



- Bandyopadhyay, B., Humphrey, A.E., and Taguchi, H. Dynamic measurement of the volumetric oxygen transfer coefficient in fermentation systems. Biotechnol. Bioeng. 9 (1967) :533-544
- Bello, R.A., Robinson, C.W., and Moo-Young, M. Gas holdup and overall volumetric oxygen transfer coefficient in airlift contactors. Biotechnol. Bioeng. 27(1985):369-381
- Chisti, M.Y. 1989. AirLift Bioreactors, pp.87-131, 250-255. New York : Elsevier Science Publishers LTD.
- Coulson, J.R., and Richardson, J.F. 1977. Chemical Engineering, pp.35-70, 268-307. Oxford: Pergamon Press.
- Moo-Young, M., and Blach, H.W. Design of biochemical reactors. Adv. Biochem.Eng. 19(1981) : 1-69.
- Robert, W. For, and Alan, T. McDonald. 1985. Introduction to Fluid Mechanics. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Robinson, C.W. On power input and liquid-phase mixing times in pneumatically-agitated contactors. Can.J. Chem.Eng. 64 (1986): 523-528

Schugerl, K. Oxygen transport into highly viscous media.

Adv. Biochem. Eng. 19 (1981) : 71-174.

Verlaan, P., Tramper, J., Van't Riet, K. and Luyben, K. Ch.A.M.

1986. Conference on Bioreactor Fluid Dynamics,

Hydrodynamics and axial dispersion in an airlift-
loop bioreactor with two and three-phase flow,

pp. 93-107. Cambridge: Proceeding Int.

Weiland, P., and Onken, U. Differences in the behaviour of
bubble columns and air lift loop reactors.

Ger. Chem. Eng. 4 (1981): 174-181.

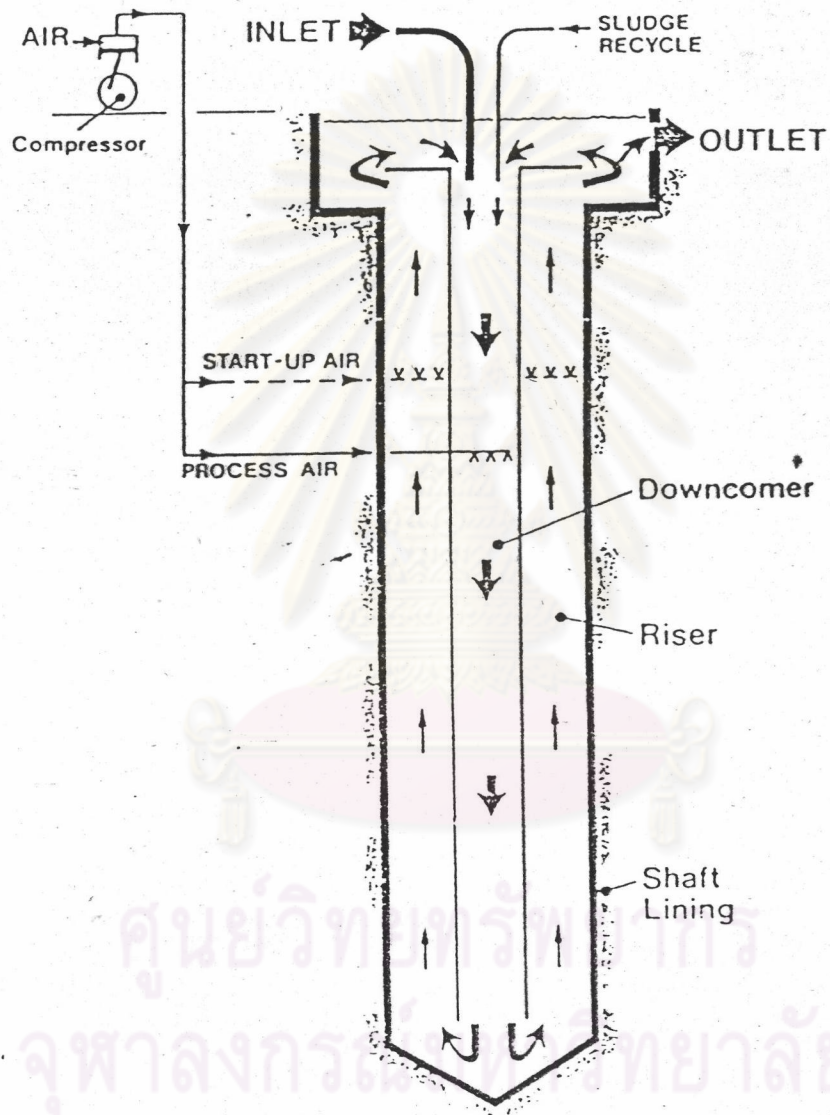
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



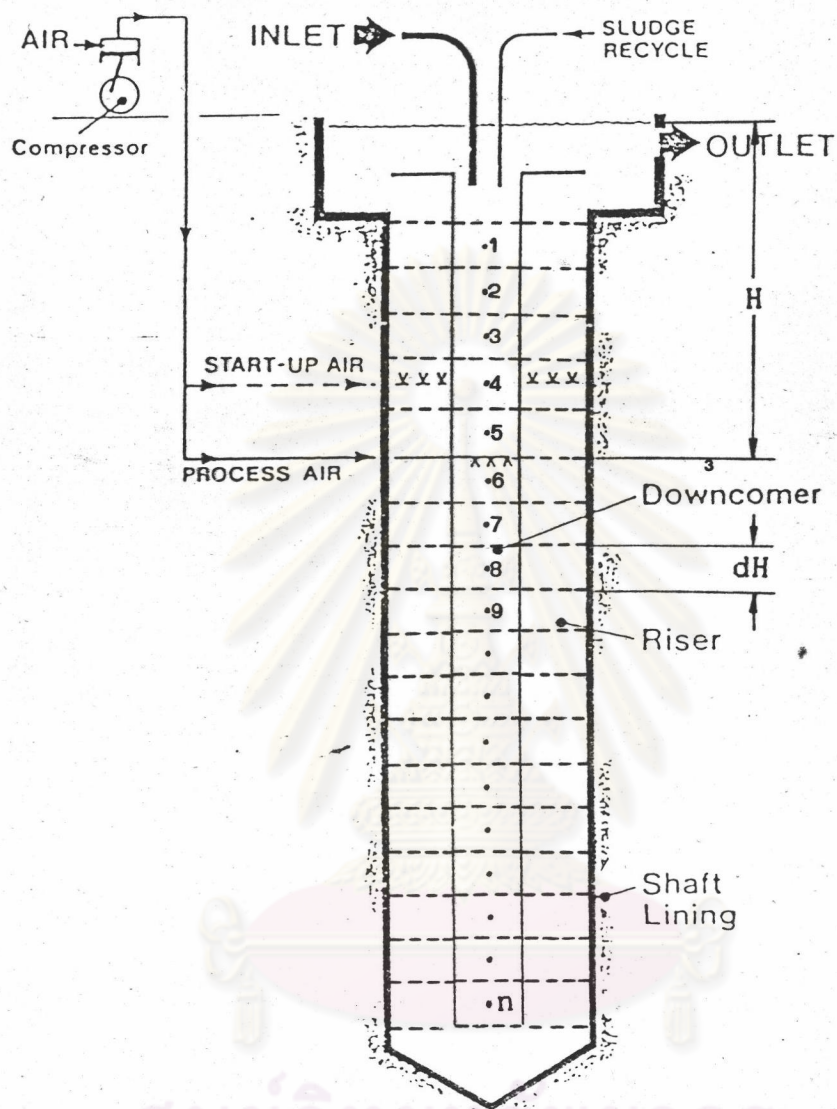
ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก



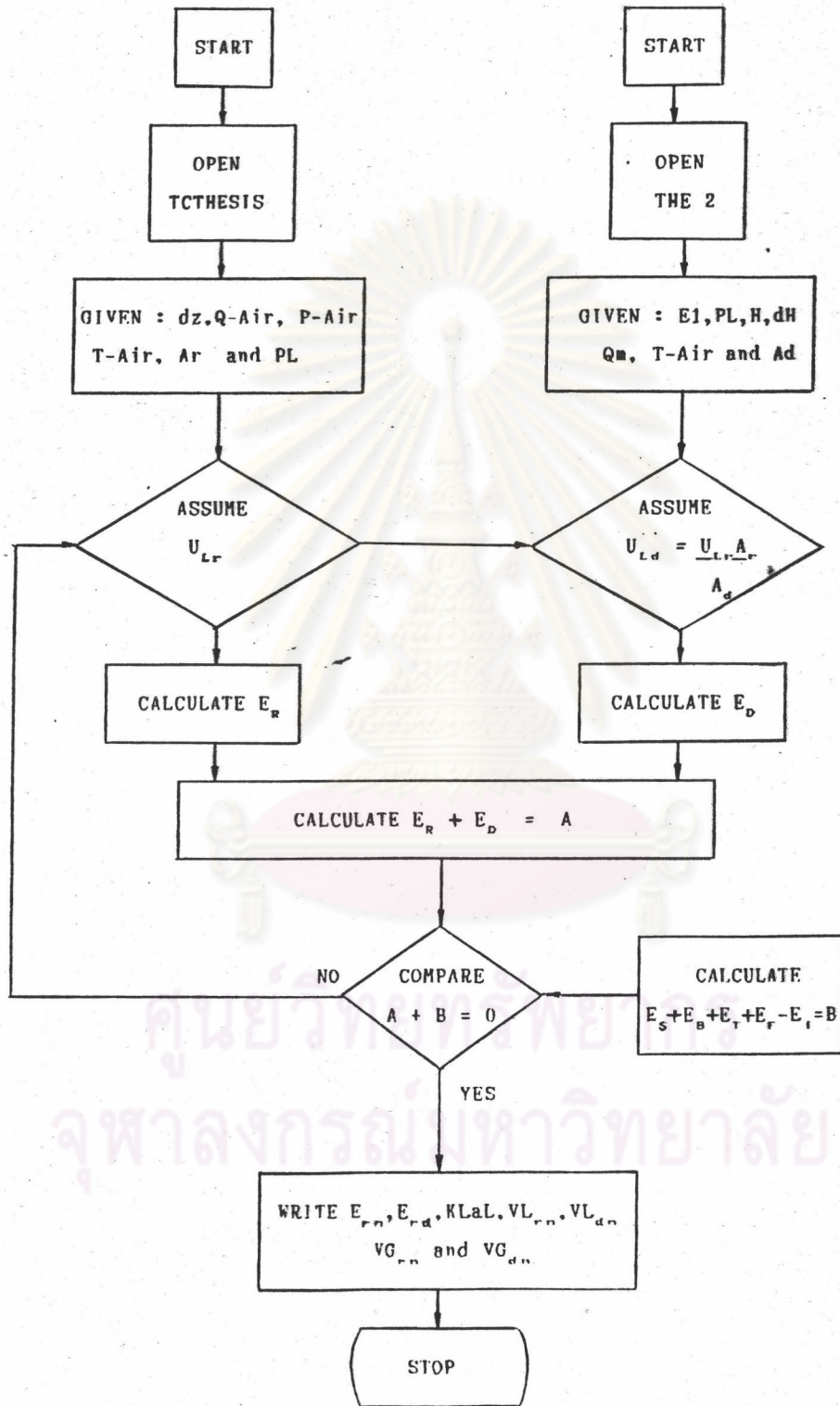
รูปที่ ก.1 แสดงเครื่องปฏิกรณ์ของไหลสองตัวด้วยลมแบบที่อ่วนศูนย์กลาง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.2 รายละเอียดเครื่องปฏิกรณ์ของไหลสองตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

แผนภูมิ



รูปที่ ๗.1 แผนภูมิของโปรแกรมหลักของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เมื่อ E	=	ค่าเศษส่วนช่องว่าง	
E1	=	ค่าเศษส่วนช่องว่างชั้นบนสุดทางด้าน Downcomer	
KLaL	=	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลของปริมาตรทั้งหมด	(s ⁻¹)
VLrn	=	ค่าความเร็วของของเหลวทางด้าน Riser	(ms ⁻¹)
VLdn	=	ค่าความเร็วของของเหลวทางด้าน Downcomer	(ms ⁻¹)
VGrn	=	ค่าความเร็วของก๊าซทางด้าน Riser	(ms ⁻¹)
VGdn	=	ค่าความเร็วของก๊าซทางด้าน Downcomer	(ms ⁻¹)
ULd	=	ค่า Superficial Liquid Velocity ทางด้าน Downcomer	(ms ⁻¹)
Ar	=	พื้นที่ตัดขวางทางด้าน Riser	(m ²)
Ad	=	พื้นที่ตัดขวางทางด้าน Downcomer	(m ²)
PL	=	ความหนาแน่นของของเหลว	(kgm ⁻³)
H	=	ความลึกของตัวพ่นอากาศทางด้าน Downcomer	(m)
P-Air	=	ความหนาแน่นของก๊าซ	(kgm ⁻³)
T-Air	=	อุณหภูมิของก๊าซ	(K)
dz, dH	=	ช่วงความลึกของของไหล	(m)
Q-Air, Qm	=	อัตราการไหลของอากาศ	(kgm ⁻³)
n	=	ค่าต่างๆ ของความลึกที่จุดใดๆ	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

โปรแกรมคอมพิวเตอร์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


```

void CreatBlock(int Left,int Top,int Right,int Bottom,int Color)
{ int runColumn,runRow;
  clrscr();
  textcolor(Color);
  /* Top */
  gotoxy(Left,Top);
  cprintf(TOPL);
  for (runColumn = Left+1;runColumn<Right;runColumn++)cprintf(VERTICA
  cprintf(TOPR);
  /* abort */
  for (runRow = Top+1;runRow<Bottom;runRow++) {
    gotoxy(Left,runRow);cprintf(HORIZON);
    gotoxy(Right,runRow);cprintf(HORIZON);
  }
  /* Bottom */
  gotoxy(Left,Bottom);cprintf(BOTL);
  for (runColumn = Left+1;runColumn<Right;runColumn++)cprintf(VERTICA
  cprintf(BOTR);
}

void PreCal(void)
{ int Column=10,Row=12;
  textcolor(BLUE);
  gotoxy(Column+5,Row);cprintf("dZ :=");
  do { gotoxy(Column+14,Row);cprintf(" ");
    InputReal(Column+14,Row,&dZ); }while (!Check(dZ,0.0001,0.5));
  gotoxy(Column+5,Row+1);cprintf("Q-Air :=");
  do { gotoxy(Column+14,Row+1);cprintf(" ");
    InputReal(Column+14,Row+1,&Q); }while (!Check(Q,0,1));
  gotoxy(Column+5,Row+2);cprintf("P-Air :=");
  do { gotoxy(Column+14,Row+2);cprintf(" ");
    InputReal(Column+14,Row+2,&PAir); }while (!Check(PAair,0.09,4));
  gotoxy(Column+5,Row+3);cprintf("T-Air :=");
  do { gotoxy(Column+14,Row+3);cprintf(" ");
    InputReal(Column+14,Row+3,&TAir); }while (!Check(TAair,272.9,373));
  gotoxy(Column+5,Row+4);cprintf("Ar :=");
  do { gotoxy(Column+14,Row+4);cprintf(" ");
    InputReal(Column+14,Row+4,&Ar); }while (!Check(Ar,0.0001,5));
  gotoxy(Column+5,Row+5);cprintf("PL :=");
  do { gotoxy(Column+14,Row+5);cprintf(" ");
    InputReal(Column+14,Row+5,&PL); }while (!Check(PL,900,10000));
  CalConstantUgr();
  SumE[0] = 0;
  gotoxy(Column+5,Row+6);cprintf("ULr:=");
  do { gotoxy(Column+14,Row+6);cprintf(" ");
    InputReal(Column+14,Row+6,&ULr); }while (!Check(ULr,0.001,1000));
}

void Calculate(int Start,int End)
{ int i;
  for(i=Start;i<End;i++){
    CalUgr(i);
    Cale(i);
  }
}

/* */
/*      3.Check ' 1-9 ' */
/*      ===== */
/* */
int Numeric(char Ch)
{ if((Ch > '9' || Ch < '0' ) && Ch != '.')
  return(0);
}

```



```

else
    return(1);
}

void Calc(int n)
{ e[n] = Ugr[n] / (0.24 + 1.35*pow(Ugr[n] + ULR, 0.93));
  SumE[n+1] = SumE[n] + 1 - e[n];
  kLaL[n] = 7.745e-2 * 6 * e[n] / (1 - e[n]);
}

```

```

void CalConstantUgr(void)
{ CstUgr = PAir*Q*TAir*8314/(28.97*Ar);
  CstZ = PL*9.8*dZ; /* 998.2*9.8*dZ */
}

```

```

void CalUgr(int n)
{ EUgr = 1.013e5 + SumE[n]*CstZ;
  Ugr[n] = CstUgr/EUgr;
}

```

```

InputReal(Col,Row, x)
float *x;
int Col,Row;
{ char Ch;
  char Xstr[7];
  int i=0,NoQuit;
  gotoxy(Col,Row);
  do {
    Ch = getch();
    switch (Ch) {
      case ESC :strcpy(Xstr,"");
                gotoxy(Col,Row);cprintf(" ");
                gotoxy(Col,Row);
                break;
      case RETURN:NoQuit=NO;break;
      default :if (Numeric(Ch) && i < 7) {
                  Xstr[i++]=Ch;
                  putchar(Ch);
                }
    }
  } while(NoQuit);
  *x = atof(Xstr);
}

```

```

int Check(float Q,float min,float max)
{ if (Q < min || Q > max)
  return(0);
  else
  return(1);
}

```

```

void ShowEUgr(void)
{ int i,NoQuit=YES,Top,Bottom,Column=4,Row=1;
  char Ch;
  gotoxy(Column+3,Row+1);cprintf("n      E      Ugr/E      UGr
-E)      Sum E");
  Top=1;Bottom=19;
  window(Column+1,Row+2,74,22);
  OutScreen(1,0);
  for(i=Top;i<Bottom+1;i++){
    OutScreen(i+1,i);
    Calculate(100*i,100+100*i);
  }
}

```



มหาวิทยาลัยราชภัฏบรพา
วิทยาเขตบรพา

```

}
do {
    Ch = getch();
    switch (Ch) {
        case 0 : Ch = getch();
            switch (Ch) {
                case UP : if(Top>0) {
                            gotoxy(1,1);insline();
                            Top=Top-1;Bottom=Bottom-1;
                            OutScreen(1,Top);
                        } break;
                case DOWN : if(Bottom<1999) {
                            gotoxy(1,1);
                            delline();
                            Top=Top+1;Bottom=Bottom+1;
                            OutScreen(20,Bottom);
                        } break;
                case PgUp : if(Top > 0){
                            if(Top-20 < 0) {
                                Top=0;Bottom=19;
                            }
                            else {
                                Top = Top - 20;
                                Bottom = Bottom - 20;
                            }
                            for(i=Top;i<Bottom+1;i++) {
                                OutScreen(i-Top+1,i);
                            }
                        } break;
                case PgDn : if(Bottom < 1999){
                            if(Bottom+20 > 1999) {
                                Top=1980;Bottom=1999;
                            }
                            else {
                                Top = Top + 20;
                                Bottom = Bottom + 20;
                            }
                            for(i=Top;i<Bottom+1;i++) {
                                OutScreen(i-Top+1,i);
                            }
                        } break;
                default : ;
            } break;
        case ESC : NoQuit=NO;break;
        default : ;
    }
} while(NoQuit);
clrscr();
printf("print[y/n]");
Ch=getch();
if(Ch=='y')Printer();
}

```

```

void OutScreen(int Row,int i)
{ gotoxy(2,Row);cprintf("  ");
  gotoxy(2,Row);cprintf("%d",i+1);
  gotoxy(8,Row);cprintf("%f",e[i]);
  gotoxy(61,Row);cprintf("%f",SumE[i+1]);
  gotoxy(31,Row);cprintf("%f",Ugr[i]);
  gotoxy(46,Row);cprintf("%f",ULr/(1-e[i]));
  gotoxy(19,Row);cprintf("%f",Ugr[i]/e[i]);
}

```



```

void Printer(void)
{ int i,Start,End;
  printf("Input the interval of a number of value : ");
  scanf("%d %d",&Start,&End);
  fprintf(stdprn,"dZ      : %f \n",dZ);
  fprintf(stdprn,"Q-Air   : %f \n",Q);
  fprintf(stdprn,"P-Air   : %f \n",PAir);
  fprintf(stdprn,"T-Air   : %f \n",TAir);
  fprintf(stdprn,"Ar      : %f \n",Ar);
  fprintf(stdprn,"PL      : %f \n\n",PL);
  fprintf(stdprn,"n          E          kLaL          VLrn
rn \n");
  for(i=Start;i<End;i++){
    fprintf(stdprn,"%d      %f      %f      %f      %f \n",i+1,e[i]
[i],ULr/(1-e[i]),Ugr[i]/e[i]);
  }
}

```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


```

#include <conio.h>
#include <dos.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>

#define RETURN 13
#define DOWN 80
#define UP 72
#define PgDn 81
#define PgUp 73
#define ESC 27
#define TOPL "H"
#define TOPR "W"
#define BOTL "H"
#define BOTR "W"
#define VERTICAL "H"
#define HORIZON "W"

int Numeric(char Ch);
void InputCal(void);
void Calculate(int Start,int End);
void Cale(int n);
void CreatBlock(int Left,int Top,int Right,int Bottom,int Color);
InputReal(int Col,int Row,float *x);
int Check(float Q,float min,float max);
void ShowEUgr(void);
void OutScreen(int Row,int i);
void Printer(void);

const YES = 1;
const NO = 0;
float e[2000],SumE[2001],VBdn[2000],VLdn[2000],kLaL[2000];
float E1,PL,H,dH,Cst1,Cst2,Qm,TAir,Ad,ULd,E;

void main(void)
{ textbackground(LIGHTGRAY);
  clrscr();
  CreatBlock(29,1,79,23,CYAN);
  InputCal();
  Calculate(1,100);
  ShowEUgr();
}

/*=====*/
void CreatBlock(int Left,int Top,int Right,int Bottom,int Color)
{ int runColumn,runRow;
  textcolor(Color);
  /* Top */
  gotoxy(Left,Top);
  cprintf(TOPL);
  for (runColumn = Left+1;runColumn<Right;runColumn++)cprintf(VERT
  cprintf(TOPR);
  /* about */
  for (runRow = Top+1;runRow<Bottom;runRow++) {
    gotoxy(Left,runRow);cprintf(HORIZON);
    gotoxy(Right,runRow);cprintf(HORIZON);
  }
}

```



```

/* Bottom */
gotoxy(Left,Bottom);cprintf(BOTL);
for (runColumn = Left+1;runColumn<Right;runColumn++)cprintf(VER
cprintf(BOTR);
}

void InputCal(void)
{ textcolor(BLUE);
gotoxy(5,5);cprintf("E1 :=");
do { gotoxy(10,5);cprintf(" ");
InputReal(10,5,&E1); }while (!Check(E1,0,0.999));
gotoxy(5,7);cprintf("PL:=");
do { gotoxy(10,7);cprintf(" ");
InputReal(10,7,&PL); }while (!Check(PL,0,10000));
gotoxy(5,9);cprintf("H :=");
do { gotoxy(10,9);cprintf(" ");
InputReal(10,9,&H); }while (!Check(H,1,150));
gotoxy(5,11);cprintf("dH :=");
do { gotoxy(10,11);cprintf(" ");
InputReal(10,11,&dH); }while (!Check(dH,0.001,10));
gotoxy(5,13);cprintf("Qm :=");
do { gotoxy(10,13);cprintf(" ");
InputReal(10,13,&Qm); }while (!Check(Qm,0.001,10));
gotoxy(5,15);cprintf("TAir:=");
do { gotoxy(10,15);cprintf(" ");
InputReal(10,15,&TAir); }while (!Check(TAir,270,500));
gotoxy(5,17);cprintf("Ad :=");
do { gotoxy(10,17);cprintf(" ");
InputReal(10,17,&Ad); }while (!Check(Ad,0.001,10));
gotoxy(5,19);cprintf("ULd :=");
do { gotoxy(10,19);cprintf(" ");
InputReal(10,19,&ULd); }while (!Check(ULd,0.001,10));
e[0] = E1;
SumE[0] = 1 - e[0];
Cst1 = 1.013e5 + PL*9.8*H;
Cst2 = 1.1*Qm*8314.34*TAir/(1.13e5*9.8e3*dH*Ad*28.97);
}

void Calculate(int Start,int End)
{ int i;
for(i=Start;i<End;i++){
Cale(i);
}
}

/*
/* 3.Check '1-9'
/* =====
*/
int Numeric(char Ch)
{ if((Ch > '9' || Ch < '0') && Ch != '.')
return(0);
else
return(1);
}

void Cale(int n)
{ E = 1 + SumE[n-1]*PL*9.8*dH/Cst1;
e[n] = E1/E;
SumE[n] = SumE[n-1] + 1 - e[n];
VLdn[n] = ULd/(1-e[n]);
VGdn[n] = VLdn[n]*0.3;
kLaL[n] = 7.745e-2*6*e[n]/(1-e[n]);
}

```



```

}

InputReal(Col,Row, x)
float *x;
int Col,Row;
{ char Ch;
  char Xstr[7];
  int i=0,NoQuit;
  gotoxy(Col,Row);
  do {
    Ch = getch();
    switch (Ch) {
      case ESC :strcpy(Xstr,"");
                gotoxy(Col,Row);cprintf(" ");
                gotoxy(Col,Row);
                break;
      case RETURN:NoQuit=NO;break;
      default :if (Numeric(Ch) && i < 7) {
                  Xstr[i++]=Ch;
                  putchar(Ch);
                }
    }
  } while(NoQuit);
  *x = atof(Xstr);
}

int Check(float Q,float min,float max)
{if (Q < min || Q > max)
  return(0);
  else
  return(1);
}

void ShowEUGr(void)
{ int i,NoQuit=YES,Top,Bottom;
  char Ch;
  gotoxy(34,2);cprintf("n e 1-e Sum 1-e");
  Top=1;Bottom=19;
  window(30,3,78,22);
  OutScreen(1,0);
  for(i=Top;i<Bottom+1;i++){
    OutScreen(i+1,i);
    Calculate(100*i,100+100*i);
  }
  do {
    Ch = getch();
    switch (Ch) {
      case 0 : Ch = getch();
              switch (Ch) {
                case UP : if(Top>0) {
                            gotoxy(1,1);inline();
                            Top=Top-1;Bottom=Bottom-1;
                            OutScreen(1,Top);
                          } break;
                case DOWN : if(Bottom<1999) {
                              gotoxy(1,1);
                              delline();
                              Top=Top+1;Bottom=Bottom+1;
                              OutScreen(20,Bottom);
                            } break;
                case PgUp : if(Top > 0){
                              if(Top-19 < 0) {

```



```

        Top=0;Bottom=19;
    }
    else {
        Top = Top - 19;
        Bottom = Bottom - 19;
    }
    for(i=Top;i<Bottom+1;i++) {
        OutScreen(i-Top+1,i);
    }
    } break;
case PgDn : if(Bottom < 1999){
    if(Bottom+19 > 1999) {
        Top=1980;Bottom=1999;
    }
    else {
        Top = Top + 19;
        Bottom = Bottom + 19;
    }
    for(i=Top;i<Bottom+1;i++) {
        OutScreen(i-Top+1,i);
    }
    } break;
    default : ;
    } break;
case ESC : NoQuit=NO;break;
default : ;
}
} while(NoQuit);
printf("print[y/n] \n");
Ch=getch();
if(Ch=='y')Printer();
}

void OutScreen(int Row,int i)
{ gotoxy(5,Row);cprintf(" ");
  gotoxy(5,Row);cprintf("%d",i+1);
  gotoxy(13,Row);cprintf("%f",e[i]);
  gotoxy(26,Row);cprintf("%f",1-e[i]);
  gotoxy(38,Row);cprintf("%f",SumE[i]);
}

void Printer(void)
{ int i,tar,num;
  clrscr();
  printf("Input the number of value to print :");
  scanf("%d %d",&tar,&num);
  fprintf(stderr,"Ei : %f \n",Ei);
  fprintf(stderr,"PL : %f \n",PL);
  fprintf(stderr,"H : %f \n",H);
  fprintf(stderr,"dH : %f \n",dH);
  fprintf(stderr,"Qm : %f \n",Qm);
  fprintf(stderr,"T-Air : %f \n",TAir);
  fprintf(stderr,"Ad : %f \n",Ad);
  fprintf(stderr,"ULd : %f \n\n",ULd);
  fprintf(stderr,"n E KLAL VLdn
\n");
  for(i=tar;i<=num;i++){
    fprintf(stderr,"%d %f %f %f %f \n",i+1,e
i].V.dn[i],VQdn[i]);
  }
}
}

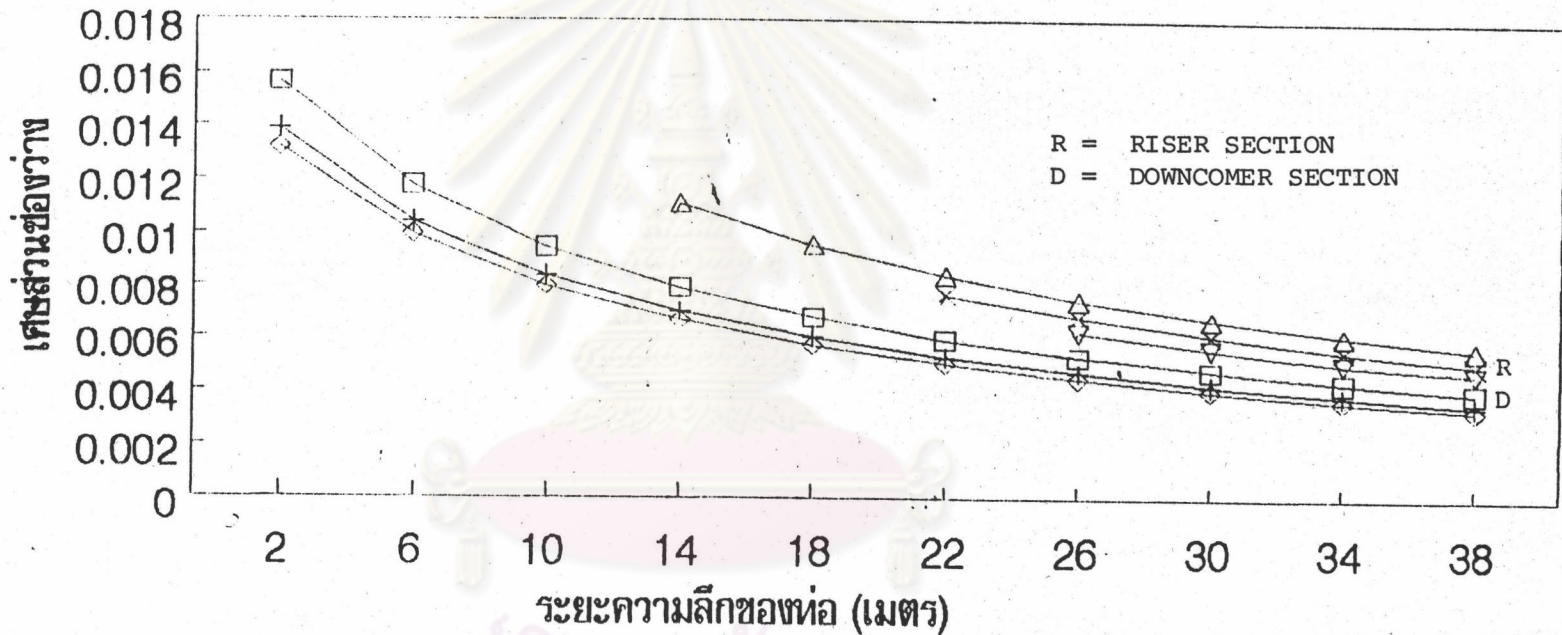
```

ภาคผนวก ง

รูปกราฟและตารางของข้อมูลโปรแกรมคอมพิวเตอร์

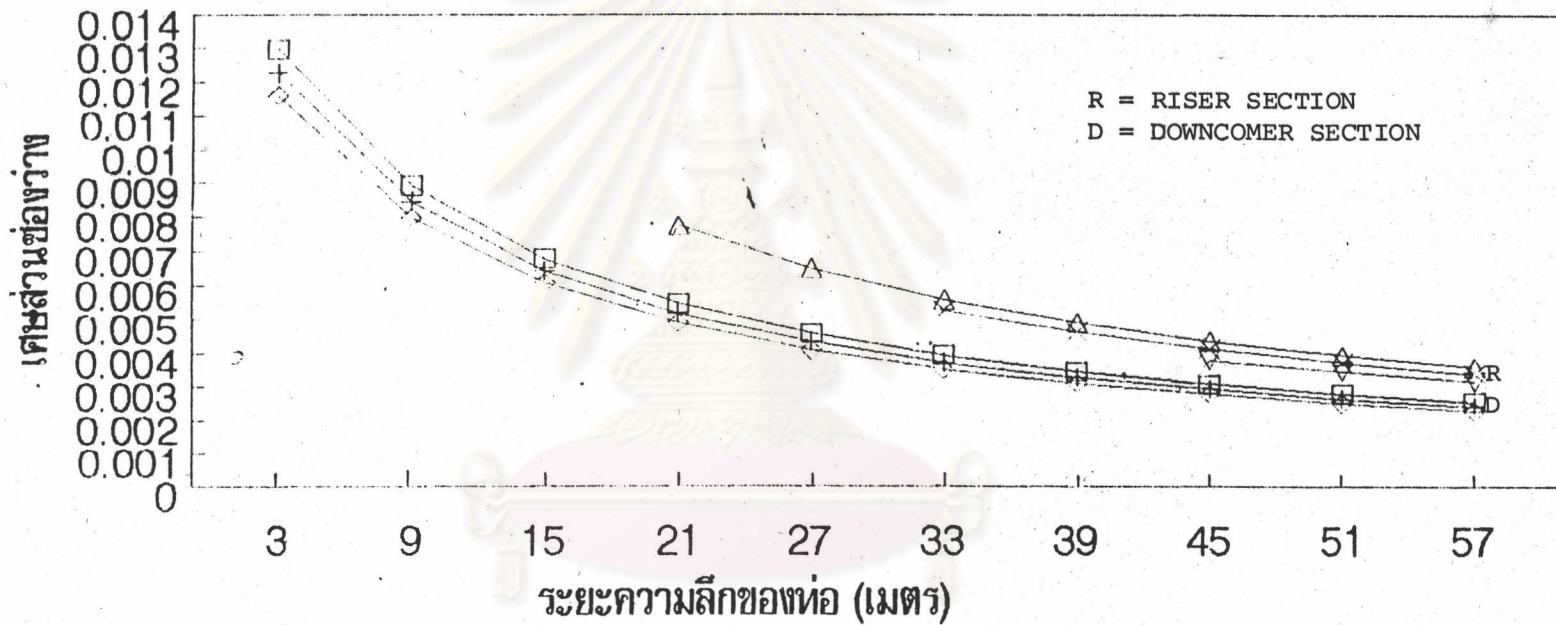


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



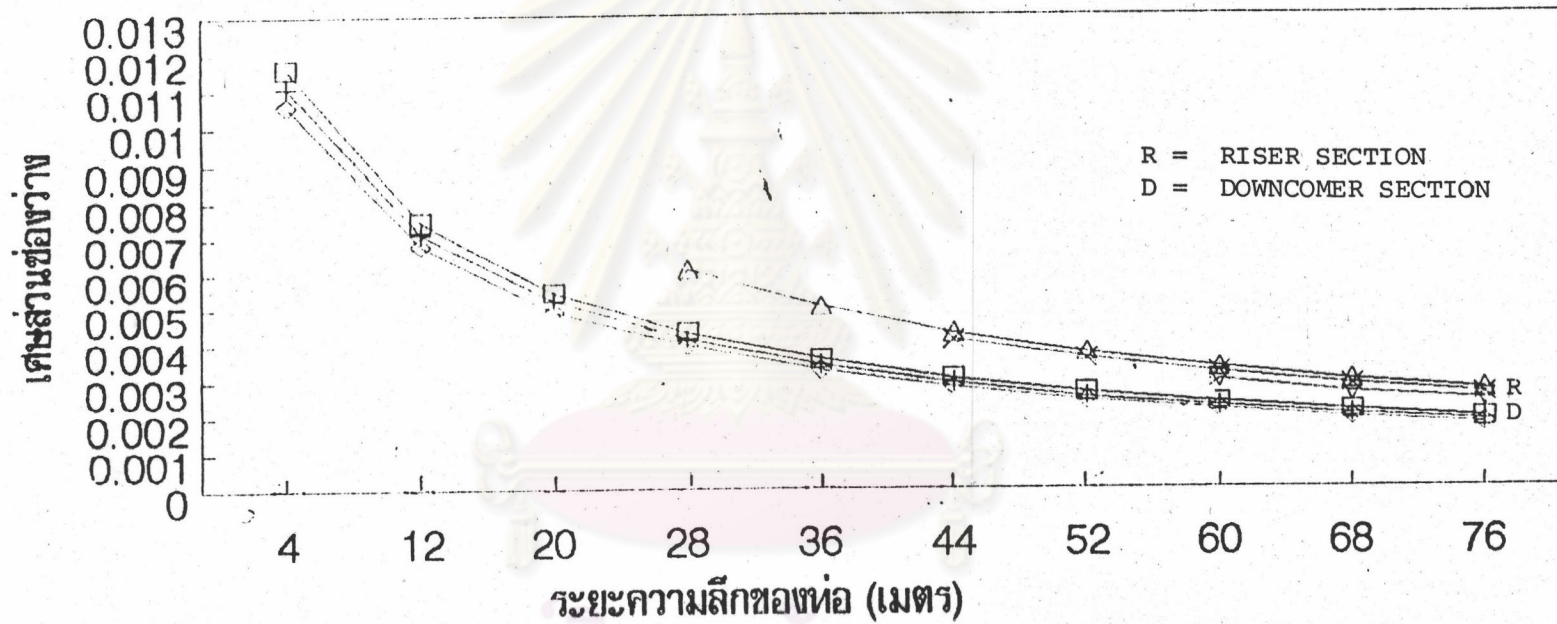
- ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 13 เมตร
- + ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
- ◇ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 28 เมตร
- △ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 13 เมตร
- × ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
- ▽ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 28 เมตร

รูปที่ 1.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเศษส่วนช่องว่างกับความลึกของท่อ 40 เมตร ที่ความลึกของตัวพ่นอากาศใดๆ เมื่ออัตราการไหลของอากาศ 0.01 กิโลกรัม/วินาที



- ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
- + ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 30 เมตร
- ◇ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร
- △ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
- × ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 30 เมตร
- ▽ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร

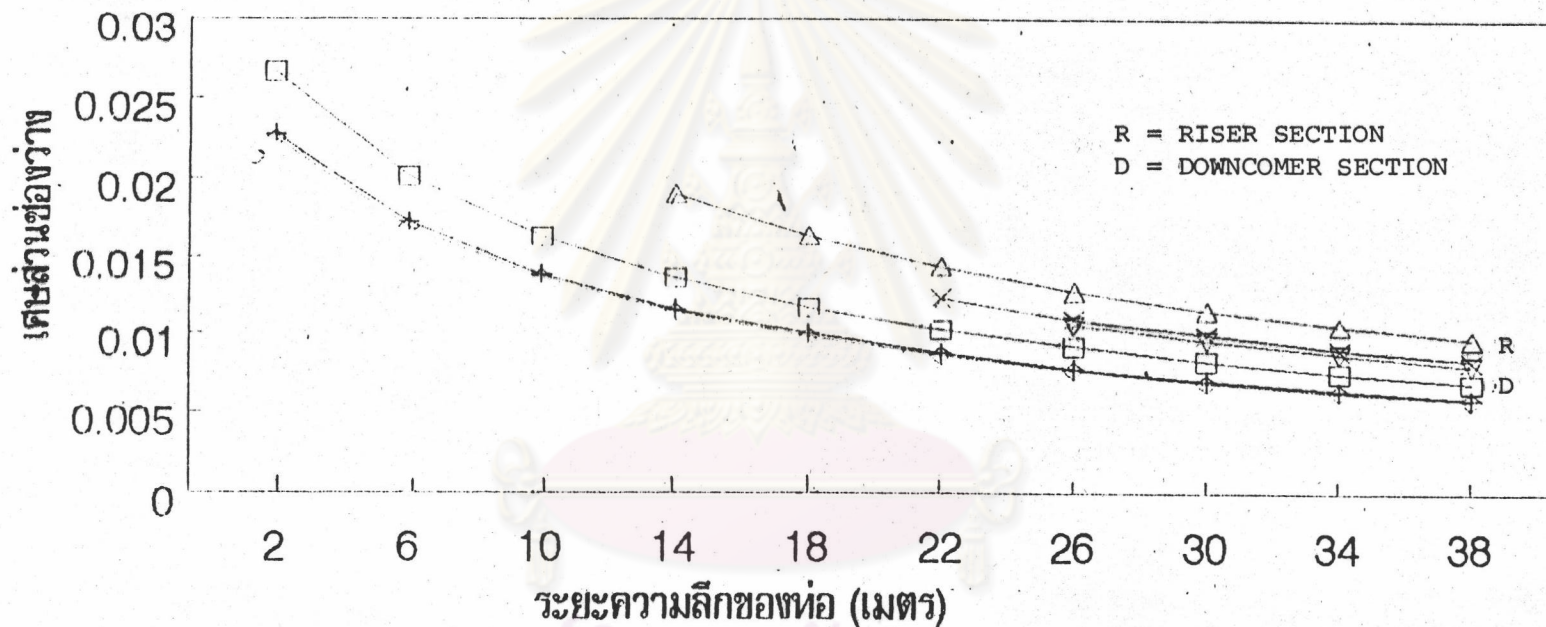
รูปที่ ง .2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเศษส่วนช่องว่างกับความลึกของท่อ 60 เมตร ที่ความลึกของตัวพ่นอากาศใดๆ เมื่ออัตราการไหลของอากาศ 0.01 กิโลกรัม/วินาที



- ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 27 เมตร
- + ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร
- ◇ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 53 เมตร
- △ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 27 เมตร
- × ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร
- ▽ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 53 เมตร

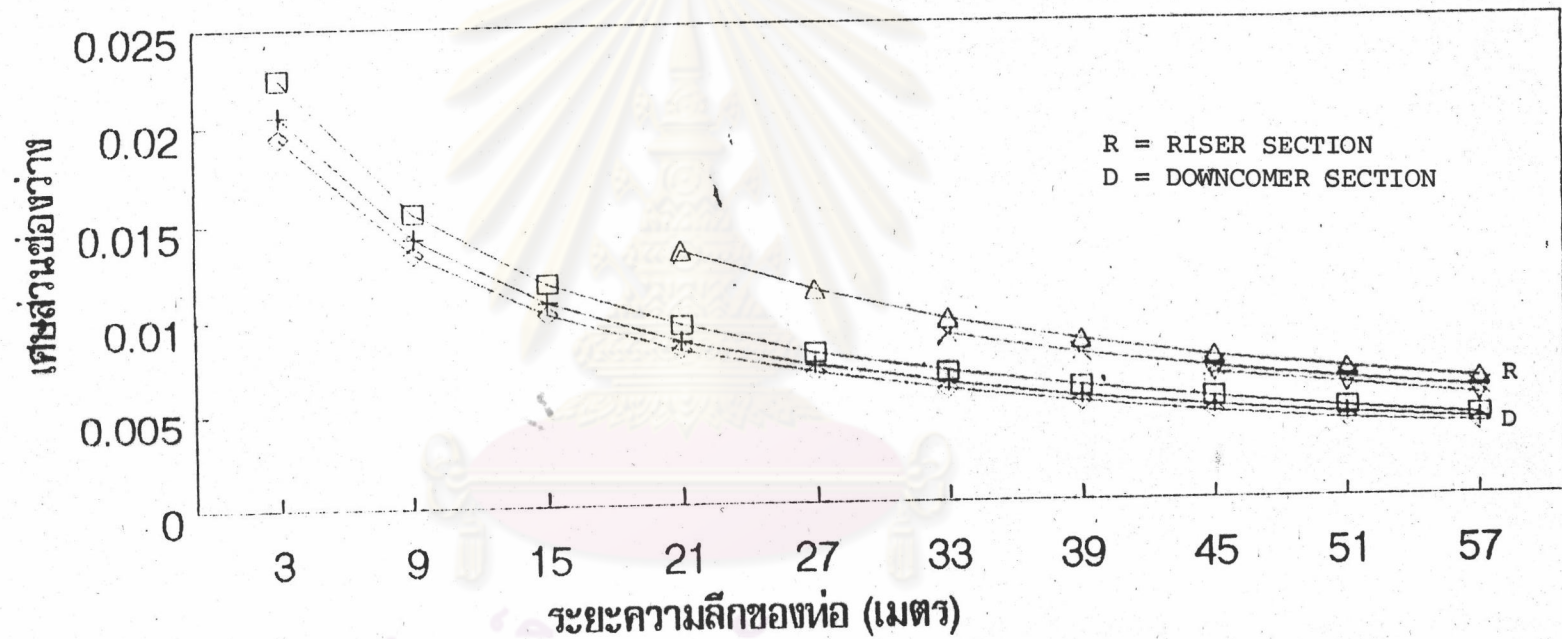
รูปที่ ง .3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเศษส่วนช่องว่างกับความลึกของท่อ 80 เมตร ที่ความลึกของตัวพ่นอากาศใดๆ เมื่ออัตราการไหลของอากาศ 0.01 กิโลกรัม/วินาที





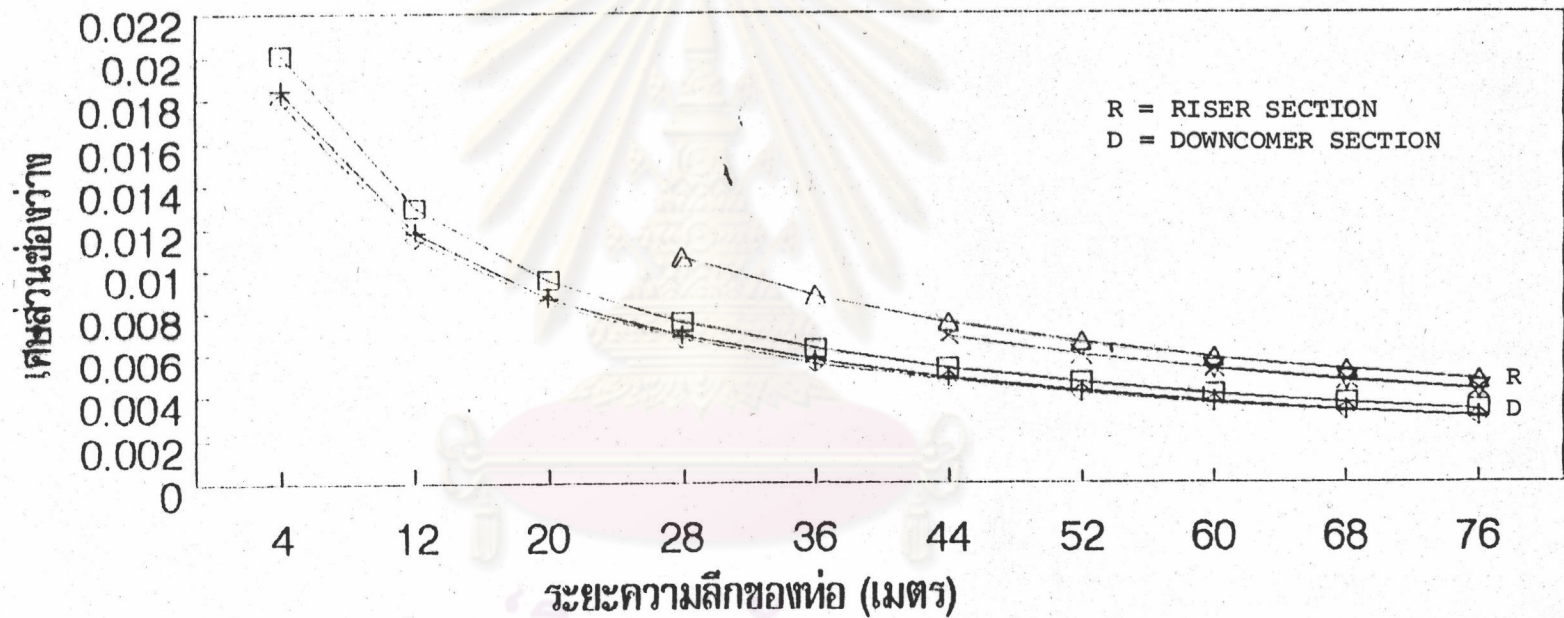
- ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 13 เมตร
- + ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
- < ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 26 เมตร
- △ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 13 เมตร
- × ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
- ▽ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 26 เมตร

รูปที่ ง .4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเศษส่วนช่องว่างกับความลึกของท่อ 40 เมตร ที่ความลึกตัวพ่นอากาศใดๆ เมื่ออัตราการไหลของอากาศ 0.02 กิโลกรัม/วินาที



- ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
- + ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 30 เมตร
- ◇ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร
- △ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
- × ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 30 เมตร
- ▽ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร

รูปที่ 5.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเศษส่วนช่องว่างกับความลึกของท่อ 60 เมตร ที่ความลึกของตัวพ่นอากาศใดๆ เมื่ออัตราการไหลของอากาศ 0.02 กิโลกรัม/วินาที

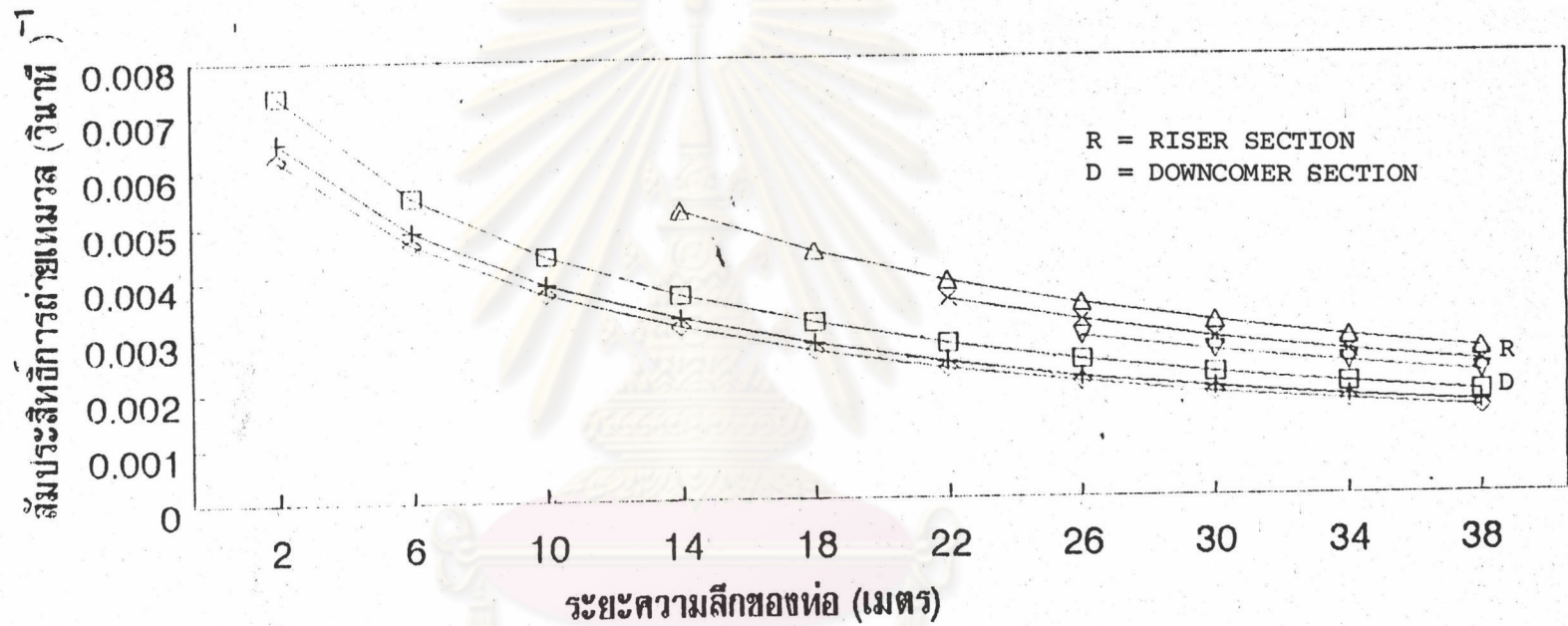


□ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 27 เมตร
 △ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 27 เมตร

+ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร
 × ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร

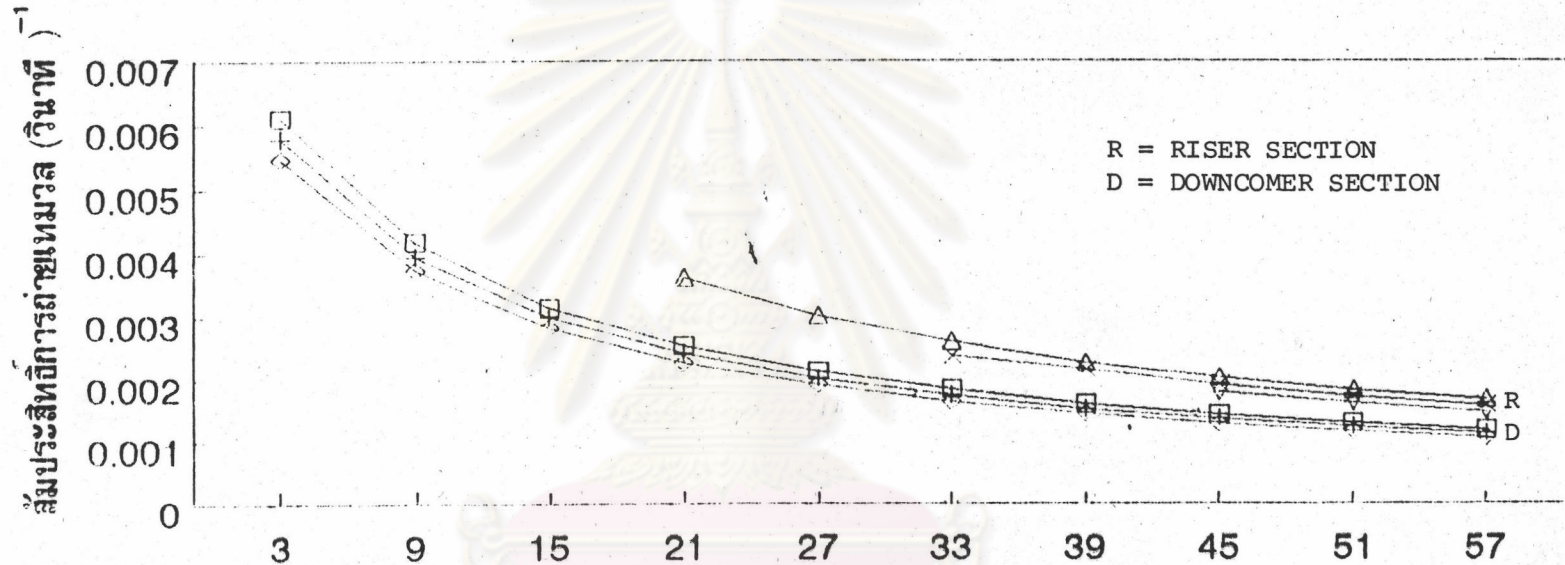
◇ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 53 เมตร
 ▽ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 53 เมตร

รูปที่ ๖.๖ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเศษส่วนช่องว่างกับความลึกของท่อ ๘๐ เมตร ที่ความลึกของตัวพ่นอากาศใดๆ เมื่ออัตราการไหลของอากาศ ๐.๐๒ กิโลกรัม/วินาที



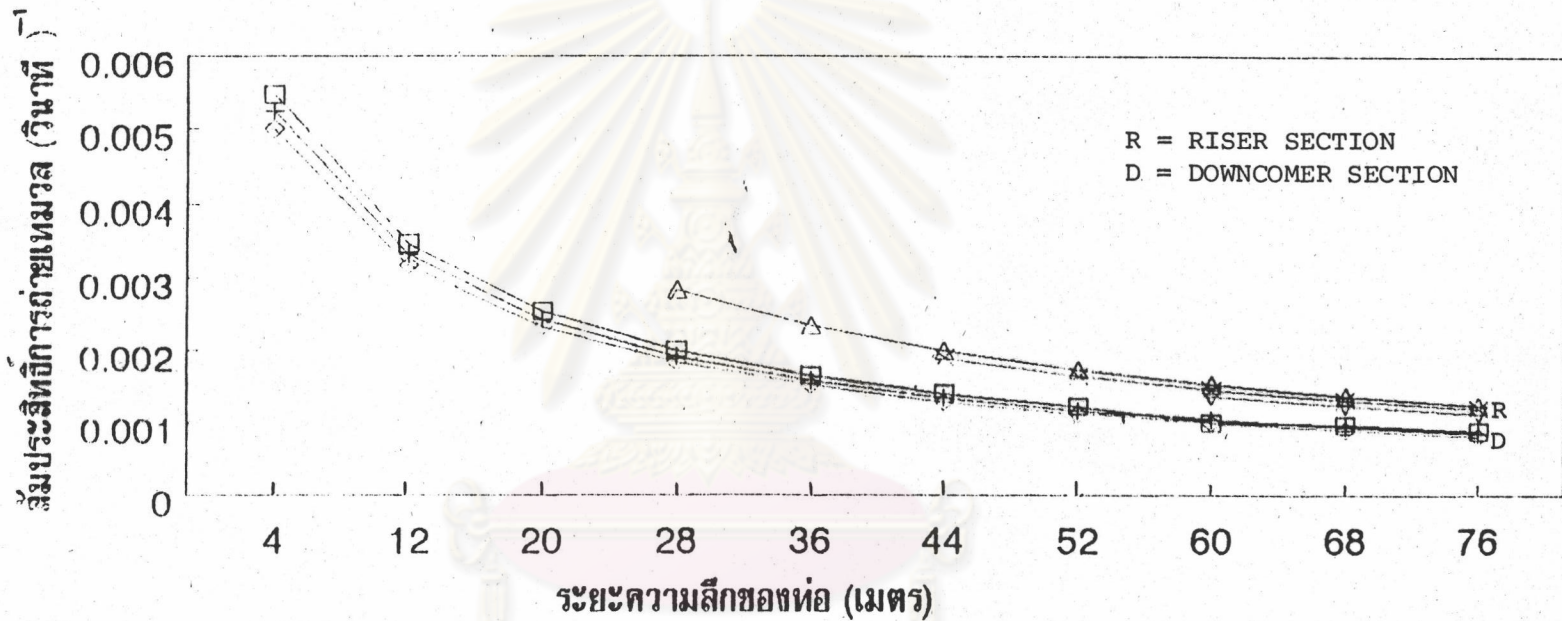
- ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 13 เมตร
- △ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 13 เมตร
- + ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
- × ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
- ◇ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 26 เมตร
- ▽ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 26 เมตร

รูปที่ 7.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของปริมาตรทั้งหมดกับความลึกของท่อ 40 เมตร ที่ความลึกของตัวพ่นอากาศใดๆ เมื่ออัตราการไหลของอากาศ 0.01 กิโลกรัม/วินาที



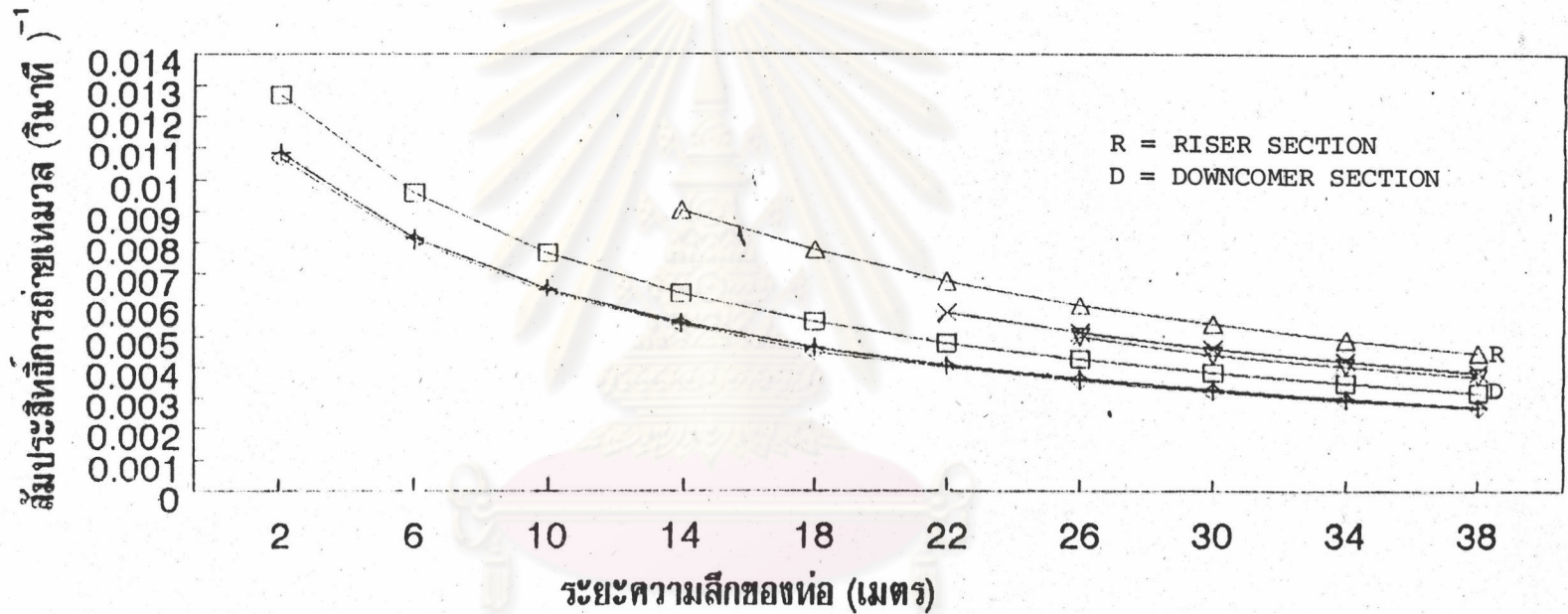
- ระยะความลึกของท่อ (เมตร)
- ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
 - + ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 30 เมตร
 - ◇ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร
 - △ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
 - × ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 30 เมตร
 - ▽ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร

รูปที่ ง .8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลของปริมาตรทั้งหมด กับความลึกของท่อ 60 เมตร ที่ความลึกของตัวพ่นอากาศใดๆ เมื่ออัตราการไหลของอากาศ 0.01 กิโลกรัม/วินาที



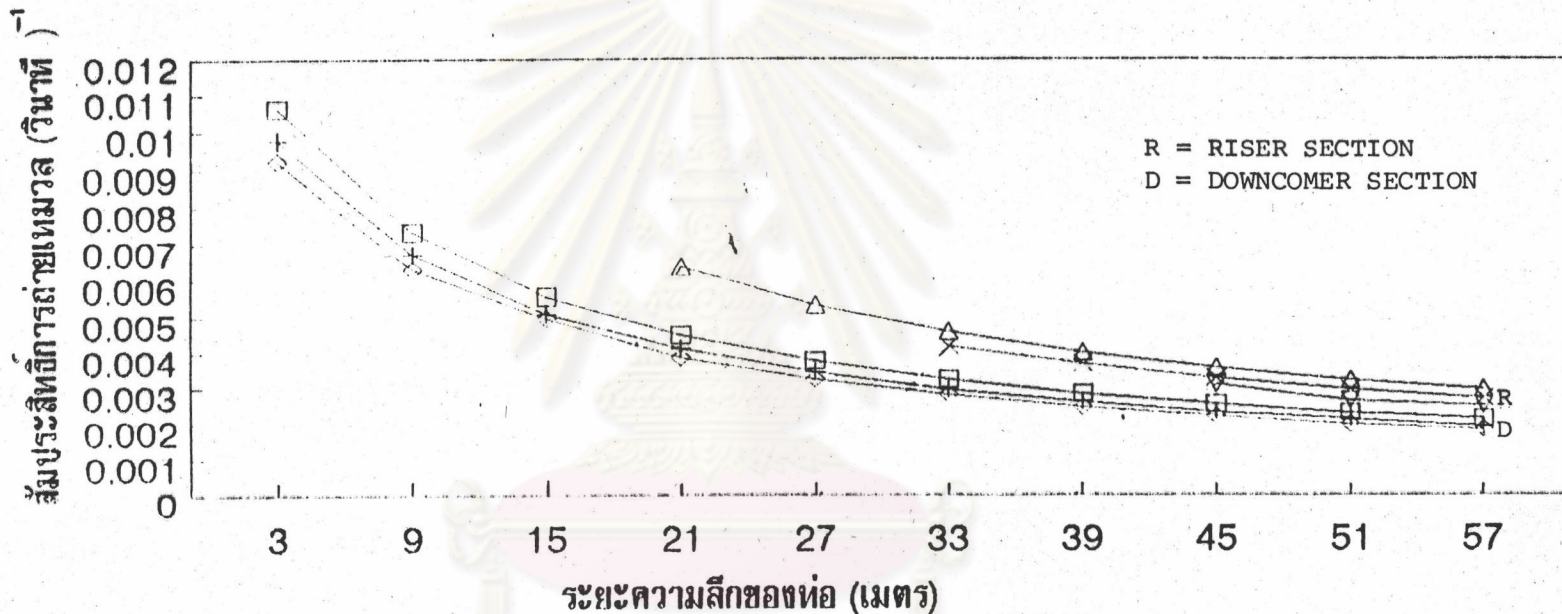
- ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 27 เมตร + ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร ◇ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 53 เมตร
 △ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 27 เมตร × ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร ▽ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 53 เมตร

รูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทรวมของปริมาตรทั้งหมด กับความลึกของท่อ 80 เมตร ที่ความลึกของตัวพ่นอากาศใดๆ เมื่ออัตราการไหลของอากาศ 0.01 กิโลกรัม/วินาที



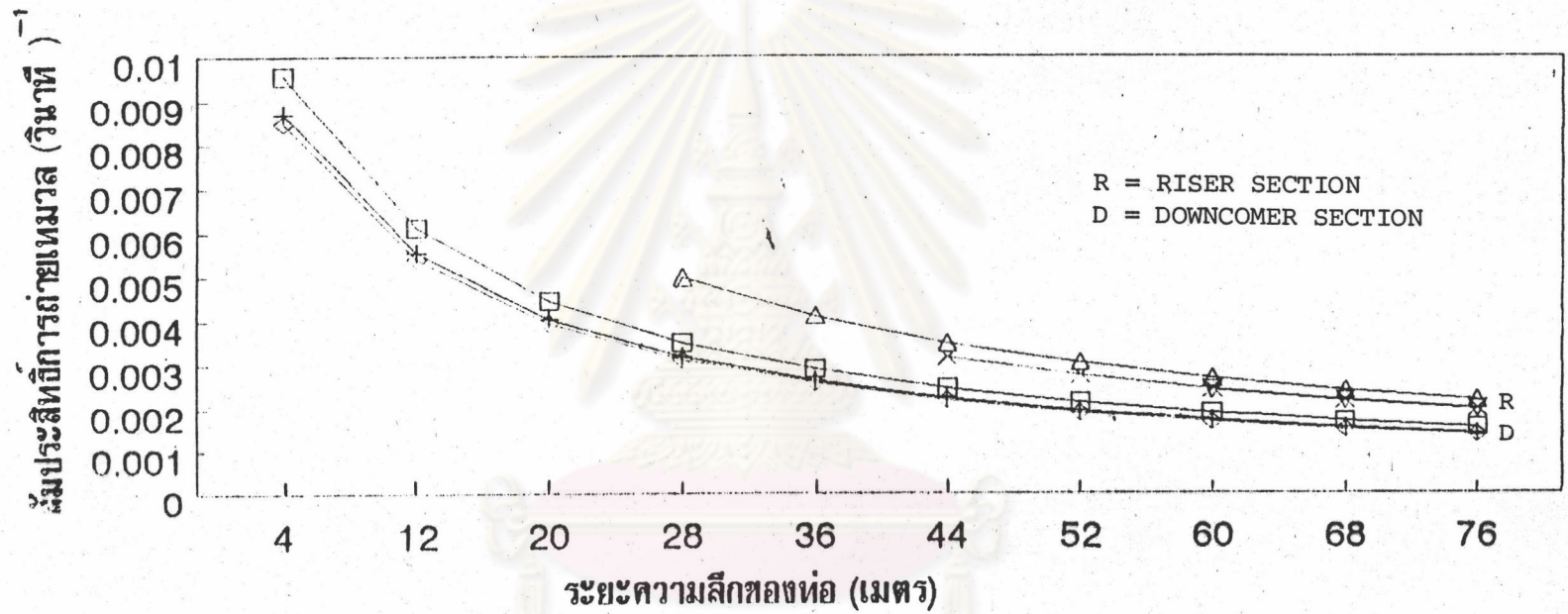
- ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 13 เมตร + ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร ◇ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 26 เมตร
 △ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 13 เมตร × ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร ▽ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 26 เมตร

รูปที่ ง1.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลของปริมาตรทั้งหมด กับความลึกของท่อ 40 เมตร ที่ความลึกของตัวพ่นอากาศใดๆ เมื่ออัตราการไหลของอากาศ 0.02 กิโลกรัม/วินาที



- ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
- + ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 30 เมตร
- ◇ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร
- △ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 20 เมตร
- × ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 30 เมตร
- ▽ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร

รูปที่ ง .11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลของปริมาตรทั้งหมด กับความลึกของท่อ 60 เมตร ที่ความลึกของตัวพ่นอากาศใดๆ เมื่ออัตราการไหลของอากาศ 0.02 กิโลกรัม/วินาที



- ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 27 เมตร ⊕ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร ◇ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 53 เมตร
 △ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 27 เมตร × ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 40 เมตร ▽ ตัวพ่นอากาศด้าน D ลึก 53 เมตร

รูปที่ ง .1 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของปริมาตรทั้งหมด กับความลึกของท่อ 80 เมตร ที่ความลึกของตัวพ่นอากาศใดๆ เมื่ออัตราการไหลของอากาศ 0.02 กิโลกรัม/วินาที

ความลึกของท่อ (ม)	ความลึกของตัวพ่น อากาศด้าน Downcomer (ม)	อัตราการไหลของ อากาศ (kg/s)	ความเร็วของของเหลว (ม/ส)		ความเร็วของก๊าซ (ม/ส)	
			Riser	Downcomer	Riser	Downcomer
40	13	0.01	0.18	0.257	0.519	0.077
40	20	0.01	0.23	0.325	0.586	0.097
40	26	0.01	0.25	0.358	0.615	0.106
60	20	0.01	0.22	0.318	0.579	0.095
60	30	0.01	0.25	0.352	0.612	0.105
60	40	0.01	0.27	0.387	0.647	0.116
80	27	0.01	0.24	0.341	0.598	0.101
80	40	0.01	0.26	0.368	0.625	0.111
80	54	0.01	0.28	0.396	0.653	0.119

ตาราง ง.13 แสดงค่าความเร็วของของเหลวและค่าความเร็วของก๊าซในความลึกของตัวพ่นอากาศ
ด้าน Downcomer และความลึกของท่อใดๆ ที่อัตราการไหลของอากาศ 0.01(kg/s)



ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความลึกของท่อ (ม)	ความลึกของตัวพ่น อากาศด้าน Downcomer (ม)	อัตราการไหลของ อากาศ (kg/s)	ความเร็วของของเหลว (m/s)		ความเร็วของก๊าซ (m/s)	
			Riser	Downcomer	Riser	Downcomer
40	13	0.02	0.241	0.342	0.6	0.1
40	20	0.02	0.317	0.45	0.708	0.135
40	26	0.02	0.325	0.463	0.72	0.138
60	20	0.02	0.285	0.405	0.665	0.121
60	30	0.02	0.33	0.469	0.726	0.14
60	40	0.02	0.363	0.514	0.768	0.154
80	27	0.02	0.3	0.43	0.687	0.129
80	40	0.02	0.352	0.5	0.753	0.15
80	54	0.02	0.366	0.52	0.772	0.156

ตาราง ง.14 แสดงค่าความเร็วของของเหลวและค่าความเร็วของก๊าซในความลึกของตัวพ่นอากาศ
ด้าน Downcomer และความลึกของท่อใดๆ ที่อัตราการไหลของอากาศ 0.02(kg/s)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

ข้อมูลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 40 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 13 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.010000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.017826	0.008434	0.183776	0.527997
2	0.017037	0.008054	0.183628	0.527395
3	0.016314	0.007707	0.183494	0.526844
4	0.015650	0.007388	0.183370	0.526339
5	0.015037	0.007094	0.183256	0.525874
6	0.014470	0.006823	0.183150	0.525445
7	0.013944	0.006571	0.183053	0.525047
8	0.013455	0.006338	0.182962	0.524677
9	0.012998	0.006120	0.182877	0.524333
10	0.012572	0.005916	0.182798	0.524011
11	0.012172	0.005726	0.182724	0.523711
12	0.011797	0.005547	0.182655	0.523428
13	0.011444	0.005380	0.182590	0.523163
14	0.011111	0.005221	0.182528	0.522914
15	0.010798	0.005072	0.182470	0.522678
16	0.010501	0.004932	0.182416	0.522456
17	0.010220	0.004798	0.182364	0.522246
18	0.009954	0.004672	0.182315	0.522046
19	0.009701	0.004552	0.182268	0.521857
20	0.009460	0.004438	0.182224	0.521678
21	0.009232	0.004330	0.182182	0.521507
22	0.009013	0.004227	0.182142	0.521344
23	0.008805	0.004128	0.182104	0.521189
24	0.008607	0.004034	0.182067	0.521041
25	0.008417	0.003944	0.182032	0.520899
26	0.008235	0.003859	0.181999	0.520764
27	0.008061	0.003776	0.181967	0.520634
28	0.007894	0.003697	0.181936	0.520510
29	0.007734	0.003622	0.181907	0.520391
30	0.007580	0.003549	0.181879	0.520277
31	0.007432	0.003479	0.181852	0.520167
32	0.007290	0.003412	0.181825	0.520061
33	0.007153	0.003348	0.181800	0.519959
34	0.007021	0.003286	0.181776	0.519862
35	0.006894	0.003226	0.181753	0.519767
36	0.006771	0.003168	0.181731	0.519676
37	0.006653	0.003112	0.181709	0.519588
38	0.006538	0.003058	0.181688	0.519504
39	0.006428	0.003006	0.181668	0.519422
40	0.006321	0.002956	0.181648	0.519343
41	0.006218	0.002908	0.181629	0.519266
42	0.006118	0.002860	0.181611	0.519192
43	0.006021	0.002815	0.181593	0.519121
44	0.005927	0.002771	0.181576	0.519051
45	0.005836	0.002728	0.181560	0.518984
46	0.005748	0.002687	0.181544	0.518919
47	0.005662	0.002646	0.181528	0.518855
48	0.005579	0.002607	0.181513	0.518794
49	0.005499	0.002569	0.181498	0.518734
50	0.005420	0.002533	0.181484	0.518676
51	0.005344	0.002497	0.181470	0.518620
52	0.005270	0.002462	0.181456	0.518565
53	0.005198	0.002428	0.181443	0.518512
54	0.005128	0.002395	0.181430	0.518460

55	0.005059	0.002363	0.181418	0.518410
56	0.004993	0.002332	0.181406	0.518361
57	0.004928	0.002301	0.181394	0.518313
58	0.004865	0.002272	0.181382	0.518266
59	0.004804	0.002243	0.181371	0.518221
60	0.004744	0.002215	0.181360	0.518177
61	0.004685	0.002187	0.181350	0.518133
62	0.004628	0.002161	0.181339	0.518091
63	0.004572	0.002135	0.181329	0.518050
64	0.004518	0.002109	0.181319	0.518010
65	0.004465	0.002084	0.181310	0.517971
66	0.004413	0.002060	0.181300	0.517933
67	0.004362	0.002036	0.181291	0.517895
68	0.004313	0.002013	0.181282	0.517859
69	0.004264	0.001990	0.181273	0.517823
70	0.004217	0.001968	0.181264	0.517788
71	0.004171	0.001946	0.181256	0.517754
72	0.004125	0.001925	0.181248	0.517721
73	0.004081	0.001904	0.181240	0.517688
74	0.004037	0.001884	0.181232	0.517656
75	0.003995	0.001864	0.181224	0.517625
76	0.003953	0.001844	0.181216	0.517594
77	0.003913	0.001825	0.181209	0.517564
78	0.003873	0.001807	0.181202	0.517535
79	0.003834	0.001788	0.181195	0.517506
80	0.003795	0.001770	0.181188	0.517478

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.011390
 PL : 1000.000000
 H : 13.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.010000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.256190

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.011390	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.011154	0.005242	0.259080	0.077724
3	0.010927	0.005134	0.259020	0.077706
4	0.010709	0.005030	0.258963	0.077689
5	0.010500	0.004931	0.258909	0.077673
6	0.010299	0.004836	0.258856	0.077657
7	0.010105	0.004744	0.258805	0.077642
8	0.009918	0.004655	0.258756	0.077627
9	0.009739	0.004570	0.258709	0.077613
10	0.009565	0.004488	0.258664	0.077599
11	0.009398	0.004408	0.258620	0.077586
12	0.009236	0.004332	0.258578	0.077573
13	0.009080	0.004258	0.258537	0.077561
14	0.008928	0.004186	0.258498	0.077549
15	0.008782	0.004117	0.258460	0.077538
16	0.008641	0.004050	0.258423	0.077527
17	0.008504	0.003986	0.258387	0.077516
18	0.008371	0.003923	0.258353	0.077506
19	0.008242	0.003862	0.258319	0.077496
20	0.008117	0.003803	0.258287	0.077486
21	0.007996	0.003746	0.258255	0.077477
22	0.007879	0.003690	0.258224	0.077467
23	0.007765	0.003636	0.258195	0.077458
24	0.007654	0.003584	0.258166	0.077450
25	0.007546	0.003533	0.258138	0.077441
26	0.007441	0.003484	0.258111	0.077433
27	0.007339	0.003436	0.258084	0.077425
28	0.007240	0.003389	0.258058	0.077417
29	0.007143	0.003343	0.258033	0.077410
30	0.007049	0.003299	0.258009	0.077403
31	0.006958	0.003256	0.257985	0.077395
32	0.006868	0.003214	0.257962	0.077389
33	0.006781	0.003173	0.257939	0.077382
34	0.006697	0.003133	0.257917	0.077375
35	0.006614	0.003094	0.257896	0.077369
36	0.006533	0.003056	0.257875	0.077362
37	0.006454	0.003019	0.257854	0.077356
38	0.006377	0.002983	0.257834	0.077350
39	0.006302	0.002947	0.257815	0.077344
40	0.006229	0.002913	0.257796	0.077339
41	0.006157	0.002879	0.257777	0.077333
42	0.006087	0.002846	0.257759	0.077328
43	0.006019	0.002814	0.257741	0.077322
44	0.005952	0.002782	0.257724	0.077317
45	0.005886	0.002751	0.257707	0.077312
46	0.005822	0.002721	0.257690	0.077307
47	0.005759	0.002692	0.257674	0.077302
48	0.005698	0.002663	0.257658	0.077297
49	0.005638	0.002635	0.257643	0.077293
50	0.005579	0.002607	0.257627	0.077288
51	0.005521	0.002580	0.257612	0.077284
52	0.005465	0.002554	0.257598	0.077279

53
54

0.005410
0.005355

0.002528
0.002502

0.257583
0.257569

0.077275
0.077271



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 40 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 20 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.010000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.015822	0.007471	0.231970	0.594864
2	0.015118	0.007133	0.231805	0.594270
3	0.014474	0.006825	0.231653	0.593727
4	0.013882	0.006542	0.231514	0.593229
5	0.013336	0.006281	0.231386	0.592771
6	0.012831	0.006040	0.231267	0.592348
7	0.012363	0.005817	0.231158	0.591956
8	0.011928	0.005610	0.231056	0.591592
9	0.011522	0.005416	0.230961	0.591253
10	0.011142	0.005236	0.230872	0.590936
11	0.010787	0.005067	0.230789	0.590640
12	0.010453	0.004909	0.230712	0.590362
13	0.010140	0.004760	0.230639	0.590101
14	0.009844	0.004620	0.230570	0.589855
15	0.009565	0.004488	0.230505	0.589624
16	0.009302	0.004363	0.230444	0.589405
17	0.009053	0.004245	0.230386	0.589198
18	0.008816	0.004133	0.230331	0.589002
19	0.008592	0.004027	0.230278	0.588816
20	0.008378	0.003926	0.230229	0.588639
21	0.008175	0.003830	0.230182	0.588471
22	0.007982	0.003739	0.230137	0.588311
23	0.007797	0.003652	0.230094	0.588158
24	0.007621	0.003569	0.230053	0.588013
25	0.007452	0.003489	0.230014	0.587874
26	0.007291	0.003413	0.229977	0.587740
27	0.007137	0.003340	0.229941	0.587613
28	0.006989	0.003270	0.229907	0.587491
29	0.006846	0.003203	0.229874	0.587374
30	0.006710	0.003139	0.229842	0.587261
31	0.006579	0.003077	0.229812	0.587153
32	0.006453	0.003018	0.229783	0.587049
33	0.006331	0.002961	0.229755	0.586949
34	0.006215	0.002906	0.229728	0.586853
35	0.006102	0.002853	0.229702	0.586760
36	0.005993	0.002802	0.229677	0.586671
37	0.005888	0.002753	0.229652	0.586585
38	0.005787	0.002705	0.229629	0.586501
39	0.005689	0.002659	0.229606	0.586421
40	0.005595	0.002614	0.229584	0.586343
41	0.005503	0.002571	0.229563	0.586268
42	0.005414	0.002530	0.229543	0.586195
43	0.005329	0.002489	0.229523	0.586124
44	0.005246	0.002450	0.229504	0.586056
45	0.005165	0.002413	0.229485	0.585990
46	0.005087	0.002376	0.229467	0.585926
47	0.005011	0.002340	0.229450	0.585864
48	0.004937	0.002306	0.229433	0.585803
49	0.004866	0.002272	0.229416	0.585745
50	0.004796	0.002240	0.229400	0.585688
51	0.004729	0.002208	0.229385	0.585632
52	0.004663	0.002177	0.229370	0.585578
53	0.004599	0.002147	0.229355	0.585526
54	0.004537	0.002118	0.229341	0.585475

55	0.004477	0.002090	0.229327	0.585426
56	0.004418	0.002062	0.229313	0.585377
57	0.004361	0.002035	0.229300	0.585330
58	0.004305	0.002009	0.229287	0.585285
59	0.004250	0.001984	0.229275	0.585240
60	0.004197	0.001959	0.229262	0.585197
61	0.004145	0.001934	0.229250	0.585154
62	0.004095	0.001911	0.229239	0.585113
63	0.004046	0.001888	0.229227	0.585072
64	0.003997	0.001865	0.229216	0.585033
65	0.003950	0.001843	0.229205	0.584994
66	0.003904	0.001822	0.229195	0.584957
67	0.003860	0.001800	0.229185	0.584920
68	0.003816	0.001780	0.229174	0.584884
69	0.003773	0.001760	0.229165	0.584849
70	0.003731	0.001740	0.229155	0.584815
71	0.003690	0.001721	0.229146	0.584781
72	0.003650	0.001702	0.229136	0.584749
73	0.003611	0.001684	0.229127	0.584716
74	0.003572	0.001666	0.229118	0.584685
75	0.003534	0.001648	0.229110	0.584654
76	0.003498	0.001631	0.229101	0.584624
77	0.003462	0.001614	0.229093	0.584595
78	0.003426	0.001598	0.229085	0.584566
79	0.003392	0.001581	0.229077	0.584537
80	0.003358	0.001566	0.229069	0.584510



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.007780
 PL : 1000.000000
 H : 20.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.010000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.324040

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.007780	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.007655	0.003585	0.326540	0.097962
3	0.007534	0.003527	0.326500	0.097950
4	0.007416	0.003472	0.326461	0.097938
5	0.007302	0.003418	0.326424	0.097927
6	0.007192	0.003366	0.326387	0.097916
7	0.007085	0.003316	0.326352	0.097906
8	0.006981	0.003267	0.326318	0.097895
9	0.006880	0.003219	0.326285	0.097885
10	0.006781	0.003173	0.326252	0.097876
11	0.006686	0.003128	0.326221	0.097866
12	0.006593	0.003084	0.326191	0.097857
13	0.006503	0.003042	0.326161	0.097848
14	0.006415	0.003000	0.326132	0.097840
15	0.006330	0.002960	0.326104	0.097831
16	0.006247	0.002921	0.326077	0.097823
17	0.006165	0.002883	0.326050	0.097815
18	0.006086	0.002846	0.326024	0.097807
19	0.006009	0.002809	0.325999	0.097800
20	0.005934	0.002774	0.325974	0.097792
21	0.005861	0.002740	0.325950	0.097785
22	0.005790	0.002706	0.325927	0.097778
23	0.005720	0.002673	0.325904	0.097771
24	0.005652	0.002641	0.325882	0.097765
25	0.005585	0.002610	0.325860	0.097758
26	0.005520	0.002580	0.325839	0.097752
27	0.005457	0.002550	0.325818	0.097745
28	0.005395	0.002521	0.325798	0.097739
29	0.005334	0.002492	0.325778	0.097733
30	0.005275	0.002464	0.325758	0.097727
31	0.005217	0.002437	0.325739	0.097722
32	0.005160	0.002410	0.325721	0.097716
33	0.005105	0.002384	0.325703	0.097711
34	0.005050	0.002359	0.325685	0.097705
35	0.004997	0.002334	0.325667	0.097700
36	0.004945	0.002309	0.325650	0.097695
37	0.004894	0.002285	0.325634	0.097690
38	0.004844	0.002262	0.325617	0.097685
39	0.004795	0.002239	0.325601	0.097680
40	0.004747	0.002217	0.325586	0.097676

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 40 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 27 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.010000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.015072	0.007111	0.253521	0.624483
2	0.014400	0.006789	0.253348	0.623892
3	0.013785	0.006496	0.253190	0.623353
4	0.013220	0.006226	0.253045	0.622858
5	0.012700	0.005977	0.252912	0.622402
6	0.012218	0.005748	0.252789	0.621981
7	0.011772	0.005536	0.252674	0.621591
8	0.011357	0.005338	0.252568	0.621229
9	0.010970	0.005154	0.252469	0.620892
10	0.010608	0.004982	0.252377	0.620578
11	0.010269	0.004822	0.252291	0.620283
12	0.009951	0.004671	0.252210	0.620007
13	0.009652	0.004529	0.252134	0.619748
14	0.009371	0.004396	0.252062	0.619503
15	0.009105	0.004270	0.251994	0.619273
16	0.008854	0.004151	0.251931	0.619056
17	0.008617	0.004039	0.251870	0.618850
18	0.008391	0.003932	0.251813	0.618655
19	0.008178	0.003831	0.251759	0.618470
20	0.007974	0.003735	0.251707	0.618295
21	0.007781	0.003644	0.251658	0.618128
22	0.007597	0.003557	0.251611	0.617969
23	0.007421	0.003474	0.251567	0.617817
24	0.007253	0.003395	0.251524	0.617672
25	0.007092	0.003319	0.251484	0.617534
26	0.006939	0.003247	0.251445	0.617402
27	0.006792	0.003178	0.251407	0.617275
28	0.006651	0.003111	0.251372	0.617154
29	0.006515	0.003048	0.251338	0.617037
30	0.006386	0.002986	0.251305	0.616925
31	0.006261	0.002928	0.251273	0.616818
32	0.006141	0.002871	0.251243	0.616715
33	0.006025	0.002817	0.251214	0.616615
34	0.005914	0.002765	0.251185	0.616520
35	0.005807	0.002714	0.251158	0.616428
36	0.005703	0.002665	0.251132	0.616339
37	0.005603	0.002619	0.251107	0.616253
38	0.005507	0.002573	0.251083	0.616170
39	0.005414	0.002529	0.251059	0.616090
40	0.005324	0.002487	0.251036	0.616013
41	0.005236	0.002446	0.251014	0.615938
42	0.005152	0.002407	0.250993	0.615866
43	0.005070	0.002368	0.250973	0.615796
44	0.004991	0.002331	0.250953	0.615728
45	0.004915	0.002295	0.250933	0.615662
46	0.004840	0.002260	0.250914	0.615599
47	0.004768	0.002226	0.250896	0.615537
48	0.004698	0.002193	0.250879	0.615477
49	0.004630	0.002162	0.250861	0.615419
50	0.004564	0.002131	0.250845	0.615362
51	0.004500	0.002100	0.250829	0.615307
52	0.004437	0.002071	0.250813	0.615254
53	0.004376	0.002043	0.250798	0.615202
54	0.004317	0.002015	0.250783	0.615151

55	0.004260	0.001988	0.250768	0.615102
56	0.004204	0.001962	0.250754	0.615054
57	0.004149	0.001936	0.250740	0.615007
58	0.004096	0.001911	0.250727	0.614962
59	0.004044	0.001887	0.250714	0.614917
60	0.003994	0.001863	0.250701	0.614874
61	0.003944	0.001840	0.250689	0.614832
62	0.003896	0.001818	0.250677	0.614791
63	0.003849	0.001796	0.250665	0.614751
64	0.003803	0.001774	0.250653	0.614712
65	0.003759	0.001753	0.250642	0.614673
66	0.003715	0.001733	0.250631	0.614636
67	0.003672	0.001713	0.250620	0.614600
68	0.003630	0.001693	0.250610	0.614564
69	0.003590	0.001674	0.250600	0.614529
70	0.003550	0.001655	0.250590	0.614495
71	0.003511	0.001637	0.250580	0.614462
72	0.003473	0.001619	0.250570	0.614429
73	0.003435	0.001602	0.250561	0.614397
74	0.003399	0.001585	0.250552	0.614366
75	0.003363	0.001568	0.250543	0.614335
76	0.003328	0.001552	0.250534	0.614305
77	0.003293	0.001536	0.250525	0.614276
78	0.003260	0.001520	0.250517	0.614248
79	0.003227	0.001504	0.250508	0.614219
80	0.003195	0.001489	0.250500	0.614192

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.006190
 PL : 1000.000000
 H : 26.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.010000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.354415

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.006190	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.006106	0.002855	0.356593	0.106978
3	0.006025	0.002817	0.356563	0.106969
4	0.005946	0.002780	0.356535	0.106960
5	0.005869	0.002743	0.356507	0.106952
6	0.005794	0.002708	0.356480	0.106944
7	0.005721	0.002674	0.356454	0.106936
8	0.005649	0.002640	0.356429	0.106929
9	0.005579	0.002607	0.356404	0.106921
10	0.005511	0.002575	0.356379	0.106914
11	0.005445	0.002544	0.356355	0.106907
12	0.005380	0.002514	0.356332	0.106900
13	0.005317	0.002484	0.356310	0.106893
14	0.005255	0.002455	0.356287	0.106886
15	0.005195	0.002427	0.356266	0.106880
16	0.005136	0.002399	0.356245	0.106873
17	0.005078	0.002372	0.356224	0.106867
18	0.005022	0.002345	0.356204	0.106861
19	0.004967	0.002320	0.356184	0.106855
20	0.004913	0.002294	0.356165	0.106849
21	0.004860	0.002269	0.356146	0.106844
22	0.004808	0.002245	0.356127	0.106838
23	0.004758	0.002221	0.356109	0.106833
24	0.004708	0.002198	0.356091	0.106827
25	0.004660	0.002175	0.35607	0.106822
26	0.004612	0.002153	0.35605	0.106817
27	0.004565	0.002131	0.35603	0.106812
28	0.004520	0.002110	0.35601	0.106807

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 60 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 20 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.010000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.016002	0.007557	0.227135	0.588195
2	0.015290	0.007216	0.226970	0.587600
3	0.014639	0.006904	0.226820	0.587057
4	0.014040	0.006617	0.226683	0.586559
5	0.013488	0.006354	0.226556	0.586100
6	0.012978	0.006110	0.226439	0.585676
7	0.012504	0.005884	0.226330	0.585283
8	0.012064	0.005675	0.226229	0.584919
9	0.011654	0.005479	0.226135	0.584579
10	0.011270	0.005297	0.226048	0.584262
11	0.010911	0.005126	0.225965	0.583965
12	0.010573	0.004966	0.225888	0.583687
13	0.010256	0.004815	0.225816	0.583426
14	0.009958	0.004674	0.225748	0.583180
15	0.009676	0.004540	0.225684	0.582948
16	0.009409	0.004414	0.225623	0.582729
17	0.009157	0.004295	0.225565	0.582522
18	0.008918	0.004181	0.225511	0.582325
19	0.008691	0.004074	0.225459	0.582139
20	0.008475	0.003972	0.225410	0.581962
21	0.008270	0.003875	0.225364	0.581794
22	0.008074	0.003782	0.225319	0.581633
23	0.007887	0.003694	0.225277	0.581480
24	0.007709	0.003610	0.225236	0.581335
25	0.007538	0.003530	0.225198	0.581195
26	0.007375	0.003453	0.225161	0.581062
27	0.007219	0.003379	0.225125	0.580934
28	0.007069	0.003309	0.225091	0.580812
29	0.006926	0.003241	0.225059	0.580694
30	0.006788	0.003176	0.225027	0.580582
31	0.006655	0.003113	0.224997	0.580474
32	0.006528	0.003053	0.224968	0.580369
33	0.006405	0.002996	0.224941	0.580269
34	0.006287	0.002940	0.224914	0.580173
35	0.006173	0.002886	0.224888	0.580080
36	0.006063	0.002835	0.224863	0.579991
37	0.005957	0.002785	0.224839	0.579904
38	0.005854	0.002736	0.224816	0.579821
39	0.005755	0.002690	0.224794	0.579740
40	0.005659	0.002645	0.224772	0.579662
41	0.005567	0.002601	0.224751	0.579587
42	0.005477	0.002559	0.224731	0.579514
43	0.005390	0.002519	0.224711	0.579443
44	0.005306	0.002479	0.224692	0.579375
45	0.005225	0.002441	0.224674	0.579309
46	0.005146	0.002404	0.224656	0.579244
47	0.005069	0.002368	0.224639	0.579182
48	0.004995	0.002333	0.224622	0.579122
49	0.004922	0.002299	0.224606	0.579063
50	0.004852	0.002266	0.224590	0.579006
51	0.004784	0.002234	0.224574	0.578950
52	0.004717	0.002203	0.224559	0.578897
53	0.004653	0.002172	0.224545	0.578844
54	0.004590	0.002143	0.224531	0.578793

55	0.004529	0.002114	0.224517	0.578743
56	0.004469	0.002086	0.224503	0.578695
57	0.004411	0.002059	0.224490	0.578648
58	0.004355	0.002033	0.224478	0.578602
59	0.004300	0.002007	0.224465	0.578558
60	0.004246	0.001982	0.224453	0.578514
61	0.004194	0.001957	0.224441	0.578472
62	0.004142	0.001933	0.224430	0.578430
63	0.004093	0.001910	0.224418	0.578390
64	0.004044	0.001887	0.224407	0.578350
65	0.003996	0.001865	0.224397	0.578312
66	0.003950	0.001843	0.224386	0.578274
67	0.003904	0.001821	0.224376	0.578237
68	0.003860	0.001801	0.224366	0.578201
69	0.003817	0.001780	0.224356	0.578166
70	0.003774	0.001761	0.224347	0.578132
71	0.003733	0.001741	0.224337	0.578098
72	0.003692	0.001722	0.224328	0.578065
73	0.003652	0.001704	0.224319	0.578033
74	0.003614	0.001685	0.224311	0.578002
75	0.003576	0.001668	0.224302	0.577971
76	0.003538	0.001650	0.224294	0.577941
77	0.003502	0.001633	0.224285	0.577911
78	0.003466	0.001616	0.224277	0.577882
79	0.003431	0.001600	0.224269	0.577854
80	0.003397	0.001584	0.224262	0.577826
81	0.003363	0.001568	0.224254	0.577799
82	0.003330	0.001553	0.224247	0.577772
83	0.003298	0.001538	0.224239	0.577746
84	0.003266	0.001523	0.224232	0.577720
85	0.003235	0.001508	0.224225	0.577695
86	0.003204	0.001494	0.224218	0.577671
87	0.003174	0.001480	0.224212	0.577646
88	0.003145	0.001466	0.224205	0.577623
89	0.003116	0.001453	0.224199	0.577599
90	0.003088	0.001439	0.224192	0.577576
91	0.003060	0.001426	0.224186	0.577554
92	0.003033	0.001414	0.224180	0.577532
93	0.003006	0.001401	0.224174	0.577510
94	0.002979	0.001389	0.224168	0.577489
95	0.002953	0.001377	0.224162	0.577468
96	0.002928	0.001365	0.224156	0.577447
97	0.002903	0.001353	0.224151	0.577427
98	0.002878	0.001341	0.224145	0.577407
99	0.002854	0.001330	0.224140	0.577387
100	0.002830	0.001319	0.224134	0.577368
101	0.002807	0.001308	0.224129	0.577349
102	0.002784	0.001297	0.224124	0.577331
103	0.002761	0.001287	0.224119	0.577312
104	0.002739	0.001276	0.224114	0.577294
105	0.002717	0.001266	0.224109	0.577277
106	0.002695	0.001256	0.224104	0.577259
107	0.002674	0.001246	0.224099	0.577242
108	0.002653	0.001236	0.224095	0.577225
109	0.002633	0.001227	0.224090	0.577209
110	0.002612	0.001217	0.224085	0.577192
111	0.002592	0.001208	0.224081	0.577176
112	0.002573	0.001199	0.224076	0.577160
113	0.002553	0.001190	0.224072	0.577145
114	0.002534	0.001181	0.224068	0.577129
115	0.002515	0.001172	0.224064	0.577114
116	0.002497	0.001163	0.224059	0.577099

117
118
119
120

0.002479
0.002461
0.002443
0.002426

0.001155
0.001146
0.001138
0.001130

0.224055
0.224051
0.224047
0.224043

0.577084
0.577070
0.577056
0.577041



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.007870
 PL : 1000.000000
 H : 20.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.010000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.317220



n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.007870	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.007743	0.003626	0.319696	0.095909
3	0.007621	0.003569	0.319656	0.095897
4	0.007502	0.003513	0.319618	0.095885
5	0.007387	0.003458	0.319581	0.095874
6	0.007275	0.003405	0.319545	0.095863
7	0.007167	0.003354	0.319510	0.095853
8	0.007061	0.003305	0.319476	0.095843
9	0.006959	0.003257	0.319443	0.095833
10	0.006860	0.003210	0.319411	0.095823
11	0.006763	0.003164	0.319380	0.095814
12	0.006670	0.003120	0.319350	0.095805
13	0.006578	0.003077	0.319321	0.095796
14	0.006490	0.003035	0.319292	0.095788
15	0.006403	0.002995	0.319264	0.095779
16	0.006319	0.002955	0.319237	0.095771
17	0.006237	0.002916	0.319211	0.095763
18	0.006157	0.002879	0.319185	0.095756
19	0.006079	0.002842	0.319160	0.095748
20	0.006003	0.002806	0.319136	0.095741
21	0.005929	0.002772	0.319112	0.095734
22	0.005857	0.002738	0.319089	0.095727
23	0.005786	0.002704	0.319066	0.095720
24	0.005717	0.002672	0.319044	0.095713
25	0.005650	0.002640	0.319022	0.095707
26	0.005584	0.002610	0.319001	0.095700
27	0.005520	0.002579	0.318981	0.095694
28	0.005457	0.002550	0.318961	0.095688
29	0.005396	0.002521	0.318941	0.095682
30	0.005336	0.002493	0.318922	0.095677
31	0.005277	0.002465	0.318903	0.095671
32	0.005220	0.002438	0.318885	0.095665
33	0.005164	0.002412	0.318867	0.095660
34	0.005109	0.002386	0.318849	0.095655
35	0.005055	0.002361	0.318832	0.095650
36	0.005002	0.002336	0.318815	0.095644
37	0.004951	0.002312	0.318798	0.095639
38	0.004900	0.002288	0.318782	0.095635
39	0.004851	0.002265	0.318766	0.095630
40	0.004802	0.002242	0.318751	0.095625
41	0.004755	0.002220	0.318735	0.095621
42	0.004708	0.002198	0.318721	0.095616
43	0.004662	0.002177	0.318706	0.095612
44	0.004617	0.002156	0.318691	0.095607
45	0.004573	0.002135	0.318677	0.095603
46	0.004530	0.002115	0.318664	0.095599
47	0.004488	0.002095	0.318650	0.095595
48	0.004446	0.002075	0.318637	0.095591
49	0.004405	0.002056	0.318624	0.095587
50	0.004365	0.002037	0.318611	0.095583
51	0.004326	0.002019	0.318598	0.095579
52	0.004287	0.002001	0.318586	0.095576

53	0.004249	0.001983	0.318574	0.095572
54	0.004212	0.001966	0.318562	0.095569
55	0.004175	0.001948	0.318550	0.095565
56	0.004139	0.001931	0.318538	0.095562
57	0.004104	0.001915	0.318527	0.095558
58	0.004069	0.001899	0.318516	0.095555
59	0.004035	0.001882	0.318505	0.095552
60	0.004001	0.001867	0.318494	0.095548
61	0.003968	0.001851	0.318484	0.095545
62	0.003935	0.001836	0.318473	0.095542
63	0.003903	0.001821	0.318463	0.095539
64	0.003872	0.001806	0.318453	0.095536
65	0.003841	0.001792	0.318443	0.095533
66	0.003810	0.001777	0.318433	0.095530
67	0.003780	0.001763	0.318424	0.095527
68	0.003751	0.001749	0.318414	0.095524
69	0.003721	0.001736	0.318405	0.095521
70	0.003693	0.001722	0.318396	0.095519
71	0.003664	0.001709	0.318387	0.095516
72	0.003637	0.001696	0.318378	0.095513
73	0.003609	0.001683	0.318369	0.095511
74	0.003582	0.001671	0.318360	0.095508
75	0.003556	0.001658	0.318352	0.095506
76	0.003530	0.001646	0.318344	0.095503
77	0.003504	0.001634	0.318335	0.095501
78	0.003478	0.001622	0.318327	0.095498
79	0.003453	0.001610	0.318319	0.095496
80	0.003429	0.001599	0.318311	0.095493

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 60 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 30 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.010000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 FL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.015159	0.007153	0.250903	0.620894
2	0.014483	0.006829	0.250731	0.620303
3	0.013865	0.006534	0.250574	0.619763
4	0.013297	0.006262	0.250430	0.619267
5	0.012774	0.006013	0.250297	0.618811
6	0.012289	0.005782	0.250174	0.618390
7	0.011840	0.005568	0.250061	0.618000
8	0.011423	0.005370	0.249955	0.617638
9	0.011034	0.005185	0.249857	0.617301
10	0.010670	0.005012	0.249765	0.616986
11	0.010329	0.004850	0.249679	0.616691
12	0.010010	0.004698	0.249598	0.616415
13	0.009709	0.004556	0.249523	0.616155
14	0.009426	0.004422	0.249451	0.615911
15	0.009159	0.004295	0.249384	0.615681
16	0.008906	0.004176	0.249320	0.615463
17	0.008667	0.004063	0.249260	0.615257
18	0.008441	0.003956	0.249203	0.615062
19	0.008225	0.003854	0.249149	0.614877
20	0.008021	0.003758	0.249098	0.614701
21	0.007827	0.003666	0.249049	0.614534
22	0.007641	0.003578	0.249003	0.614375
23	0.007464	0.003495	0.248958	0.614223
24	0.007296	0.003415	0.248916	0.614078
25	0.007134	0.003339	0.248876	0.613940
26	0.006980	0.003266	0.248837	0.613808
27	0.006832	0.003197	0.248800	0.613681
28	0.006690	0.003130	0.248764	0.613559
29	0.006554	0.003066	0.248730	0.613443
30	0.006423	0.003004	0.248697	0.613331
31	0.006298	0.002945	0.248666	0.613223
32	0.006177	0.002888	0.248636	0.613120
33	0.006061	0.002834	0.248607	0.613021
34	0.005949	0.002781	0.248579	0.612925
35	0.005841	0.002730	0.248552	0.612833
36	0.005737	0.002681	0.248526	0.612744
37	0.005636	0.002634	0.248501	0.612658
38	0.005539	0.002588	0.248476	0.612575
39	0.005446	0.002544	0.248453	0.612495
40	0.005355	0.002502	0.248430	0.612418
41	0.005267	0.002461	0.248408	0.612343
42	0.005183	0.002421	0.248387	0.612271
43	0.005100	0.002382	0.248367	0.612201
44	0.005021	0.002345	0.248347	0.612133
45	0.004944	0.002309	0.248328	0.612067
46	0.004869	0.002274	0.248309	0.612003
47	0.004796	0.002240	0.248291	0.611941
48	0.004726	0.002206	0.248273	0.611881
49	0.004657	0.002174	0.248256	0.611823
50	0.004591	0.002143	0.248240	0.611766
51	0.004526	0.002113	0.248224	0.611711
52	0.004463	0.002083	0.248208	0.611658
53	0.004402	0.002055	0.248193	0.611606
54	0.004343	0.002027	0.248178	0.611555

55	0.004285	0.002000	0.248163	0.611506
56	0.004229	0.001973	0.248149	0.611458
57	0.004174	0.001948	0.248136	0.611411
58	0.004120	0.001923	0.248122	0.611366
59	0.004068	0.001898	0.248109	0.611321
60	0.004017	0.001874	0.248097	0.611278
61	0.003968	0.001851	0.248084	0.611236
62	0.003919	0.001828	0.248072	0.611195
63	0.003872	0.001806	0.248060	0.611155
64	0.003826	0.001785	0.248049	0.611115
65	0.003781	0.001764	0.248038	0.611077
66	0.003737	0.001743	0.248027	0.611040
67	0.003694	0.001723	0.248016	0.611003
68	0.003652	0.001703	0.248006	0.610968
69	0.003611	0.001684	0.247995	0.610933
70	0.003571	0.001665	0.247985	0.610899
71	0.003531	0.001647	0.247976	0.610865
72	0.003493	0.001629	0.247966	0.610833
73	0.003456	0.001611	0.247957	0.610801
74	0.003419	0.001594	0.247948	0.610770
75	0.003383	0.001577	0.247939	0.610739
76	0.003347	0.001561	0.247930	0.610709
77	0.003313	0.001545	0.247921	0.610680
78	0.003279	0.001529	0.247913	0.610651
79	0.003246	0.001513	0.247905	0.610623
80	0.003213	0.001498	0.247897	0.610595
81	0.003182	0.001483	0.247889	0.610568
82	0.003150	0.001469	0.247881	0.610542
83	0.003120	0.001454	0.247873	0.610516
84	0.003090	0.001440	0.247866	0.610490
85	0.003060	0.001427	0.247859	0.610465
86	0.003031	0.001413	0.247851	0.610441
87	0.003003	0.001400	0.247844	0.610417
88	0.002975	0.001387	0.247837	0.610393
89	0.002948	0.001374	0.247831	0.610370
90	0.002921	0.001361	0.247824	0.610347
91	0.002895	0.001349	0.247817	0.610325
92	0.002869	0.001337	0.247811	0.610303
93	0.002844	0.001325	0.247805	0.610282
94	0.002819	0.001313	0.247798	0.610260
95	0.002794	0.001302	0.247792	0.610240
96	0.002770	0.001291	0.247786	0.610219
97	0.002746	0.001280	0.247780	0.610199
98	0.002723	0.001269	0.247775	0.610179
99	0.002700	0.001258	0.247769	0.610160
100	0.002677	0.001248	0.247763	0.610141
101	0.002655	0.001237	0.247758	0.610122
102	0.002634	0.001227	0.247752	0.610103
103	0.002612	0.001217	0.247747	0.610085
104	0.002591	0.001207	0.247742	0.610067
105	0.002570	0.001197	0.247737	0.610050
106	0.002550	0.001188	0.247732	0.610033
107	0.002530	0.001179	0.247727	0.610016
108	0.002510	0.001169	0.247722	0.609999
109	0.002490	0.001160	0.247717	0.609982
110	0.002471	0.001151	0.247712	0.609966
111	0.002452	0.001142	0.247707	0.609950
112	0.002434	0.001134	0.247703	0.609934
113	0.002415	0.001125	0.247698	0.609919
114	0.002397	0.001117	0.247694	0.609903
115	0.002380	0.001108	0.247689	0.609888
116	0.002362	0.001100	0.247685	0.609874

117	0.002345	0.001092	0.247681	0.609859
118	0.002328	0.001084	0.247677	0.609845
119	0.002311	0.001076	0.247672	0.609830
120	0.002295	0.001069	0.247668	0.609816



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.005610
 PL : 1000.000000
 H : 30.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.010000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.350730

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.005610	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.005542	0.002590	0.352684	0.105805
3	0.005475	0.002558	0.352661	0.105798
4	0.005410	0.002528	0.352638	0.105791
5	0.005346	0.002498	0.352615	0.105785
6	0.005284	0.002469	0.352593	0.105778
7	0.005224	0.002440	0.352572	0.105772
8	0.005164	0.002412	0.352551	0.105765
9	0.005106	0.002385	0.352530	0.105759
10	0.005050	0.002358	0.352510	0.105753
11	0.004994	0.002332	0.352490	0.105747
12	0.004940	0.002307	0.352471	0.105741
13	0.004887	0.002282	0.352452	0.105736
14	0.004835	0.002258	0.352434	0.105730
15	0.004784	0.002234	0.352416	0.105725
16	0.004734	0.002210	0.352398	0.105720
17	0.004686	0.002188	0.352381	0.105714
18	0.004638	0.002165	0.352364	0.105709
19	0.004591	0.002143	0.352348	0.105704
20	0.004545	0.002122	0.352331	0.105699
21	0.004500	0.002101	0.352315	0.105695
22	0.004456	0.002080	0.352300	0.105690
23	0.004413	0.002060	0.352285	0.105685
24	0.004370	0.002040	0.352270	0.105681
25	0.004329	0.002020	0.352255	0.105676
26	0.004288	0.002001	0.352240	0.105672
27	0.004248	0.001982	0.352226	0.105668
28	0.004208	0.001964	0.352212	0.105664
29	0.004170	0.001946	0.352199	0.105660
30	0.004132	0.001928	0.352185	0.105656
31	0.004095	0.001911	0.352172	0.105652
32	0.004058	0.001893	0.352159	0.105648
33	0.004022	0.001877	0.352146	0.105644
34	0.003987	0.001860	0.352134	0.105640
35	0.003952	0.001844	0.352122	0.105636
36	0.003918	0.001828	0.352110	0.105633
37	0.003885	0.001812	0.352098	0.105629
38	0.003852	0.001797	0.352086	0.105626
39	0.003819	0.001782	0.352075	0.105622
40	0.003787	0.001767	0.352063	0.105619
41	0.003756	0.001752	0.352052	0.105616
42	0.003725	0.001738	0.352041	0.105612
43	0.003695	0.001723	0.352031	0.105609
44	0.003665	0.001709	0.352020	0.105606
45	0.003636	0.001696	0.352010	0.105603
46	0.003607	0.001682	0.352000	0.105600
47	0.003579	0.001669	0.351990	0.105597
48	0.003551	0.001656	0.351980	0.105594
49	0.003523	0.001643	0.351970	0.105591
50	0.003496	0.001630	0.351960	0.105588
51	0.003469	0.001618	0.351951	0.105585
52	0.003443	0.001605	0.351942	0.105583

53	0.003417	0.001593	0.351933	0.105580
54	0.003392	0.001581	0.351924	0.105577
55	0.003366	0.001570	0.351915	0.105574
56	0.003342	0.001558	0.351906	0.105572
57	0.003317	0.001547	0.351897	0.105569
58	0.003293	0.001535	0.351889	0.105567
59	0.003269	0.001524	0.351880	0.105564
60	0.003246	0.001513	0.351872	0.105562



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 60 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 40 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.010000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.014354	0.006767	0.276367	0.655715
2	0.013713	0.006461	0.276187	0.655128
3	0.013126	0.006181	0.276023	0.654591
4	0.012588	0.005924	0.275873	0.654099
5	0.012091	0.005688	0.275734	0.653645
6	0.011632	0.005469	0.275606	0.653227
7	0.011207	0.005267	0.275487	0.652839
8	0.010811	0.005079	0.275377	0.652479
9	0.010442	0.004904	0.275274	0.652144
10	0.010097	0.004740	0.275179	0.651831
11	0.009775	0.004587	0.275089	0.651538
12	0.009472	0.004444	0.275005	0.651264
13	0.009187	0.004309	0.274926	0.651006
14	0.008919	0.004182	0.274851	0.650763
15	0.008666	0.004062	0.274781	0.650535
16	0.008427	0.003949	0.274715	0.650318
17	0.008200	0.003842	0.274652	0.650114
18	0.007986	0.003741	0.274593	0.649920
19	0.007782	0.003645	0.274536	0.649737
20	0.007589	0.003553	0.274483	0.649562
21	0.007404	0.003466	0.274432	0.649396
22	0.007229	0.003384	0.274383	0.649238
23	0.007061	0.003305	0.274337	0.649087
24	0.006902	0.003229	0.274293	0.648943
25	0.006749	0.003157	0.274251	0.648806
26	0.006603	0.003089	0.274210	0.648674
27	0.006462	0.003023	0.274172	0.648548
28	0.006328	0.002959	0.274135	0.648428
29	0.006199	0.002899	0.274099	0.648312
30	0.006076	0.002841	0.274065	0.648201
31	0.005957	0.002785	0.274032	0.648094
32	0.005843	0.002731	0.274001	0.647992
33	0.005733	0.002679	0.273971	0.647893
34	0.005627	0.002630	0.273941	0.647798
35	0.005525	0.002582	0.273913	0.647706
36	0.005426	0.002535	0.273886	0.647618
37	0.005331	0.002491	0.273860	0.647533
38	0.005239	0.002448	0.273835	0.647451
39	0.005151	0.002406	0.273810	0.647371
40	0.005065	0.002366	0.273787	0.647294
41	0.004982	0.002327	0.273764	0.647220
42	0.004902	0.002289	0.273742	0.647148
43	0.004824	0.002253	0.273720	0.647079
44	0.004749	0.002217	0.273700	0.647011
45	0.004676	0.002183	0.273680	0.646946
46	0.004605	0.002150	0.273660	0.646883
47	0.004536	0.002118	0.273641	0.646821
48	0.004470	0.002086	0.273623	0.646762
49	0.004405	0.002056	0.273605	0.646704
50	0.004342	0.002026	0.273588	0.646647
51	0.004281	0.001998	0.273571	0.646593
52	0.004221	0.001970	0.273555	0.646540
53	0.004163	0.001943	0.273539	0.646488
54	0.004107	0.001917	0.273523	0.646438

55	0.004052	0.001891	0.273508	0.646389
56	0.003999	0.001866	0.273494	0.646341
57	0.003947	0.001842	0.273479	0.646295
58	0.003897	0.001818	0.273466	0.646250
59	0.003847	0.001795	0.273452	0.646206
60	0.003799	0.001772	0.273439	0.646163
61	0.003752	0.001750	0.273426	0.646121
62	0.003706	0.001729	0.273413	0.646080
63	0.003662	0.001708	0.273401	0.646040
64	0.003618	0.001687	0.273389	0.646001
65	0.003576	0.001668	0.273377	0.645963
66	0.003534	0.001648	0.273366	0.645926
67	0.003493	0.001629	0.273355	0.645890
68	0.003454	0.001610	0.273344	0.645854
69	0.003415	0.001592	0.273333	0.645820
70	0.003377	0.001575	0.273323	0.645786
71	0.003340	0.001557	0.273313	0.645753
72	0.003303	0.001540	0.273303	0.645720
73	0.003268	0.001524	0.273293	0.645689
74	0.003233	0.001507	0.273284	0.645658
75	0.003199	0.001491	0.273274	0.645627
76	0.003166	0.001476	0.273265	0.645598
77	0.003133	0.001460	0.273256	0.645569
78	0.003101	0.001446	0.273247	0.645540
79	0.003070	0.001431	0.273239	0.645512
80	0.003039	0.001417	0.273230	0.645485
81	0.003009	0.001402	0.273222	0.645458
82	0.002979	0.001389	0.273214	0.645432
83	0.002950	0.001375	0.273206	0.645406
84	0.002922	0.001362	0.273198	0.645381
85	0.002894	0.001349	0.273191	0.645356
86	0.002867	0.001336	0.273183	0.645331
87	0.002840	0.001323	0.273176	0.645307
88	0.002814	0.001311	0.273169	0.645284
89	0.002788	0.001299	0.273162	0.645261
90	0.002762	0.001287	0.273155	0.645238
91	0.002738	0.001276	0.273148	0.645216
92	0.002713	0.001264	0.273141	0.645194
93	0.002689	0.001253	0.273134	0.645173
94	0.002665	0.001242	0.273128	0.645152
95	0.002642	0.001231	0.273122	0.645131
96	0.002619	0.001220	0.273115	0.645111
97	0.002597	0.001210	0.273109	0.645091
98	0.002575	0.001200	0.273103	0.645072
99	0.002553	0.001190	0.273097	0.645052
100	0.002532	0.001180	0.273091	0.645033
101	0.002511	0.001170	0.273086	0.645015
102	0.002490	0.001160	0.273080	0.644996
103	0.002470	0.001151	0.273075	0.644978
104	0.002450	0.001141	0.273069	0.644961
105	0.002431	0.001132	0.273064	0.644943
106	0.002411	0.001123	0.273058	0.644926
107	0.002392	0.001114	0.273053	0.644909
108	0.002374	0.001106	0.273048	0.644892
109	0.002355	0.001097	0.273043	0.644876
110	0.002337	0.001089	0.273038	0.644860
111	0.002319	0.001080	0.273033	0.644844
112	0.002302	0.001072	0.273028	0.644828
113	0.002284	0.001064	0.273024	0.644813
114	0.002267	0.001056	0.273019	0.644798
115	0.002250	0.001048	0.273014	0.644783
116	0.002234	0.001040	0.273010	0.644768

117
118
119
120

0.002217
0.002201
0.002185
0.002170

0.001033
0.001025
0.001018
0.001011

0.273005
0.273001
0.272997
0.272992

0.644754
0.644739
0.644725
0.644711



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.004200
 PL : 1000.000000
 H : 40.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.010000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.386600

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.004200	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.004159	0.001941	0.388215	0.116464
3	0.004119	0.001922	0.388199	0.116460
4	0.004079	0.001903	0.388183	0.116455
5	0.004040	0.001885	0.388168	0.116450
6	0.004002	0.001867	0.388153	0.116446
7	0.003965	0.001850	0.388139	0.116442
8	0.003928	0.001833	0.388125	0.116437
9	0.003892	0.001816	0.388111	0.116433
10	0.003857	0.001799	0.388097	0.116429
11	0.003822	0.001783	0.388083	0.116425
12	0.003788	0.001767	0.388070	0.116421
13	0.003754	0.001751	0.388057	0.116417
14	0.003721	0.001736	0.388044	0.116413
15	0.003689	0.001721	0.388031	0.116409
16	0.003657	0.001706	0.388019	0.116406
17	0.003626	0.001691	0.388007	0.116402
18	0.003595	0.001677	0.387995	0.116398
19	0.003565	0.001663	0.387983	0.116395
20	0.003535	0.001649	0.387972	0.116391
21	0.003506	0.001635	0.387960	0.116388
22	0.003477	0.001622	0.387949	0.116385
23	0.003449	0.001608	0.387938	0.116381
24	0.003421	0.001595	0.387927	0.116378
25	0.003394	0.001583	0.387917	0.116375
26	0.003367	0.001570	0.387906	0.116372
27	0.003341	0.001558	0.387896	0.116369
28	0.003314	0.001545	0.387886	0.116366
29	0.003289	0.001533	0.387876	0.116363
30	0.003263	0.001521	0.387866	0.116360
31	0.003239	0.001510	0.387856	0.116357
32	0.003214	0.001498	0.387847	0.116354
33	0.003190	0.001487	0.387837	0.116351
34	0.003166	0.001476	0.387828	0.116348
35	0.003143	0.001465	0.387819	0.116346
36	0.003119	0.001454	0.387810	0.116343
37	0.003097	0.001443	0.387801	0.116340
38	0.003074	0.001433	0.387792	0.116338
39	0.003052	0.001423	0.387784	0.116335
40	0.003030	0.001412	0.387775	0.116333

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 80 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 27 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.010000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.015448	0.007291	0.242445	0.609280
2	0.014760	0.006962	0.242276	0.608688
3	0.014130	0.006660	0.242121	0.608147
4	0.013552	0.006384	0.241979	0.607651
5	0.013019	0.006130	0.241849	0.607194
6	0.012525	0.005894	0.241728	0.606772
7	0.012068	0.005676	0.241616	0.606381
8	0.011643	0.005474	0.241512	0.606018
9	0.011246	0.005286	0.241415	0.605680
10	0.010876	0.005109	0.241325	0.605364
11	0.010528	0.004945	0.241240	0.605069
12	0.010203	0.004790	0.241161	0.604792
13	0.009897	0.004645	0.241086	0.604531
14	0.009608	0.004508	0.241016	0.604287
15	0.009336	0.004379	0.240949	0.604056
16	0.009079	0.004257	0.240887	0.603837
17	0.008835	0.004142	0.240828	0.603631
18	0.008604	0.004033	0.240772	0.603436
19	0.008385	0.003929	0.240718	0.603250
20	0.008177	0.003831	0.240668	0.603074
21	0.007978	0.003737	0.240620	0.602906
22	0.007789	0.003648	0.240574	0.602747
23	0.007609	0.003563	0.240530	0.602595
24	0.007437	0.003482	0.240489	0.602450
25	0.007273	0.003404	0.240449	0.602311
26	0.007115	0.003330	0.240411	0.602178
27	0.006964	0.003259	0.240374	0.602051
28	0.006820	0.003191	0.240339	0.601929
29	0.006681	0.003126	0.240306	0.601812
30	0.006548	0.003063	0.240273	0.601700
31	0.006420	0.003003	0.240242	0.601593
32	0.006297	0.002945	0.240213	0.601489
33	0.006179	0.002889	0.240184	0.601389
34	0.006064	0.002835	0.240156	0.601293
35	0.005954	0.002784	0.240130	0.601201
36	0.005848	0.002734	0.240104	0.601112
37	0.005746	0.002686	0.240080	0.601026
38	0.005647	0.002639	0.240056	0.600943
39	0.005552	0.002594	0.240033	0.600863
40	0.005459	0.002551	0.240010	0.600785
41	0.005370	0.002509	0.239989	0.600710
42	0.005283	0.002468	0.239968	0.600637
43	0.005200	0.002429	0.239948	0.600567
44	0.005119	0.002391	0.239928	0.600499
45	0.005040	0.002354	0.239909	0.600433
46	0.004964	0.002318	0.239891	0.600369
47	0.004890	0.002283	0.239873	0.600307
48	0.004818	0.002250	0.239856	0.600247
49	0.004748	0.002217	0.239839	0.600189
50	0.004680	0.002185	0.239822	0.600132
51	0.004614	0.002154	0.239807	0.600077
52	0.004550	0.002124	0.239791	0.600023
53	0.004488	0.002095	0.239776	0.599971
54	0.004428	0.002067	0.239762	0.599920

55	0.004369	0.002039	0.239747	0.599871
56	0.004311	0.002012	0.239734	0.599823
57	0.004255	0.001986	0.239720	0.599776
58	0.004201	0.001960	0.239707	0.599730
59	0.004147	0.001935	0.239694	0.599686
60	0.004096	0.001911	0.239682	0.599642
61	0.004045	0.001887	0.239669	0.599600
62	0.003996	0.001864	0.239658	0.599559
63	0.003948	0.001842	0.239646	0.599519
64	0.003901	0.001820	0.239635	0.599479
65	0.003855	0.001798	0.239624	0.599441
66	0.003810	0.001777	0.239613	0.599403
67	0.003766	0.001757	0.239602	0.599367
68	0.003723	0.001737	0.239592	0.599331
69	0.003681	0.001717	0.239582	0.599296
70	0.003640	0.001698	0.239572	0.599262
71	0.003600	0.001679	0.239563	0.599228
72	0.003561	0.001661	0.239553	0.599196
73	0.003523	0.001643	0.239544	0.599164
74	0.003485	0.001625	0.239535	0.599132
75	0.003449	0.001608	0.239526	0.599102
76	0.003413	0.001591	0.239517	0.599072
77	0.003378	0.001575	0.239509	0.599042
78	0.003343	0.001559	0.239501	0.599014
79	0.003309	0.001543	0.239493	0.598985
80	0.003276	0.001527	0.239485	0.598958
81	0.003244	0.001512	0.239477	0.598931
82	0.003212	0.001497	0.239469	0.598904
83	0.003181	0.001483	0.239462	0.598878
84	0.003150	0.001469	0.239454	0.598853
85	0.003120	0.001454	0.239447	0.598827
86	0.003091	0.001441	0.239440	0.598803
87	0.003062	0.001427	0.239433	0.598779
88	0.003033	0.001414	0.239426	0.598755
89	0.003006	0.001401	0.239420	0.598732
90	0.002978	0.001388	0.239413	0.598709
91	0.002951	0.001376	0.239407	0.598687
92	0.002925	0.001363	0.239400	0.598665
93	0.002899	0.001351	0.239394	0.598643
94	0.002874	0.001339	0.239388	0.598622
95	0.002849	0.001328	0.239382	0.598601
96	0.002824	0.001316	0.239376	0.598581
97	0.002800	0.001305	0.239370	0.598560
98	0.002776	0.001294	0.239365	0.598541
99	0.002753	0.001283	0.239359	0.598521
100	0.002730	0.001272	0.239353	0.598502
101	0.002707	0.001261	0.239348	0.598483
102	0.002685	0.001251	0.239343	0.598465
103	0.002663	0.001241	0.239337	0.598446
104	0.002642	0.001231	0.239332	0.598429
105	0.002621	0.001221	0.239327	0.598411
106	0.002600	0.001211	0.239322	0.598394
107	0.002579	0.001202	0.239317	0.598376
108	0.002559	0.001192	0.239312	0.598360
109	0.002539	0.001183	0.239308	0.598343
110	0.002520	0.001174	0.239303	0.598327
111	0.002500	0.001165	0.239298	0.598311
112	0.002481	0.001156	0.239294	0.598295
113	0.002463	0.001147	0.239289	0.598279
114	0.002444	0.001139	0.239285	0.598264
115	0.002426	0.001130	0.239281	0.598249
116	0.002408	0.001122	0.239276	0.598234

117	0.002391	0.001114	0.239272	0.598220
118	0.002373	0.001106	0.239268	0.598205
119	0.002356	0.001098	0.239264	0.598191
120	0.002339	0.001090	0.239260	0.598177
121	0.002323	0.001082	0.239256	0.598163
122	0.002306	0.001074	0.239252	0.598149
123	0.002290	0.001067	0.239248	0.598136
124	0.002274	0.001059	0.239244	0.598123
125	0.002259	0.001052	0.239240	0.598110
126	0.002243	0.001045	0.239237	0.598097
127	0.002228	0.001038	0.239233	0.598084
128	0.002213	0.001031	0.239229	0.598071
129	0.002198	0.001024	0.239226	0.598059
130	0.002183	0.001017	0.239222	0.598047
131	0.002169	0.001010	0.239219	0.598035
132	0.002155	0.001003	0.239215	0.598023
133	0.002140	0.000997	0.239212	0.598011
134	0.002126	0.000990	0.239209	0.598000
135	0.002113	0.000984	0.239205	0.597988
136	0.002099	0.000978	0.239202	0.597977
137	0.002086	0.000971	0.239199	0.597966
138	0.002073	0.000965	0.239196	0.597955
139	0.002060	0.000959	0.239193	0.597944
140	0.002047	0.000953	0.239190	0.597933
141	0.002034	0.000947	0.239186	0.597923
142	0.002021	0.000941	0.239183	0.597912
143	0.002009	0.000935	0.239180	0.597902
144	0.001997	0.000930	0.239178	0.597892
145	0.001985	0.000924	0.239175	0.597881
146	0.001973	0.000918	0.239172	0.597872
147	0.001961	0.000913	0.239169	0.597862
148	0.001949	0.000907	0.239166	0.597852
149	0.001938	0.000902	0.239163	0.597842
150	0.001926	0.000897	0.239161	0.597833
151	0.001915	0.000892	0.239158	0.597823
152	0.001904	0.000886	0.239155	0.597814
153	0.001893	0.000881	0.239153	0.597805
154	0.001882	0.000876	0.239150	0.597796
155	0.001871	0.000871	0.239147	0.597787
156	0.001860	0.000866	0.239145	0.597778
157	0.001850	0.000861	0.239142	0.597769
158	0.001839	0.000856	0.239140	0.597761
159	0.001829	0.000852	0.239137	0.597752
160	0.001819	0.000847	0.239135	0.597744

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.006170
 PL : 1000.000000
 H : 27.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.010000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.338800

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.006170	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.006089	0.002847	0.340876	0.102263
3	0.006010	0.002810	0.340849	0.102255
4	0.005933	0.002774	0.340822	0.102247
5	0.005858	0.002738	0.340796	0.102239
6	0.005785	0.002704	0.340771	0.102231
7	0.005714	0.002670	0.340747	0.102224
8	0.005644	0.002638	0.340723	0.102217
9	0.005576	0.002606	0.340700	0.102210
10	0.005510	0.002575	0.340677	0.102203
11	0.005445	0.002544	0.340655	0.102196
12	0.005382	0.002514	0.340633	0.102190
13	0.005320	0.002485	0.340612	0.102184
14	0.005260	0.002457	0.340591	0.102177
15	0.005201	0.002429	0.340571	0.102171
16	0.005143	0.002402	0.340551	0.102165
17	0.005086	0.002376	0.340532	0.102160
18	0.005031	0.002350	0.340513	0.102154
19	0.004977	0.002324	0.340495	0.102148
20	0.004924	0.002300	0.340477	0.102143
21	0.004872	0.002275	0.340459	0.102138
22	0.004821	0.002251	0.340441	0.102132
23	0.004772	0.002228	0.340424	0.102127
24	0.004723	0.002205	0.340408	0.102122
25	0.004675	0.002183	0.340391	0.102117
26	0.004629	0.002161	0.340375	0.102113
27	0.004583	0.002139	0.340360	0.102108
28	0.004538	0.002118	0.340344	0.102103
29	0.004494	0.002098	0.340329	0.102099
30	0.004451	0.002077	0.340315	0.102094
31	0.004408	0.002058	0.340300	0.102090
32	0.004367	0.002038	0.340286	0.102086
33	0.004326	0.002019	0.340272	0.102082
34	0.004286	0.002000	0.340258	0.102077
35	0.004246	0.001982	0.340245	0.102073
36	0.004208	0.001964	0.340232	0.102069
37	0.004170	0.001946	0.340219	0.102066
38	0.004133	0.001928	0.340206	0.102062
39	0.004096	0.001911	0.340193	0.102058
40	0.004060	0.001894	0.340181	0.102054
41	0.004025	0.001878	0.340169	0.102051
42	0.003990	0.001862	0.340157	0.102047
43	0.003956	0.001846	0.340146	0.102044
44	0.003922	0.001830	0.340134	0.102040
45	0.003889	0.001814	0.340123	0.102037
46	0.003857	0.001799	0.340112	0.102034
47	0.003825	0.001784	0.340101	0.102030
48	0.003794	0.001770	0.340090	0.102027
49	0.003763	0.001755	0.340080	0.102024
50	0.003732	0.001741	0.340069	0.102021
51	0.003703	0.001727	0.340059	0.102018
52	0.003673	0.001713	0.340049	0.102015

53	0.003644	0.001700	0.340039	0.102012
54	0.003616	0.001686	0.340029	0.102009
55	0.003588	0.001673	0.340020	0.102006
56	0.003560	0.001660	0.340010	0.102003
57	0.003533	0.001648	0.340001	0.102000
58	0.003506	0.001635	0.339992	0.101998
59	0.003480	0.001623	0.339983	0.101995
60	0.003454	0.001610	0.339974	0.101992
61	0.003428	0.001599	0.339965	0.101990
62	0.003403	0.001587	0.339957	0.101987
63	0.003378	0.001575	0.339948	0.101985
64	0.003353	0.001564	0.339940	0.101982
65	0.003329	0.001552	0.339932	0.101980
66	0.003306	0.001541	0.339924	0.101977
67	0.003282	0.001530	0.339916	0.101975
68	0.003259	0.001519	0.339908	0.101972
69	0.003236	0.001509	0.339900	0.101970
70	0.003214	0.001498	0.339892	0.101968
71	0.003191	0.001488	0.339885	0.101965
72	0.003170	0.001478	0.339877	0.101963
73	0.003148	0.001467	0.339870	0.101961
74	0.003127	0.001458	0.339863	0.101959
75	0.003106	0.001448	0.339855	0.101957
76	0.003085	0.001438	0.339848	0.101955
77	0.003064	0.001428	0.339841	0.101952
78	0.003044	0.001419	0.339835	0.101950
79	0.003024	0.001410	0.339828	0.101948
80	0.003005	0.001400	0.339821	0.101946
81	0.002985	0.001391	0.339814	0.101944
82	0.002966	0.001382	0.339808	0.101942
83	0.002947	0.001374	0.339801	0.101940
84	0.002929	0.001365	0.339795	0.101939
85	0.002910	0.001356	0.339789	0.101937
86	0.002892	0.001348	0.339783	0.101935
87	0.002874	0.001339	0.339776	0.101933
88	0.002856	0.001331	0.339770	0.101931
89	0.002839	0.001323	0.339764	0.101929
90	0.002821	0.001315	0.339759	0.101928
91	0.002804	0.001307	0.339753	0.101926
92	0.002787	0.001299	0.339747	0.101924
93	0.002770	0.001291	0.339741	0.101922
94	0.002754	0.001283	0.339736	0.101921
95	0.002738	0.001276	0.339730	0.101919
96	0.002722	0.001268	0.339725	0.101917
97	0.002706	0.001261	0.339719	0.101916
98	0.002690	0.001253	0.339714	0.101914
99	0.002674	0.001246	0.339708	0.101913
100	0.002659	0.001239	0.339703	0.101911
101	0.002644	0.001232	0.339698	0.101909
102	0.002629	0.001225	0.339693	0.101908
103	0.002614	0.001218	0.339688	0.101906
104	0.002599	0.001211	0.339683	0.101905
105	0.002584	0.001204	0.339678	0.101903
106	0.002570	0.001197	0.339673	0.101902

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 80 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 40 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.010000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.014785	0.006974	0.262379	0.636613
2	0.014125	0.006658	0.262204	0.636023
3	0.013522	0.006370	0.262043	0.635485
4	0.012967	0.006105	0.261896	0.634991
5	0.012456	0.005861	0.261761	0.634536
6	0.011984	0.005636	0.261635	0.634116
7	0.011546	0.005428	0.261519	0.633727
8	0.011138	0.005234	0.261412	0.633366
9	0.010758	0.005054	0.261311	0.633030
10	0.010404	0.004885	0.261218	0.632716
11	0.010071	0.004728	0.261130	0.632422
12	0.009759	0.004580	0.261048	0.632146
13	0.009466	0.004441	0.260970	0.631888
14	0.009190	0.004310	0.260898	0.631644
15	0.008929	0.004187	0.260829	0.631414
16	0.008683	0.004070	0.260764	0.631197
17	0.008450	0.003960	0.260703	0.630992
18	0.008229	0.003856	0.260645	0.630798
19	0.008019	0.003757	0.260590	0.630613
20	0.007820	0.003663	0.260537	0.630438
21	0.007630	0.003573	0.260488	0.630272
22	0.007449	0.003488	0.260440	0.630113
23	0.007277	0.003406	0.260395	0.629962
24	0.007112	0.003329	0.260352	0.629817
25	0.006955	0.003255	0.260310	0.629679
26	0.006804	0.003184	0.260271	0.629547
27	0.006660	0.003116	0.260233	0.629421
28	0.006522	0.003051	0.260197	0.629300
29	0.006389	0.002988	0.260162	0.629184
30	0.006262	0.002928	0.260129	0.629072
31	0.006139	0.002870	0.260097	0.628965
32	0.006021	0.002815	0.260066	0.628862
33	0.005908	0.002762	0.260036	0.628763
34	0.005799	0.002710	0.260008	0.628668
35	0.005694	0.002661	0.259980	0.628576
36	0.005592	0.002613	0.259954	0.628487
37	0.005494	0.002567	0.259928	0.628402
38	0.005400	0.002523	0.259903	0.628319
39	0.005308	0.002480	0.259880	0.628239
40	0.005220	0.002438	0.259856	0.628162
41	0.005135	0.002398	0.259834	0.628088
42	0.005052	0.002360	0.259813	0.628015
43	0.004972	0.002322	0.259792	0.627946
44	0.004894	0.002286	0.259771	0.627878
45	0.004819	0.002250	0.259752	0.627812
46	0.004746	0.002216	0.259733	0.627749
47	0.004675	0.002183	0.259714	0.627687
48	0.004607	0.002151	0.259696	0.627627
49	0.004540	0.002119	0.259679	0.627569
50	0.004475	0.002089	0.259662	0.627513
51	0.004412	0.002059	0.259646	0.627458
52	0.004351	0.002031	0.259630	0.627405
53	0.004291	0.002003	0.259614	0.627353
54	0.004233	0.001976	0.259599	0.627302

55	0.004177	0.001949	0.259584	0.627253
56	0.004122	0.001923	0.259570	0.627205
57	0.004068	0.001898	0.259556	0.627159
58	0.004016	0.001874	0.259542	0.627113
59	0.003965	0.001850	0.259529	0.627069
60	0.003916	0.001827	0.259516	0.627026
61	0.003867	0.001804	0.259504	0.626984
62	0.003820	0.001782	0.259491	0.626943
63	0.003774	0.001761	0.259479	0.626903
64	0.003729	0.001739	0.259468	0.626864
65	0.003685	0.001719	0.259456	0.626826
66	0.003643	0.001699	0.259445	0.626789
67	0.003601	0.001679	0.259434	0.626752
68	0.003560	0.001660	0.259423	0.626717
69	0.003520	0.001641	0.259413	0.626682
70	0.003481	0.001623	0.259403	0.626648
71	0.003442	0.001605	0.259393	0.626615
72	0.003405	0.001588	0.259383	0.626582
73	0.003368	0.001571	0.259374	0.626550
74	0.003332	0.001554	0.259364	0.626519
75	0.003297	0.001537	0.259355	0.626489
76	0.003263	0.001521	0.259346	0.626459
77	0.003229	0.001505	0.259337	0.626430
78	0.003196	0.001490	0.259329	0.626401
79	0.003164	0.001475	0.259320	0.626373
80	0.003132	0.001460	0.259312	0.626346
81	0.003101	0.001446	0.259304	0.626319
82	0.003071	0.001431	0.259296	0.626292
83	0.003041	0.001417	0.259289	0.626266
84	0.003012	0.001404	0.259281	0.626241
85	0.002983	0.001390	0.259273	0.626216
86	0.002955	0.001377	0.259266	0.626192
87	0.002927	0.001364	0.259259	0.626168
88	0.002900	0.001352	0.259252	0.626144
89	0.002873	0.001339	0.259245	0.626121
90	0.002847	0.001327	0.259238	0.626098
91	0.002822	0.001315	0.259231	0.626076
92	0.002796	0.001303	0.259225	0.626054
93	0.002772	0.001292	0.259218	0.626033
94	0.002747	0.001280	0.259212	0.626012
95	0.002723	0.001269	0.259206	0.625991
96	0.002700	0.001258	0.259200	0.625970
97	0.002677	0.001247	0.259194	0.625950
98	0.002654	0.001237	0.259188	0.625931
99	0.002632	0.001226	0.259182	0.625911
100	0.002610	0.001216	0.259176	0.625892
101	0.002588	0.001206	0.259171	0.625874
102	0.002567	0.001196	0.259165	0.625855
103	0.002546	0.001186	0.259160	0.625837
104	0.002526	0.001177	0.259155	0.625819
105	0.002505	0.001167	0.259149	0.625802
106	0.002485	0.001158	0.259144	0.625785
107	0.002466	0.001149	0.259139	0.625768
108	0.002446	0.001140	0.259134	0.625751
109	0.002428	0.001131	0.259129	0.625734
110	0.002409	0.001122	0.259124	0.625718
111	0.002390	0.001113	0.259119	0.625702
112	0.002372	0.001105	0.259115	0.625687
113	0.002354	0.001097	0.259110	0.625671
114	0.002337	0.001088	0.259105	0.625656
115	0.002319	0.001080	0.259101	0.625641
116	0.002302	0.001072	0.259097	0.625626

117	0.002286	0.001065	0.259092	0.625612
118	0.002269	0.001057	0.259088	0.625597
119	0.002253	0.001049	0.259084	0.625583
120	0.002237	0.001042	0.259079	0.625569
121	0.002221	0.001034	0.259075	0.625555
122	0.002205	0.001027	0.259071	0.625542
123	0.002190	0.001020	0.259067	0.625528
124	0.002174	0.001013	0.259063	0.625515
125	0.002159	0.001006	0.259059	0.625502
126	0.002145	0.000999	0.259056	0.625489
127	0.002130	0.000992	0.259052	0.625477
128	0.002115	0.000985	0.259048	0.625464
129	0.002101	0.000979	0.259044	0.625452
130	0.002087	0.000972	0.259041	0.625440
131	0.002073	0.000966	0.259037	0.625428
132	0.002060	0.000959	0.259034	0.625416
133	0.002046	0.000953	0.259030	0.625404
134	0.002033	0.000947	0.259027	0.625393
135	0.002020	0.000941	0.259023	0.625382
136	0.002007	0.000934	0.259020	0.625370
137	0.001994	0.000928	0.259017	0.625359
138	0.001981	0.000923	0.259013	0.625348
139	0.001969	0.000917	0.259010	0.625338
140	0.001957	0.000911	0.259007	0.625327
141	0.001944	0.000905	0.259004	0.625316
142	0.001932	0.000900	0.259001	0.625306
143	0.001921	0.000894	0.258997	0.625296
144	0.001909	0.000889	0.258994	0.625286
145	0.001897	0.000883	0.258991	0.625276
146	0.001886	0.000878	0.258988	0.625266
147	0.001874	0.000873	0.258985	0.625256
148	0.001863	0.000868	0.258983	0.625246
149	0.001852	0.000862	0.258980	0.625237
150	0.001841	0.000857	0.258977	0.625227
151	0.001831	0.000852	0.258974	0.625218
152	0.001820	0.000847	0.258971	0.625209
153	0.001809	0.000842	0.258969	0.625200
154	0.001799	0.000837	0.258966	0.625191
155	0.001789	0.000833	0.258963	0.625182
156	0.001779	0.000828	0.258961	0.625173
157	0.001768	0.000823	0.258958	0.625164
158	0.001758	0.000819	0.258955	0.625156
159	0.001749	0.000814	0.258953	0.625147
160	0.001739	0.000809	0.258950	0.625139

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.004380
 PL : 1000.000000
 H : 40.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.010000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.366910

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.004380	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.004337	0.002024	0.368508	0.110552
3	0.004295	0.002005	0.368493	0.110548
4	0.004254	0.001985	0.368477	0.110543
5	0.004213	0.001966	0.368462	0.110539
6	0.004174	0.001948	0.368448	0.110534
7	0.004135	0.001929	0.368433	0.110530
8	0.004096	0.001911	0.368419	0.110526
9	0.004059	0.001894	0.368405	0.110522
10	0.004022	0.001877	0.368392	0.110518
11	0.003986	0.001860	0.368378	0.110513
12	0.003950	0.001843	0.368365	0.110510
13	0.003915	0.001827	0.368352	0.110506
14	0.003881	0.001810	0.368340	0.110502
15	0.003847	0.001795	0.368327	0.110498
16	0.003814	0.001779	0.368315	0.110494
17	0.003781	0.001764	0.368303	0.110491
18	0.003749	0.001749	0.368291	0.110487
19	0.003718	0.001734	0.368279	0.110484
20	0.003687	0.001720	0.368268	0.110480
21	0.003657	0.001705	0.368257	0.110477
22	0.003627	0.001691	0.368245	0.110474
23	0.003597	0.001678	0.368235	0.110470
24	0.003568	0.001664	0.368224	0.110467
25	0.003540	0.001651	0.368213	0.110464
26	0.003511	0.001638	0.368203	0.110461
27	0.003484	0.001625	0.368193	0.110458
28	0.003457	0.001612	0.368183	0.110455
29	0.003430	0.001599	0.368173	0.110452
30	0.003403	0.001587	0.368163	0.110449
31	0.003377	0.001575	0.368153	0.110446
32	0.003352	0.001563	0.368144	0.110443
33	0.003327	0.001551	0.368135	0.110440
34	0.003302	0.001539	0.368125	0.110438
35	0.003277	0.001528	0.368116	0.110435
36	0.003253	0.001517	0.368108	0.110432
37	0.003230	0.001506	0.368099	0.110430
38	0.003206	0.001495	0.368090	0.110427
39	0.003183	0.001484	0.368082	0.110424
40	0.003160	0.001473	0.368073	0.110422
41	0.003138	0.001463	0.368065	0.110419
42	0.003116	0.001452	0.368057	0.110417
43	0.003094	0.001442	0.368049	0.110415
44	0.003072	0.001432	0.368041	0.110412
45	0.003051	0.001422	0.368033	0.110410
46	0.003030	0.001412	0.368025	0.110408
47	0.003010	0.001403	0.368018	0.110405
48	0.002989	0.001393	0.368010	0.110403
49	0.002969	0.001384	0.368003	0.110401
50	0.002950	0.001375	0.367995	0.110399
51	0.002930	0.001366	0.367988	0.110396
52	0.002911	0.001357	0.367981	0.110394

53	0.002892	0.001348	0.367974	0.110392
54	0.002873	0.001339	0.367967	0.110390
55	0.002854	0.001330	0.367960	0.110388
56	0.002836	0.001322	0.367954	0.110386
57	0.002818	0.001313	0.367947	0.110384
58	0.002800	0.001305	0.367940	0.110382
59	0.002783	0.001297	0.367934	0.110380
60	0.002765	0.001289	0.367927	0.110378
61	0.002748	0.001280	0.367921	0.110376
62	0.002731	0.001273	0.367915	0.110374
63	0.002714	0.001265	0.367909	0.110373
64	0.002698	0.001257	0.367902	0.110371
65	0.002681	0.001249	0.367896	0.110369
66	0.002665	0.001242	0.367890	0.110367
67	0.002649	0.001234	0.367885	0.110365
68	0.002633	0.001227	0.367879	0.110364
69	0.002618	0.001220	0.367873	0.110362
70	0.002602	0.001212	0.367867	0.110360
71	0.002587	0.001205	0.367862	0.110359
72	0.002572	0.001198	0.367856	0.110357
73	0.002557	0.001191	0.367851	0.110355
74	0.002542	0.001185	0.367845	0.110354
75	0.002528	0.001178	0.367840	0.110352
76	0.002514	0.001171	0.367835	0.110350
77	0.002499	0.001164	0.367829	0.110349
78	0.002485	0.001158	0.367824	0.110347
79	0.002471	0.001151	0.367819	0.110346
80	0.002458	0.001145	0.367814	0.110344

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 80 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 54 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.010000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.014159	0.006674	0.283007	0.664763
2	0.013526	0.006372	0.282826	0.664176
3	0.012947	0.006096	0.282660	0.663640
4	0.012416	0.005842	0.282508	0.663148
5	0.011926	0.005609	0.282367	0.662696
6	0.011473	0.005393	0.282238	0.662278
7	0.011053	0.005194	0.282118	0.661891
8	0.010663	0.005008	0.282007	0.661531
9	0.010299	0.004836	0.281903	0.661197
10	0.009959	0.004674	0.281806	0.660884
11	0.009640	0.004523	0.281716	0.660592
12	0.009341	0.004382	0.281631	0.660318
13	0.009060	0.004249	0.281551	0.660060
14	0.008796	0.004124	0.281476	0.659818
15	0.008546	0.004006	0.281405	0.659590
16	0.008310	0.003894	0.281338	0.659374
17	0.008087	0.003789	0.281275	0.659170
18	0.007875	0.003689	0.281215	0.658976
19	0.007675	0.003594	0.281158	0.658793
20	0.007484	0.003504	0.281104	0.658619
21	0.007302	0.003418	0.281052	0.658453
22	0.007129	0.003337	0.281003	0.658295
23	0.006964	0.003259	0.280957	0.658145
24	0.006806	0.003184	0.280912	0.658001
25	0.006655	0.003113	0.280869	0.657864
26	0.006511	0.003046	0.280829	0.657732
27	0.006373	0.002981	0.280789	0.657607
28	0.006241	0.002918	0.280752	0.657486
29	0.006114	0.002858	0.280716	0.657371
30	0.005992	0.002801	0.280682	0.657260
31	0.005874	0.002746	0.280649	0.657154
32	0.005762	0.002693	0.280617	0.657051
33	0.005653	0.002642	0.280586	0.656953
34	0.005549	0.002593	0.280557	0.656858
35	0.005448	0.002546	0.280528	0.656766
36	0.005351	0.002500	0.280501	0.656678
37	0.005257	0.002456	0.280475	0.656593
38	0.005167	0.002413	0.280449	0.656511
39	0.005079	0.002372	0.280424	0.656432
40	0.004995	0.002333	0.280401	0.656355
41	0.004913	0.002294	0.280377	0.656281
42	0.004834	0.002257	0.280355	0.656209
43	0.004757	0.002221	0.280334	0.656140
44	0.004683	0.002186	0.280313	0.656072
45	0.004611	0.002153	0.280292	0.656007
46	0.004541	0.002120	0.280273	0.655944
47	0.004473	0.002088	0.280254	0.655883
48	0.004407	0.002057	0.280235	0.655823
49	0.004344	0.002027	0.280217	0.655765
50	0.004282	0.001998	0.280200	0.655709
51	0.004221	0.001970	0.280183	0.655655
52	0.004163	0.001942	0.280166	0.655602
53	0.004106	0.001916	0.280150	0.655550
54	0.004050	0.001890	0.280135	0.655500

55	0.003996	0.001864	0.280119	0.655451
56	0.003944	0.001840	0.280105	0.655403
57	0.003892	0.001816	0.280090	0.655357
58	0.003842	0.001792	0.280076	0.655312
59	0.003794	0.001770	0.280063	0.655268
60	0.003746	0.001747	0.280049	0.655225
61	0.003700	0.001726	0.280036	0.655183
62	0.003655	0.001705	0.280023	0.655143
63	0.003611	0.001684	0.280011	0.655103
64	0.003568	0.001664	0.279999	0.655064
65	0.003526	0.001644	0.279987	0.655026
66	0.003485	0.001625	0.279976	0.654989
67	0.003445	0.001606	0.279964	0.654953
68	0.003406	0.001588	0.279953	0.654917
69	0.003367	0.001570	0.279943	0.654883
70	0.003330	0.001553	0.279932	0.654849
71	0.003293	0.001535	0.279922	0.654816
72	0.003257	0.001519	0.279912	0.654784
73	0.003222	0.001502	0.279902	0.654752
74	0.003188	0.001486	0.279892	0.654721
75	0.003155	0.001471	0.279883	0.654691
76	0.003122	0.001455	0.279874	0.654661
77	0.003089	0.001440	0.279865	0.654632
78	0.003058	0.001425	0.279856	0.654604
79	0.003027	0.001411	0.279847	0.654576
80	0.002997	0.001397	0.279839	0.654548
81	0.002967	0.001383	0.279830	0.654522
82	0.002938	0.001369	0.279822	0.654495
83	0.002909	0.001356	0.279814	0.654470
84	0.002881	0.001343	0.279806	0.654444
85	0.002854	0.001330	0.279799	0.654420
86	0.002827	0.001317	0.279791	0.654395
87	0.002800	0.001305	0.279784	0.654372
88	0.002775	0.001293	0.279776	0.654348
89	0.002749	0.001281	0.279769	0.654325
90	0.002724	0.001269	0.279762	0.654303
91	0.002699	0.001258	0.279755	0.654280
92	0.002675	0.001247	0.279748	0.654259
93	0.002652	0.001235	0.279742	0.654237
94	0.002628	0.001225	0.279735	0.654216
95	0.002605	0.001214	0.279729	0.654196
96	0.002583	0.001203	0.279723	0.654176
97	0.002561	0.001193	0.279716	0.654156
98	0.002539	0.001183	0.279710	0.654136
99	0.002518	0.001173	0.279704	0.654117
100	0.002497	0.001163	0.279698	0.654098
101	0.002476	0.001153	0.279693	0.654079
102	0.002456	0.001144	0.279687	0.654061
103	0.002436	0.001135	0.279681	0.654043
104	0.002416	0.001125	0.279676	0.654025
105	0.002397	0.001116	0.279670	0.654008
106	0.002378	0.001108	0.279665	0.653991
107	0.002359	0.001099	0.279660	0.653974
108	0.002341	0.001090	0.279655	0.653957
109	0.002322	0.001082	0.279649	0.653941
110	0.002304	0.001073	0.279644	0.653925
111	0.002287	0.001065	0.279640	0.653909
112	0.002270	0.001057	0.279635	0.653893
113	0.002252	0.001049	0.279630	0.653878
114	0.002236	0.001041	0.279625	0.653863
115	0.002219	0.001033	0.279620	0.653848
116	0.002203	0.001026	0.279616	0.653833

117	0.002187	0.001018	0.279611	0.653819
118	0.002171	0.001011	0.279607	0.653804
119	0.002155	0.001004	0.279603	0.653790
120	0.002140	0.000996	0.279598	0.653776
121	0.002124	0.000989	0.279594	0.653763
122	0.002109	0.000982	0.279590	0.653749
123	0.002095	0.000975	0.279586	0.653736
124	0.002080	0.000969	0.279582	0.653723
125	0.002066	0.000962	0.279578	0.653710
126	0.002052	0.000955	0.279574	0.653697
127	0.002038	0.000949	0.279570	0.653685
128	0.002024	0.000942	0.279566	0.653672
129	0.002010	0.000936	0.279562	0.653660
130	0.001997	0.000930	0.279558	0.653648
131	0.001984	0.000924	0.279555	0.653636
132	0.001971	0.000918	0.279551	0.653624
133	0.001958	0.000911	0.279547	0.653613
134	0.001945	0.000906	0.279544	0.653601
135	0.001932	0.000900	0.279540	0.653590
136	0.001920	0.000894	0.279537	0.653579
137	0.001908	0.000888	0.279533	0.653568
138	0.001896	0.000883	0.279530	0.653557
139	0.001884	0.000877	0.279527	0.653546
140	0.001872	0.000871	0.279523	0.653535
141	0.001860	0.000866	0.279520	0.653525
142	0.001849	0.000861	0.279517	0.653515
143	0.001837	0.000855	0.279514	0.653504
144	0.001826	0.000850	0.279510	0.653494
145	0.001815	0.000845	0.279507	0.653484
146	0.001804	0.000840	0.279504	0.653475
147	0.001793	0.000835	0.279501	0.653465
148	0.001783	0.000830	0.279498	0.653455
149	0.001772	0.000825	0.279495	0.653446
150	0.001762	0.000820	0.279492	0.653436
151	0.001751	0.000815	0.279489	0.653427
152	0.001741	0.000810	0.279487	0.653418
153	0.001731	0.000806	0.279484	0.653409
154	0.001721	0.000801	0.279481	0.653400
155	0.001711	0.000797	0.279478	0.653391
156	0.001701	0.000792	0.279476	0.653382
157	0.001692	0.000788	0.279473	0.653374
158	0.001682	0.000783	0.279470	0.653365
159	0.001673	0.000779	0.279468	0.653357
160	0.001664	0.000774	0.279465	0.653348

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.003330
 PL : 1000.000000
 H : 53.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.010000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.396000

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.003330	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.003304	0.001540	0.397313	0.119194
3	0.003278	0.001528	0.397303	0.119191
4	0.003253	0.001517	0.397292	0.119188
5	0.003228	0.001505	0.397283	0.119185
6	0.003204	0.001494	0.397273	0.119182
7	0.003180	0.001482	0.397263	0.119179
8	0.003156	0.001471	0.397254	0.119176
9	0.003133	0.001460	0.397244	0.119173
10	0.003110	0.001450	0.397235	0.119171
11	0.003087	0.001439	0.397226	0.119168
12	0.003065	0.001429	0.397217	0.119165
13	0.003043	0.001418	0.397209	0.119163
14	0.003021	0.001408	0.397200	0.119160
15	0.003000	0.001398	0.397191	0.119157
16	0.002978	0.001388	0.397183	0.119155
17	0.002958	0.001378	0.397175	0.119152
18	0.002937	0.001369	0.397166	0.119150
19	0.002917	0.001359	0.397158	0.119148
20	0.002897	0.001350	0.397150	0.119145
21	0.002877	0.001341	0.397143	0.119143
22	0.002858	0.001332	0.397135	0.119140
23	0.002839	0.001323	0.397127	0.119138
24	0.002820	0.001314	0.397120	0.119136
25	0.002801	0.001305	0.397112	0.119134
26	0.002783	0.001297	0.397105	0.119131
27	0.002764	0.001288	0.397098	0.119129
28	0.002746	0.001280	0.397091	0.119127
29	0.002729	0.001271	0.397084	0.119125
30	0.002711	0.001263	0.397077	0.119123
31	0.002694	0.001255	0.397070	0.119121
32	0.002677	0.001247	0.397063	0.119119
33	0.002660	0.001239	0.397056	0.119117
34	0.002643	0.001232	0.397050	0.119115
35	0.002627	0.001224	0.397043	0.119113
36	0.002611	0.001216	0.397037	0.119111
37	0.002595	0.001209	0.397030	0.119109
38	0.002579	0.001202	0.397024	0.119107
39	0.002563	0.001194	0.397018	0.119105
40	0.002548	0.001187	0.397012	0.119103
41	0.002533	0.001180	0.397005	0.119102
42	0.002518	0.001173	0.396999	0.119100
43	0.002503	0.001166	0.396994	0.119098
44	0.002488	0.001159	0.396988	0.119096
45	0.002473	0.001152	0.396982	0.119095
46	0.002459	0.001145	0.396976	0.119093
47	0.002445	0.001139	0.396970	0.119091
48	0.002431	0.001132	0.396965	0.119089
49	0.002417	0.001126	0.396959	0.119088
50	0.002403	0.001119	0.396954	0.119086
51	0.002389	0.001113	0.396949	0.119085
52	0.002376	0.001107	0.396943	0.119083

53
54

0.002363
0.002350

0.001101
0.001094

0.396938
0.396933

0.119081
0.119080



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลสองตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 40 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 13 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer

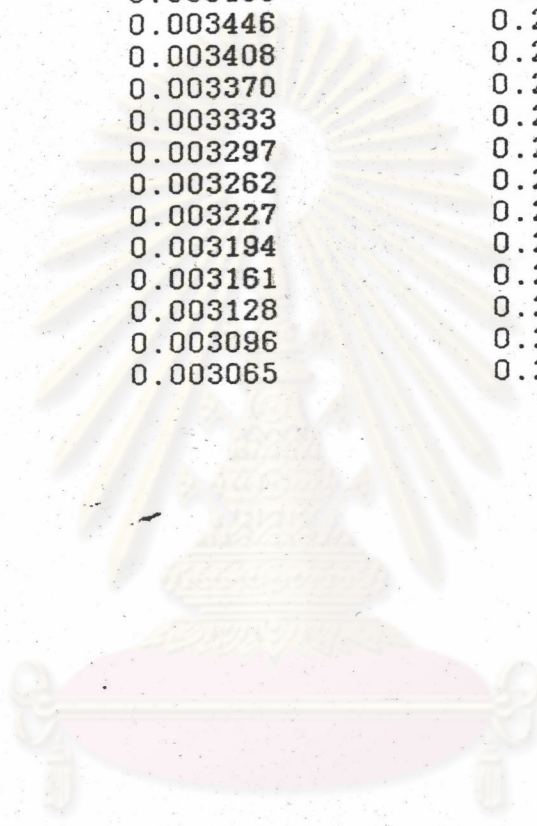


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.020000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.030236	0.014489	0.246349	0.622567
2	0.028936	0.013847	0.246019	0.621403
3	0.027741	0.013259	0.245716	0.620337
4	0.026639	0.012718	0.245438	0.619357
5	0.025621	0.012219	0.245182	0.618454
6	0.024677	0.011757	0.244944	0.617618
7	0.023799	0.011329	0.244724	0.616843
8	0.022980	0.010930	0.244519	0.616123
9	0.022216	0.010558	0.244328	0.615451
10	0.021500	0.010210	0.244149	0.614823
11	0.020828	0.009885	0.243982	0.614235
12	0.020197	0.009579	0.243824	0.613683
13	0.019602	0.009291	0.243677	0.613165
14	0.019041	0.009020	0.243537	0.612676
15	0.018511	0.008764	0.243406	0.612215
16	0.018010	0.008523	0.243281	0.611779
17	0.017534	0.008294	0.243164	0.611367
18	0.017083	0.008076	0.243052	0.610976
19	0.016654	0.007870	0.242946	0.610605
20	0.016247	0.007674	0.242845	0.610253
21	0.015858	0.007488	0.242750	0.609917
22	0.015488	0.007310	0.242658	0.609598
23	0.015134	0.007141	0.242571	0.609293
24	0.014796	0.006979	0.242488	0.609002
25	0.014472	0.006824	0.242408	0.608723
26	0.014163	0.006676	0.242332	0.608457
27	0.013866	0.006534	0.242259	0.608202
28	0.013581	0.006398	0.242189	0.607958
29	0.013308	0.006268	0.242122	0.607724
30	0.013045	0.006142	0.242058	0.607499
31	0.012793	0.006022	0.241996	0.607283
32	0.012550	0.005906	0.241936	0.607075
33	0.012316	0.005795	0.241879	0.606875
34	0.012091	0.005687	0.241824	0.606682
35	0.011873	0.005584	0.241771	0.606496
36	0.011664	0.005484	0.241719	0.606317
37	0.011461	0.005388	0.241670	0.606144
38	0.011265	0.005295	0.241622	0.605977
39	0.011076	0.005205	0.241576	0.605816
40	0.010893	0.005118	0.241531	0.605660
41	0.010716	0.005034	0.241488	0.605510
42	0.010545	0.004952	0.241446	0.605364
43	0.010379	0.004874	0.241406	0.605222
44	0.010218	0.004797	0.241366	0.605086
45	0.010062	0.004723	0.241328	0.604953
46	0.009911	0.004652	0.241291	0.604824
47	0.009764	0.004582	0.241256	0.604700
48	0.009621	0.004514	0.241221	0.604579
49	0.009483	0.004449	0.241187	0.604461
50	0.009348	0.004385	0.241154	0.604347
51	0.009217	0.004323	0.241123	0.604236
52	0.009090	0.004263	0.241092	0.604128
53	0.008966	0.004204	0.241061	0.604023
54	0.008846	0.004147	0.241032	0.603921

55	0.008729	0.004092	0.241004	0.603822
56	0.008614	0.004038	0.240976	0.603725
57	0.008503	0.003985	0.240949	0.603631
58	0.008395	0.003934	0.240922	0.603539
59	0.008289	0.003884	0.240897	0.603449
60	0.008186	0.003835	0.240872	0.603362
61	0.008085	0.003788	0.240847	0.603277
62	0.007987	0.003741	0.240823	0.603194
63	0.007891	0.003696	0.240800	0.603113
64	0.007797	0.003652	0.240777	0.603034
65	0.007706	0.003609	0.240755	0.602957
66	0.007617	0.003567	0.240734	0.602881
67	0.007530	0.003526	0.240712	0.602808
68	0.007444	0.003485	0.240692	0.602736
69	0.007361	0.003446	0.240672	0.602665
70	0.007279	0.003408	0.240652	0.602596
71	0.007200	0.003370	0.240632	0.602529
72	0.007122	0.003333	0.240614	0.602463
73	0.007045	0.003297	0.240595	0.602399
74	0.006970	0.003262	0.240577	0.602336
75	0.006897	0.003227	0.240559	0.602274
76	0.006826	0.003194	0.240542	0.602214
77	0.006755	0.003161	0.240525	0.602155
78	0.006687	0.003128	0.240508	0.602097
79	0.006619	0.003096	0.240492	0.602040
80	0.006553	0.003065	0.240476	0.601984



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.019500
 PL : 1000.000000
 H : 13.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.020000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.339080

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.019500	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.019099	0.009048	0.345682	0.103705
3	0.018714	0.008862	0.345546	0.103664
4	0.018343	0.008683	0.345416	0.103625
5	0.017988	0.008512	0.345291	0.103587
6	0.017645	0.008347	0.345171	0.103551
7	0.017315	0.008188	0.345055	0.103516
8	0.016998	0.008035	0.344943	0.103483
9	0.016691	0.007888	0.344836	0.103451
10	0.016395	0.007746	0.344732	0.103420
11	0.016110	0.007609	0.344632	0.103390
12	0.015834	0.007477	0.344535	0.103361
13	0.015568	0.007349	0.344442	0.103333
14	0.015310	0.007225	0.344352	0.103306
15	0.015060	0.007106	0.344265	0.103279
16	0.014819	0.006990	0.344180	0.103254
17	0.014585	0.006878	0.344099	0.103230
18	0.014358	0.006769	0.344020	0.103206
19	0.014138	0.006664	0.343943	0.103183
20	0.013925	0.006562	0.343868	0.103161
21	0.013718	0.006463	0.343796	0.103139
22	0.013517	0.006368	0.343726	0.103118
23	0.013322	0.006274	0.343658	0.103097
24	0.013132	0.006184	0.343592	0.103078
25	0.012948	0.006096	0.343528	0.103058
26	0.012769	0.006010	0.343466	0.103040
27	0.012594	0.005927	0.343405	0.103021
28	0.012424	0.005846	0.343346	0.103004
29	0.012259	0.005768	0.343288	0.102987
30	0.012098	0.005691	0.343233	0.102970
31	0.011941	0.005616	0.343178	0.102953
32	0.011789	0.005544	0.343125	0.102937
33	0.011640	0.005473	0.343073	0.102922
34	0.011494	0.005404	0.343023	0.102907
35	0.011353	0.005336	0.342974	0.102892
36	0.011214	0.005270	0.342926	0.102878
37	0.011079	0.005206	0.342879	0.102864
38	0.010948	0.005144	0.342833	0.102850
39	0.010819	0.005082	0.342789	0.102837
40	0.010693	0.005023	0.342745	0.102824
41	0.010570	0.004964	0.342702	0.102811
42	0.010450	0.004907	0.342661	0.102798
43	0.010333	0.004852	0.342620	0.102786
44	0.010218	0.004797	0.342580	0.102774
45	0.010106	0.004744	0.342542	0.102762
46	0.009996	0.004692	0.342504	0.102751
47	0.009888	0.004641	0.342466	0.102740
48	0.009783	0.004591	0.342430	0.102729
49	0.009680	0.004542	0.342394	0.102718
50	0.009579	0.004494	0.342360	0.102708
51	0.009480	0.004448	0.342325	0.102698
52	0.009383	0.004402	0.342292	0.102688

53
54

0.009289
0.009196

0.004357
0.004313

0.342259
0.342227

0.102678
0.102668



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 40 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 20 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.020000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.803000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.025901	0.012356	0.323478	0.726773
2	0.024775	0.011805	0.323105	0.725624
3	0.023741	0.011301	0.322763	0.724573
4	0.022789	0.010837	0.322448	0.723608
5	0.021910	0.010410	0.322159	0.722719
6	0.021095	0.010014	0.321890	0.721897
7	0.020339	0.009648	0.321642	0.721134
8	0.019634	0.009307	0.321411	0.720426
9	0.018976	0.008989	0.321195	0.719765
10	0.018360	0.008691	0.320993	0.719148
11	0.017782	0.008413	0.320805	0.718571
12	0.017240	0.008152	0.320628	0.718029
13	0.016729	0.007906	0.320461	0.717519
14	0.016247	0.007675	0.320304	0.717039
15	0.015793	0.007457	0.320156	0.716587
16	0.015362	0.007250	0.320016	0.716159
17	0.014955	0.007055	0.319884	0.715755
18	0.014568	0.006870	0.319758	0.715371
19	0.014201	0.006694	0.319639	0.715007
20	0.013851	0.006527	0.319526	0.714662
21	0.013519	0.006368	0.319418	0.714333
22	0.013201	0.006217	0.319315	0.714019
23	0.012899	0.006072	0.319217	0.713720
24	0.012609	0.005934	0.319124	0.713435
25	0.012333	0.005803	0.319035	0.713162
26	0.012068	0.005676	0.318949	0.712901
27	0.011814	0.005556	0.318867	0.712651
28	0.011571	0.005440	0.318789	0.712412
29	0.011337	0.005329	0.318713	0.712182
30	0.011113	0.005222	0.318641	0.711962
31	0.010897	0.005120	0.318571	0.711750
32	0.010689	0.005021	0.318505	0.711546
33	0.010489	0.004926	0.318440	0.711350
34	0.010297	0.004835	0.318378	0.711161
35	0.010111	0.004747	0.318319	0.710979
36	0.009932	0.004662	0.318261	0.710804
37	0.009759	0.004580	0.318205	0.710635
38	0.009592	0.004501	0.318152	0.710471
39	0.009431	0.004424	0.318100	0.710313
40	0.009275	0.004350	0.318050	0.710161
41	0.009123	0.004279	0.318001	0.710013
42	0.008977	0.004210	0.317954	0.709870
43	0.008836	0.004143	0.317909	0.709732
44	0.008698	0.004078	0.317865	0.709598
45	0.008565	0.004015	0.317822	0.709468
46	0.008436	0.003954	0.317781	0.709342
47	0.008311	0.003894	0.317741	0.709220
48	0.008189	0.003837	0.317702	0.709101
49	0.008071	0.003781	0.317664	0.708986
50	0.007956	0.003727	0.317627	0.708874
51	0.007845	0.003674	0.317591	0.708765
52	0.007736	0.003623	0.317557	0.708660
53	0.007631	0.003573	0.317523	0.708557
54	0.007528	0.003525	0.317490	0.708457

55	0.007428	0.003478	0.317458	0.708360
56	0.007331	0.003432	0.317427	0.708265
57	0.007236	0.003387	0.317397	0.708173
58	0.007143	0.003343	0.317367	0.708083
59	0.007053	0.003301	0.317338	0.707995
60	0.006965	0.003259	0.317310	0.707910
61	0.006880	0.003219	0.317283	0.707827
62	0.006796	0.003180	0.317256	0.707745
63	0.006714	0.003141	0.317230	0.707666
64	0.006635	0.003104	0.317205	0.707589
65	0.006557	0.003067	0.317180	0.707513
66	0.006481	0.003031	0.317155	0.707439
67	0.006406	0.002996	0.317132	0.707367
68	0.006334	0.002962	0.317108	0.707296
69	0.006263	0.002929	0.317086	0.707228
70	0.006193	0.002896	0.317064	0.707160
71	0.006125	0.002864	0.317042	0.707094
72	0.006059	0.002833	0.317021	0.707030
73	0.005994	0.002802	0.317000	0.706967
74	0.005930	0.002772	0.316980	0.706905
75	0.005868	0.002743	0.316960	0.706845
76	0.005807	0.002714	0.316940	0.706786
77	0.005747	0.002686	0.316921	0.706728
78	0.005688	0.002659	0.316903	0.706671
79	0.005631	0.002632	0.316884	0.706615
80	0.005575	0.002605	0.316866	0.706561

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.012900
 PL : 1000.000000
 H : 20.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.020000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.447200

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.012900	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.012693	0.005975	0.452950	0.135885
3	0.012493	0.005879	0.452858	0.135857
4	0.012300	0.005787	0.452769	0.135831
5	0.012112	0.005697	0.452683	0.135805
6	0.011929	0.005610	0.452599	0.135780
7	0.011752	0.005526	0.452518	0.135755
8	0.011580	0.005444	0.452439	0.135732
9	0.011413	0.005365	0.452363	0.135709
10	0.011251	0.005288	0.452289	0.135687
11	0.011094	0.005213	0.452217	0.135665
12	0.010940	0.005140	0.452147	0.135644
13	0.010791	0.005069	0.452078	0.135624
14	0.010646	0.005000	0.452012	0.135604
15	0.010505	0.004933	0.451947	0.135584
16	0.010367	0.004868	0.451885	0.135565
17	0.010233	0.004804	0.451823	0.135547
18	0.010102	0.004742	0.451764	0.135529
19	0.009975	0.004682	0.451706	0.135512
20	0.009850	0.004623	0.451649	0.135495
21	0.009729	0.004566	0.451594	0.135478
22	0.009611	0.004509	0.451540	0.135462
23	0.009495	0.004455	0.451487	0.135446
24	0.009383	0.004401	0.451436	0.135431
25	0.009272	0.004349	0.451385	0.135416
26	0.009165	0.004298	0.451336	0.135401
27	0.009060	0.004249	0.451289	0.135387
28	0.008957	0.004200	0.451242	0.135373
29	0.008857	0.004152	0.451196	0.135359
30	0.008758	0.004106	0.451151	0.135345
31	0.008662	0.004061	0.451108	0.135332
32	0.008568	0.004016	0.451065	0.135319
33	0.008476	0.003973	0.451023	0.135307
34	0.008386	0.003930	0.450982	0.135295
35	0.008298	0.003888	0.450942	0.135283
36	0.008212	0.003848	0.450903	0.135271
37	0.008127	0.003808	0.450864	0.135259
38	0.008044	0.003768	0.450827	0.135248
39	0.007963	0.003730	0.450790	0.135237
40	0.007884	0.003693	0.450754	0.135226

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 40 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 27 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.020000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.025506	0.012163	0.331865	0.738015
2	0.024396	0.011620	0.331487	0.736868
3	0.023377	0.011124	0.331141	0.735819
4	0.022439	0.010667	0.330823	0.734855
5	0.021573	0.010246	0.330531	0.733967
6	0.020770	0.009857	0.330260	0.733146
7	0.020025	0.009496	0.330008	0.732385
8	0.019330	0.009160	0.329775	0.731677
9	0.018682	0.008847	0.329557	0.731018
10	0.018075	0.008554	0.329353	0.730402
11	0.017506	0.008280	0.329162	0.729825
12	0.016972	0.008023	0.328983	0.729284
13	0.016469	0.007781	0.328815	0.728776
14	0.015994	0.007553	0.328657	0.728297
15	0.015546	0.007338	0.328507	0.727845
16	0.015123	0.007135	0.328366	0.727418
17	0.014721	0.006943	0.328232	0.727015
18	0.014340	0.006761	0.328105	0.726632
19	0.013979	0.006588	0.327985	0.726268
20	0.013635	0.006424	0.327870	0.725923
21	0.013307	0.006267	0.327761	0.725595
22	0.012994	0.006118	0.327658	0.725282
23	0.012696	0.005976	0.327559	0.724984
24	0.012412	0.005840	0.327464	0.724699
25	0.012139	0.005710	0.327374	0.724427
26	0.011878	0.005586	0.327288	0.724166
27	0.011628	0.005467	0.327205	0.723917
28	0.011389	0.005353	0.327126	0.723678
29	0.011159	0.005244	0.327049	0.723449
30	0.010938	0.005139	0.326976	0.723228
31	0.010725	0.005038	0.326906	0.723017
32	0.010521	0.004941	0.326839	0.722814
33	0.010324	0.004848	0.326774	0.722618
34	0.010135	0.004758	0.326711	0.722429
35	0.009952	0.004671	0.326651	0.722248
36	0.009775	0.004588	0.326593	0.722073
37	0.009605	0.004507	0.326536	0.721904
38	0.009441	0.004429	0.326482	0.721741
39	0.009282	0.004354	0.326430	0.721583
40	0.009128	0.004281	0.326379	0.721431
41	0.008980	0.004211	0.326330	0.721283
42	0.008836	0.004142	0.326283	0.721141
43	0.008696	0.004077	0.326237	0.721003
44	0.008561	0.004013	0.326193	0.720869
45	0.008430	0.003951	0.326149	0.720739
46	0.008303	0.003891	0.326108	0.720614
47	0.008180	0.003832	0.326067	0.720492
48	0.008060	0.003776	0.326028	0.720373
49	0.007944	0.003721	0.325990	0.720258
50	0.007831	0.003668	0.325952	0.720147
51	0.007721	0.003616	0.325916	0.720038
52	0.007614	0.003565	0.325881	0.719933
53	0.007510	0.003516	0.325847	0.719830
54	0.007409	0.003469	0.325814	0.719731

55	0.007311	0.003422	0.325782	0.719633
56	0.007215	0.003377	0.325750	0.719539
57	0.007121	0.003333	0.325720	0.719447
58	0.007030	0.003290	0.325690	0.719357
59	0.006942	0.003248	0.325661	0.719270
60	0.006855	0.003208	0.325632	0.719184
61	0.006771	0.003168	0.325605	0.719101
62	0.006688	0.003129	0.325578	0.719020
63	0.006608	0.003091	0.325551	0.718941
64	0.006530	0.003054	0.325526	0.718864
65	0.006453	0.003018	0.325500	0.718788
66	0.006378	0.002983	0.325476	0.718715
67	0.006305	0.002948	0.325452	0.718643
68	0.006233	0.002915	0.325429	0.718572
69	0.006163	0.002882	0.325406	0.718504
70	0.006095	0.002850	0.325383	0.718436
71	0.006028	0.002818	0.325361	0.718371
72	0.005963	0.002788	0.325340	0.718306
73	0.005899	0.002757	0.325319	0.718243
74	0.005836	0.002728	0.325298	0.718182
75	0.005775	0.002699	0.325278	0.718121
76	0.005715	0.002671	0.325259	0.718062
77	0.005656	0.002643	0.325240	0.718005
78	0.005598	0.002616	0.325221	0.717948
79	0.005542	0.002590	0.325202	0.717893
80	0.005486	0.002564	0.325184	0.717838

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.010500
 PL : 1000.000000
 H : 26.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.020000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.459000

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.010500	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.010359	0.004864	0.463805	0.139141
3	0.010222	0.004799	0.463740	0.139122
4	0.010088	0.004736	0.463678	0.139103
5	0.009958	0.004674	0.463616	0.139085
6	0.009831	0.004614	0.463557	0.139067
7	0.009707	0.004555	0.463499	0.139050
8	0.009586	0.004498	0.463443	0.139033
9	0.009468	0.004442	0.463387	0.139016
10	0.009353	0.004387	0.463334	0.139000
11	0.009241	0.004334	0.463281	0.138984
12	0.009131	0.004282	0.463230	0.138969
13	0.009024	0.004232	0.463180	0.138954
14	0.008920	0.004182	0.463131	0.138939
15	0.008818	0.004134	0.463083	0.138925
16	0.008718	0.004087	0.463037	0.138911
17	0.008620	0.004041	0.462991	0.138897
18	0.008525	0.003996	0.462947	0.138884
19	0.008431	0.003951	0.462903	0.138871
20	0.008340	0.003908	0.462860	0.138858
21	0.008251	0.003866	0.462819	0.138846
22	0.008163	0.003825	0.462778	0.138833
23	0.008077	0.003784	0.462738	0.138821
24	0.007993	0.003744	0.462699	0.138810
25	0.007911	0.003706	0.462660	0.138798
26	0.007831	0.003668	0.462623	0.138787
27	0.007752	0.003630	0.462586	0.138776
28	0.007674	0.003594	0.462550	0.138765

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 60 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 20 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.020000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.027529	0.013155	0.291525	0.683786
2	0.026337	0.012570	0.291168	0.682631
3	0.025242	0.012034	0.290842	0.681574
4	0.024234	0.011541	0.290541	0.680604
5	0.023302	0.011087	0.290264	0.679709
6	0.022439	0.010667	0.290007	0.678882
7	0.021636	0.010277	0.289769	0.678115
8	0.020888	0.009914	0.289548	0.677401
9	0.020190	0.009576	0.289342	0.676736
10	0.019537	0.009260	0.289149	0.676115
11	0.018924	0.008963	0.288968	0.675534
12	0.018348	0.008686	0.288799	0.674988
13	0.017805	0.008424	0.288639	0.674475
14	0.017294	0.008178	0.288489	0.673992
15	0.016811	0.007946	0.288347	0.673536
16	0.016354	0.007726	0.288213	0.673106
17	0.015921	0.007518	0.288087	0.672698
18	0.015510	0.007321	0.287966	0.672312
19	0.015120	0.007134	0.287852	0.671945
20	0.014748	0.006956	0.287744	0.671597
21	0.014394	0.006787	0.287640	0.671265
22	0.014057	0.006626	0.287542	0.670950
23	0.013735	0.006472	0.287448	0.670648
24	0.013428	0.006325	0.287359	0.670361
25	0.013134	0.006184	0.287273	0.670086
26	0.012852	0.006050	0.287191	0.669823
27	0.012582	0.005921	0.287112	0.669571
28	0.012323	0.005798	0.287037	0.669330
29	0.012075	0.005680	0.286965	0.669099
30	0.011836	0.005566	0.286896	0.668876
31	0.011606	0.005457	0.286829	0.668663
32	0.011385	0.005352	0.286765	0.668458
33	0.011173	0.005251	0.286703	0.668260
34	0.010968	0.005153	0.286644	0.668070
35	0.010770	0.005059	0.286587	0.667886
36	0.010580	0.004969	0.286531	0.667710
37	0.010396	0.004882	0.286478	0.667539
38	0.010218	0.004797	0.286427	0.667374
39	0.010046	0.004716	0.286377	0.667215
40	0.009880	0.004637	0.286329	0.667061
41	0.009719	0.004561	0.286282	0.666912
42	0.009564	0.004487	0.286237	0.666768
43	0.009413	0.004416	0.286194	0.666629
44	0.009267	0.004347	0.286152	0.666494
45	0.009125	0.004279	0.286111	0.666363
46	0.008988	0.004214	0.286071	0.666236
47	0.008854	0.004151	0.286033	0.666113
48	0.008725	0.004090	0.285995	0.665993
49	0.008599	0.004031	0.285959	0.665877
50	0.008477	0.003973	0.285924	0.665765
51	0.008358	0.003917	0.285889	0.665655
52	0.008243	0.003862	0.285856	0.665548
53	0.008130	0.003809	0.285824	0.665445
54	0.008021	0.003757	0.285792	0.665344

55	0.007914	0.003707	0.285762	0.665246
56	0.007811	0.003658	0.285732	0.665150
57	0.007710	0.003611	0.285703	0.665057
58	0.007611	0.003564	0.285674	0.664967
59	0.007515	0.003519	0.285647	0.664878
60	0.007422	0.003475	0.285620	0.664792
61	0.007330	0.003432	0.285593	0.664708
62	0.007241	0.003390	0.285568	0.664626
63	0.007154	0.003349	0.285543	0.664547
64	0.007069	0.003309	0.285518	0.664468
65	0.006986	0.003269	0.285495	0.664392
66	0.006905	0.003231	0.285471	0.664318
67	0.006826	0.003194	0.285449	0.664245
68	0.006749	0.003158	0.285426	0.664174
69	0.006673	0.003122	0.285405	0.664105
70	0.006599	0.003087	0.285383	0.664037
71	0.006527	0.003053	0.285363	0.663970
72	0.006456	0.003020	0.285342	0.663905
73	0.006387	0.002987	0.285322	0.663842
74	0.006319	0.002955	0.285303	0.663780
75	0.006253	0.002924	0.285284	0.663719
76	0.006188	0.002893	0.285265	0.663659
77	0.006124	0.002863	0.285247	0.663601
78	0.006062	0.002834	0.285229	0.663544
79	0.006000	0.002805	0.285211	0.663488
80	0.005941	0.002777	0.285194	0.663433
81	0.005882	0.002749	0.285177	0.663379
82	0.005824	0.002722	0.285161	0.663326
83	0.005768	0.002696	0.285145	0.663274
84	0.005712	0.002670	0.285129	0.663224
85	0.005658	0.002644	0.285113	0.663174
86	0.005605	0.002619	0.285098	0.663125
87	0.005552	0.002595	0.285083	0.663077
88	0.005501	0.002570	0.285068	0.663030
89	0.005451	0.002547	0.285054	0.662984
90	0.005401	0.002524	0.285040	0.662939
91	0.005352	0.002501	0.285026	0.662894
92	0.005305	0.002478	0.285012	0.662850
93	0.005258	0.002456	0.284998	0.662807
94	0.005212	0.002435	0.284985	0.662765
95	0.005166	0.002413	0.284972	0.662724
96	0.005122	0.002392	0.284960	0.662683
97	0.005078	0.002372	0.284947	0.662643
98	0.005035	0.002352	0.284935	0.662604
99	0.004993	0.002332	0.284923	0.662565
100	0.004951	0.002312	0.284911	0.662527
101	0.004910	0.002293	0.284899	0.662490
102	0.004870	0.002274	0.284887	0.662453
103	0.004831	0.002256	0.284876	0.662417
104	0.004792	0.002237	0.284865	0.662381
105	0.004753	0.002219	0.284854	0.662346
106	0.004716	0.002202	0.284843	0.662312
107	0.004678	0.002184	0.284833	0.662278
108	0.004642	0.002167	0.284822	0.662245
109	0.004606	0.002150	0.284812	0.662212
110	0.004570	0.002134	0.284802	0.662179
111	0.004536	0.002117	0.284792	0.662147
112	0.004501	0.002101	0.284782	0.662116
113	0.004467	0.002085	0.284772	0.662085
114	0.004434	0.002070	0.284763	0.662055
115	0.004401	0.002054	0.284753	0.662025
116	0.004369	0.002039	0.284744	0.661995

117
118
119
120

0.004337
0.004305
0.004274
0.004244

0.002024
0.002009
0.001995
0.001981

0.284735
0.284726
0.284717
0.284708

0.661966
0.661937
0.661909
0.661881



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.013700
 PL : 1000.000000
 H : 20.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.020000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.402390

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.013700	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.013481	0.006350	0.407889	0.122367
3	0.013269	0.006249	0.407801	0.122340
4	0.013063	0.006151	0.407716	0.122315
5	0.012863	0.006055	0.407634	0.122290
6	0.012670	0.005963	0.407554	0.122266
7	0.012482	0.005874	0.407476	0.122243
8	0.012300	0.005787	0.407401	0.122220
9	0.012122	0.005702	0.407328	0.122198
10	0.011950	0.005620	0.407257	0.122177
11	0.011783	0.005541	0.407188	0.122156
12	0.011620	0.005463	0.407121	0.122136
13	0.011462	0.005388	0.407056	0.122117
14	0.011308	0.005315	0.406992	0.122098
15	0.011157	0.005243	0.406930	0.122079
16	0.011011	0.005174	0.406870	0.122061
17	0.010869	0.005106	0.406812	0.122043
18	0.010730	0.005040	0.406755	0.122026
19	0.010595	0.004976	0.406699	0.122010
20	0.010463	0.004914	0.406645	0.121993
21	0.010334	0.004852	0.406592	0.121978
22	0.010209	0.004793	0.406540	0.121962
23	0.010086	0.004735	0.406490	0.121947
24	0.009966	0.004678	0.406441	0.121932
25	0.009849	0.004623	0.406393	0.121918
26	0.009735	0.004568	0.406346	0.121904
27	0.009624	0.004516	0.406300	0.121890
28	0.009514	0.004464	0.406255	0.121877
29	0.009408	0.004413	0.406212	0.121863
30	0.009303	0.004364	0.406169	0.121851
31	0.009201	0.004316	0.406127	0.121838
32	0.009102	0.004268	0.406086	0.121826
33	0.009004	0.004222	0.406046	0.121814
34	0.008908	0.004177	0.406007	0.121802
35	0.008815	0.004133	0.405968	0.121791
36	0.008723	0.004089	0.405931	0.121779
37	0.008633	0.004047	0.405894	0.121768
38	0.008545	0.004005	0.405858	0.121757
39	0.008459	0.003964	0.405823	0.121747
40	0.008374	0.003924	0.405788	0.121736
41	0.008292	0.003885	0.405754	0.121726
42	0.008210	0.003847	0.405721	0.121716
43	0.008131	0.003809	0.405689	0.121707
44	0.008053	0.003772	0.405657	0.121697
45	0.007976	0.003736	0.405625	0.121688
46	0.007901	0.003701	0.405595	0.121678
47	0.007827	0.003666	0.405564	0.121669
48	0.007755	0.003632	0.405535	0.121660
49	0.007683	0.003598	0.405506	0.121652
50	0.007614	0.003565	0.405477	0.121643
51	0.007545	0.003533	0.405449	0.121635
52	0.007478	0.003501	0.405422	0.121626

53	0.007411	0.003470	0.405395	0.121618
54	0.007346	0.003439	0.405368	0.121610
55	0.007283	0.003409	0.405342	0.121603
56	0.007220	0.003379	0.405316	0.121595
57	0.007158	0.003350	0.405291	0.121587
58	0.007097	0.003322	0.405266	0.121580
59	0.007038	0.003294	0.405242	0.121573
60	0.006979	0.003266	0.405218	0.121565
61	0.006921	0.003239	0.405194	0.121558
62	0.006865	0.003212	0.405171	0.121551
63	0.006809	0.003186	0.405149	0.121545
64	0.006754	0.003160	0.405126	0.121538
65	0.006700	0.003134	0.405104	0.121531
66	0.006646	0.003109	0.405082	0.121525
67	0.006594	0.003085	0.405061	0.121518
68	0.006543	0.003060	0.405040	0.121512
69	0.006492	0.003036	0.405019	0.121506
70	0.006442	0.003013	0.404999	0.121500
71	0.006393	0.002990	0.404979	0.121494
72	0.006344	0.002967	0.404959	0.121488
73	0.006296	0.002944	0.404940	0.121482
74	0.006249	0.002922	0.404920	0.121476
75	0.006203	0.002901	0.404902	0.121470
76	0.006157	0.002879	0.404883	0.121465
77	0.006112	0.002858	0.404865	0.121459
78	0.006068	0.002837	0.404847	0.121454
79	0.006024	0.002816	0.404829	0.121449
80	0.005981	0.002796	0.404811	0.121443

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 60 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 30 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.020000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.025275	0.012050	0.336915	0.744779
2	0.024174	0.011512	0.336535	0.743633
3	0.023164	0.011020	0.336187	0.742584
4	0.022234	0.010567	0.335868	0.741621
5	0.021375	0.010150	0.335573	0.740734
6	0.020579	0.009764	0.335300	0.739914
7	0.019840	0.009406	0.335047	0.739153
8	0.019152	0.009074	0.334812	0.738446
9	0.018509	0.008763	0.334593	0.737788
10	0.017908	0.008474	0.334388	0.737172
11	0.017344	0.008202	0.334196	0.736596
12	0.016814	0.007947	0.334016	0.736056
13	0.016316	0.007708	0.333847	0.735548
14	0.015846	0.007482	0.333688	0.735069
15	0.015402	0.007269	0.333537	0.734618
16	0.014982	0.007068	0.333395	0.734192
17	0.014584	0.006878	0.333260	0.733788
18	0.014207	0.006697	0.333133	0.733406
19	0.013848	0.006526	0.333012	0.733043
20	0.013507	0.006363	0.332897	0.732698
21	0.013183	0.006208	0.332787	0.732370
22	0.012873	0.006060	0.332683	0.732057
23	0.012578	0.005919	0.332583	0.731759
24	0.012295	0.005785	0.332488	0.731475
25	0.012026	0.005656	0.332397	0.731203
26	0.011767	0.005533	0.332310	0.730943
27	0.011520	0.005416	0.332227	0.730694
28	0.011282	0.005303	0.332147	0.730455
29	0.011054	0.005194	0.332071	0.730226
30	0.010835	0.005090	0.331997	0.730006
31	0.010625	0.004990	0.331927	0.729795
32	0.010422	0.004894	0.331859	0.729592
33	0.010227	0.004802	0.331793	0.729396
34	0.010039	0.004713	0.331730	0.729208
35	0.009858	0.004627	0.331670	0.729027
36	0.009684	0.004544	0.331611	0.728852
37	0.009515	0.004464	0.331555	0.728683
38	0.009352	0.004387	0.331500	0.728520
39	0.009195	0.004312	0.331448	0.728363
40	0.009042	0.004240	0.331397	0.728210
41	0.008895	0.004171	0.331347	0.728063
42	0.008752	0.004103	0.331300	0.727921
43	0.008614	0.004038	0.331254	0.727783
44	0.008480	0.003975	0.331209	0.727649
45	0.008351	0.003913	0.331165	0.727520
46	0.008225	0.003854	0.331123	0.727394
47	0.008103	0.003796	0.331083	0.727273
48	0.007984	0.003740	0.331043	0.727154
49	0.007869	0.003686	0.331005	0.727040
50	0.007757	0.003633	0.330967	0.726928
51	0.007648	0.003581	0.330931	0.726820
52	0.007542	0.003532	0.330896	0.726714
53	0.007439	0.003483	0.330861	0.726612
54	0.007339	0.003436	0.330828	0.726512

55	0.007242	0.003390	0.330796	0.726415
56	0.007147	0.003345	0.330764	0.726321
57	0.007054	0.003301	0.330733	0.726229
58	0.006964	0.003259	0.330703	0.726139
59	0.006876	0.003217	0.330674	0.726052
60	0.006790	0.003177	0.330645	0.725967
61	0.006707	0.003138	0.330617	0.725884
62	0.006625	0.003099	0.330590	0.725803
63	0.006546	0.003062	0.330564	0.725724
64	0.006468	0.003025	0.330538	0.725646
65	0.006392	0.002989	0.330513	0.725571
66	0.006318	0.002955	0.330488	0.725497
67	0.006245	0.002920	0.330464	0.725426
68	0.006175	0.002887	0.330440	0.725355
69	0.006105	0.002855	0.330417	0.725287
70	0.006038	0.002823	0.330395	0.725219
71	0.005971	0.002792	0.330373	0.725154
72	0.005907	0.002761	0.330351	0.725090
73	0.005843	0.002731	0.330330	0.725027
74	0.005781	0.002702	0.330310	0.724965
75	0.005720	0.002674	0.330289	0.724905
76	0.005661	0.002646	0.330270	0.724846
77	0.005603	0.002618	0.330250	0.724788
78	0.005545	0.002591	0.330231	0.724732
79	0.005489	0.002565	0.330213	0.724676
80	0.005435	0.002539	0.330194	0.724622
81	0.005381	0.002514	0.330177	0.724569
82	0.005328	0.002489	0.330159	0.724517
83	0.005276	0.002465	0.330142	0.724466
84	0.005226	0.002441	0.330125	0.724415
85	0.005176	0.002418	0.330109	0.724366
86	0.005127	0.002395	0.330092	0.724318
87	0.005079	0.002372	0.330077	0.724271
88	0.005032	0.002350	0.330061	0.724224
89	0.004986	0.002329	0.330046	0.724178
90	0.004941	0.002307	0.330031	0.724134
91	0.004896	0.002287	0.330016	0.724090
92	0.004853	0.002266	0.330001	0.724046
93	0.004810	0.002246	0.329987	0.724004
94	0.004768	0.002226	0.329973	0.723962
95	0.004726	0.002207	0.329959	0.723921
96	0.004685	0.002188	0.329946	0.723881
97	0.004645	0.002169	0.329933	0.723842
98	0.004606	0.002150	0.329920	0.723803
99	0.004567	0.002132	0.329907	0.723764
100	0.004529	0.002114	0.329894	0.723727
101	0.004492	0.002097	0.329882	0.723690
102	0.004455	0.002079	0.329870	0.723653
103	0.004419	0.002063	0.329858	0.723618
104	0.004383	0.002046	0.329846	0.723583
105	0.004348	0.002029	0.329834	0.723548
106	0.004314	0.002013	0.329823	0.723514
107	0.004280	0.001997	0.329811	0.723480
108	0.004246	0.001982	0.329800	0.723447
109	0.004213	0.001966	0.329789	0.723415
110	0.004181	0.001951	0.329779	0.723383
111	0.004149	0.001936	0.329768	0.723351
112	0.004117	0.001921	0.329758	0.723320
113	0.004086	0.001907	0.329747	0.723290
114	0.004056	0.001892	0.329737	0.723260
115	0.004026	0.001878	0.329727	0.723230
116	0.003996	0.001865	0.329718	0.723201

117
118
119
120

0.003967
0.003938
0.003910
0.003882

0.001851
0.001837
0.001824
0.001811

0.329708
0.329698
0.329689
0.329680

0.723172
0.723144
0.723116
0.723088



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.009470
 PL : 1000.000000
 H : 30.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.020000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.466120

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.009470	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.009355	0.004388	0.470522	0.141157
3	0.009243	0.004335	0.470469	0.141141
4	0.009134	0.004283	0.470417	0.141125
5	0.009027	0.004233	0.470366	0.141110
6	0.008922	0.004183	0.470316	0.141095
7	0.008820	0.004135	0.470268	0.141080
8	0.008720	0.004088	0.470220	0.141066
9	0.008623	0.004042	0.470174	0.141052
10	0.008527	0.003997	0.470129	0.141039
11	0.008434	0.003953	0.470085	0.141025
12	0.008343	0.003909	0.470041	0.141012
13	0.008253	0.003867	0.469999	0.141000
14	0.008166	0.003826	0.469958	0.140987
15	0.008080	0.003785	0.469917	0.140975
16	0.007996	0.003746	0.469877	0.140963
17	0.007914	0.003707	0.469838	0.140951
18	0.007834	0.003669	0.469800	0.140940
19	0.007755	0.003632	0.469763	0.140929
20	0.007677	0.003595	0.469726	0.140918
21	0.007602	0.003559	0.469690	0.140907
22	0.007527	0.003524	0.469655	0.140897
23	0.007454	0.003490	0.469621	0.140886
24	0.007383	0.003456	0.469587	0.140876
25	0.007313	0.003423	0.469554	0.140866
26	0.007244	0.003391	0.469521	0.140856
27	0.007176	0.003359	0.469489	0.140847
28	0.007110	0.003328	0.469458	0.140837
29	0.007045	0.003297	0.469427	0.140828
30	0.006981	0.003267	0.469397	0.140819
31	0.006918	0.003237	0.469367	0.140810
32	0.006857	0.003208	0.469338	0.140801
33	0.006796	0.003180	0.469309	0.140793
34	0.006736	0.003152	0.469281	0.140784
35	0.006678	0.003124	0.469254	0.140776
36	0.006620	0.003097	0.469227	0.140768
37	0.006564	0.003070	0.469200	0.140760
38	0.006508	0.003044	0.469174	0.140752
39	0.006454	0.003019	0.469148	0.140744
40	0.006400	0.002993	0.469122	0.140737
41	0.006347	0.002968	0.469097	0.140729
42	0.006295	0.002944	0.469073	0.140722
43	0.006244	0.002920	0.469049	0.140715
44	0.006194	0.002896	0.469025	0.140708
45	0.006144	0.002873	0.469002	0.140701
46	0.006096	0.002850	0.468979	0.140694
47	0.006048	0.002827	0.468956	0.140687
48	0.006000	0.002805	0.468934	0.140680
49	0.005954	0.002783	0.468912	0.140674
50	0.005908	0.002762	0.468890	0.140667
51	0.005863	0.002741	0.468869	0.140661
52	0.005819	0.002720	0.468848	0.140654

53	0.005775	0.002699	0.468827	0.140648
54	0.005732	0.002679	0.468807	0.140642
55	0.005689	0.002659	0.468787	0.140636
56	0.005648	0.002639	0.468767	0.140630
57	0.005606	0.002620	0.468748	0.140624
58	0.005566	0.002601	0.468729	0.140619
59	0.005526	0.002582	0.468710	0.140613
60	0.005486	0.002564	0.468691	0.140607



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 60 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 40 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.020000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.023859	0.011358	0.370028	0.788982
2	0.022816	0.010850	0.369634	0.787842
3	0.021860	0.010385	0.369272	0.786799
4	0.020979	0.009958	0.368940	0.785841
5	0.020167	0.009564	0.368634	0.784958
6	0.019414	0.009200	0.368351	0.784143
7	0.018715	0.008863	0.368089	0.783387
8	0.018064	0.008549	0.367845	0.782684
9	0.017456	0.008256	0.367617	0.782029
10	0.016888	0.007982	0.367405	0.781417
11	0.016355	0.007726	0.367206	0.780845
12	0.015854	0.007486	0.367019	0.780308
13	0.015383	0.007260	0.366843	0.779803
14	0.014939	0.007048	0.366678	0.779327
15	0.014520	0.006847	0.366522	0.778879
16	0.014123	0.006657	0.366374	0.778455
17	0.013748	0.006478	0.366235	0.778055
18	0.013391	0.006307	0.366103	0.777675
19	0.013053	0.006146	0.365977	0.777314
20	0.012731	0.005992	0.365858	0.776972
21	0.012425	0.005846	0.365744	0.776646
22	0.012133	0.005707	0.365636	0.776335
23	0.011854	0.005575	0.365533	0.776039
24	0.011587	0.005448	0.365434	0.775757
25	0.011333	0.005327	0.365340	0.775487
26	0.011089	0.005211	0.365250	0.775228
27	0.010855	0.005100	0.365164	0.774981
28	0.010631	0.004993	0.365081	0.774744
29	0.010416	0.004891	0.365002	0.774517
30	0.010210	0.004793	0.364926	0.774298
31	0.010011	0.004699	0.364853	0.774088
32	0.009820	0.004609	0.364782	0.773887
33	0.009636	0.004522	0.364715	0.773693
34	0.009459	0.004438	0.364649	0.773506
35	0.009289	0.004357	0.364586	0.773326
36	0.009124	0.004279	0.364526	0.773152
37	0.008965	0.004204	0.364467	0.772984
38	0.008811	0.004131	0.364411	0.772823
39	0.008663	0.004061	0.364356	0.772666
40	0.008519	0.003993	0.364304	0.772515
41	0.008380	0.003927	0.364253	0.772369
42	0.008246	0.003864	0.364203	0.772228
43	0.008115	0.003802	0.364155	0.772091
44	0.007989	0.003743	0.364109	0.771958
45	0.007867	0.003685	0.364064	0.771829
46	0.007748	0.003629	0.364021	0.771705
47	0.007633	0.003574	0.363978	0.771584
48	0.007521	0.003522	0.363937	0.771467
49	0.007413	0.003470	0.363897	0.771353
50	0.007307	0.003421	0.363859	0.771242
51	0.007205	0.003372	0.363821	0.771134
52	0.007105	0.003325	0.363785	0.771030
53	0.007008	0.003280	0.363749	0.770928
54	0.006914	0.003235	0.363715	0.770829

55	0.006822	0.003192	0.363681	0.770733
56	0.006732	0.003150	0.363648	0.770639
57	0.006645	0.003109	0.363616	0.770548
58	0.006560	0.003069	0.363585	0.770459
59	0.006477	0.003030	0.363555	0.770372
60	0.006396	0.002992	0.363525	0.770287
61	0.006318	0.002954	0.363496	0.770205
62	0.006241	0.002918	0.363468	0.770125
63	0.006166	0.002883	0.363441	0.770046
64	0.006092	0.002848	0.363414	0.769969
65	0.006021	0.002815	0.363388	0.769895
66	0.005951	0.002782	0.363362	0.769822
67	0.005883	0.002750	0.363337	0.769750
68	0.005816	0.002718	0.363313	0.769680
69	0.005751	0.002688	0.363289	0.769612
70	0.005687	0.002658	0.363266	0.769546
71	0.005624	0.002628	0.363243	0.769480
72	0.005563	0.002600	0.363221	0.769417
73	0.005504	0.002572	0.363199	0.769354
74	0.005445	0.002544	0.363178	0.769293
75	0.005388	0.002517	0.363157	0.769233
76	0.005332	0.002491	0.363136	0.769175
77	0.005277	0.002465	0.363116	0.769118
78	0.005223	0.002440	0.363097	0.769061
79	0.005170	0.002415	0.363077	0.769006
80	0.005119	0.002391	0.363058	0.768953
81	0.005068	0.002367	0.363040	0.768900
82	0.005018	0.002344	0.363022	0.768848
83	0.004970	0.002321	0.363004	0.768797
84	0.004922	0.002299	0.362987	0.768747
85	0.004875	0.002277	0.362970	0.768698
86	0.004829	0.002255	0.362953	0.768651
87	0.004784	0.002234	0.362936	0.768604
88	0.004740	0.002213	0.362920	0.768557
89	0.004696	0.002193	0.362904	0.768512
90	0.004654	0.002173	0.362889	0.768468
91	0.004612	0.002153	0.362873	0.768424
92	0.004571	0.002134	0.362858	0.768381
93	0.004530	0.002115	0.362844	0.768339
94	0.004490	0.002096	0.362829	0.768298
95	0.004451	0.002078	0.362815	0.768257
96	0.004413	0.002060	0.362801	0.768217
97	0.004375	0.002042	0.362787	0.768178
98	0.004338	0.002025	0.362774	0.768139
99	0.004302	0.002008	0.362760	0.768101
100	0.004266	0.001991	0.362747	0.768064
101	0.004231	0.001974	0.362735	0.768027
102	0.004196	0.001958	0.362722	0.767991
103	0.004162	0.001942	0.362710	0.767955
104	0.004128	0.001926	0.362697	0.767921
105	0.004095	0.001911	0.362685	0.767886
106	0.004063	0.001896	0.362673	0.767852
107	0.004031	0.001881	0.362662	0.767819
108	0.003999	0.001866	0.362650	0.767786
109	0.003968	0.001851	0.362639	0.767754
110	0.003938	0.001837	0.362628	0.767722
111	0.003907	0.001823	0.362617	0.767691
112	0.003878	0.001809	0.362606	0.767660
113	0.003849	0.001795	0.362596	0.767630
114	0.003820	0.001782	0.362585	0.767600
115	0.003792	0.001769	0.362575	0.767570
116	0.003764	0.001756	0.362565	0.767542

117
118
119
120

0.003736
0.003709
0.003682
0.003656

0.001743
0.001730
0.001718
0.001705

0.362555
0.362545
0.362535
0.362525

0.767513
0.767485
0.767457
0.767430



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.005180
 PL : 1000.000000
 H : 40.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.020000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.512670

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.005180	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.005129	0.002396	0.515313	0.154594
3	0.005080	0.002373	0.515287	0.154586
4	0.005031	0.002350	0.515262	0.154579
5	0.004983	0.002327	0.515237	0.154571
6	0.004936	0.002305	0.515213	0.154564
7	0.004890	0.002284	0.515189	0.154557
8	0.004845	0.002262	0.515166	0.154550
9	0.004800	0.002242	0.515143	0.154543
10	0.004757	0.002221	0.515120	0.154536
11	0.004714	0.002201	0.515098	0.154529
12	0.004672	0.002181	0.515076	0.154523
13	0.004631	0.002162	0.515055	0.154517
14	0.004590	0.002143	0.515034	0.154510
15	0.004550	0.002124	0.515013	0.154504
16	0.004511	0.002106	0.514993	0.154498
17	0.004473	0.002088	0.514973	0.154492
18	0.004435	0.002070	0.514954	0.154486
19	0.004398	0.002053	0.514934	0.154480
20	0.004361	0.002035	0.514915	0.154475
21	0.004325	0.002019	0.514897	0.154469
22	0.004289	0.002002	0.514879	0.154464
23	0.004255	0.001986	0.514861	0.154458
24	0.004220	0.001970	0.514843	0.154453
25	0.004187	0.001954	0.514825	0.154448
26	0.004153	0.001938	0.514808	0.154442
27	0.004121	0.001923	0.514791	0.154437
28	0.004089	0.001908	0.514775	0.154432
29	0.004057	0.001893	0.514758	0.154427
30	0.004026	0.001878	0.514742	0.154423
31	0.003995	0.001864	0.514726	0.154418
32	0.003965	0.001850	0.514711	0.154413
33	0.003935	0.001836	0.514695	0.154409
34	0.003906	0.001822	0.514680	0.154404
35	0.003877	0.001808	0.514665	0.154400
36	0.003848	0.001795	0.514650	0.154395
37	0.003820	0.001782	0.514636	0.154391
38	0.003792	0.001769	0.514622	0.154386
39	0.003765	0.001756	0.514608	0.154382
40	0.003738	0.001744	0.514594	0.154378

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 80 เมตร


ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 27 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่หน้าตัดด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.020000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.026597	0.012697	0.309327	0.707765
2	0.025442	0.012132	0.308961	0.706614
3	0.024382	0.011614	0.308625	0.705560
4	0.023406	0.011138	0.308317	0.704593
5	0.022505	0.010699	0.308032	0.703701
6	0.021669	0.010293	0.307769	0.702877
7	0.020893	0.009916	0.307525	0.702112
8	0.020169	0.009539	0.307298	0.701401
9	0.019494	0.009239	0.307086	0.700739
10	0.018862	0.008934	0.306889	0.700120
11	0.018270	0.008648	0.306703	0.699541
12	0.017713	0.008380	0.306529	0.698997
13	0.017188	0.008127	0.306366	0.698487
14	0.016694	0.007889	0.306212	0.698005
15	0.016227	0.007665	0.306067	0.697551
16	0.015786	0.007453	0.305929	0.697123
17	0.015367	0.007253	0.305799	0.696717
18	0.014970	0.007062	0.305676	0.696332
19	0.014593	0.006882	0.305559	0.695967
20	0.014234	0.006710	0.305448	0.695620
21	0.013892	0.006547	0.305342	0.695290
22	0.013567	0.006391	0.305241	0.694976
23	0.013256	0.006243	0.305145	0.694676
24	0.012959	0.006101	0.305053	0.694389
25	0.012674	0.005965	0.304965	0.694116
26	0.012402	0.005836	0.304881	0.693854
27	0.012142	0.005712	0.304801	0.693603
28	0.011892	0.005593	0.304724	0.693363
29	0.011652	0.005478	0.304650	0.693133
30	0.011421	0.005369	0.304579	0.692911
31	0.011200	0.005263	0.304510	0.692699
32	0.010986	0.005162	0.304445	0.692494
33	0.010781	0.005065	0.304382	0.692298
34	0.010583	0.004971	0.304321	0.692108
35	0.010392	0.004880	0.304262	0.691926
36	0.010208	0.004793	0.304205	0.691750
37	0.010031	0.004708	0.304151	0.691580
38	0.009859	0.004627	0.304098	0.691416
39	0.009693	0.004549	0.304047	0.691257
40	0.009533	0.004473	0.303998	0.691104
41	0.009378	0.004399	0.303950	0.690956
42	0.009227	0.004328	0.303904	0.690813
43	0.009082	0.004259	0.303860	0.690674
44	0.008941	0.004192	0.303816	0.690539
45	0.008804	0.004128	0.303774	0.690409
46	0.008671	0.004065	0.303734	0.690283
47	0.008543	0.004004	0.303694	0.690160
48	0.008418	0.003945	0.303656	0.690041
49	0.008296	0.003888	0.303619	0.689926
50	0.008178	0.003832	0.303583	0.689813
51	0.008064	0.003778	0.303548	0.689704
52	0.007952	0.003725	0.303514	0.689598
53	0.007844	0.003674	0.303480	0.689495
54	0.007738	0.003624	0.303448	0.689395

55	0.007636	0.003576	0.303417	0.689297
56	0.007535	0.003528	0.303386	0.689202
57	0.007438	0.003482	0.303356	0.689110
58	0.007343	0.003437	0.303327	0.689019
59	0.007250	0.003394	0.303299	0.688931
60	0.007160	0.003351	0.303271	0.688846
61	0.007072	0.003310	0.303244	0.688762
62	0.006986	0.003269	0.303218	0.688681
63	0.006902	0.003230	0.303193	0.688601
64	0.006820	0.003191	0.303168	0.688523
65	0.006740	0.003153	0.303143	0.688447
66	0.006662	0.003117	0.303119	0.688373
67	0.006585	0.003081	0.303096	0.688301
68	0.006511	0.003045	0.303073	0.688230
69	0.006438	0.003011	0.303051	0.688161
70	0.006366	0.002977	0.303029	0.688094
71	0.006297	0.002945	0.303008	0.688027
72	0.006228	0.002912	0.302987	0.687963
73	0.006161	0.002881	0.302967	0.687899
74	0.006096	0.002850	0.302947	0.687838
75	0.006032	0.002820	0.302927	0.687777
76	0.005969	0.002791	0.302908	0.687718
77	0.005908	0.002762	0.302889	0.687659
78	0.005848	0.002733	0.302871	0.687603
79	0.005789	0.002706	0.302853	0.687547
80	0.005731	0.002678	0.302835	0.687492
81	0.005674	0.002652	0.302818	0.687439
82	0.005619	0.002626	0.302801	0.687386
83	0.005564	0.002600	0.302785	0.687335
84	0.005511	0.002575	0.302768	0.687284
85	0.005458	0.002550	0.302752	0.687235
86	0.005407	0.002526	0.302737	0.687186
87	0.005356	0.002502	0.302721	0.687138
88	0.005307	0.002479	0.302706	0.687091
89	0.005258	0.002456	0.302692	0.687045
90	0.005210	0.002434	0.302677	0.687000
91	0.005163	0.002412	0.302663	0.686956
92	0.005117	0.002390	0.302649	0.686913
93	0.005072	0.002369	0.302635	0.686870
94	0.005028	0.002348	0.302621	0.686828
95	0.004984	0.002328	0.302608	0.686787
96	0.004941	0.002307	0.302595	0.686746
97	0.004899	0.002288	0.302582	0.686706
98	0.004857	0.002268	0.302570	0.686667
99	0.004816	0.002249	0.302557	0.686629
100	0.004776	0.002230	0.302545	0.686591
101	0.004737	0.002212	0.302533	0.686554
102	0.004698	0.002193	0.302521	0.686517
103	0.004660	0.002176	0.302510	0.686481
104	0.004622	0.002158	0.302498	0.686446
105	0.004585	0.002141	0.302487	0.686411
106	0.004549	0.002124	0.302476	0.686376
107	0.004513	0.002107	0.302465	0.686343
108	0.004478	0.002090	0.302454	0.686310
109	0.004443	0.002074	0.302444	0.686277
110	0.004409	0.002058	0.302433	0.686245
111	0.004375	0.002042	0.302423	0.686213
112	0.004342	0.002027	0.302413	0.686182
113	0.004309	0.002011	0.302403	0.686151
114	0.004277	0.001996	0.302393	0.686121
115	0.004246	0.001981	0.302384	0.686091
116	0.004214	0.001967	0.302374	0.686061

117	0.004184	0.001952	0.302365	0.686032
118	0.004153	0.001938	0.302356	0.686004
119	0.004123	0.001924	0.302347	0.685976
120	0.004094	0.001910	0.302338	0.685948
121	0.004065	0.001897	0.302329	0.685921
122	0.004036	0.001883	0.302320	0.685894
123	0.004008	0.001870	0.302312	0.685867
124	0.003980	0.001857	0.302303	0.685841
125	0.003953	0.001844	0.302295	0.685815
126	0.003926	0.001831	0.302287	0.685790
127	0.003899	0.001819	0.302279	0.685764
128	0.003872	0.001807	0.302271	0.685740
129	0.003846	0.001794	0.302263	0.685715
130	0.003821	0.001782	0.302255	0.685691
131	0.003795	0.001770	0.302247	0.685667
132	0.003770	0.001759	0.302240	0.685644
133	0.003746	0.001747	0.302232	0.685620
134	0.003721	0.001736	0.302225	0.685598
135	0.003697	0.001725	0.302217	0.685575
136	0.003674	0.001713	0.302210	0.685553
137	0.003650	0.001703	0.302203	0.685531
138	0.003627	0.001692	0.302196	0.685509
139	0.003604	0.001681	0.302189	0.685487
140	0.003582	0.001670	0.302182	0.685466
141	0.003560	0.001660	0.302176	0.685445
142	0.003538	0.001650	0.302169	0.685425
143	0.003516	0.001640	0.302162	0.685404
144	0.003494	0.001630	0.302156	0.685384
145	0.003473	0.001620	0.302149	0.685364
146	0.003452	0.001610	0.302143	0.685344
147	0.003432	0.001600	0.302137	0.685325
148	0.003411	0.001591	0.302131	0.685306
149	0.003391	0.001581	0.302124	0.685287
150	0.003371	0.001572	0.302118	0.685268
151	0.003351	0.001563	0.302112	0.685249
152	0.003332	0.001553	0.302107	0.685231
153	0.003312	0.001544	0.302101	0.685213
154	0.003293	0.001535	0.302095	0.685195
155	0.003274	0.001527	0.302089	0.685177
156	0.003256	0.001518	0.302084	0.685160
157	0.003237	0.001509	0.302078	0.685143
158	0.003219	0.001501	0.302072	0.685126
159	0.003201	0.001492	0.302067	0.685109
160	0.003183	0.001484	0.302062	0.685092

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.010760
 PL : 1000.000000
 H : 27.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.020000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.427370

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.010760	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.010619	0.004988	0.431957	0.129587
3	0.010482	0.004923	0.431897	0.129569
4	0.010349	0.004859	0.431839	0.129552
5	0.010218	0.004798	0.431782	0.129535
6	0.010091	0.004737	0.431727	0.129518
7	0.009967	0.004679	0.431673	0.129502
8	0.009847	0.004621	0.431620	0.129486
9	0.009728	0.004565	0.431569	0.129471
10	0.009613	0.004511	0.431518	0.129455
11	0.009501	0.004457	0.431469	0.129441
12	0.009391	0.004405	0.431421	0.129426
13	0.009283	0.004354	0.431375	0.129412
14	0.009178	0.004305	0.431329	0.129399
15	0.009075	0.004256	0.431284	0.129385
16	0.008975	0.004208	0.431240	0.129372
17	0.008877	0.004162	0.431198	0.129359
18	0.008781	0.004116	0.431156	0.129347
19	0.008686	0.004072	0.431115	0.129334
20	0.008594	0.004028	0.431075	0.129322
21	0.008504	0.003986	0.431036	0.129311
22	0.008416	0.003944	0.430997	0.129299
23	0.008329	0.003903	0.430960	0.129288
24	0.008245	0.003863	0.430923	0.129277
25	0.008162	0.003824	0.430887	0.129266
26	0.008080	0.003785	0.430851	0.129255
27	0.008000	0.003748	0.430817	0.129245
28	0.007922	0.003711	0.430783	0.129235
29	0.007845	0.003675	0.430749	0.129225
30	0.007770	0.003639	0.430717	0.129215
31	0.007696	0.003604	0.430685	0.129205
32	0.007624	0.003570	0.430653	0.129196
33	0.007553	0.003536	0.430622	0.129187
34	0.007483	0.003503	0.430592	0.129178
35	0.007414	0.003471	0.430562	0.129169
36	0.007347	0.003439	0.430533	0.129160
37	0.007281	0.003408	0.430504	0.129151
38	0.007216	0.003378	0.430476	0.129143
39	0.007152	0.003348	0.430449	0.129135
40	0.007090	0.003318	0.430422	0.129126
41	0.007028	0.003289	0.430395	0.129118
42	0.006967	0.003261	0.430369	0.129111
43	0.006908	0.003232	0.430343	0.129103
44	0.006850	0.003205	0.430317	0.129095
45	0.006792	0.003178	0.430293	0.129088
46	0.006735	0.003151	0.430268	0.129080
47	0.006680	0.003125	0.430244	0.129073
48	0.006625	0.003099	0.430220	0.129066
49	0.006571	0.003074	0.430197	0.129059
50	0.006518	0.003049	0.430174	0.129052
51	0.006466	0.003024	0.430151	0.129045
52	0.006415	0.003000	0.430129	0.129039

53	0.006364	0.002977	0.430107	0.129032
54	0.006315	0.002953	0.430086	0.129026
55	0.006266	0.002930	0.430065	0.129019
56	0.006218	0.002907	0.430044	0.129013
57	0.006170	0.002885	0.430023	0.129007
58	0.006123	0.002863	0.430003	0.129001
59	0.006077	0.002841	0.429983	0.128995
60	0.006032	0.002820	0.429964	0.128989
61	0.005987	0.002799	0.429944	0.128983
62	0.005943	0.002778	0.429925	0.128978
63	0.005900	0.002758	0.429906	0.128972
64	0.005857	0.002738	0.429888	0.128966
65	0.005815	0.002718	0.429870	0.128961
66	0.005774	0.002699	0.429852	0.128956
67	0.005733	0.002679	0.429834	0.128950
68	0.005692	0.002660	0.429817	0.128945
69	0.005652	0.002642	0.429799	0.128940
70	0.005613	0.002623	0.429782	0.128935
71	0.005574	0.002605	0.429766	0.128930
72	0.005536	0.002587	0.429749	0.128925
73	0.005499	0.002569	0.429733	0.128920
74	0.005461	0.002552	0.429717	0.128915
75	0.005425	0.002535	0.429701	0.128910
76	0.005389	0.002518	0.429685	0.128906
77	0.005353	0.002501	0.429670	0.128901
78	0.005318	0.002484	0.429655	0.128896
79	0.005283	0.002468	0.429640	0.128892
80	0.005248	0.002452	0.429625	0.128887
81	0.005215	0.002436	0.429610	0.128883
82	0.005181	0.002420	0.429596	0.128879
83	0.005148	0.002405	0.429582	0.128874
84	0.005116	0.002389	0.429567	0.128870
85	0.005083	0.002374	0.429554	0.128866
86	0.005052	0.002359	0.429540	0.128862
87	0.005020	0.002345	0.429526	0.128858
88	0.004989	0.002330	0.429513	0.128854
89	0.004958	0.002316	0.429500	0.128850
90	0.004928	0.002301	0.429487	0.128846
91	0.004898	0.002287	0.429474	0.128842
92	0.004869	0.002274	0.429461	0.128838
93	0.004840	0.002260	0.429448	0.128835
94	0.004811	0.002246	0.429436	0.128831
95	0.004782	0.002233	0.429424	0.128827
96	0.004754	0.002220	0.429411	0.128823
97	0.004726	0.002207	0.429399	0.128820
98	0.004699	0.002194	0.429388	0.128816
99	0.004672	0.002181	0.429376	0.128813
100	0.004645	0.002168	0.429364	0.128809
101	0.004618	0.002156	0.429353	0.128806
102	0.004592	0.002144	0.429341	0.128802
103	0.004566	0.002131	0.429330	0.128799
104	0.004540	0.002119	0.429319	0.128796
105	0.004515	0.002108	0.429308	0.128792
106	0.004490	0.002096	0.429297	0.128789

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 80 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 40 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.020000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.024294	0.011570	0.359432	0.774862
2	0.023233	0.011053	0.359042	0.773720
3	0.022260	0.010580	0.358684	0.772675
4	0.021364	0.010145	0.358356	0.771715
5	0.020537	0.009744	0.358053	0.770831
6	0.019771	0.009373	0.357774	0.770014
7	0.019060	0.009029	0.357514	0.769257
8	0.018398	0.008710	0.357273	0.768553
9	0.017779	0.008412	0.357048	0.767897
10	0.017201	0.008133	0.356838	0.767284
11	0.016658	0.007872	0.356641	0.766710
12	0.016149	0.007628	0.356456	0.766172
13	0.015669	0.007397	0.356283	0.765666
14	0.015217	0.007181	0.356119	0.765190
15	0.014790	0.006976	0.355965	0.764741
16	0.014387	0.006783	0.355819	0.764316
17	0.014004	0.006600	0.355681	0.763915
18	0.013642	0.006427	0.355550	0.763534
19	0.013297	0.006262	0.355426	0.763173
20	0.012969	0.006106	0.355308	0.762830
21	0.012657	0.005957	0.355196	0.762503
22	0.012360	0.005815	0.355089	0.762192
23	0.012076	0.005680	0.354987	0.761895
24	0.011805	0.005551	0.354889	0.761612
25	0.011545	0.005428	0.354796	0.761342
26	0.011297	0.005310	0.354707	0.761083
27	0.011059	0.005197	0.354622	0.760835
28	0.010831	0.005088	0.354540	0.760597
29	0.010612	0.004984	0.354462	0.760369
30	0.010402	0.004884	0.354386	0.760150
31	0.010199	0.004789	0.354314	0.759940
32	0.010005	0.004696	0.354244	0.759738
33	0.009818	0.004607	0.354177	0.759544
34	0.009637	0.004522	0.354113	0.759356
35	0.009463	0.004440	0.354050	0.759176
36	0.009295	0.004360	0.353990	0.759002
37	0.009133	0.004283	0.353933	0.758834
38	0.008977	0.004209	0.353877	0.758672
39	0.008826	0.004138	0.353823	0.758515
40	0.008680	0.004069	0.353771	0.758363
41	0.008538	0.004002	0.353720	0.758217
42	0.008401	0.003937	0.353671	0.758075
43	0.008268	0.003874	0.353624	0.757938
44	0.008140	0.003814	0.353578	0.757805
45	0.008015	0.003755	0.353534	0.757676
46	0.007894	0.003698	0.353491	0.757551
47	0.007777	0.003642	0.353449	0.757430
48	0.007663	0.003589	0.353408	0.757313
49	0.007553	0.003536	0.353369	0.757198
50	0.007445	0.003486	0.353331	0.757087
51	0.007341	0.003436	0.353293	0.756980
52	0.007239	0.003389	0.353257	0.756875
53	0.007140	0.003342	0.353222	0.756773
54	0.007044	0.003297	0.353188	0.756674

55	0.006950	0.003252	0.353155	0.756577
56	0.006859	0.003210	0.353122	0.756483
57	0.006770	0.003168	0.353091	0.756392
58	0.006684	0.003127	0.353060	0.756302
59	0.006599	0.003087	0.353030	0.756216
60	0.006517	0.003048	0.353001	0.756131
61	0.006437	0.003011	0.352972	0.756048
62	0.006359	0.002974	0.352944	0.755968
63	0.006282	0.002938	0.352917	0.755889
64	0.006208	0.002903	0.352891	0.755812
65	0.006135	0.002868	0.352865	0.755737
66	0.006063	0.002835	0.352839	0.755664
67	0.005994	0.002802	0.352815	0.755592
68	0.005926	0.002770	0.352791	0.755522
69	0.005859	0.002739	0.352767	0.755454
70	0.005794	0.002708	0.352744	0.755387
71	0.005731	0.002678	0.352721	0.755322
72	0.005669	0.002649	0.352699	0.755258
73	0.005608	0.002621	0.352678	0.755196
74	0.005548	0.002593	0.352657	0.755134
75	0.005490	0.002565	0.352636	0.755074
76	0.005433	0.002538	0.352616	0.755016
77	0.005377	0.002512	0.352596	0.754958
78	0.005322	0.002486	0.352576	0.754902
79	0.005268	0.002461	0.352557	0.754847
80	0.005216	0.002436	0.352539	0.754793
81	0.005164	0.002412	0.352520	0.754740
82	0.005113	0.002388	0.352502	0.754688
83	0.005064	0.002365	0.352485	0.754637
84	0.005015	0.002342	0.352468	0.754587
85	0.004967	0.002320	0.352451	0.754538
86	0.004921	0.002298	0.352434	0.754490
87	0.004875	0.002276	0.352418	0.754443
88	0.004829	0.002255	0.352402	0.754397
89	0.004785	0.002234	0.352386	0.754351
90	0.004742	0.002214	0.352371	0.754307
91	0.004699	0.002194	0.352356	0.754263
92	0.004657	0.002174	0.352341	0.754220
93	0.004616	0.002155	0.352326	0.754178
94	0.004575	0.002136	0.352312	0.754136
95	0.004536	0.002117	0.352298	0.754096
96	0.004496	0.002099	0.352284	0.754056
97	0.004458	0.002081	0.352270	0.754016
98	0.004420	0.002063	0.352257	0.753978
99	0.004383	0.002046	0.352244	0.753940
100	0.004347	0.002029	0.352231	0.753902
101	0.004311	0.002012	0.352218	0.753865
102	0.004275	0.001995	0.352206	0.753829
103	0.004241	0.001979	0.352193	0.753794
104	0.004206	0.001963	0.352181	0.753759
105	0.004173	0.001947	0.352169	0.753724
106	0.004140	0.001932	0.352158	0.753690
107	0.004107	0.001916	0.352146	0.753657
108	0.004075	0.001901	0.352135	0.753624
109	0.004043	0.001887	0.352124	0.753592
110	0.004012	0.001872	0.352113	0.753560
111	0.003981	0.001858	0.352102	0.753528
112	0.003951	0.001843	0.352091	0.753498
113	0.003922	0.001830	0.352081	0.753467
114	0.003892	0.001816	0.352070	0.753437
115	0.003863	0.001802	0.352060	0.753408
116	0.003835	0.001789	0.352050	0.753379

117	0.003807	0.001776	0.352040	0.753350
118	0.003779	0.001763	0.352030	0.753322
119	0.003752	0.001750	0.352021	0.753294
120	0.003725	0.001738	0.352011	0.753267
121	0.003699	0.001725	0.352002	0.753240
122	0.003673	0.001713	0.351993	0.753213
123	0.003647	0.001701	0.351984	0.753187
124	0.003622	0.001689	0.351975	0.753161
125	0.003597	0.001677	0.351966	0.753135
126	0.003572	0.001666	0.351957	0.753110
127	0.003548	0.001655	0.351949	0.753085
128	0.003524	0.001643	0.351940	0.753061
129	0.003500	0.001632	0.351932	0.753036
130	0.003477	0.001621	0.351924	0.753013
131	0.003454	0.001611	0.351915	0.752989
132	0.003431	0.001600	0.351907	0.752966
133	0.003409	0.001589	0.351899	0.752943
134	0.003386	0.001579	0.351892	0.752920
135	0.003365	0.001569	0.351884	0.752898
136	0.003343	0.001559	0.351876	0.752876
137	0.003322	0.001549	0.351869	0.752854
138	0.003301	0.001539	0.351861	0.752833
139	0.003280	0.001529	0.351854	0.752811
140	0.003259	0.001520	0.351847	0.752790
141	0.003239	0.001510	0.351840	0.752770
142	0.003219	0.001501	0.351833	0.752749
143	0.003199	0.001491	0.351826	0.752729
144	0.003180	0.001482	0.351819	0.752709
145	0.003160	0.001473	0.351812	0.752689
146	0.003141	0.001464	0.351805	0.752670
147	0.003123	0.001456	0.351799	0.752651
148	0.003104	0.001447	0.351792	0.752632
149	0.003086	0.001438	0.351785	0.752613
150	0.003067	0.001430	0.351779	0.752595
151	0.003049	0.001421	0.351773	0.752576
152	0.003032	0.001413	0.351766	0.752558
153	0.003014	0.001405	0.351760	0.752540
154	0.002997	0.001397	0.351754	0.752522
155	0.002980	0.001389	0.351748	0.752505
156	0.002963	0.001381	0.351742	0.752488
157	0.002946	0.001373	0.351736	0.752471
158	0.002929	0.001365	0.351730	0.752454
159	0.002913	0.001358	0.351725	0.752437
160	0.002897	0.001350	0.351719	0.752420

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.007280
 PL : 1000.000000
 H : 40.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.020000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.497770

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.007280	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.007209	0.003374	0.501384	0.150415
3	0.007139	0.003341	0.501349	0.150405
4	0.007071	0.003309	0.501315	0.150394
5	0.007004	0.003278	0.501281	0.150384
6	0.006938	0.003247	0.501248	0.150374
7	0.006873	0.003216	0.501215	0.150364
8	0.006810	0.003186	0.501183	0.150355
9	0.006748	0.003157	0.501152	0.150345
10	0.006686	0.003128	0.501121	0.150336
11	0.006626	0.003100	0.501090	0.150327
12	0.006567	0.003072	0.501061	0.150318
13	0.006509	0.003045	0.501031	0.150309
14	0.006453	0.003018	0.501003	0.150301
15	0.006397	0.002992	0.500975	0.150292
16	0.006342	0.002966	0.500947	0.150284
17	0.006288	0.002940	0.500920	0.150276
18	0.006234	0.002915	0.500893	0.150268
19	0.006182	0.002891	0.500866	0.150260
20	0.006131	0.002867	0.500841	0.150252
21	0.006080	0.002843	0.500815	0.150245
22	0.006030	0.002819	0.500790	0.150237
23	0.005982	0.002796	0.500765	0.150230
24	0.005933	0.002774	0.500741	0.150222
25	0.005886	0.002751	0.500717	0.150215
26	0.005839	0.002730	0.500694	0.150208
27	0.005794	0.002708	0.500671	0.150201
28	0.005748	0.002687	0.500648	0.150194
29	0.005704	0.002666	0.500625	0.150188
30	0.005660	0.002645	0.500603	0.150181
31	0.005617	0.002625	0.500582	0.150175
32	0.005574	0.002605	0.500560	0.150168
33	0.005533	0.002585	0.500539	0.150162
34	0.005491	0.002566	0.500519	0.150156
35	0.005451	0.002547	0.500498	0.150149
36	0.005411	0.002528	0.500478	0.150143
37	0.005371	0.002510	0.500458	0.150137
38	0.005332	0.002491	0.500439	0.150132
39	0.005294	0.002473	0.500419	0.150126
40	0.005256	0.002456	0.500400	0.150120
41	0.005219	0.002438	0.500382	0.150114
42	0.005182	0.002421	0.500363	0.150109
43	0.005146	0.002404	0.500345	0.150103
44	0.005110	0.002387	0.500327	0.150098
45	0.005075	0.002371	0.500309	0.150093
46	0.005041	0.002354	0.500292	0.150088
47	0.005006	0.002338	0.500275	0.150082
48	0.004973	0.002322	0.500258	0.150077
49	0.004939	0.002307	0.500241	0.150072
50	0.004906	0.002291	0.500224	0.150067
51	0.004874	0.002276	0.500208	0.150062
52	0.004842	0.002261	0.500192	0.150058

53	0.004810	0.002246	0.500176	0.150053
54	0.004779	0.002231	0.500160	0.150048
55	0.004748	0.002217	0.500145	0.150043
56	0.004718	0.002203	0.500129	0.150039
57	0.004688	0.002189	0.500114	0.150034
58	0.004658	0.002175	0.500099	0.150030
59	0.004629	0.002161	0.500085	0.150025
60	0.004600	0.002147	0.500070	0.150021
61	0.004571	0.002134	0.500056	0.150017
62	0.004543	0.002121	0.500042	0.150013
63	0.004515	0.002108	0.500028	0.150008
64	0.004488	0.002095	0.500014	0.150004
65	0.004460	0.002082	0.500000	0.150000
66	0.004434	0.002069	0.499987	0.149996
67	0.004407	0.002057	0.499973	0.149992
68	0.004381	0.002045	0.499960	0.149988
69	0.004355	0.002033	0.499947	0.149984
70	0.004329	0.002021	0.499934	0.149980
71	0.004304	0.002009	0.499922	0.149977
72	0.004279	0.001997	0.499909	0.149973
73	0.004254	0.001985	0.499897	0.149969
74	0.004230	0.001974	0.499884	0.149965
75	0.004206	0.001963	0.499872	0.149962
76	0.004182	0.001951	0.499860	0.149958
77	0.004158	0.001940	0.499848	0.149955
78	0.004135	0.001929	0.499837	0.149951
79	0.004112	0.001919	0.499825	0.149948
80	0.004089	0.001908	0.499814	0.149944

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเครื่องปฏิกรณ์ของไหลลอยตัวด้วยลมแบบท่อร่วมศูนย์กลาง

ความลึกของท่อ 80 เมตร

ความลึกของตัวพ่นอากาศด้าน Downcomer 54 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Column tube 1.4 เมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Draught tube 0.9 เมตร

พื้นที่ของตัวพ่นอากาศ 15 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวด้าน

Downcomer



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

dZ : 0.500000
 Q-Air : 0.020000
 P-Air : 1.000000
 T-Air : 300.000000
 Ar : 0.903000
 PL : 1000.000000

n	E	kLaL	VLrn	VGrn
1	0.023701	0.011281	0.373963	0.794220
2	0.022665	0.010777	0.373567	0.793080
3	0.021715	0.010315	0.373204	0.792038
4	0.020840	0.009890	0.372871	0.791080
5	0.020032	0.009499	0.372563	0.790198
6	0.019284	0.009138	0.372279	0.789383
7	0.018590	0.008802	0.372016	0.788628
8	0.017943	0.008490	0.371771	0.787925
9	0.017339	0.008200	0.371542	0.787271
10	0.016774	0.007928	0.371329	0.786660
11	0.016245	0.007674	0.371129	0.786088
12	0.015748	0.007435	0.370941	0.785551
13	0.015280	0.007211	0.370765	0.785046
14	0.014839	0.006999	0.370599	0.784571
15	0.014422	0.006800	0.370443	0.784123
16	0.014028	0.006612	0.370295	0.783700
17	0.013655	0.006433	0.370154	0.783299
18	0.013301	0.006264	0.370022	0.782920
19	0.012965	0.006104	0.369896	0.782560
20	0.012645	0.005951	0.369776	0.782217
21	0.012341	0.005806	0.369662	0.781892
22	0.012050	0.005668	0.369553	0.781582
23	0.011774	0.005536	0.369450	0.781286
24	0.011509	0.005410	0.369351	0.781003
25	0.011256	0.005290	0.369256	0.780734
26	0.011014	0.005175	0.369166	0.780475
27	0.010782	0.005065	0.369079	0.780228
28	0.010559	0.004959	0.368996	0.779991
29	0.010346	0.004858	0.368917	0.779764
30	0.010140	0.004761	0.368840	0.779546
31	0.009943	0.004667	0.368767	0.779336
32	0.009754	0.004577	0.368696	0.779135
33	0.009571	0.004491	0.368628	0.778941
34	0.009395	0.004407	0.368563	0.778754
35	0.009225	0.004327	0.368500	0.778574
36	0.009062	0.004249	0.368439	0.778400
37	0.008904	0.004175	0.368380	0.778233
38	0.008751	0.004103	0.368323	0.778071
39	0.008604	0.004033	0.368268	0.777915
40	0.008461	0.003965	0.368215	0.777764
41	0.008323	0.003900	0.368164	0.777618
42	0.008190	0.003837	0.368115	0.777477
43	0.008060	0.003776	0.368067	0.777340
44	0.007935	0.003717	0.368020	0.777208
45	0.007813	0.003659	0.367975	0.777079
46	0.007695	0.003604	0.367931	0.776955
47	0.007581	0.003550	0.367889	0.776834
48	0.007470	0.003497	0.367848	0.776716
49	0.007362	0.003447	0.367808	0.776603
50	0.007257	0.003397	0.367769	0.776492
51	0.007156	0.003349	0.367731	0.776384
52	0.007056	0.003302	0.367695	0.776280
53	0.006960	0.003257	0.367659	0.776178
54	0.006866	0.003213	0.367624	0.776080

55	0.006775	0.003170	0.367590	0.775983
56	0.006686	0.003128	0.367558	0.775890
57	0.006600	0.003087	0.367526	0.775798
58	0.006515	0.003047	0.367494	0.775709
59	0.006433	0.003009	0.367464	0.775623
60	0.006353	0.002971	0.367434	0.775538
61	0.006274	0.002934	0.367405	0.775456
62	0.006198	0.002898	0.367377	0.775376
63	0.006124	0.002863	0.367349	0.775297
64	0.006051	0.002829	0.367323	0.775221
65	0.005980	0.002795	0.367296	0.775146
66	0.005910	0.002763	0.367271	0.775073
67	0.005842	0.002731	0.367246	0.775002
68	0.005776	0.002700	0.367221	0.774932
69	0.005711	0.002669	0.367197	0.774864
70	0.005648	0.002640	0.367174	0.774797
71	0.005586	0.002610	0.367151	0.774732
72	0.005525	0.002582	0.367129	0.774668
73	0.005466	0.002554	0.367107	0.774606
74	0.005408	0.002527	0.367085	0.774545
75	0.005351	0.002500	0.367064	0.774485
76	0.005295	0.002474	0.367044	0.774427
77	0.005241	0.002448	0.367024	0.774369
78	0.005187	0.002423	0.367004	0.774313
79	0.005135	0.002399	0.366984	0.774258
80	0.005084	0.002374	0.366966	0.774205
81	0.005033	0.002351	0.366947	0.774152
82	0.004984	0.002328	0.366929	0.774100
83	0.004936	0.002305	0.366911	0.774049
84	0.004888	0.002283	0.366893	0.774000
85	0.004842	0.002261	0.366876	0.773951
86	0.004796	0.002240	0.366860	0.773903
87	0.004751	0.002218	0.366843	0.773856
88	0.004707	0.002198	0.366827	0.773810
89	0.004664	0.002178	0.366811	0.773764
90	0.004622	0.002158	0.366795	0.773720
91	0.004580	0.002138	0.366780	0.773676
92	0.004539	0.002119	0.366765	0.773633
93	0.004499	0.002100	0.366750	0.773591
94	0.004460	0.002082	0.366736	0.773550
95	0.004421	0.002063	0.366721	0.773509
96	0.004383	0.002046	0.366707	0.773470
97	0.004345	0.002028	0.366693	0.773430
98	0.004308	0.002011	0.366680	0.773392
99	0.004272	0.001994	0.366666	0.773354
100	0.004237	0.001977	0.366653	0.773316
101	0.004202	0.001961	0.366640	0.773280
102	0.004167	0.001945	0.366628	0.773244
103	0.004133	0.001929	0.366615	0.773208
104	0.004100	0.001913	0.366603	0.773173
105	0.004067	0.001898	0.366591	0.773139
106	0.004035	0.001883	0.366579	0.773105
107	0.004003	0.001868	0.366567	0.773072
108	0.003972	0.001853	0.366556	0.773039
109	0.003941	0.001839	0.366545	0.773007
110	0.003911	0.001824	0.366533	0.772975
111	0.003881	0.001810	0.366522	0.772944
112	0.003851	0.001797	0.366512	0.772913
113	0.003822	0.001783	0.366501	0.772883
114	0.003794	0.001770	0.366490	0.772853
115	0.003766	0.001757	0.366480	0.772824
116	0.003738	0.001744	0.366470	0.772795

117	0.003711	0.001731	0.366460	0.772766
118	0.003684	0.001718	0.366450	0.772738
119	0.003657	0.001706	0.366440	0.772710
120	0.003631	0.001694	0.366431	0.772683
121	0.003605	0.001681	0.366421	0.772656
122	0.003580	0.001670	0.366412	0.772629
123	0.003555	0.001658	0.366403	0.772603
124	0.003530	0.001646	0.366393	0.772577
125	0.003506	0.001635	0.366384	0.772552
126	0.003482	0.001624	0.366376	0.772527
127	0.003458	0.001613	0.366367	0.772502
128	0.003435	0.001602	0.366358	0.772478
129	0.003412	0.001591	0.366350	0.772453
130	0.003389	0.001580	0.366341	0.772430
131	0.003366	0.001570	0.366333	0.772406
132	0.003344	0.001559	0.366325	0.772383
133	0.003322	0.001549	0.366317	0.772360
134	0.003301	0.001539	0.366309	0.772338
135	0.003279	0.001529	0.366301	0.772315
136	0.003258	0.001519	0.366294	0.772293
137	0.003238	0.001509	0.366286	0.772272
138	0.003217	0.001500	0.366278	0.772250
139	0.003197	0.001490	0.366271	0.772229
140	0.003177	0.001481	0.366264	0.772208
141	0.003157	0.001472	0.366256	0.772188
142	0.003138	0.001463	0.366249	0.772167
143	0.003118	0.001454	0.366242	0.772147
144	0.003099	0.001445	0.366235	0.772127
145	0.003080	0.001436	0.366228	0.772108
146	0.003062	0.001427	0.366221	0.772088
147	0.003044	0.001419	0.366215	0.772069
148	0.003025	0.001410	0.366208	0.772050
149	0.003007	0.001402	0.366201	0.772031
150	0.002990	0.001394	0.366195	0.772013
151	0.002972	0.001385	0.366188	0.771995
152	0.002955	0.001377	0.366182	0.771977
153	0.002938	0.001369	0.366176	0.771959
154	0.002921	0.001361	0.366170	0.771941
155	0.002904	0.001354	0.366163	0.771924
156	0.002888	0.001346	0.366157	0.771906
157	0.002871	0.001338	0.366151	0.771889
158	0.002855	0.001331	0.366145	0.771872
159	0.002839	0.001323	0.366140	0.771856
160	0.002823	0.001316	0.366134	0.771839

วิทยาลัยพยาบาล
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E1 : 0.005730
 PL : 1000.000000
 H : 53.000000
 dH : 0.500000
 Qm : 0.020000
 T-Air : 300.000000
 Ad : 0.636200
 ULd : 0.518210

n	E	kLaL	VLdn	VGdn
1	0.005730	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.005685	0.002657	0.521173	0.156352
3	0.005641	0.002636	0.521150	0.156345
4	0.005598	0.002616	0.521127	0.156338
5	0.005556	0.002596	0.521105	0.156332
6	0.005514	0.002576	0.521083	0.156325
7	0.005472	0.002557	0.521061	0.156318
8	0.005432	0.002538	0.521040	0.156312
9	0.005391	0.002519	0.521019	0.156306
10	0.005352	0.002500	0.520998	0.156299
11	0.005313	0.002482	0.520978	0.156293
12	0.005275	0.002464	0.520958	0.156287
13	0.005237	0.002446	0.520938	0.156281
14	0.005199	0.002429	0.520918	0.156276
15	0.005163	0.002411	0.520899	0.156270
16	0.005126	0.002394	0.520880	0.156264
17	0.005091	0.002378	0.520861	0.156258
18	0.005055	0.002361	0.520843	0.156253
19	0.005020	0.002345	0.520825	0.156247
20	0.004986	0.002329	0.520807	0.156242
21	0.004952	0.002313	0.520789	0.156237
22	0.004919	0.002297	0.520772	0.156231
23	0.004886	0.002282	0.520754	0.156226
24	0.004853	0.002266	0.520737	0.156221
25	0.004821	0.002251	0.520721	0.156216
26	0.004790	0.002236	0.520704	0.156211
27	0.004758	0.002222	0.520688	0.156206
28	0.004728	0.002207	0.520671	0.156201
29	0.004697	0.002193	0.520656	0.156197
30	0.004667	0.002179	0.520640	0.156192
31	0.004637	0.002165	0.520624	0.156187
32	0.004608	0.002151	0.520609	0.156183
33	0.004579	0.002138	0.520594	0.156178
34	0.004551	0.002124	0.520579	0.156174
35	0.004522	0.002111	0.520564	0.156169
36	0.004494	0.002098	0.520550	0.156165
37	0.004467	0.002085	0.520535	0.156161
38	0.004440	0.002072	0.520521	0.156156
39	0.004413	0.002060	0.520507	0.156152
40	0.004386	0.002047	0.520493	0.156148
41	0.004360	0.002035	0.520479	0.156144
42	0.004334	0.002023	0.520466	0.156140
43	0.004309	0.002011	0.520452	0.156136
44	0.004283	0.001999	0.520439	0.156132
45	0.004258	0.001987	0.520426	0.156128
46	0.004233	0.001976	0.520413	0.156124
47	0.004209	0.001964	0.520400	0.156120
48	0.004185	0.001953	0.520388	0.156116
49	0.004161	0.001942	0.520375	0.156113
50	0.004137	0.001931	0.520363	0.156109
51	0.004114	0.001920	0.520351	0.156105
52	0.004091	0.001909	0.520339	0.156102

53
54

0.004068
0.004046

0.001898
0.001886

0.520327
0.520315

0.156098
0.156094



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายสมพล ใจกุลส เกิดวันที่ 19 สิงหาคม 2511 ที่อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี (ได้รับรางวัลรองชนะเลิศอันดับ 2 ในการแข่งขันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมปลาย แห่งภาคตะวันออก เมื่อปี 2528 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน) ได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2532



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย