หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. วรพัฒน์ อรรถยุกติ และ สมเชื้อ ภักดีภัทรากร ปริมาณความจุในเครื่องสกัดของเหลวด้วยของเหลว จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2520
2. Edwards R.B. and Beyer G.H. A.I.Ch.E.Journal 2, 148, 1956.
3. Feick G. and Anderson H.M. Ind.Engng.Chem. 44, 404, 1952.
4. Sege G. and Woodfield F.M. Chem.Engng.Prog. 50(8), 396, 1954.
5. Treybal, R.E. Liquid Extraction New York, McGraw-Hill Book Company Inc., 1963.
6. Thornton, J.D., Trans.Instn Chem.Engr, 35, 316 (1957).
7. Baird, M.H.I., A.I.Ch.E. - Chem.E.Joint Meeting, London (1965), papers 6 and 7
8. Baird, M.G.I., Gloyne A.R. and Wiegandt A.N. Can.Jl Chem.Engng, 46, 249 (1968)
9. Li, W.H. and Newton W.M. A.I.Ch.E.Jl , 3, 56 (1957)
10. Mar, B.W. and Babb A.L. Ind,Engng.Chem. , 51, 1011 (1959)
11. Thornton, J.D. and Pratt H.R.C. Trans.Instn Chem.Engrs 31, 289 (1953)
12. Thornton, J.D. C.E.P. Symp.Series , 50, (No.13), 39(1954)
13. Weigandt, H.F. and Von Berg R.L. Chem.Engng., 61, 183 (July 1964)
14. Hanson, C., Chem.Engng. 75, 76 (26 Aug., 1968)
15. Sobotik, R.H. and Himmelblau D.M. A.I.Ch.E.Jl , 6, 619 (1960)

16. Griffith, W.L., Jasny G.R. and Tupper H.T. U.S. Atomic Energy Commission Rept, AECD-4330 (1952), declassified.

17. Wiegandt, H.F., and Von Berg. R.L. Chem.Eng., 61, 183 (July, 1954)

18. Cohen, R.M. and Beyer G.H. Chem.Eng.Progr. 49, 279 (1953)

19. Perry R.H. and Chilton C.H. Chemical Engers'Handbook , Tokyo, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., 1973.

20. Hanson, C., Recent Advances in Liquid-Liquid Extraction, New York, Pergamon Press, 1971.

21. Kintner, R.C., Advances in Chemical Engineering, Vol.4. P. 51, Academic Press, New York and London, 1963.

22. Rao N., E.V.L., Kumar, R., and Kuloor, N.R., Chem.Engng.Sci., 21, 867 (1966)

23. Heertjes, P.M., and De Nie, L.H., To be pubblished.

24. Dixon, B.E., and Russel, A.A.W., Jl Soc.Chem.Ind., London, 69, 284 (1965)

25. Angelo J.B., Lightfoot, E.N., and Howard, D.W., A.I.Ch.E.Jl., 12, 751 (1966)

26. Marsh, B.D., and Heideger, W.J., Ind.Engng.Chem.Fundamentals , 4, 129 (1965)

27. Kellek, R.M., Agrawal, A.K., and Skelland, A.H.P., A.I.Ch.E.Jl , 12, 854 (1966)

28. Taylor, T.D., and Acrivos, A.,J.Fluid Mech., 18, 466 (1964)

29. Levich, V.G., Physicochemical Hydrodynamics , Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1962.

30. Schroeder, R.R., and Kintner, R.C., A.I.Ch.E.Jl , 11, 5 (1965)

31. Horton, T.J., Fristsch, T.R., and Kintner, R.C., Can.Jl.Chem.Engng., 43, 143 (1965)

32. Kintner, R.C., Horton, T.J., Graumann, R.E., and Amberkar, S., Can.Jl.Chem.Engng. 39, 235 (1961)

33. Johnson, H.F., and Bliss R.H. Trans.Am.Inst.Chem.Engrs., 42,331 (1946)

34. Laddha G.S. and Degaleesan T.E. Transport Phenomena in Liquid Extraction New Delhi, Tata McGraw-Hill Publishing Co., Ltd., 1976.

35. Van Dijck, W.J.D. U.S.Patent 2 011, 186, Aug. 1935.

36. Geankoplis, C.J. and Mixon A.N., Ind. Engng.Chem., 42, 1141(1950)

37. Letan, R. and E. Kehat A.I.Ch.E.Jl , 11, 804 (1965)

38. Henton, J.E. and Cavers S.D. Ind.Engng.Chem.Fundam., 9, 384 (1970)

39. Kreager, R.M. and Geankoplis C.J. Ind.Engng.Chem. 45, 2156 (1953)

40. Letan R. and E. Kehat A.I.Ch.E.Jl., 14, 398 (1968); 15, 5 (1969)

41. Miyauchi.T., UCRL Report, No. UCRL-3911, Contract No. W-7405-eng-48, August 15, 1957.

42. Miyauchi, T., And Vermeulen, T., I & EC Fundamentals, 2(2), 113, 1963.

43. Sleicher, C.A., A.I.Ch.E.Jl., 5, 145 (1959)

44. Niphat Chinchusakdi, Theoretical Study of The Phenomena of Forward Mixing in Liquid-Liquid Extraction Columns, Master's Thesis, Department of Chemical Engineering, Graduate School, Chulalongkorn University, 1980.

45. Voravit KHEMANGKORN, CONTRIBUTION A L'ETUDE DES TRANSFERTS DANS UNE COLONNE D'EXTRACTION A ECOULEMENTS PULSES, LE GRADE DE DOCTEUR DE 3 e'me Cycle, INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE de TOULOUSE, UNIVERSITE PAUL SABATIER de TOULOUSE, 1976.

ภาคผนวก ก.

ข้อจำกัดในการทำวิจัย

1.	ตัวถูกละลาย	กรดน้ำส้ม
2.	ดิสเพอส์เฟส	น้ำมันก๊าด
3.	คอนตินิวอัส์เฟส์	น้ำ
4.	เส้นผ่าศูนย์กลางคอลัมน์	4 เซนติเมตร (ภายใน)
5.	ความยาวคอลัมน์	100 "
6.	จำนวนแผ่นโลหะ	27 แผ่น
7.	ระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะ	4 เซนติเมตร
8.	เส้นผ่าศูนย์กลางแผ่นโลหะ	3.7 "
9.	จำนวนรูบนแผ่นโลหะ	36 รู
10.	เส้นผ่าศูนย์กลางของรู	0.3 เซนติเมตร
11.	พื้นที่รู/พื้นที่แผ่นโลหะ	23.67%
12.	พื้นที่รูเสียบแกนกลาง	0.196 ตารางเซนติเมตร
13.	แอมพลิจูด (Amplitude)	0.2-3.7 เซนติเมตร
14.	ฟรีเควนซี่ (Frequency)	20-90 รอบ/นาที
15.	อัตราการไหล (Flow rate)	8-25 ลิตร/นาที

ภาคผนวก ข.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของคอลัมน์หัวฉีดมีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มม.

m = 1

Vc = 4.5 ลิตร/ชม.

Vd = 4.5 "

Vc+Vd = 9.0 "

$m = \frac{Vc}{Vd}$ = 1.0

f = 21 รอบ/นาที

a	0.46	0.70	1.20	1.70	2.20	2.70	3.20	3.70
af	0.1575	0.245	0.420	0.595	0.770	0.945	1.120	1.295
cm^3NaoH ครั้งที่ 1	28.3	21.9	15.1	12.1	10.3	10.3	12.6	19.2
" " " 2	27.9	23.7	14.8	10.1	10.1	10.9	12.6	18.1
" " " 3	28.3	23.2	15.1	10.3	10.3	10.8	12.1	17.4
ค่าเฉลี่ย 3 ครั้ง	28.17	22.93	15.00	10.83	10.23	10.70	12.43	18.23
Y_s	0.5634	0.4586	0.300	0.2166	0.2140	0.2140	0.2486	0.3646
ประสิทธิภาพ%	32.50	45.03	64.04	74.04	75.47	74.35	70.20	56.29
cm^3NaOH ครั้งที่ 1	15.3	19.8	29.7	31.6	32.5	32.3	29.1	23.8
" " " 2	14.8	18.9	26.9	32.1	32.6	32.5	29.7	24.2
" " " 3	14.3	20.7	27.8	31.4	32.2	30.2	28.5	21.8
ค่าเฉลี่ย 3 ครั้ง	14.80	19.80	28.13	31.7	32.43	31.67	29.10	23.27
X_{ex}	0.2960	0.3960	0.5626	0.6340	0.6486	0.6334	0.5820	0.4654
$Y_s = Y_{in} - X_{ex}$	0.5382	0.4382	0.2716	0.2002	0.1856	0.2008	0.2522	0.3688
% ผิดพลาด	4.47	4.45	9.47	7.57	9.29	6.17	-1.45	-1.15

ภาคผนวก ข.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของคอลัมน์หัวฉีดมีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มม.

$m \approx 2.0$

Vc = 8.7 ลิตร/ชม.

Vd = 4.5 "

Vc+Vd = 13.2 "

$m = \frac{Vc}{Vd} = 1.93$

f = 21 รอบ/นาที

a	0.45	0.70	1.20	1.70	2.20	2.70	3.20	3.70
af	0.1575	0.245	0.420	0.595	0.770	0.945	1.120	1. 295
cm^3 NaOH ครั้งที่1	25.9	24.1	11.9	10.9	8.3	7.1	10.6	15 . 9
" " 2	26.9	20.2	12.2	9.2	7.8	7.4	10.8	16.7
" " 3	27.9	21.4	11.6	9.9	7.8	7.3	11 . 3	16.4
ค่าเฉลี่ย 3 ครั้ง	26.90	21.90	11.90	10.01	7.97	7.27	10.9	16 . 3
Y_s	0.5380	0.4380	0.2380	0.2002	0.1594	0.1454	0.2180	0.3260
ประสิทธิภาพ%	35.51	47.49	71.47	76.00	80.89	82.57	73.87	60.92
cm^3 NaOH ครั้งที่1	12.5	19.7	28.4	31.0	34 .0	35.0	32.2	28.0
" " 2	18.4	19.8	32.3	32.1	32.8	33.1	31 . 0	27.3
" " 3	13.5	19.9	29.8	32.0	33.2	36.2	32.2	25.5
ค่าเฉลี่ย 3 ครั้ง	14.63	19.80	30.17	31.70	33.33	34.77	31.8	26.9
X_{ex}	0.2926	0.3690	0.6034	0.6340	0.6667	0.6954	0.6360	0.5380
$Y_s = Y_{in} - X_{ex}$	0.5416	0.4382	0.2308	0.2002	0.1675	0.1388	0.1982	0.2962
% ผิดพลาด	-6.69	-0.05	3.08	0	-5.10	4.54	9.08	9.14

ภาคผนวก ข.3 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของคอลัมน์

หัวฉีดมีรูยนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 มม.

m = 1

Vc = 4.5 ลิตร/ชม. $m=\frac{Vc}{Vd}$ = 1.0

Vd = 4.5 " f = 21 รอบ/นาที

Vc+Vd = 9.0 "

a	0.7	1.2	1.7	2.2	2.7	3.2
af	0.245	0.420	0.595	0.770	0.945	1.120
cm^3 NaOH ครั้งที่1	36.8	24.7	25.0	22.4	24.1	25.1
" " 2	38.9	25.6	25.5	21.9	24.0	25.1
" " 3	38.8	26.7	24.7	22.3	23.1	25.4
ค่าเฉลี่ย 3 ครั้ง	38.17	25.67	25.07	22.3	23.73	25.2
Y_s	0.7634	0.5133	0.5013	0.4460	0.4746	0.5040
ประสิทธิภาพ,%	8.49	38.47	39.90	46.54	43.11	39.58
cm^3 NaOH ครั้งที่1	3.1	14.5	20.3	19.5	18.4	16.4
" " 2	3.7	16.3	19.7	18.9	17.9	16.4
" " 3	3.9	17.4	20.9	19.1	18.2	17.0
ค่าเฉลี่ย 3 ครั้ง	3.567	16.07	20.3	19.17	18.17	16.60
X_{ex}	0.0713	0.3214	0.406	0.3834	0.3634	0.332
$Y_s=Y-X_{ex}$	0.7629	0.5128	0.4282	0.4508	0.4708	0.5022
% ผิดพลาด	0.07	0.1	14.58	-1.08	0.8	0.36

ภาคผนวก ข.4 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของคอลัมน์

หัวฉีดมีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 มม.

$m \simeq 2$

Ve = 8.7 ลิตร/ชม. $m = \frac{Vc}{Vd}$ = 1.93

Vd = 4.5 " f = 21 รอบ/นาที

Vc+Vd = 13.5 "

a	0.7	1.2	1.7	2.2	2.7	3.2
af	0.245	0.420	0.595	0.770	0.945	1 .120
cm^3 NaOH ครั้งที่ 1	37.1	21.3	16.6	16.7	19.5	24 .1
" " 2	34.7	23.1	18.6	18.9	20.2	23.8
" " 3	35.8	19.4	18.0	16.9	19.7	23 .1
ค่าเฉลี่ย 3 ครั้ง	35.87	21.27	17.73	17.50	19.80	23.67
Y_s	0.7173	0.4253	0.3547	0.3500	0.3960	0.4734
ประสิทธิภาพ,%	14.01	49.01	57.48	58.04	52.53	43.25
cm^3 NaOH ครั้งที่ 1	6.2	21.1	26.3	20.5	22.3	19.4
" " 2	4.7	20.4	27.5	22.8	24.1	20.1
" " 3	6.6	19.8	25.3	21.4	23.2	19.5
ค่าเฉลี่ย 3 ครั้ง	5.83	20.43	26.37	21.57	23.20	19.67
X_{ex}	0.1166	0.4086	0.5274	0.4314	0.4640	0.3934
$Y_s = Y_{in} - X_{ex}$	0.7176	0.4256	0.3068	0.4028	0.3702	0 .4408
% ผิดพลาด	-0.05	0.07	13.5	-15.09	6.5	6 .89

ภาคผนวก ค.1 ประสิทธิภาพของคอลัมน์กับ af

รูที่ ∅ 3 มม. m = 1

Vc = 4.5 ลิตร/ชม. $m = \frac{Vc}{Vd} = 1.0$

Vd = 4.5 " f = 21 รอบ/นาที

Vc+Vd = 9.0 "

a (cm.)	af	titrant1 (cm^3)	eff. (%)	titrant2 (cm^3)	eff. (%)	titrant3 (cm^3)	eff. (%)
0.45	0.1575	28.3	32.15	27.9	33.11	28.3	32.15
0.70	0.245	21.9	47.49	23.7	43.18	23.2	44.38
1.20	0.420	15.1	63.80	14.8	64.52	15.1	63.80
1.70	0.595	12.1	70.99	10.1	75.79	10.3	75.31
2.20	0.770	10.3	75.31	10.1	75.79	10.3	75.31
2.70	0.945	10.3	75.31	10.9	73.87	10.8	74.11
3.20	1.120	12.6	69.79	12.6	69.79	12.1	70.99
3.70	1.295	19.2	53.97	18.1	56.61	17.4	58.28

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.2 ประสิทธิภาพของคอลัมน์กับ af

รูที่ Ø 3 มม. m ≃ 2

Vc = 8.7 ลิตร/ชม. m = $\frac{Vc}{Vd}$ =1.93

Vd = 4.5 " f =21 รอบ/นาที

Vc+Vd = 13.2 "

a (cm)	af	titrant1 (cm^3)	eff. (%)	titrant2 (cm^3)	eff. (%)	titrant3 (cm^3)	eff. (%)
0.45	0.1575	25.9	37.90	26.9	35.51	27.9	33. 11
0.70	0.245	24.1	42.22	20.2	51.57	21.4	48.69
1.20	0.420	11.9	71.47	12.2	70.75	11.6	72. 19
1.70	0.595	10.9	73.87	9.2	77.94	9.9	76.26
2.20	0.770	8.3	80.10	7.8	81.30	7.8	81 . 30
2.70	0.945	7.1	82.98	7.4	82.26	7.3	82 . 50
3.20	1.120	10.6	74.59	10.8	74.11	11.3	72 . 91
3.70	1.295	15.9	61.88	16.7	59.96	16.4	60.68

ภาคผนวก ค.3 ประสิทธิภาพของคอลัมน์กับ af

รู Ø 4.5 มม. m = 1

Vc = 4.5 ลิตร/ชม. m = $\frac{Vc}{Vd}$ = 1

Vd = 4.5 " f = 21 รอบ/นาที

Vc+Vd = 9.0 "

a (cm.)	af	titrant1 (cm^3)	eff. (%)	titrant2 (cm^3)	eff. (%)	titrant3 (cm^3)	eff. (%)
0.7	0.245	36.8	11.77	38.9	6.74	38.8	6.98
1.2	0.420	24.7	40.78	25.6	38.62	26.7	35.99
1.7	0.595	25.0	40.06	25.5	38.86	24.7	40 . 78
2.2	0.770	22.4	46.30	21.9	47.49	22.3	46.54
2.7	0.945	24.1	42.22	24.0	42.46	23 . 1	44.62
3.2	1.120	25.1	39.82	25.1	39.82	25.4	39. 10

ภาคผนวก ค.4 ประสิทธิภาพของคอลัมน์กับ af

รูที่ ø 4.5 มม. m ≈ 2

Vc = 8.7 ลิตร/ชม. m = Vc/Vd = 1.93

Vd = 4.5 " f = 21 รอบ/นาที

Vc+Vd = 13.2 "

a (cm)	af	titrant1 (cm^3)	eff. (%)	titrant2 (cm^3)	eff. (%)	titrant3 (cm^3)	eff. (%)
0.7	0.245	37.1	11.05	34.7	16.81	35.8	14.71
1.2	0.420	21.3	48.93	23.1	44.62	19.4	53.49
1.7	0.595	16.6	60.20	18.6	55.41	18.0	56.84
2.2	0.770	16.7	59.96	18.9	54.69	16.9	59.48
2.7	0.945	19.5	53.25	20.2	51.57	19.7	52.77
3.2	1.120	24.1	42.22	23.8	42.93	23.1	44.62

ภาคผนวก ง.

แสดงอักษรย่อที่ใช้ในการคำนวณ

a	พื้นที่ผิว
a'	พื้นที่ผิวต่อคอลัมน์หนึ่งหน่วยปริมาตร ตารางเซนติเมตร/ลูกบาศก์เซนติเมตร
A_T	พื้นที่หน้าตัดของคอลัมน์
D_i	สัมประสิทธิการกระจายตามแนวแกนของเฟส i , ตารางเซนติเมตร/วินาที
F_x	ความเร็วของเฟส x มีค่า = $\emptyset U_x$ (SUPERFICIAL VELOCITY)
F_y	ความเร็วของเฟส y มีค่า = $(1-\emptyset)U_y$ (SUPERFICIAL VELOCITY)
G_i	อัตราการไหลโดยปริมาตรของ i มีค่า = $A_T F_i$
J_i	$= -D_i \frac{dCi}{dZ}$ ถ้า U_i มีทิศทางเดียวกับ Z
	$= +D_i \frac{dCi}{dZ}$ U_i มีทิศทางตรงกันข้ามกับ Z
K_i	สัมประสิทธิการถ่ายเทมวลสารทั้งหมดของเฟส i , เซนติเมตร/วินาที
L	ความยาวของคอลัมน์
m	อิควิลิเบรียม คอนสแตนท์
P_i	เพคเคลท นัมเบอร์ ของเฟส i มีค่า $= \frac{U_i L}{D_i}$
R_i	จำนวนหน่วยส่งผ่านแท้จริงของเฟส i $= \frac{K_i aL}{U_i}$
U_i	ความเร็วที่แท้จริงของเฟส i, เซนติเมตร/วินาที
X, Y	ความเข้มข้นของเฟส X และ Y ตามลำดับ, มิลลิกรัมของตัวถูกละลาย/ลิตร
z	หน่วยความยาว
$\emptyset$	อัตราส่วนระหว่างปริมาตรของดิสเพอส์เฟสกับปริมาตรของคอลัมน์ทั้งหมด

ยี่ห้าย

i	หมายถึงเฟส์ X หรือ Y
in	หมายถึงที่จุดเข้า
out	หมายถึงที่จุดออก
x,y	เฟส์ X และเฟส์ Y

ยี่อบน

*	ที่สมดุลย์

ภาคผนวก จ.

แสดงการหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่ผิวของเม็ดหยดที่ความยาวคอลัมน์ 21.5, 47.5 และ 87.5 เซนติเมตร

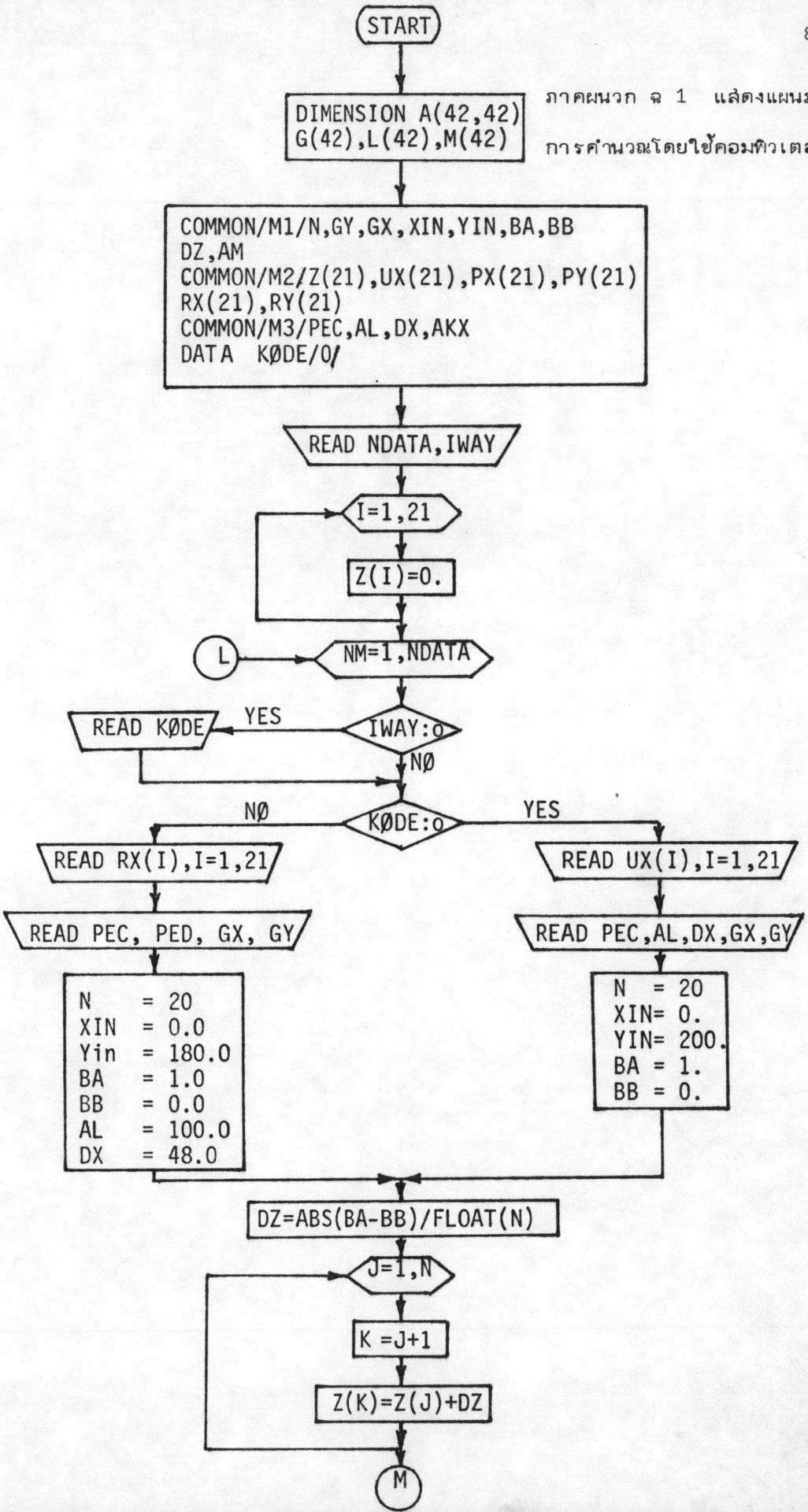
เส้นผ่าศูนย์กลาง	ความถี่ (%)			จำนวนเม็ดหยด (%)			ปริมาตรเม็ดหยด		
	12.5	47.5	87.5	12.5	47.5	87.5	12.5	47.5	87.5
0.1542552	3.1	3.6	3.6	4.46	4.61	5.21	0.0086	0.0089	0.0100
0.2606381	7.5	13.1	10.6	10.79	16.77	15.34	0.1091	0.1556	0.1423
0.3670210	8.4	14.4	13.2	12.09	18.44	19.10	0.3131	0.4775	0.4947
0.4734039	17.5	8.3	7.5	25.18	10.83	10.85	1.3993	0.5906	0.6032
0.5797868	9.4	11.9	5.8	13.53	15.24	8.39	1.3813	1.5555	0.8569
0.6861697	5.6	3.9	6.3	8.05	4.99	9.12	1.3623	0.8450	1.5429
0.7925526	9.8	4.1	6.7	14.10	5.25	9.70	3.6769	1.3690	2.5285
0.8989355	1.3	6.3	5.7	1.87	8.07	8.25	0.7115	3.0694	3.1387
1.0053184	3.6	8.7	7.0	5.18	11.14	10.13	2.7569	5.9286	5.3915
1.1117013	3.3	3.8	2.7	4.75	4.86	3.91	3.4185	3.5016	2.8121
รวม	69.5	78.1	69.1	100	100	100	15.1285	17.5017	17.5208

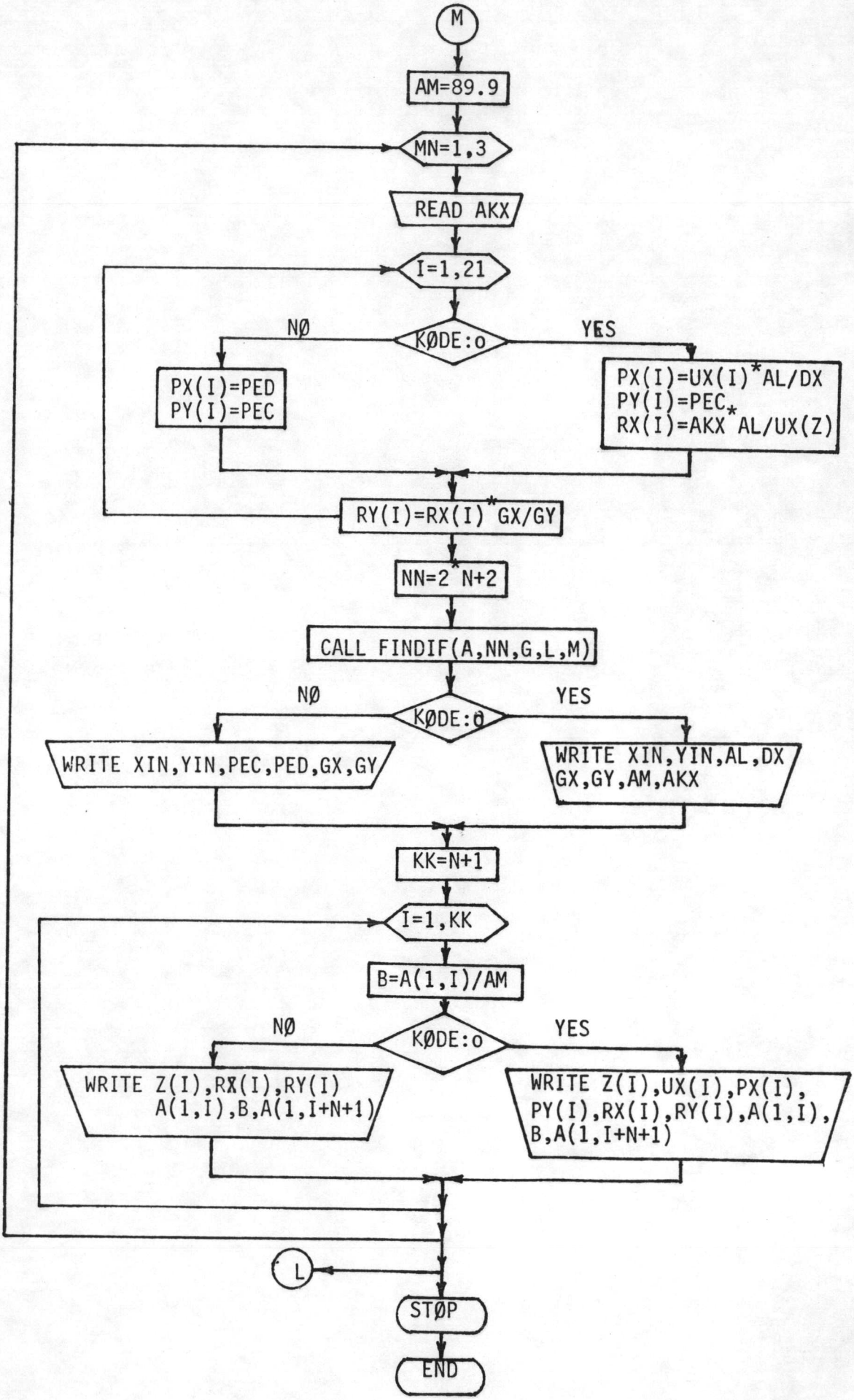
ปริมาตรเฉลี่ยต่อเม็ดหยด V_{avg}			เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย $D=\sqrt[3]{V_{avg}} \times 6/\pi$			พื้นที่ผิวของเม็ดหยด $=\pi D^2$		
12.5	47.5	87.5	12.5	47.5	87.5	12.5	47.5	87.5
0.151285	0.175017	0.175208	0.66101	0.69400	0.69425	1.373218	1.513314	1.514417

พื้นที่เฉลี่ยทั้งคอลัมน์ A_{avg} $= \dfrac{1.373218 + 1.513314 + 1.5144171}{3}$

$= 1.466983$ (มิลลิเมตร)^2

ภาคผนวก ฉ 1 แสดงแผนภาพการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์




M
AM=89.9
MN=1,3
READ AKX
I=1,21
NØ
KØDE:o
YES
PX(I)=PED
PY(I)=PEC
PX(I)=UX(I)*AL/DX
PY(I)=PEC*
RX(I)=AKX*AL/UX(Z)
RY(I)=RX(I)*GX/GY
NN=2*N+2
CALL FINDIF(A,NN,G,L,M)
NØ
KØDE:ø
YES
WRITE XIN,YIN,PEC,PED,GX,GY
WRITE XIN,YIN,AL,DX
GX,GY,AM,AKX
KK=N+1
I=1,KK
B=A(1,I)/AM
NØ
KØDE:o
YES
WRITE Z(I),RX(I),RY(I)
A(1,I),B,A(1,I+N+1)
WRITE Z(I),UX(I),PX(I),
PY(I),RX(I),RY(I),A(1,I),
B,A(1,I+N+1)
L
STØP
END

```
DOS FORTRAN IV 360N-FO-479 3-8          MAINPGM          DATE  17/0

C       TEST NO. 2
C
C       BOUNDARY VALUE PROBLEM
C
C       N=NUMBER OF INTERVALS REQUIRED
C       BA,BB=BOUNDARY POINTS (HERE:Z=0 AND Z=1)
C       A=(2*N+2,2*N+2)ARRAY,A COEFFICIENT MATRIX
C       G=(2*N+2)ARRAY,A CONSTANT COLUMN MATRIX
C       L,M=WORK VECTORS OF LENGTH 2*N+2,WHICH WERE
C       USED IN SUBROUTINE MINV
C
0001            DIMENSION A(42,42),C(42),L(42),M(42)
0002            COMMON/M1/A,GY,GX,XIN,YIN,BA,BB,DZ,AM
0003            COMMON/M2/Z(21),UX(21),PX(21),PY(21),RX(21),RY(21
0004            COMMON/M3/ PEC,AL,DX,AKX
0005            DATA KODE /0/
0006            READ (1,90) NDATA, IWAY
0007         90 FORMAT (I3,I2)
0008            DO 91 I=1,21
0009         91 Z(I)=0.
0010            DO 1000 NM=1,NDATA
0011            IF (IWAY.NE.0) READ (1,2001) KODE
0012       2001 FORMAT (I5)
0013            IF (KODE.NE.0) GO TO 500
0014            READ(1,101) (UX(I),I=1,21)
0015        101 FORMAT(21F3.2)
0016            READ(1,102) PEC,AL,DX,GX,GY
0017        102 FORMAT(5F7.3)
0018            N=20
0019            XIN=0.
0020            YIN=200.
0021            BA=1.
0022            BB=0.
0023            GO TO 501
0024        500 READ (1,2002) (RX(I),I=1,21)
0025       2002 FORMAT (8F10.0)
0026            DO 597 IJK = 1, 21
0027            RX(IJK) = RX(IJK)*10.0 * 5.0
0028        597 CONTINUE
0029            READ (1,2003) PEC,PED,GX,GY
0030       2003 FORMAT (4F10.0)
0031            N = 20
0032            XIN = 0.0
0033            YIN = 180.0
0034            BA = 1.0
0035            BB = 0.0
0036            AL = 100.0
0037            DX = 48.0
0038        501 CONTINUE
C
C       COMPUTED STEP INTERVAL
C
0039            DZ=ABS(BA-BB)/FLOAT(N)
0040            DO 92 J=1,N
```

```
FORTRAN IV 360N-FO-479 3-8          MAINPGM          DATE   17/01/81

                K=J+1
  92          Z(K)=Z(J)+DZ
              AM=39.9
              DO 900 MN=1,3
              READ(1,103) AKX
 103          FORMAT(F6.4)
C
C             FIND PECLET NUMBER WHICH ARE THE FUNCTIONS OF DISTANCE Z
C
              DO 93 I=1,21
              IF (KODE.NE.0) GO TO 510
              PX(I)=UX(I)*AL/DX
              PY(I)=PEC
              RX(I)=AKX*AL/UX(I)
              GO TO 93
 510          PX(I) = PED
              PY(I) = PEC
  93          RY(I)=RX(I)*GX/GY
              NN=2*N+2
              CALL FINDIF (A,NN,G,L,M)
              IF(KODE.NE.0) GO TO 520
              WRITE(3,300) XIN,YIN,AL,DX,GX,GY,AM
 300          FORMAT(/,5X,4HXIN=,F5.1,5X,4HYIN=,F5.1,5X,2HL=,F5.1,5X,
             +3HDX=,F5.1,5X,3HGX=,F5.1,5X,3HGY=,F5.1,5X,3HAM=,F5.1)
              WRITE(3,302)
 302          FORMAT(1H ,6X,'Z',4X,'UX',6X,'PX',5X,'PY',5X,'RX',7X,'RY',
             -5X,'X',6X,'X/M',6X,'Y')
              GO TO 521
 520          WRITE (3,5000) XIN,YIN,PEC,PED,GX,GY
5000          FORMAT (/5X,'XIN=',F5.1,5X,'YIN=',F5.1,5X,'PEC=',F5.1,5X,'PED=
             1   F5.1,5X,'GX=',F5.1,5X,'GY=',F5.1)
              WRITE (3,5005)
5005          FORMAT (//2X,'Z',6X,'RX',8X,'RY',9X,'X',8X,'X/M',8X,'Y')
 521          CONTINUE
              KK=N+1
              DO 1 I=1,KK
              B=A(1,I)/AM
              IF (KODE.NE.0) GO TO 530
              WRITE(3,303)Z(I),UX(I),PX(I),PY(I),RX(I),RY(I),A(1,I),B,A(1,I+
 303          FORMAT(1H ,5X,F3.2,2X,F4.2,2X,F9.5,2X,F5.3,2X,F9.5,2X,F9.6,
             -2X,F10.5,2X,F8.5,2X,F9.5)
              GO TO 1
 530          WRITE (3,5010) Z(I),RX(I),RY(I),A(1,I),B,A(1,I+N+1)
5010          FORMAT (F5.2,5F10.4)
   1          CONTINUE
 900          CONTINUE
1000          CONTINUE
              STOP
              END
```

ภาคผนวก ฉ 3 แสดงผลการคำนวณเมื่อแปรค่าพื้นที่ผิวของเม็ดหยด

XIN= 0.0 YIN=180.0 PEC= 17.0 PED= 10.7

GX = 1.0 GY = 40.0

Z	RX	RY	X	X/M	Y
0.00	5.6400	0.1410	1004.3413	11.1718	178.5660
0.05	5.7900	0.1447	1004.3408	11.1718	177.3467
0.10	5.9500	0.1487	984.0366	10.9459	176.1033
0.15	6.1000	0.1525	951.5647	10.5847	174.8373
0.20	6.2450	0.1561	911.6531	10.1407	173.5516
0.25	6.3700	0.1592	867.0542	9.6447	172.2510
0.30	6.4500	0.1612	819.4182	9.1148	170.9418
0.35	6.5250	0.1631	769.8628	8.5635	169.6258
0.40	6.5850	0.1646	719.0457	7.9983	168.3070
0.45	6.6250	0.1656	667.4001	7.4238	166.9878
0.50	6.6500	0.1662	615.2444	6.8437	165.6719
0.55	6.6500	0.1662	562.8132	6.2604	164.3619
0.60	6.6500	0.1662	510.3247	5.6766	163.0583
0.65	6.6500	0.1662	457.9038	5.0935	161.7617
0.70	6.6550	0.1664	405.6221	4.5119	160.4734
0.75	6.6550	0.1664	353.5034	3.9322	159.1989
0.80	6.6550	0.1664	301.5767	3.3546	157.9493
0.85	6.6550	0.1664	249.8554	2.7793	156.7537
0.90	6.6600	0.1665	198.3396	2.2062	155.6842
0.95	6.6650	0.1666	146.9961	1.6351	154.9225
1.00	6.6700	0.1667	95.7629	1.0652	154.9225

ภาคผนวก ฉ 4 แสดงผลการคำนวณเมื่อใช้ค่าพื้นที่ผิวเฉลี่ย

XIN= 0.0 YIN=180.0 PEC= 17.0 PED= 10.7
GX = 1.0 GY = 40.0

Z	RX	RY	X	X/M	Y
0.01	6.4526	0.1613	999.2366	11.1150	178.4314
0.05	6.4526	0.1613	999.2366	11.1150	177.0983
0.10	6.4526	0.1613	976.6340	10.8636	175.7729
0.15	6.4526	0.1613	941.1150	10.4685	174.4550
0.20	6.4526	0.1613	898.2583	9.9917	173.1431
0.25	6.4526	0.1613	851.2734	9.4691	171.8377
0.30	6.4526	0.1613	802.0112	8.9211	170.5380
0.35	6.4526	0.1613	751.5334	8.3597	169.2444
0.40	6.4526	0.1613	700.4561	7.7915	167.9564
0.45	6.4526	0.1613	649.1255	7.2205	166.6743
0.50	6.4526	0.1613	597.7478	6.6490	165.3978
0.55	6.4526	0.1613	546.4397	6.0783	164.1272
0.60	6.4526	0.1613	495.2649	5.5091	162.8629
0.65	6.4526	0.1613	444.2637	4.9418	161.6050
0.70	6.4526	0.1613	393.4553	4.3766	160.3557
0.75	6.4526	0.1613	342.8521	3.8137	159.1191
0.80	6.4526	0.1613	292.4592	3.2532	157.9073
0.85	6.4526	0.1613	242.2765	2.6950	156.7479
0.90	6.4526	0.1613	192.2966	2.1390	155.7113
0.95	6.4526	0.1613	142.4998	1.5851	154.9733
1.00	6.4526	0.1613	92.8338	1.0326	154.9733

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายบวร วงศ์สินอุดม เกิดเมื่อวันที่ 26 มิถุนายน พศ. 2497 ที่อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี เริ่มเข้ารับการศึกษาเบื้องต้นที่โรงเรียนวัดชัยมงคล "รัฐบำรุง", โรงเรียนบางมูลนาก "ราษฎร์อุทิศ" และโรงเรียน บางมูลนาก "ภูมิวิทยาคม" โดยลำดับ จบการศึกษาระดับเตรียมอุดมศึกษา จากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร ในปี พศ. 2514 และได้รับปริญญาตรีทางด้านวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พศ. 2518 หลังจากสำเร็จการศึกษาแล้วได้ทำงานเป็นอาจารย์พิเศษ ณ สถาบันที่สำเร็จการศึกษามา

ในปี พศ. 2519 ได้รับทุนการศึกษาจาก ศาสตราจารย์ ดร. บุญรอด บิณฑสันต์ และจากบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อการศึกษาในระดับปริญญาโท แผนกวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปี พศ. 2520 เข้าทำงานเป็นวิศวกรฝ่ายผลิตที่บริษัทสยามแมนูแฟคเจอร์เรอร์ (ประเทศไทย) จำกัด

ปี พศ. 2521 ถึงปัจจุบัน ทำงานที่บริษัท อมรพันธุ์นคร จำกัด หน้าที่ประสานงานโครงการส่วนสยาม (ซึ่งต่อมาเป็นบริษัทอมรพันธุ์นคร-ส่วนสยาม จำกัด)

ปี พศ. 2523 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย