

เอกสารอ้างอิง

1. Duffie, J. A., and W. A. Beckman, Solar Energy Thermal Processes, John Willey & sons, Inc., New York, 1974.
2. Taylor, C. W., and A. D. Weir, "Simulation of A Solar Timber Dryer," Solar Energy., 34 (3), 249-255, 1985.
3. Guzman, J. A., A. Lauterback, and R. Jordan, "Performance of Wood Solar Kilns with Box type Collector," Energy in Agriculture., 4, 243-252, 1985.
4. Chen, P. Y. S., "Design and Tests of A 500 BF Solar Kiln," Forest Products Journal., 31(3), 33-38, 1981.
5. Tschernitz, J. L., and W. T. Simpson, "Technical Note Solar-Heated, Forced-Air, lumber dryer for Tropical latitudes," Solar Energy., 22, 563-566, 1979.
6. Morgan, R. P., and L. J. Leerman, Renewable Resource Utilization, pp. 107-160, Pergamon Press, New York, 1981.
7. Casin, R. F., and P. V. Bawagan, "Solar drying of lumber in the Philippines." Proceeding of the Solar drying working., pp. 35-40, 1980
8. Hardie, A. D. K., and R. A. Plumptre, "A Solar Heated Dryer for Timber," Appropriate Technology., 6(1), pp. 4-6, 1979.
9. Stevens, W. C., A. M. I. Mech. E., and G. H. Pratt, Kiln Operator's Handbook, Her Majesty's Stationary office, London, 1961.
10. U. S. Department of Agriculture Forest Service, "Solar Kiln", International development U.S. Department of State, Washington, D.C., 1977.
11. ดำรงค์ ศรีอรัญ, การอบและผึ่งไม้, กรมป่าไม้, 2523.
12. วิฑูร เตชะเจริญจิระ, "อบไม้อย่างไรจึงจะได้เครื่องเรือนที่ดี," รายงานประจำปี

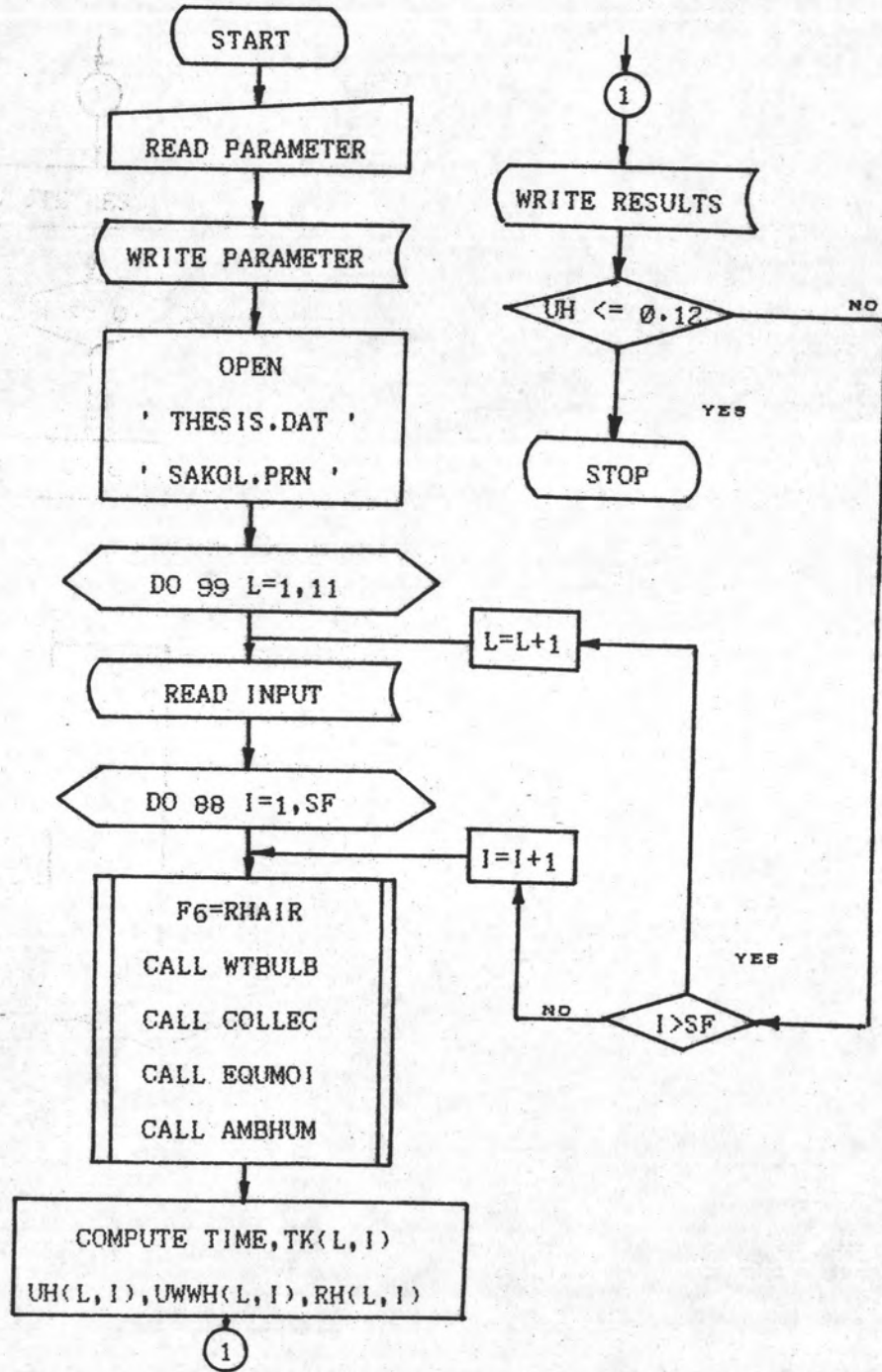
- กรมป่าไม้, กองบริการอุตสาหกรรม, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2524.
13. วันชัย วิจิรวณิช และ ช่อม พลอยมีค่า, เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม, ภาควิชาวิศวกรรม
อุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพ
มหานคร, 2520
 14. Stoecker , W. F., Design and Thermal systems, pp. 26-49,
McGraw-Hill Kogakusha, LTD., Tokyo, 2nd ed., 1980
 15. Hall , G. S., R. A. Hooks, and R. J. Plumrudge, "The art of
timber drying with solar kilns," Seminar on Economic
Criteria for the selection of Woodworking Machinery and
Plant Systems, Federal Republic of Germany, 1981
 16. Climatological Data for the Period 1951-1980, Station Sakon
Nakhon, กรมอุตุนิยมวิทยา

ภาคผนวก

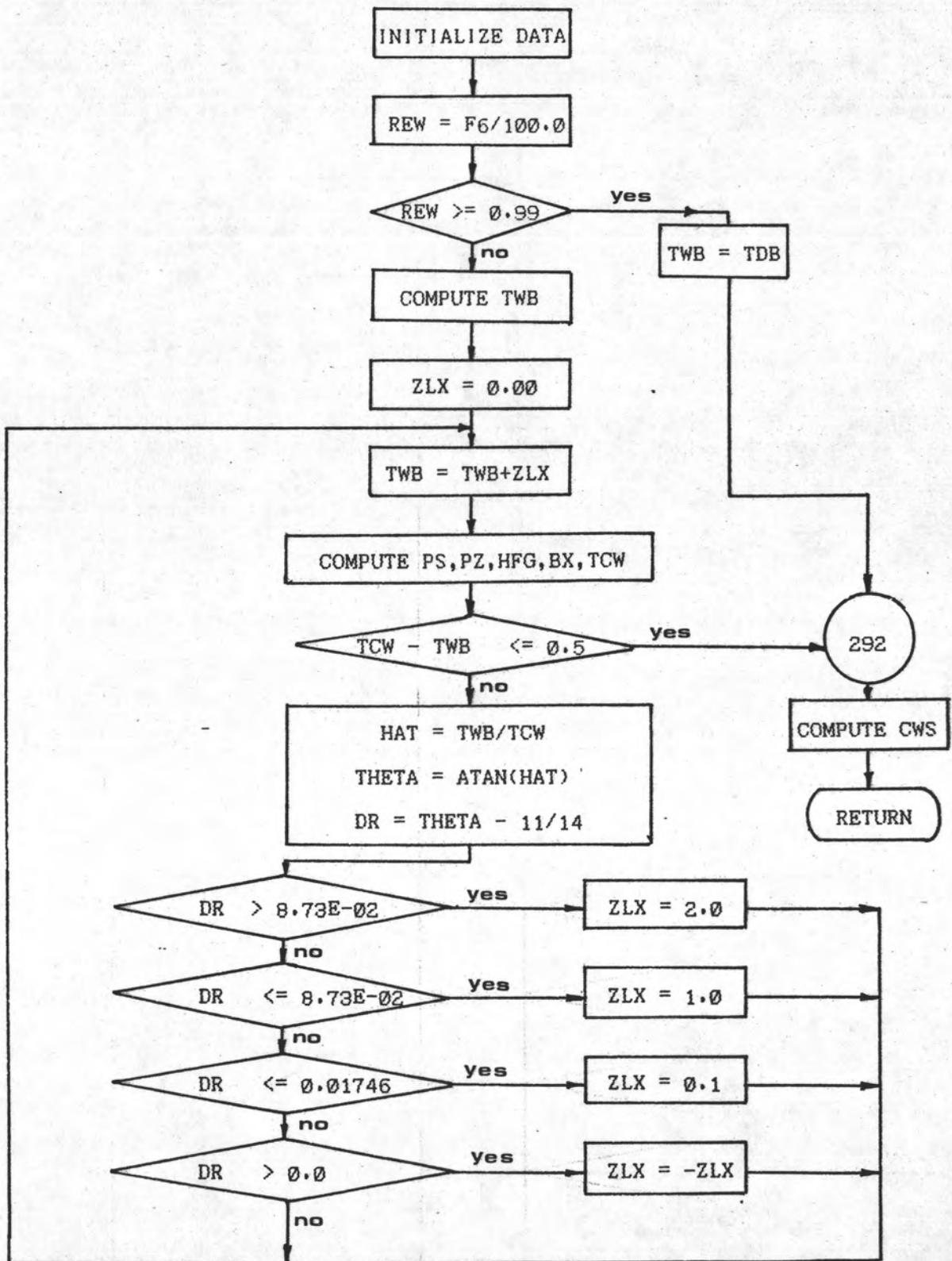


ภาคผนวก ก

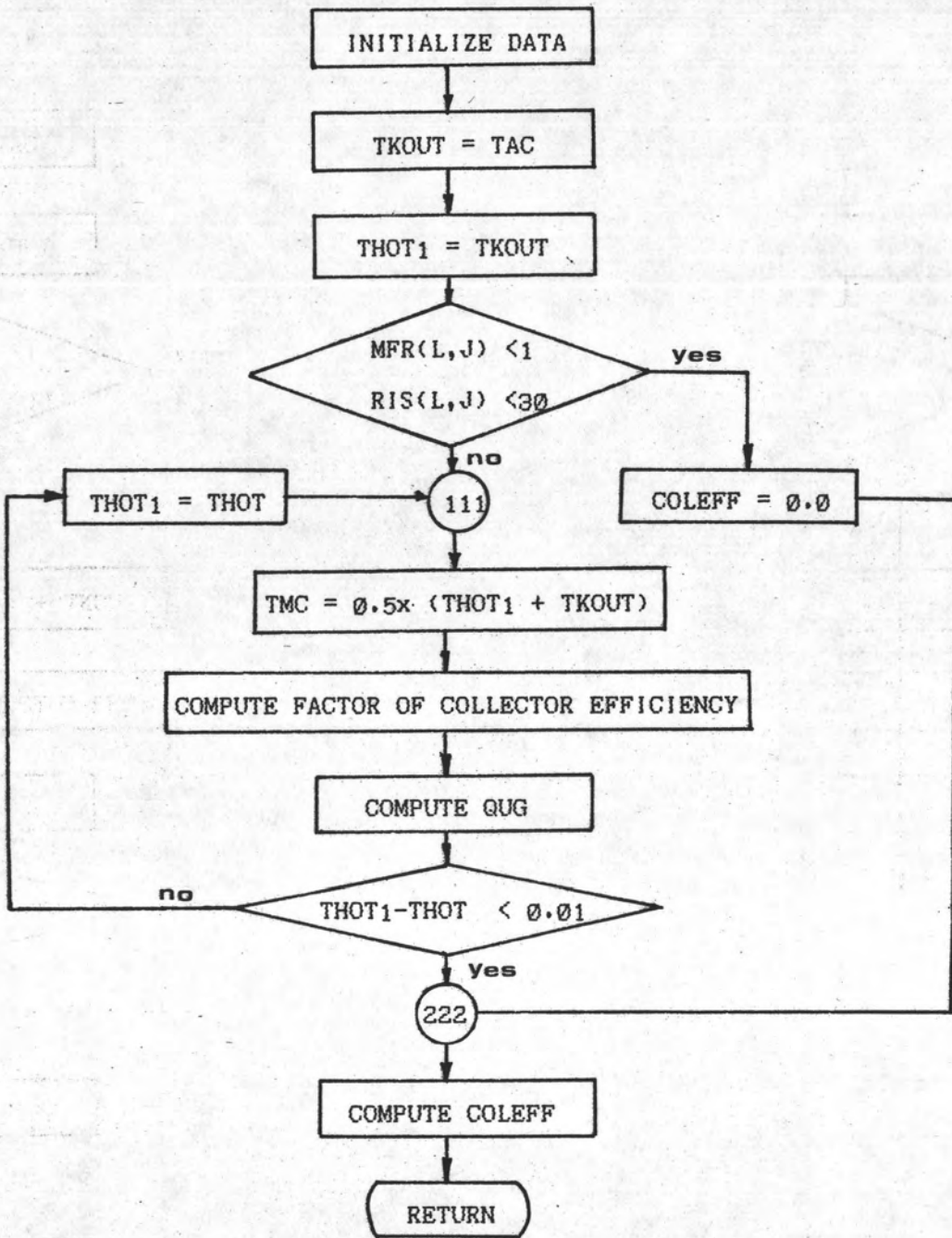
แผนภูมิ



รูปที่ ก.1 แผนภูมิของโปรแกรมหลักของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์



รูปที่ ก.2 แผนภูมิของโปรแกรมย่อย WTULB ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์



รูปที่ ก.3 แผนภูมิของโปรแกรมย่อย COLLEC ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ภาคผนวก ข

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

```

C *****
C ** **
C **          SIMULATION PROGRAM          **
C **          FOR                          **
C **          STUDY OF SOLAR TIMBER DRYER  **
C **          BY                            **
C **          MR.WEERA PLOYPAI : CODE. B816152 **
C **          CHULALONKORN UNIVERSITY      **
C ** **
C *****
C *****
PROGRAM TIMBER
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
INTEGER FS,SF,SR
C *****
C
COMMON /MON1/UE(15,300),XHT(15,300),DT(15,300),CT(15,300)
COMMON /MON2/DA(15,300),CA(15,300),TK(15,300)
COMMON /TUS1/ADH(15,300),UPH(15,300),UH(15,300)
COMMON /TUS2/PV(15,300),RH(15,300),WT(15,300)
COMMON /THS/A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,B1,B3,B5,B6
COMMON /FRI/C2,C4,C5
COMMON /FRI1/F4,NG,SR
COMMON /SAT/XSO,XX,YY,PS,PSS,WS,WSS
COMMON /SUN/LX,PZ,HR,CNUN,HTC,FSP,GPCP,FPP,FR
COMMON /HOL/AA1,AA2,UCC,UPC,TPC
C
DIMENSION RIS(11,24),TBD(11,24),TBW(11,24)
DIMENSION QV(11,24),MFR(11,24),AH(11,24)
DIMENSION EPW(11,24)
C
C *****
C *****

```


CALL CLSSCR

85

WRITE(*,*)' INITIAL MOISTURE CONTENT OF WOOD, % ,XO'

READ(*,*) XO

WRITE(*,*)' FINAL MOISTURE CONTENT OF WOOD, % ,XF'

READ(*,*) XF

WRITE(*,*)' VOLUME OF TIMBER, m³ ,VT'

READ(*,*) VT

WRITE(*,*)' THICKNESS OF TIMBER, m ,XB'

READ(*,*) XB

WRITE(*,*)' OVEN-DRY MASS OF TIMBER, kg ,ZA'

READ(*,*) ZA

WRITE(*,*)' AVERAGE TEMPERATURE, degree C ,AVTEMP'

READ(*,*) AVTEMP

WRITE(*,*)' AVERAGE HUMIDITY RATIO, kg/kg ,AVWC'

READ(*,*) AVWC

WRITE(*,*)' EFFECT OF HEAT OF KILN STRUCTURE, J/K,HSK'

READ(*,*) HSK

WRITE(*,*)' MOISTURE MOVEMENT COEFFICIENT, m/hr ,COEMOI'

READ(*,*) COEMOI

WRITE(*,*)' THERMAL RESISTANCE OF DRYER, K/W ,RK'

READ(*,*) RK

WRITE(*,*)' STEP TIME SIMULATION, minute ,SR'

READ(*,*) SR

CALL CLSSCR

C

C

C

C

DATA AND CONSTANT FOR CALCUTION

C

DW - DRYER WIDTYH (m)

C

DL - DRYER LENGTH (m)

C

AC - COLLECTOR AREA (m²)

C

DH - DRYER HEIGHT (m)

C

VD - VOLUME OF DRYER (m³)

C

HLH - LATENT HEAT OF VAPORIZATION (kj/kg)

C

DW=3.45
 DL=3.85
 AC=32.0
 DH=2.10
 VD=DW*DL*DH
 HLH=2.4D+06
 FS=24*60/SR
 SF=FS+2

C

C

C

CALCULATION FOR MEAN DATA

C

C

TCC=AVTEMP

WC=AVWC

B4=1.204*(293.15/(273.15+TCC))

F6=RHAIR(TCC,WC)

C1=AVWC*B4/(1+AVWC)

CALL WTBULB(TCC,F6,C1,B4,TWB,CWS)

XSO=CWS

ZD=ZA/VT

C

1000 FORMAT(F12.1,2F6.1,F7.2,I8,F9.3)

C

C

C

READ DATA FOR CALCULATION

C

C

OPEN(5,FILE='THISIS.DAT',STATUS='OLD',ACCESS='SEQUENTIAL')

REWIND 5

C

C

OPEN(7,FILE='SAKOL.PRN',STATUS='NEW',ACCESS='SEQUENTIAL')

WRITE(7,716)

WRITE(7,*)'*****'

```

WRITE(7,*)' * DATA FOR SIMULATION IN THIS PROGRAM *'
WRITE(7,*)' *****'
WRITE(7,716)
WRITE(7,701) XO
701 FORMAT(3X,'Initial moisture content of wood',4X,F6.2,3X,'percent')
WRITE(7,702) XF
702 FORMAT(3X,'Final moisture content of wood ',4X,F6.2,3X,'percent')
WRITE(7,703) DL
703 FORMAT(3X,'Dryer length ',4X,F6.2,3X,'m')
WRITE(7,704) DW
704 FORMAT(3X,'Dryer width ',4X,F6.2,3X,'m')
WRITE(7,705) DH
705 FORMAT(3X,'Dryer height ',4X,F6.2,3X,'m')
WRITE(7,706) AC
706 FORMAT(3X,'Collector area ',4X,F6.2,3X,'m^2')
WRITE(7,707) VT
707 FORMAT(3X,'Volume of timber in dryer ',4X,F6.2,3X,'m^3')
WRITE(7,708) XB
708 FORMAT(3X,'Thickness of timber in dryer ',4X,F6.4,3X,'m')
WRITE(7,709) ZA
709 FORMAT(3X,'Oven-dry mass of timber ',4X,F6.1,3X,'kg')
WRITE(7,711) AVTEMP
711 FORMAT(3X,'Average temperature ',4X,F6.2,3X,'C')
WRITE(7,712) AVWC
712 FORMAT(3X,'Average humidity ratio ',4X,F6.4,3X,'kg/kg')
WRITE(7,713) COEMOI
713 FORMAT(3X,'Moisture movement coefficient ',4X,F6.5,3X,'m/hr')
WRITE(7,714) RK
714 FORMAT(3X,'Overall thermal resistance ',4X,F6.5,3X,'K/W')
WRITE(7,715) SR
715 FORMAT(3X,'Step time for simulation ',4X,I6,3X,'minute')
WRITE(7,716)
716 FORMAT(/)
C
C *****

```

```

C   LOOP CALCULATION
C   *****
C
WRITE(*,*)'          ***** Simulation on date *****'
DO 99 L=1,11
WRITE(*,390) L
390 FORMAT('          ##### ',12)
C
C   *****
C   PRINT HEAD RESULT
C   *****
C
WRITE(7,409)
409 FORMAT(/)
WRITE(7,*)'          TIMBER DRYING SIMULATION'
WRITE(7,409)
WRITE(7,501)
501 FORMAT(4X,'DAY',5X,'TIME',6X,'TEMP',8X,'MC(D)',7X,'MC(W)',
$10X,'RH')
WRITE(7,409)
C
C   *****
C   TIME CALCULATION
C   *****
C
NG=0
XX=6.00
YY=0.00
J=1
C
READ(5,1000)RIS(L,J),TBD(L,J),TBW(L,J),QV(L,J),MFR(L,J),EPW(L,J)
C
C   *****
C   LOOP CALCULATION
C   *****

```




```
DO 88 I=4,SF
  IF((I.EQ.4).AND.(L.EQ.1)) THEN
    CALL AMBHUM(TBD(L,J),TBW(L,J),ABHUM)
    TCC=TBD(L,1)
    WC=ABHUM
    F6=RHAIR(TCC,WC)
    DA(L,3)=1.204*(293.15/(273.15+TCC))
    AH(L,J)=ABHUM*DA(L,3)/(1.+ABHUM)
    TK(L,3)=TBD(L,1)
    WT(L,3)=ZA*(1+XO/100)
    UH(L,3)=XO/100
    UPH(L,3)=0
    ADH(L,3)=AH(L,1)
    CT(L,3)=(((4.18*UH(L,3)+1.25)/(1+UH(L,3)))+.17)*10**3
    XHT(L,3)=XSO
    DT(L,3)=WT(L,3)/VT
    C1=ADH(L,3)
    CALL EQUMOI(TCC,F6,B2)
    UE(L,3)=B2/100
    CA(L,3)=(1.0035+(ADH(L,3)/(DA(L,3)-ADH(L,3)))*1.8723)*10**3
  END IF

  IF((I.LE.7).AND.(L.GT.1)) THEN
    CONTINUE
    IF (I.EQ.4) THEN
      TK(L,I-1)=TK(L-1,SF)
      WT(L,I-1)=WT(L-1,SF)
      ADH(L,I-1)=ADH(L-1,SF)
      UPH(L,I-1)=UPH(L-1,SF)
      UPH(L,I-2)=UPH(L-1,SF-1)
      UPH(L,I-3)=UPH(L-1,SF-2)
      UPH(L,I-4)=UPH(L-1,SF-3)
      UH(L,I-1)=UH(L-1,SF)
      UE(L,I-1)=UE(L-1,SF)
      XHT(L,I-1)=XHT(L-1,SF)
```

```

CT(L,I-1)=CT(L-1,SF)
DT(L,I-1)=DT(L-1,SF)
CA(L,I-1)=CA(L-1,SF)
DA(L,I-1)=DA(L-1,SF)
ELSE IF (I.EQ.5) THEN
  UPH(L,I-2)=UPH(L-1,SF)
  UPH(L,I-3)=UPH(L-1,SF-1)
  UPH(L,I-4)=UPH(L-1,SF-2)
ELSE IF (I.EQ.6) THEN
  UPH(L,I-3)=UPH(L-1,SF)
  UPH(L,I-4)=UPH(L-1,SF-1)
ELSE IF (I.EQ.7) THEN
  UPH(L,I-4)=UPH(L-1,SF)
END IF
ELSE
CONTINUE
END IF

```



C

```

A1=UH(L,I-1)
A2=ADH(L,I-1)
A3=UPH(L,I-1)
IF ((L.EQ.1).AND.(I.EQ.5)) THEN
  A4=UPH(L,3)
ELSE
  A4=UPH(L,I-2)
END IF
IF ((L.EQ.1).AND.(I.EQ.6)) THEN
  A5=UPH(L,3)
ELSE
  A5=UPH(L,I-3)
END IF
IF ((L.EQ.1).AND.(I.EQ.7)) THEN
  AA1=UPH(L,3)
ELSE
  AA1=UPH(L,I-4)

```

C

A6=TK(L,I-1)
 B1=XHT(L,I-1)
 B2=UE(L,I-1)
 B3=DT(L,I-1)
 B4=DA(L,I-1)
 B5=CA(L,I-1)
 B6=WT(L,I-1)

C

C

C

CALCULATION TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY IN DRYER

C

C

115 UPC=A1+((SR/(60.0*24.0))*(55*A3-59*A4+37*A5+9*AA1))
 C1=(A2*VD+(AH(L,J)*QV(L,J)*SR*60)+ZA*(A1-UPC))/(VD+(QV(L,J)*
 *SR*60))
 IF (C1.GE.B1) C1=B1
 C4=((4.18*UPC+1.25)/(1+UPC))+0.17)*10**3

C

TAC=A6

NI=0

185 NI=NI+1

CALL COLLEC(TBD(L,J),TAC,MFR(L,J),RIS(L,J),COLEFF)

C5=COLEFF*RIS(L,J)*AC*SR*60.0+((B6*C4)+HSK)*A6+(TBD(L,J)*SR*
 *60.0/RK)-QV(L,J)*SR*60.0*((C1-AH(L,J))*HLH-B4*B5*TBD(L,J))
 *+EPW(L,J)*SR*60.0

TCC=C5/(((B6*C4)+HSK)+(SR*60.0/RK)+(B4*B5*QV(L,J)*SR*60.0))

IF (NI.GT.10) THEN

GO TO 186

ELSE

TAC=TCC

GOTO 185

END IF

C

```

186  B3=(1+UPC)*ZA/VT
      B4=1.204*(293.15/(273.15+TCC))
      WC=C1/(B4-C1)
      F6=RHAIR(TCC,WC)
      IF (F6.GE.100) F6=99.99
      CALL EQU MOI(TCC,F6,B2)
      IF (F6.GE.99.90) B2=UPC
      CALL WT BULB(TCC,F6,C1,B4,TWB,CWS)
      B1=CWS
      C2=-(COEMOI*B1*ZD*(UPC-B2)/(XSO*B3*XB))
      UCCT=A1+((SR/(60.0*24.0))*(9*C2+19*A3-5*A4+A5))
      IN=0

```

C

```

160  C1=(A2*VD+(AH(L,J)*QV(L,J)*SR*60)+ZA*(A1-UCCT))/(VD+(QV(L,J)
      $*SR*60))

```

```

      IF (C1.GE.B1) C1=B1

```

```

      C4=(((4.18*UCCT+1.25)/(1+UCCT))+0.17)*10**3

```

```

      TAC=TCC

```

```

      NJ=0

```

```

187  NJ=NJ+1

```

```

      CALL COLLEC(TBD(L,J),TAC,MFR(L,J),RIS(L,J),COLEFF)

```

```

      C5=COLEFF*RIS(L,J)*AC*SR*60.0+((B6*C4)+HSK)*A6+(TBD(L,J)*SR*
      $60.0/RK)-QV(L,J)*SR*60.0*((C1-AH(L,J))*HLH-B4*B5*TBD(L,J))+
      $EPW(L,J)*SR*60.0

```

```

      TCC=C5/(((B6*C4)+HSK)+(SR*60.0/RK)+(B4*B5*QV(L,J)*SR*60.0))

```

```

      IF (NJ.GT.10) THEN

```

```

          GO TO 188

```

```

      ELSE

```

```

          TAC=TCC

```

```

          GO TO 187

```

```

      END IF

```

C

```

188  B3=(1+UCCT)*ZA/VT
      B4=1.204*(293/(273+TCC))
      WC=C1/(B4-C1)

```



```

F6=RHAIR(TCC,WC)
IF (F6.GE.100) F6=99.99
CALL EQUROI(TCC,F6,B2)
IF (F6.GE.99.90) B2=UCCT
C2=-((COEMOI*B1*ZD*(UCCT-B2)/(XSO*B3*XB))
UCC=A1+((SR/(60.0*24.0))*(9*C2+19*A3-5*A4+A5))
C
IN=IN+1
IF (IN.GT.10) THEN
GO TO 116
END IF
C
WERROR=2.0*(UCC-UCCT)/(UCC+UCCT)
IF (DABS(WERROR).LE.0.005) THEN
GO TO 116
ELSE
UCCT=UCC
GO TO 160
END IF
C
116 CONTINUE
CALL WTBULB(TCC,F6,C1,B4,TWB,CWS)
B1=CWS
B5=(1.0035+WC*1.8723)*10**3
B6=ZA*(1+UCC)
C
C *****
C CHECK & PRINT
C *****
C
ADH(L,I)=C1
UPH(L,I)=C2
UH(L,I)=UCC
CT(L,I)=C4
TK(L,I)=TCC

```

XHT(L,1)=B1

UE(L,1)=B2

DT(L,1)=B3

DA(L,1)=B4

CA(L,1)=B5

WT(L,1)=B6

PV(L,1)=F4

RH(L,1)=F6

C

IF (RH(L,1).GE.100) RH(L,1)=99.99

IF ((NG.EQ.0).AND.(I.EQ.4)) GOTO 175

IF (NG.EQ.0) THEN

YY=0.00

XX=XX+1.00

IF (XX.GT.23.59) XX=0.00

END IF

C

175 TIME=XX+YY

IF (NG.NE.0) GOTO 205

C

C *****

C WRITE RESULT

C *****

C

UWWH=UH(L,1)/(1.0+UH(L,1))

WRITE(7,321)L,TIME,TK(L,1),UH(L,1)*100,UWWH*100,RH(L,1)

321 FORMAT(4X,I2,5X,F5.2,5X,F8.4,4X,F8.4,4X,F8.4,4X,F8.4)

C

C *****

205 YY=YY+SR/100

NG=J-(I-3)/(60/SR)

IF (UH(L,1).LT.(XF/100)) GOTO 999

IF (NG.NE.0) THEN

GO TO 88

ELSE

J=J+1

95

END IF

IF (J.GT.24) GOTO 88

C *****

READ(5,1000)RIS(L,J),TBD(L,J),TBW(L,J),QV(L,J),MFR(L,J),EPW(L,J)

C *****

CALL AMBHUM(TBD(L,J),TBW(L,J),ABHUM)

AMWC=ABHUM

AH(L,J)=AMWC*B4/(1.+AMWC)

88 CONTINUE

99 CONTINUE

999 END

C

* ***** MAIN PROGRAM END *****

*
*

* SUBPROGRAM FOR CALCULATE

- * 1. AIR RELATIVE HUMIDITY
- * 2. EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENT OF WOOD
- * 3. WET BULB TEMPERATURE
- * 4. COLLECTOR EFFICIENCY
- * 5. HUMIDITY RATIO OF AMBIENT AIR

*
*

* *****

* CALCULATE AIR RELATIVE HUMIDITY

* *****

*
*

FUNCTION RHAIR(TCC,WC)

*
*

IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)

DATA R1,R2/-5800.2206D0,1.3914993D0/

DATA R3,R4/-0.04860239D0,0.41764768D-04/

DATA R5,R6/-0.14452093D-07,6.5459673D0/

DATA P/101325.D0/

TS=TCC+273.15

PWS=DEXP(R1/TS+R2+R3*TS+R4*TS**2+R5*TS**3+R6*DLOG(TS))

RHAIR=(WC*P/((0.62198D0+WC)*PWS))*100.D0

96

RETURN

END

*

*

*

CALCULATE EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENT OF WOOD

*

*

SUBROUTINE EQUMOI(WQ,QW,B2)

*

IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)

INTEGER FS,SF,SR

IF((WQ.GE.15.56D0).AND.(WQ.LT.21.11D0)) THEN

H1=-.3961653761

H2=.375715782

H3=-.0100271479

H4=2.28439464D-04

H5=-2.62455959D-06

H6=1.25745549D-08

U1=-.380494279

U2=.371318624

U3=-.0100190641

U4=2.31451053D-04

U5=-2.6913036D-06

U6=1.29583142D-08

GOTO 331

ELSE IF((WQ.GE.21.11D0).AND.(WQ.LT.26.67D0)) THEN

H1=-.380494279

H2=.371318624

H3=-.0100190641

H4=2.31451053D-04

H5=-2.6913036D-06

H6=1.29583142D-08

U1=-.329704402

U2=.354772812



U3=-9.16568008D-03

U4=2.09659599D-04

U5=-2.4521887D-06

U6=1.20189096D-08

GOTO 331

ELSE IF((WQ.GE.26.67D0).AND.(WQ.LT.32.22D0)) THEN

H1=-.329704402

H2=.354772812

H3=-9.16568008D-03

H4=2.09659599D-04

H5=-2.4521887D-06

H6=1.20189096D-08

U1=-.46530888

U2=.366249727

U3=-.0101609537

U4=2.37941302D-04

U5=-2.79630772D-06

U6=1.35024414D-08

GOTO 331

ELSE IF((WQ.GE.32.22D0).AND.(WQ.LT.37.78D0)) THEN

H1=-.46530888

H2=.366249727

H3=-.0101609537

H4=2.37941302D-04

H5=-2.79630772D-06

H6=1.35024414D-08

U1=-.381775423

U2=.349342626

U3=-9.532134732D-03

U4=2.23488029D-04

U5=-2.63916738D-06

U6=1.28650899D-08

GOTO 331

ELSE IF((WQ.GE.37.78D0).AND.(WQ.LT.43.33D0)) THEN

H1=-.381775423

H2=.349342626
 H3=-9.532134732D-03
 H4=2.23488029D-04
 H5=-2.63916738D-06
 H6=1.28650899D-08
 U1=-.516806188
 U2=.359668
 U3=-.0104160528
 U4=2.46538614D-04
 U5=-2.8993861D-06
 U6=1.39148773D-08
 GOTO 331



ELSE IF((WQ.GE.43.33D0).AND.(WQ.LT.48.89D0)) THEN

H1=-.516806188
 H2=.359668
 H3=-.0104160528
 H4=2.46538614D-04
 H5=-2.8993861D-06
 H6=1.39148773D-08
 U1=-.368391711
 U2=.320082515
 U3=-8.56912886D-03
 U4=2.05720286D-04
 U5=-2.49200486D-06
 U6=1.24035908D-08
 GOTO 331

ELSE IF((WQ.GE.48.89D0).AND.(WQ.LT.54.44D0)) THEN

H1=-.368391711
 H2=.320082515
 H3=-8.56912886D-03
 H4=2.05720286D-04
 H5=-2.49200486D-06
 H6=1.24035908D-08
 U1=-.406344333
 U2=.309661123

```
U3=-8.25507046D-03
U4=1.99334302D-04
U5=-2.43217635D-06
U6=1.21864712D-08
GOTO 331
ELSE IF(WQ.GE.54.44D0) THEN
H1=-.406344333
H2=.309661123
H3=-8.25507046D-03
H4=1.99334302D-04
H5=-2.43217635D-06
H6=1.21864712D-08
U1=-.577311775
U2=.330488135
U3=-9.89168586D-03
U4=2.42731266D-04
U5=-2.92399232D-06
U6=1.41639888D-08
END IF
331 V1=H1+(H2*QW)+(H3*QW**2)+(H4*QW**3)+(H5*QW**4)+(H6*QW**5)
V2=U1+(U2*QW)+(U3*QW**2)+(U4*QW**3)+(U5*QW**4)+(U6*QW**5)
V3=V1-V2
V4=5.56
IF ((WQ.GE.15.56).AND.(WQ.LT.21.11)) B2=V1-V3*(WQ-15.56)/V4
IF ((WQ.GE.21.11).AND.(WQ.LT.26.67)) B2=V1-V3*(WQ-21.11)/V4
IF ((WQ.GE.26.67).AND.(WQ.LT.32.22)) B2=V1-V3*(WQ-26.67)/V4
IF ((WQ.GE.32.22).AND.(WQ.LT.37.78)) B2=V1-V3*(WQ-32.22)/V4
IF ((WQ.GE.37.78).AND.(WQ.LT.43.33)) B2=V1-V3*(WQ-37.78)/V4
IF ((WQ.GE.43.33).AND.(WQ.LT.48.89)) B2=V1-V3*(WQ-43.33)/V4
IF ((WQ.GE.48.89).AND.(WQ.LT.54.44)) B2=V1-V3*(WQ-48.89)/V4
IF (WQ.GE.54.44) B2=V1-V3*(WQ-54.44)/V4
B2=B2/100.0
RETURN
END
```

*

```

* *****
* CALCULATE WET BULB TEMPERATURE
* *****
*
SUBROUTINE WTBULB(X1,X2,X3,X4,TWB,CWS)
*
  IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
  INTEGER FS,SF,SR
  TDB=1.8*X1+32.0
  REW=X2/100.0
  WWC=X3/(X4-X3)
  IF (REW.GE.0.990) THEN
    TWB=TDB
    REW=1
    PS=DEXP(54.63-(12301.688/(TWB+459.69))-(5.1963*DLOG(TWB+459.69)))
    GOTO 292
  ELSE
    TWB=TDB-((17.5-17.5*REW)+.5150001*(1.0-REW)*(TDB-50))
    ZLX=0.0
  END IF
  DO 291 K1=1,50
    TWB=TWB+ZLX
    PS=DEXP(54.63-(12301.688/(TWB+459.69))-(5.17*DLOG(TWB+459.69)))
    PZ=85.78*(WWC*14.69)/(53.5+(85.78*WWC))
    HFG=1075.89-.56985*TWB
    BX=.2405*(PS-14.69)*(1.0+(.15577*PZ/14.69))/(.62194*HFG)
    TCW=((PS-PZ)/BX)+TDB
    IF (DABS(TCW-TWB).LE.0.5) GOTO 292
    HAT=TWB/TCW
    THETA=DATAN(HAT)
    DR=THETA-(11.0/14.0)
    IF (DABS(DR).GT.8.729999E-02) ZLX=2.
    IF ((DABS(DR).LE.8.729999E-02).AND.(DABS(DR).GT..01746)) ZLX=1.
    IF (DABS(DR).LE..01746) ZLX=.1
    IF (DR.GT.0.0) ZLX=ZLX*(-1.)
  
```



```

291 CONTINUE
292 CWS=.6220001*PS/(14.69-PS)
      CWS=X4*CWS/(1+CWS)
      RETURN
      END
*
* *****
* CALCULATION COLLECTER EFFICIENCY
* *****
*
SUBROUTINE COLLEC(Z1,Z2,L3,Z4,COLEFF)
*
      IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
      INTEGER FS,SF,SR
*
      DATA SBCON/5.6697D-08/,XLL/7.0/,XPL/0.05/,XWL/0.77/,CPA/1.18/
      DATA EFA/0.95/,ETA/0.88/,UTL/7.0/,VISC/0.065/
*
      AC=32.0
      TKOUT=Z2
      THOT1=TKOUT
      IF ((L3.LT.1).OR.(Z4.LT.30)) THEN
      COLEFF=0.0
      GOTO 223
      ELSE
111 CONTINUE
      TMC=0.5*(THOT1+TKOUT)
C      TMC - the mean air temperature of collector
      HR=4*SBCON*((TMC+273.15)**3)/((2/EFA)-1)
      REN=L3*2/(XWL*VISC*6)
      CNUN=.0158*((REN**0.8))
      HTC=CNUN*.029/(2*XPL)
      FF1=(1/HTC)+(1/HR)
      FSP=1/(1+UTL/(HTC+(1/(FF1))))
      GPCP=(L3/AC)*CPA/(3.6*UTL*FSP)

```

```

FPP=GPCP*(1-DEXP(-1/GPCP))
FR=FSP*FPP
QUG=AC*FR*(Z4*ETA-UTL*(TMC-Z1))
THOT=TKOUT+(QUG*3600)/(L3*1000*CPA)
IF (DABS(THOT-THOT1).LT.0.01) GOTO 222
THOT1=THOT
GOTO 111
222 COLEFF=QUG/(AC*Z4)
223 END IF
RETURN
END

*
* *****
* CALCULATE HUMIDITY RATIO OF AMBIENT AIR
* *****
*
SUBROUTINE AMBHUM(Z5,Z6,ABHUM)
*
IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
DATA R1,R2/-5800.2209,1.3914993/
DATA R3,R4/-0.048640239,0.41764768D-04/
DATA R5,R6/-0.14452039D-07,6.5459673/
P=101325
TL=Z6
TSS=TL+273.15
TJ=Z5
PWSS=DEXP(R1/TSS+R2+R3*TSS+R4*TSS**2+R5*TSS**3+R6*DLOG(TSS))
WSS=0.62198*PWSS/(P-PWSS)
ABHUM=((2501.-2.381*TL)*WSS-(TJ-TL))/(2501.+1.805*TJ-4.186*TL)
RETURN
END

*
* *****
* CLEAR SCREEN
* *****

```

*

SUBROUTINE CLSSCR

*

DO 456 M=1,12

WRITE(*,*)

456 CONTINUE

RETURN

END

*

*
***** THE END

* DATA FOR SIMULATION IN THIS PROGRAM *

Initial moisture content of wood	25.00	percent
Final moisture content of wood	12.00	percent
Dryer length	3.85	m
Dryer width	3.45	m
Dryer height	2.10	m
Collector area	32.00	m ²
Volume of timber in dryer	1.33	m ³
Thickness of timber in dryer	.0200	m
Oven-dry mass of timber	1160.0	kg
Average temperature	27.00	C
Average humidity ratio	.0150	kg/kg
Moisture movement coefficient	.00014	m/hr
Overall thermal resistance	.00500	K/W
Step time for simulation	10	minute



TIMBER DRYING SIMULATION

DAY	TIME	TEMP	MC(D)	MC(W)	RH
1	6.00	24.6000	24.9980	19.9987	88.3274
1	7.00	24.6000	24.9781	19.9860	96.0675
1	8.00	24.6100	24.9776	19.9857	96.2916
1	9.00	25.6193	24.9759	19.9846	92.8246
1	10.00	30.8945	24.9209	19.9493	71.0379
1	11.00	36.4100	24.8097	19.8780	52.7939
1	12.00	35.9267	24.6910	19.8018	65.7287
1	13.00	39.4817	24.5618	19.7186	58.4666
1	14.00	43.5919	24.4055	19.6177	43.6624
1	15.00	45.4166	24.2361	19.5081	37.3029
1	16.00	42.0480	24.0775	19.4052	42.6078
1	17.00	38.6329	23.9382	19.3146	52.8656
1	18.00	36.3920	23.8162	19.2351	72.4894
1	19.00	35.6025	23.7689	19.2043	95.3083
1	20.00	34.8482	23.7705	19.2053	95.7094
1	21.00	34.1346	23.7594	19.1981	92.1985
1	22.00	33.4569	23.7533	19.1941	95.8887
1	23.00	32.8110	23.7453	19.1888	93.8346
1	.00	32.1933	23.7305	19.1792	95.7560
1	1.00	31.5985	23.7242	19.1751	93.8409
1	2.00	31.0165	23.7110	19.1664	95.7232
1	3.00	30.4575	23.7017	19.1604	93.1205
1	4.00	29.9241	23.6918	19.1539	95.4497
1	5.00	29.3965	23.6918	19.1539	94.6701

TIMBER DRYING SIMULATION



DAY	TIME	TEMP	MC(D)	MC(W)	RH
2	6.00	28.9635	23.6847	19.1493	93.2428
2	7.00	28.4784	23.6737	19.1421	94.8936
2	8.00	28.1970	23.6705	19.1400	83.2289
2	9.00	29.4482	23.6175	19.1053	75.3760
2	10.00	34.0272	23.5285	19.0470	60.1389
2	11.00	34.9043	23.4290	18.9818	61.9442
2	12.00	40.6719	23.3087	18.9027	58.1382
2	13.00	44.6675	23.1522	18.7997	40.1612
2	14.00	43.5446	23.0030	18.7012	41.9788
2	15.00	45.7492	22.8458	18.5971	40.4202
2	16.00	43.3968	22.6897	18.4936	39.1970
2	17.00	40.6910	22.5541	18.4034	47.4167
2	18.00	38.1592	22.4322	18.3221	68.5480
2	19.00	37.2158	22.3866	18.2917	94.2338
2	20.00	36.3334	22.3887	18.2931	94.3327
2	21.00	35.4974	22.3859	18.2912	93.8383
2	22.00	34.7119	22.3602	18.2741	92.3336
2	23.00	33.9711	22.3584	18.2729	94.3246
2	.00	33.2698	22.3437	18.2631	91.4892
2	1.00	32.6034	22.3306	18.2543	93.8670
2	2.00	31.9679	22.3313	18.2548	93.8373
2	3.00	31.3597	22.3322	18.2553	94.0272
2	4.00	30.7757	22.3336	18.2563	93.3285
2	5.00	30.2131	22.3346	18.2569	93.8883

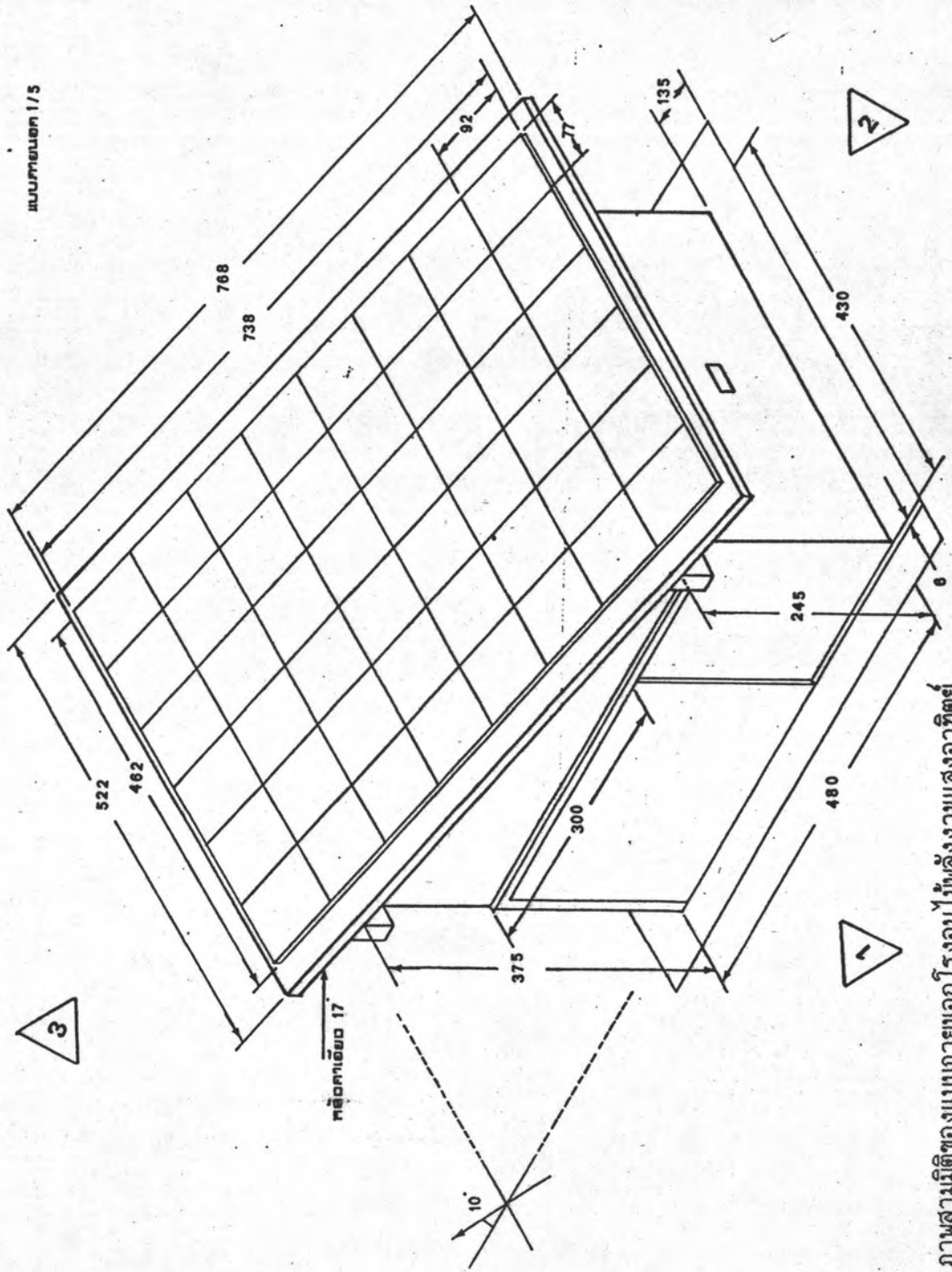
ภาคผนวก ค

แบบก่อสร้างโรงอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์

ตารางที่ ก.1

ตารางรายการวัสดุ

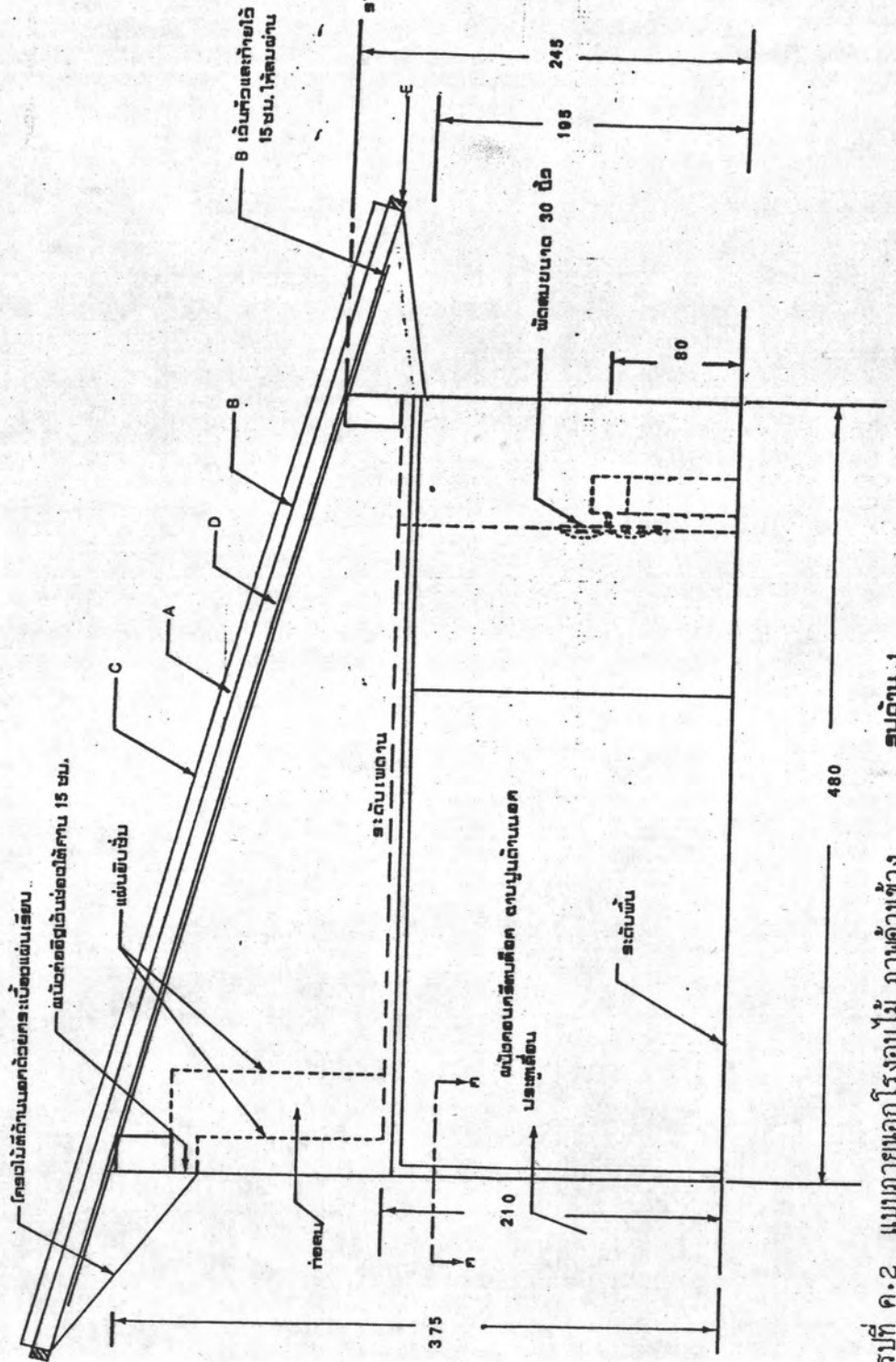
สัญลักษณ์	รายละเอียด	จำนวน
A	เหล็กหน้าตัดรูป [ขนาด 50×25×1.5 ม.ม. ยาว 6 ม.	11 ชิ้น
B	แผ่นเหล็กอาบสังกะสีหนา 0.5 ม.ม. ขนาด 3"×8" นำมาวางต่อกันลักษณะที่ให้ขอบเขตของ แผ่นบนทับขอบของแผ่นล่าง เฉพาะหน้าของแผ่น บนหาสี่ค่า	36 แผ่น
C	กระจกใสขนาด 30"×36"×3 ม.ม.	48 แผ่น
D	เหล็กหน้าตัดรูปตัว [ขนาด 100×50×2.3 ม.ม. ยาว 6 ม.	11 ชิ้น
E	ไม้ขนาด 100×25 ม.ม.	9.4 ม.
F	ปะเก็นยาง 25×2 ม.ม.	93 ม.
G	เหล็กหน้าตัดรูปตัว [ขนาด 25×12×772 ม.ม.	42 ชิ้น
H	ฉากอลูมิเนียมขนาด 1" ยาว 6 ม.	4 เส้น
I	เหล็กแผ่นหนา 0.5 ม.ม. ทับหน้าตัดรูป [ ใช้ครอบกระจก	80 ชิ้น
J	เหล็กฉาก $\frac{3}{4}$ " ยาว 1" ติดกับ A ด้วยหมุดย้ำ ทุกตำแหน่งที่ติดตั้งชิ้น G (ชิ้น J รองรับชิ้น G)	84 ชิ้น
K	เหล็กอาบสังกะสีเป็นแผ่น ทับหน้าตัดรูป  ครอบรอยต่อกระจก	40 ชิ้น



ขนาด : เซนติเมตร

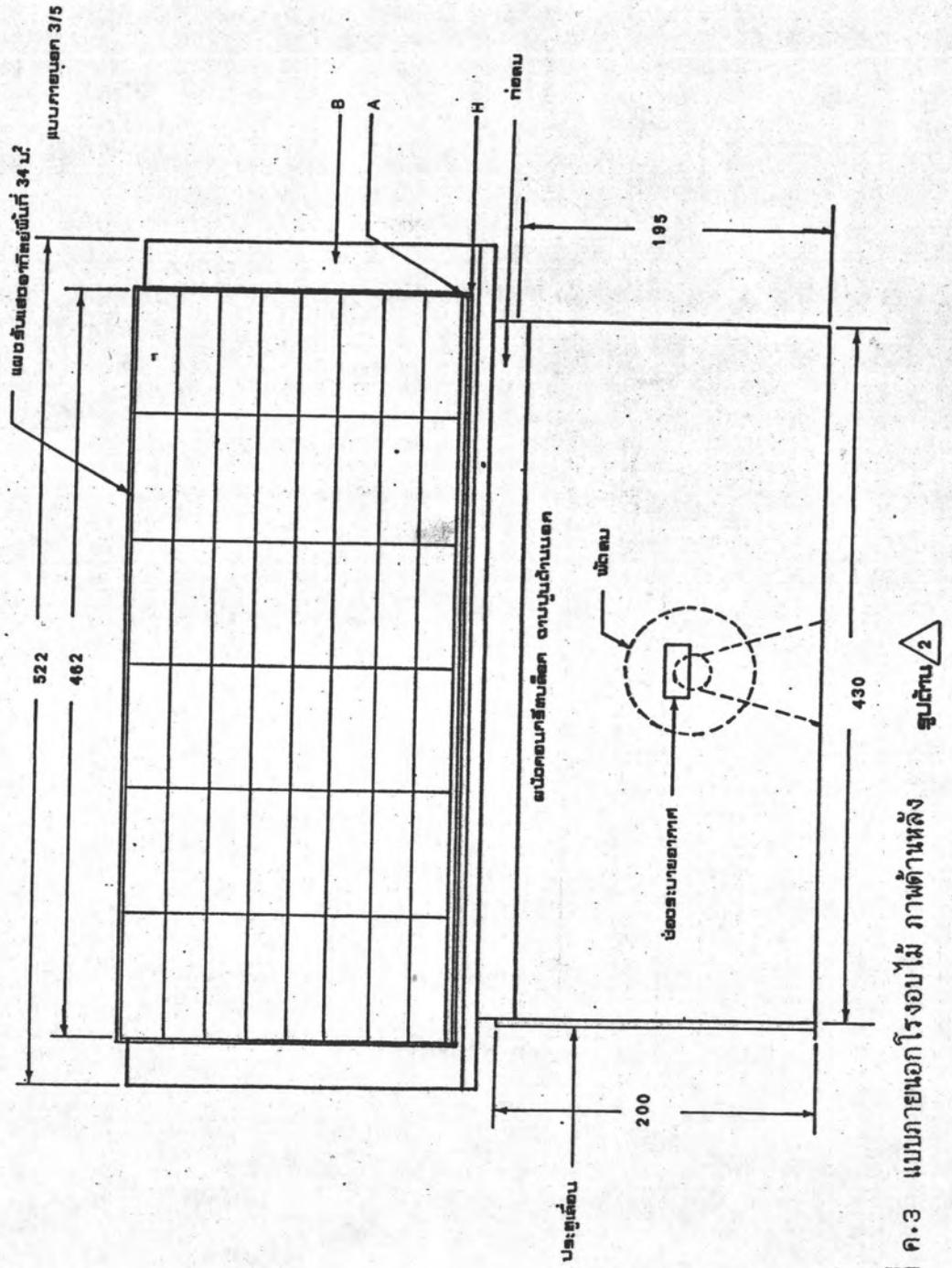
รูปที่ ค.1 ภาพสามมิติของแบบภายนอกกรอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์

ภาพนอก 2/5



หน่วย: เซนติเมตร

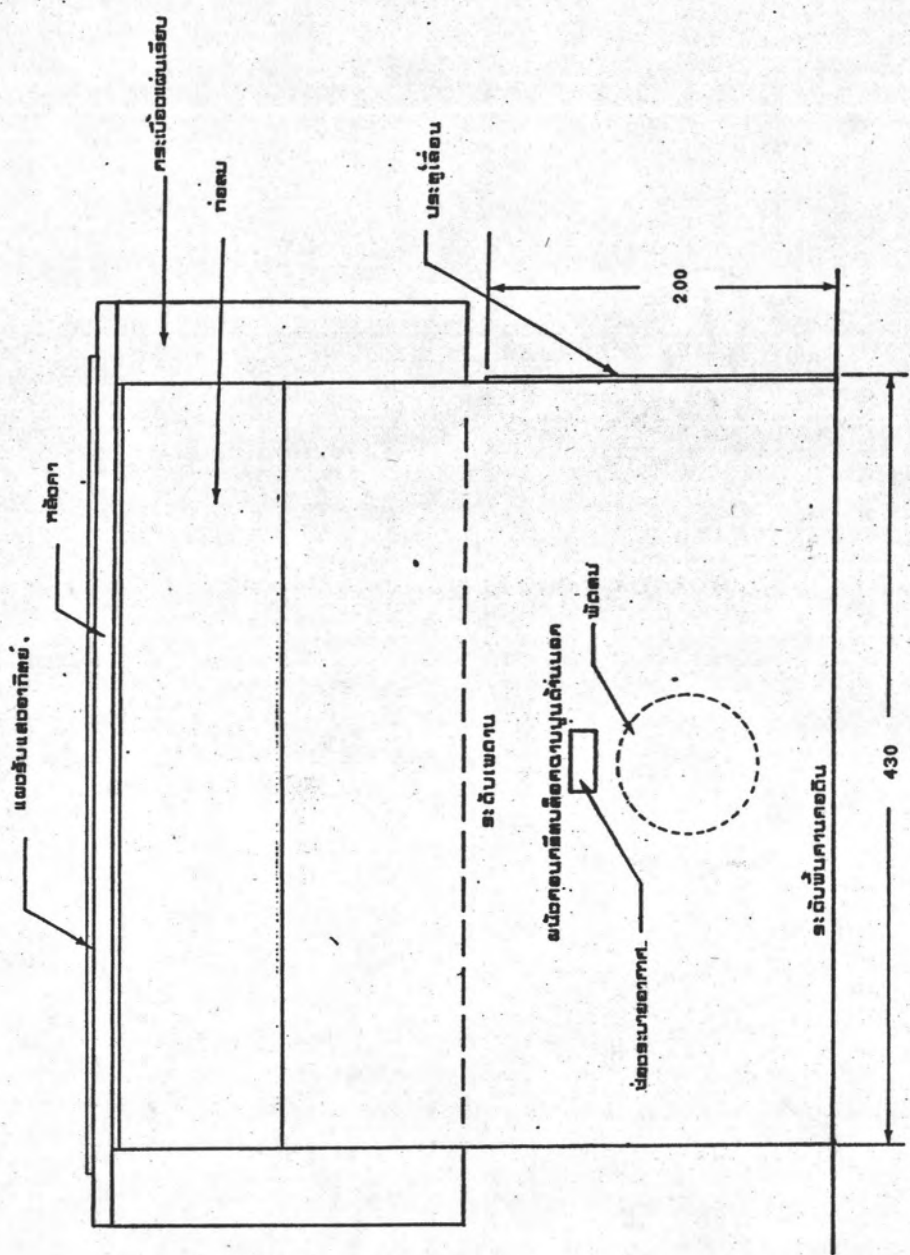
รูปที่ ค.2 แบบภายนอกโรงอบไม้ ภาพด้านข้าง รูปด้าน 1



รูปที่ ค.3 แบบภายในของโรงอบไม้ ภาพด้านหลัง

รูปที่ ก.2

แบบภายนอก 4/5

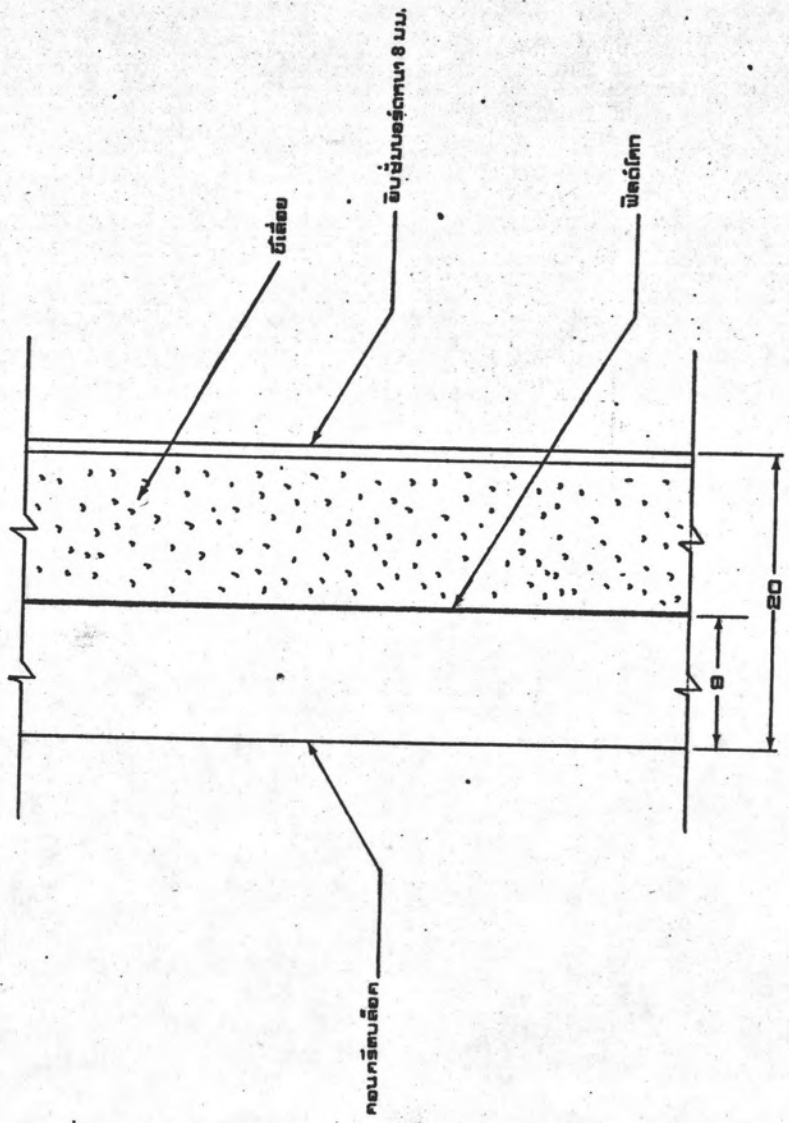


รูปที่ ค.4 แบบภายนอกโรงอบไม้ ภาพด้านหน้า



รูปด้าน 3

ภาพเลข 5/5

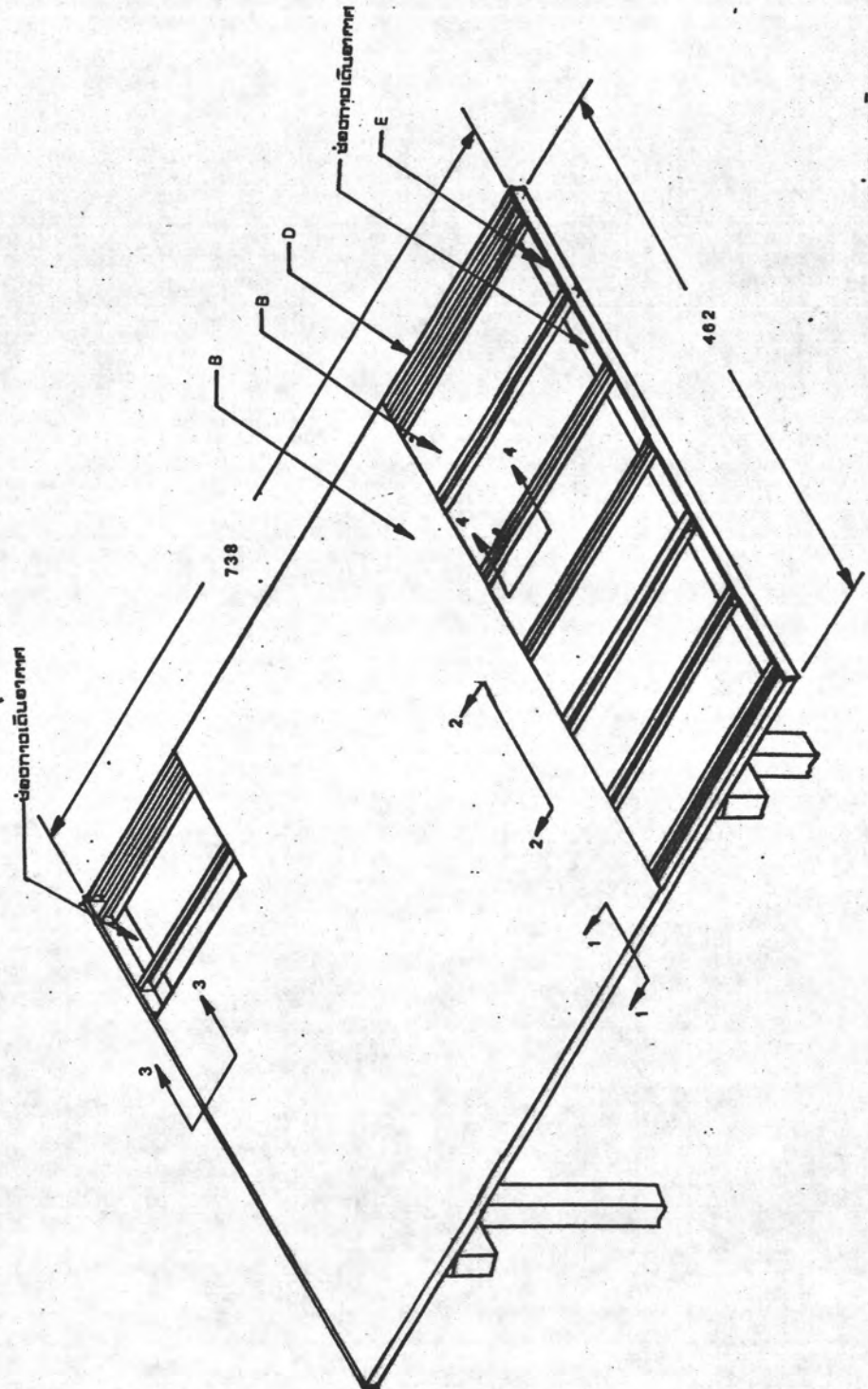


ภาคตัด ก-ก

รูปที่ ค.5 ภาคตัดของผนังโรงอบไม้



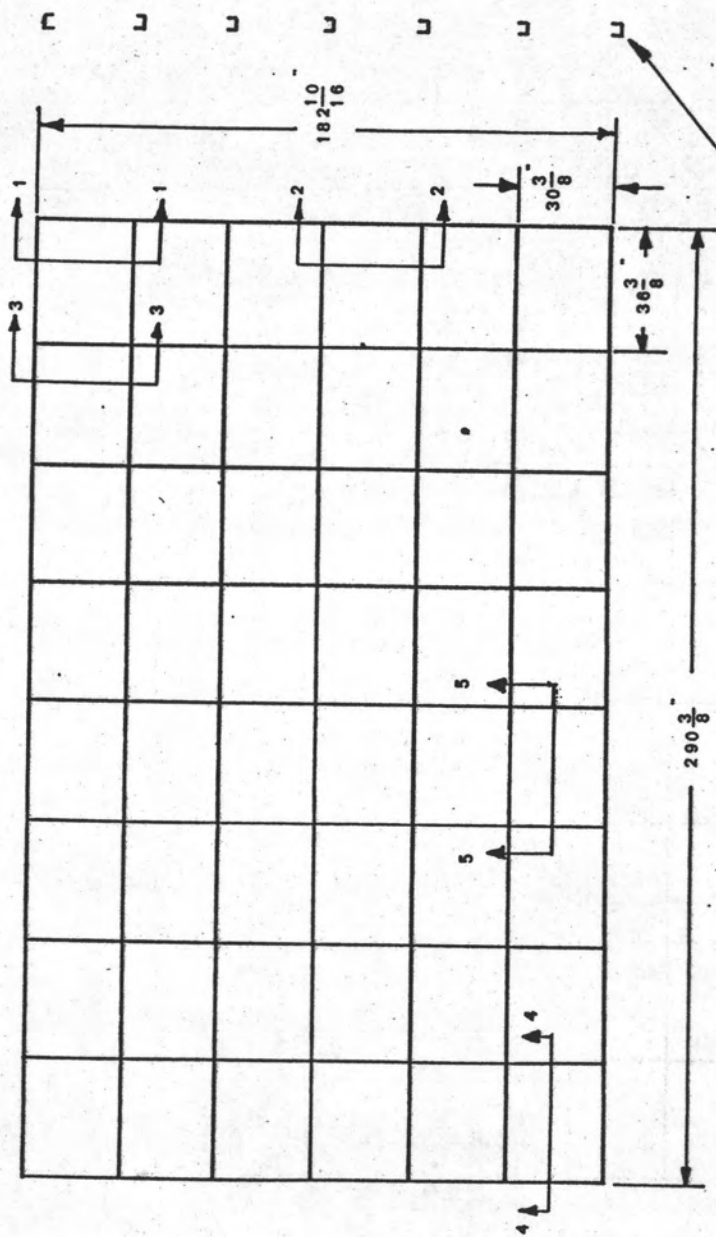
อัตรา 1/2



หน่วย : เซนติเมตร

รูปที่ ค.6 โครงสร้างหลังคา

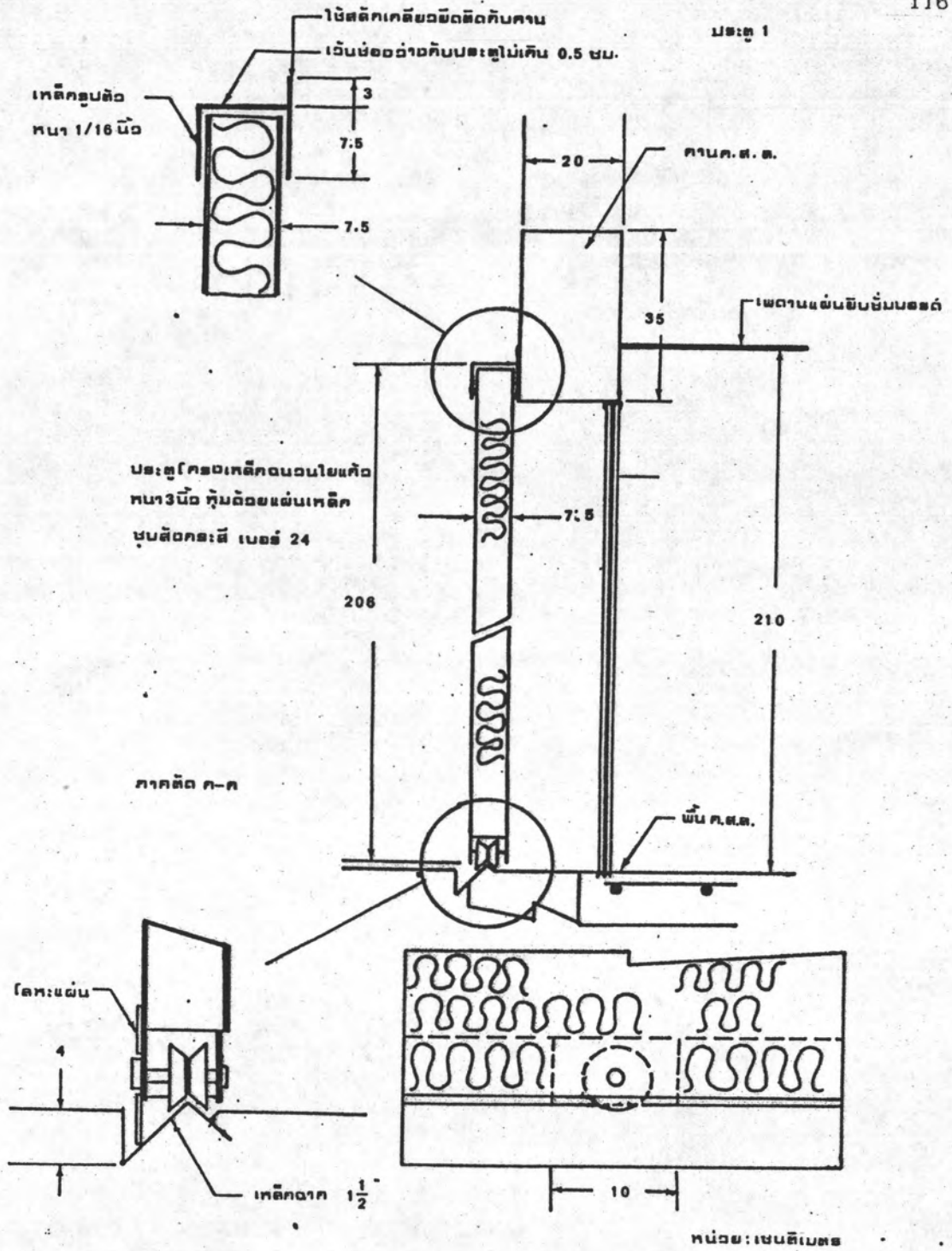
ขนาด 1/4



กศทการตรวจชิ้นส่วน

รูปที่ ค.7 ภาพด้านของแผงรับแสงอาทิตย์

หน่วย : มม



รูปที่ ค.8 ภาพขยายประตู

ข้อมูลและผลการทดลอง

ตารางที่ ง.1
การอบไม้ครั้งที่ 1 (ไม้ระดูหนา 20ม.ม.)

วันที่	เวลา	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			วันที่	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			
		อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	แสงอาทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	ความชื้นไม้ %		อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	แสงอาทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	ความชื้นไม้ %	
1	06.00	24.6	93	21	28.0	96.5	25.0	2	24.6	95	40	31.0	81.0	22.5	
	06.30			21	31.2	83.0					39	31.6	79.0		
	07.00	24.6	93	21	31.2	83.0			25.4	92	75	31.6	80.5		
	07.30														
	08.00	25.1	93	45	30.5	87.5			27.6	84	64	31.4	87.0		
	08.30			91	31.3	84.0					130	34.1	78.0		
	09.00	27.3	85	533	31.7	90.0			29.0	75	714	35.8	73.0		
	09.30			325	32.1	83.5					823	37.8	69.0		
	10.00	29.6	73	928	33.0	80.5			31.8	65	907	39.8	65.0		
	10.30			244	37.7	71.0					821	38.6	66.5		
	11.00	29.0	75	168	37.4	70.0			31.8	73	821	38.6	66.5		
	11.30			380	37.2	70.0					978	38.8	66.0		
	12.00	31.8	82	597	38.5	67.5	24.8		34.0	82	990	38.9	65.0		
	12.30			628	39.1	68.0					970	38.7	66.0		
	13.00	31.8	85	896	40.7	65.0			33.2	64	254	38.8	65.5		
	13.30			974	38.5	66.0					936	44.2	57.0		
	14.00	33.7	68	829	38.5	66.0			34.0	66	796	45.3	56.0		
	14.30			778	38.8	66.0					163	44.7	54.0		
15.00	32.0	72	208	38.7	66.0		34.6	69	250	43.3	55.0				
15.30			274	38.9	65.5				507	42.3	56.0				
16.00	30.7	74	81	38.7	66.0		32.9	63	160	41.7	56.5				
16.30			154	37.7	66.5				106	40.7	56.5				
17.00	30.1	80	85	37.3	66.5		31.8	75	63	40.2	57.0				
17.30			52	36.3	67.0				21	38.8	59.0				
18.00	29.6	80	0	35.6	69.0		30.1	75	0	37.9	62.0				

วันที่	เวลา	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			วันที่	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ							
		อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	แสงอาทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	ความชื้นไม้ %		อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	แสงอาทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	ความชื้นไม้ %					
3	06.00	25.1	95	11	33.3	78.0	4	24.6	95	7	32.7	74.0	19.6						
	06.30			45	33.1	76.0						32.5		73.0					
	07.00	26.2	94	91	33.0	75.0						24.6		95	70	32.1	72.0		
	07.30																		
	08.00	27.3	91	84	32.6	81.0						26.8		83	162	32.5	77.5		
	08.30			113	34.5	71.5									154	32.9	78.5		
	09.00	29.0	79	690	36.4	66.0						27.3		81	282	35.8	69.0		
	09.30			768	38.6	62.0									394	37.9	64.5		
	10.00	31.8	65	822	40.8	58.5						27.0		95	258	37.5	63.5		
	10.30			886	42.5	55.5									374	36.6	65.0		
	11.00	32.9	64	913	40.7	58.0						28.7		92	228	36.4	65.0		
	11.30			924	41.3	57.0									135	36.7	64.5		
	12.00	33.2	64	970	39.8	57.0					20.9	4		28.4	90	219	37.0	64.5	
	12.30			720	40.0	58.5											36.9	64.0	
	13.00	34.6	73	451	43.8	53.0						28.4		95	345	36.7	68.5		
	13.30			862	45.7	50.0									220	37.3	67.5		
	14.00	29.6	71	272	42.5	53.0						28.7		98	305	36.4	70.0		
	14.30			703	42.6	53.0											36.4	71.0	
15.00	29.6	78	423	44.3	51.0		28.7	93		36.5	71.0								
15.30			137	42.7	52.0						36.4	71.0							
16.00	29.0	81	74	41.5	54.0		27.3	92		35.4	72.0								
16.30			74	40.7	55.0						35.3	72.5							
17.00	27.9	83	49	40.0	56.5		26.8	91		35.0	72.5								
17.30			24	39.6	57.0						35.0	71.0							
18.00	27.3	83	0	38.6	57.5		26.8	86		34.5	71.0								

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

วันที่	เวลา	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			วันที่	อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	แสงอา- ทิตย W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	ความชื้น ไม้ %
		อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	แสงอา- ทิตย W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	ความชื้น ไม้ %							
5	06.00	24.6	95	7	31.3	77.0	6	25.1	86	11	33.0	70.5	18.3	
	06.30			50	31.1	77.0				38	32.6	71.0		
	07.00	24.6	93	70	31.3	75.0			25.1	86	50	32.6		74.0
	07.30													
	08.00	26.5	93	126	31.1	80.0			25.7	91	131	32.6		75.0
	08.30			318	33.6	73.5					212	34.4		70.5
	09.00	27.6	80	543	34.8	69.5			27.3	81	262	35.5		68.0
	09.30			653	37.4	65.0					809	38.4		63.0
	10.00	30.7	74	875	39.5	61.5			28.4	78	205	40.8		60.0
	10.30			442	40.3	58.0					403	42.9		56.5
	11.00	29.0	79	359	41.3	57.0			29.3	73	278	42.6		55.0
	11.30			539	41.7	56.0					172	41.1		56.0
	12.00	31.2	82	470	43.6	55.0			30.1	78	948	44.0		54.0
	12.30			1058	42.8	56.5					945	43.5		55.0
	13.00	30.1	77	176	45.8	51.5			30.9	80	808	43.9		52.0
	13.30			893	45.7	51.5					839	45.8		50.5
	14.00	32.9	76	758	47.5	50.0			29.6	78	116	45.4		50.0
	14.30			765	47.8	49.5					94	42.4		52.0
15.00	31.8	82		46.0	50.0		30.1	77	219	41.5	52.5			
15.30				44.1	55.0				94	42.3	52.0			
16.00	29.6	93		43.4	57.0		31.2	75	180	41.7	52.0			
16.30				42.6	57.0				120	41.6	53.0			
17.00	28.7	97		41.1	57.0		30.1	81	99	41.0	53.5			
17.30				40.4	57.0				26	40.3	54.5			
18.00	26.9	98		39.8	57.0		27.3	84	0	40.1	55.5			

วันที่	เวลา	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			วันที่	อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	แสงอา- ทิตย W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	ความชื้น ไม้ %
		อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	แสงอา- ทิตย W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	ความชื้น ไม้ %							
7	06.00	24.0	95	25	33.5	69.0	8	25.1	95	11	35.6	67.0	15.7	
	06.30			60	33.8	69.0				74	34.4	66.0		
	07.00	25.7	91	54	33.5	72.0			26.2	92	95	34.7		67.0
	07.30													
	08.00	27.6	77	198	32.7	73.0			28.4	80	176	35.4		68.0
	08.30			95	34.9	68.5					114	36.1		64.0
	09.00	27.9	83	544	37.2	64.0			30.1	74	289	38.3		62.0
	09.30			862	40.1	60.0					614	41.4		58.0
	10.00	29.0	81	158	39.8	57.0			30.1	77	170	42.5		55.0
	10.30			163	39.9	56.5					918	42.8		55.0
	11.00	31.4	70	962	43.3	55.0			33.4	64	910	42.4		55.0
	11.30										1055	45.2		52.0
	12.00	32.3	82	1015	46.2	49.0			33.4	66	1069	47.7		49.0
	12.30										677	45.5		51.0
	13.00	33.4	69	953	49.8	45.0			32.3	69	113	46.1		49.0
	13.30			878	46.4	48.0					96	45.7		49.0
	14.00	33.4	66	812	48.7	46.0			35.7	56	771	47.3		48.5
	14.30			676	48.9	45.5					678	48.0		48.0
15.00	32.9	57	444	48.5	45.5		34.6	63	589	48.2	47.0			
15.30			459	48.0	46.0				454	46.7	47.0			
16.00	32.0	64	288	45.8	46.0		33.4	59	279	45.9	47.0			
16.30			205	45.6	48.0				176	44.6	48.0			
17.00	32.6	68	121	45.0	48.0		34.0	60	128	43.3	49.0			
17.30			34	43.5	49.0				17	42.0	49.5			
18.00	29.6	81	0	43.3	49.0		30.7	74	0	42.0	50.0			

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

วันที่	เวลา	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			วันที่	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			
		อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	แสงอา- ทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	ความชื้น ไม้ %		อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	แสงอา- ทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	ความชื้น ไม้ %	
9	06.00	26.8	96	31	36.4	63.0	15.1	10	25.1	95	0	32.8	67.5	14.4	
	06.30			29	35.8	64.5					17	32.5	68.0		
	07.00	27.3	86	20	36.0	64.0					66	32.3	68.0		
	07.30														
	08.00	28.4	80	95	34.2	67.0					174	33.8	68.0		
	08.30			156	36.9	63.5					134	33.7	70.0		
	09.00	30.7	74	253	38.9	60.5					304	34.6	72.0		
	09.30			193	40.0	60.0					447	35.3	71.5		
	10.00	30.4	80	293	42.1	57.5					861	40.1	60.5		
	10.30			246	41.8	57.5					684	45.5	55.0		
	11.00	31.8	72	649	44.9	55.0					1026	47.0	52.5		
	11.30			292	48.0	51.5					1041	49.4	50.0		
	12.00	32.9	69	84	44.6	53.0					1002	51.0	48.0		
	12.30			677	43.2	53.0					719	48.9	48.0		
	13.00	32.9	76	726	47.5	51.5						48.5	52.0		
	13.30			84	48.1	50.0					839	46.7	53.5		
	14.00	27.9	83	11	46.4	51.0					751	46.9	54.0		
	14.30				45.4	52.0					608	45.4	55.0		
	15.00	26.9	90		43.0	53.0					353	44.7	54.5		
15.30			30	42.7	55.0			174	44.4	54.5					
16.00	26.8	92	29	42.0	56.0				44.0	55.0					
16.30			22	41.6	56.0				43.2	55.5					
17.00	26.5	91	15	41.5	56.5				42.1	56.0					
17.30			13	40.3	57.5				41.5	56.0					
18.00	26.3	91	0	39.8	58.0				40.9	57.5					

วันที่	เวลา	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ		
		อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	แสงอา- ทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	ความชื้น ไม้ %
11	06.00	24.6	95	7	33.4	67.5	13.8
	06.30			18	32.5	68.0	
	07.00	26.2	86	38	32.8	69.0	
	07.30						
	08.00	28.2	78	130	33.9	69.0	
	08.30			220	34.9	67.0	
	09.00	29.8	69	554	38.2	63.5	
	09.30			777	41.1	59.0	
	10.00	31.8	58	822	43.0	55.0	
	10.30			805	46.2	52.0	
	11.00	32.6	68	949	47.9	50.0	
	11.30			1002	48.8	48.0	
	12.00	33.4	68	1061	51.0	47.0	
	12.30			444	52.2	46.0	
	13.00	34.0	58	705	52.9	45.0	
	13.30			930	54.3	44.5	
	14.00	33.4	60	156	50.9	45.5	
	14.30			694	52.1	45.0	
	15.00	33.4	58	600	52.0	45.0	
15.30			446	51.5	45.0		
16.00	33.2	64	172	50.6	45.5		
16.30			67	49.8	46.0		
17.00	30.8	70	65	49.3	46.0		
17.30			25	49.0	46.5		
18.00	28.7	80	0	48.2	47.0		

ตารางที่ 4.2

การอบไม้ครั้งที่ 2 (ไม้เสี้ยนหนา 1.5 นิ้ว)

วันที่	เวลา	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			วันที่	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ		
		อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	แสงอาทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	ความชื้นไม้ %		อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	แสงอาทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	ความชื้นไม้ %
1	06.00	17.9	93	11	27.7	79.0	30.0	2	17.9	86	8	27.7	71.5	28.0
	06.30			36	27.6	78.0				22	27.6	76.0		
	07.00	18.4	89	54	27.9	77.0				39	27.5	80.0		
	07.30													
	08.00	22.6	79	109	27.6	81.0				23.2	75	103	27.0	82.0
	08.30			373	28.5	80.0						136	27.6	83.0
	09.00	25.4	66	200	28.6	84.0				26.2	72	176	28.3	86.0
	09.30			495	32.1	75.0						336	28.1	87.5
	10.00	27.6	62	475	34.9	72.0				26.8	52	594	33.0	72.0
	10.30			890	37.7	69.0						529	36.9	63.0
	11.00	27.3	58	710	36.2	71.0				28.4	70	667	37.2	67.5
	11.30			688	37.3	71.0						970	38.4	67.5
	12.00	28.7	52	451	39.1	70.5	29.0			28.7	74	953	40.8	66.0
	12.30											914	38.8	60.0
	13.00	27.9	53	882	38.5	67.0				30.9	57	897	39.4	63.5
	13.30			848	37.6	67.5						772	38.0	69.0
	14.00	30.7	62	731	40.0	67.5				30.1	46	726	38.9	65.5
	14.30			624	40.3	68.0						643	39.5	65.0
15.00	29.6	57	558	40.7	68.0			31.2	53	514	39.4	65.0		
15.30			437	40.0	68.0					440	39.0	66.0		
16.00	28.7	62	322	38.8	69.0			29.6	42	285	37.9	67.0		
16.30			172	38.9	70.0					180	37.6	67.5		
17.00	27.9	53	91	38.1	72.0			27.6	65	78	37.5	69.0		
17.30			54	37.2	73.0					10	37.0	69.5		
18.00	25.4	89	0	36.5	74.0			25.2	88	0	36.3	70.5		

วันที่	เวลา	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			วันที่	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ		
		อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	แสงอาทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	ความชื้นไม้ %		อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	แสงอาทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	ความชื้นไม้ %
3	06.00	15.4	87	6	27.1	77.0	26.0	4	19.6	90	0	28.8	76.5	22.0
	06.30			31	26.9	73.0				17	28.6	73.0		
	07.00	16.8	85	60	27.0	73.5				20.4	81	53	28.9	73.5
	07.30													
	08.00	21.2	73	356	27.2	81.0				23.2	72	225	28.5	79.0
	08.30			324	27.4	82.0						432	28.5	81.0
	09.00	25.1	60	137	27.5	88.0				25.7	70	565	29.0	87.5
	09.30			816	33.1	71.0						529	30.2	83.0
	10.00	27.9	55	558	35.9	67.0				27.9	59	818	33.4	77.0
	10.30			265	35.6	67.0						854	37.9	64.0
	11.00	27.6	57	903	36.2	68.0				29.6	56	670	37.4	67.5
	11.30			978	36.8	68.0						908	37.7	67.5
	12.00	30.4	47	953	38.4	68.0	23.5			29.6	56	903	38.7	67.0
	12.30			933	38.5	62.0						892	38.0	61.5
	13.00	31.2	46	893	38.0	64.0				31.8	47	872	39.5	63.0
	13.30			841	39.1	64.0						205	41.0	63.0
	14.00	30.7	43	730	39.9	64.0				30.7	52	286	40.8	63.0
	14.30			657	40.3	63.5						620	42.1	63.0
15.00	30.9	64	544	40.8	63.5			31.2	52	509	42.5	63.0		
15.30			422	40.7	63.5					364	42.2	63.0		
16.00	27.9	52	262	40.0	64.0			30.7	67	246	41.7	63.0		
16.30			206	38.9	64.5					120	40.1	64.5		
17.00	25.9	69	65	38.5	64.5			29.0	53	33	39.8	65.0		
17.30			3	37.3	67.0					0	38.3	65.0		
18.00	24.6	67	0	37.0	67.0			26.8	62	0	37.7	66.5		



ตารางที่ ง.2 (ต่อ)

วันที่	เวลา	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			วันที่	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			
		อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	แสงอาทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	ความชื้นไม้ %		อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	แสงอาทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	ความชื้นไม้ %	
5	06.00	20.4	87	0	29.9	75.0	19.5	6	20.4	90	0	30.7	73.0	19.0	
	06.30			11	29.6	72.0					17	30.4	72.5		
	07.00	22.6	72	52	29.8	76.5				21.5	89	106	30.4	73.5	
	07.30														
	08.00	25.1	74	315	29.9	78.0				25.7	71	462	31.1	72.0	
	08.30			357	30.5	76.0						378	30.9	75.0	
	09.00	27.6	78	621	31.2	76.5				28.2	69	335	34.3	71.0	
	09.30			714	35.8	69.0						720	37.4	66.0	
	10.00	28.2	63	763	38.0	65.5				30.7	61	768	39.7	63.0	
	10.30			807	41.1	62.0						788	42.5	59.0	
	11.00	30.7	62	862	40.7	63.0				32.4	64	900	41.9	61.0	
	11.30			994	41.3	63.0						173	41.5	61.5	
	12.00	29.6	58	191	42.2	62.5	20.0			33.4	65	932	41.7	61.5	18.5
	12.30			956	40.8	61.0						950	42.3	59.5	
	13.00	34.6	47	886	41.7	62.0				33.4	54	869	43.8	59.5	
	13.30			804	43.0	62.0						522	44.2	59.5	
	14.00	34.0	48	875	43.4	61.5				31.2	58	260	44.8	59.0	
	14.30			662	43.9	61.5						614	45.1	59.5	
15.00	32.6	47	116	44.2	61.5			33.2	51	508	45.7	59.5			
15.30			43	42.6	62.5					450	44.0	60.0			
16.00	30.7	52	77	42.0	63.0			32.9	56	239	44.3	60.0			
16.30			42	41.5	63.5					146	43.2	60.5			
17.00	30.1	57	24	40.7	63.5			31.8	57	46	42.5	61.0			
17.30			6	40.1	64.0					6	41.8	61.5			
18.00	26.2	65	0	39.2	65.0			27.3	62	0	41.0	62.0			

วันที่	เวลา	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			วันที่	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			
		อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	แสงอาทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	ความชื้นไม้ %		อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	แสงอาทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความชื้น %	ความชื้นไม้ %	
7	06.00	22.3	86	0	32.4	71.0	18.0	8	23.4	89	0	33.4	71.0	16.5	
	06.30			18	31.6	69.0					4	33.0	70.0		
	07.00	24.3	85	94	32.1	71.5				25.1	83	64	33.1	71.5	
	07.30														
	08.00	26.8	76	474	32.3	75.0				28.2	71	435	33.5	73.0	
	08.30			373	33.8	73.0						292	34.5	72.5	
	09.00	29.0	70	230	36.0	68.0				29.8	53	572	36.7	65.5	
	09.30			694	39.0	64.5						712	40.0	59.0	
	10.00	31.5	61	823	41.9	60.0				32.3	53	833	42.7	56.5	
	10.30			853	44.4	57.0						876	44.9	53.0	
	11.00	33.4	63	908	45.6	55.0				32.1	57	804	45.5	52.0	
	11.30			966	45.0	57.0						695	47.1	50.5	
	12.00	34.3	56	1052	45.9	57.0	16.5			34.0	51	980	47.4	50.0	15.5
	12.30			348	44.6	55.0						268	45.0	51.5	
	13.00	34.6	60	986	44.5	58.5				33.2	56	1022	49.8	49.0	
	13.30			904	48.1	51.5						854	49.6	51.0	
	14.00	34.6	53	796	46.3	54.0				33.4	56	801	48.8	51.0	
	14.30			620	45.8	54.5						653	49.1	51.5	
15.00	33.4	51	512	46.2	55.0			33.2	53	564	49.4	51.5			
15.30			463	45.7	55.0					101	48.0	51.5			
16.00	31.2	58	45	45.0	56.0			32.9	59	117	46.8	52.5			
16.30			45	43.8	57.0					77	45.9	53.0			
17.00	29.3	60	18	42.9	57.0			30.7	64	52	45.0	53.5			
17.30			5	42.5	57.5					0	44.6	54.0			
18.00	27.4	67	0	41.0	58.0			27.1	79	0	43.7	55.0			

ตารางที่ ๖.2 (ต่อ)

วันที่	เวลา	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			วันที่	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ			
		อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	แสงอา- ทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	ความชื้น ไม้ %		อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	แสงอา- ทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	ความชื้น ไม้ %	
9	06.00	24.0	91	0	34.7	67.5	15.0	10	24.0	89	0	34.5	67.0	13.5	
	06.30			25	33.6	66.0				40	34.4	66.5			
	07.00	24.6	86	128	33.9	68.0			25.7	83	145	34.5	67.5		
	07.30														
	08.00	26.8	76	156	33.5	70.0			27.3	76	409	34.5	68.5		
	08.30			416	34.7	68.0					586	34.5	69.0		
	09.00	27.9	73	201	36.0	66.0			28.7	71	188	37.7	65.0		
	09.30			335	36.9	66.0					731	40.8	61.5		
	10.00	29.6	79	572	38.0	66.0			31.2	66	809	43.0	59.0		
	10.30			714	42.7	58.5					886	45.2	56.5		
	11.00	31.8	78	876	44.8	56.5			31.5	63	908	46.9	54.5		
	11.30			952	47.1	53.5					943	48.1	52.5		
	12.00	30.1	70	137	45.8	53.0	14.0		10	31.8	66	190	46.6	52.5	13.0
	12.30			886	45.6	52.5					874	46.0	50.5		
	13.00	32.6	71	137	48.1	52.0			32.3	67	392	46.7	51.5		
	13.30			346	47.9	51.5					668	49.8	50.0		
	14.00	34.6	57	897	49.7	51.0			33.7	57	717	49.9	49.5		
	14.30			204	50.9	50.5					676	50.6	49.0		
15.00	33.7	60	145	47.7	50.5		32.3	59	505	49.8	49.0				
15.30			156	48.1	51.0				398	48.7	49.0				
16.00	32.3	59	88	47.4	52.0		31.8	59	240	47.3	50.0				
16.30			60	45.8	53.0				128	46.7	50.0				
17.00	31.2	71	30	45.5	53.0		29.8	65	53	45.8	50.0				
17.30			0	44.3	53.5				0	44.6	51.0				
18.00	28.2	76	0	43.4	54.5		28.7	78	0	43.9	52.0				

วันที่	เวลา	ภายนอกโรงอบ			ภายในโรงอบ		
		อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	แสงอา- ทิตย์ W/m ²	อุณหภูมิ °C	ความ ชื้น %	ความชื้น ไม้ %
11	06.00	20.4	88	0	33.5	62.0	13.0
	06.30			17	32.6	60.0	
	07.00	21.2	86	47	33.0	61.5	
	07.30						
	08.00	23.4	74	220	33.7	62.0	
	08.30			212	33.4	62.5	
	09.00	26.2	63	272	33.5	63.5	
	09.30			554	37.0	59.0	
	10.00	28.2	57	568	39.7	57.0	
	10.30			653	41.1	55.5	
	11.00	29.3	57	716	43.8	53.0	
	11.30			705	45.4	51.5	
	12.00	29.8	59	775	46.6	50.5	12.0
	12.30			551	44.4	49.0	
	13.00	30.7	54	452	46.1	49.5	
	13.30			540	47.0	49.0	
	14.00	30.4	64	491	46.9	48.5	
	14.30			413	46.6	48.0	
15.00	31.8	60	465	46.7	48.0		
15.30			290	45.6	48.5		
16.00	30.1	57	202	45.8	48.5		
16.30			88	44.4	49.5		
17.00	29.3	65	77	44.0	50.0		
17.30			0	43.2	50.5		
18.00	27.1	68	0	42.3	51.0		

ภาคผนวก จ

ข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยของจังหวัดสกลนคร

ภาคผนวก ฉ

ตารางการอบไม้

SCHEDULE I

Tentative schedule for one inch thick planks of Abies pindrow (Pir), Ailanthus sp. (Ma yom pa), Alstonia scholaris (Tinpet), Bombax sp. (Ngiu), Canarium kerrii (Maluam), Erythrina suberosa (Thong lang), Sterculia sp. (Po), Tetrameles nudiflora (Sompong) and Trewia nudiflora (Ma-fo).

Most of these woods are used for packing case manufacture.

Moisture content of the wettest timber on the air inlet side (%)	Temperature				Relative humidity %
	Dry bulb		Wet bulb		
	°F	°C	°F	°C	
Green	125.6	52	111.2	44	62
60	131	55	113	45	55
40	140	60	114.8	46	44
30	149	65	118.4	48	39
20	154.4	68	118.4	48	33.5

The above timbers will take about 4 to 5 days to season. Almost none of these woods is liable to develop case-hardening, therefore high humidity treatment is not considered necessary at any stage during seasoning process. However, initial steaming of the charge for about 2 hours at 55 C, 100 % R.H. should be carried out to sterilize the wood and to kill mould growth.

SCHEDULE II

Tentative schedule for one inch thick planks of white colored wood; Mangifera indica (Mango), Kydia calycina (Po lieng).

These timbers are commonly used for cheap planking or for moderately heavy types of packing cases.

Moisture content of the wettest timber on the air inlet side (%)	Temperature				Relative humidity %
	Dry bulb		Wet bulb		
	°F	°C	°F	°C	
Green	113	45	104	40	72
60	116.6	47	104	40	64
40	120.2	49	104	40	56
30	127.4	53	104	40	44
20	136.4	58	104	40	32.5

The above timbers will take about 5 to 7 days to dry. These woods are not liable to case-hardening, high humidity treatment is not considered necessary at any stage during the seasoning process. However, initial steaming of the charge for about 2 hours at 55°C, 100% R.H. should be carried out to sterilize the wood and to kill mould growth.

SCHEDULE III

Tentative schedule for one inch thick planks of Acrocarpus fraxinifolius (Daeng nam), Artocarpus chaplasha (Ma-had), Gmelina arborea (So), Holoptelea integrifolia (Ka-chao), Hymenodictyon exelsum (U-lok), and Michelia sp. (Champa).

Most of these woods are light furniture wood .

Moisture content of the wettest timber on the air inlet side. (%)	Temperature				Relative humidity %
	Dry bulb °F	Dry bulb °C	Wet bulb °F	Wet bulb °C	
Green	107.6	42	100.4	38	76
60	113	45	104	40	72
40	116.6	47	104	40	64
35	120.2	49	104	40	56
30	123.8	51	104	40	50
25	127.4	53	104	40	44
20	131	55	104	40	39

The above timbers will take about 8 to 10 days to dry. In addition to initial steaming, the timbers will require one intermediate steaming and one steaming toward the end of the run for 2-3 hours at 55°C, 100% R.H.

SCHEDULE IV

Tentative schedule for one inch thick planks of Albizzia sp. (Kang or Ton), Amoora wallichii (Ta-sua), Calophyllum sp. (Tang hon), Chukrasia tabularis (Yom hin), Dalbergia sp. (Cha nuan), Lagerstroemia spp. (Ta-baek, Sa-lao), Pterocarpus macrocarpus (Pradu), Schima wallichii (Mang tan).

Most of these are furniture woods.

Moisture content of the wettest timber on the air inlet side. (%)	Temperature				Relative humidity %
	Dry bulb		Wet bulb		
	°F	°C	°F	°C	
Green	107.6	42	101.3	38.5	80
60	107.6	42	100.4	38	76
40	113	45	104	40	72
35	116.6	47	104	40	64
30	120.2	49	104	40	56
25	125.6	52	104	40	47
20	131	55	104	40	35

The above timbers will take 12 to 15 days to dry. In addition to the initial steaming, the timbers will need at least one intermediate steaming and one steaming towards the end of the run at 55° C, 100 % R.H. for about 2-4 hours. For precision drying for high class work, condition treatment should be given.

SCHEDULE V

Tentative schedule for one inch thick planks of Adina cordifolia (Kwao), Cedrela toona (Yom hom), Dipterocarpus indicus (Yang), Dipterocarpus tuberculatus (Pluang), Mitragyna brunonis (Tum Kwao), Tectona grandis (Teak)

These timbers are used for furniture constructional work, or for certain special items such as bobbins and other turnery articles.

Moisture content of the wettest timber on the air inlet side (%)	Dry bulb		Temperature Wet bulb		Relative humidity %
	°F	°C	°F	°C	
Green	107.6	42	101.3	38.5	80
40	113	43	104	40	72
35	114.8	46	104	40	68
30	118.4	48	104	40	60
25	122	50	104	40	53
20	125.6	52	104	40	47
15	131	55	104	40	39

The above timber will take 13 to 16 days to dry. Most of this show some abnormal behaviour in seasoning and need carefully handling of the kiln. Yom hin is liable to collapse, Yang to form moisture pockets and Kwao develops fine cracks. In addition to the initial steaming, the timber may need two intermediate and one final steaming at 55°C, 100% R.H. for 2-4 hours,

SCHEDULE VI



Tentative schedule for one inch, thick planks of Acacia catechu (Sisiat) Diospyros sp. (Ma-klua), light coloured wood, Grewia sp. (Po), Lagerstroemia flosreginae (In-tha-nin) and Terminalia tomentosa (Rok fa)

These are heavy planking timbers, most of which are also used for structural purposes.

Moisture content of the wettest timber on the air inlet side (%)	Dry bulb		Temperature		Relative humidity %
	°F	°C	°F	°C	
Green	104	40	98.6	37	82
60	107.6	42	100.4	38	76
40	113	45	104	40	72
35	114.8	46	104	40	68
30	116.6	47	104	40	64
25	118.4	48	104	40	60
20	122	50	104	40	53
18	125.6	52	104	40	47
15	131	55	104	40	39

The above timbers will take about 16 to 20 days to dry. They need slow and careful drying. The charge will have to be steamed at least twice during the course of drying, in addition to the initial and final steaming at 55°C, 100% R.H. for 2-4 hours.

SCHEDULE VII

Tentative schedule for one inch thick planks of Cassia fistula (Kun),-
Balanocarpus heimii (Takian chan ta maew), Vitex pinnata (Tin-nok)

These timbers are highly refractory and very difficult to dry them free from defects particularly from the green condition.

Moisture content of the wettest timber on the air inlet side (%)	Temperature				Relative humidity %
	Dry bulb		Wet bulb		
	F	C	F	C	
Green	104	40	100.4	38	88
60	105.8	41	100.4	38	82
40	107.6	42	100.4	38	76
35	113	45	104	40	72
30	114.8	46	104	40	69
25	116.6	47	104	40	64
20	122	50	104	40	61
15	125.6	52	104	40	54

The above timbers will take about 24 to 30 days to dry. The charge will need at least three intermediate steaming operation in addition to initial and final steaming at 55°C, 100% R.H. for 2-4 hours.

ประวัติผู้เขียน

นาย วีระ พลอยไป เกิดเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2506 ที่ ต.ทับคล้อ อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนตะพานหิน จ.พิจิตร ได้รับปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อปี การศึกษา 2528

