รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา และสาโรช ฐิติเกียรติพงศ์. วัสดุในงานวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2538.

บรรเลง ศรนิล. การใช้สารเพิ่มเนื้อและสารเสริมแรงในเทอร์โมพลาสติก. วารสารพลาสติก. 10 (มี.ค. - เม.ย. 2537) : 15-22.

เบญญา เชิดหิรัญกร และ กัลยา ตั้งจารุวัฒนชัย. การศึกษาสมบัติเชิงกลและโครงสร้างจุลภาคของวัสดุที่มีเส้นใยเสริมแรง. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ประสิทธิ์ สุมนัสวรพันธุ์. อิทธิพลของตัวเติมที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของพลาสติกโพลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาเทคโนโลยีปิโตรเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

วิฑูรย์ ศิริไพบูลย์. การใช้สารเติมแต่งในกระบวนการผลิตโพลิเมอร์. วารสารพลาสติก. 10 (พ.ค. - มิ.ย. 2537) : 53-56.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และ จันทนา จันทโร. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Broutman, L. J. Fiber Reinforced Plastics. Department of Mechanics, IIT.

Crawford, R. J. Plastics Engineering. 2nd ed. Singapore : Maxwell Macmillan Interational Editions, 1987.

Corten, H. T. Micromechanics and Fracture Behavior of Composites. University of Illinois.

D 256-92, Standard Test Methods for Impact Resistance of Plastics and Electrical Insulating material, American Society for testing and Materials, Philadelphia, PA(1994)

D 638-94b, Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics, ASTM Standards and Literature References for Composite Materials, 2b ed., American Society for testing and Materials, Philadelphia, PA(1994)

D 792-91, Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement, American Society for testing and Materials, Philadelphia, PA(1996)

D 2240-91, Standard test Method for Rubber Property-Durometer Hardness, American Society for testing and Materials, Philadelphia, PA(1994)

Gibson, R. F. Principles of Composite Material Mechanics. New York : McGraw-Hill Inc., 1994.

Helwig, J. T. and Council, K. A., SAS User 's Guide. North Carolina : SAS Institute, 1979.

Katz, H. S. and Milewski, J. V. Handbook of Fillers and Reinforcements for Plastics. New York : Van Nostrand Reinhold, 1978.

Kim, H. C., Glenn, L. W., et al . Selecting Long-Glass Fiber / Thermoplastics for Creep Resistance. Plastics Engineering. (January 1997) : 39-40.

Mascia, L. Thermoplastics : Materials Engineering. 2nd ed. London and New York : Elsevier Applied Science, 1989.

Montgomery, D. C., Design and Analysis of Experiments 3rd ed. Singapore : John Wiley & Sons, 1991.

Morgan P. Glass reinforced Plastics. New York : British Plastics, 1954.

Nass, L. I. And Heiberger, C. A. Encyclopedia of PVC. 2nd ed. Vol 1-3. New York : Dekker, 1985.

Vykarnam, M. N. and Drzal, L. T. A New Process for Aligned Chopped fibers in Composites. Plastics Engineering, (January 1997) : 35-37.

U. S. Patent 3,671,378 Baer, M., et al., Glass Fiber Reinforced Composite and Method of Making Same, Jun. 20, 1972

U. S. Patent 4,767,817 Lee, B., Mechanically Compatible, Polyphase Blend of Poly(Vinyl Chloride), Chlorinated Polyolefin, Polyolefin, andGraft Copolymer of Polyolefin, and Rigid Fiber-Reinforced Composite Thereof, Aug. 30, 1988

U. S. Patent 4,801,627 Rahrig, D. B., Magistro, A.J., et al., Glass Fiber Reinforced Vinyl Chloride Polymer Products and Process for their Preparation, Jan. 31, 1989

U. S. Patent 4,874,858 Magistro A. J., Triazine-Containing Multisilane Coupling Agents for Coating Glass Fibers, for Adhesives, and for Protective Coatings, Oct. 17, 1989

U. S. patent 5,008,145 Kinson, P. L., Faber, E. M., et al., Glass Fiber Reinforced Poly(Vinyl Cholride) Blend with Improved Heat Distortion and Tensile Strength, Apr. 16, 1991

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก - ก

ข้อมูลผลการทดลองสมบัติทางกายภาพ และเชิงกล

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลของความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ที่ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

การทดลอง	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	ทดลองครั้งที่ 1		ทดลองครั้งที่ 2	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A	0	1.43305	0.02114	1.43492	0.01510
	10	1.47720	0.00615	1.46863	0.00131
	20	1.53610	0.00591	1.43435	0.01905
	30	1.59907	0.01200	1.59131	0.00005
	40	1.67177	0.01230	1.62184	0.02183
B	0	1.39228	0.00647	1.38078	0.01298
	10	1.44491	0.01208	1.44368	0.01341
	20	1.50254	0.00542	1.49969	0.02018
	30	1.57757	0.01143	1.56068	0.01281
	40	1.63483	0.01810	1.60713	0.03657
C	0	1.35274	0.00166	1.32471	0.02294
	10	1.37242	0.02620	1.38858	0.00229
	20	1.38411	0.02079	1.40844	0.01347
	30	1.42492	0.07269	1.44817	0.00589
	40	1.59589	0.04165	1.53029	0.01181
D	0	1.31314	0.00285	1.29712	0.01170
	10	1.35956	0.00112	1.29063	0.07732
	20	1.42926	0.00248	1.38135	0.01102
	30	1.47165	0.00923	1.44548	0.01136
	40	1.55436	0.00898	1.52423	0.00576

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงข้อมูลของความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ที่ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

การทดลอง	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	ทดลองครั้งที่ 1		ทดลองครั้งที่ 2	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
D	0	1.44073	0.03584	1.42343	0.00147
	10	1.45417	0.00675	1.38867	0.04012
	20	1.52259	0.01161	1.51417	0.01011
	30	1.58362	0.00806	1.59562	0.01335
	40	1.63145	0.00772	1.66419	0.01132
F	0	1.38882	0.03521	1.38524	0.00828
	10	1.44908	0.00332	1.43160	0.01239
	20	1.50743	0.00353	1.49320	0.0711
	30	1.52666	0.00448	1.53807	0.01595
	40	1.60985	0.01047	1.62289	0.00251

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลของความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงดึง (Tensile Strength) ที่ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

หน่วย : กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

การทดลอง	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	ทดลองครั้งที่ 1		ทดลองครั้งที่ 2	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A	0	533.221	14.779	550.817	17.982
	10	453.842	15.154	486.710	10.949
	20	448.306	16.373	367.705	12.317
	30	339.318	18.499	335.871	17.002
	40	357.598	10.175	322.605	25.008
B	0	488.542	5.2235	494.462	18.927
	10	394	14.227	413.338	3.250
	20	371.539	20.209	409.231	19.738
	30	364.986	17.792	391.000	14.269
	40	334.984	23.776	359.380	10.204
C	0	295.779	21.630	270.711	14.778
	10	240.727	16.631	239.800	20.322
	20	205.335	10.367	227.296	2.832
	30	183.442	18.897	212.134	13.219
	40	155.819	18.417	165.540	25.482
D	0	315.049	10.206	319.050	20.189
	10	236.126	11.139	251.255	15.227
	20	217.945	17.651	206.032	17.277
	30	197.906	13.673	202.916	16.075
	40	181.456	24.378	196.857	21.954
E	0	528.830	12.957	536.874	12.601
	10	430.843	16.615	423.134	2.508
	20	380.933	9.467	388.033	12.010
	30	320.794	19.463	317.899	16.956
	40	392.957	7.687	301.450	19.625
F	0	516.461	14.419	482.908	18.761
	10	412.836	14.503	461.959	14.263
	20	379.189	21.486	387.763	17.664
	30	328.818	16.605	332.101	19.625
	40	263.873	17.009	361.014	16.489

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลของเปอร์เซ็นต์ความยืดหยุ่น (% Elongation) ที่ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

การทดลอง	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	ทดลองครั้งที่ 1		ทดลองครั้งที่ 2	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A	0	25.100	4.2226	27.450	2.9783
	10	8.003	0.7234	10.805	1.7881
	20	5.293	1.1514	4.033	0.8491
	30	2.280	0.9906	2.424	0.4303
	40	1.746	0.8757	1.715	0.4618
B	0	28.180	1.3971	28.740	3.1801
	10	15.500	3.5341	23.300	0.2646
	20	4.140	0.9583	4.394	1.1516
	30	1.977	0.1514	2.497	0.3308
	40	1.582	0.5905	2.236	0.8539
C	0	218.000	11.2694	202.667	5.0332
	10	60.975	10.4398	51.500	6.0811
	20	25.625	0.8261	27.825	0.8808
	30	19.025	0.9032	18.467	0.4933
	40	14.325	2.0549	6.123	0.8352
D	0	196.800	12.5579	191.000	5.2915
	10	53.800	7.6079	35.467	2.8989
	20	25.267	3.0006	24.067	2.4583
	30	8.617	0.5777	8.492	0.4584
	40	9.538	1.2801	6.320	0.9226
E	0	37.020	2.1811	38.160	0.9607
	10	5.040	0.8762	7.240	1.5744
	20	4.486	0.9857	6.443	1.5250
	30	4.164	1.2655	1.777	0.9096
	40	1.218	0.5046	1.426	0.2486
F	0	49.533	5.6580	42.833	8.4560
	10	8.660	0.5976	7.875	1.8637
	20	3.114	0.8635	2.755	1.0819
	30	1.999	0.5204	2.998	0.9133
	40	2.380	0.6084	1.739	0.7424

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลของโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงดึง (Young 's Modulus) ที่ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

หน่วย : กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

การทดลอง	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	ทดลองครั้งที่ 1		ทดลองครั้งที่ 2	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A	0	21840.28	1530.03	21777.76	702.72
	10	24842.53	1217.36	23802.14	1492.24
	20	28140.76	1592.64	26064.48	2166.20
	30	32264.66	1291.62	32419.96	1270.24
	40	40300.25	1204.86	42454.61	1227.04
B	0	20740.11	1471.15	20800.57	817.58
	10	23587.52	1406.32	27856.46	1843.57
	20	27492.13	1779.58	32468.99	1934.70
	30	32287.6	1463.42	38275.30	1767.86
	40	31672.21	1833.21	39488.03	2066.03
C	0	7561.71	583.14	5260.45	209.67
	10	9523.69	1611.38	12238.79	863.68
	20	19270.56	1677.02	21988.95	1641.84
	30	25311.16	1071.92	28126.79	1334.71
	40	31551.14	1529.34	27901.4	1655.69
D	0	6062.68	76.62	8408.35	332.32
	10	11573.74	443.92	11629.82	518.32
	20	18616.10	1023.62	21388.79	1679.47
	30	22152.00	1112.13	23607.06	1487.02
	40	33413.96	1345.53	30945.19	1587.06
E	0	19855.90	1157.89	19929.54	469.65
	10	23852.99	1387.23	23982.48	966.02
	20	27881.63	1579.00	25472.51	1548.58
	30	30733.91	1395.05	28909.45	892.91
	40	35296.82	1472.89	33872.75	1168.37
F	0	20497.11	1223.51	20952.71	0
	10	24170.41	1551.87	24706.44	695.82
	20	26552.63	1574.45	26926.54	758.34
	30	31268.91	1647.35	33480.39	1759.78
	40	34006.71	1901.82	36710.01	1419.31

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลของความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกระแทก (Impact Strength) ที่ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

หน่วย : กิโลกรัม - เซนติเมตร / เซนติเมตร

การทดลอง	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	ทดลองครั้งที่ 1		ทดลองครั้งที่ 2	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A	0	4.9422	0.9058	4.7233	1.2020
	10	3.266	0.5037	3.1271	0.7119
	20	3.6846	0.9159	3.5313	1.6009
	30	3.7539	0.5282	3.6945	1.2224
	40	3.7111	0.5741	3.6081	0.3835
B	0	10.8295	2.7542	4.03	3.776
	10	5.4333	2.0108	4.695	1.1485
	20	5.7539	1.6561	5.0139	1.6234
	30	6.0305	1.5677	6 47635	1.4302
	40	5.7267	0.2820	5.6159	0.5603
C	0	3.822	2.6643	4.0049	0.7299
	10	3.2827	1.5090	3.2672	1.5064
	20	4.4305	1.3361	4.667	0.8709
	30	4.8497	1.3733	4.7235	1.3901
	40	4.2365	1.0591	4.5361	1.6418
D	0	18.4975	10.1238	11.9016	2.8391
	10	3.4033	0.7799	4.2414	1.3445
	20	4.2353	0.7550	4.9537	0.9965
	30	6.4478	0.3968	6.6158	1.4481
	40	3.861	1.3280	3.9597	0.2873
E	0	6.7289	2.3993	4.3638	2.2764
	10	3.7774	1.2702	3.5595	1.9980
	20	4.2857	1.7492	4.1785	1.8768
	30	4.7023	0.9286	4.4407	1.2342
	40	4.1588	1.0893	4.4443	0.6561
F	0	11.9985	2.9384	11.3692	0.4165
	10	6.8653	1.4632	6.6480	1.3632
	20	7.2449	2.2072	7.5863	1.2316
	30	7.4198	2.5812	8.4192	1.2610
	40	5.7054	0.7659	5.6584	0.4203

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลของความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด (Compressive Strength) ในแนว Longitudinal ที่ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

หน่วย : กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

การทดลอง	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	ทดลองครั้งที่ 1		ทดลองครั้งที่ 2	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A	0	3708.13	3.005	3706.00	6.010
	10	3703.88	9.015	3697.50	6.010
	20	3712.38	3.005	3699.63	9.015
	30	3706.00	6.010	3706.00	0
	40	3701.75	6.010	3712.38	3.005
B	0	3699.63	9.015	3703.88	9.015
	10	3703.88	3.005	3703.88	9.015
	20	3708.13	3.005	3703.88	9.015
	30	3703.88	3.005	3701.75	6.010
	40	3714.50	0	3703.88	9.015
C	0	3701.75	6.010	3699.63	21.036
	10	3703.88	3.005	3697.50	0
	20	3697.50	0	3706.00	12.020
	30	3697.50	0	3708.13	3.005
	40	3708.13	3.005	3706.00	6.010
D	0	3703.88	9.015	3706.00	0
	10	3703.88	3.005	3706.00	6.010
	20	3706.00	6.010	3710.25	6.010
	30	3701.75	0	3693.25	0
	40	3701.75	6.010	3693.25	0
E	0	3689.00	6.010	3706.00	6.010
	10	3699.63	3.005	3701.75	12.020
	20	3703.88	3.005	3708.13	3.005
	30	3708.13	3.005	3699.63	9.015
	40	3699.63	3.005	3699.63	3.005
F	0	3710.25	0	3706.00	6.010
	10	3701.75	6.010	3697.50	6.010
	20	3708.13	3.005	3703.88	9.015
	30	3699.63	9.015	3701.75	6.010
	40	3710.25	6.010	3699.63	3.005

ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลของความแข็งแรงของวัสดุภายใต้แรงกด (Compressive Strength) ในแนว Transverse ที่ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

หน่วย : กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

การทดลอง	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	ทดลองครั้งที่ 1		ทดลองครั้งที่ 2	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A	0	2221.9	3.895	2222.75	6.417
	10	2223.6	4.416	2226.15	0
	20	2221.05	2.55	2218.5	0
	30	2223.6	4.416	2223.6	2.55
	40	2223.6	4.416	2226.15	0
B	0	2221.9	3.895	2221.9	2.944
	10	2220.2	2.944	2221.9	2.944
	20	2223.6	2.55	2221.05	4.416
	30	2221.9	3.895	2222.75	2.944
	40	2221.9	5.888	2221.9	5.308
C	0	2075.87	253.696	2221.05	5.1
	10	2220.2	3.895	2222.75	1.472
	20	2222.75	6.417	2221.05	5.1
	30	2222.75	1.472	2225.3	1.472
	40	1973.7	213.082	2222.75	5.888
D	0	1933.41	257.462	1828.35	389.031
	10	2215.1	2.944	2220.2	3.895
	20	2221.9	1.472	2221.9	1.472
	30	2221.05	5.1	2224.45	2.944
	40	2225.3	5.888	2224.45	2.944
E	0	2222.75	2.944	2224.45	5.308
	10	2227.85	1.472	2221.05	4.416
	20	2223.6	2.55	2224.45	2.944
	30	2226.15	0	2221.9	3.895
	40	2223.6	2.55	2222.75	5.888
F	0	2224.45	5.308	2219.35	1.472
	10	2224.45	1.472	2224.45	3.895
	20	2220.2	1.472	2224.45	3.895
	30	2221.9	1.472	2223.6	4.416
	40	2221.9	1.472	2223.6	2.55

ตารางที่ 8 แสดงข้อมูลของโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด (Compressive Modulus) ในแนว Longitudinal ที่ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

หน่วย : กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

การทดลอง	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	ทดลองครั้งที่ 1		ทดลองครั้งที่ 2	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A	0	13061.66	548.298	12306.94	0
	10	12101.92	1633.353	13783.78	0
	20	14273.64	119.443	15200.45	703.921
	30	15121.00	266.675	14614.50	1377.868
	40	24124.39	8710.735	14358.10	0
B	0	12082.72	1059.806	12922.29	0
	10	13927.36	1286.010	13947.87	580.155
	20	14315.87	2090.264	16511.82	3045.814
	30	14358.10	0	17229.72	0
	40	17266.54	1301.630	19383.44	3045.814
C	0	6903.49	164.084	5717.13	775.298
	10	7210.96	1173.202	8295.79	0
	20	9572.07	902.463	6837.19	6575.092
	30	10337.83	0	9920.14	0
	40	5743.24	0	9763.51	0
D	0	6787.46	0	5743.24	2707.390
	10	13461.81	86.144	6891.89	0
	20	8933.93	1804.927	11768.32	3970.382
	30	8614.86	1624.434	8438.14	562.304
	40	10964.37	738.379	8144.96	1772.110
E	0	13397.79	1542.685	13560.43	1128.079
	10	17229.72	0	14358.10	0
	20	16409.26	0	17229.72	0
	30	20014.33	1230.632	17040.39	892.546
	40	17671.51	0	19144.14	5414.781
F	0	12943.07	806.723	12271.66	1110.404
	10	14358.10	0	13935.81	597.218
	20	14719.15	126.157	14727.89	522.964
	30	15862.29	773.540	15315.31	0
	40	16423.03	672.558	15862.29	773.540

ตารางที่ 9 แสดงข้อมูลของโมดูลัสความยืดหยุ่นภายใต้แรงกด (Compressive Modulus) ในแนว Transverse ที่ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

หน่วย : กิโลกรัม / ตารางเซนติเมตร

การทดลอง	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	ทดลองครั้งที่ 1		ทดลองครั้งที่ 2	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A	0	7969.57	1064.58	5821.22	1067.08
	10	9358.86	477.96	9871.95	611.12
	20	9076.27	0	10147.78	705.88
	30	10419.87	27.49	9403.65	530.62
	40	8913.51	1114.13	10556.54	707.72
B	0	6477.11	572.95	7549.40	174.24
	10	8675.98	964.96	7316.01	1108.50
	20	9239.81	839.64	10423.89	1069.28
	30	9648.65	1193.71	10376.20	555.61
	40	12497.88	436.68	8568.73	353.74
C	0	3359.04	1147.91	5877.25	165.79
	10	6706.70	681.71	5871.41	315.54
	20	6122.86	1124.57	6190.45	1127.33
	30	7595.77	311.15	6561.93	635.86
	40	6120.00	0	6098.15	904.21
D	0	5081.62	1014.13	3029.40	1749.02
	10	4917.23	3879.82	5833.64	1101.88
	20	7040.27	853.86	7657.66	530.54
	30	7879.49	676.85	7589.77	1094.48
	40	6225.09	989.77	6612.63	112.22
E	0	7344.00	0	6531.92	713.47
	10	8042.91	1489.03	9704.10	35.46
	20	10337.84	0	11033.65	0
	30	10395.35	410.78	10850.49	305.76
	40	9831.85	1766.68	11045.79	557.97
F	0	8476.45	0	6128.01	1522.98
	10	9180.00	0	8068.18	962.86
	20	9252.40	940.02	9747.47	579.26
	30	9252.40	940.02	10183.83	936.37
	40	8344.59	1945.06	8247.33	1836.81

ตารางที่ 10 แสดงข้อมูลของความแข็ง (Hardness) ที่ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง

หน่วย : Shore D

การทดลอง	เส้นใยแก้ว (% โดยน้ำหนัก)	ทดลองครั้งที่ 1		ทดลองครั้งที่ 2	
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A	0	82.2	1.095	86.2	1.643
	10	86.4	1.517	86.2	1.304
	20	86.8	0.837	88.4	2.074
	30	88.2	1.789	85.2	3.633
	40	88.0	1.414	86.8	0.837
B	0	82.8	0.837	84.4	1.140
	10	84.6	1.140	80.8	2.490
	20	82.4	2.074	85.8	0.447
	30	82.2	0.837	87.2	1.483
	40	87.8	1.483	87.2	0.837
C	0	79.2	1.483	78.8	1.304
	10	71.4	2.074	79.4	0.894
	20	80.6	1.140	80.8	0.837
	30	81.2	0.837	81.0	1.000
	40	81.8	1.304	82.6	2.074
D	0	77.2	2.168	77.0	1.000
	10	73.8	1.304	76.8	2.588
	20	82.4	1.517	79.8	2.168
	30	81.8	0.837	81.2	2.168
	40	81.2	1.304	80.8	1.924
E	0	83.0	0.707	81.0	2.000
	10	85.4	0.548	84.6	0.894
	20	85.6	0.548	85.8	1.304
	30	86.2	0.837	87.4	0.548
	40	88.4	0.548	87.0	1.225
F	0	84.6	1.517	80.0	1.000
	10	83.4	1.140	84.0	0.707
	20	84.2	1.304	81.0	1.414
	30	88.2	0.837	85.4	0.548
	40	85.8	1.483	85.0	1.414

ภาคผนวก - ข

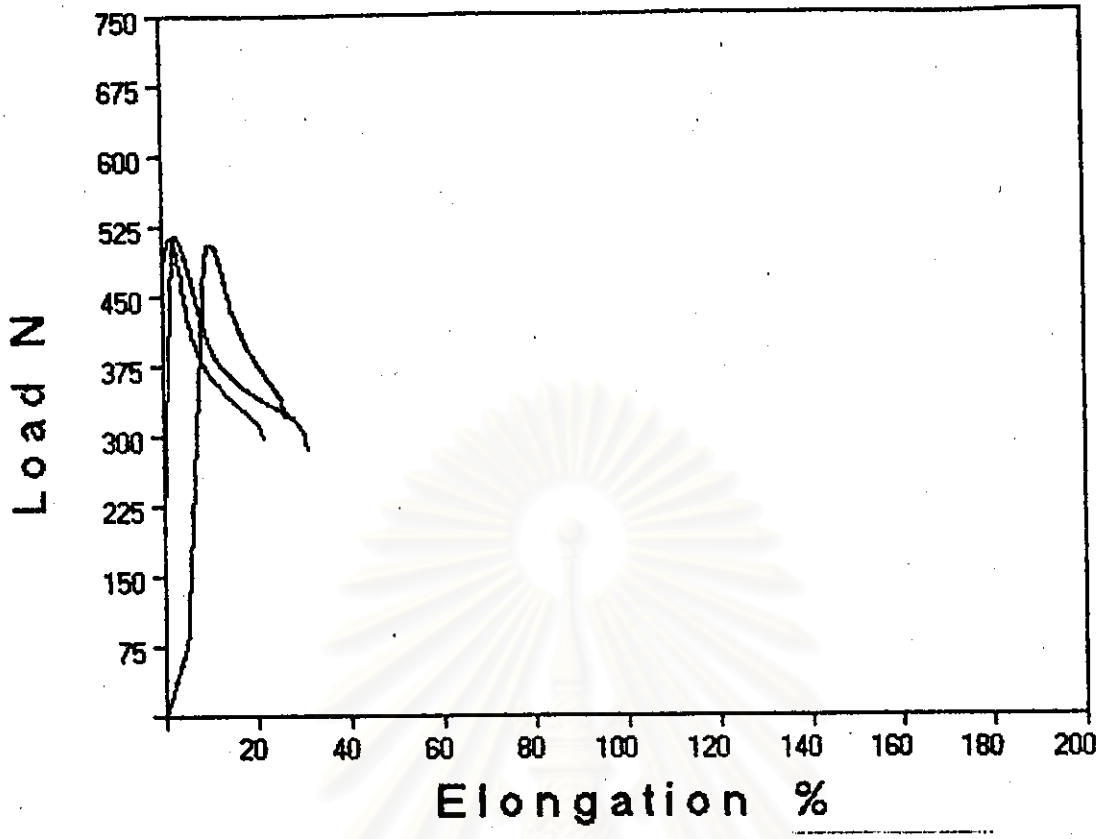
ตัวอย่างผลการทดสอบสมบัติของชิ้นงานด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง

Tensile and Elongation H500L

Product	PVC
Batch	1.1
Date	29.1.97
Name	Rachanee
Load Range	1000 N
Elongation Range	50%
Speed	5 mm / min
Preload	0 N

	Tensile	Elong
	N	%
	513	21.2
	515	30.7
	506	26.2
Mean	511	26.0
Median	513	26.2
Std.Dev.	5	4.8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



PVC - 1.1

	Tensile N	Elong %
1	513	21.2
2	515	30.7
3	506	26.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก - ค

ตัวอย่างคำสั่งโปรแกรมคำสั่ง และผลการรันโปรแกรม SAS

ตัวอย่าง การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลความถ่วงจำเพาะ

```
DATA SPECIFIC;
INPUT DOP BTA PERCENT REP SPECIFIC @@;
CARDS;
1 1 0 1 1.43305 1 1 0 2 1.43492
1 1 10 1 1.47720 1 1 10 2 1.46863
1 1 20 1 1.53610 1 1 20 2 1.43435
1 1 30 1 1.59907 1 1 30 2 1.59131
1 1 40 1 1.67177 1 1 40 2 1.62184
1 2 0 1 1.39228 1 2 0 2 1.38078
1 2 10 1 1.44491 1 2 10 2 1.44368
1 2 20 1 1.50254 1 2 20 2 1.49969
1 2 30 1 1.57757 1 2 30 2 1.56068
1 2 40 1 1.63483 1 2 40 2 1.60713
2 1 0 1 1.35273 2 1 0 2 1.32471
2 1 10 1 1.37242 2 1 10 2 1.38858
2 1 20 1 1.38411 2 1 20 2 1.40844
2 1 30 1 1.42492 2 1 30 2 1.44817
2 1 40 1 1.59589 2 1 40 2 1.53029
2 2 0 1 1.31314 2 2 0 2 1.29712
2 2 10 1 1.35955 2 2 10 2 1.29063
2 2 20 1 1.42926 2 2 20 2 1.38135
2 2 30 1 1.47165 2 2 30 2 1.44548
2 2 40 1 1.55436 2 2 40 2 1.52423
;
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
PROC ANOVA;
CLASS DOP BTA PERCENT;
MODEL SPECIFIC = DOP |BTA| PERCENT;
RUN;
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล ความถ่วงจำเพาะ

Analysis of Variance Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
DOP	2	1 2
BTA	2	1 2
PERCENT	5	0 10 20 30 40

Number of observations in data set = 40

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: SPECIFIC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	0.37399312	0.01968385	26.64	0.0001
Error	20	0.01477724	0.00073886		
Corrected Total	39	0.38877035			

R-Square	C.V.	Root MSE	SPECIFIC Mean
0.961990	1.8551312	0.02718201	1.46523400

Analysis of Variance Procedure

Dependent Variable: SPECIFIC

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
DOP	1	0.10153585	0.10153585	137.42	0.0001
BTA	1	0.00375662	0.00375662	5.08	0.0355
DOP*BTA	1	0.00009199	0.00009199	0.12	0.7279
PERCENT	4	0.25901290	0.06475322	87.64	0.0001
DOP*PERCENT	4	0.00344330	0.00086082	1.17	0.3558
BTA*PERCENT	4	0.00460780	0.00115195	1.56	0.2238
DOP*BTA*PERCENT	4	0.00154465	0.00038616	0.52	0.7202

ประวัติผู้เขียน

นางสาว รัชนี เจริญวุฒิโรจน์ เกิดเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2516 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2536 หลังจากนั้นได้เข้าทำงานที่บริษัท รีท - ไรท์ (ประเทศไทย) จำกัด แล้วเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2538

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย