

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

ตารางผนวกที่ ก1 ผลการทดลองเพื่อหาตัวแปรจากยางผสมและกระบวนการผลิตที่มีผล
ต่อการหดตัว

test sequence	experimental run number	sulphur (phr)	carbon black (phr)	mould temperature (°C)	shrinkage (%) inside diameter
1	2	0.5	5	160	3.00367
2	1	0.5	5	140	2.33581
3	8	2.5	50	160	2.87426
4	7	2.5	50	140	2.19077
5	5	2.5	5	140	2.56418
6	4	0.5	50	160	2.76158
7	6	2.5	5	160	2.84214
8	3	0.5	50	140	1.87444
9	20	0.5	50	160	2.70786
10	22	2.5	5	160	3.85776
11	21	2.5	5	140	2.64882
12	24	2.5	50	160	2.85742
13	23	2.5	50	140	2.39409
14	17	0.5	5	140	2.25041
15	19	0.5	50	140	2.16765
16	18	0.5	5	160	3.02015
17	15	2.5	50	140	2.15937
18	16	2.5	50	160	2.73482
19	12	0.5	50	160	2.51722
20	13	2.5	5	140	2.16457
21	9	0.5	5	140	2.35141
22	11	0.5	50	140	2.04585
23	14	2.5	5	160	2.83142
24	10	0.5	5	160	2.67826

ตารางผนวกที่ ก2 ผลการทดลองเพื่อหาตัวแปรจากขนาดแม่พิมพ์ที่มีผลต่อการหดตัว

test	experimental	inside diameter	cross section	shrinkage (%)
sequence	run number	(mm)	diameter (mm)	inside diameter
1	2	45	2	2.68284
2	1	45	8	2.87624
3	4	5	2	3.77568
4	3	5	8	3.06278
5	11	5	8	2.29694
6	10	45	2	3.09201
7	12	5	2	5.66934
8	9	45	8	3.33917
9	5	45	8	2.40579
10	7	5	8	3.19112
11	6	45	2	3.45412
12	8	5	2	3.19282

ตารางผนวกที่ ก3 ผลการทดลองที่ 1

Test	Experimental	Number of	Accuracy (%)		
			Inside	Cross Section	Average
Sequence	Run Number	Input	Diameter	Diameter	
1	3	4	76.2761	51.0626	63.6694
2	10	5	75.6586	77.7694	76.7140
3	1	4	76.3319	51.3988	63.8654
4	5	4	69.3234	51.1022	60.2128
5	2	5	90.2478	86.8302	88.5390
6	4	5	91.7160	87.0678	89.3919
7	6	5	89.7296	81.5474	85.6385
8	9	4	50.6522	51.6048	51.1285

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Input	Accuracy (%)		
			Inside Diameter	Cross Section Diameter	Average
9	7	4	76.3347	73.0206	74.6777
10	8	5	83.8731	85.2418	84.5575

ตารางผนวกที่ ก4 ผลทดลองครั้งที่ 2

Test Sequence	Experimental Run Number	Condition of Input Data	Average Accuracy (%)		
			Inside Diameter	Cross Section Diameter	Average
1	4	Normalization	92.4226	90.9124	91.6675
2	9	Unnormolization	83.7918	79.7088	81.7503
3	1	Unnormolization	85.0343	80.5722	82.8033
4	5	Unnormolization	72.9579	84.4862	78.7221
5	2	Normalization	92.3065	92.2355	92.2710
6	3	Unnormolization	84.9723	84.6397	84.8060
7	8	Normalization	90.4675	90.8776	90.6726
8	10	Normalization	92.6249	93.9526	93.2888
9	6	Normalization	92.4535	90.4914	91.4725
10	7	Unnormolization	84.4248	84.0273	84.2261

ตารางผนวกที่ ก5 ผลการทดลองที่ 3

Test Sequence	Experimental Run Number	Learning Rate	Epoch	%Average Accuracy		
				Inside	Cross	Average
				Diameter	Section Diameter	
1	39	0.01	5000	92.9655	91.1042	92.0349
2	7	0.09	1000	92.6890	87.4656	90.0773
3	5	0.05	3000	94.1149	91.8718	92.9934
4	2	0.01	3000	93.0472	91.4235	92.2354
5	42	0.05	5000	90.1822	87.9185	89.0504
6	34	0.09	1000	92.0373	91.0625	91.5499
7	17	0.09	3000	91.7623	90.1207	90.9415
8	13	0.05	1000	92.0433	91.7582	91.9008
9	18	0.09	5000	93.1918	92.0161	92.6040
10	10	0.01	1000	92.9326	91.3357	92.1342
11	24	0.05	5000	90.1064	91.5147	90.8106
12	35	0.09	3000	92.7398	91.5093	92.1246
13	33	0.05	5000	94.0711	89.9165	91.9938
14	40	0.05	1000	93.1915	92.0183	92.6049
15	36	0.09	5000	92.4038	91.1544	91.7791
16	9	0.09	5000	92.3886	91.2316	91.8101
17	20	0.01	3000	93.9916	90.6465	92.3191
18	15	0.05	5000	92.6890	87.4656	90.0773
19	37	0.01	1000	91.6552	89.8323	90.7438
20	45	0.09	5000	93.0106	89.8775	91.4441
21	21	0.01	5000	92.7391	91.5165	92.1278
22	23	0.05	3000	93.1717	90.5279	91.8498

ตารางผนวกที่ ก6 ผลการทดลองที่ 4

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in Hidden layer	%Average Accuracy		
			Inside Diameter	Cross Section Diameter	Average
1	31	6	92.3957	88.0672	90.2315
2	39	5	91.6430	87.9257	89.7844
3	3	5	92.9753	85.8600	89.4177
4	30	5	92.1615	87.4228	89.7922
5	19	3	87.5957	78.9257	83.2607
6	4	6	92.7770	88.0205	90.3988
7	33	8	91.5286	88.4437	89.9862
8	44	10	92.4905	89.2138	90.8522
9	8	10	93.5629	91.1840	92.3735
10	36	11	91.4910	86.9622	89.2266
11	38	4	89.2020	86.7110	87.9565
12	10	3	79.2504	81.6287	80.4396
13	1	3	87.5969	78.9258	83.2614
14	5	7	89.5660	87.3767	88.4714
15	29	4	79.2375	78.4686	78.8531
16	35	10	92.1801	90.4477	91.3139
17	24	8	92.6174	91.9127	92.2651
18	28	3	87.5959	78.9253	83.2606
19	2	4	88.8639	86.9094	87.8867
20	7	9	92.5273	90.3168	91.4221
21	6	8	92.9575	89.4865	91.2220
22	37	3	87.5970	78.9265	83.2618
23	43	9	91.9734	90.4283	91.2009
24	15	8	91.2237	89.0947	90.1592
25	27	11	93.2431	92.4113	92.8272

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in Hidden layer	%Average Accuracy		
			Inside Diameter	Cross Section Diameter	Average
26	40	6	93.1906	87.7354	90.4630
27	23	7	92.1963	89.4836	90.8400
28	17	10	94.6847	91.5091	93.0969
29	20	4	88.8446	87.6820	88.2633
30	25	9	90.9626	89.6474	90.3050
31	41	7	92.9019	89.5546	91.2283
32	22	6	83.3138	90.6610	86.9874
33	34	9	91.6894	89.5738	90.6316
34	45	11	92.2663	92.0486	92.1575
35	18	11	89.8115	90.9709	90.3912
36	32	7	90.3477	88.8424	89.5951
37	11	4	86.6535	82.1925	84.4230
38	9	11	93.7907	89.2456	91.5182
39	21	5	90.6264	87.5048	89.0656
40	13	6	87.9103	87.3028	87.6066
41	42	8	89.3227	90.4569	89.8898
42	26	10	92.1297	89.2956	90.7127
43	12	5	92.6056	87.8720	90.2388
44	14	7	92.2607	88.5134	90.3871
45	16	9	91.9599	90.7584	91.3592

ตารางผนวกที่ ก7 ผลการทดลองที่ 5

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in 2 nd Hidden layer	%Average Accuracy		
			Inside Diameter	Cross Section Diameter	Average
1	70	11	91.8328	94.1834	93.0081
2	61	18	95.4146	95.0425	95.2286
3	22	11	92.3170	94.1898	93.2534
4	11	16	95.6004	95.5473	95.5739
5	4	9	91.4466	93.6031	92.5249
6	45	18	95.5141	94.9146	95.2144
7	7	12	92.3164	94.7152	93.5158
8	63	20	94.5556	95.1394	94.8475
9	40	13	94.2746	95.9540	95.1143
10	35	8	88.6988	92.6126	90.6557
11	24	13	95.0178	94.9308	94.9743
12	16	21	95.2633	96.3762	95.8198
13	71	12	92.9886	95.6283	94.3085
14	1	6	92.5033	94.0460	93.2747
15	43	16	93.6705	95.3428	94.5067
16	67	8	92.7259	94.1209	93.4234
17	54	11	92.8844	94.1455	93.5150
18	33	6	87.8679	92.1059	89.9869
19	62	19	94.9836	95.9460	95.4648
20	14	19	95.2089	95.6067	95.4078
21	18	7	92.3815	93.5223	92.9519
22	59	16	93.5850	95.5317	94.5584
23	47	20	95.3495	96.0403	95.6949
24	64	21	95.8246	96.1341	95.9794
25	8	13	92.2558	94.8317	93.5438

ตารางผนวกที่ ๗ (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in 2 nd Hidden layer	%Average Accuracy		
			Inside Diameter	Cross Section Diameter	Average
26	72	13	92.8862	95.3483	94.1173
27	39	12	93.0302	95.0482	94.0392
28	42	15	92.6302	95.4944	94.0623
29	32	21	95.6442	96.5869	96.1156
30	79	20	95.5043	96.0736	95.7890
31	27	16	94.6270	95.7481	95.1876
32	50	7	92.9537	92.9074	92.9306
33	13	18	94.6758	95.6428	95.1593
34	17	6	92.4288	93.8887	93.1588
35	60	17	93.3025	95.6698	94.4862
36	37	10	93.2095	94.1325	93.6710
37	48	21	94.2705	96.2589	95.2647
38	28	17	94.6518	95.4152	95.0335
39	12	17	95.3401	95.9388	95.6395
40	68	9	92.6971	94.2788	93.4880
41	78	19	94.1667	95.8639	95.0153
42	3	8	92.0096	93.6398	92.8247
43	25	14	92.6276	95.0322	93.8299
44	26	15	92.3227	94.6455	93.4841
45	75	16	94.1437	95.8010	94.9724
46	80	21	95.2694	96.2363	95.7529
47	31	20	94.8847	95.7677	95.3262
48	69	10	93.4829	93.8928	93.6879
49	44	17	95.0242	95.3700	95.1971
50	66	7	91.1408	92.4073	91.7741

ตารางผนวกที่ ๗ (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in 2 nd Hidden layer	%Average Accuracy		
			Inside Diameter	Cross Section Diameter	Average
51	23	12	92.6170	94.9379	93.7775
52	2	7	91.6362	94.5178	93.0770
53	77	18	94.7392	95.8629	95.3011
54	76	17	92.7145	95.2689	93.9917
55	65	6	88.9457	92.6053	90.7755
56	52	9	94.0100	94.6311	94.3206
57	55	12	93.4321	94.5391	93.9856
58	38	11	92.9459	94.6244	93.7852
59	21	10	91.3799	93.7707	92.5753
60	49	6	89.3555	92.6466	91.0011
61	34	7	90.8789	94.0407	92.4598
62	74	15	93.3529	95.7667	94.5598
63	41	14	92.5351	94.1912	93.3632
64	53	10	93.9174	94.4313	94.1744
65	19	8	92.0350	94.1494	93.0922
66	51	8	92.0054	94.1208	93.0631
67	6	11	93.1210	94.4775	93.7993
68	36	9	90.3968	93.6792	92.0380
69	58	15	92.9934	95.0301	94.0118
70	56	13	93.5655	93.9482	93.7569
71	73	14	94.4409	95.8421	95.1415
72	20	9	92.0567	94.2932	93.1750
73	29	18	93.7858	95.5995	94.6927
74	15	20	94.8475	96.3745	95.6110
75	9	14	94.0006	95.7272	94.8639

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in 2 nd Hidden layer	%Average Accuracy		
			Inside Diameter	Cross Section Diameter	Average
76	30	19	96.0105	95.6150	95.8128
77	10	15	94.6660	95.3600	95.0130
78	57	14	93.0503	95.1214	94.0859
79	46	19	94.1120	95.6786	94.8953
80	5	10	92.0554	93.5853	92.8204

ตารางผนวกที่ ก8 ผลการทดลองที่ 6

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Input	Accuracy (%)
			Inside Diameter
1	2	5	90.3667
2	1	4	76.5229
3	6	5	94.647
4	7	4	76.5229
5	3	4	77.7897
6	10	5	93.3881
7	5	4	76.9711
8	9	4	76.8334
9	8	5	87.8949
10	4	5	91.5315

ตารางผนวกที่ ๙ ผลการทดลองที่ 7

Test	Experimental	Condition of	Accuracy (%)
Sequence	Run Number	Input Data	Inside Diameter
1	1	Unnormolization	92.1752
2	5	Unnormolization	86.2456
3	2	Normalization	95.0998
4	9	Unnormolization	89.7035
5	10	Normalization	94.8875
6	6	Normalization	95.5103
7	7	Unnormolization	85.4098
8	8	Normalization	95.2954
9	3	Unnormolization	90.3656
10	4	Normalization	94.1145

ตารางผนวกที่ ๑๐ ผลการทดลองที่ 8

Test	Experimental	Learning	Epoch	%Average Accuracy
Sequence	Run Number	rate		Inside Diameter
1	3	0.01	5000	95.5429
2	1	0.01	1000	95.0062
3	4	0.05	1000	93.2119
4	43	0.09	1000	94.8306
5	30	0.01	5000	95.0437
6	16	0.09	1000	94.2890
7	36	0.09	5000	95.1375
8	31	0.05	1000	95.6918
9	5	0.05	3000	95.6179
10	29	0.01	3000	95.2235
11	14	0.05	3000	94.5322

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

Test	Experimental	Learning	Epoch	%Average Accuracy
Sequence	Run Number	rate		Inside Diameter
12	7	0.09	1000	96.0051
13	6	0.05	5000	94.1609
14	34	0.09	1000	93.5757
15	19	0.01	1000	94.1126
16	11	0.01	3000	95.5175
17	18	0.09	5000	95.7240
18	44	0.09	3000	94.9894
19	27	0.09	5000	94.9423
20	8	0.09	3000	95.0585
21	35	0.09	3000	94.7984
22	17	0.09	3000	95.4175
23	33	0.05	5000	95.3460
24	40	0.05	1000	94.2577
25	23	0.05	3000	94.1834
26	12	0.01	5000	94.7194
27	21	0.01	5000	95.0504
28	32	0.05	3000	93.9743
29	24	0.05	5000	95.5884
30	37	0.01	1000	93.9719
31	13	0.05	1000	95.8708
32	10	0.01	1000	94.8291
33	22	0.05	1000	95.4762
34	39	0.01	5000	94.5027
35	41	0.05	3000	95.4463
36	25	0.09	1000	95.4364
37	26	0.09	3000	95.2302

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Learning rate	Epoch	%Average Accuracy Inside Diameter
38	15	0.05	5000	94.8884
39	38	0.01	3000	94.2092
40	28	0.01	1000	95.3773
41	42	0.05	5000	95.4256
42	2	0.01	3000	95.7620
43	45	0.09	5000	95.4293
44	9	0.09	5000	95.1874
45	20	0.01	3000	94.7149

ตารางผนวกที่ ก11 ผลการทดลองที่ 9

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in Hidden layer	Accuracy (%) Inside Diameter
1	22	8	94.8934
2	11	10	94.6921
3	4	8	93.7109
4	45	3	94.6227
5	7	5	94.5229
6	40	8	93.9588
7	35	4	95.0171
8	24	6	94.4832
9	16	5	94.3787
10	1	11	95.3327
11	43	5	94.089
12	33	6	94.8483
13	14	7	95.2185

ตารางผนวกที่ ก11 (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in Hidden layer	Accuracy (%) Inside Diameter
14	18	3	93.3655
15	8	4	94.1267
16	39	9	94.4289
17	42	6	95.1329
18	32	7	94.8079
19	27	3	89.3675
20	13	8	94.9617
21	17	4	94.8463
22	37	11	95.2581
23	28	11	95.3776
24	12	9	94.1698
25	3	9	93.9713
26	25	5	94.995
27	26	4	94.2958
28	31	8	94.6553
29	44	4	94.7797
30	23	7	95.1887
31	2	10	93.9814
32	38	10	94.738
33	21	9	95.0373
34	34	5	94.9213
35	41	7	94.1755
36	19	11	95.0511
37	6	6	94.5529
38	36	3	93.1244
39	20	10	94.9674

ตารางผนวกที่ ก11 (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in Hidden layer	Accuracy (%) Inside Diameter
40	29	10	94.3872
41	15	6	94.459
42	9	3	94.7975
43	30	9	94.9468
44	10	11	95.2179
45	5	7	93.1626

ตารางผนวกที่ ก12 ผลการทดลองที่ 10

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in 2 nd Hidden layer	Accuracy (%) Inside Diameter
1	44	16	95.9088
2	23	19	95.8755
3	5	19	95.9184
4	10	14	95.9169
5	7	17	95.8755
6	6	18	95.8790
7	72	6	96.2301
8	60	18	95.9245
9	46	14	95.8533
10	61	17	95.9007
11	57	21	95.8937
12	32	10	95.9510
13	27	15	95.8672
14	75	21	95.8893
15	13	11	95.9264

ตารางผนวกที่ ก12 (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in 2 nd Hidden layer	Accuracy (%) Inside Diameter
16	9	15	95.8913
17	45	15	95.8828
18	40	20	95.8808
19	78	18	95.9385
20	69	9	95.9183
21	17	7	95.9245
22	54	6	95.8787
23	33	9	95.9909
24	71	7	96.0054
25	55	23	95.8804
26	4	20	95.7885
27	68	10	96.0381
28	14	10	95.7990
29	62	16	95.8998
30	88	8	96.1613
31	67	11	94.9200
32	19	23	95.8658
33	53	7	95.8382
34	15	9	96.2538
35	18	6	95.3300
36	1	23	95.8815
37	39	21	95.9008
38	80	16	95.8813
39	31	11	96.0284
40	83	13	95.9500
41	37	23	95.8950

ตารางผนวกที่ ก12 (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in 2 nd Hidden layer	Accuracy (%) Inside Diameter
42	26	16	95.8557
43	87	9	95.4697
44	42	18	95.8994
45	85	11	96.0292
46	34	8	96.0660
47	21	21	95.8796
48	28	14	96.0208
49	48	12	95.8447
50	65	13	96.1368
51	50	10	95.9919
52	51	9	95.8422
53	73	23	95.8906
54	22	20	95.8675
55	70	8	96.0844
56	25	17	96.2224
57	90	6	95.3929
58	35	7	96.2332
59	16	8	94.8464
60	29	13	95.9761
61	76	20	95.8633
62	56	22	95.8857
63	86	10	95.9988
64	43	17	95.9825
65	66	12	95.7711
66	49	11	95.9689
67	81	15	95.8689

ตารางผนวกที่ ก12 (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in 2 nd Hidden layer	Accuracy (%) Inside Diameter
68	41	19	95.9757
69	8	16	95.8837
70	12	12	96.0201
71	3	21	95.8925
72	77	19	95.8957
73	82	14	96.3411
74	36	6	95.5881
75	30	12	95.9143
76	74	22	95.8667
77	59	19	95.8837
78	11	13	96.0477
79	58	20	95.8713
80	63	15	95.9588
81	2	22	95.8754
82	20	22	95.9232
83	24	18	95.8954
84	38	22	95.9032
85	84	12	95.8876
86	79	17	95.8763
87	47	13	95.8728
88	52	8	96.5347
89	89	7	96.0085
90	64	14	95.8806

ตารางผนวกที่ ก13 ผลการทดลองที่ 11

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Input	Accuracy (%) Cross Section Diameter
1	8	5	71.2725
2	3	4	52.0636
3	9	4	51.6636
4	5	4	51.0027
5	1	4	53.6572
6	10	5	67.2906
7	7	4	52.0433
8	4	5	79.9598
9	6	5	74.9969
10	2	5	85.2934

ตารางผนวกที่ ก14 ผลการทดลองที่ 12

Test Sequence	Experimental Run Number	Condition of Input Data	Average Accuracy (%) Inside Diameter
1	5	Unnormolization	82.1749
2	6	Normalization	92.9336
3	8	Normalization	92.4919
4	10	Normalization	92.3667
5	1	Unnormolization	79.9920
6	4	Normalization	90.2138
7	7	Unnormolization	85.2226
8	9	Unnormolization	83.2079
9	3	Unnormolization	81.6947
10	2	Normalization	92.1557

ตารางผนวกที่ ก15 ผลการทดลองที่ 13

Test	Experimental	Factor		% Accuracy
Sequence	Run Number	Learning rate	Epoch	Cross Section Diameter
1	35	0.09	3000	91.6336
2	27	0.09	5000	91.5406
3	32	0.05	3000	92.9333
4	45	0.09	5000	89.5213
5	31	0.05	1000	89.6626
6	7	0.09	1000	92.0626
7	1	0.01	1000	89.6655
8	25	0.09	1000	90.5873
9	28	0.01	1000	89.0429
10	43	0.09	1000	91.8193
11	36	0.09	5000	91.0540
12	21	0.01	5000	92.1051
13	20	0.01	3000	93.0349
14	13	0.05	1000	90.6444
15	9	0.09	5000	91.2043
16	16	0.09	1000	91.6702
17	17	0.09	3000	91.0476
18	41	0.05	3000	91.5743
19	30	0.01	5000	91.7667
20	14	0.05	3000	93.5955
21	24	0.05	5000	92.5046
22	39	0.01	5000	93.4413
23	4	0.05	1000	92.5786
24	11	0.01	3000	85.2973
25	23	0.05	3000	92.9333
26	42	0.05	5000	87.5608

ตารางผนวกที่ ก15 (ต่อ)

Test	Experimental	Factor		% Accuracy
Sequence	Run Number	Learning rate	Epoch	Cross Section Diameter
27	3	0.01	5000	89.2604
28	5	0.05	3000	92.5496
29	38	0.01	3000	92.5222
30	37	0.01	1000	91.5513
31	8	0.09	3000	94.2308
32	22	0.05	1000	89.6626
33	6	0.05	5000	92.3376
34	33	0.05	5000	92.5046
35	44	0.09	3000	91.1925
36	26	0.09	3000	91.0906
37	34	0.09	1000	92.2506
38	10	0.01	1000	91.0599
39	2	0.01	3000	91.2865
40	40	0.05	1000	89.2838
41	19	0.01	1000	90.5555
42	15	0.05	5000	91.8029
43	12	0.01	5000	92.214
44	18	0.09	5000	84.8680
45	29	0.01	3000	87.4813

ตารางผนวกที่ ก16 ผลการทดลองที่ 14

Test	Experimental	Number of Neuron	Accuracy (%)
Sequence	Run Number	in Hidden layer	Cross Section Diameter
1	6	6	83.0577
2	29	10	92.9369
3	15	6	88.7875
4	38	10	90.3029
5	31	8	87.9135
6	21	9	86.3331
7	3	9	91.3137
8	10	11	92.2125
9	39	9	88.6099
10	8	4	85.9391
11	11	10	88.9190
12	22	8	90.9083
13	7	5	85.5531
14	17	4	79.4646
15	34	5	89.3298
16	20	10	90.4665
17	16	5	79.9363
18	1	11	91.7622
19	36	3	76.5325
20	25	5	88.4628
21	26	4	87.4550
22	23	7	90.4870
23	42	6	87.2033
24	19	11	89.3197
25	5	7	89.8970
26	24	6	85.6299

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

Test	Experimental	Number of Neuron	Accuracy (%)
Sequence	Run Number	in Hidden layer	Cross Section Diameter
27	44	4	88.3044
28	43	5	84.3352
29	28	11	91.8542
30	12	9	88.3310
31	13	8	88.5677
32	45	3	81.8357
33	37	11	91.4299
34	32	7	88.2059
35	41	7	88.0841
36	14	7	88.1700
37	18	3	81.1807
38	27	3	81.1806
39	30	9	89.5962
40	35	4	82.3729
41	33	6	88.6199
42	9	3	87.3959
43	4	8	88.4197
44	2	10	89.7939
45	40	8	90.8403

ตารางผนวกที่ ก17 ผลการทดลองที่ 15

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in 2 nd Hidden layer	Accuracy (%)
1	26	16	96.2698
2	18	6	93.1464
3	52	8	94.0875
4	88	8	95.7511
5	25	17	95.9336
6	81	15	95.8700
7	83	13	96.1639
8	66	12	95.8612
9	51	9	95.5720
10	77	19	95.8856
11	54	6	94.4509
12	61	17	95.8589
13	64	14	95.9764
14	27	15	95.6440
15	29	13	91.0429
16	11	13	95.7809
17	16	8	93.8776
18	13	11	95.3000
19	24	18	96.2182
20	72	6	96.2006
21	2	22	96.2238
22	47	13	95.2585
23	57	21	95.8873
24	67	11	95.9113
25	82	14	95.9764
26	70	8	95.7511

ตารางผนวกที่ ก17 (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in 2 nd Hidden layer	Accuracy (%)
27	68	10	95.9579
28	19	23	96.2199
29	36	6	93.0037
30	5	19	96.2191
31	48	12	94.7698
32	15	9	94.6759
33	22	20	94.9743
34	20	22	96.2229
35	31	11	92.7475
36	86	10	95.9579
37	39	21	96.2141
38	84	12	95.8612
39	56	22	95.8716
40	71	7	95.6610
41	49	11	95.2383
42	45	15	95.8531
43	14	10	94.8252
44	63	15	95.8700
45	28	14	95.6160
46	79	17	95.8589
47	33	9	95.1960
48	58	20	95.8878
49	44	16	96.1952
50	75	21	95.8873
51	46	14	95.3185
52	23	19	96.2191

ตารางผนวกที่ ก17 (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in 2 nd Hidden layer	Accuracy (%)
53	9	15	93.4901
54	32	10	95.1610
55	1	23	96.2308
56	38	22	94.9594
57	35	7	91.5656
58	50	10	94.2973
59	76	20	95.8878
60	43	17	96.2266
61	73	23	95.8917
62	60	18	95.8824
63	41	19	96.2129
64	42	18	95.7314
65	55	23	95.8804
66	90	6	96.2006
67	7	17	96.2170
68	12	12	95.2599
69	53	7	94.0572
70	37	23	96.2181
71	30	12	90.5658
72	89	7	95.6610
73	21	21	96.2198
74	40	20	96.2262
75	6	18	96.2278
76	62	16	95.8878
77	74	22	95.8716
78	3	21	95.9905

ตารางผนวกที่ ก17 (ต่อ)

Test Sequence	Experimental Run Number	Number of Neuron in 2 nd Hidden layer	Accuracy (%)
79	10	14	95.4306
80	4	20	96.2264
81	80	16	95.8878
82	65	13	96.1639
83	34	8	92.4222
84	8	16	96.1832
85	59	19	95.8856
86	17	7	95.4498
87	78	18	95.8824
88	85	11	95.9113
89	87	9	96.3105
90	69	9	96.3105

ภาคผนวก ข

คำสั่งที่ใช้ในการฝึกหัดเครือข่ายประสาทเทียมด้วยโปรแกรมเมทแล็บ (matlab)

คำสั่งที่ใช้ในการฝึกหัดเครือข่ายประสาทเทียมด้วยโปรแกรมเมทแล็บ (matlab)

คำสั่งที่ใช้ในการฝึกหัดเครือข่ายประสาทเทียมด้วยโปรแกรมเมทแล็บมีดังนี้

คำสั่งที่ใช้ในการสร้างเครือข่าย (net) มีสมการดังนี้

$$\text{net} = \text{neff}(\text{PR}, [\text{S1 S2...Si}], \{\text{TF1 TF2...TFi}\}, \text{BTF}, \text{BLF}, \text{PF}) \quad (56)$$

โดยที่ PR = เมตริกซ์ ของค่าน้อยที่สุดของแต่ละชุดตัวแปรต้น R ชุด มีขนาด R x 2

Si = จำนวนนิวรอนของแต่ละชั้น

TFi = ฟังก์ชันส่งผ่านของแต่ละชั้น

BTF = ฟังก์ชันการฝึกหัดเครือข่ายประสาทเทียมด้วยวิธีแบ็คพร็อพพาร์เกชัน

BLF = ฟังก์ชันการเรียนรู้ของค่าถ่วงน้ำหนักและไบแอส ด้วยวิธีแบ็คพร็อพพาร์เกชัน

PF = รูปแบบของสมรรถนะ

คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดจำนวนรอบ

$$\text{net.trainParam.epochs} = \text{Epochs} \quad (57)$$

โดยที่ Epochs = จำนวนรอบที่ใช้ในการสอนเครือข่าย

คำสั่งที่ใช้ในการสอนเครือข่ายประสาทเทียม มีสมการดังนี้

$$[\text{net}, \text{tr}] = \text{train}(\text{net}, \text{P}, \text{T}) \quad (58)$$

โดยที่ net = เครือข่ายที่สร้างขึ้น

P = เครือข่ายของตัวแปรต้น

T = เครือข่ายของตัวแปรตาม

[net, tr] = เครือข่ายใหม่ที่ผ่านการฝึกหัดเครือข่ายแล้ว

ภาคผนวก ค

ข้อมูลที่ใช้ในการฝึกหัดและทดสอบเครือข่ายประสาทเทียม

ตารางผนวกที่ ค1 ข้อมูลในการฝึกหัดเครือข่ายประสาทเทียม

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
1	0.5	5	140	45.14612	7.97713	2.43504	6.583
2	0.5	5	140	44.97491	4.03135	2.46924	12.114
3	0.5	5	140	45.02340	2.02967	3.19019	15.134
4	0.5	5	140	25.14939	7.95356	2.25182	5.175
5	0.5	5	140	24.99945	4.02704	2.34361	11.175
6	0.5	5	140	25.02469	1.97221	3.03181	9.391
7	0.5	5	140	5.15616	7.92933	3.18406	5.011
8	0.5	5	140	5.03525	3.94101	3.10143	5.164
9	0.5	5	140	5.09048	1.98898	2.73383	11.487
10	0.5	5	150	45.14612	7.97713	2.70414	6.483
11	0.5	5	150	44.97491	4.03135	2.88123	6.681
12	0.5	5	150	45.02340	2.02967	3.33925	14.814
13	0.5	5	150	25.14939	7.95356	2.41652	4.936
14	0.5	5	150	24.99945	4.02704	2.60984	9.760
15	0.5	5	150	25.02469	1.97221	3.33279	6.932
16	0.5	5	150	5.15616	7.92933	3.64031	5.339
17	0.5	5	150	5.03525	3.94101	3.75741	4.187
18	0.5	5	150	5.09048	1.98898	3.29969	11.613
19	0.5	5	160	45.14612	7.97713	2.69845	6.013
20	0.5	5	160	44.97491	4.03135	3.12133	7.339
21	0.5	5	160	45.02340	2.02967	3.65169	19.076
22	0.5	5	160	25.14939	7.95356	2.37141	6.250
23	0.5	5	160	24.99945	4.02704	2.84096	10.480
24	0.5	5	160	25.02469	1.97221	3.57357	4.853

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
25	0.5	5	160	5.15616	7.92933	3.10978	5.320
26	0.5	5	160	5.03525	3.94101	3.96862	5.392
27	0.5	5	160	5.09048	1.98898	3.43877	11.412
28	0.5	27.5	140	45.14612	7.97713	2.16387	4.696
29	0.5	27.5	140	44.97491	4.03135	2.43255	9.087
30	0.5	27.5	140	45.02340	2.02967	2.97589	13.336
31	0.5	27.5	140	25.14939	7.95356	1.93969	4.420
32	0.5	27.5	140	24.99945	4.02704	2.09805	10.207
33	0.5	27.5	140	25.02469	1.97221	2.95378	5.081
34	0.5	27.5	140	5.15616	7.92933	3.30255	4.084
35	0.5	27.5	140	5.03525	3.94101	3.37570	3.857
36	0.5	27.5	140	5.09048	1.98898	3.15589	9.351
37	0.5	27.5	150	45.14612	7.97713	2.48989	5.386
38	0.5	27.5	150	44.97491	4.03135	2.77200	9.397
39	0.5	27.5	150	45.02340	2.02967	2.98413	15.134
40	0.5	27.5	150	25.14939	7.95356	2.22266	4.835
41	0.5	27.5	150	24.99945	4.02704	2.38381	9.040
42	0.5	27.5	150	25.02469	1.97221	3.16388	5.436
43	0.5	27.5	150	5.15616	7.92933	4.72251	4.229
44	0.5	27.5	150	5.03525	3.94101	3.51125	3.515
45	0.5	27.5	150	5.09048	1.98898	3.20098	10.582
46	0.5	27.5	160	45.14612	7.97713	2.54741	5.148
47	0.5	27.5	160	45.14612	4.03135	2.90494	7.289
48	0.5	27.5	160	45.14612	2.02967	3.27934	19.076

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
49	0.5	27.5	160	25.14939	7.95356	2.34791	4.395
50	0.5	27.5	160	25.14939	4.02704	2.67664	9.636
51	0.5	27.5	160	25.14939	1.97221	3.45876	4.523
52	0.5	27.5	160	5.15616	7.92933	3.85102	3.933
53	0.5	27.5	160	5.15616	3.94101	4.29224	4.111
54	0.5	27.5	160	5.15616	1.98898	3.68177	10.004
55	0.5	50	140	45.14612	7.97713	2.08237	4.652
56	0.5	50	140	45.14612	4.03135	2.11029	8.455
57	0.5	50	140	45.14612	2.02967	1.95556	12.695
58	0.5	50	140	25.14939	7.95356	1.83040	5.250
59	0.5	50	140	25.14939	4.02704	1.96014	5.365
60	0.5	50	140	25.14939	1.97221	2.50347	7.312
61	0.5	50	140	5.15616	7.92933	3.16088	4.450
62	0.5	50	140	5.15616	3.94101	3.54163	4.086
63	0.5	50	140	5.15616	1.98898	3.29782	11.714
64	0.5	50	150	45.14612	7.97713	2.44339	4.665
65	0.5	50	150	45.14612	4.03135	2.63749	8.343
66	0.5	50	150	45.14612	2.02967	2.79887	13.410
67	0.5	50	150	25.14939	7.95356	2.17313	4.552
68	0.5	50	150	25.14939	4.02704	2.54872	9.388
69	0.5	50	150	25.14939	1.97221	2.80193	5.106
70	0.5	50	150	5.15616	7.92933	3.71284	4.153
71	0.5	50	150	5.15616	3.94101	4.58150	3.134
72	0.5	50	150	5.15616	1.98898	3.33564	8.873

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
73	0.5	50	160	45.14612	7.97713	2.39108	5.198
74	0.5	50	160	45.14612	4.03135	2.78001	11.568
75	0.5	50	160	45.14612	2.02967	2.38984	13.582
76	0.5	50	160	25.14939	7.95356	2.15532	5.156
77	0.5	50	160	25.14939	4.02704	2.63940	9.673
78	0.5	50	160	25.14939	1.97221	2.93792	5.689
79	0.5	50	160	5.15616	7.92933	3.43773	5.042
80	0.5	50	160	5.15616	3.94101	3.43816	4.276
81	0.5	50	160	5.15616	1.98898	3.30725	12.065
82	1.5	5	140	45.14612	7.97713	2.39994	6.031
83	1.5	5	140	45.14612	4.03135	3.12393	11.221
84	1.5	5	140	45.14612	2.02967	3.23664	13.410
85	1.5	5	140	25.14939	7.95356	2.24568	5.885
86	1.5	5	140	25.14939	4.02704	2.44097	10.542
87	1.5	5	140	25.14939	1.97221	2.91504	7.109
88	1.5	5	140	5.15616	7.92933	3.52103	5.932
89	1.5	5	140	5.15616	3.94101	4.11489	6.344
90	1.5	5	140	5.15616	1.98898	2.95463	11.839
91	1.5	5	150	45.14612	7.97713	2.54790	6.338
92	1.5	5	150	45.14612	4.03135	2.75694	13.726
93	1.5	5	150	45.14612	2.02967	3.26662	13.828
94	1.5	5	150	25.14939	7.95356	2.39817	6.206
95	1.5	5	150	25.14939	4.02704	2.83870	12.318
96	1.5	5	150	25.14939	1.97221	3.24879	7.844

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
97	1.5	5	150	5.15616	7.92933	3.38789	23.152
98	1.5	5	150	5.15616	3.94101	3.60250	4.453
99	1.5	5	150	5.15616	1.98898	3.21119	13.096
100	1.5	5	160	45.14612	7.97713	2.68962	6.677
101	1.5	5	160	45.14612	4.03135	2.97995	12.126
102	1.5	5	160	45.14612	2.02967	3.60005	13.656
103	1.5	5	160	25.14939	7.95356	2.49310	5.841
104	1.5	5	160	25.14939	4.02704	2.83958	11.411
105	1.5	5	160	25.14939	1.97221	3.52929	9.872
106	1.5	5	160	5.15616	7.92933	3.70062	5.604
107	1.5	5	160	5.15616	3.94101	3.98153	5.329
108	1.5	5	160	5.15616	1.98898	4.18909	11.135
109	1.5	27.5	140	45.14612	7.97713	2.17397	5.430
110	1.5	27.5	140	45.14612	4.03135	2.32887	8.517
111	1.5	27.5	140	45.14612	2.02967	2.78025	13.286
112	1.5	27.5	140	25.14939	7.95356	2.14293	5.005
113	1.5	27.5	140	25.14939	4.02704	2.23495	10.083
114	1.5	27.5	140	25.14939	1.97221	2.99324	5.132
115	1.5	27.5	140	5.15616	7.92933	3.31797	4.551
116	1.5	27.5	140	5.15616	3.94101	3.21583	4.403
117	1.5	27.5	140	5.15616	1.98898	2.76703	9.627
118	1.5	27.5	150	45.14612	7.97713	2.49110	5.323
119	1.5	27.5	150	45.14612	4.03135	2.66300	11.394
120	1.5	27.5	150	45.14612	2.02967	2.91468	12.671

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
121	1.5	27.5	150	25.14939	7.95356	2.13289	4.716
122	1.5	27.5	150	25.14939	4.02704	2.57920	9.173
123	1.5	27.5	150	25.14939	1.97221	2.72083	5.334
124	1.5	27.5	150	5.15616	7.92933	3.05024	4.267
125	1.5	27.5	150	5.15616	3.94101	3.94141	4.212
126	1.5	27.5	150	5.15616	1.98898	3.39212	10.080
127	1.5	27.5	160	45.14612	7.97713	2.38178	5.342
128	1.5	27.5	160	45.14612	4.03135	2.70148	10.117
129	1.5	27.5	160	45.14612	2.02967	3.44165	14.395
130	1.5	27.5	160	25.14939	7.95356	2.16667	5.395
131	1.5	27.5	160	25.14939	4.02704	2.61540	9.984
132	1.5	27.5	160	25.14939	1.97221	3.16941	5.182
133	1.5	27.5	160	5.15616	7.92933	3.24815	4.248
134	1.5	27.5	160	5.15616	3.94101	7.72243	4.276
135	1.5	27.5	160	5.15616	1.98898	4.14814	9.275
136	1.5	50	140	45.14612	7.97713	2.11855	3.136
137	1.5	50	140	45.14612	4.03135	2.68814	8.777
138	1.5	50	140	45.14612	2.02967	2.65726	10.552
139	1.5	50	140	25.14939	7.95356	1.98448	3.251
140	1.5	50	140	25.14939	4.02704	2.50914	6.731
141	1.5	50	140	25.14939	1.97221	2.83288	1.937
142	1.5	50	140	5.15616	7.92933	3.54178	3.296
143	1.5	50	140	5.15616	3.94101	4.16484	3.045
144	1.5	50	140	5.15616	1.98898	3.44771	7.189

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
145	1.5	50	150	45.14612	7.97713	2.50111	3.317
146	1.5	50	150	45.14612	4.03135	2.78263	5.615
147	1.5	50	150	45.14612	2.02967	2.71230	11.488
148	1.5	50	150	25.14939	7.95356	2.30550	2.937
149	1.5	50	150	25.14939	4.02704	3.34887	7.687
150	1.5	50	150	25.14939	1.97221	2.85668	0.061
151	1.5	50	150	5.15616	7.92933	4.08511	1.908
152	1.5	50	150	5.15616	3.94101	4.81426	1.713
153	1.5	50	150	5.15616	1.98898	3.54436	8.244
154	1.5	50	160	45.14612	7.97713	2.71968	3.161
155	1.5	50	160	45.14612	4.03135	3.30319	6.272
156	1.5	50	160	45.14612	2.02967	5.43643	9.813
157	1.5	50	160	25.14939	7.95356	2.23407	2.981
158	1.5	50	160	25.14939	4.02704	3.49354	6.954
159	1.5	50	160	25.14939	1.97221	3.52923	1.329
160	1.5	50	160	5.15616	7.92933	5.33672	2.589
161	1.5	50	160	5.15616	3.94101	4.64942	0.914
162	1.5	50	160	5.15616	1.98898	6.90033	8.119
163	2.5	5	140	45.14612	7.97713	2.24313	6.182
164	2.5	5	140	45.14612	4.03135	2.60470	9.770
165	2.5	5	140	45.14612	2.02967	3.03456	15.011
166	2.5	5	140	25.14939	7.95356	2.37537	6.344
167	2.5	5	140	25.14939	4.02704	2.36437	11.585
168	2.5	5	140	25.14939	1.97221	2.97416	10.506

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
169	2.5	5	140	5.15616	7.92933	3.20114	6.253
170	2.5	5	140	5.15616	3.94101	2.90522	6.521
171	2.5	5	140	5.15616	1.98898	2.99756	12.970
172	2.5	5	150	45.14612	7.97713	2.73895	6.577
173	2.5	5	150	45.14612	4.03135	2.59219	12.250
174	2.5	5	150	45.14612	2.02967	3.43395	16.883
175	2.5	5	150	25.14939	7.95356	2.64406	5.740
176	2.5	5	150	25.14939	4.02704	2.80568	10.915
177	2.5	5	150	25.14939	1.97221	3.22496	10.202
178	2.5	5	150	5.15616	7.92933	3.71488	5.383
179	2.5	5	150	5.15616	3.94101	3.31920	5.354
180	2.5	5	150	5.15616	1.98898	3.67667	11.789
181	2.5	5	160	45.14612	7.97713	2.93267	6.765
182	2.5	5	160	45.14612	4.03135	3.12232	11.196
183	2.5	5	160	45.14612	2.02967	3.71773	16.489
184	2.5	5	160	25.14939	7.95356	2.77561	5.388
185	2.5	5	160	25.14939	4.02704	2.83678	10.753
186	2.5	5	160	25.14939	1.97221	3.49015	5.968
187	2.5	5	160	5.15616	7.92933	3.64554	4.633
188	2.5	5	160	5.15616	3.94101	3.46467	6.039
189	2.5	5	160	5.15616	1.98898	3.41097	12.518
190	2.5	27.5	140	45.14612	7.97713	2.24131	4.966
191	2.5	27.5	140	45.14612	4.03135	2.37529	9.807
192	2.5	27.5	140	45.14612	2.02967	2.54340	12.966

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
193	2.5	27.5	140	25.14939	7.95356	2.04277	5.470
194	2.5	27.5	140	25.14939	4.02704	2.39281	9.673
195	2.5	27.5	140	25.14939	1.97221	2.93534	5.436
196	2.5	27.5	140	5.15616	7.92933	3.13227	0.578
197	2.5	27.5	140	5.15616	3.94101	3.17879	4.403
198	2.5	27.5	140	5.15616	1.98898	2.38602	12.141
199	2.5	27.5	150	45.14612	7.97713	2.41851	5.605
200	2.5	27.5	150	44.97491	4.03135	2.66674	8.802
201	2.5	27.5	150	45.02340	2.02967	3.28235	12.449
202	2.5	27.5	150	25.14939	7.95356	2.29699	4.854
203	2.5	27.5	150	24.99945	4.02704	2.45915	9.698
204	2.5	27.5	150	25.02469	1.97221	2.96969	4.929
205	2.5	27.5	150	5.15616	7.92933	3.04917	4.614
206	2.5	27.5	150	5.03525	3.94101	3.40410	4.047
207	2.5	27.5	150	5.09048	1.98898	2.50261	8.797
208	2.5	27.5	160	45.14612	7.97713	2.50466	5.486
209	2.5	27.5	160	44.97491	4.03135	2.66694	10.973
210	2.5	27.5	160	45.02340	2.02967	3.10004	16.489
211	2.5	27.5	160	25.14939	7.95356	2.43561	4.760
212	2.5	27.5	160	24.99945	4.02704	2.58970	10.592
213	2.5	27.5	160	25.02469	1.97221	3.23409	5.968
214	2.5	27.5	160	5.15616	7.92933	3.68627	4.651
215	2.5	27.5	160	5.03525	3.94101	4.95239	5.100
216	2.5	27.5	160	5.09048	1.98898	3.34811	12.493

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
217	2.5	50	140	45.14612	7.97713	2.08785	4.464
218	2.5	50	140	44.97491	4.03135	2.34762	8.480
219	2.5	50	140	45.02340	2.02967	2.27139	12.079
220	2.5	50	140	25.14939	7.95356	1.98164	4.056
221	2.5	50	140	24.99945	4.02704	2.17507	9.673
222	2.5	50	140	25.02469	1.97221	2.55769	4.878
223	2.5	50	140	5.15616	7.92933	3.09649	3.138
224	2.5	50	140	5.03525	3.94101	3.89991	4.212
225	2.5	50	140	5.09048	1.98898	2.96053	8.999
226	2.5	50	150	45.14612	7.97713	2.22617	4.684
227	2.5	50	150	44.97491	4.03135	2.50021	7.624
228	2.5	50	150	45.02340	2.02967	2.51684	13.286
229	2.5	50	150	25.14939	7.95356	2.09063	3.603
230	2.5	50	150	24.99945	4.02704	2.30885	9.549
231	2.5	50	150	25.02469	1.97221	2.82593	4.422
232	2.5	50	150	5.15616	7.92933	3.80739	3.762
233	2.5	50	150	5.03525	3.94101	4.09463	3.553
234	2.5	50	150	5.09048	1.98898	2.80876	10.431
235	2.5	50	160	45.14612	7.97713	2.39405	4.571
236	2.5	50	160	44.97491	4.03135	2.76325	8.715
237	2.5	50	160	45.02340	2.02967	2.58865	12.794
238	2.5	50	160	25.14939	7.95356	2.51408	3.647
239	2.5	50	160	24.99945	4.02704	2.80454	9.797
240	2.5	50	160	25.02469	1.97221	3.04028	4.295

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
241	2.5	50	160	5.15616	7.92933	3.83696	4.450
242	2.5	50	160	5.03525	3.94101	5.13639	2.626
243	2.5	50	160	5.09048	1.98898	3.94943	10.758

ตารางผนวกที่ ค2 ข้อมูลในการทดสอบเครื่อง่ายประสาทเทียม

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
1	0.5	5	140	45.14612	7.97713	2.49361	6.758
2	0.5	5	140	25.14939	7.95356	2.07560	5.225
3	0.5	5	140	5.15616	7.92933	3.15642	4.973
4	0.5	5	160	25.02469	1.97221	3.82766	4.625
5	0.5	5	160	5.03525	3.94101	3.97160	5.024
6	0.5	27.5	140	25.14939	7.95356	1.99695	4.219
7	0.5	27.5	150	25.14939	7.95356	2.12001	4.848
8	0.5	27.5	150	5.09048	1.98898	3.19282	10.406
9	0.5	27.5	160	25.14939	7.95356	2.27656	4.596
10	0.5	27.5	160	5.15616	7.92933	3.65058	4.153
11	0.5	50	140	25.14939	7.95356	2.00108	4.973
12	0.5	50	140	5.03525	3.94101	3.46457	4.466
13	0.5	50	150	45.14612	7.97713	2.49858	4.289
14	0.5	50	150	24.99945	4.02704	2.17013	9.363

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
15	0.5	50	160	24.99945	4.02704	2.70786	9.611
16	0.5	50	160	5.15616	7.92933	3.45335	5.162
17	1.5	5	140	45.14612	7.97713	2.54347	6.407
18	1.5	5	140	25.02469	1.97221	3.15265	7.109
19	1.5	5	140	5.03525	3.94101	3.90984	6.115
20	1.5	5	150	45.14612	7.97713	2.68369	6.357
21	1.5	5	150	25.14939	7.95356	2.43871	6.080
22	1.5	5	160	45.14612	7.97713	2.92437	6.733
23	1.5	5	160	44.97491	4.03135	3.00281	12.014
24	1.5	5	160	45.02340	2.02967	3.52617	13.779
25	1.5	5	160	25.14939	7.95356	2.52300	6.017
26	1.5	5	160	24.99945	4.02704	2.97695	11.349
27	1.5	27.5	140	45.14612	7.97713	2.27207	5.405
28	1.5	27.5	140	24.99945	4.02704	2.43077	9.984
29	1.5	27.5	160	45.14612	7.97713	2.57105	5.104
30	1.5	27.5	160	5.15616	7.92933	3.28190	3.838
31	2.5	5	140	45.14612	7.97713	2.43972	6.182
32	2.5	5	140	25.14939	7.95356	2.15544	6.017
33	2.5	5	140	5.15616	7.92933	3.17950	6.411
34	2.5	5	150	45.14612	7.97713	2.62576	6.232
35	2.5	5	150	25.02469	1.97221	3.10481	10.506
36	2.5	5	150	5.15616	7.92933	3.85655	5.263
37	2.5	5	160	45.14612	7.97713	2.92718	6.508
38	2.5	5	160	25.14939	7.95356	2.83049	5.225

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

No.	Input train					Output Train	
	Sulphur	C/B	Mould	Inside Dia.	Cross Dia.	Shrinkage (%)	
	(phr)	(phr)	Temp. (°C)	(mm)	(mm)	Inside	Cross Section
39	2.5	27.5	140	25.14939	7.95356	2.09663	5.640
40	2.5	27.5	150	25.14939	7.95356	2.28888	4.948
41	2.5	50	140	45.14612	7.97713	2.20400	4.326
42	2.5	50	140	44.97491	4.03135	2.58264	8.591
43	2.5	50	140	45.02340	2.02967	2.36810	12.202
44	2.5	50	150	45.14612	7.97713	2.33621	4.728
45	2.5	50	150	5.15616	7.92933	3.47545	3.586
46	2.5	50	160	45.14612	7.97713	2.72971	4.728
47	2.5	50	160	24.99945	4.02704	2.85742	8.866
48	2.5	50	160	25.02469	1.97221	3.12284	5.943
49	2.5	50	160	5.03525	3.94101	5.16558	2.436

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้ในการฝึกหัดเครือข่ายประสาทเทียม

ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้ในการฝึกหัดเครือข่ายประสาทเทียม

```
%Neural Networks for Predicts Rubber
Products shrinkage.
clear all;
%load training data
load mixtrain.txt;
%load test data
load mixtest.txt;
%training data arrangement
%mixtrain = avg.reps 1&2.
%mixtest = rep.3
qw = mixtrain;
qt = mixtest;
s = qw(:,1)/(2*max(qw(:,1)));
cb = qw(:,2)/(2*max(qw(:,2)));
mt = qw(:,3)/(2*max(qw(:,3)));
in = qw(:,4)/(2*max(qw(:,4)));
cr = qw(:,5)/(2*max(qw(:,5)));
sh_in = qw(:,6);
%testing data arrangement
s1 = qt(:,1)/(2*max(qt(:,1)));
cb1 = qt(:,2)/(2*max(qt(:,2)));
mt1 = qt(:,3)/(2*max(qt(:,3)));
in1 = qt(:,4)/(2*max(qt(:,4)));
cr1 = qt(:,5)/(2*max(qt(:,5)));
sh1_in = qt(:,6);
%design input data and target data
%inp = input data & tar = target data &
tst = test data
inp = [s cb mt in cr];
tst = [s1 cb1 mt1 in1 cr1];
tar = [sh_in];
%input & test Data into network
inpn = inp';
tstn = tst';
target = tar';
%training parameter setup
%s is number of neuron in 1st hidden
layer
s = 11;
%r is number of neuron in 1st hidden
layer
r = 16;
%t = number of neuron in output layer
t = 1;
```

```
%network configuration
net = newff(minmax(inpn),[s r t],{'logsig'
'logsig' 'purelin'},'trainlm','learnngdm');
%training parameter setup
w = jomewbif(s,minmax(inpn));
net.iw{1,1} = w;
b1 = 0.5*(ones(s,1));
net.b{1} = b1;
b2 = 0.5*(ones(r,1));
net.b{2} = b2;
b3 = 0.5*(ones(t,1));
net.b{3} = b3;
net.trainParam.epochs = 1000;
net.trainParam.show = 1000;
net.trainParam.goal = 1e-5;
net.trainParam.lr = .01;
%train network
net = train(net,inpn,target);
%test network
a = sim(net,tstn);
%final weight & bias
w; w_out = net.iw{1,1};
b1; b1_out = net.b{1};
b2; b2_out = net.b{2};
b3; b3_out = net.b{3};
%performance network
error = [sh1_in] -[a(1,:)'];
u = abs(error)./sh1_in*100;
v = sum(u);
err = v/49;
accuracy = 100-err;
%perf = Mean Square Error
mse = mse(error1);
x = [1:49];
figure(1)
plot(x,a(1,:),x,sh1_in,x,error1)
legend('Network','Actual');
%display
accuracy
mse
```

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายวัชรพงษ์ ชูแก้ว
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 13 มกราคม 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	ระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่วิจัย
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สถาบันค้นคว้าและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต ทางอุตสาหกรรม
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ - ทุนการศึกษาที่ได้รับ	โครงการวิจัยมหัศจรรย์ สกว. สาขาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ประจำปี 2547 (TRF-MAG)