output data:

```

1. EFFICIENCY
enthalpy exchange efficiency          38.21    %
temperature heat exchange efficiency 36.67    %
latent heat exchange efficiency       38.67    %

2. HEAT RECOVERY
sensible heat recovery                159.03   KJ/hr.
latent heat recovery                  463.97   KJ/hr.
total heat recovery                   623.00   KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER
overall coefficient                    70.45    KJ/m2/hr./c
thermal conductance                   87.80    KJ/hr./c
film coefficient                       453.98   KJ/m2/hr./c
conductance of air side                565.79   KJ/hr./c
conductance of paper                   567.10   KJ/hr./c
number of heat transfer                0.61
heat transfer area                     1.183    m.2

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER
overall coefficient                    0.000019 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance                   0.000021 kg/sec/mmHg.
film coefficient                       0.000128 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side                0.000146 kg/sec/mmHg.
conductance of paper                   0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer                0.67
plate area                             1.140    m.2

5. DIMENSIONLESS GROUP
Reynold number                        308
Nusselt number                         3.81
Sherwood number                        0.001037
Graetz number                          3.399
  
```

ผลการทดสอบ SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

```

=====
input data:                outside    return    supply    exhaust
                           air         air       air       air
-----
dry bulb temperature(c)   35         25        31.9      28.1
wet bulb temperature(c)   32         20        29        24.2

output data:
-----

1. EFFICIENCY
enthalpy exchange efficiency      29.62      %
temperature heat exchange efficiency 31.00      %
latent heat exchange efficiency    29.15      %

2. HEAT RECOVERY
sensible heat recovery            672.95    KJ/hr.
latent heat recovery              2961.79   KJ/hr.
total heat recovery               3634.74   KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER
overall coefficient                81.49     KJ/m2/hr./c
thermal conductance              100.83    KJ/hr./c
film coefficient                  541.53    KJ/m2/hr./c
conductance of air side          670.07    KJ/hr./c
conductance of paper             567.10    KJ/hr./c
number of heat transfer          0.46
heat transfer area               1.188     m.2

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER
overall coefficient               0.000017  kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance              0.000020  kg/sec/mmHg.
film coefficient                  0.000101  kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side          0.000115  kg/sec/mmHg.
conductance of paper             0.000026  kg/sec/mmHg.
number of mass transfer          0.42
plate area                       1.140     m.2

5. DIMENSIONLESS GROUP
Reynold number                   462
Nusselt number                   4.54
Sherwood number                  0.000821
Graetz number                    5.103
=====

```




ผลการทดสอบ SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	31	25	29.1	26.8
wet bulb temperature(c)	27	20	25.1	22.3

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	29.63	%
temperature heat exchange efficiency	31.67	%
latent heat exchange efficiency	29.10	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	412.45	KJ/hr.
latent heat recovery	1477.76	KJ/hr.
total heat recovery	1890.21	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	84.19	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	104.01	KJ/hr./c
film coefficient	563.64	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	696.33	KJ/hr./c
conductance of paper	567.10	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.48	
heat transfer area	1.187	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000018	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000020	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000105	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000120	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.42	
plate area	1.140	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	462	
Nusselt number	4.73	
Sherwood number	0.000855	
Graetz number	5.103	

=====

ผลการทดสอบ SMALL CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                   air        air      air      air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c)  28        25        27.1      25.9
wet bulb temperature(c)  23        20        22.1      21
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency  30.89   %
temperature heat exchange efficiency  30.00   %
latent heat exchange efficiency  31.81   %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery      195.37  KJ/hr.
latent heat recovery        573.20  KJ/hr.
total heat recovery         768.57  KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient         77.22   KJ/m2/hr./c
thermal conductance        95.80   KJ/hr./c
film coefficient            507.13  KJ/m2/hr./c
conductance of air side    629.14  KJ/hr./c
conductance of paper       567.10  KJ/hr./c
number of heat transfer    0.44
heat transfer area         1.176   m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient         0.000020 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance        0.000023 kg/sec/mmHg.
film coefficient            0.000181 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side    0.000206 kg/sec/mmHg.
conductance of paper       0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer    0.48
plate area                 1.140   m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number            462
Nusselt number            4.25
Sherwood number           0.001468
Graetz number             5.103
  
```

```

=====
  
```

ผลการทดสอบ SMALL THIN PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                   air        air      air      air
-----

```

```

dry bulb temperature(c) 35          25          29.6        30.4
wet bulb temperature(c) 32          20          25.5        27.9

```

```

output data:
-----

```

```

1. EFFICIENCY
enthalpy exchange efficiency 60.83   %
temperature heat exchange efficiency 54.00   %
latent heat exchange efficiency 61.92   %

2. HEAT RECOVERY
sensible heat recovery      194.59  KJ/hr.
latent heat recovery        1042.97 KJ/hr.
total heat transfer         1331.95 KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER
overall coefficient          39.24   KJ/m2/hr./c
overall conductance         49.11   KJ/hr./c
film coefficient             244.41  KJ/m2/hr./c
conductance of air side     305.88  KJ/hr./c
conductance of paper        491.45  KJ/hr./c
number of heat transfer     1.36
heat transfer area          1.244   m.2

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER
overall coefficient          0.000013 kg/m2/sec/mmHg.
thermal conductance         0.000016 kg/sec/mmHg.
film coefficient             0.000046 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side     0.000056 kg/sec/mmHg.
conductance of paper        0.000030 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer     2.07
plate area                   1.234   m.2

5. DIMENSIONLESS GROUP
Reynold number              60
Nusselt number              2.15
Sherwood number             0.000388
Graetz number               0.69

```

ผลการทดสอบ SMALL THIN PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	31	25	27.7	28.2
wet bulb temperature(c)	27	20	23	24.4

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	61.11	%
temperature heat exchange efficiency	55.00	%
latent heat exchange efficiency	62.50	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	118.92	KJ/hr.
latent heat recovery	526.13	KJ/hr.
total heat transfer	713.08	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	41.26	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	51.62	KJ/hr./c
film coefficient	258.27	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	323.09	KJ/hr./c
conductance of paper	491.45	KJ/hr./c
number of heat transfer	1.43	
heat transfer area	1.244	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000014	kg/m ² /sec/mmHg.
thermal conductance	0.000017	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000050	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000061	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000030	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	2.14	
plate area	1.234	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	60
Nusselt number	2.27
Sherwood number	0.000422
Graetz number	0.69

=====

ผลการทดสอบ SMALL THIN PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                   air        air      air      air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c)  28          25          26.4        26.6
wet bulb temperature(c)  23          20          21.2        21.8
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency      62.60    %
temperature heat exchange efficiency 53.33    %
latent heat exchange efficiency    65.74    %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery           57.66    KJ/hr.
latent heat recovery             196.48    KJ/hr.
total heat transfer              295.20    KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient              37.97    KJ/m2/hr./c
thermal conductance             47.53    KJ/hr./c
film coefficient                 235.72    KJ/m2/hr./c
conductance of air side         295.09    KJ/hr./c
conductance of paper            491.45    KJ/hr./c
number of heat transfer         1.32
heat transfer area              1.242    m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient              0.000017 kg/m2/sec/mmHg.
thermal conductance             0.000021 kg/sec/mmHg.
film coefficient                 0.000075 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side         0.000092 kg/sec/mmHg.
conductance of paper            0.000030 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer         2.59
plate area                      1.234    m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                  60
Nusselt number                  2.07
Sherwood number                 0.000635
Graetz number                   0.69
  
```

=====

ผลการทดสอบ SMALL THIN PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	35	25	30.5	29.5
wet bulb temperature(c)	32	20	26.9	26.5

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	48.89	%
temperature heat exchange efficiency	45.00	%
latent heat exchange efficiency	49.43	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	326.27	KJ/hr.
latent heat recovery	1675.67	KJ/hr.
total heat transfer	1911.67	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	51.71	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	64.57	KJ/hr./c
film coefficient	331.95	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	414.53	KJ/hr./c
conductance of paper	491.45	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.89	
heat transfer area	1.244	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000014	kg/m ² /sec/mmHg.
thermal conductance	0.000017	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000051	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000063	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000030	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	1.09	
plate area	1.234	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	120
Nusselt number	2.92
Sherwood number	0.000433
Graetz number	1.38

=====

ผลการทดลอง SMALL THIN PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	31	25	28.3	27.7
wet bulb temperature(c)	27	20	23.8	23.6

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	49.69	%
temperature heat exchange efficiency	45.00	%
latent heat exchange efficiency	50.62	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	195.76	KJ/hr.
latent heat recovery	857.68	KJ/hr.
total heat transfer	1033.79	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	51.71	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	64.57	KJ/hr./c
film coefficient	331.95	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	414.53	KJ/hr./c
conductance of paper	491.45	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.89	
heat transfer area	1.243	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000015	kg/m ² /sec/mmHg.
thermal conductance	0.000018	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000058	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000072	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000030	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	1.16	
plate area	1.234	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	120
Nusselt number	2.92
Sherwood number	0.000496
Graetz number	1.38

=====

ผลการทดสอบ SMALL THIN PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	28	25	26.6	26.3
wet bulb temperature(c)	23	20	21.6	21.5

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	47.97	%
temperature heat exchange efficiency	46.67	%
latent heat exchange efficiency	48.80	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	101.51	KJ/hr.
latent heat recovery	293.64	KJ/hr.
total heat transfer	392.96	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	55.85	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	69.70	KJ/hr./c
film coefficient	362.19	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	452.03	KJ/hr./c
conductance of paper	491.45	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.96	
heat transfer area	1.244	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000014	kg/m ² /sec/mmHg.
thermal conductance	0.000017	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000050	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000062	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000030	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	1.06	
plate area	1.234	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	120
Nusselt number	3.18
Sherwood number	0.000428
Graetz number	1.38

=====

ผลการทดสอบ SMALL THIN PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	35	25	31.6	28.4
wet bulb temperature(c)	32	20	28.3	25

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	36.46	%
temperature heat exchange efficiency	34.00	%
latent heat exchange efficiency	36.71	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	491.56	KJ/hr.
latent heat recovery	2482.52	KJ/hr.
total heat transfer	2666.42	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	62.20	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	77.57	KJ/hr./c
film coefficient	409.70	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	510.93	KJ/hr./c
conductance of paper	491.45	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.54	
heat transfer area	1.243	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000015	kg/m ² /sec/mmHg.
thermal conductance	0.000019	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000062	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000077	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000030	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.61	
plate area	1.234	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	239
Nusselt number	3.60
Sherwood number	0.000531
Graetz number	2.76

=====

ผลการทดสอบ SMALL THIN PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	31	25	28.9	27
wet bulb temperature(c)	27	20	24.7	22.7

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	36.11	%
temperature heat exchange efficiency	35.00	%
latent heat exchange efficiency	36.18	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	303.61	KJ/hr.
latent heat recovery	1222.77	KJ/hr.
total heat transfer	1402.00	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	65.19	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	81.27	KJ/hr./c
film coefficient	432.59	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	539.30	KJ/hr./c
conductance of paper	491.45	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.56	
heat transfer area	1.243	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000015	kg/m ² /sec/mmHg.
thermal conductance	0.000019	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000061	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000075	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000030	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.59	
plate area	1.234	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	239
Nusselt number	3.80
Sherwood number	0.000520
Graetz number	2.76

=====

ผลการทดสอบ SMALL THIN PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
dry bulb temperature(c)	28	25	27	26
wet bulb temperature(c)	23	20	22	21.1
output data:				
1. EFFICIENCY				
enthalpy exchange efficiency		34.96	%	
temperature heat exchange efficiency		33.33	%	
latent heat exchange efficiency		35.25	%	
2. HEAT RECOVERY				
sensible heat recovery		144.58	KJ/hr.	
latent heat recovery		422.97	KJ/hr.	
total heat transfer		530.45	KJ/hr.	
3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER				
overall coefficient		60.20	KJ/m ² /hr./c	
thermal conductance		75.09	KJ/hr./c	
film coefficient		394.62	KJ/m ² /hr./c	
conductance of air side		492.24	KJ/hr./c	
conductance of paper		491.45	KJ/hr./c	
number of heat transfer		0.52		
heat transfer area		1.243	m. ²	
4. PARAMETER OF MASS TRANSFER				
overall coefficient		0.000015	kg/m ² /sec/mmHg.	
thermal conductance		0.000018	kg/sec/mmHg.	
film coefficient		0.000057	kg/m ² /sec/mmHg.	
conductance of air side		0.000070	kg/sec/mmHg.	
conductance of paper		0.000030	kg/sec/mmHg.	
number of mass transfer		0.57		
plate area		1.234	m. ²	
5. DIMENSIONLESS GROUP				
Reynold number		239		
Nusselt number		3.47		
Sherwood number		0.000485		
Graetz number		2.76		

ผลการทดสอบ SMALL THIN PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	35	25	32.2	27.8
wet bulb temperature(c)	32	20	29.1	24.1

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	28.82	%
temperature heat exchange efficiency	28.00	%
latent heat exchange efficiency	28.92	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	607.82	KJ/hr.
latent heat recovery	2937.64	KJ/hr.
total heat transfer	3116.18	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	69.65	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	86.79	KJ/hr./c
film coefficient	467.27	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	582.27	KJ/hr./c
conductance of paper	491.45	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.40	
heat transfer area	1.243	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000016	kg/m ² /sec/mmHg.
thermal conductance	0.000020	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000067	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000082	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000030	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.42	
plate area	1.234	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	359
Nusselt number	4.10
Sherwood number	0.000567
Graetz number	4.14

=====

ผลการทดสอบ SMALL THIN PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	31	25	29.3	26.7
wet bulb temperature(c)	27	20	25.2	22.2

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	28.40	%
temperature heat exchange efficiency	28.33	%
latent heat exchange efficiency	28.32	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	369.04	KJ/hr.
latent heat recovery	1437.27	KJ/hr.
total heat transfer	1627.94	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	70.72	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	88.11	KJ/hr./c
film coefficient	475.71	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	592.73	KJ/hr./c
conductance of paper	491.45	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.41	
heat transfer area	1.243	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000016	kg/m ² /sec/mmHg.
thermal conductance	0.000019	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000065	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000080	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000030	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.41	
plate area	1.234	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	359
Nusselt number	4.18
Sherwood number	0.000548
Graetz number	4.14

=====

ผลการทดสอบ SMALL THIN PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

```

=====
input data:                outside  return  supply  exhaust
                           air       air     air     air
-----
dry bulb temperature(c)  28       25      27.2    25.8
wet bulb temperature(c)  23       20      22.2    21
  
```

output data:

```

-----
1. EFFICIENCY
enthalpy exchange efficiency  27.64  %
temperature heat exchange efficiency  26.67  %
latent heat exchange efficiency  28.36  %

2. HEAT RECOVERY
sensible heat recovery      173.66  KJ/hr.
latent heat recovery        510.98  KJ/hr.
total heat transfer        630.65  KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER
overall coefficient          64.94  KJ/m2/hr./c
thermal conductance         80.96  KJ/hr./c
film coefficient            430.63  KJ/m2/hr./c
conductance of air side     536.86  KJ/hr./c
conductance of paper        491.45  KJ/hr./c
number of heat transfer     0.37
heat transfer area         1.243  m.2

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER
overall coefficient          0.000016  kg/m2/sec/mmHg.
thermal conductance         0.000020  kg/sec/mmHg.
film coefficient            0.000066  kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side     0.000082  kg/sec/mmHg.
conductance of paper        0.000030  kg/sec/mmHg.
number of mass transfer     0.41
plate area                  1.234  m.2

5. DIMENSIONLESS GROUP
Reynold number              359
Nusselt number              3.78
Sherwood number             0.000562
Graetz number               4.14
  
```

ผลการทดสอบ LARGE CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                   air        air      air      air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c)  35         25         30.3       29.7
wet bulb temperature(c)  32         20         26.4       27
  
```

```

output data:
-----
  
```

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency      53.34   %
temperature heat exchange efficiency 47.00   %
latent heat exchange efficiency    54.40   %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery            169.37  KJ/hr.
latent heat recovery              916.33  KJ/hr.
total heat recovery               1085.69 KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient                41.65   KJ/m2/hr./c
thermal conductance               35.17   KJ/hr./c
film coefficient                   245.22  KJ/m2/hr./c
conductance of air side           207.09  KJ/hr./c
conductance of paper              567.10  KJ/hr./c
number of heat transfer            0.98
heat transfer area                 0.810   m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient                0.000014 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance               0.000011 kg/sec/mmHg.
film coefficient                   0.000057 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side           0.000045 kg/sec/mmHg.
conductance of paper              0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer            1.39
plate area                        0.783   m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                    106
Nusselt number                     3.21
Sherwood number                    0.000723
Greatz number                       1.836
  
```

```

=====
  
```

ผลการทดสอบ LARGE CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

```

=====
input data:                outside    return    supply    exhaust
                           air         air       air       air

```

```

-----
dry bulb temperature(c)    31         25         28.2       27.8
wet bulb temperature(c)    27         20         23.6       24

```

```

output data:
-----

```

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency    52.78    %
temperature heat exchange efficiency 46.67    %
latent heat exchange efficiency  53.97    %

```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery          100.90   KJ/hr.
latent heat recovery            454.38   KJ/hr.
total heat recovery             555.28   KJ/hr.

```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient            40.99    KJ/m2/hr./c
thermal conductance           34.64    KJ/hr./c
film coefficient               240.92   KJ/m2/hr./c
conductance of air side       203.58   KJ/hr./c
conductance of paper          567.10   KJ/hr./c
number of heat transfer        0.96
heat transfer area            0.811    m.2

```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient            0.000014 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance           0.000011 kg/sec/mmHg.
film coefficient               0.000056 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side       0.000044 kg/sec/mmHg.
conductance of paper          0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer        1.36
plate area                    0.783    m.2

```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                106
Nusselt number                 3.16
Sherwood number                0.000711
Greatz number                  1.836

```

```

=====

```


ผลการทดลอง LARGE CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	28	25	26.7	26.3
wet bulb temperature(c)	23	20	21.7	21.3

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	44.72	%
temperature heat exchange efficiency	43.33	%
latent heat exchange efficiency	45.44	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	46.85	KJ/hr.
latent heat recovery	135.90	KJ/hr.
total heat recovery	182.75	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	34.92	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	29.71	KJ/hr./c
film coefficient	201.42	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	171.38	KJ/hr./c
conductance of paper	567.10	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.82	
heat transfer area	0.822	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000009	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000007	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000027	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000021	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.91	
plate area	0.783	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	106
Nusselt number	2.64
Sherwood number	0.000346
Greatz number	1.836

=====

ผลการทดสอบ LARGE CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	35	25	31.4	28.6
wet bulb temperature(c)	32	20	27.9	25.5

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	40.13	%
temperature heat exchange efficiency	36.00	%
latent heat exchange efficiency	40.82	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	261.02	KJ/hr.
latent heat recovery	1384.14	KJ/hr.
total heat recovery	1645.16	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	50.97	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	42.71	KJ/hr./c
film coefficient	308.17	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	258.21	KJ/hr./c
conductance of paper	567.10	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.59	
heat transfer area	0.808	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000015	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000012	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000066	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000051	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.74	
plate area	0.783	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	214
Nusselt number	4.04
Sherwood number	0.000834
Greatz number	3.694

=====

ผลการทดสอบ LARGE CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	31	25	28.8	27.1
wet bulb temperature(c)	27	20	24.4	23

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	41.05	%
temperature heat exchange efficiency	36.67	%
latent heat exchange efficiency	41.73	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	159.51	KJ/hr.
latent heat recovery	707.08	KJ/hr.
total heat recovery	866.58	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	52.62	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	44.03	KJ/hr./c
film coefficient	319.56	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	267.43	KJ/hr./c
conductance of paper	567.10	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.61	
heat transfer area	0.807	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000016	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000012	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000075	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000059	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.77	
plate area	0.783	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	214
Nusselt number	4.19
Sherwood number	0.000950
Greatz number	3.694

=====



ผลการทดสอบ LARGE CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
dry bulb temperature(c)	28	25	26.9	26.1
wet bulb temperature(c)	23	20	21.8	21.3

output data:

1. EFFICIENCY			
enthalpy exchange efficiency		42.28	%
temperature heat exchange efficiency		36.67	%
latent heat exchange efficiency		43.92	%
2. HEAT RECOVERY			
sensible heat recovery		79.76	KJ/hr.
latent heat recovery		264.16	KJ/hr.
total heat recovery		343.91	KJ/hr.
3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER			
overall coefficient		52.62	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance		44.03	KJ/hr./c
film coefficient		319.56	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side		267.43	KJ/hr./c
conductance of paper		567.10	KJ/hr./c
number of heat transfer		0.61	
heat transfer area		0.804	m. ²
4. PARAMETER OF MASS TRANSFER			
overall coefficient		0.000017	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance		0.000014	kg/sec/mmHg.
film coefficient		0.000101	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side		0.000079	kg/sec/mmHg.
conductance of paper		0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer		0.85	
plate area		0.783	m. ²
5. DIMENSIONLESS GROUP			
Reynold number		214	
Nusselt number		4.19	
Sherwood number		0.001285	
Greatz number		3.694	

=====

ผลการทดลอง LARGE CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	35	25	32.4	27.6
wet bulb temperature(c)	32	20	29.3	23.8

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	27.07	%
temperature heat exchange efficiency	26.00	%
latent heat exchange efficiency	27.09	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	375.90	KJ/hr.
latent heat recovery	1832.89	KJ/hr.
total heat recovery	2208.78	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	62.48	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	51.98	KJ/hr./c
film coefficient	389.55	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	324.03	KJ/hr./c
conductance of paper	567.10	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.36	
heat transfer area	0.807	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000015	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000012	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000071	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000056	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.38	
plate area	0.783	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	427
Nusselt number	5.10
Sherwood number	0.000903
Greatz number	7.365

=====

ผลการทดสอบ LARGE CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                   air        air      air      air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c)  31        25        29.4      26.5
wet bulb temperature(c)  27        20        25.3      22
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency  26.85   %
temperature heat exchange efficiency  26.67   %
latent heat exchange efficiency  26.85   %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery        231.32  KJ/hr.
latent heat recovery          907.76  KJ/hr.
total heat recovery           1139.08 KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient           64.90   KJ/m2/hr./c
thermal conductance          53.92   KJ/hr./c
film coefficient              407.15  KJ/m2/hr./c
conductance of air side      338.24  KJ/hr./c
conductance of paper         567.10  KJ/hr./c
number of heat transfer      0.37
heat transfer area           0.807   m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient           0.000015 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance          0.000012 kg/sec/mmHg.
film coefficient              0.000071 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side      0.000056 kg/sec/mmHg.
conductance of paper         0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer      0.38
plate area                    0.783   m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number               427
Nusselt number                5.33
Sherwood number               0.000903
Greatz number                  7.365
  
```

=====

ผลการทดสอบ LARGE CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	28	25	27	26
wet bulb temperature(c)	23	20	22	21.1

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	34.96	%
temperature heat exchange efficiency	33.33	%
latent heat exchange efficiency	35.25	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	144.58	KJ/hr.
latent heat recovery	422.97	KJ/hr.
total heat recovery	567.55	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	91.36	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	75.09	KJ/hr./c
film coefficient	612.53	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	503.46	KJ/hr./c
conductance of paper	567.10	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.52	
heat transfer area	0.793	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000023	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000018	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000428	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000335	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.57	
plate area	0.783	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	427
Nusselt number	8.02
Sherwood number	0.005419
Greatz number	7.365

=====

ผลการทดสอบ LARGE CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

```

=====
input data:                outside    return    supply    exhaust
                           air         air       air       air
-----
dry bulb temperature(c)    35         25        32.9      27.1
wet bulb temperature(c)    32         20        29.9      23.1

output data:
-----

1. EFFICIENCY
enthalpy exchange efficiency    21.18      %
temperature heat exchange efficiency 21.00      %
latent heat exchange efficiency  21.15      %

2. HEAT RECOVERY
sensible heat recovery          455.87    KJ/hr.
latent heat recovery            2148.71   KJ/hr.
total heat recovery             2604.57   KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER
overall coefficient              70.86     KJ/m2/hr./c
thermal conductance             58.70     KJ/hr./c
film coefficient                 451.33    KJ/m2/hr./c
conductance of air side         373.86    KJ/hr./c
conductance of paper            567.10    KJ/hr./c
number of heat transfer         0.27
heat transfer area              0.805     m.2

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER
overall coefficient              0.000016  kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance             0.000013  kg/sec/mmHg.
film coefficient                 0.000086  kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side         0.000067  kg/sec/mmHg.
conductance of paper            0.000026  kg/sec/mmHg.
number of mass transfer         0.27
plate area                      0.783     m.2

5. DIMENSIONLESS GROUP
Reynold number                  641
Nusselt number                   5.91
Sherwood number                  0.001087
Greatz number                    11.059
=====

```


ผลการทดสอบ LARGE CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

```

=====
input data:                outside air    return air    supply air    exhaust air
-----
dry bulb temperature(c)   31          25           29.7         26.3
wet bulb temperature(c)   27          20           25.7         21.7

output data:
-----

1. EFFICIENCY
enthalpy exchange efficiency 20.68      %
temperature heat exchange efficiency 21.67      %
latent heat exchange efficiency 20.25      %

2. HEAT RECOVERY
sensible heat recovery      282.20    KJ/hr.
latent heat recovery        1028.00   KJ/hr.
total heat recovery         1310.21   KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER
overall coefficient          73.84     KJ/m2/hr./c
thermal conductance         61.08     KJ/hr./c
film coefficient             473.84    KJ/m2/hr./c
conductance of air side     391.99    KJ/hr./c
conductance of paper        567.10    KJ/hr./c
number of heat transfer     0.28
heat transfer area          0.807     m.2

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER
overall coefficient          0.000016 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance         0.000012 kg/sec/mmHg.
film coefficient             0.000077 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side     0.000060 kg/sec/mmHg.
conductance of paper        0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer     0.26
plate area                   0.783     m.2

5. DIMENSIONLESS GROUP
Reynold number              641
Nusselt number              6.21
Sherwood number             0.000971
Greatz number               11.059
=====

```

ผลการทดสอบ LARGE CRAFT PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	28	25	27.4	25.6
wet bulb temperature(c)	23	20	22.4	20.7

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	21.14	%
temperature heat exchange efficiency	20.00	%
latent heat exchange efficiency	21.39	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	130.25	KJ/hr.
latent heat recovery	385.45	KJ/hr.
total heat recovery	515.70	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	66.56	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	55.25	KJ/hr./c
film coefficient	419.37	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	348.09	KJ/hr./c
conductance of paper	567.10	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.25	
heat transfer area	0.804	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000017	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000013	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000095	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000074	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.28	
plate area	0.783	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	641
Nusselt number	5.49
Sherwood number	0.001202
Greatz number	11.059

=====

ผลการทดสอบ LARGE COPY PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

```

=====
input data:          outside    return    supply    exhaust
                   air         air       air       air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c) 35         25         30.6       29.4
wet bulb temperature(c) 32         20         26.6       26.8
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency 51.75    %
temperature heat exchange efficiency 44.00    %
latent heat exchange efficiency 53.16    %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery      158.56   KJ/hr.
latent heat recovery        895.43   KJ/hr.
total heat recovery         1053.89  KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient          36.73    KJ/m2/hr./c
thermal conductance         30.64    KJ/hr./c
film coefficient             225.54   KJ/m2/hr./c
conductance of air side     188.16   KJ/hr./c
conductance of paper        431.25   KJ/hr./c
number of heat transfer     0.85
heat transfer area          0.828    m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient          0.000012 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance         0.000010 kg/sec/mmHg.
film coefficient             0.000047 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side     0.000038 kg/sec/mmHg.
conductance of paper        0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer     1.31
plate area                   0.821    m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number              91
Nusselt number              3.03
Sherwood number             0.000606
Greatz number               1.62
  
```

=====

ผลการทดสอบ LARGE COPY PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                   air        air      air      air
-----
dry bulb temperature(c) 31        25        28.4     27.6
wet bulb temperature(c) 27        20        23.7     23.8

```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency      51.54    %
temperature heat exchange efficiency 43.33    %
latent heat exchange efficiency    53.29    %

```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery           93.69   KJ/hr.
latent heat recovery             448.64  KJ/hr.
total heat recovery              542.33  KJ/hr.

```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient              35.61   KJ/m2/hr./c
thermal conductance             29.71   KJ/hr./c
film coefficient                 217.99  KJ/m2/hr./c
conductance of air side         181.91  KJ/hr./c
conductance of paper            431.25  KJ/hr./c
number of heat transfer         0.82
heat transfer area              0.828   m.2

```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient              0.000013 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance             0.000010 kg/sec/mmHg.
film coefficient                 0.000049 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side         0.000040 kg/sec/mmHg.
conductance of paper            0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer         1.32
plate area                      0.821   m.2

```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                  91
Nusselt number                  2.93
Sherwood number                 0.000630
Greatz number                   1.62

```

```

=====

```

ผลการทดสอบ LARGE COPY PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	28	25	26.7	26.3
wet bulb temperature(c)	23	20	21.5	21.6

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	52.85	%
temperature heat exchange efficiency	43.33	%
latent heat exchange efficiency	55.84	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	46.85	KJ/hr.
latent heat recovery	166.89	KJ/hr.
total heat recovery	213.74	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	35.61	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	29.71	KJ/hr./c
film coefficient	217.99	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	181.91	KJ/hr./c
conductance of paper	431.25	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.82	
heat transfer area	0.827	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000015	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000012	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000064	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000053	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	1.49	
plate area	0.821	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	91
Nusselt number	2.93
Sherwood number	0.000836
Greatz number	1.62

=====

ผลการทดสอบ LARGE COPY PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	35	25	31.7	28.3
wet bulb temperature(c)	32	20	28.1	25.2

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	38.54	%
temperature heat exchange efficiency	33.00	%
latent heat exchange efficiency	39.45	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	239.27	KJ/hr.
latent heat recovery	1337.46	KJ/hr.
total heat recovery	1576.73	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	44.47	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	37.04	KJ/hr./c
film coefficient	279.10	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	232.45	KJ/hr./c
conductance of paper	431.25	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.51	
heat transfer area	0.828	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000013	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000011	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000052	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000043	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.69	
plate area	0.821	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	184
Nusselt number	3.75
Sherwood number	0.000681
Greatz number	3.25

=====

ผลการทดสอบ LARGE COPY PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

```

=====
input data:          outside    return    supply    exhaust
                   air         air       air       air
-----
dry bulb temperature(c) 31         25         29         27
wet bulb temperature(c) 27         20         24.6       22.9

output data:
-----

1. EFFICIENCY
enthalpy exchange efficiency      37.96      %
temperature heat exchange efficiency 33.33      %
latent heat exchange efficiency    38.93      %

2. HEAT RECOVERY
sensible heat recovery            145.01    KJ/hr.
latent heat recovery              659.51    KJ/hr.
total heat recovery               804.52    KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER
overall coefficient                45.22     KJ/m2/hr./c
thermal conductance               37.66     KJ/hr./c
film coefficient                   284.40    KJ/m2/hr./c
conductance of air side           236.84    KJ/hr./c
conductance of paper              431.25    KJ/hr./c
number of heat transfer           0.52
heat transfer area                0.828     m.2

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER
overall coefficient                0.000013  kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance               0.000011  kg/sec/mmHg.
film coefficient                   0.000052  kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side           0.000042  kg/sec/mmHg.
conductance of paper              0.000026  kg/sec/mmHg.
number of mass transfer           0.67
plate area                        0.821     m.2

5. DIMENSIONLESS GROUP
Reynold number                    184
Nusselt number                     3.82
Sherwood number                    0.000669
Greatz number                       3.25
=====

```

ผลการทดสอบ LARGE COPY PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

```

=====
input data:          outside    return    supply    exhaust
                   air         air       air       air
-----
dry bulb temperature(c) 28         25         27         26
wet bulb temperature(c) 23         20         21.9       21.2

output data:
-----

1. EFFICIENCY
enthalpy exchange efficiency      39.02      %
temperature heat exchange efficiency 33.33      %
latent heat exchange efficiency    40.52      %

2. HEAT RECOVERY
sensible heat recovery           72.50      KJ/hr.
latent heat recovery             243.72     KJ/hr.
total heat recovery              316.23     KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER
overall coefficient               45.22      KJ/m2/hr./c
thermal conductance              37.66      KJ/hr./c
film coefficient                  284.40     KJ/m2/hr./c
conductance of air side          236.84     KJ/hr./c
conductance of paper             431.25     KJ/hr./c
number of heat transfer          0.52
heat transfer area               0.827      m.2

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER
overall coefficient               0.000014   kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance              0.000012   kg/sec/mmHg.
film coefficient                  0.000061   kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side          0.000050   kg/sec/mmHg.
conductance of paper             0.000026   kg/sec/mmHg.
number of mass transfer          0.73
plate area                       0.821      m.2

5. DIMENSIONLESS GROUP
Reynold number                   184
Nusselt number                   3.82
Sherwood number                  0.000795
Greatz number                    3.25
=====

```


***** LARGE COPY PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                    air        air      air      air
-----
dry bulb temperature(c) 35        25        32.6     27.4
wet bulb temperature(c) 32        20        28.4     23.7
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency      26.27   %
temperature heat exchange efficiency 24.00   %
latent heat exchange efficiency    26.51   %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery           346.98  KJ/hr.
latent heat recovery             1793.18 KJ/hr.
total heat recovery              2140.16 KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient              55.94   KJ/m2/hr./c
thermal conductance             46.50   KJ/hr./c
film coefficient                 362.51  KJ/m2/hr./c
conductance of air side         301.37  KJ/hr./c
conductance of paper            431.25  KJ/hr./c
number of heat transfer         0.32
heat transfer area              0.827   m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient              0.000014 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance             0.000012 kg/sec/mmHg.
film coefficient                 0.000060 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side         0.000049 kg/sec/mmHg.
conductance of paper            0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer         0.37
plate area                      0.821   m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                  367
Nusselt number                  4.87
Sherwood number                 0.000780
Greatz number                   6.48
  
```

=====

ผลการทดลอง LARGE COPY PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

```

=====
input data:                outside    return    supply    exhaust
                           air         air       air       air
-----
dry bulb temperature(c)  31         25        29.6      26.4
wet bulb temperature(c)  27         20        25.4      22

output data:
-----

1. EFFICIENCY
enthalpy exchange efficiency      25.62      %
temperature heat exchange efficiency 23.33      %
latent heat exchange efficiency    26.05      %

2. HEAT RECOVERY
sensible heat recovery            202.41    KJ/hr.
latent heat recovery              880.23    KJ/hr.
total heat recovery               1082.64   KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER
overall coefficient                54.01     KJ/m2/hr./c
thermal conductance               44.92     KJ/hr./c
film coefficient                   348.14    KJ/m2/hr./c
conductance of air side           289.51    KJ/hr./c
conductance of paper              431.25    KJ/hr./c
number of heat transfer           0.31
heat transfer area                0.827     m.2

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER
overall coefficient                0.000014 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance               0.000011 kg/sec/mmHg.
film coefficient                   0.000059 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side           0.000048 kg/sec/mmHg.
conductance of paper              0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer           0.36
plate area                        0.821     m.2

5. DIMENSIONLESS GROUP
Reynold number                    367
Nusselt number                    4.68
Sherwood number                   0.000763
Greatz number                     6.48
=====

```

ผลการทดสอบ LARGE COPY PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	28	25	27.3	25.7
wet bulb temperature(c)	23	20	22.2	20.8

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	28.46	%
temperature heat exchange efficiency	23.33	%
latent heat exchange efficiency	30.21	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	101.20	KJ/hr.
latent heat recovery	362.35	KJ/hr.
total heat recovery	463.55	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	54.01	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	44.92	KJ/hr./c
film coefficient	348.14	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	289.51	KJ/hr./c
conductance of paper	431.25	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.31	
heat transfer area	0.826	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000017	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000014	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000102	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000084	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.45	
plate area	0.821	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	367
Nusselt number	4.68
Sherwood number	0.001329
Greatz number	6.48

=====

ผลการทดสอบ LARGE COPY PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                   air        air      air      air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c) 35        25        33.1      26.9
wet bulb temperature(c) 32        20        30        22.9
  
```

```

output data:
-----
  
```

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency      20.38    %
temperature heat exchange efficiency 19.00    %
latent heat exchange efficiency   20.53    %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery           412.45  KJ/hr.
latent heat recovery             2085.94 KJ/hr.
total heat recovery              2498.39 KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient              62.37   KJ/m2/hr./c
thermal conductance             51.81   KJ/hr./c
film coefficient                 411.58  KJ/m2/hr./c
conductance of air side         341.90  KJ/hr./c
conductance of paper            431.25  KJ/hr./c
number of heat transfer         0.24
heat transfer area              0.827   m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient              0.000015 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance             0.000012 kg/sec/mmHg.
film coefficient                 0.000070 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side         0.000057 kg/sec/mmHg.
conductance of paper            0.000026 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer         0.26
plate area                      0.821   m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                  551
Nusselt number                  5.53
Sherwood number                 0.000908
Greatz number                   9.73
  
```

```

=====
  
```

ผลการทดสอบ LARGE COPY PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

```

=====
input data:                outside    return    supply    exhaust
                           air         air       air       air
-----
dry bulb temperature(c)   31         25        29.9      26.1
wet bulb temperature(c)   27         20        25.7      21.6

output data:
-----

1. EFFICIENCY
enthalpy exchange efficiency      20.99      %
temperature heat exchange efficiency 18.33      %
latent heat exchange efficiency   21.58      %

2. HEAT RECOVERY
sensible heat recovery           238.79    KJ/hr.
latent heat recovery             1095.00   KJ/hr.
total heat recovery              1333.78   KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER
overall coefficient              59.47     KJ/m2/hr./c
thermal conductance             49.42     KJ/hr./c
film coefficient                 389.29    KJ/m2/hr./c
conductance of air side         323.50    KJ/hr./c
conductance of paper            431.25    KJ/hr./c
number of heat transfer         0.23
heat transfer area              0.826     m.2

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER
overall coefficient              0.000016  kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance             0.000013  kg/sec/mmHg.
film coefficient                 0.000084  kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side         0.000069  kg/sec/mmHg.
conductance of paper            0.000026  kg/sec/mmHg.
number of mass transfer         0.28
plate area                      0.821     m.2

5. DIMENSIONLESS GROUP
Reynold number                  551
Nusselt number                  5.23
Sherwood number                 0.001097
Greatz number                   9.73
=====

```

ผลการทดสอบ LARGE COPY PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	28	25	27.4	25.6
wet bulb temperature(c)	23	20	22.4	20.7

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	21.14	%
temperature heat exchange efficiency	20.00	%
latent heat exchange efficiency	21.39	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	130.25	KJ/hr.
latent heat recovery	385.45	KJ/hr.
total heat recovery	515.70	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	66.54	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	55.25	KJ/hr./c
film coefficient	444.42	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	369.01	KJ/hr./c
conductance of paper	431.25	KJ/hr./c
number of heat transfer	0.25	
heat transfer area	0.826	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000016	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000013	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000084	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000069	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000026	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.28	
plate area	0.821	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	551
Nusselt number	5.97
Sherwood number	0.001088
Greatz number	9.73

=====

ผลการทดสอบ JANPANESE PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

```

=====
input data:                outside    return    supply    exhaust
                           air         air       air       air
-----
dry bulb temperature(c)   35         25        28.7      31.3
wet bulb temperature(c)   32         20        25        28.3

```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency    64.17    %
temperature heat exchange efficiency 63.00    %
latent heat exchange efficiency   64.25    %

```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery          227.02   KJ/hr.
latent heat recovery            1082.45  KJ/hr.
total heat recovery              1309.47  KJ/hr.

```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient              55.85    KJ/m2/hr./c
thermal conductance              79.29    KJ/hr./c
film coefficient                 272.65   KJ/m2/hr./c
conductance of air side          387.09   KJ/hr./c
conductance of paper             920.00   KJ/hr/c
number of heat transfer          2.20
heat transfer area               1.364    m.2

```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient              0.000014 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance              0.000018 kg/sec/mmHg.
film coefficient                 0.000060 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side          0.000079 kg/sec/mmHg.
conductance of paper             0.000025 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer          2.37
plate area                       1.333    m.2

```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                   75
Nusselt number                   2.51
Sherwood number                  0.000529
Graetz number                    0.91

```

```

=====

```

ผลการทดสอบ JAPANSE PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                    air        air      air      air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c)  31         25         27.2       28.8
wet bulb temperature(c)  27         20         22.7       24.7
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency  64.81    %
temperature heat exchange efficiency  63.33    %
latent heat exchange efficiency  65.01    %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery      136.93  KJ/hr.
latent heat recovery        547.39  KJ/hr.
total heat recovery         684.33  KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient          56.97    KJ/m2/hr./c
thermal conductance         80.83    KJ/hr./c
film coefficient             278.68   KJ/m2/hr./c
conductance of air side     395.40   KJ/hr./c
conductance of paper        920.00   KJ/hr/c
number of heat transfer     2.24
heat transfer area          1.362    m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient          0.000015 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance         0.000020 kg/sec/mmHg.
film coefficient             0.000068 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side     0.000091 kg/sec/mmHg.
conductance of paper        0.000025 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer     2.48
plate area                   1.333    m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number              75
Nusselt number              2.56
Sherwood number             0.000607
Graetz number                0.91
  
```

=====



ผลการทดสอบ JAPANSE PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0083 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	28	25	26.1	26.9
wet bulb temperature(c)	23	20	21.1	22

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	65.04	%
temperature heat exchange efficiency	63.33	%
latent heat exchange efficiency	65.30	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	68.47	KJ/hr.
latent heat recovery	195.29	KJ/hr.
total heat recovery	263.76	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	56.97	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	80.83	KJ/hr./c
film coefficient	278.68	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	395.40	KJ/hr./c
conductance of paper	920.00	KJ/hr/c
number of heat transfer	2.24	
heat transfer area	1.361	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000015	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000020	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000073	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000097	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000025	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	2.52	
plate area	1.333	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	75
Nusselt number	2.56
Sherwood number	0.000650
Graetz number	0.91

=====

ผลการทดสอบ JANPANESE PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	35	25	29.5	30.5
wet bulb temperature(c)	32	20	26.3	27.8

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	53.34	%
temperature heat exchange efficiency	55.00	%
latent heat exchange efficiency	52.83	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	398.78	KJ/hr.
latent heat recovery	1791.55	KJ/hr.
total heat recovery	2190.33	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	73.80	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	103.86	KJ/hr./c
film coefficient	371.41	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	522.72	KJ/hr./c
conductance of paper	920.00	KJ/hr/c
number of heat transfer	1.43	
heat transfer area	1.361	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000015	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000020	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000073	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000098	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000025	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	1.29	
plate area	1.333	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	151
Nusselt number	3.41
Sherwood number	0.000653
Graetz number	1.83

=====

ผลการทดสอบ JANPANESE PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	31	25	27.7	28.3
wet bulb temperature(c)	27	20	23.5	24

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	53.40	%
temperature heat exchange efficiency	55.00	%
latent heat exchange efficiency	52.65	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	239.27	KJ/hr.
latent heat recovery	892.36	KJ/hr.
total heat recovery	1131.63	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	73.80	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	103.86	KJ/hr./c
film coefficient	371.41	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	522.72	KJ/hr./c
conductance of paper	920.00	KJ/hr/c
number of heat transfer	1.43	
heat transfer area	1.361	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000015	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000020	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000074	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000089	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000025	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	1.28	
plate area	1.333	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	151
Nusselt number	3.41
Sherwood number	0.000660
Graetz number	1.83

=====

ผลการทดสอบ JANPANESE PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0167 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                   air        air      air      air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c)  28          25          26.3        26.6
wet bulb temperature(c)  23          20          21.4        21.6
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency  54.47  %
temperature heat exchange efficiency  56.67  %
latent heat exchange efficiency  53.61  %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery      123.26  KJ/hr.
latent heat recovery        322.69  KJ/hr.
total heat recovery         445.94  KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient          80.48   KJ/m2/hr./c
thermal conductance         112.98  KJ/hr./c
film coefficient             409.36  KJ/m2/hr./c
conductance of air side     574.69  KJ/hr./c
conductance of paper        920.00  KJ/hr/c
number of heat transfer     1.56
heat transfer area          1.359   m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient          0.000016 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance         0.000021 kg/sec/mmHg.
film coefficient             0.000086 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side     0.000115 kg/sec/mmHg.
conductance of paper        0.000025 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer     1.34
plate area                   1.333   m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number              151
Nusselt number              3.76
Sherwood number             0.000766
Graetz number               1.83
  
```

=====

ผลการทดสอบ JANPANESE PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

```

=====
input data:                outside  return  supply  exhaust
                           air        air     air     air
-----
dry bulb temperature(c)  35         25         30.5     29.5
wet bulb temperature(c)  32         20         27.8     25.5
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency      40.13    %
temperature heat exchange efficiency 45.00    %
latent heat exchange efficiency    38.97    %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery            650.59  KJ/hr.
latent heat recovery              2637.30 KJ/hr.
total heat recovery               3287.89 KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient                92.05   KJ/m2/hr./c
thermal conductance               128.75  KJ/hr./c
film coefficient                   476.68  KJ/m2/hr./c
conductance of air side           666.74  KJ/hr./c
conductance of paper              920.00  KJ/hr/c
number of heat transfer            0.89
heat transfer area                 1.359   m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient                0.000016 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance               0.000021 kg/sec/mmHg.
film coefficient                   0.000083 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side           0.000110 kg/sec/mmHg.
conductance of paper              0.000025 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer            0.68
plate area                         1.333   m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                    301
Nusselt number                     4.38
Sherwood number                    0.000736
Graetz number                       3.64
  
```

=====

ผลการทดสอบ JANPANESE PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

```

=====
input data:          outside  return  supply  exhaust
                   air       air     air     air
  
```

```

-----
dry bulb temperature(c)  31       25       28.3     27.7
wet bulb temperature(c)  27       20       24.3     23
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency      41.67   %
temperature heat exchange efficiency 45.00   %
latent heat exchange efficiency    40.46   %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery           390.35  KJ/hr.
latent heat recovery             1368.11 KJ/hr.
total heat recovery              1758.46 KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient              92.05   KJ/m2/hr./c
thermal conductance             128.75  KJ/hr./c
film coefficient                 476.68  KJ/m2/hr./c
conductance of air side         666.74  KJ/hr./c
conductance of paper            920.00  KJ/hr/c
number of heat transfer         0.89
heat transfer area              1.356   m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient              0.000017 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance             0.000023 kg/sec/mmHg.
film coefficient                 0.000105 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side         0.000140 kg/sec/mmHg.
conductance of paper            0.000025 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer         0.72
plate area                      1.333   m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                 301
Nusselt number                  4.38
Sherwood number                 0.000931
Graetz number                   3.64
  
```

=====

ผลการทดสอบ JAPANESE PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .0333 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	28	25	26.6	26.3
wet bulb temperature(c)	23	20	21.8	21.3

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	40.65	%
temperature heat exchange efficiency	46.67	%
latent heat exchange efficiency	38.36	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	202.41	KJ/hr.
latent heat recovery	460.69	KJ/hr.
total heat recovery	663.10	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	99.57	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	138.98	KJ/hr./c
film coefficient	521.57	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	728.02	KJ/hr./c
conductance of paper	920.00	KJ/hr/c
number of heat transfer	0.96	
heat transfer area	1.360	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000016	kg/m ² /sec/mmHg.
overall conductance	0.000021	kg/sec/mmHg.
film coefficient	0.000082	kg/m ² /sec/mmHg.
conductance of air side	0.000109	kg/sec/mmHg.
conductance of paper	0.000025	kg/sec/mmHg.
number of mass transfer	0.66	
plate area	1.333	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	301
Nusselt number	4.79
Sherwood number	0.000727
Graetz number	3.64

=====

ผลการทดสอบ JANPANESE PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

```

=====
input data:                outside    return    supply    exhaust
                           air         air       air       air
-----
dry bulb temperature(c)   35         25        31.3      28.7
wet bulb temperature(c)   32         20        28.6      24.7
  
```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency      32.96    %
temperature heat exchange efficiency 37.00    %
latent heat exchange efficiency    32.05    %
  
```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery            803.20  KJ/hr.
latent heat recovery              3257.18 KJ/hr.
total heat recovery               4060.38 KJ/hr.
  
```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient                95.87   KJ/m2/hr./c
thermal conductance               133.95  KJ/hr./c
film coefficient                   499.40  KJ/m2/hr./c
conductance of air side           697.77  KJ/hr./c
conductance of paper              920.00  KJ/hr/c
number of heat transfer            0.62
heat transfer area                 1.356   m.2
  
```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient                0.000017 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance               0.000023 kg/sec/mmHg.
film coefficient                   0.000105 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side           0.000140 kg/sec/mmHg.
conductance of paper              0.000025 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer            0.49
plate area                         1.333   m.2
  
```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                    453
Nusselt number                    4.59
Sherwood number                   0.000936
Graetz number                     5.47
  
```

=====

ผลการทดสอบ JANPANESE PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

=====

input data:	outside air	return air	supply air	exhaust air
-------------	----------------	---------------	---------------	----------------

dry bulb temperature(c)	31	25	28.7	27.2
wet bulb temperature(c)	27	20	24.8	22.5

output data:

1. EFFICIENCY

enthalpy exchange efficiency	33.95	%
temperature heat exchange efficiency	38.33	%
latent heat exchange efficiency	32.76	%

2. HEAT RECOVERY

sensible heat recovery	499.28	KJ/hr.
latent heat recovery	1663.59	KJ/hr.
total heat recovery	2162.87	KJ/hr.

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

overall coefficient	102.11	KJ/m ² /hr./c
thermal conductance	142.43	KJ/hr./c
film coefficient	536.92	KJ/m ² /hr./c
conductance of air side	748.96	KJ/hr./c
conductance of paper	920.00	KJ/hr/c
number of heat transfer	0.66	
heat transfer area	1.355	m. ²

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

overall coefficient	0.000018	kg/m ² /sec/mnHg.
overall conductance	0.000024	kg/sec/mnHg.
film coefficient	0.000123	kg/m ² /sec/mnHg.
conductance of air side	0.000164	kg/sec/mnHg.
conductance of paper	0.000025	kg/sec/mnHg.
number of mass transfer	0.51	
plate area	1.333	m. ²

5. DIMENSIONLESS GROUP

Reynold number	453
Nusselt number	4.93
Sherwood number	0.001095
Graetz number	5.47

=====

ผลการทดสอบ JAPANESE PAPER ELEMENT OF AIR TO AIR H/E

AIR FLOW RATE .05 m³/sec.

```

=====
input data:          outside   return   supply   exhaust
                    air        air       air      air
-----
dry bulb temperature(c) 28         25        26.9     26.1
wet bulb temperature(c) 23         20        22       21.1

```

output data:

1. EFFICIENCY

```

enthalpy exchange efficiency      34.15   %
temperature heat exchange efficiency 36.67   %
latent heat exchange efficiency    33.39   %

```

2. HEAT RECOVERY

```

sensible heat recovery           238.79  KJ/hr.
latent heat recovery             602.02  KJ/hr.
total heat recovery              840.81  KJ/hr.

```

3. PARAMETER OF HEAT TRANSFER

```

overall coefficient              94.31   KJ/m2/hr./c
thermal conductance             131.83  KJ/hr./c
film coefficient                 490.13  KJ/m2/hr./c
conductance of air side         685.10  KJ/hr./c
conductance of paper            920.00  KJ/hr/c
number of heat transfer         0.61
heat transfer area              1.353   m.2

```

4. PARAMETER OF MASS TRANSFER

```

overall coefficient              0.000019 kg/m2/sec/mmHg.
overall conductance             0.000025 kg/sec/mmHg.
film coefficient                 0.000142 kg/m2/sec/mmHg.
conductance of air side         0.000189 kg/sec/mmHg.
conductance of paper            0.000025 kg/sec/mmHg.
number of mass transfer         0.52
plate area                      1.333   m.2

```

5. DIMENSIONLESS GROUP

```

Reynold number                  453
Nusselt number                  4.50
Sherwood number                 0.001260
Graetz number                   5.47

```

ภาคผนวก ค.

วิธีวัด และ มาตรฐานการทดสอบ

วิธีการหาค่าความพรุนของกระดาษ

(Standard Test Method for Resistance of paper to passage of air)

วิธีหาค่าความพรุนของกระดาษมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี ได้แก่

วิธีที่ 1 สำหรับกระดาษที่พรุน ซึ่งจะยอมให้อากาศปริมาตร 100 ซม.³ ต่อ พื้นที่ 1 นิ้ว² ที่ความดันแตกต่างกัน 4.9 นิ้วน้ำ ผ่านไปได้ในเวลา 2 ถึง 600 วินาที

วิธีที่ 2 สำหรับกระดาษที่ค่อนข้างพรุน ซึ่งยอมให้อากาศปริมาตร 10 ซม.³ ต่อ พื้นที่ 1 นิ้ว² ที่ความดันแตกต่างกัน 12.2 นิ้วน้ำ ผ่านไปได้ในเวลา 2 ถึง 300 วินาที

วิธีที่ 3 สำหรับกระดาษที่พรุนน้อยมาก ซึ่งจะยอมให้อากาศปริมาตร 25 ซม.³ ต่อ พื้นที่ 0.785 นิ้ว² ในเวลา 15 วินาที และในกรณีกระดาษที่มีความพรุน โดยทั่วไปจะใช้วิธีที่ 1 หรือ 2

ค่าความต้านทานอากาศของกระดาษจะใช้บอกถึงค่าการซึมผ่านของน้ำในกระดาษ และ ประสิทธิภาพการกรองของเหลวหรือก๊าซในกระดาษ ค่าความต้านทานอากาศของกระดาษจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายใน และ ผิวของกระดาษ

โครงสร้างภายในนั้นจะขึ้นอยู่กับ ชนิด และ ความยาวของเส้นใยของเยื่อกระดาษ ส่วน ผิวของกระดาษจะขึ้นอยู่กับขบวนการผลิต จากการทดสอบกระดาษที่มีการเคลือบผิวจะทำให้มีค่าความต้านทานอากาศสูง

อุปกรณ์ และ เครื่องมือ

เครื่องมือจะประกอบด้วยทรงกระบอก 2 ชั้น โดยมีน้ำมันอยู่ระหว่างทรงกระบอกทั้งสอง ด้านบนของกระบอกที่อยู่ภายในจะปิด น้ำหนักของทรงกระบอกจะทำให้อากาศมีความดันที่ ระหว่างแผ่นยึดกระดาษจะมีแผ่นออร์ฟิสซึ่งมีพื้นที่ 1 ตารางนิ้ว แผ่นยึดจะอยู่ที่ฐานเครื่องมือ ระหว่างแผ่นยึดจะมีประเก็นที่ทำจากวัสดุที่ไม่เกิดสนิม มีคุณสมบัติต้านทานการซึมผ่านของน้ำมัน มีความยืดหยุ่นดี มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.125 นิ้ว และ เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 1.375 นิ้ว ส่วนขนาดของทรงกระบอกภายนอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.25 นิ้ว และทรงกระบอกที่อยู่ภายในจะมีเข็มชี้สำหรับบอกปริมาตร

วิธีการทดสอบค่าความต้านทานอากาศ

วิธีการทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. วางเครื่องมือทดสอบให้ทรงกระบอกอยู่ในแนวตั้งแล้วเติมน้ำมันให้มีปริมาณเพียงพอกล่าวคือให้มีระดับประมาณ 5 นิ้ว
2. เคลื่อนทรงกระบอกที่อยู่ภายในให้สูงขึ้นด้วยมือข้างหนึ่ง แล้ววางกระดาษที่จะทำการทดสอบให้อยู่ในตำแหน่งที่เตรียมไว้ยึดแผ่นกระดาษให้แน่น แล้วปล่อยทรงกระบอกภายในให้เคลื่อนที่ลงมาเพื่อให้น้ำมันเข้าไปไล่ที่ของอากาศ
3. เมื่อการเคลื่อนที่ของทรงกระบอกภายในเคลื่อนที่ลงมาอย่างสม่ำเสมอพร้อมทั้งจับเวลาเมื่อปริมาตรของอากาศอ่านได้ 100 ลูกบาศก์ซม. ซึ่งจะสังเกตปริมาตรนี้ได้จากเข็มชี้เสกกลที่ทรงกระบอก

การทดสอบหาค่าสภาพการนำความร้อน

วิธีทดสอบโดยใช้ ASTM test method C-177 กรรมวิธีการทดสอบแบบง่าย ๆ โดยใช้แผ่นความร้อน 1 แผ่น ซึ่งมีแผ่นที่หล่อเย็นด้วยน้ำ 2 แผ่น ใช้แผ่นกระดาษที่ต้องการหาค่าสภาพการนำความร้อน 2 แผ่น โดยวางอยู่แต่ละข้างของแผ่นความร้อนแล้วถูกประกบด้วยแผ่นที่ถูกหล่อเย็นด้วยน้ำโดยมี clamp ยึด แผ่นความร้อนแบ่งเป็น 2 ส่วน ตรงกลางเป็นส่วนที่ใช้วัดและด้านนอกเป็นส่วนควบคุมระหว่างที่ทำการทดสอบทั้ง 2 ส่วนจะต้องรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในระดับเดียวกันจุดประสงค์ของส่วนควบคุมก็ถือเป็นตัวช่วยลดความผิดพลาดซึ่งอาจเกิดขึ้นเราสามารถหาค่าสภาพการนำความร้อนจากการทราบปริมาณความร้อนที่ให้กับแผ่นความร้อนต่อหน่วยเวลา พื้นที่ของกระดาษที่ทดสอบอุณหภูมิอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปและความหนาของกระดาษ โดยการแทนค่าต่างๆ เหล่านี้ลงในสูตรของสมการฟูเรียร์ Fourier's Law ก็จะหาค่าสภาพการนำความร้อนได้

ภาคผนวก ง.

การสูญเสียความดันในตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดแผ่นมีครีบ

ในการออกแบบเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจำเป็นต้องทราบถึงการสูญเสียความดันที่เกิดขึ้นเพื่อหาค่าพลังงานที่ใช้ ในกรณีที่ท่อมีขนาดไม่เท่ากัน จะทำให้การสูญเสียความดันไม่เท่ากัน ดังนั้นการใช้กำลังงานก็ไม่เท่ากัน สำหรับข้อมูลการสูญเสียความดันที่เกิดขึ้นในกระดาดลอนใหญ่ กระดาดลอนเล็ก และของกระดาดซี่ปูน ได้วัดความดันคร่อมตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ความเร็วรอบของพัดลมต่างๆกัน 4 ค่า ไว้ในตารางที่ ง-1

ตารางที่ ง-1 ความดันสูญเสียคร่อมตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ความเร็วรอบต่างๆ

ความเร็วรอบของพัดลม	ความดันสูญเสียคร่อมตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (มม.น้ำ)		
	ลอนใหญ่	ลอนเล็ก	ลอนกระดาดซี่ปูน
extra high	10.4	10.6	11.1
high	6.8	7.0	7.4
medium	4.8	5.0	5.3
low	2.5	2.6	3.2

ภาคผนวก จ.

1.) สมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิต

สมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล กับ ประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิต ของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทดสอบในสภาวะอากาศทั้ง 3 ฤดู หาได้จากการนำข้อมูลที่วัดได้มาหาความสัมพันธ์ในรูปของสมการแล้วนำมาเขียนเป็นกราฟ และได้อแสดงตัวอย่างกราฟ ซึ่งใช้ข้อมูลของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้นจากกระดาษลอนเล็กปิดบนกระดาษกราฟที่ ส่วนตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดอื่นจะเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ซึ่งได้อแสดงไว้ในตารางที่ จ-1

ตารางที่ จ-1 สมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล กับ ประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิต

ชนิดตัวแลกเปลี่ยนความร้อน	ประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิต (ϵ_c) %	R^2
กระดาษลอนเล็ก+กราฟที่	$\epsilon_c = 11.14 \times Q^{-0.35}$	0.98
กระดาษลอนเล็ก+บาง	$\epsilon_c = 9.62 \times Q^{-0.37}$	0.91
กระดาษลอนใหญ่+กราฟที่	$\epsilon_c = 5.58 \times Q^{-0.45}$	0.94
กระดาษลอนใหญ่+ลอกกลาย	$\epsilon_c = 4.85 \times Q^{-0.46}$	0.95
กระดาษญี่ปุ่น	$\epsilon_c = 16.19 \times Q^{-0.29}$	0.97

โดยที่ Q = อัตราการไหลของอากาศด้านอากาศร้อนมีหน่วยเป็น $m^3/วินาที$

ϵ_c = ประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิต %

R^2 = Coefficient of Determination

สำหรับความสัมพันธ์ ระหว่าง อัตราการไหล กับ ประสิทธิภาพเชิงอุณหภูมิต ของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้นจากกระดาษลอนเล็กปิดบนกระดาษกราฟที่ ได้อแสดงไว้ในกราฟรูปที่ จ.1

2.) สมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับประสิทธิภาพเชิงความชื้น

สมการความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล กับ ประสิทธิภาพเชิงความชื้นของ ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทดสอบในสภาวะอากาศทั้ง 3 ฤดู ได้มาจากการนำ ข้อมูลที่วัดได้มาหาความสัมพันธ์ในรูปของสมการแล้วนำมาเขียนเป็นกราฟ และ ได้แสดงตัวอย่างกราฟ ซึ่งใช้ข้อมูลของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้นจาก กระดาษลอนเล็กปิดบนกระดาษกราฟที่ ส่วนตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดอื่นๆจะ เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่จ-2

ตารางที่ จ-2 สมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล กับ ประสิทธิภาพเชิงความชื้น

ชนิดตัวแลกเปลี่ยนความร้อน	ประสิทธิภาพเชิงความชื้น (ϵ_m) %	R^2
กระดาษลอนเล็ก+กราฟท์	$\epsilon_m = 8.60 \times Q^{-0.42}$	0.9
กระดาษลอนเล็ก+บาง	$\epsilon_m = 8.55 \times Q^{-0.42}$	0.89
กระดาษลอนใหญ่+กราฟท์	$\epsilon_m = 4.43 \times Q^{-0.53}$	0.91
กระดาษลอนใหญ่+ลอกกลาย	$\epsilon_m = 4.29 \times Q^{-0.53}$	0.9
กระดาษญี่ปุ่น	$\epsilon_m = 12.60 \times Q^{-0.34}$	0.97

โดยที่ Q = อัตราการไหลของอากาศด้านอากาศร้อนมีหน่วยเป็น $m^3/วินาที$

ϵ_m = ประสิทธิภาพเชิงความชื้น %

R^2 = Coefficient of Determination

สำหรับความสัมพันธ์ ระหว่าง อัตราการไหล กับ ประสิทธิภาพเชิงความชื้นของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้นจากกระดาษลอนเล็กปิดบนกระดาษกราฟท์ ได้แสดงไว้ในกราฟที่รูปที่จ.2

3.) สมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับประสิทธิภาพเชิงเอนทัลปี

สมการความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล กับ ประสิทธิภาพเอนทัลปีของ ตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทดสอบในสภาวะอากาศทั้ง 3 ฤดู ได้มาจากการนำ ข้อมูลที่วัดได้มาหาความสัมพันธ์ในรูปของสมการแล้วนำมาเขียนเป็นกราฟ และ ได้แสดงตัวอย่างกราฟ ซึ่งใช้ข้อมูลของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้นจาก กระดาษลอนเล็กปิดบนกระดาษกราฟ ส่วนตัวแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดอื่นๆจะ เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่จ-3

ตารางที่ จ-3 สมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล กับ ประสิทธิภาพเชิงเอนทัลปี

ชนิดตัวแลกเปลี่ยนความร้อน	ประสิทธิภาพเชิงเอนทัลปี (ϵ_i) %	R^2
กระดาษลอนเล็ก+กราฟท์	$\epsilon_i = 8.96 \times Q^{-0.41}$	0.97
กระดาษลอนเล็ก+บาง	$\epsilon_i = 8.72 \times Q^{-0.41}$	0.95
กระดาษลอนใหญ่+กราฟท์	$\epsilon_i = 4.62 \times Q^{-0.51}$	0.93
กระดาษลอนใหญ่+ลอกลาย	$\epsilon_i = 4.42 \times Q^{-0.52}$	0.9
กระดาษญี่ปุ่น	$\epsilon_i = 11.15 \times Q^{-0.37}$	0.95

โดยที่ Q = อัตราการไหลของอากาศด้านอากาศร้อนมีหน่วยเป็น $m^3/วินาที$

ϵ_i = ประสิทธิภาพเชิงเอนทัลปี %

R^2 = Coefficient of Determination

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหล กับ ประสิทธิภาพเชิงเอนทัลปี ของตัวแลกเปลี่ยนความร้อนที่สร้างขึ้นจากกระดาษลอนเล็กปิดบนกระดาษกราฟท์ ได้แสดงไว้ในกราฟที่รูปที่จ.3

**ประวัติผู้เขียน**

ชื่อ นายสมศักดิ์ อังคนานุวัฒน์ เกิดเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2502 ที่กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
สำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2526 ปัจจุบันเป็นพนักงานรัฐวิสาหกิจ
ที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ตำแหน่งวิศวกร ระดับ 4 กองโรงงาน
ฝ่ายบำรุงรักษาเครื่องกล
